



HAL
open science

Caours, rapport de fouille programmée 2018-2020

Jean-Luc Locht, Pierre Antoine, Julie Dabkowski, Guillaume Jamet, Nicole Limondin-Lozouet, Bassam Ghaleb, Jean-Jacques Bahain, Norbert Mercier, Patrick Auguste, Noémie Sévêque, et al.

► **To cite this version:**

Jean-Luc Locht, Pierre Antoine, Julie Dabkowski, Guillaume Jamet, Nicole Limondin-Lozouet, et al.. Caours, rapport de fouille programmée 2018-2020. [Rapport de recherche] SRA Hauts-de-France. 2021. hal-03333843

HAL Id: hal-03333843

<https://hal.science/hal-03333843v1>

Submitted on 6 Sep 2021

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.

Caours

Rapport triennal de fouille programmée 2018-2020

Jean-Luc Loch, Julie Dabkowski, Guillaume Jamet, •
Pierre Antoine, Nicole Limondin - Lozouet, Gwénaëlle Moreau,
Patrick Auguste, Amélie Vialet, Benoit Bertrand,
Jean-Jacques Bahain,

avec la collaboration de Stéphane Lancelot, Valentine Fichet,
Ciément Vermoux, Qingfeng Shao, Christophe Falguères

Équipe scientifique :

Direction de la fouille – études archéologiques :

Jean-Luc LOCHT : INRAP Hauts-de-France 32 avenue de l'Etoile du Sud 80440 Glisy.
UMR du CNRS 8591, Laboratoire de Géographie physique, Meudon
E-mail : jean-luc.locht@inrap.fr

Stratigraphie, sédimentologie, malacologie et datations

Pierre ANTOINE : Environnements quaternaires. Dynamiques naturelles et anthropisation", UMR CNRS 8591, Laboratoire de Géographie physique, 1 place A. Briand, F-92195 Meudon Cedex France,

Julie DABKOWSKI : Environnements quaternaires. Dynamiques naturelles et anthropisation", UMR CNRS 8591, Laboratoire de Géographie physique, 1 place A. Briand, F-92195 Meudon Cedex France.

Guillaume JAMET : GéoArchÉon 30, rue de la Victoire, 55210 Viéville-sous-les-Côtes, UMR CNRS 8591, Laboratoire de Géographie physique, 1 place A. Briand, F-92195 Meudon Cedex France.

Nicole LIMONDIN-LOZOUET : Environnements quaternaires. Dynamiques naturelles et anthropisation", UMR CNRS 8591, Laboratoire de Géographie physique, 1 place A. Briand, F-92195 Meudon Cedex France.

Bassam GHALEB : GEOTOP, Université du Québec, Case postale 8888, Sta. Centre-Ville, Montréal, PQ.H3C 3P8 Canada.

Jean-Jacques BAHAIN : Institut de Paléontologie Humaine, Laboratoire de Préhistoire du Muséum National d'Histoire Naturelle, UMR 6569 du CNRS, 1, rue René Panhard, F-75013 Paris.

Norbert MERCIER : CNRS, UMR 5060, Centre de Recherche en Physique Appliquée à l'Archéologie (CRP2A), Maison de l'Archéologie, Université de Bordeaux, 33607-Pessac Cedex, France.

Étude archéozoologique :

Patrick AUGUSTE : EEP, UMR 8198 CNRS-Université de Lille Sciences et Technologies, Bâtiment SN 5, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex

Noémie SEVEQUE : HALMA UMR 8164 CNRS-Université de Lille Sciences Humaines et Sociales, 59650 Villeneuve d'Ascq et EEP, UMR 8198 CNRS-Université de Lille Sciences et Technologies, Bâtiment SN 5, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex

Hervé BOCHERENS : Fachbereich Geowissenschaften, Forschungsbereich Paläobiologie – Biogeologie, Senckenberg Center for Human Evolution and Palaeoenvironment (HEP), Universität Tübingen, Hölderlinstr. 12, 72074 Tübingen (Germany)

Etude paléoanthropologique :

Amélie VIALET, Maître de conférences, Muséum national d'Histoire naturelle, UMR7194, UPVD, CERP de Tautavel, 1 rue René Panhard, 75013 Paris

Benoît BERTRAND, EA 7367 - Unité de Taphonomie Médico-Légale, Institut de Médecine Légale -Université de Lille, rue A. Verhaeghe, 59000 Lille

Gestion du SIG :

David HÉRISSON : chercheur associé, UMR 7194 du CNRS, Département de Préhistoire, Muséum d'Histoire Naturelle, Institut de Paléontologie Humaine, 1, rue René Panhard, 75013 Paris

Gwénaëlle MOREAU : doctorante, Université de Liège, Belgique

Équipe de fouille 2020 : Pierre Antoine, Julie Dabkowski, Guillaume Jamet, Jean-Luc Loch

Arrêté n° 2020-PGR32202000022-A1
Autorisation de fouille programmée



PRÉFET DE LA REGION HAUTS-DE-FRANCE

**Le Préfet de Région
Préfet du Nord
Officier de la Légion d'Honneur
Commandeur de l'Ordre National du Mérite**

Vu le livre V, du Code du Patrimoine,

Vu le décret n° 94-422 de 27 mai 1994 modifiant la loi du 27 septembre 1941, portant réglementation des fouilles archéologiques et relatif à diverses dispositions concernant l'archéologie ;

Vu le décret n° 94-423 du 27 mai 1994 portant création des organismes consultatifs en matière d'archéologie nationale ;

Vu le décret du 21 avril 2016 portant nomination de Monsieur Michel LALANDE, en qualité de préfet région Hauts-de-France, préfet de la zone défense et sécurité Nord, préfet du Nord ;

Vu l'arrêté ministériel du 12 octobre 2016 portant nomination de M. Marc DROUET, directeur régional des affaires culturelles de la région Hauts-de-France ;

Vu l'arrêté préfectoral en date du 3 janvier 2018 accordant délégation de signature à Monsieur Marc DROUET, directeur régional des affaires culturelles de la région Hauts-de-France ;

Vu l'arrêté portant subdélégation de signature aux agents de la direction régionale des affaires culturelles Hauts-de-France en date du 26 janvier 2018 et paru au recueil des actes administratifs n°R32-2018-21 bis du 26 janvier 2018, accordant délégation de signature à Monsieur Jean-Luc COLLART, conservateur régional de l'archéologie ;

Vu l'avis de la Commission Territoriale de la Recherche Archéologique (CTRA) Centre-Nord en date des 27, 28, 29 avril 2020 ;

ARRÊTE

Article 1 :

Monsieur Jean-Luc Locht demeurant :23, rue Milton 80000 Amiens est autorisé(e) à procéder à une opération de fouille programmée.

Du 1^{er} septembre au 30 octobre 2020

concernant la région **Hauts-de-France**

Le(s) site(s) de :

Département : **Somme**

Commune : **Caours**

Section cadastrale :

Lieu-dit : **Les Prés**

Code Patriarcho : **12849**

Coordonnées Lambert : **x = y =**

Programme : **Axe 1 de la programmation nationale du CNRA – (Le Paléolithique ancien et moyen)**

Organisme de rattachement : **INRAP**

Renseignements administratifs :

Départements : Somme
Commune : Caours
Lieu-dit : Les Prés

Propriétaire du terrain :

Communauté d'Agglomération de la Baie de Somme
Place de la Gare
80100 Abbeville

Cadastre : 171
Section AC-01
Parcelle 118

Lieux de dépôt du matériel lithique pour étude :

INRAP Nord-Picardie
32, avenue de l'Etoile du Sud
80440 Glisy

Lieu de dépôt après étude :

SRA Haut de France
5, rue Henri Daussy
80 000 Amiens

I. Introduction

Pierre Antoine et Jean-Luc Locht

La séquence de tufs et le gisement paléolithique de Caours (01°52'59" / 50°07'53") se situent dans le bassin de la Somme à 4 km au NE d'Abbeville dans la vallée du Scardon (affluent de rive droite de la Somme). La formation tufacée est préservée au niveau de la confluence entre le Scardon et le ruisseau de Drucat sur une surface de plusieurs milliers de mètres carrés (figures 1 et 2). Cette formation a été découverte par L. Aufrère dans les années 50, puis signalée par Breuil (1952) et Patte (1953) qui ont publié quelques notes concernant les restes de grands mammifères et notamment les bois de cervidés découverts dans la carrière Boulanger actuellement comblée.

Plus récemment, les tufs de Caours sont cités par R. Agache *et al.* (1963), puis par F. Bourdier (1969, 1974), dans plusieurs articles de synthèse sur le Quaternaire de la Somme et par J. Sommé (1989) dans une compilation sur les tufs du bassin de la France septentrionale. Bien qu'ils n'aient jamais fait l'objet d'études stratigraphiques et sédimentologiques détaillées, ces tufs ont été attribués par ces auteurs à l'Interglaciaire Riss-Würm, en raison du caractère tempéré des mollusques et des restes de grande faune qui y ont été découverts et de leur position à la surface d'une très basse terrasse du Scardon.

Dans le cadre d'un nouveau programme de recherche axé sur la mise en évidence des dépôts interglaciaires dans les séquences fluviales du bassin de la France septentrionale, il nous est donc apparu important de relancer en 2002 les recherches sur cette séquence (SITEP, ECLIPSE II-CNRS). Les travaux menés à Caours depuis cette date ont permis de mettre en évidence :

- une séquence de référence pour l'interglaciaire eemien dans le Nord de la France et l'Europe du NW.

2) Un site paléolithique unique au niveau européen compte tenu de sa richesse, de la préservation des artefacts lithiques et osseux et de la précision de son attribution chronostratigraphique et paléoenvironnementale (Antoine *et al.*, 2006).

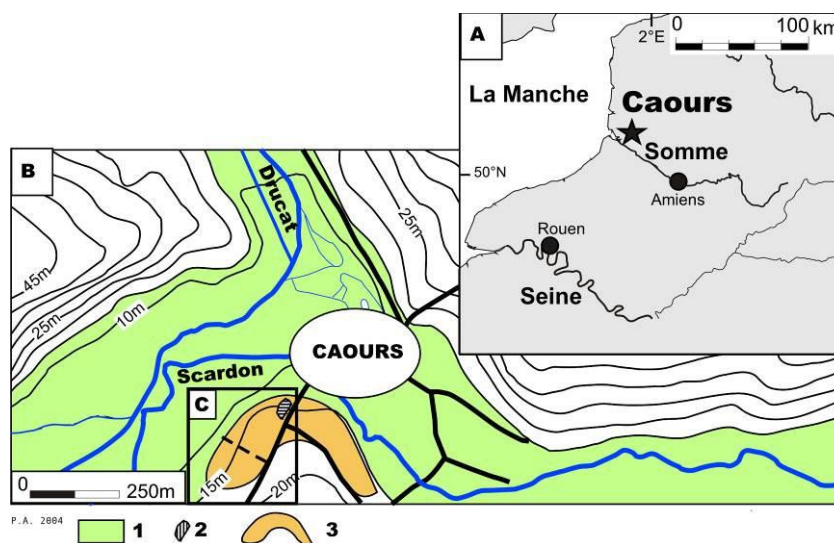


Figure 1. Localisation du site et contexte géomorphologique.

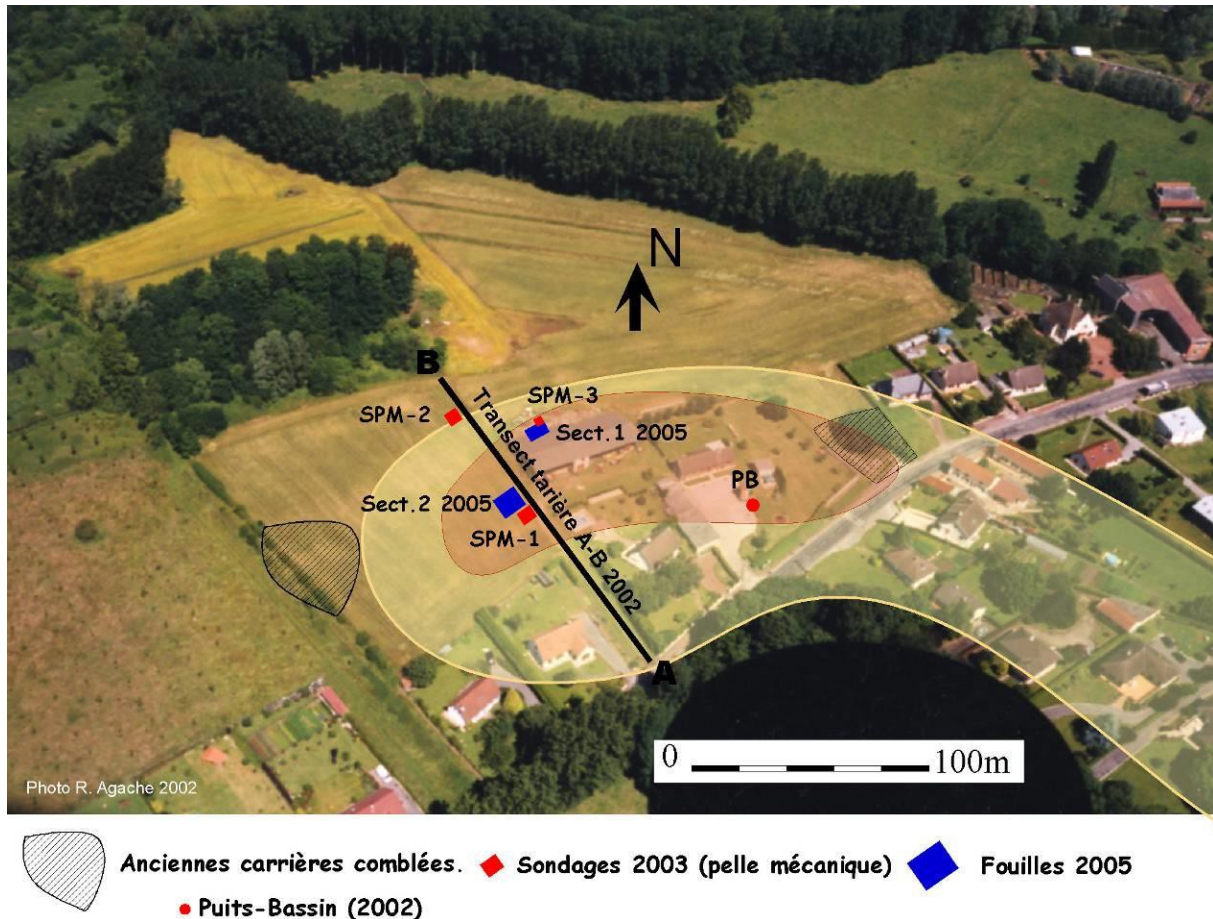


Figure 2. Caours : extension du tuf (jaune), des sondages (rouge) et des secteurs de fouille (bleu). Photographie aérienne de Roger Agache (2002).

Bien que depuis les années 50 le secteur se soit fortement urbanisé, quelques parcelles encore vierges subsistent en marge du village dans la partie NW de la formation. La stratigraphie a tout d'abord été établie sur la base des observations effectuées à la tarière hélicoïdale Sédidrill en 2002 (\varnothing 100 mm), complétées par un premier carottage partiel de la base de la séquence. Compte tenu de l'importance de la séquence et de sa complexité, ces premières investigations ont été poursuivies en 2003 par une campagne de sondages à la pelle mécanique (SPM-1 à 3, Figure 2). Ces nouvelles recherches nous ont permis d'effectuer des observations stratigraphiques détaillées sur des parois décapées sur plusieurs mètres de large, de localiser précisément les niveaux contenant des restes de grande faune et de l'industrie lithique. Parallèlement, des prélèvements ont été effectués pour les datations U/Th (tuf), OSL et ESR (limons fluviaux), ainsi que pour les analyses sédimentologiques, malacologiques et micropaléontologiques (rongeurs, ostracodes) et les restes de paléoflore.

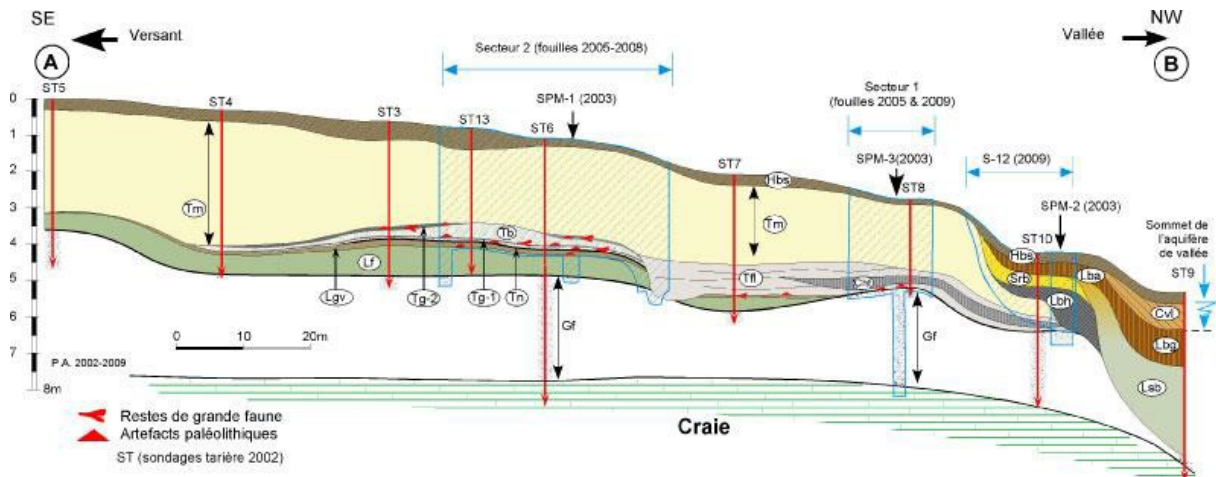


Figure 3. Coupe synthétique de séquence de Caours d'après les sondages tarière, les sondages à la pelle mécanique et les fouilles (2002-2009).

Description simplifiée (numéros d'unités pour le secteur 2)

Gf - Graviers fluviaux grossiers (silex et craie) (unité 12).

Lf - Limons fluviaux fins calcaires gris vert clair à mollusques dans la partie supérieure (unité 11).

Lgv - Limon calcaire argileux brun gris vert compact à traces de racines oxydées et mollusques abondants (petit sol de marais) (unité 10).

Tn - Horizon tourbeux formant l'interface entre Lgv et Tg (unité 9).

Tg.1 - Niveau tufacé gris organique avec nombreux restes de grande faune et artefacts paléolithiques (unité 7).

Tb - Tuf blanc à oncolithes et branchettes (unité 6).

Tg.2 - Niveau tufacé gris organique avec restes de grande faune et artefacts paléolithiques (unité 5).

Tm - Tufs calcaires massifs indifférenciés blancs à gris clair (unités 1 à 4).

Tfl - Tufs fluviaux stratifiés à oncolithes.

Cht - Lentille de tuf grisâtre laminé dans sa partie supérieure (faciès cht).

Lbh - Limons sablo-argileux brun noir humifères.

Srb - Sables ruisselés altérés bruns à brun-rouge à silex épars.

Lsb - Limons loessiques sableux beiges, à traces d'hydromorphie dans la moitié inférieure.

Lbg - Limon brun gris argileux (faciès hydromorphe de Lba).

Lba - Limon brun argileux à structure prismatique (Hz Bt du sol de surface).

Cvl - Colluvions limono-sableuses à silex épars (passage à un faciès hydromorphe gris brun vers la vallée).

Hbs - Limon brun sableux à silex épars (Horizon de labour Ap du sol de surface).

Ces premières investigations menées sur un axe SE-NW perpendiculaire à la vallée actuelle ont débouché sur le tracé d'un transect complet d'une longueur de 170 m (Figure 3). Ensuite, une campagne de sondages à la tarière Sédidril complétée par un carottage a été menée en février 2009. Ces travaux nous permettent actuellement de tracer une coupe continue de l'ensemble des formations et de ses connexions avec les formations de fond de vallée (Nappe de fond et séquence de dépôts post-glaciaires). Ce travail fournit un document unique pour l'étude et l'interprétation du système de terrasses de la Somme, permettant pour la première fois de décrire l'organisation stratigraphique des deux dernières formations (Nappe d'Étovie et Nappe de Fond) sur un transect continu de plus de 300 m de long. Enfin ces sondages ont aussi permis de confirmer la position relative de la nappe alluviale qui supporte la formation tufacée de la Formation de Caours par rapport à l'incision maximale de la vallée (+ 5 m en altitude relative).

Compte tenu de l'importance des niveaux paléolithiques découverts, une première campagne de fouille a été lancée en 2005 sur le site (Locht *et al.*, rapport 2005). À cette occasion, des profils stratigraphiques de 4 à 8 m de long ont été relevés et un échantillonnage en continu par tranches de 5 cm a été réalisé sur le profil le plus complet du secteur 2 pour les analyses sédimentologiques et géochimiques. Les opérations de fouilles menées entre 2005 et 2010 ont livré des profils stratigraphiques en continu sur plus de 20 m de longueur. De plus, deux séries de sondages ponctuels à la pelle mécanique (au total 31 sondages) complétées par une tranchée exploratoire de 12 m ont été menées en 2006 et 2009 (Figure 4). Les fouilles ont été ensuite interrompues de 2010 à 2015, le temps pour la Communauté d'Agglomération de Baie de Somme d'acquérir le terrain pour la poursuite des opérations de fouille et l'ouverture au grand public.

L'ensemble de ces travaux ont permis de cerner l'extension des niveaux paléolithiques en place, celle du massif de tuf et de mieux comprendre la répartition des principaux faciès de tuf et les connexions stratigraphiques entre les deux secteurs de fouille afin d'orienter les recherches futures. Ces données associées aux résultats stratigraphiques détaillés relevés sur les parois des fouilles nous permettent actuellement de proposer une cartographie extrêmement détaillée des diverses formations encadrant le massif de tuf et de cerner le cœur du gisement.

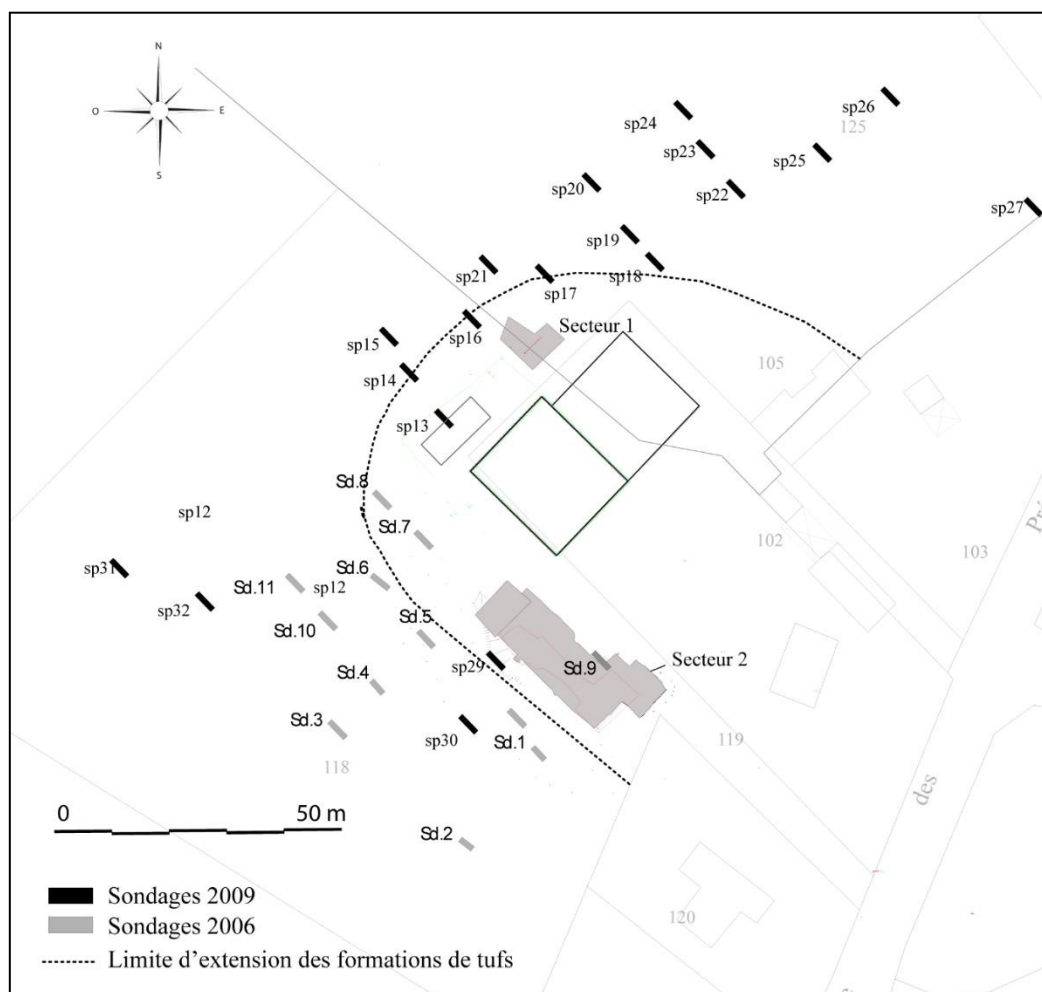


Figure 4. Localisation des sondages profonds (2006 et 2009) et extension des formations tufacées.

La formation tufacée de Caours repose sur une nappe alluviale de type périglaciaire correspondant à l'avant-dernier stade de colmatage grossier de la vallée attribué au stade isotopique 6 (Nappe d'Étouvie, dernier stade du Saalien : Antoine, 1990). L'attribution chronostratigraphique de la séquence, initialement basée sur les données stratigraphiques et bioclimatiques, a été définitivement confirmée par une série de datations U-Th, TIMS, OSL sur les formations carbonatées et TL sur silex chauffés qui permet de la situer au cours de l'optimum climatique de l'interglaciaire eemien (SIM 5e) autour de 123 ± 3 ka BP (Antoine et Loch, 2015). Le site fait l'objet d'une fouille programmée depuis 2005, menée par l'Inrap et le CNRS. Le gisement est divisé en deux secteurs (Figure 2). Au total, près de 518 m² ont été fouillés de façon exhaustive afin de permettre une reconstitution paléolithique des modalités de subsistance des Néandertaliens. Les quatre premiers niveaux (N1, 2, 3 et 4) sont localisés dans le secteur 2, qui occupe le sud-ouest de l'aire de fouille. Ils ont été fouillés sur une surface de 419,5 m². Le niveau C se trouve dans un autre secteur (secteur 1) au nord-est du gisement. Il a été exploré sur une superficie de 110 m² (figure 13)

. Le site a été acheté par la Communauté de Communes de la Baie de Somme pour garantir la poursuite de la fouille dans des conditions optimales et de valoriser le gisement à destination du grand public.

L'importance de la découverte de Caours a eu des répercussions sur la connaissance des modalités de peuplement de l'Europe du Nord-Ouest durant le Pléistocène. En effet, avant la découverte du site d'âge eemien de Caours, cette partie du continent semblait inhabitée durant le dernier interglaciaire (Antoine et al., 2006) et les Néandertaliens ne semblaient pas adaptés au climat et aux environnements interglaciaires. Depuis la redécouverte de Caours, un second site eemien a été retrouvé dans le Nord de la France, à Waziers (Hérisson *et al.*, 2017), ce qui invalide définitivement cette théorie. En Normandie, le site de Grosseoeuvre, en contexte de doline, et celui de Montfarville – Anse de Quéry, associé à une plage fossile, semble aussi pouvoir être attribués à l'Eemien (Coutard *et al.*, 2005 ; Lautridou et Cliquet, 2006).

Mais les sites contemporains de l'Eemien *sensu stricto* (sous-stade isotopique 5e) sont extrêmement rares sur l'ensemble du territoire européen, essentiellement pour des raisons d'ordre taphonomique (Roebroeks et Speelers, 2002 ; Antoine et Loch, 2015). Un tour d'horizon de la littérature européenne permet de constater que les sites contemporains sont localisés en Europe centrale : en Allemagne (Lehringen, Taubach, Rabutz, Neumark-Nord 2, Gröbern, Burgtonna, Weimar, Stuttgart-Untertürkheim. 5. Stuttgart-Bad Cannstadt, Veiltheim), en Hongrie (Tata), en Slovaquie (Ganovce, Ondrej-Horka, Bojnice [figure 5]). À chaque fois, il s'agit de restes fauniques et d'artefacts retrouvés, en nombres limités, dans des sédiments fluviatiles ou lacustres (Roebroeks et Tuffreau, 1999).

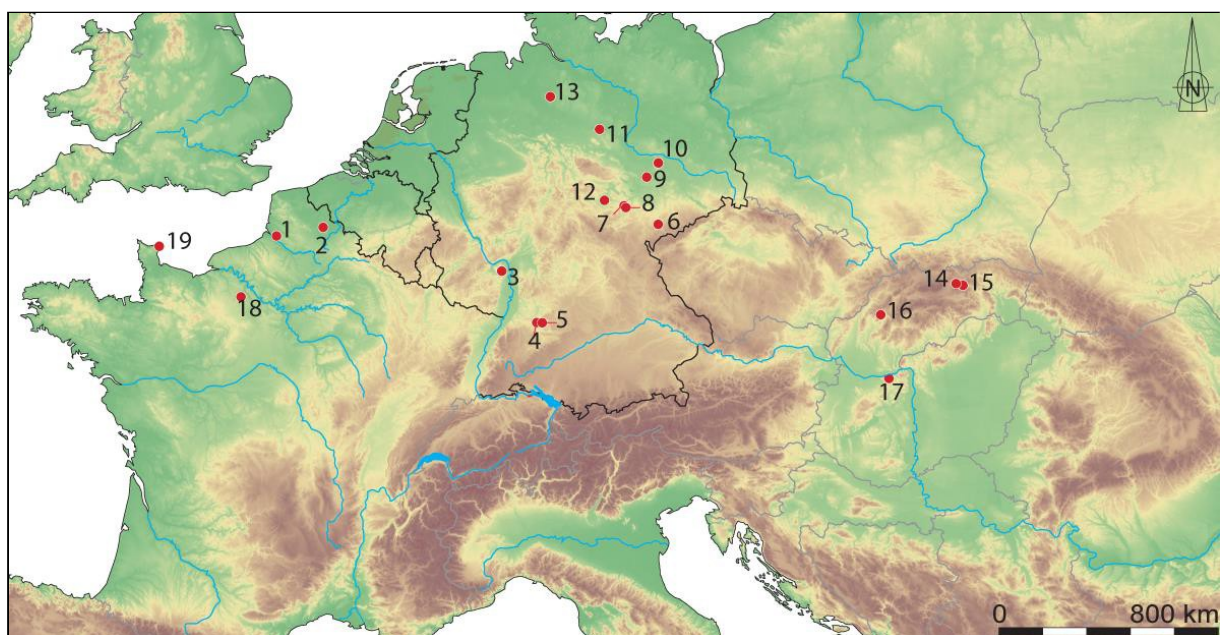


Figure 5. Localisation des sites eemiens en Europe (DAO : J.-L. Locht/Inrap). 1. Caours. 2. Waziers. 3. Wallertheim. 4. Stuttgart-Untertürkheim. 5. Stuttgart-Bad Cannstadt. 6. Neumark. 7. Weimar. 8. Taubach. 9. Rabutz. 10. Gröbern. 11. Veltheim. 12. Burgtonna. 13. Lehringen. 14. Ondrej-Horka. 15. Ganovce. 16. Bojnice. 17. Tata. 18. Grossoeuvre. 19. Montfarville-Anse de Quéry.

II. Bilan des opérations de terrain de la triennale 2018-2020

Jean-Luc Loch

II.1. Activités de terrain

En **2018**, la fouille a porté sur la fouille des quatre niveaux archéologiques sur une superficie de 36 m². L'équipe était constituée de 22 personnes (tableau 1). L'achat d'un drone, mutualisé avec les fouilles programmées des sites paléolithiques de Waziers et de Renancourt, a permis de faire des survols du site, avec prises de points géoréférencés. À partir de ces données, des modèles numériques de terrain (MNT) ont été réalisés (Figures 6 à 8). Le traitement complet de l'ensemble de ces données est toujours en cours.

Un premier test de prospection géophysique de la formation de tufs par tomographie de résistivité électrique a été réalisée selon deux axes. Le but était de tenter de discerner les chenaux dans les zones non fouillées, afin d'orienter au mieux les futurs décapages. Ce travail a été achevé en 2020. Les résultats sont présentés dans ce rapport.

Parallèlement à la fouille, le réalisateur de film Rob Hope est passé comme en 2017 prendre des vues du gisement dans le cadre d'un film sur les nomades néandertaliens du nord de la France (« *A la rencontre de Néandertal* », co-production FR3 Hauts de France/Arte), ce qui a mobilisé une partie de l'équipe pendant deux jours.

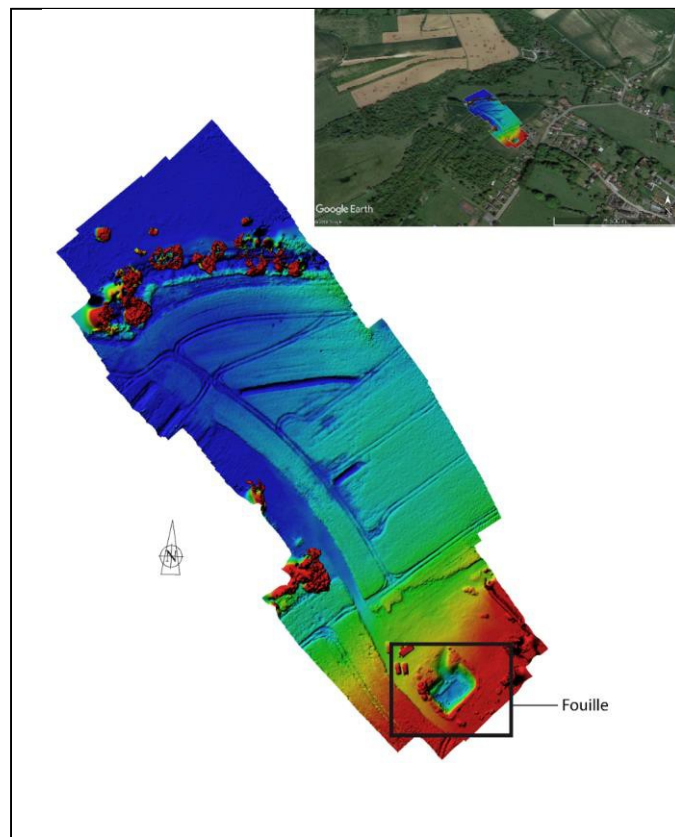


Figure 6. Caours 2018. Modèle numérique de terrain du versant (MNT ; réalisation : D. Hérissou, CNRS).

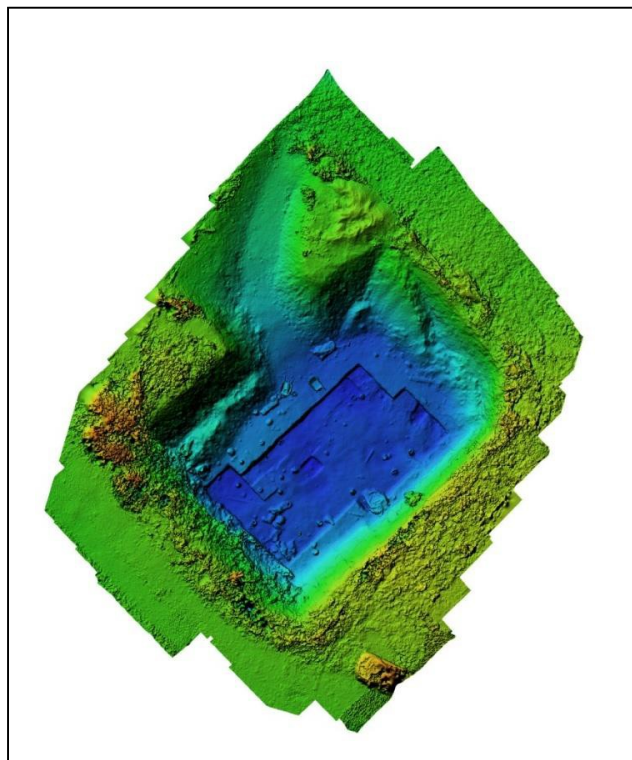


Figure 7 Modèle numérique de terrain de la fouille 2018 (réalisation : D. Hérisson, CNRS)



Figure 8. Orthophotographie de la fouille 2018 (réalisation : D. Hérisson, CNRS).

En **2019**, le décapage réalisé en 2016 a été agrandi vers le Nord (figure 9). La superficie ouverte actuellement en fond de fouille est de 268 m², l'ouverture au sol y est de 484 m². Cette opération a nécessité deux jours de pelle hydraulique à temps plein.

La fouille des quatre niveaux archéologiques a été réalisée sur une surface de 21,5 m² par une équipe de seize personnes (tableau 1). Un important travail de cartographie des microchenaux

qui incisent l'aire de fouille, et plus particulièrement le niveau 1, a été réalisé sur le terrain et à partir des fiches de relevés des années antérieures. Le tracé définitif a été intégré dans les plans de répartition des artefacts réactualisés.



Figure 9. Agrandissement du décapage vers le Nord-Est (cliché : J.-L; Locht).

Lors du décapage, deux horizons de tuf gris sont apparus au nord de l'aire de fouille (Da et Db : figure 10). D'un point de vue lithostratigraphique, ils sont semblables aux unités stratigraphiques qui contiennent les niveaux archéologiques 1 et 2 (unités 5 et 7). Ils contenaient chacun des restes osseux de grands herbivores (carrés f-g-h/17 ; figure 13), mais pas d'artefact lithique. Une colonne d'échantillons pour analyse malacologique, toujours en cours, a été effectuée pour comprendre la relation entre ces nouvelles unités stratigraphiques et la coupe de référence 2015-2018 (figure 11). Cette découverte constitue le fait le plus remarquable de la campagne de fouille 2019.



Figure 10. Vue de la coupe Nord et des deux paléosols Da et Db (cliché : J. Dabkowski,



Figure 11. Réalisation d'un colonne d'échantillonnage malacologique (cliché : J.-L. Locht).

En raison de la crise sanitaire, la fouille de **2020** n'a pu se dérouler aux dates habituelles. Après concertation avec le Service Régional de l'archéologie des Hauts-de-France, l'accent a été mis sur les différentes études et analyses en cours, et seule une opération de terrain réduite a été effectuée par quatre personnes (J. D., G. J., P.A. et J.L.L.). Le but de celle-ci était surtout de préciser la chronologie et la composition des assemblages archéologiques Da et Db et de terminer la prospection géophysique (figure 12). L'analyse malacologique réalisée en 2020 établissait une correspondance entre les niveaux Da et Db d'une part et l'unité 5 qui contient le niveau 1. Deux mètres carrés ont été fouillés dans la coupe Nord afin de les caractériser et d'établir l'équivalence entre Da/Db et le niveau 1 (figures 13 et 14, tableau 1). La superficie fouille pour ce secteur est maintenant de 419,5 m².

Année	Superficie fouillée	Jours/homme
2018	36	245,5
2019	21,5	211
2020	2	21
Total	59,5	477,5

Tableau 1. Superficies fouillées durant la triennale 2018 -202

De nouvelles analyses malacologiques, géochimiques et micromorphologiques ont débuté sur la nouvelle coupe stratigraphique mise au jour en 2019. En raison du délai très court entre l'intervention de terrain et à la remise du présent rapport (environ trois mois), la totalité des résultats n'est pas entièrement acquise. Les résultats de la datation de la pointe pseudo-Levallois du niveau 3 est toujours attendue, les laboratoires ayant pris beaucoup de retard en raison de la crise sanitaire.

La vingtaine de restes osseux et les deux artefacts lithiques retrouvés en 2020 n'ont pu pour l'instant être attribués de façon certaine à l'un des quatre niveaux archéologiques. Leur attribution à l'un d'entre eux est toujours en suspens.

La détermination technologique de l'intégralité des ensembles lithiques a été terminée. Chaque artefact a été mesuré et l'ensemble de ces données a été intégrées dans la base de données adossée au SIG. Ce travail a nécessité quatre semaines de travail à temps plein, mais cette base de données a été jointe à celle de la faune, ce qui permet maintenant de croiser les données d'ordre spécifique et spatial et de générer de façon très rapide des plans de répartition des vestiges.



Figure 12. Réalisation d'un profil géophysique (cliché J. - L. Locht).

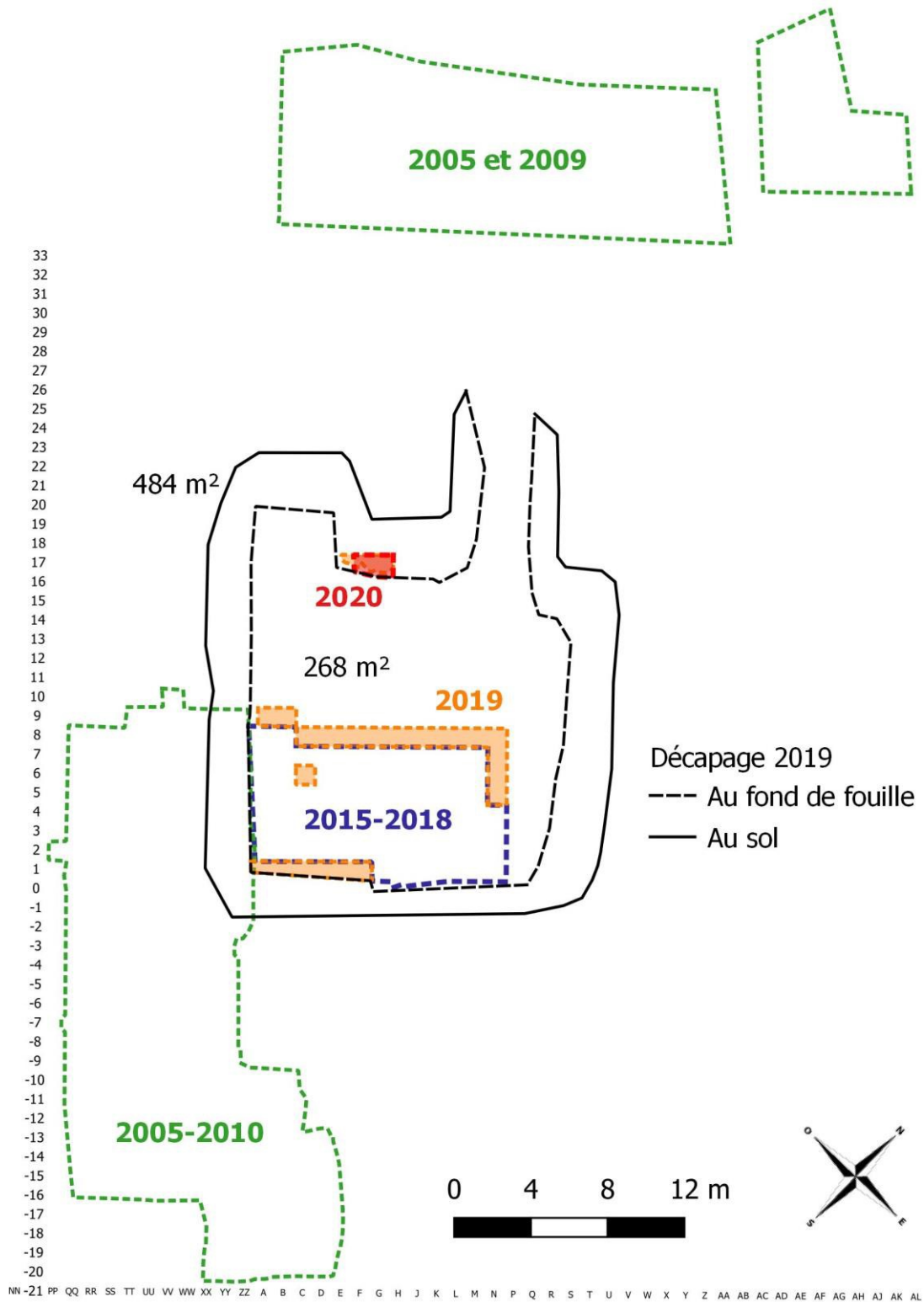


Figure 13. Phasage des opérations et localisation de la fouille 2020.

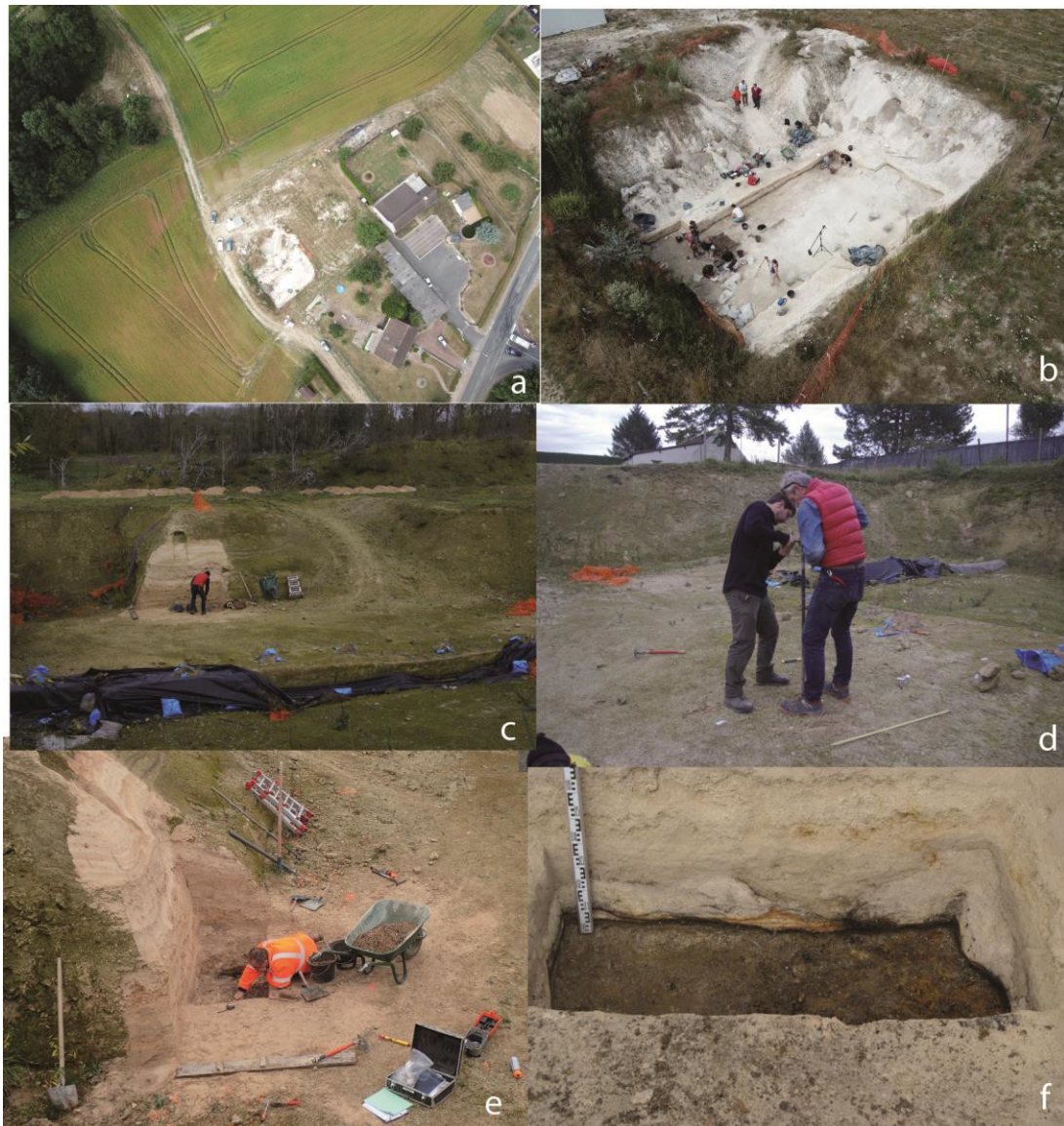


Figure 14. Vues de terrain. A et b. Vues aériennes de la fouille en 2019 (clichés : D. Hérissou, CNRS). C. 2020. Nettoyage de la coupe Nord (cliché : J.-L. Loch, Inrap). d. 2020. Sondages à la tarière manuelle pour suivre l'évolution des niveaux archéologiques entre la fouille de 2019 et la coupe Nord (cliché : J.-L. Loch, Inrap). e. 2020. Fouille des carrés g/17 et h/17 (cliché : P. Antoine, CNRS). F. Détail de la base de la coupe Nord (cliché : J.-L. Loch, Inrap).

II.2. Activités grand public – visite du site

Le lundi 1 juillet **2019**, le site a fait l'objet d'une visite des membres de la Société d'Archéologie et d'Histoire de Saint-Valery-sur-Somme, du Ponthieu et du Vimeu.

Le 12 septembre **2019** a eu lieu la projection en avant-première au cinéma Gaumont, à Amiens du film de Rob Hope et Pascal Cuissot « *A la rencontre de Néandertal* ». Le gisement de Caours y occupe une place importante. Quatre membres de l'équipe scientifique de Caours (P. Antoine, P. Auguste, D. Hérissou et J.-L. Loch) étaient présents pour un échange avec le public à l'issue du film. Ce dernier a ensuite été diffusé sur Arte le 16 septembre 2019 à 22h45.

Le 21 octobre **2019**, le site a fait l'objet d'une visite par les étudiants de la licence professionnelle ACMA (Actions Culturelles et Métiers de l'Archéologie) de la Faculté Polytechnique des Hauts-de-France. Les objectifs d'une telle journée d'études étaient pour eux de mettre en perspective l'étude d'un site par le biais d'une approche pluridisciplinaire.

Le 13 octobre **2020**, le site a été visité par des élèves du lycée Boucher de Perthes d'Abbeville, dans le cadre d'un atelier archéologie pour enfants à haut potentiel.

III. Études stratigraphiques 2018 – 2020

Julie Dabkowski et Guillaume Jamet

III.1. La Coupe N

En 2019, la coupe dégagée lors du décapage, au nord de l'emprise, avait fait l'objet d'un premier relevé stratigraphique rappelé dans la figure 15. Aucune corrélation stratigraphique avec les coupes relevées précédemment, aussi bien dans le secteur 2 (fouilles 2006-2008 et 2010) et son extension depuis 2015, que dans le secteur 1 (fouilles 2005 et 2009) n'apparaît évidente. Il a donc été choisi d'adopter une numérotation des unités stratigraphiques indépendante. Lors du décapage en 2019, deux niveaux gris jusqu'alors non identifiés et contenant des restes fauniques sont apparus (unités Da et Db).

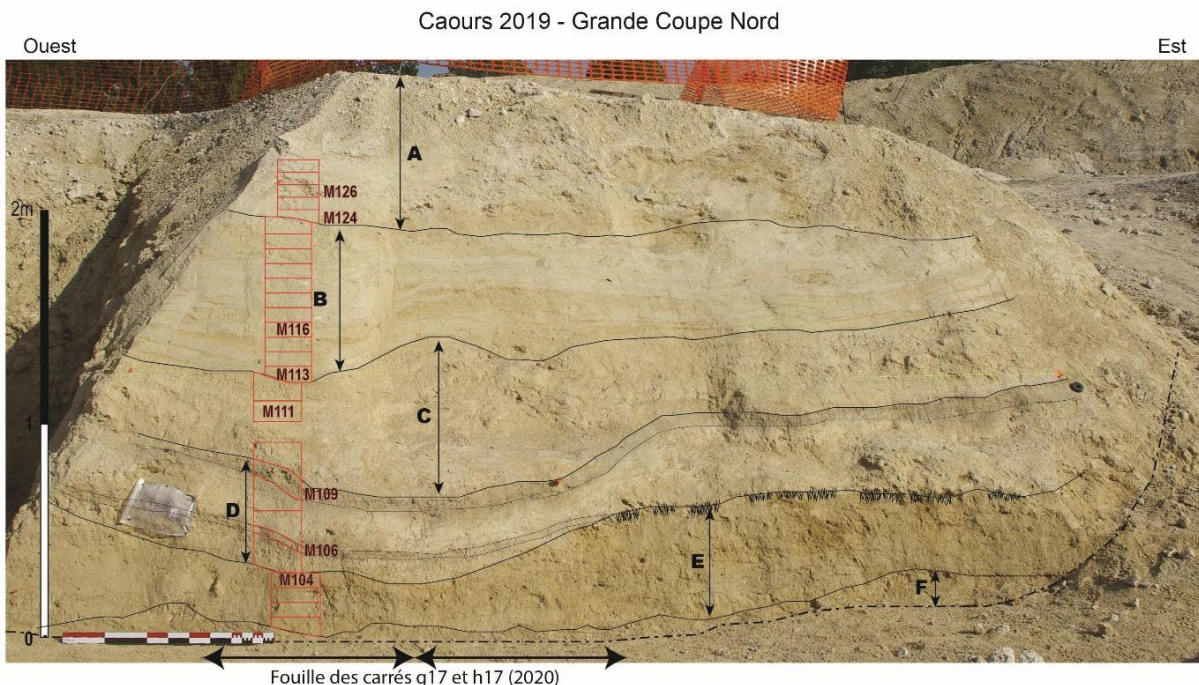


Figure 15. Grand coupe Nord 2019. L'échelle rouge indique la position des échantillons malacologiques prélevés en 2019, Seuls ceux dont l'étude est achevée ou en cours (cf. partie malacologie) sont labellisés (DAO : J. Dabkowski, CNRS).

La fouille de ces niveaux au pied de la Coupe Nord (carrés g17 et h17) lors de la campagne 2020 a permis de compléter le relevé stratigraphique de cette coupe (Figure 16). De nouveaux niveaux contenant des vestiges archéologiques ont par ailleurs été identifiés (unités H et K).

Le sol actuel n'est pas préservé, le sommet de la coupe correspond à peu près au sommet du massif de tuf préservé. Du haut vers le bas, les unités stratigraphiques observées en 2019 puis en 2020 sont les suivantes :

Unité A : Tuf pulvérulent grossier composé de granules plurimillimétriques à centimétriques (en moyenne 1-3 cm) de végétaux encroûtés roulés et de sables grossiers à moyens, relativement homogène. Localement, on observe des massifs de mousse encroûtée plus

indurés de hauteur et largeur décimétriques. Sur la partie ouest de la coupe, on distingue des laminations grossières formées par des lentilles métriques de tuf granulaire de quelques centimètres de puissance dans un tuf sableux grossier.

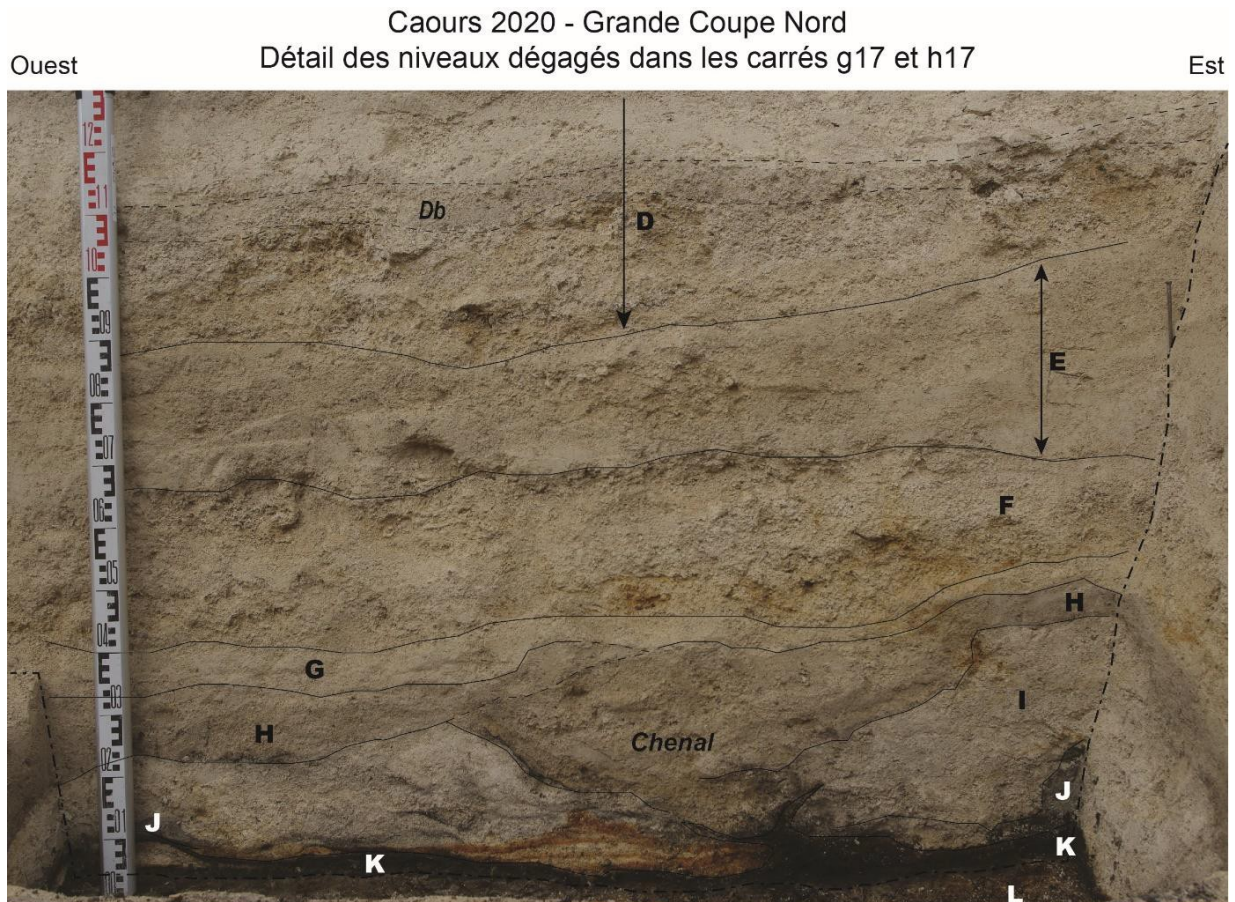


Figure 16 : Détail de la stratigraphie à la base de la Grande Coupe nord 2019 après la fouille des carrés g17 et h17 en 2020 (DAO : J. Dabkowski, CNRS).

Unité B : Tuf dense sableux fin faiblement limoneux. À l'est de la coupe, la partie supérieure, blanc beige, est homogène à l'exception de petites poches centimétriques à décimétriques de tuf plus grossier, granulaire (**B1**). Le reste de cette unité est très finement litées (**B2**). Les lamines, grises à beiges, sont épaisses de quelques millimètres à 2 cm au maximum et longues de plus de 50 cm à métriques. Elles correspondent à de légères variations granulométriques. Elles sont généralement subhorizontales mais présentent localement, notamment à la base de l'unité, des déformations en "vagues" (compression ?). Plus ponctuellement, on observe des lentilles décimétriques à métriques de tuf grossier.

Unité C : tuf induré grossier, sableux grossier et faiblement limoneux, homogène constitué de végétaux encroûtés centimétriques à pluricentimétriques.

Unité D : Tuf induré, sableux, grossièrement stratifié. Cette stratification est soulignée par des lentilles de tuf granulaire constitué de végétaux encroûtés et oncolithes millimétriques dans une matrice sableuse. Cette unité D est riche en coquilles de mollusques. Elle apparaît globalement plus claire que les autres (presque blanche) à l'exception de deux niveaux gris foncé par ailleurs plus limoneux. Ces deux niveaux (**a** et **b**) livrent de la faune déjà visible dans la coupe.

Le niveau gris supérieur **(a)**, d'environ 30 cm d'épaisseur, est observé sur toute la longueur de la coupe sauf à son extrémité ouest. Il est intercalé d'un niveau de tuf construit, granulo-sableux, sub-continu, d'épaisseur millimétrique bien qu'irrégulière ("Crunch"). La base du niveau (a) présente localement des bioturbations millimétriques à centimétriques.

Le niveau gris inférieur **(b)** d'environ 10-15 cm d'épaisseur, n'est observé que dans la moitié ouest de la coupe, dans une cuvette, sur environ 2,5m de long.

Unité E : Tuf sableux fin à moyen à la base puis moyen à grossier, à stratification horizontale faiblement visible, granules de végétation encroûtée éparées et coloration orangée dans la moitié ouest de la coupe. Des fragments de faune épars, à l'aspect roulé typique de artefacts trouvés dans les chenaux sont présents au sommet de cette unité, érodée en cuvette dans laquelle se dépose D. Dans la partie est de la coupe, le sommet de l'unité E est marqué par un niveau de tuf très induré, formant une dalle sub-continue d'environ 10cm de puissance, constitué de végétaux encroûtés en position de vie.

Unité F : Tuf blanc limoneux à fragments plus granulaire de tuf encroûté localement oxydé (coloration orangé) atteint en fond de décapage en 2019. Dégagée en 2020, cette unité apparaît continue, se développant sur 15 à 25 cm de puissance.

Les unités suivantes ont été identifiées en 2020 (Figure 16) :

Unité G : Tuf beige limono-sableux homogène discontinu.

Unité H : Tuf gris limono-sableux très irrégulier, présentant localement un liséré tourbeux à sa base qui épouse le sommet de l'unité sous-jacente.

Unité I : Tuf blanchâtre à localement gris limoneux assez induré qui atteint par endroit 20 à 30 cm de puissance. Le sommet de cette unité est cependant fortement érodé, de façon très irrégulière. Une structure chenalisée entaillant clairement l'unité I est observée dans la coupe du carré h17.

Unité J : Passées grises, limono-sableuse, gris foncé qui semblent correspondre au remaniement, localement, des unités J et K sous-jacentes. Il sera nécessaire d'élargir la zone d'observation pour interpréter correctement cette unité.

Unité K : niveau tourbe, très oxydé et localement induré, alternant avec des passées tufacées parfois centimétriques, d'épaisseur très variable.

Unité L : graviers dans matrice limoneuse très noire au sommet. Une importante oxydation (Mn et Fe) forme des croûtes relativement indurées au sommet de cette unité.

Les nouvelles unités dégagées en 2020 devront faire l'objet d'un échantillonnage malacologique, et en parallèle, géochimique, pour compléter celui de 2019 (figure 16). Des prélèvements ont déjà été réalisés pour tester le potentiel des niveaux les plus noirs, supposés les plus organiques (niveaux tourbeux des unités J et K), pour l'analyse palynologique. Ces échantillons tests sont en cours de traitement au LGP par Agnès Gauthier et Valentine Fichet.

III.2. Sondages à la tarière entre la marge nord de la fouille 2019 et la Grande Coupe Nord 2019-2020

La succession stratigraphique observée dans la Grande Coupe Nord 2019-2020 diffère de celles observées dans les autres profils mis au jour au cours des différentes campagnes de fouille à Caours. Pour tenter un raccordement, des sondages à la tarière ont été réalisés, tous le 1 m environ, entre le bord nord de zone fouillée en 2019 et la Grande Coupe (Figure 17). Les faciès suivants ont été décrits dans ces 6 sondages :

- 1 : Tuf granuleux (uniquement dans S2)
- 2 : Limon tufacée gris clair, lavé
- 3 : Tuf limoneux gris à passées granuleuses, organique correspondant au niveau archéologique N1
- 4 : Tuf granuleux clair beige à jaunâtre
- 5 : Tuf limoneux gris plus ou moins foncé, organique correspondant au niveau archéologique N2
- 6 : Tuf granuleux, clair à jaunâtre (légèrement oxydé ?) qui devient diffus dès le sondage S2 puis disparaît totalement
- 7 : Tourbe noire compacte avec lit ferro-manganique correspondant au niveau stratigraphique N3
- 8 : Limon argileux gris-vert correspondant au niveau archéologique N4 (sondage S1), de plus en plus foncé, organique (S4 et 5)
- 9 : Limon vert, oxydé à très oxydé

Ces sondages permettent de suivre de proche en proche le niveau archéologique 1 qui correspondrait, par corrélation stratigraphique, à l'unité grise H observée dans la Grande Coupe 2020 (figure 16). Par ailleurs, il semble que les niveaux archéologiques 3 et 4 se confondent latéralement, correspondant à l'unité K de la Grande Coupe 2020. On notera toutefois que ces hypothèses ne sont pas en adéquation avec les hypothèses portées par l'étude malacologique préliminaire de la Grande Coupe (cf. partie malacologie) qui propose plutôt une correspondance des niveaux gris de l'unité D avec le niveau archéologique N1. Cependant, la base de la Grande Coupe 2020 apparaît fortement perturbée, notamment par le passage d'un chenal qui affecte les unités H à K (Figure 16). De même l'unité D, déjà observée en 2019 est préservée à cet endroit dans une structure chenalisante qui peut avoir affectée l'altitude relative des dépôts et donc les corrélations stratigraphiques proposées (figure 15).

Seule l'extension de la fouille entre la bordure nord de l'emprise déjà fouillée (ligne des carrés n°8) et le pied de la Grande coupe nord permettra de comprendre avec précision la corrélation stratigraphique entre ces deux secteurs, en dégagant notamment un coupe sud-nord en bordure des carrés h (figure 18), en complément de la poursuite de l'étude malacologique.

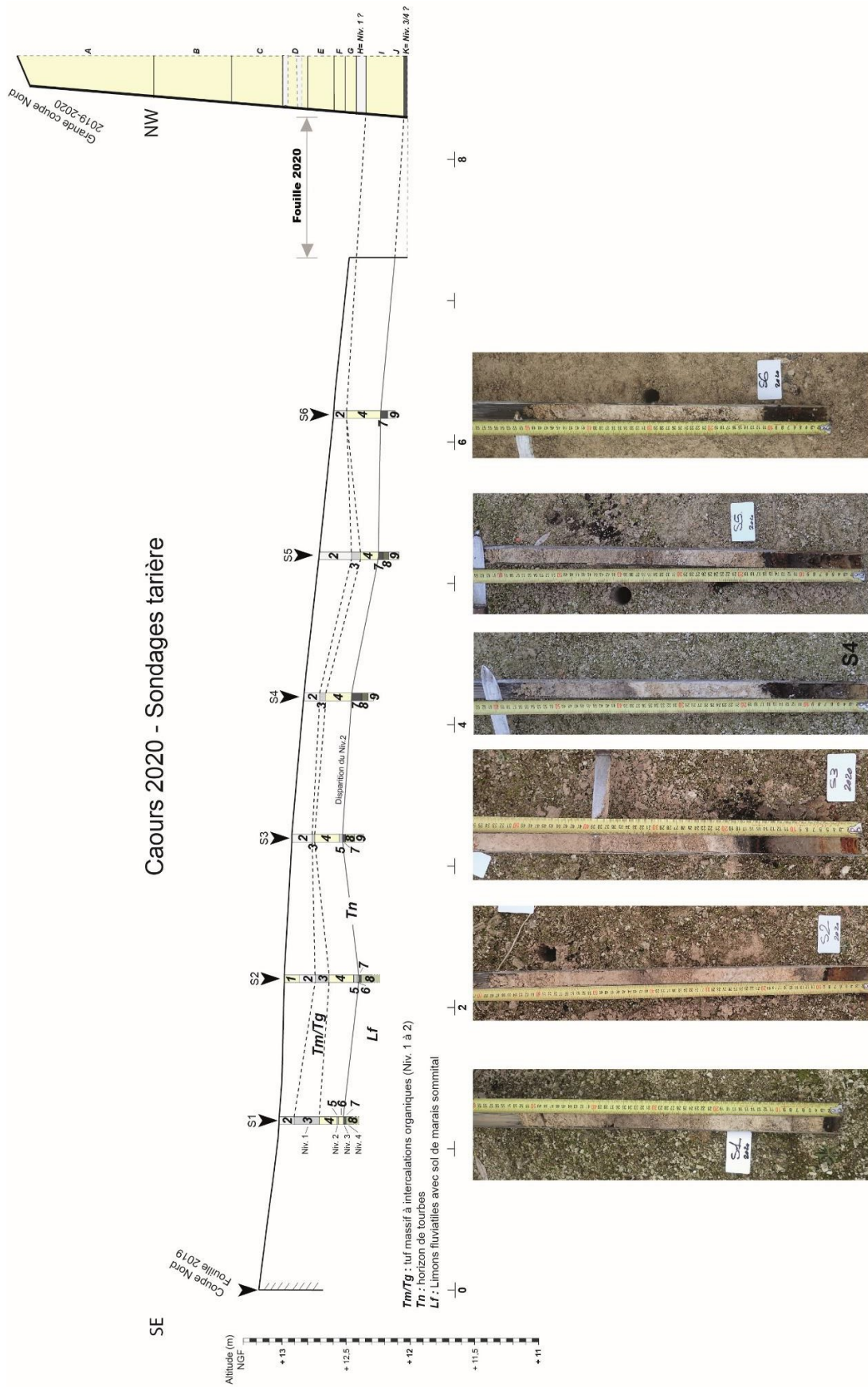


Figure 17 : Profil stratigraphique entre la bordure nord de la fouille et la Grande coupe Nord 2019 -2020, extrapolé à partir de 6 sondages à la tarière (S1 à S5 (DAP : G. Jamet, GéoArchéon]).

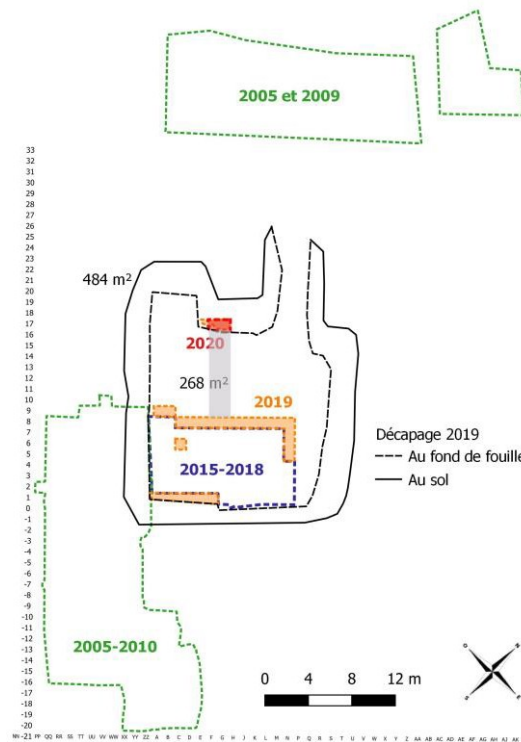


Figure 18. En grisé, extension à réaliser pour la corrélation des secteurs de fouille 2019 et 2020. Ce travail est prévu pour 2021 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

III.3. Géochimie

Les différentes études, notamment malacologiques et géochimiques menées à Caours depuis la redécouverte du site en 2003 (Antoine *et al.*, 2006 ; Dabkowski *et al.*, 2010 ; Dabkowski *et al.*, 2011 ; Dabkowski *et al.*, 2015 ; Dabkowski *et al.*, 2016) en font le site de référence dans la moitié nord de la France en termes de variations de paléoenvironnements (Limondin-Lozouet & Preece, 2014) et paléoclimats au cours du dernier interglaciaire (Eemien). Ainsi, les données isotopiques ($\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^{13}\text{C}$) obtenues sur la séquence de tuf de Caours (Dabkowski *et al.*, 2016) ont récemment permis de discuter l'intensité de cet interglaciaire par rapport avec notre interglaciaire actuel (Dabkowski & Limondin-Lozouet, soumis). La comparaison avec les données isotopiques obtenues pour l'Holocène dans le tuf de Saint-Germain-le-Vasson (Calvados) démontre ainsi des conditions climatiques relativement plus humides au cours de l'Eemien et notamment un optimum climatique, contemporain du niveau archéologique N1, plus chaud et plus humide que l'Holocène (Figure 19).

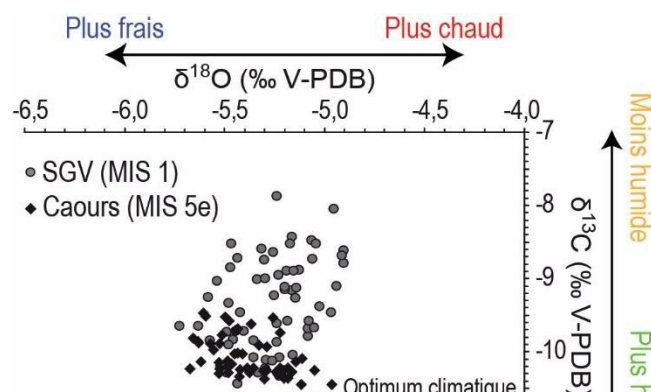


Figure 19 : comparaisons des données isotopiques obtenues sur les tufs de Caours (Eemien) et Saint-Germain-le-Vasson (Holocène). Modifié d'après Dabkowski et Limondin-Lozouet (soumis).

IV. Caours Coupe Nord 2019 : rapport préliminaire de l'étude malacologique

N. Limondin-Lozouet et V. Fichet

IV.1. Localisation, échantillonnage

La grande Coupe Nord 2019 de Caours, observée sur une puissance de 2,5m a fait l'objet de 28 prélèvements malacologiques, pris en colonne continue sur un pas d'échantillonnage moyen de 10 cm, parfois resserré à 5 cm en fonction de la lithologie (Figure 20). Tous les échantillons ont été tamisés, à ce jour 4 sont en cours de tri et 4 ont été traités complètement permettant d'établir un premier compte-rendu sur l'état des faunes et l'évolution des cortèges malacologiques.

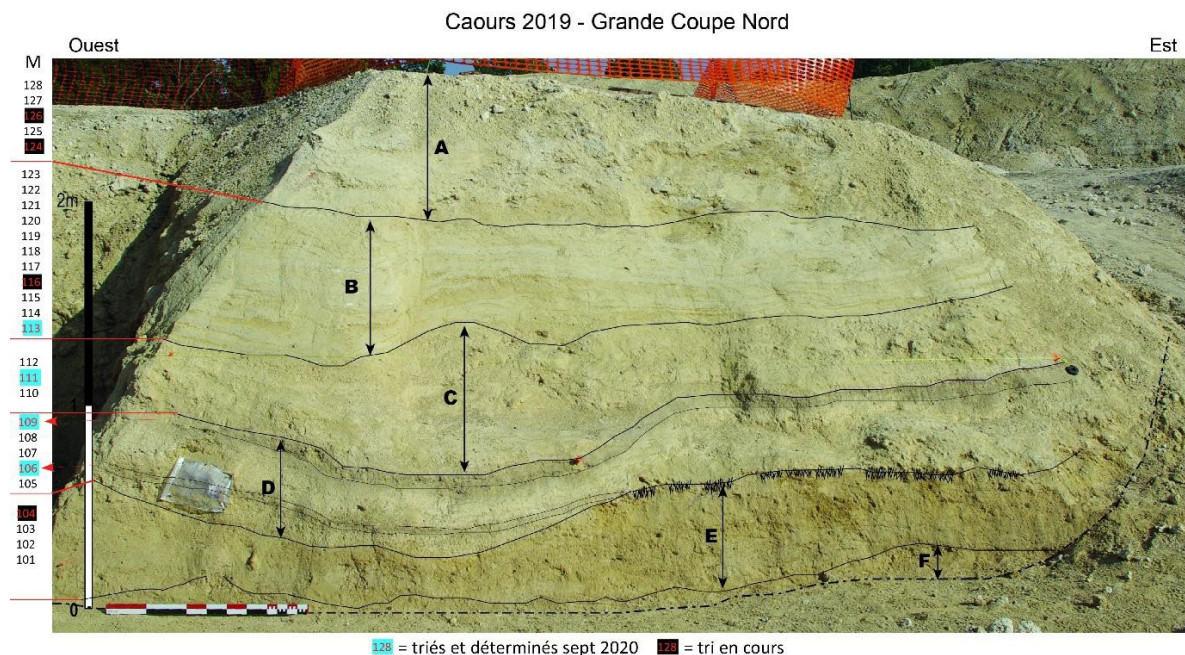


Figure 20. Localisation des échantillons malacologiques sur la Coupe Nord 2019 à Caours.

Les échantillons analysés sont répartis, de la base vers le sommet, dans les unités D (M106 et 109 correspondant aux deux niveaux gris), C (M111) et B (M113). Actuellement les corrélations stratigraphiques avec les autres séquences du site ne sont pas fixées mais le niveau gris inférieur (dénommé b dans la description de J. Dabkowski) est supposé correspondre à la couche 5 qui contient le niveau archéologique 1. En première approche l'analyse malacologique vise à positionner les cortèges des deux niveaux gris de l'unité D dans la succession malacologique établie sur le site.

IV.2. Malacofaunes de la coupe Nord

Comme dans les autres séries du site (Antoine *et al.*, 2006) les coquilles sont abondantes et très bien conservées (Tableau 2). Les espèces se répartissent en trois composantes majeures, les forestiers (G1 et G2 auxquels on peut ajouter le G8 représenté par *Carychium tridentatum*, un hygrophile particulièrement fréquent dans les humus de milieu fermé) qui totalisent 40 à 50 %, les mésophiles (G7 et 7') autour de 30% et les mollusques liés au domaine aquatiques (G9 et G10) pour environ 20% (Figure 21).

Caours - Coupe Nord 2019			Echantillon	106	109	111	113
Genus	Species	Author					
<i>Vertigo</i>	sp.			1			
1	<i>Acanthinula aculeata</i>	(O,F, Müller, 1774)		33	1		
1	<i>Aegopinella nitidula</i>	(Draparnaud, 1805)		5	23	10	1
1	<i>Aegopinella pura</i>	(Alder, 1830)		101	25	7	63
1	<i>Balea heydeni</i>	Maltzan, 1881			6		12
1	<i>Clausilia bidentata</i>	(Ström, 1765)		18	54		7
1	<i>Cochlodina laminata</i>	(Montagu, 1803)		4	14		6
1	<i>Daudebardia rufa</i>	(Draparnaud, 1805)		53	69		
1	<i>Ena montana</i>	(Draparnaud, 1801)			4		
1	<i>Helicodonta obvoluta</i>	(O,F, Müller, 1774)		14	20		1
1	<i>Macrogastrea rophii</i>	(Turton, 1826)					1
1	<i>Oxychilus navarricus</i>	(Bourguignat, 1870)			14		14
1	<i>Pagodulina pagodula</i>	(Des Moulins, 1830)		60	68	6	21
1	<i>Platyla polita</i>	(W, Hartmann, 1840)		175	71	2	
1	<i>Ruthenica filograna</i>	(Rossmässler, 1836)		117	74		3
1	<i>Sphyradium doliolum</i>	(Bruguière, 1792)		36	32		
1	<i>Clausilia</i>	sp.				2	
2	<i>Arianta arbustorum</i>	(Linnaeus, 1758)		1			3
2	<i>Cepaea</i>	sp.		12	15		11
2	<i>Discus rotundatus</i>	(O,F, Müller, 1774)		53	352	17	145
2	<i>Fruticicola fruticum</i>	(O,F, Müller, 1774)		1			
5	<i>Truncatellina cylindrica</i>	(A, Férussac, 1807)			8		
7	<i>Cochlicopa lubrica</i>	(O,F, Müller, 1774)		30	33	3	21
7	<i>Helicigona lapicida</i>	(Linnaeus, 1758)		1	1		
7	<i>Oxychilus cellarius</i>	(O,F, Müller, 1774)		17	45	11	7
7	<i>Punctum pygmaeum</i>	(Draparnaud, 1801)		165	223	1	7
7	<i>Trochulus hispidus</i>	(Linné, 1758)		160	152	6	59
7	<i>Vitrea contracta</i>	(Westerlund, 1871)		265	420	9	4
7	<i>Vitrina pellucida</i>	(O,F, Müller, 1774)		11	28		24
7	<i>Euconulus</i>	sp.					2
07b	Slugs	sp.		384	200		55
8	<i>Carychium tridentatum</i>	(Risso, 1826)		401	800	22	125
8	<i>Columella edentula</i>	(Draparnaud, 1805)			4		
9	<i>Oxyloma elegans</i>	(Risso, 1826)		4	8		23
10	<i>Belgrandia marginata</i>	(Michaud, 1831)		6	600		100
10	<i>Bithynia tentaculata</i>	(Linnaeus, 1758)		2	1		1
10	<i>Lymnaea stagnalis</i>	(Linnaeus, 1758)				2	2
10	<i>Pisidium</i>	sp.			5		3
10	<i>Planorbis carinatus</i>	(O,F, Müller, 1774)					1
10	<i>Planorbis planorbis</i>	(Linnaeus, 1758)			2	12	18
10	<i>Radix balthica</i>	(Linnaeus, 1758)		47	174	79	375
10	<i>Valvata cristata</i>	(O,F, Müller, 1774)		2			
10	<i>Valvata piscinalis</i>	(O,F, Müller, 1774)					400
		Number of shells		2179	3546	189	1515
		Number of species		30	33	15	31

Tableau 2. Caours, Coupe Nord 2019, liste des malacofaunes ordonnée par groupes écologiques.

Sur les spectres des individus les niveaux gris (M106 et 109) livrent des faunes largement dominées par les mollusques terrestres. Les gastéropodes de milieu fermé (G1/G2/G8) occupent presque la moitié des spectres, le reste étant partagé entre les mollusques mésophiles (groupes G7 et G7') et quelques aquatiques (G10). Cet ensemble révèle un milieu forestier avec à proximité une zone herbeuse plus ouverte, sur lequel le domaine aquatique a peu d'impact. Dans l'échantillon 109 les aquatiques plus abondants sont essentiellement représentés par *Belgrandia marginata*, espèce typique des sources.

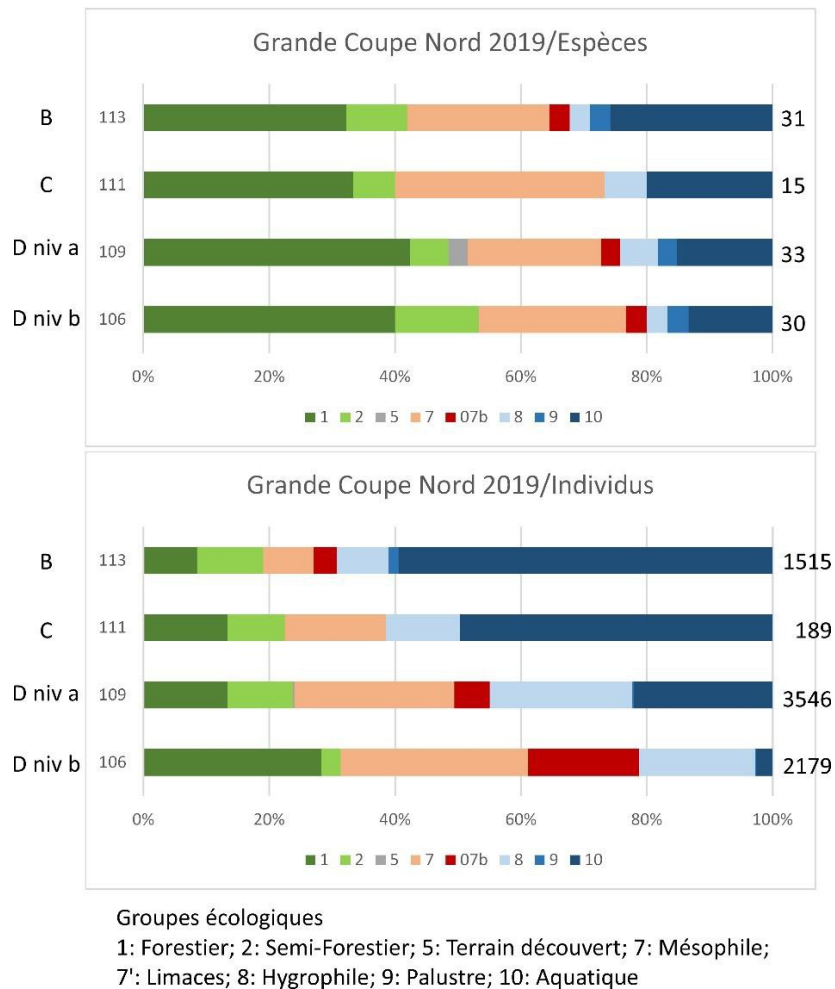


Figure 21. Composition des assemblages de la Coupe Nord par groupes écologiques.

Dans les deux échantillons supérieurs, M111 et M113, le groupe des aquatiques devient beaucoup plus important et diversifié, surtout en M113, suggérant une influence grandissante du cours d'eau. Les proportions de mollusques strictement forestiers (G1 et G2) varient peu par rapport au M109 mais les habitats de *C. tridentatum* (G8) et des mésophiles (G7) sont en régression. M111 livre une faune beaucoup moins diversifiée et moins riche que les autres échantillons (15 espèces et 189 individus), indiquant un stress environnemental qui pourrait correspondre à des phases d'inondations. En M113, la malacofaune se stabilise et redevient abondante et variée, les aquatiques sont dominants on note même l'apparition d'une composante palustre (G9) (Figure 22). Lors de cet épisode le couvert forestier reste présent mais le cours d'eau occupe maintenant l'espace de berge ouverte précédemment mis en évidence.

IV.3. Intégration dans la succession malacologique du site

Cette première tentative de corrélation concerne les échantillons des niveaux gris M106 et M109 qui sont comparées aux assemblages récoltés dans les unités lithologiques similaires sur tous les profils échantillonnés du gisement soit les niveaux 7 (SPM1-2003 et Est-2007), 7' (MUU-2007), 5 (SPM1-2003/Est-2007/Sud-2007/Puits-Bassin-2003) auxquels s'ajoute un niveau gris non intégré à la synthèse stratigraphique, observé en 2003 sur le profil du Puits-Bassin à 80 cm au-dessus du niveau gris équivalent de la couche 5 (Tableau 3).

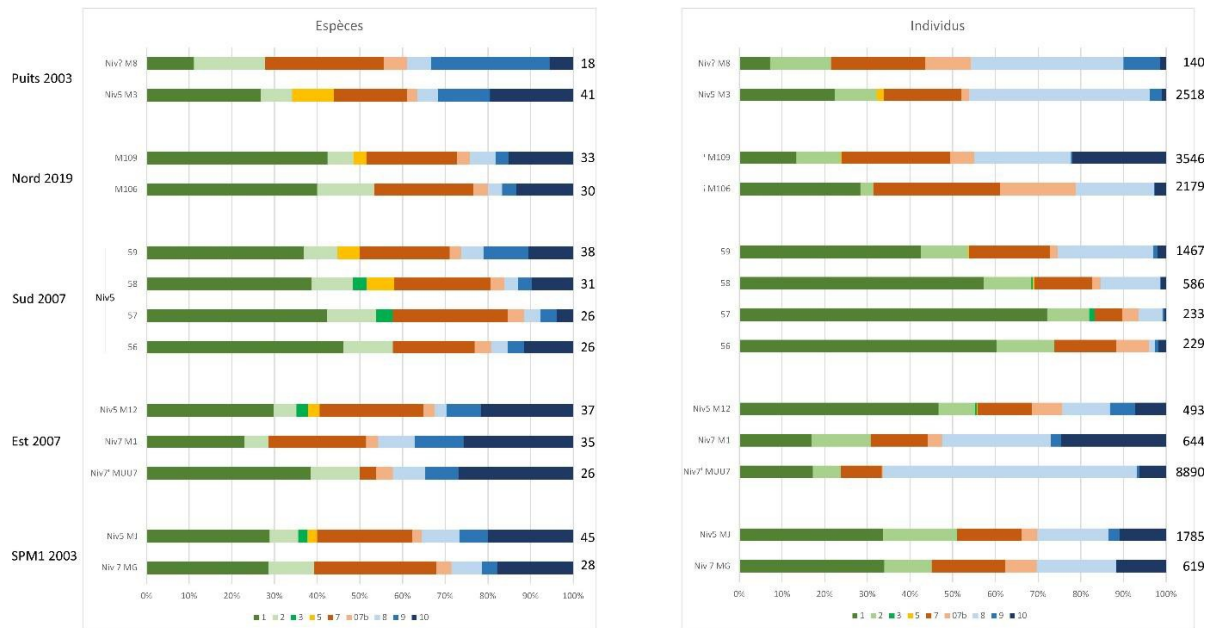


Figure 22. Spectres malacologiques des assemblages des niveaux gris à Caours.

En revanche l'examen de la composition faunistique des cortèges forestiers permet sans ambiguïté d'identifier deux phases dans l'évolution du couvert arboréen (Tableau 4). Le cortège des forestiers du niveau 5 est nettement plus diversifié que celui des assemblages du niveau 7 avec des moyennes respectives de 15 et 11 espèces. Cette différence de diversité porte sur la présence dans le niveau 5 de plusieurs espèces allochtones toutes caractéristiques de biotopes très fermés : *Balea heydeni*, *Daudebardia rufa*, *Macrogastra rolphii*, *Oxychilus navarricus*, *Platyla polita*, *Ruthenica filograna*, *Macrogastra ventricosa* (Tableau 3).

Les cortèges forestiers des deux niveaux gris de la coupe Nord incluent presque toutes ces espèces diagnostics du maximum de développement du couvert arboréen et sont donc corrélables aux assemblages du niveau 5 récoltés dans les autres profils du site de Caours.

V. Prospection géophysique du tuf eemien de Caours par tomographie de résistivité électrique – Campagne 2020

Guillaume Jamet / Julie Dabkowski Dabkowski avec la collaboration de Clément Virmoux (LGP)

V.1. Introduction

Une campagne de prospection a été réalisée sur l'emprise du tuf calcaire de Caours à la suite d'une première acquisition géophysique en 2018. Le recours à la tomographie de résistivité électrique (ou « panneaux électriques ») avait pour objectif d'individualiser en 2D les unités stratigraphiques de la terrasse fluviatile et de préciser la position d'éventuels paléo-chenaux incisés dans les limons interglaciaires. L'intérêt de cette approche « non-destructive » étant d'anticiper les opérations archéologiques futures en localisant les zones peu perturbées par la dynamique de chenaux. La position des profils géophysiques a été choisie en concertation avec le responsable d'opération (J.-L. Loch) et les géomorphologues (J. Dabkowski et P. Antoine).

V.2. Méthode

Nous utilisons la tomographie électrique pour déterminer la distribution spatiale de la résistivité électrique en profondeur afin d'obtenir une pseudo-section en deux dimensions de l'architecture sédimentaire.

La deuxième campagne de tomographie électrique de Caours s'est déroulée du 16 au 20 Novembre 2020 (figure 23). En parallèle de mesures topographiques à la lunette, des panneaux électriques ont été réalisés avec une géométrie d'électrode de type *Schlumberger* qui constitue un compromis satisfaisant entre détection des structures (verticales et horizontales) et profondeur d'investigation. L'écartement entre les électrodes était de 0,5 à 1 m, ce qui a permis d'obtenir des données à très haute résolution et d'atteindre une profondeur d'investigation de 4 à 12 mètres environ. L'appareil utilisé correspond à un système multi-électrodes ABEM Terrameter LS composé de 64 électrodes (LGP UMR 8591 – Meudon).

Les mesures sont effectuées en injectant un courant électrique dans le sol à travers deux électrodes dites d'« injection » puis en mesurant la différence de potentiel générée à travers deux électrodes dites de « potentiel ». Les données mesurées sont des mesures de **résistivité apparente**, c'est-à-dire qu'elles tiennent compte de l'ensemble du volume de terrain traversé par le courant électrique. Pour avoir une mesure de **résistivité « vraie »** du terrain en un point précis, les mesures apparentes nécessitent de subir un traitement mathématique appelé **l'inversion de données** (Milson 1996 ; Reynolds 1997). Ce traitement des données a été à l'aide du logiciel Res2DInv (Loke & Barker, 1996). Ce logiciel utilise une technique d'inversion par moindres carrés pour obtenir un modèle de la sub-surface à partir des données de résistivité apparente mesurées sur le terrain. Ensuite, le logiciel simule une acquisition de données sur le modèle 2D et compare les données obtenues par simulation avec les données de résistivité apparente mesurées sur le terrain. Il calcule ensuite l'erreur quadratique moyenne entre la pseudo-section mesurée et la pseudo-section calculée puis adapte le modèle afin de minimiser cette erreur. En général, entre 1 et 5 itérations sont nécessaires pour arriver à une erreur quadratique moyenne RMS < 5% jugée satisfaisante.

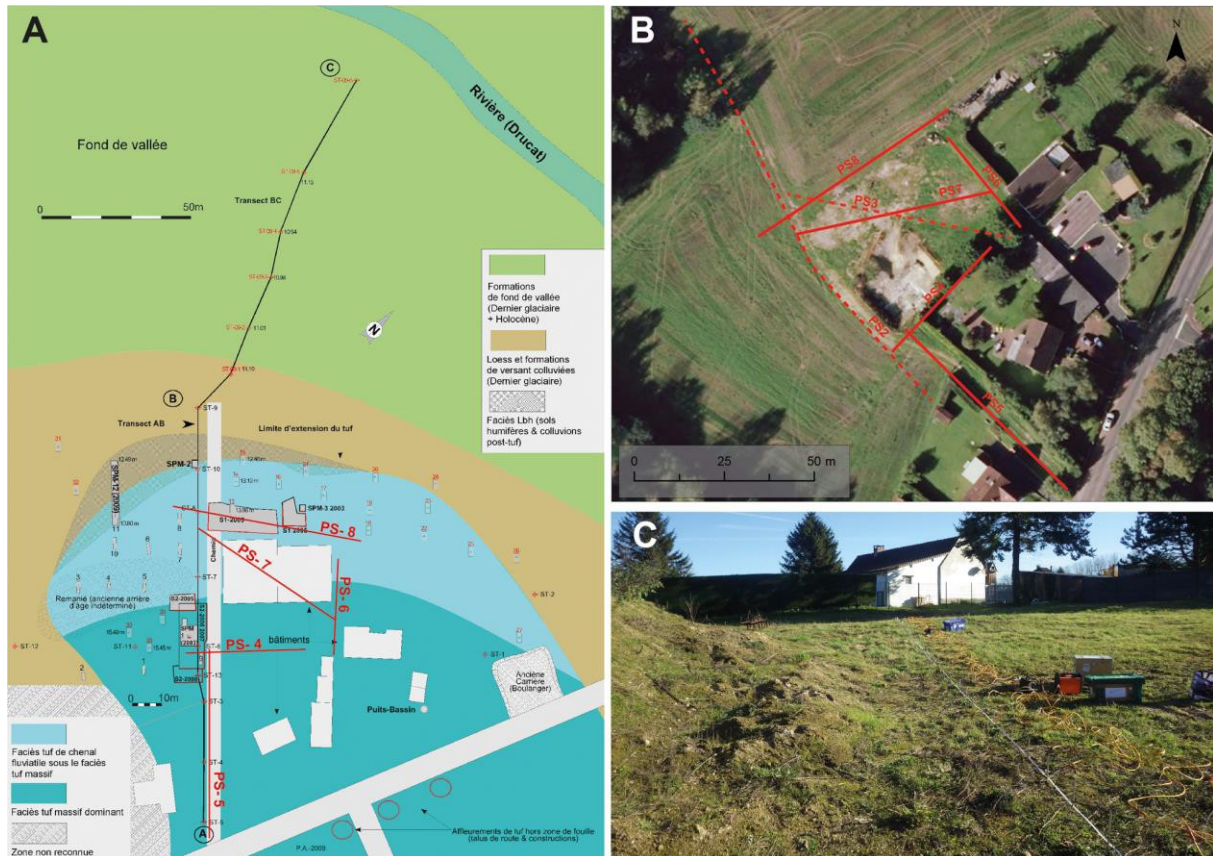


Figure 23. A : Localisation des panneaux électriques PS-4 à 8, des sondages tarière ST et zone de fouilles (d'après Antoine et al., 2009) ; B : Localisation d'après image ©Géoportail ; C : vue du dispositif PS-7

V.3. Résultats

V.3.1. Description des pseudo-sections

Les cinq panneaux électriques PS-4 à PS-8 présentent des données de bonne qualité (erreur quadratique moyenne RMS < 2 %) avec peu de points incohérents supprimés (figure 24).

De manière générale, les pseudo-sections matérialisent des zones de faible résistivité où le courant électrique injecté circule facilement (teintes bleues) en fonction de la fraction granulométrique fine (argile), de la masse volumique sèche élevée (sédiment tassé) et du degré élevé de saturation en eau. À l'inverse, les zones de fortes résistivités (teintes en rouge) expriment un milieu à masse volumique sèche faible (sédiments/roches poreuses) dans un contexte hydrique sec.

Les pseudo-sections présentent des classes de résistivité entre 0 et 800 $\Omega.m$, équivalentes aux classes enregistrées en 2018. En sub-surface, les faibles valeurs de résistivité mesurées autour de 90 à 150 $\Omega.m$ sont généralement liées au profil de sol brun holocène ou à la couverture éo-colluviale. Pour la compréhension des pseudo-sections, les variations électriques homogènes rattachés à la terrasse fluviale et au tuf ont été regroupés dans le tableau 4 ci-après.

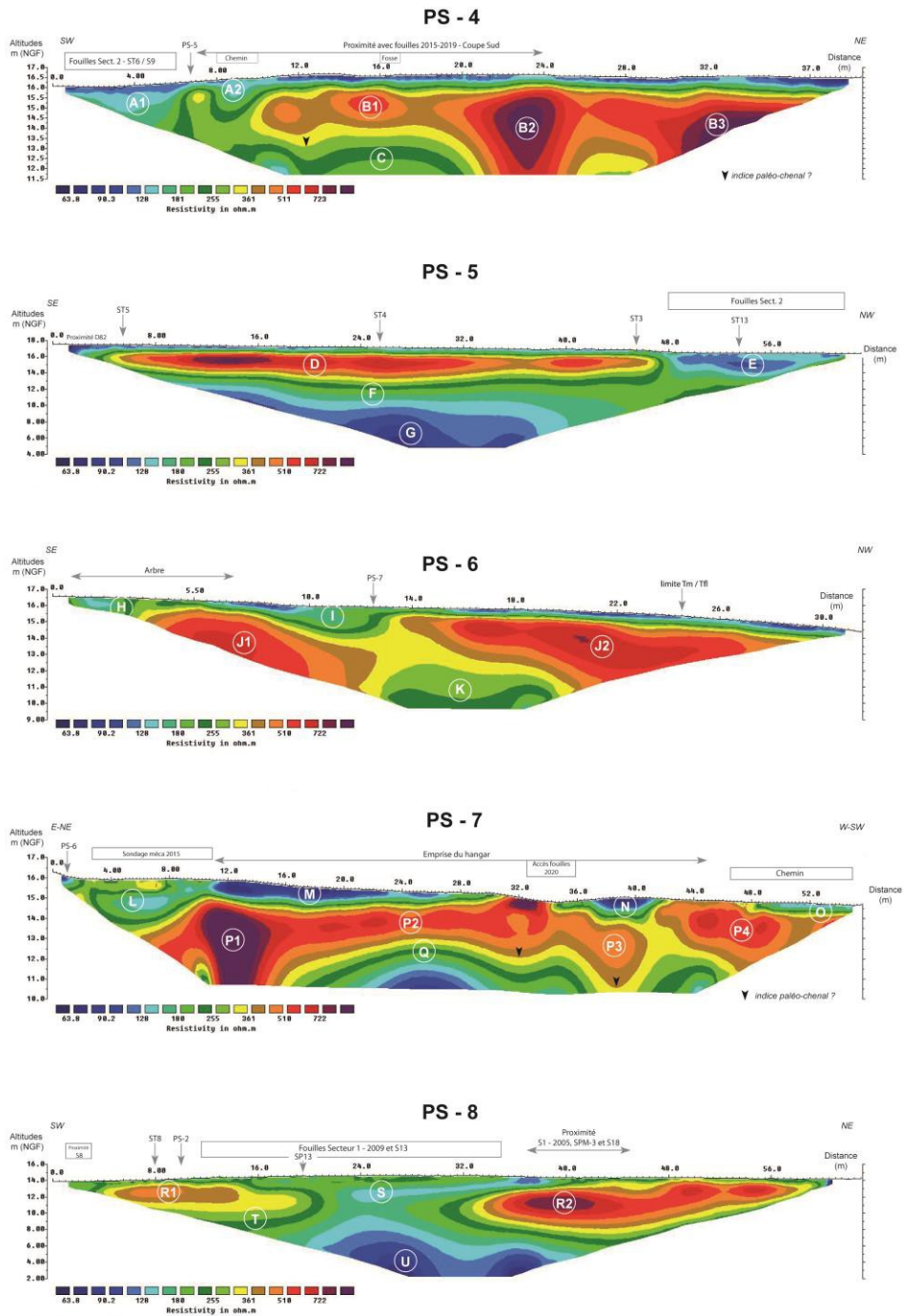


Figure 24. Pseudo-sections 4 à 8 indiquant les valeurs de résistivité du sol et les groupes d'iso-valeurs (lettres A à U)

Pseudo-section (L / maille)	Groupe d'iso-valeur électrique	Classe de résistivité ($\Omega.m$)	Indicatif Couleur	Distance sur profil (m)	Profondeur Max. (m)	Interprétations
PS-4 (39,5 m / 0,5 m)	A1/A2	< 200	Bleu clair à vert	0 - 7 8 - 10	> 2	A1 : Fouille Secteur 2 A2 : Ancien chemin
	B1	300 - 600	Jaune à rouge	8 - 20	3,50	Tuf massif et détritique
	B2	400 - 800	Ambre à violet	19 - 26	> 5	Tuf massif
	B3	400 - 800	Ambre à violet	26 - 37	> 4	Tuf massif
	C	150-250	bleu clair à vert clair	8 - 20	5	Limons fluviatiles / Sommet nappe de graviers
PS-5 (63 m / 1 m)	D	300 - 800	Jaune à violet	5 - 47	3 - 4	Tuf massif et détritique
	E	90 - 180	Bleu foncé à bleu-vert	48 - 60	3	Fouille Secteur 2
	F	150 -250	bleu clair à vert clair	5 - 48	7 - 8	Limons fluviatiles / Nappe grossière
	G	< 150	Bleu foncé	11 - 38	12	Craie
PS-6 (31,5 m / 0,5 m)	H	150 - 250	Bleu clair à vert clair	0 - 4	1,50 - 2	Perturbations racinaires /Arbre
	I	100 - 250	Bleu foncé à vert clair	6 - 14	2	Indéterminé (Perturbation anthropique ?)
	J1	400 - 700	Ambre à rouge	4 - 12	5	Tuf massif et détritique
	J2	400 - 750	Ambre à violet	14 - 30	5	Tuf massif et détritique
	K	200 - 300	Vert foncé à jaune	13 - 19	6	Nappe grossière
PS-7 (55,5 m / 0,5 m)	L	150 à 250	Bleu clair à vert clair	0 - 10	2,50	Décapage 2015
	M	< 100	Bleu foncé à clair	11 - 27	0,75	Emprise hangar (sol tassé)
	N	50 - 200	Bleu foncé à vert foncé	35 - 42	1	Emprise hangar ? (sol tassé)
	O	150 - 300	Bleu clair à vert clair	49 - 55	0,50	Chemin d'accès
	P1	400 - 800	Ambre à pourpre	6 - 16	> 5	Tuf massif
	P2	400 - 700	Ambre à rouge	16 -34	3	Tuf massif et détritique
	P3	400 - 500	Ambre à orange	36 - 40	> 4,50	Tuf détritique
	P4	400 - 700	Ambre à rouge	41 - 55	3	Tuf massif et détritique
	Q	150 - 300	Bleu-vert à jaune	10,5 16 - 46	4,50	Nappe fluviatile (formation détritique)
PS-8 (63 m / 1 m)	R1	400 - 500	Ambre à orange	5 - 14	3 m	Tuf détritique
	R2	400 - 800	Ambre à violet	34 - 58	5 - 6 m	Tuf massif et détritique
	S	150 - 250	Bleu clair à vert clair	16 - 39	4 m	Fouilles Secteur 1
	T	150 - 300	Bleu clair à Jaune	6 - 52	7 m	Nappe fluviatile
	U	< 150	Bleu foncé	20 - 39	12 m	Craie

Tableau 4. Description des pseudo-sections 4 à 8 et identification des groupes d'iso-valeurs.

V.3.2. Interprétations litho-stratigraphiques

Pseudo-sections 4 et 5

Les profils géophysiques 4 et 5 ont été utilisés afin d'étalonner la réponse électrique par rapport aux données stratigraphiques connues (Locht *et al.*, 2009 ; 2017). Les résultats de la pseudo-section 4 ont pu être comparés avec les informations litho-stratigraphiques de la coupe sud (fouilles 2015-2019), de la paroi nord-est du secteur 2 (fouilles 2006-2007) et des sondages ST-6 et S9 (Figure 20). Pour la pseudo-section 5, les relevés de sondages tarières ST5, ST4, ST3, ST 13 et ST8 ont été consultés.

La formation de tuf

Les groupes A et E, marqués par de faibles résistivités, sont attribués aux fouilles antérieures et à l'ancien chemin d'accès (Figure 21). En revanche, les groupes B/C et D/F correspondent à la succession stratigraphique de la formation quaternaire de Caours (Figure 24). Les valeurs élevées de résistivités (300 à 800 Ω .m) observées jusqu'à 3 à 4 m de profondeur sont attribués à la formation de tuf calcaire. Dans le détail, le faciès de tuf massif à stromatolithes (TB ou Tm), observé jusqu'à 2,5 m en stratigraphie, est exprimé par de fortes valeurs de résistivité. Les groupes B et D dont les valeurs sont supérieures à 400 Ω .m correspondent à la bioconstruction calcaire. Les groupes B2 et B3 matérialisent en particulier un faciès à porosité très développée. Par ailleurs, une grande fissure traverse le tuf sur la coupe sud de 2019. Elle pourrait expliquer les valeurs très élevées obtenues en profondeur, puisque le vide n'est pas conducteur. Les faciès de tufs plus détritiques (Tg : tuf granuleux, tuf limoneux gris) sont plutôt rattachés à des valeurs moyennes autour de 300 - 350 Ω .m représentées par un indicatif de couleur jaune. Une correspondance est faite avec les tufs détritiques observés au-delà de 2,5 m de profondeur dans les sondages S9 et ST3. Ces unités incluent les niveaux archéologiques N1 et N2.

La formation fluviatile

Les groupes C et F sont délimités par la ligne d'iso-valeur 250 Ω .m de couleur vert clair (Figure 24). Ils marquent un milieu sédimentaire plus conducteur, c'est-à-dire plus humide et enrichi en argile. La comparaison des résultats avec les sondages tarières (ST4 et ST6) et la coupe Sud 2019 a conduit au regroupement des limons fluviatiles gris-vert (Lf) et de la nappe alluviale grossière (Gf). Ils appartiennent à un même ensemble de faible résistivité entre 100 et 250 Ω .m. En stratigraphie, le toit de la nappe de graviers et les limons fluviatiles sus-jacents sont en effet situés autour de 4 m de profondeur. Cette gamme de résistivité est suivie en continue à environ 4 m de profondeur sur la pseudo-section 5. Vers le Nord-Ouest, elle est interrompue par la perturbation liée aux fouilles du Secteur 2. D'un point de vue transversal, une inflexion des courbes d'iso-valeurs 250-300 Ω .m est identifié sur la pseudo-section 4 à la côte 12 m. Elle peut suggérer une morphologie de paléo-chenal incisé dans les limons fluviatiles, sous réserve de vérification. Sur les deux pseudo-sections, un gradient de résistivités décroissantes est observé au sein de la nappe alluviale. La base des graviers fluviatiles plus saturée est exprimée par des valeurs autour de 150 Ω .m (bleu clair). Cette estimation est déduite d'après le recoupement des sondages ST6 et ST8 et en considérant l'épaisseur moyenne de 2,5 m. Le toit de la craie, relevé à environ 7 m de profondeur d'après le sondage ST-6, correspond à la ligne d'iso-valeur inférieure à 150 Ω .m sur la pseudo-section 5. Le groupe G est de ce fait rattaché au substratum crétacé.

Pseudo-section 6

La pseudo-section 6 ne dispose pas de données étalons aussi précises que les pseudo-sections précédentes (Figure 24). Il subsiste néanmoins quelques informations à proximité avec la réalisation d'un décapage mécanique en 2015 (hors fouilles 2015-2020). Ce dernier avait révélé un enregistrement sédimentaire peu dilaté par comparaison avec la stratigraphie de la coupe sud 2015-2019. La stratigraphie était marquée par des perturbations de surface (remblais ?) et l'apparition de graviers alluviaux directement sous le tuf calcaire.

Compte-tenu de ces informations, les groupes H et I de faibles résistivités sont assimilés à des perturbations récentes. Les valeurs enregistrées pour le groupe H sont certainement influencées par les racines du sapin localisé dans l'angle l'emprise, tandis que le groupe I est rattaché à un remblai récent (décapage 2015).

En revanche, les groupes J et K s'apparentent à la succession naturelle de la séquence de tuf de Caours. Par corrélation de faciès avec les précédentes observations, le groupe J est rattaché à un ensemble de tuf massif, poreux et sec, avec de fortes valeurs de résistivité (400-750 Ω .m.). Ce faciès de tuf massif reste dominant en direction de la vallée, vers le Nord-Ouest. Les sous-groupes J1 et J2 enregistrés au-delà de 5 m de profondeur sont toutefois affectés par une anomalie entre les côtes 13 et 15 m. Cette anomalie d'origine fluviale est regroupée sous l'ensemble K autour de 200 à 300 Ω .m. Le sommet de ces graviers fluviaux est estimé à 12,50 m NGF, soit environ 3,50 de profondeur.

Pseudo-section 7

Les premiers groupes marqués par des faibles valeurs de résistivité (50 à 250 Ω .m.) correspondent à des perturbations récentes du sol (Figure 24). Le groupe L est mis en relation avec le décapage de 2015, jusqu'à 2,5 – 3 m. Les groupes M et N représentés par de très faibles valeurs correspondent à l'emprise de l'ancien hangar, impliquant des processus de tassement du sol. Le groupe O appartient au chemin d'accès au Scardon actuel. Enfin, les groupes P et Q caractérisent la séquence fluviale incluant le tuf calcaire.

Les points de comparaison les plus proches sont localisés vers l'Ouest avec les données stratigraphiques du Secteur 1 et ceux de la coupe Nord 2020. À l'Est, le groupe P1 est interprété comme un tuf massif, poreux, assez proche de celui observé dans le groupe B2 de la pseudo-section 4. La formation fluviale (graviers) peut être individualisée à la côte 10 m, à environ 4 m de profondeur.

La séquence de tuf se prolonge vers l'Ouest avec les sous-groupes P2 à P4 caractérisés par des valeurs entre 400 et 700 Ω .m (couleur ambre à rouge). Les faciès de tufs détritiques étant plutôt représentés entre 400 et 500 Ω .m (couleur ambre à orange). Une profondeur d'environ 3 m peut être déduite pour les groupes continus P2 et P4. En revanche, le groupe P3 présente une structure concave laissant suggérer une morphologie de paléo-chenal.

La formation fluviale est regroupée dans l'ensemble Q, dont la limite supérieure peut être suivie entre 250 et 300 Ω .m en vert clair-jaune, entre les côtes 16 et 48 m. Les valeurs de résistivité sont un peu plus élevées que celles observées pour les pseudo-sections 4 et 5. Cette variation pourrait être expliquée par la disparition progressive des limons fluviaux vers le Nord-Ouest et par une nappe de graviers plus pauvre en argile matricielle.

Pseudo-section 8

La pseudo-section 8 bénéficie des données stratigraphiques des coupes Sud du Secteur 1 (2005 et 2009) avec des informations complémentaires issues des sondages SPM3, S13 et S18 (Figure 24). Le groupe R est associé à la formation de tufs calcaires, tandis que le groupe S représente une anomalie liée à la fouille du Secteur 1. La limite inférieure des tufs détritiques est estimée à environ 3 m de profondeur pour le groupe R1, correspondant à une limite autour de 350 Ω .m. En revanche, la formation de tuf à faciès plutôt massif (stromatolithique ou à colonnade) apparaît nettement plus développée vers le Nord-Est (groupe R2). À la côte 40 m, un faciès de tuf poreux est très marqué vers 3 m de profondeur. La zone résistante du tuf est enregistrée jusqu'à 6 m de profondeur. Cette variation semble néanmoins surévaluée puisque la limite entre le tuf et les graviers a été relevée à environ 2,50 m dans le sondage SPM 3.

Le groupe T caractérise enfin la nappe alluviale grossière avec des valeurs mesurées entre 150 et 300 Ω .m (bleu clair à jaune) jusqu'à 6 m de profondeur. La craie étant représenté par des mesures extrêmement basses, inférieures à 150 Ω .m dans le groupe U (bleu foncé).

V.3.3. Synthèse de valeurs de résistivité

Sur la base de ces nouveaux résultats, le référentiel électrique de 2018 a été réévalué et se résume selon le tableau 5 suivant :

Faciès	Couleurs d'iso-valeurs (à titre indicatif)	Classe de résistivité (Ω .m)
Couverture éo-colluviale (hors sol tassé)	Bleu clair à Vert	150 -250
Tuf massif (faciès à stromatolithes et/ou à colonnades)	Rouge - Violet	> 500 - 800
Tuf détritique (tuf gris, tuf granuleux, sables à oncolithes)	Jaune à Ambre	300 - 400
Dépôts fluviatiles détritiques secs (Limens argileux et sommet de nappe de graviers)	Vert clair à Jaune	200 - 300
Nappe de graviers (humide)	Bleu clair à Bleu-vert	150 -200
Craie (Turonien supérieur / Coniacien inférieur)	Bleu foncé	< 150

Tableau 5. Gammes de résistivité en relation avec les faciès sédimentaires de la séquence de Caours - 2020.

V.4. Conclusion

La campagne de novembre 2020 a permis de compléter les connaissances géomorphologiques sur la séquence de tuf de Caours, avec la réalisation de cinq profils de tomographie électrique. La comparaison avec les données litho-stratigraphiques (fouilles et sondages), en particulier avec les profils étalons PS4 et PS5, livre des informations préliminaires concernant la structure sédimentaire de zones non fouillées. La pseudo-section 7, située dans la partie Nord-Est, donne en particulier une première idée de la stratigraphie attendue au décapage. Deux structures électriques concaves, identifiées aux côtes 32 et 38 m, suggèrent la présence de paléo-chenaux. Des plus petites structures ne sont en revanche pas déterminées.

Nous envisageons maintenant de réaliser un profil haute-résolution (0,5 m) du Sud-Est vers le Nord-Ouest à proximité de la fouille 2019, afin de relier les informations entre les pseudo-sections 4 et 7. Au terme de cette approche, il apparaît possible d'envisager une reconstitution 3D des données électriques pour contribuer au modèle morpho-sédimentaire d'un tuf pléistocène en contexte de terrasse fluviale.

VI. Datation du site de Caours (Somme) par ESR/U-Th

Jean-Jacques BAHAIN¹, Qingfeng SHAO² & Christophe FALGUÈRES¹

¹ UMR7194 HNHP, MNHN-CNRS-UPVD, Département Homme et Environnement, Muséum national d'histoire naturelle, 1, rue René Panhard, 75013, Paris, France. (bahain@mnhn.fr, falguere@mnhn.fr)

² College of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China. 09396@njnu.edu.cn

VI.1. Principe de la datation ESR/U-Th de restes paléontologiques

Depuis la fin des années 1980, l'utilisation combinée des méthodes de la résonance de spin électronique et de la méthode uranium-thorium (ESR/U-Th) permet de dater les restes paléontologiques pléistocènes. Lors de la fossilisation, une incorporation d'uranium dans les différents tissus dentaires et osseux se produit. Par la suite, cet uranium se désintègre naturellement par émission alpha pour donner naissance successivement à différents éléments, notamment au thorium 230 dont la période de décroissance de 75200 ans peut être utilisée à des fins géochronologiques (voir Ivanovich & Harmon, 1992). La datation par résonance de spin électronique (ESR) (Grün, 1989) est pour sa part fondée sur l'accumulation au cours du temps d'électrons piégés sous l'effet de la radioactivité naturelle dans des défauts du système cristallin des minéraux. Le nombre total d'électrons piégés est alors proportionnel à la dose totale de radiations reçue par l'échantillon au cours du temps (en grays, Gy) et à la dose naturelle de radiations reçue par l'échantillon au cours d'une année ou dose annuelle (en $\mu\text{Gy}/\text{an}$). Cette dernière varie au cours du temps en fonction de l'évolution de la teneur en radioéléments de l'échantillon.

Le calcul de l'âge ESR d'un échantillon se décompose en deux parties : d'une part la détermination de la paléodose, d'autre part celle de la dose annuelle. Cette dernière a, dans ce travail, été calculée à partir des teneurs en radionucléides de l'échantillon et de son environnement immédiat et de la position géographique du gisement étudié. La paléodose a pour sa part été déterminée par la méthode « de l'addition ». Différentes aliquotes d'un même échantillon sont "vieillies" artificiellement par irradiation ; à chaque dose d'irradiation appliquée correspond une valeur particulière de l'intensité ESR du signal utilisé pour la datation et l'extrapolation de la courbe théorique de croissance de l'intensité ESR en fonction de la dose ajoutée ainsi obtenue à une intensité nulle donne la valeur de la paléodose de l'échantillon considéré (Figure 25).

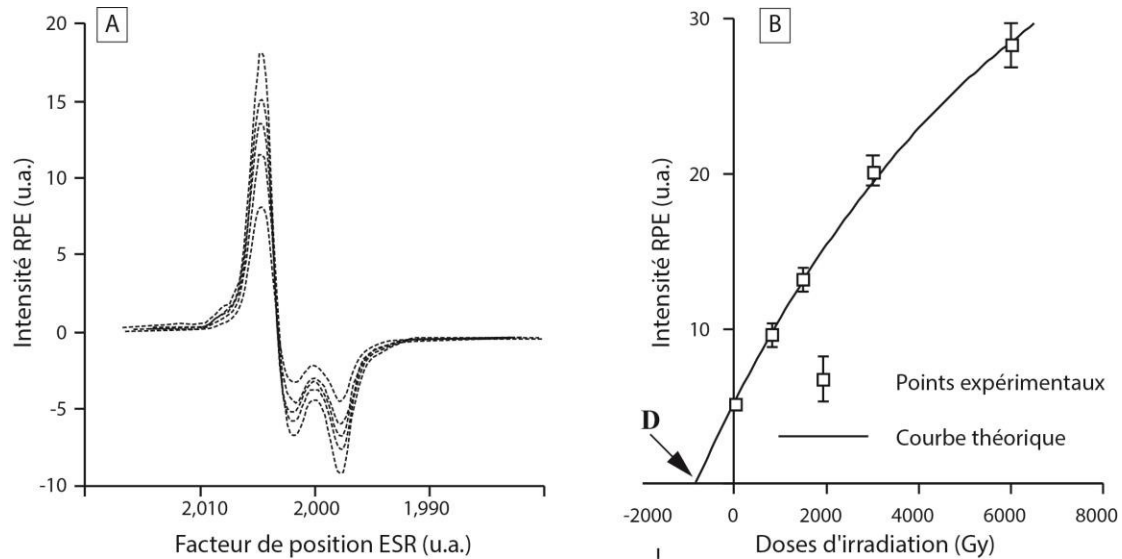


Figure 25. Évolution de l'intensité ESR d'un émail dentaire en fonction de doses d'irradiation croissantes (A) et construction de la courbe de croissance pour extrapolation de la paléodose (B)

Pour dater un échantillon, il faut modéliser la cinétique d'incorporation de l'uranium dans les différents tissus dentaires et osseux au cours de la fossilisation. Un *modèle combinant données U-Th et ESR* a ainsi été proposé (modèle US, Grün *et al.*, 1988), mais il ne peut être appliqué si une perte d'uranium (lessivage) s'est produite après l'incorporation. Shao *et al.* (2012) ont récemment proposé un nouveau modèle de calcul d'âge combinant U-Th et ESR, nommé *modèle d'incorporation à vitesse croissante (Accelerating Uptake, AU)*. L'incorporation est alors décrite comme un processus accélérant au cours du temps et est définie par deux paramètres : le taux d'incorporation initial, f , et l'accélération de ce taux, a . Pour les calculs, on définit un paramètre supplémentaire, $n = a/f$, qui permet de décrire l'évolution de la teneur en uranium dans le tissu considéré (Figure 26)

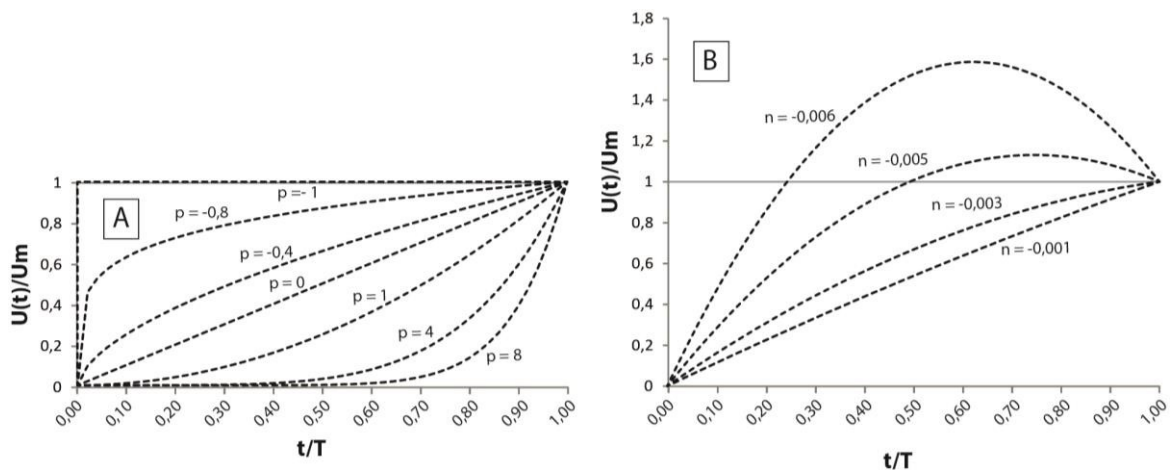


Figure 26. Évolution de la teneur en uranium dans un tissu paléontologique donné en fonction du paramètre d'incorporation déterminé (A : incorporation seule, modèle US ; B : incorporation puis lessivage, modèle AU).

VI.2. Résultats - Application aux échantillons de Caours

Cinq dents provenant du site de Caours ont été analysées par ESR/U-Th, quatre du N1 (U5) et une du N3 (U9) (Tableau 6). Elles viennent s'ajouter à une dent provenant du SPMI 5/6 datée dans une étude précédente de 124 ± 15 ka (Bahain et al., 2010).

Dents (code labo)	Dents (code terrain)
Caours0501	S1 AJ41 28 : niveau 1
Caours0502	S1 N1 AL40 17 : niveau 1
Caours0503	S2 unité 5 = niveau 1 rr8 58
Caours0504	S2 N3 ww9 5
Caours0701	N1 uu1 27

Tableau 6. Dents provenant du site de Caours analysées par ESR/U-Th.

Les dents ont été analysées par ESR/U-Th selon le protocole expérimental décrit dans Bahain *et al.* (2010). Au laboratoire, les lamelles d'émail ont d'abord été extraites des dents, puis nettoyés au moyen d'une fraise de dentiste afin d'éliminer toute contamination par du sédiment, de la dentine ou du ciment. Ce nettoyage permet d'éliminer la contribution des rayons α « externes » à l'échantillon, afin de corriger les doses β tant interne, c'est-à-dire liée aux radioéléments présents dans ce dernier, qu'externe, issus des radioéléments du sédiment (Brennan *et al.*, 1997) (tableau 1), ce qui nécessite de mesurer l'épaisseur de celui-ci avant, au cours et après la manipulation.

L'échantillon d'émail a ensuite été broyé mécaniquement, puis tamisé. La fraction 100-200 μm récupérée lors de ce tamisage a été séparée en dix aliquotes. Neuf de celles-ci ont été irradiées au LNHB (CEA, Saclay) à l'aide d'une source gamma au ^{60}Co à des doses comprises entre 50 et 2000 grays (Gy). Les intensités ESR des dix aliquotes ont ensuite été mesurées avec un spectromètre Bruker EMX, puis les courbes de croissance intensités/doses ont été tracées et les paléodoses déterminées.

Les activités des différents radionucléides présents les tissus dentaires (essentiellement ^{238}U , ^{226}Ra et ^{222}Rn) ont été mesurées par spectrométrie gamma, puis ces tissus analysés par spectrométrie α , ce qui permet d'obtenir les rapports $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ et $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$, indispensables au calcul des facteurs d'incorporation pour chaque tissu (tableau 4). Cette double analyse permet également d'estimer, en croisant les données α et γ , les éventuelles fuites de radium et radon, éléments très mobiles dont les descendants sont d'importants émetteurs α , β et γ (Bahain *et al.*, 1992) (tableau 7).

Échantillon	Nature	U (ppm)	$^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	$^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$	$^{222}\text{Rn}/^{230}\text{Th}$	Age U- Th apparent (ka)
CA-0501	Email	$0,332 \pm 0,020$	12	$1,376 \pm 0,094$	$0,927 \pm 0,086$	1,00	220 ± 97
	Dentine	$8,235 \pm 0,220$	318	$1,281 \pm 0,032$	$1,342 \pm 0,052$	0,17	> 300
CA-0502	Email	$0,301 \pm 0,017$	16	$1,247 \pm 0,075$	$0,813 \pm 0,078$	0,55	166 ± 48
	Dentine	$6.560 \pm 0,219$	90	$1,232 \pm 0,044$	$1,419 \pm 0,080$	0,32	> 300
CA-0503	Email	$0,393 \pm 0,029$	23	$1,063 \pm 0,094$	$0,953 \pm 0,102$	1,00	299 ± 150
	Dentine	$10.270 \pm 0,242$	133	$1,167 \pm 0,026$	$1,150 \pm 0,042$	0,16	> 300
CA-0504	Email	$0,193 \pm 0,012$	13	$1,222 \pm 0,090$	$0,884 \pm 0,087$	1,00	205 ± 96
	Dentine	$13.771 \pm 0,316$	67	$1,225 \pm 0,021$	$1,135 \pm 0,048$	0,09	> 300
CA-0701	Email	$0,338 \pm 0,016$	8	$1,274 \pm 0,066$	$0,923 \pm 0,055$	0,92	226 ± 62
	Dentine	$5.281 \pm 0,165$	113	$1,229 \pm 0,014$	$1,008 \pm 0,052$	0,14	327 ± 172

Tableau 7. Données U-Th obtenues par spectrométrie alpha sur les échantillons analysés provenant du site de Caours (Somme). Les incertitudes sont données à $\pm 1\sigma$.

Les activités des différents radionucléides contenus dans le sédiment entourant les échantillons ont également été mesurées par spectrométrie γ (tableau 8), de façon à calculer leur contribution aux doses β et γ reçues par ces derniers. Au vu des grandes variabilités dosimétriques mises ainsi en évidence, des mesures *in situ* ont également été réalisées sur le site pour estimer la valeur de la dose γ . Les teneurs en eau des sédiments ont été mesurées par séchage à l'étuve durant une semaine et la valeur moyenne obtenue a été utilisée pour tous les échantillons.

Echantillon	Niveau et couche	^{238}U (ppm)	^{230}Th (ppm)	^{40}K (%)	Teneur en eau (%)
CA-0501	N1 – U5	$0,627 \pm 0,093$	$1,002 \pm 0,164$	$0,202 \pm 0,011$	15 ± 5
CA-0502	N1 – U5	$1,072 \pm 0,123$	$3,887 \pm 0,210$	$0,859 \pm 0,019$	15 ± 5
CA-0503	N1 – U5	$0,383 \pm 0,071$	$0,130 \pm 0,005$	$0,039 \pm 0,005$	15 ± 5
CA-0504	N3 – U9	$1,219 \pm 0,102$	$6,242 \pm 0,183$	$1,169 \pm 0,016$	15 ± 5
CA-0701	N1 – U5	$0,286 \pm 0,046$	$0,671 \pm 0,053$	$0,116 \pm 0,005$	15 ± 5

Tableau 8. – Teneurs en radio-éléments des sédiments du site du site de Caours (Somme).

Enfin les âges ESR/U-Th, les différentes contributions à la dose annuelle et les paramètres d'incorporation de l'uranium pour chaque tissu dentaire ont été calculés, en utilisant les valeurs moyennes des teneurs en radioéléments des sédiments associés et les facteurs de conversion teneurs-doses de Guérin et al. (2011). Les âges ESR/U-Th, les différentes contributions à la dose annuelle et les facteurs d'incorporation obtenus pour les échantillons de Caours sont présentés dans le tableau 9.

Couche	Echantillon	Nature	Paléodose (Gy)	Paramètre d'incorporation <i>n</i> (modèle AU)	D _a interne moyenne * (μGy/an)	D _B externe moyenne (μGy/an)	D(γ+cosm) externe** (μGy/an)	D _a moyenne (μGy/an)	Age ESR/U-Th*** (AU) (ka)
N1- U5	CA- 0501	Email	79,31 ± 3,07	-0,0123 ± 0,0037	185 ± 143	185 ± 117	259 ± 21	629 ± 186	126 ± 37
		Dentine		-0,0139 ± 0,0098					
	CA- 0502	Email	67,53 ± 2,66	-0,0128 ± 0,0051	41 ± 37	316 ± 196	210 ± 20	567 ± 201	119 ± 42
		Dentine		+0,0390 ± 0,1431					
CA- 0503	Email	53,39 ± 5,30	-0,0088 ± 0,0005	121 ± 3	159 ± 10	169 ± 22	449 ± 24	119 ± 15	
	Dentine		-0,0105 ± 0,0005						
CA- 0701	Email	73,16 ± 2,90	-0,0077 ± 0,0001	116 ± 1	74 ± 3	395 ± 20	585 ± 20	125 ± 5	
	Dentine		-0,0104 ± 0,0002						
N3- U9	CA- 0504	Email	71,00 ± 10,62	-0,0312 ± 0,0057	59 ± 2	279 ± 21	210 ± 20	548 ± 29	129 ± 23
	Dentine	-0,0102 ± 0,0008							

* un facteur k (efficacité alpha) de $0,13 \pm 0,02$ a été utilisé (Grün & Katzenberger-Appel, 1994).

** La dose gamma a été mesurée *in situ* avec un spectromètre gamma Canberra Inspector 1000 ou calculée à partir des teneurs en radio-éléments des sédiments associés et la dose cosmique a été calculée à partir de la profondeur en utilisant les tables de Prescott & Hutton (1994).

*** Les erreurs sur les âges ont été calculées en utilisant une approche Monte-Carlo similaire à celle présentée par Shao et al. (2014).

Tableau 9. – Paléodose, paramètres d'incorporation, contributions des différents rayonnements au débit de dose annuel et âge ESR/U Th obtenus sur les échantillons analysés provenant du site de Caours (Somme). Les incertitudes sont données à $\pm 2\sigma$.

Plusieurs points intéressants sont à souligner dans les données et résultats obtenus sur les échantillons de Caours : d'abord, les âges U-Th apparents obtenus sur tous les tissus sont systématiquement très supérieurs aux âges attendus en raison de rapports $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ proche de l'unité ; les paléodoses sont cependant relativement faibles, entre 50 et 80 Gy ; en conséquence, seul le modèle AU a pu être utilisé pour calculer les âges ESR/U-Th, indiquant une incorporation initiale suivie d'une perte d'uranium pour tous les tissus de tous les échantillons ; malgré tous ces points, les âges obtenus sont relativement homogènes, conduisant à un âge moyen pour le niveau 1 de 124 ± 10 ka ($\pm 2\sigma$), similaire à l'âge obtenu précédemment par Bahain et al. (2010) ; la seule dent analysée provenant du niveau 3 fournit un âge AU de 129 ± 23 ka. Compte-tenu de ces âges très homogènes pour les deux niveaux

datés, l'attribution du gisement à l'interglaciaire Eemien est bien confirmée avec un âge moyen de 125 ± 9 ka (à 95 % de confiance et avec une probabilité de 99,5% !).

VI.3. Conclusion

L'analyse combinée par uranium-thorium (U-Th) et résonance de spin électronique (ESR) de dents recueillies lors de la fouille du site de Caours (Somme) a permis de dater le site et les restes lithiques et paléontologiques qui y ont été recueillis de 125 ± 9 ka (âge moyen pondéré calculé pour les six âges ESR/U-Th disponibles correspondant à 5 dents provenant du niveau N1 et une provenant du niveau N3) permettant de confirmer l'attribution du gisement à l'Interglaciaire Eemien.

Remerciements – Les auteurs remercient Jean-Luc LOCHT, Pierre ANTOINE et Patrick AUGUSTE pour leur disponibilité sur le terrain, le choix des échantillons et les discussions lors de la réalisation de cette étude. Les spectromètres ESR et gamma portable de l'UMR7194 utilisés lors de cette étude ont été acquis grâce à l'aide des régions Ile-de-France et Centre respectivement.

VII. Datations TL des silex chauffés

Deux silex chauffés provenant du niveau 4 ont été datés par N. Debenham (*Quaternary TL Survey*). Ils ont livré un âge moyen de 121 ± 8 ka (tableau 10), ce qui est en accord avec les données d'ordre environnementale et surtout les âges obtenus par Uranium/Thorium sur les sédiments.

Sample reference	Site reference	Palaeodose (Gy)	Effective Alpha Dose-Rate (Gy/ka)	Beta Dose-Rate (Gy/ka)	External Dose-Rate (Gy/ka)	TL Age (ka)
CAO1	YY-10 153	90.0±3.6	0.074±0.013	0.053±0.005	0.581±0.045	127.2±10.4
CAO52	YY-10 181	85.1±2.8	0.068±0.010	0.063±0.005	0.581±0.045	119.6±9.3

Tableau 10. Age obtenus par TL sur les silex chauffés du niveau 4.

VIII. Rappel de la position stratigraphique des niveaux archéologiques.

Jean-Luc Locht

Le **niveau 1** est contenu d'un petit sol gris qui s'est développé sur le tuf fin (figures 37 et 38). Il s'agit de l'occupation humaine la plus récente. Le **niveau 2** est localisé dans un paléosol similaire sous-jacent. Le **niveau 3** se trouve dans une unité de tourbe compactée (liseré noir sur les figures 37 et 38). Enfin, le **niveau 4** a été préservé au sein d'un petit sol de marais qui affecte la partie sommitale d'un limon fluviatile gris-vert.

Les modalités de sédimentation et de recouvrement des vestiges (par cristallisation pour les niveaux 1 et 2, par sédimentation fluviatile fine pour le 3 et le 4) ont été non perturbantes. Les niveaux archéologiques sont donc en position primaire.

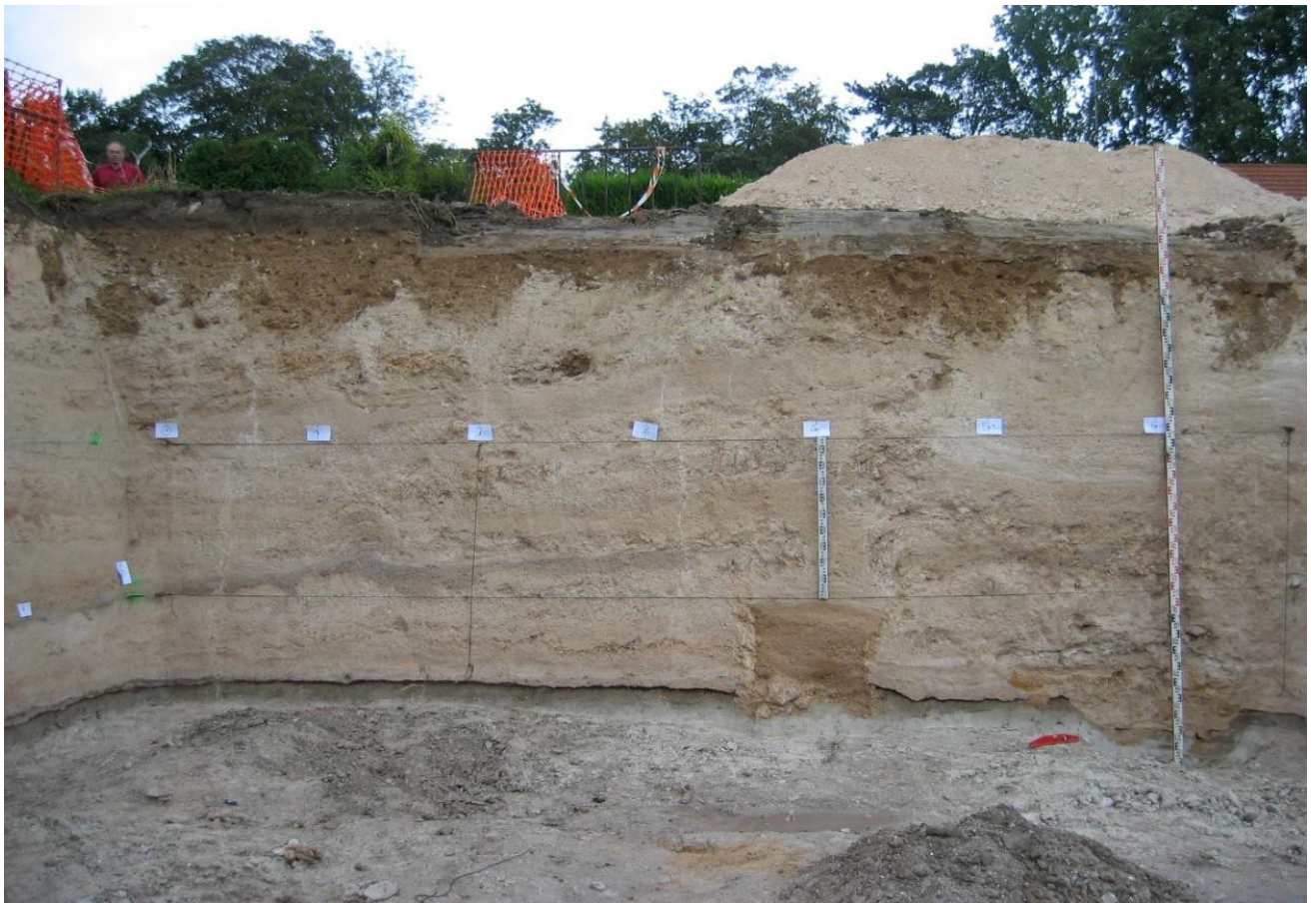


Figure 37. Coupe Sud 2010.

Figure 38. Vue de détail de la coupe et localisation stratigraphique des quatre niveaux.

IX. La faune de vertébrés, fouilles Caours 2018 et 2019

Patrick Auguste, CNRS, Univ. Lille UMR 8198 – Evo-Eco-Paléo, F-59000 Lille, France

IX.1. Dénombrement et inventaire taxinomique.

Les campagnes de fouilles menées en 2018 et 2019 à Caours ont livré 1 261 vestiges dentaires et osseux de mammifères (tableau 14). Le cortège faunique est identique à celui des autres campagnes de fouille depuis 2005. Il conforte la diversité animale présente à Caours avec 14 taxons identifiés. Aucun nouveau taxon n'est identifié. Le contexte paléoécologique induit par les associations animales des quatre niveaux principaux de Caours est bien toujours celui d'un climat nettement tempéré et d'un milieu amplement dominé par la forêt. Comme observé les années précédentes, le daim n'est présent que dans les niveaux 1, 2 et 3. Le rhinocéros de prairie ainsi que le chevreuil ne sont identifiés que dans les niveaux 3 et 4. Ce constat traduit bien le passage à l'optimum climatique de l'Eemien dans le niveau 1, le niveau 4 pouvant être considéré comme moins marqué d'un point de vue environnemental.

Taxon \ Niveau	1	2	3	4	Da	Db	HS	Total
Aurochs	12	7	6	13		1	6	45
Cerf	33	15	17	18	2	18	30	133
Daim	6	3	20				10	39
Cervidé (cerf ou daim)	48	20	44	19	1	6	32	170
Chevreuil			1	20				21
Sanglier	2			2			1	5
Rhinocéros			2	21				23
Grand herbivore	5	6	6	11			12	40
Petit herbivore				2				2
Ours			1					1
Petit carnivore			2	1				3
Castor				2		2		4
Tortue		1						1
Oiseau	6			2			1	9
Taupe	1							1
Rongeur	6		2				5	13
Grenouille	1							1
Indéterminés	222	146	130	125	9	19	99	750
Total	342	198	231	236	12	46	196	1261

Tableau 14. Caours 2018 et 2019 – Dénombrement en nombre de restes de la faune de vertébrés (HS = hors stratigraphie).

C'est le cerf qui domine très largement le spectre faunique avec 133 restes déterminés et 170 qui lui sont attribuables avec une forte probabilité (cervidé). Il est présent dans tous les niveaux. Le chevreuil vient en deuxième place avec 21 restes. L'aurochs est lui représenté par 45 pièces, dans presque tous les niveaux archéologiques. Le daim est assez rare ces deux années, avec seulement 39 vestiges. Le sanglier est présent dans les niveaux 1 et 4 avec 5 restes. Le rhinocéros provient lui uniquement des niveaux 3 et 4 avec 3 pièces. Les 40

éléments rapportés à un grand herbivore sont très probablement à rattacher à l'aurochs, mais peuvent aussi l'être au rhinocéros. Pour le petit herbivore, les 2 restes du niveau 4 sont difficilement attribuables à une espèce, mais il pourrait s'agir d'un cervidé. L'ours n'est présent que dans le niveau 3 avec un seul reste. Un petit carnivore non identifié est observé dans les niveaux 3 et 4. Il est de la taille d'un renard, d'un chat sauvage ou d'une loutre, cette dernière faisant partie de la faune déjà répertoriée à Caours dans ces niveaux. Le castor est présent dans les niveaux 4 et Db avec une seule pièce à chaque fois.

Parmi les animaux très probablement intrusifs dans les niveaux archéologiques, signalons la présence de la tortue, d'au moins un oiseau de petite taille, de la taupe, d'un rongeur de type arvicolidé et de la grenouille. Tous ces animaux avaient déjà été identifiés à Caours.

Les pièces indéterminées sont au nombre de 750. Le taux de détermination (ratio déterminés/indéterminés) est de 40,50 %, ce qui est un excellent pourcentage d'identification spécifique (et anatomique) compte tenu de l'état de fragmentation de la majeure partie du matériel.

C'est le niveau 1 qui a livré le plus de vestiges de faune de vertébrés, avec 342 restes. 198 vestiges ont été extraits du niveau 2, 236 du niveau 4, 231 du niveau 3. L'apport majeur de la campagne de fouille de 2019 est la mise en évidence de deux horizons situés dans le tuf couvrant la séquence archéologique, Da et Db, avec respectivement 12 et 46 éléments mammaliens découverts. Enfin 196 vestiges ont été mis au jour en contexte hors stratigraphique, essentiellement dans les remplissages des chenaux.

IX.2. La découverte de nouveaux niveaux archéologiques

La campagne 2019 a permis l'extension de la zone de fouille vers le nord. A l'occasion des travaux et de la réalisation d'une coupe repère, il est apparu plusieurs restes dentaires et osseux localisés à deux niveaux d'altitudes distincts mais non aléatoires. Dénommés Da et Db, ces deux potentiels nouveaux niveaux archéologiques n'ont pour l'instant pas livré d'éléments lithiques. Ils sont de plus apparemment restreints à des zones lenticulaires et ne montrent pas l'étendue des quatre niveaux archéologiques. Il était donc important de tenter de caractériser ces deux « horizons », à savoir s'il s'agit de vrais niveaux d'occupations humains ou bien de témoins d'animaux morts naturellement sans intervention anthropique.

En Da, seul le cerf est présent, le cervidé identifié étant très probablement attribuable à cette espèce. En Db, l'aurochs, le cerf et le castor ont été déterminés. Dans ces deux horizons, la faune est donc identique à celle des quatre niveaux. Par ailleurs, le bon état de conservation du matériel permet de mettre en évidence un état de fracturation des os longs consécutif à une percussion dynamique sur os frais, là aussi comparable aux actions anthropiques des niveaux 1 à 4 (figures 39 et 40). Une pièce, un fragment de diaphyse de métacarpien de cerf montre, outre le profil classique de la fracturation hélicoïdale, l'encoche de la zone d'impact associée avec un enlèvement médullaire, conformation assez souvent décrite sur les os longs du cerf des niveaux 1 à 4 (figure 26 droite).



Figure 39. Caours 2019 – Métacarpien de cerf, fragment de diaphyse (Ca19 h17 Da 4). Vue dorsale à gauche, vue médullaire au centre, vue cortico-médullaire à droite, montrant une encoche et un enlèvement médullaire (Photos P. Auguste).



Figure 40. Caours 2019 – Humérus de cerf, fragment de diaphyse (Ca19 g17 Db 113). Vue dorsale à gauche, vue médullaire à droite (photos P. Auguste).

Ces éléments, préliminaires et nécessitant la poursuite de la fouille de cette zone afin d'approfondir la question, sont en tout cas de bons indices pour faire de ces deux niveaux Da et Db deux nouveaux témoignages d'occupations néandertaliennes à Caours.

IX.3. Aspects taphonomiques et archéozoologiques

Le matériel des fouilles 2018 et 2019 de Caours montre les mêmes caractéristiques de conservation que ceux des autres années. C'est en particulier la fragmentation importante des os qui est à signaler, très marquée de fait pour les os longs. Il n'y a aucune marque de carnivore, ce qui confirme l'absence de tout agent accumulateur et / ou perturbateur d'origine animale, prédateur ou charognard. Un seul os présente une marque de l'intervention d'un agent d'origine animale, un tibia de castor du niveau 4, présentant des empreintes de rongement par un petit rongeur, fait déjà observé dans ce niveau lors des fouilles précédentes.

L'Homme semble donc toujours bien être l'unique agent accumulateur des différents assemblages fauniques identifiés à Caours, excepté bien sûr pour les petites espèces intrusives présentes naturellement dans l'environnement immédiat des implantations humaines dans les quatre niveaux 1 à 4, ainsi que dans les deux nouveaux niveaux identifiés. Sur l'ensemble du matériel faunique mis au jour lors de ces deux campagnes de fouille, 71 restes montrent une intervention d'origine anthropique (tableau 15).

Stigmates \ Niveaux	1	2	3	4	Da	Db	HS	Total
Fracturation hélicoïdale	47	20	40	33	3	4	9	156
dont association avec...	- 1 point impact	- 1 point impact		-1 point impact + contre-coup +	- 1 point impact + encoche + enl. Méd.	- 1 point impact + enl. méd.		12
	- 1 point impact + enl. Méd.	- 1 encoche + contre-coup + enl. Méd.		stigmates percussion				
	- 1 cône percussion	- 2 cônes percussion						
	- 1 encoche + enl. Méd.	- 1 Enl. Méd.						
Stries + brûlés							1 strie + combustion noire	1

Tableau 15. : Caours 2018 et 2019 – Inventaire des stigmates d'origine anthropique.

Le nombre d'éléments fauniques concernés par une modification d'origine anthropique est de 156 os. Rapporté au nombre total de pièces provenant des fouilles 2018 et 2019, cela signifie donc que 12,4 % de la faune de Caours présente un stigmate lié à une action humaine. Ce taux très important montre bien que l'activité de boucherie développée à Caours est primordiale.

Ce ne sont pratiquement que des os longs présentant une fracturation hélicoïdale qui ont été identifiés, témoignant d'une percussion dynamique sur la diaphyse d'un os frais afin d'accéder à la moelle osseuse. Tous les niveaux sont concernés, du 1 au 4, mais également comme on l'a vu plus haut les deux nouveaux horizons Da et Db. Plusieurs espèces ont ainsi fait l'objet d'une activité de boucherie clairement identifiée : le cerf en premier lieu (25 pièces + 62 pièces de cervidé) ; l'aurochs (5 os) ; le chevreuil (2 os) ; un grand herbivore (2 os) : le daim (1os). De par la très petite taille des fragments, 59 os non attribués à un taxon sont également concernés par cette fracturation.

Quelques-uns de ces os fracturés par l'Homme présentent de plus d'autres stigmates liés à cette action visant à extraire la moelle osseuse après avoir récupéré la viande. Sur deux fragments de diaphyses, un point d'impact ou le percuteur a touché l'os est seul présent (niveaux 1 et 2). Pour deux os, outre ce point d'impact, un enlèvement médullaire partant de ce point est également présent (niveaux 1 et Db). Une forme identique s'observe avec un os portant une encoche associée avec un enlèvement médullaire (niveau 1). Un fragment de diaphyse présente à la fois le point d'impact, l'encoche située au niveau de ce point de choc, associés avec un enlèvement médullaire (niveau Da). Un os associe un point d'impact, le contre-coup et des stigmates de percussion (niveau 4). Une autre pièce montre la présence d'une encoche, de la zone du contre-coup et d'un enlèvement médullaire (niveau 2). Une dernière pièce ne montre qu'un enlèvement médullaire (niveau 2).

Ce constat global sur le matériel 2018 et 2019 confirme l'analogie de traitement des animaux à Caours pour les quatre niveaux « historiques » 1 à 4, mais aussi pour les deux nouveaux Da et Db.

Outre ces pièces, trois fragments de diaphyses d'os longs ont été identifiés comme étant des cônes de percussion, c'est-à-dire des portions d'os ayant une forme pyramidale tronquée au sommet et créés lors de la percussion et à son niveau. Leur présence (niveaux 1 et 2) témoigne bien que les activités de boucherie liées à la récupération de la moelle ont été effectuées sur place.

Seule une pièce montre une strie causée par un outil en silex. Cette rareté est aussi une des caractéristiques des différents assemblages osseux à Caours. Fait très intéressant, cette petite pièce présente également la marque d'un passage au feu, avec une coloration noire, témoignant d'une exposition à une zone de combustion à chaleur peu élevée et de courte durée. Malheureusement, cet os provient d'un chenal et ne peut être rapportée à un niveau archéologique.

IX.4. Analyses protéomiques

Dans le cadre d'une étude multi-sites, plusieurs prélèvements d'os ont été réalisés à Caours dans le but d'effectuer une recherche en protéomique. L'objectif est de rechercher des protéines ou des peptides encore présents au sein des os, appartenant au collagène, principal constituant organique des os de vertébrés. Le protocole de prélèvement est extrêmement peu destructif, seuls quelques milligrammes de matière étant récupérés. Nous avons ciblé la diversité du corpus faunique, avec les principaux mammifères présents à Caours, mais également des niveaux archéologiques, les quatre niveaux 1 à 4 ainsi que les deux nouveaux horizons Da et Db (tableau 16).

Les prélèvements ont livré des séquences de collagènes et de peptides, leur identification spécifique est en cours de réalisation.

Caours 1	19, h17, Da, 4	daim	métatarse	
Caours 2.1	19, n8, 4, 13	aurochs	métatarse	os
Caours 2.2	19, n8, 4, 13	aurochs	métatarse	poudre
Caours 3	19, a1, 1, 109bis	rongeur	os	
Caours 4	19, a1, 1, 109bis	oiseau	os	
Caours 5	19, n8, 2, 9	daim	mandibule	
Caours 6	19, n8, 1, 2	cerf ou daim	os long	
Caours 7.1	19, c9, 1, 1	cerf	mandibule	os
Caours 7.2	19, c9, 1, 1	cerf	mandibule	racine dent
Caours 8	19, c9, 4, 8	?	phalange	
Caours 9	19, c9, 3, 7	?	os long	
Caours 10	19, Db, h17, 6	cerf ?	tibia	
Caours 11	19, h17, Db, 7	castor	crâne	
Caours 12	19, g17, Db, 13	?	os long	
Caours 13	10, c-18, 4, 12	rhino de prairie	mandibule	
Caours 14	08, yy-14, 4, 24	rhino de prairie	humérus	

Tableau 16. Caours 2019 – Liste des prélèvements de matière osseuse pour analyse protéomique.

X. Les industries lithiques

Jean-Luc Locht

L'année 2020 a été mise en profit pour finaliser l'intégration des informations technologiques dans la base de données adossée au SIG. Les décomptes par catégories d'artefacts sont ainsi facilités et, et des plans par catégories et associations d'objets peuvent être automatiquement générés.

Une partie de ces plans est présentée dans l'analyse spatiale des vestiges. Le reste de ces plans est figuré en annexe.

Un article de synthèse sur les industries lithiques de Caours a été accepté en 2020 pour publication dans la revue *L'Anthropologie*. La parution est prévue pour le premier semestre 2021 (Locht, 2021).

X.1. Origine et qualité de la matière première

Quelques observations d'ordre général peuvent être émises pour les quatre ensembles lithiques. La matière première est d'origine locale et provient des graviers fluviaux (figures 7 et 8). L'observation des cortex montre que les blocs de silex proviennent de la nappe de graviers sur laquelle reposent les formations tufacées. Les blocs sont de dimensions modestes, n'atteignant que très rarement les quinze centimètres. Certains d'entre eux sont gélifs.

Certains blocs possèdent un cortex toujours un peu crayeux, suggérant un séjour relativement court dans la nappe alluviale et la présence d'un talus crayeux à proximité.

La taille et la qualité des blocs du silex a donc un impact direct sur les activités de taille, qui sont réalisées dans un volume restreint de matière première, et produisent en général des supports de dimensions réduites. Les accidents de taille sont fréquents. D'une manière générale, l'investissement technique ne semble pas important. Toutefois, l'identification des chaînes et des schémas opératoires de ces ensembles lithiques n'est pas une tâche aisée, en raison du faible effectif de nucléus retrouvés pour chacun des niveaux. L'objectif de la taille est orienté vers la production exclusive d'éclats, selon des schémas unipolaire et bipolaire directs, mais aussi Discoïde, dans des proportions qui semblent varier d'un niveau à l'autre. Le débitage Levallois n'a pas encore été identifié de façon claire. Quelques supports pourraient avoir été produits par ce système. En l'absence de nucléus Levallois, il ne faut pas exclure une éventuelle convergence de forme avec des produits réguliers issus de schémas Discoïde ou polyédrique.

La difficulté de distinguer les nucléus Discoïdes unifaciaux des nucléus Levallois récurrents centripètes a déjà été évoquée (Locht, 2003). Elle a aussi été mise en évidence pour certaines séries du Sud-Ouest dans lesquelles des nucléus Levallois en dernière phase de réduction sont exploités selon une modalité Discoïde par le biais d'enlèvements détachés selon un axe très sécants (Combe Brune 2, Cantalouette 1 : Brenet, 2011). En Allemagne, sur le site eemien de Neumark-Nord, le débitage Discoïde est clairement attesté, mais l'identification du débitage Levallois reste problématique en l'absence de remontages (Pop, 2014). Cette distinction, claire en théorie (Boëda, 1993) peut ainsi devenir difficile lorsqu'on la confronte à la documentation archéologique. Dans le cadre d'une production Discoïde, les enlèvements sont détachés selon un angle sécant, et laissent de profonds contre-bulbes. Ceux-ci seraient peu opportuns dans le cadre du maintien des convexités d'une surface Levallois. Une seconde différence est faite au niveau de la direction des enlèvements. En effet, sur les surfaces de production Discoïde, les enlèvements sont plus fréquemment débités de façon cordale que

dans le cas d'une méthode Levallois. Ces différences sont cependant peu marquées dans les cinq séries lithiques de Caours. Certains nucléus portent des enlèvements plutôt cordaux, mais l'axe de débitage est assez peu sécant.



Figure 41. Vue des graviers dans le fond du chenal du secteur 1 (2009, cliché : P. Antoine).



Figure 42. Affleurement du gravier de la nappe à la base du niveau N3 à l'extrémité nord de la fouille 2018 (cliché J.-L. Lochet).

X.2. Le niveau 1

Le niveau 1 est constitué de 749 artefacts. Au total, 50 artefacts ont été retrouvés durant cette opération triennale. En comparaison, les restes osseux sont beaucoup plus nombreux (figure 43).

La présence des éléments de chaque étape de la chaîne opératoire indique un débitage sur place (figures 44 et 45, tableau 17). Les artefacts portent les stigmates d'une percussion à la pierre dure. L'écrasante majorité des talons est lisse. Les talons préparés sont très peu nombreux (tableau 4). Les esquilles représentent près de 33% du corpus.

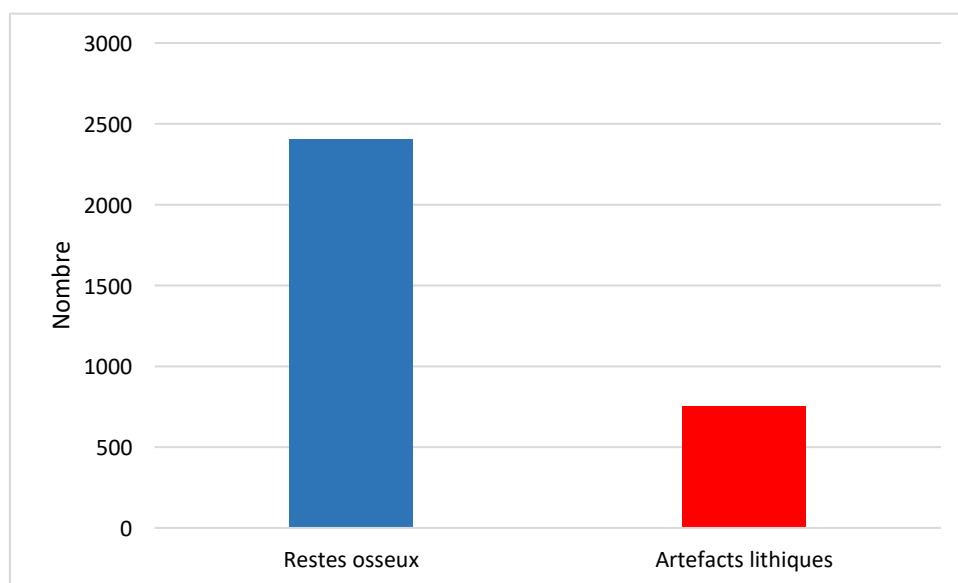


Figure 43. Proportion des artefacts lithiques et des restes osseux du niveau 1.

Détermination	Nbre	%
Éclats d'entame	14	1,87
Éclats corticaux	93	12,42
Éclats corticaux - 3cm	49	6,54
Éclats semi-corticaux	57	7,61
Éclats semi-corticaux - 3cm	29	3,87
Éclats	63	8,41
Éclats - 3 cm	117	15,62
Éclats " Levallois"	4	0,53
Éclats "discoïdes"	49	6,54
Esquilles	244	32,57
Nucléus	19	2,54
Blocs testés	4	0,54
Cassons	7	0,94
Totaux	749	100

Tableau 17. Décompte des artefacts du niveau 1.

Type de talons	Nombre
Lisses	253
Punctiformes	74
Corticaux	32
Dièdres	16
Facettés	3
Linéaires	2
Total	380

Tableau 18. Décompte des types de talons du niveau 1.

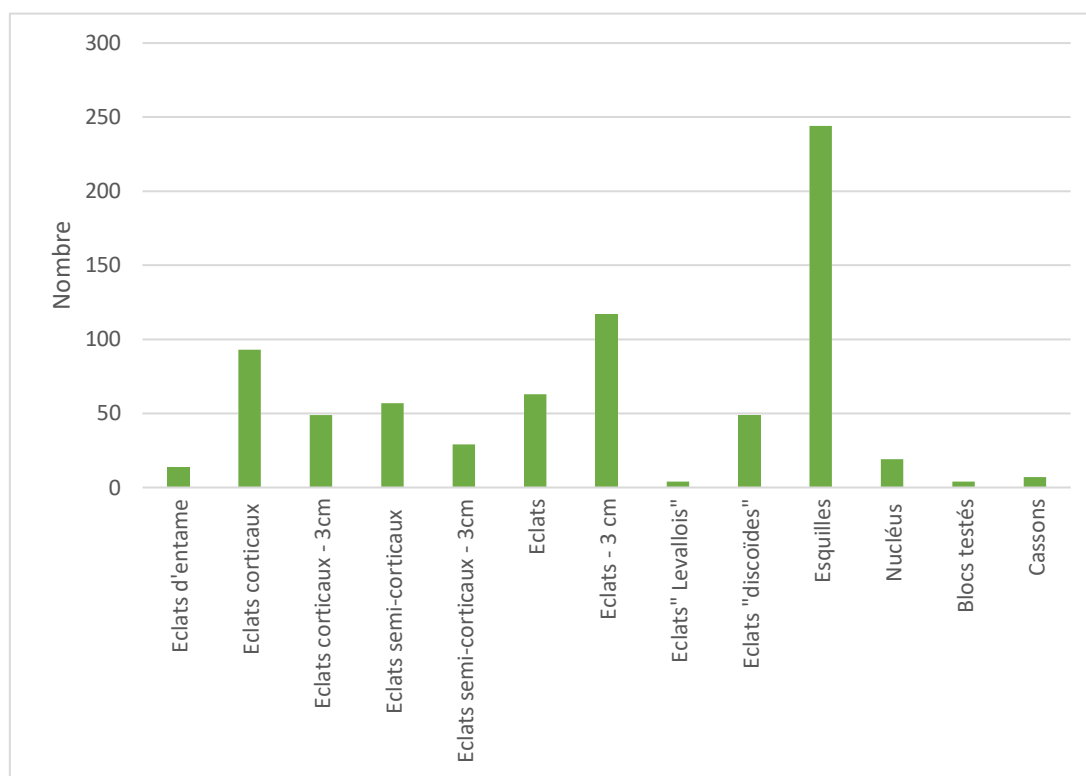


Figure 44. Composition technologique du niveau 1.

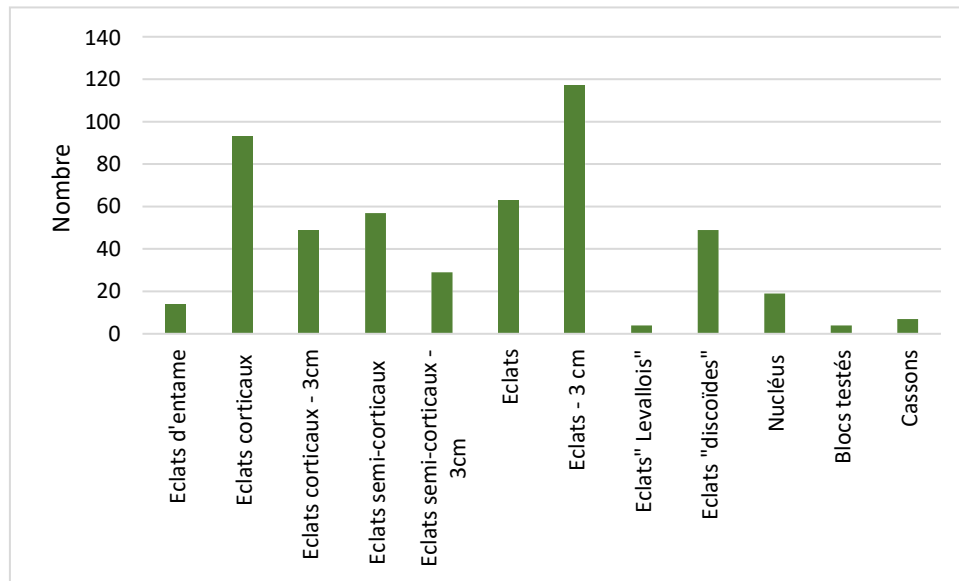


Figure 45. Composition technologique du niveau 1 (esquilles non comprises).

L'une des difficultés récurrentes à Caours est l'identification des schémas de production d'éclats en raison du faible nombre de nucléus, représentés par seulement 19 exemplaires (figures 45 et tableau 19). Les exemplaires Discoïdes sont au nombre de sept (cinq unifaciaux et deux bifaciaux : figure 46, 1 à 3). Les nucléus unipolaires et bipolaires, caractérisés par un faible investissement technologique, sont en proportion équivalente ($n = 2$: figure 46, 4).

Nucléus Discoïdes	7
Nucléus polyédrique	1
Nucléus unipolaire	4
Nucléus bipolaires	3
Nucléus informes	4
Total	17

Tableau 19. Décompte des nucléus du niveau 1.

Les produits issus du débitage Discoïde sont plus nombreux ($n = 49$). Toute la gamme de ces produits spécifiques prédéterminants et prédéterminés, est présente dans la série lithique (tableau 20).

Les pointes pseudo-Levallois et les éclats débordants sont les produits les plus caractéristiques d'un débitage Discoïde (figures 45 ; 47, 1 à 2 ; 49, 2 à 7). Une de ces pointes a une forme caractéristique. L'axe morphologique est légèrement décalé par rapport à l'axe de percussion, ce qui lui confère un aspect « oblique ». Elle est très légèrement débordante, n'ayant emporté qu'une petite partie du plan de frappe (figure 49, 7).

Provenant de surfaces dont la convexité est bien marquée, certains éclats présentent une rupture de pente au 2/3 de leur longueur qui leur confère un profil brisé dû au franchissement de la convexité de la surface dont ils proviennent. Leur extrémité distale porte le négatif d'un enlèvement opposé ou transversal (figure 47, 3).

D'autres supports typiques ont aussi été distingués. Des éclats plus larges que longs, ou dont le rapport longueur/largeur est proche de 1, ont très souvent rebroussé en se heurtant aux convexités de la surface de débitage; leurs négatifs sont fréquents sur les nucléus de cette industrie (figure 47, 4).

De plus des éclats allongés pointus et des éclats réguliers peuvent aussi être produits par un débitage Discoïde (figure 47, 5). Ces derniers peuvent présenter des similitudes technologiques avec ceux issus d'un débitage Levallois (Locht, 2004).

Éclats 1X1	6
Éclats débordants	13
Éclats plus larges que longs	2
Pointes pseudo-Levallois	19
Éclat pointu	1
Éclat à profil brisé	1
Éclats réguliers	7
Total	49

Tableau 20. Décompte des différents produits issus du débitage Discoïde du niveau 1.

Du point de vue de l'objectif de la production, cinq éclats typologiquement Levallois ont été retrouvés, dont un exemplaire de très grande taille (figure 48). La surface supérieure porte des négatifs d'enlèvements centripètes (figure 48, 2). Le talon est soigneusement facetté. Il a sans doute été obtenu par le biais d'un schéma opératoire Levallois. L'axe de l'allongement de l'éclat est toutefois désaxé par rapport à la direction de la percussion. Il faut toutefois rester prudent vis-à-vis de cette attribution, car un des remontages réalisés dans le niveau 2 de Beauvais montre que de tels éclats réguliers ont aussi pu être produits *via* une production de type Discoïde ou polyédrique (Locht, 2004). Quoiqu'il en soit, aucun nucléus relevant du concept Levallois n'a été retrouvé dans ce niveau. L'hypothèse d'une production en dehors du site est aussi envisageable. La question de la présence ou de l'absence de cette modalité de production dans le niveau 1 de Caours n'a pour l'instant, pas de réponse.

Un seul outil retouché a été retrouvé dans cet série. Il s'agit d'un denticulé aménagé par la juxtaposition de trois coches sur un éclat de gel (figure 49, 1).

La composition technologique de ce niveau évoque une production rapide de supports, par le biais de modalités de débitage sans investissements technologiques importants, pour une utilisation immédiate liée à la découpe de carcasses animales.

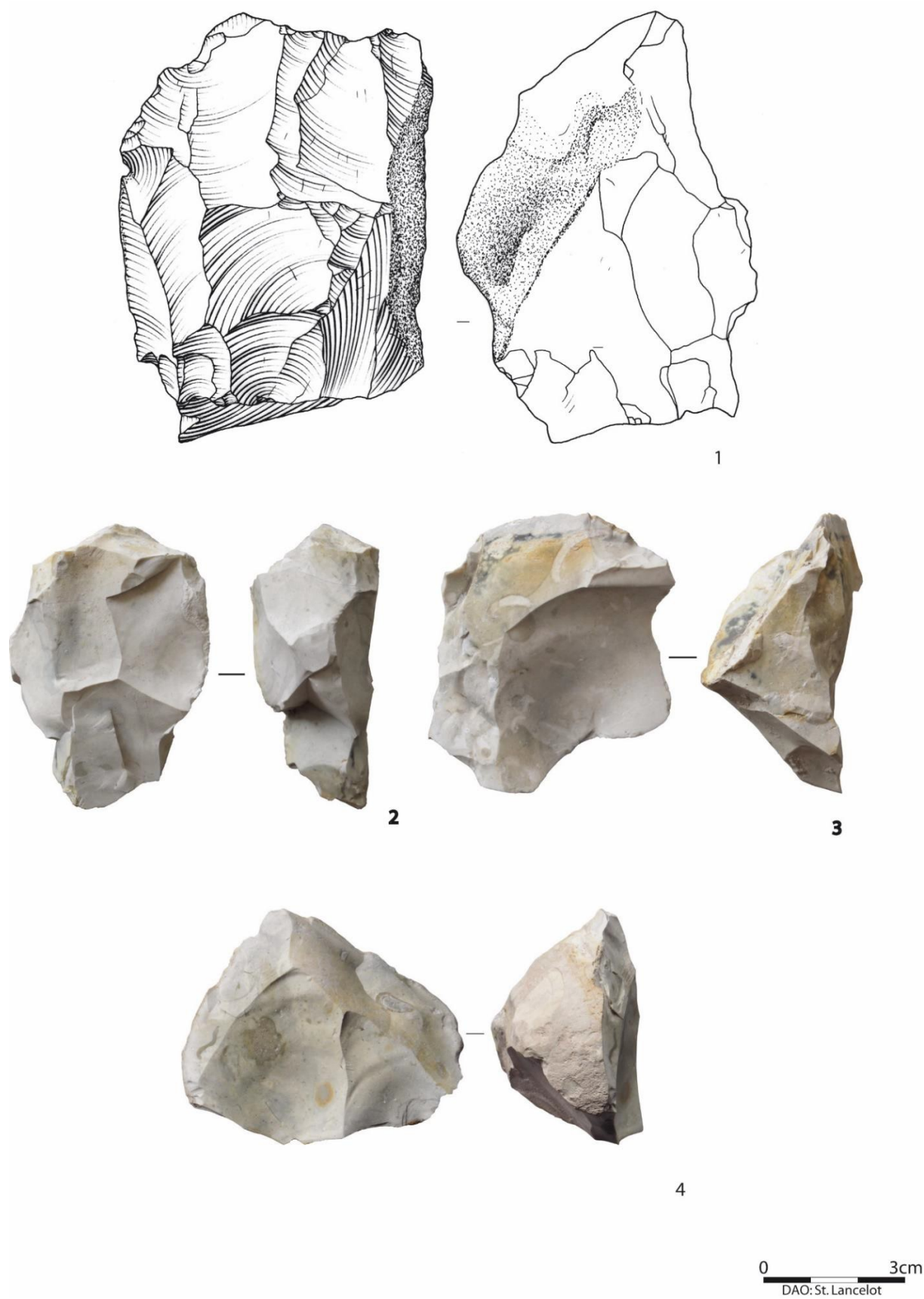


Figure 46. Niveau 1. 1 à 3. Nucléus Discoïdes unifaces. 4. Nucléus unipolaire (DAO : S. Lancelot, Inrap).

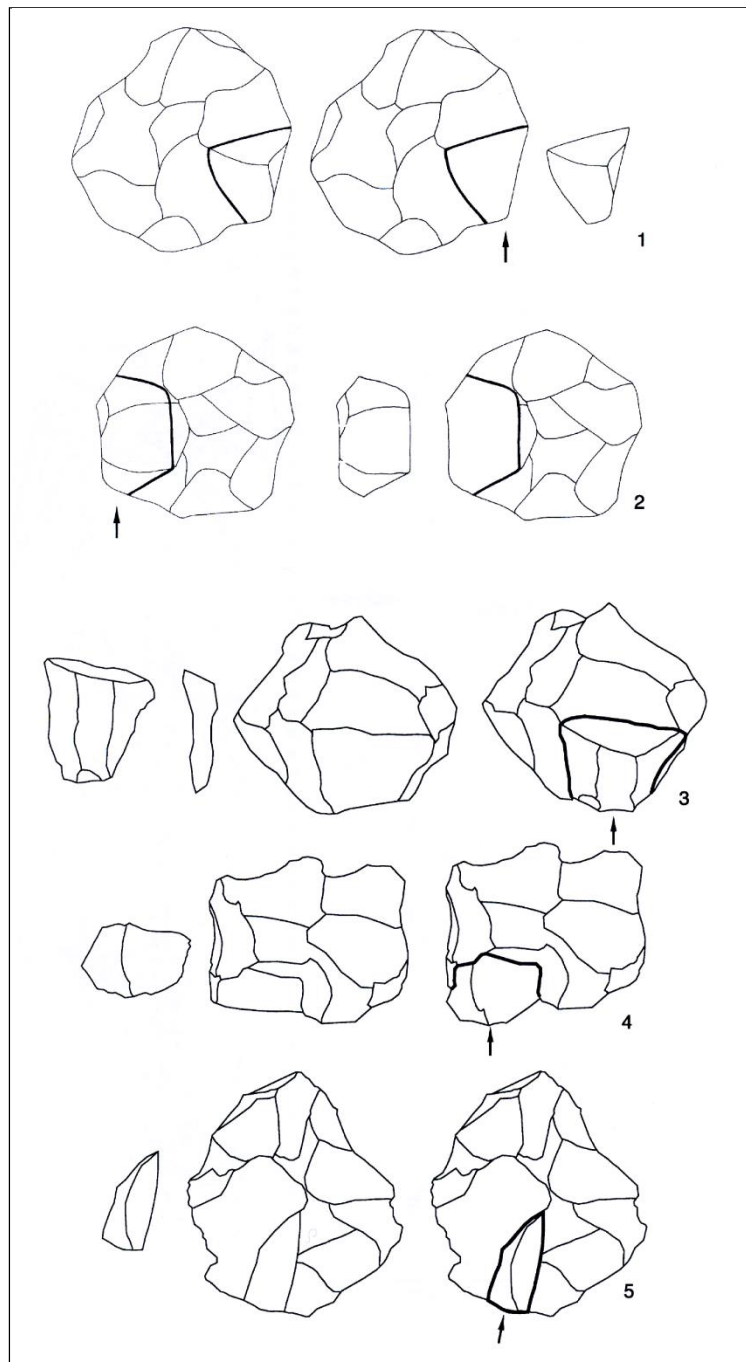


Figure 47. Schéma de production d'une pointe pseudo-Levallois. 2. Schéma de production d'un éclat débordant. 3. Schéma de production d'un éclat à profil brisé. 4. Schéma de production d'un éclat large. 5. Schéma de production d'un éclat allongé.

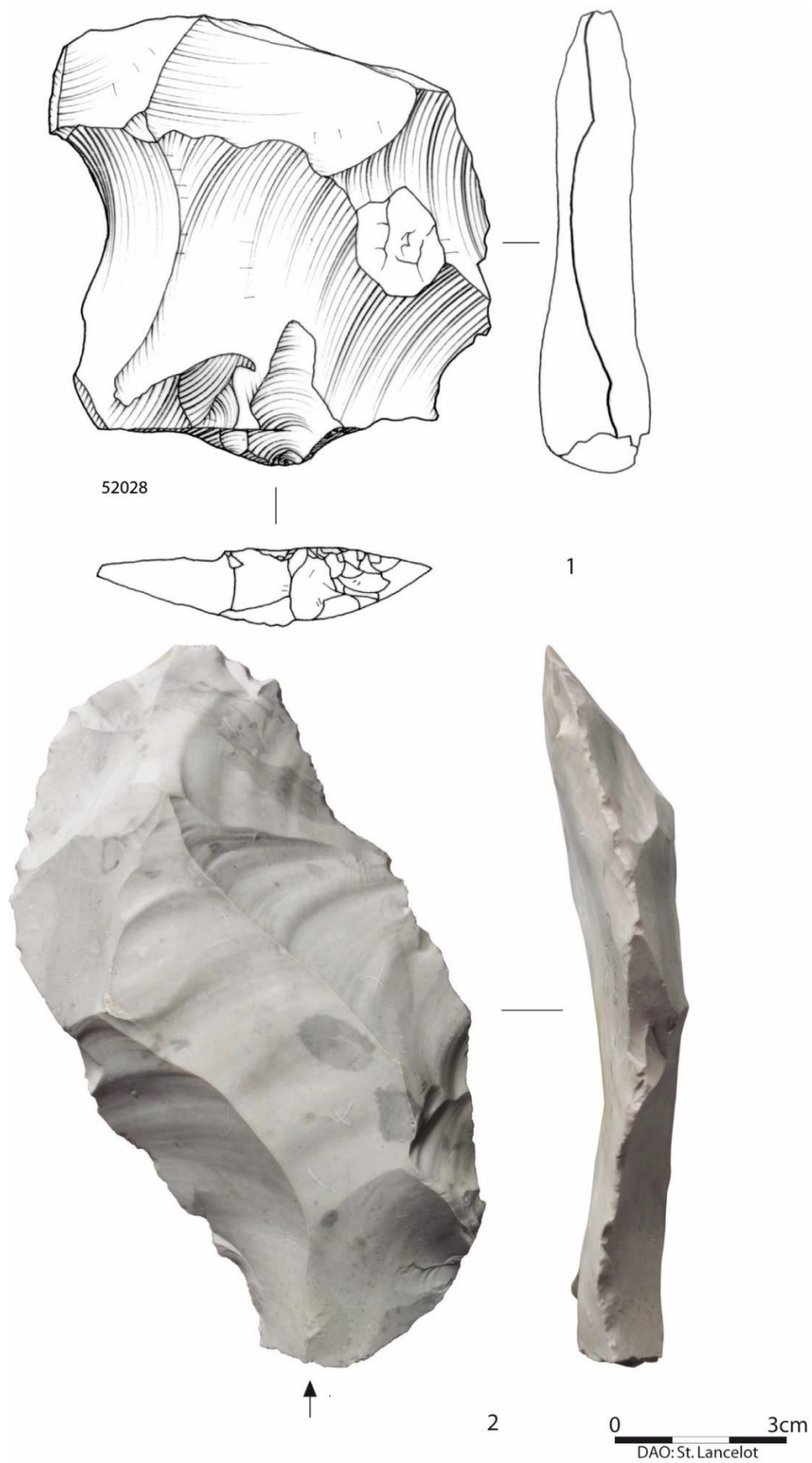


Figure 48. Éclats typologiquement Levallois (DAO : S. Lancelot, Inrap).

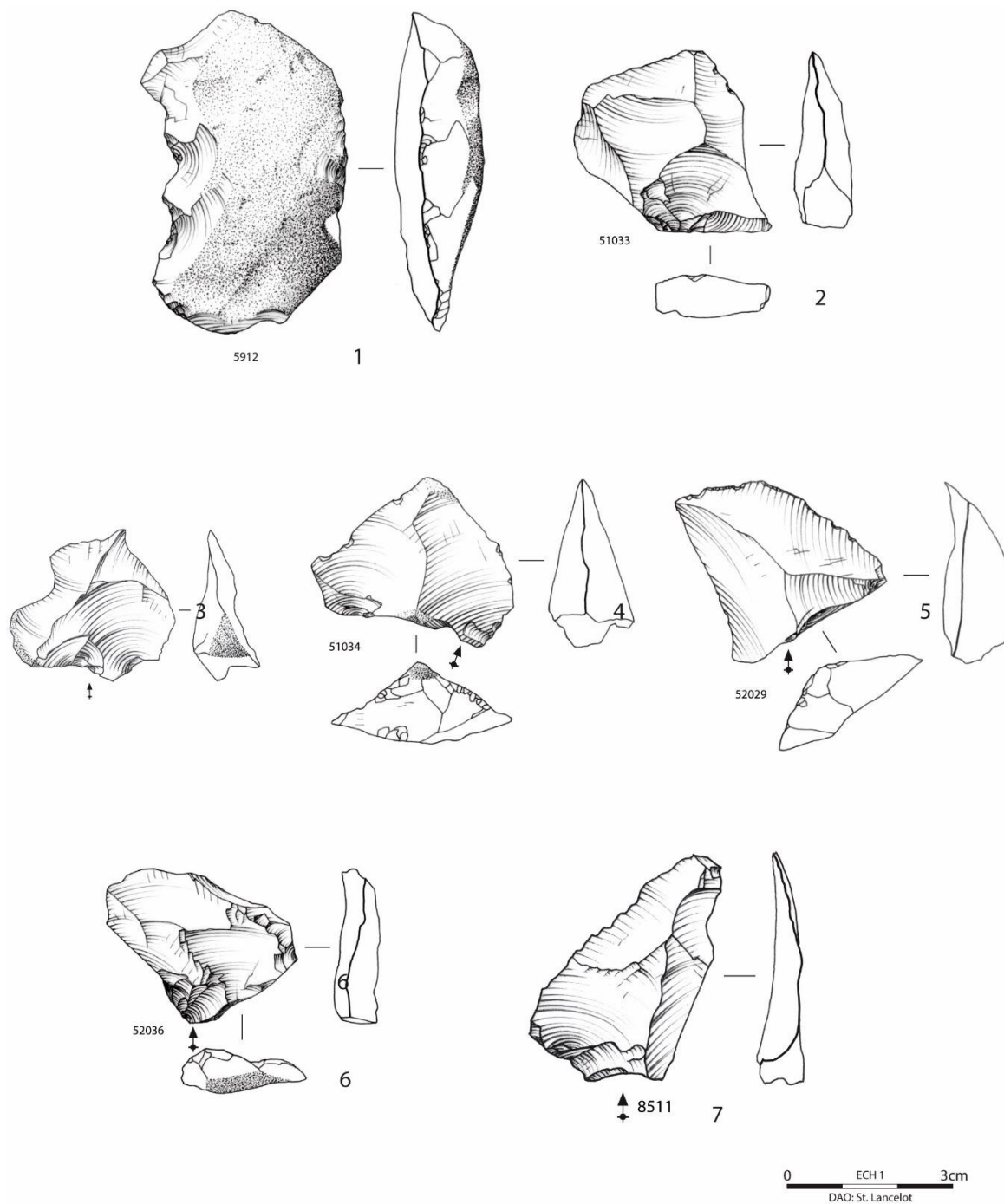


Figure 49. Niveau 1. 1. Denticulé. 2 à 6. Pointes pseudo-Levallois. 7. Pointe désaxée (DAO : S. Lancelot, Inrap).

X.3. Le niveau 2

Le niveau 1 est constitué de 504 artefacts. Un total de 97 artefacts lithiques a été retrouvé durant cette opération triennale. Comme pour le niveau 1, les restes osseux sont plus nombreux que les artefacts lithiques (figure 50).

La présence des éléments de chaque étape de la chaîne opératoire indique un débitage sur place (tableau 21). Les artefacts portent les stigmates d'une percussion à la pierre dure. La majorité des talons est soit lisse, soit punctiforme. Les talons préparés sont très peu nombreux (tableau 22). Les esquilles sont nombreuses et représentent 42,06 % du corpus.

La composition technologique de ce niveau est très proche de celle du niveau 1. À nouveau, on note la présence d'éclats typologiquement Levallois (n = 6), sans que des nucléus de ce type soient présents (figures 51 et 52).

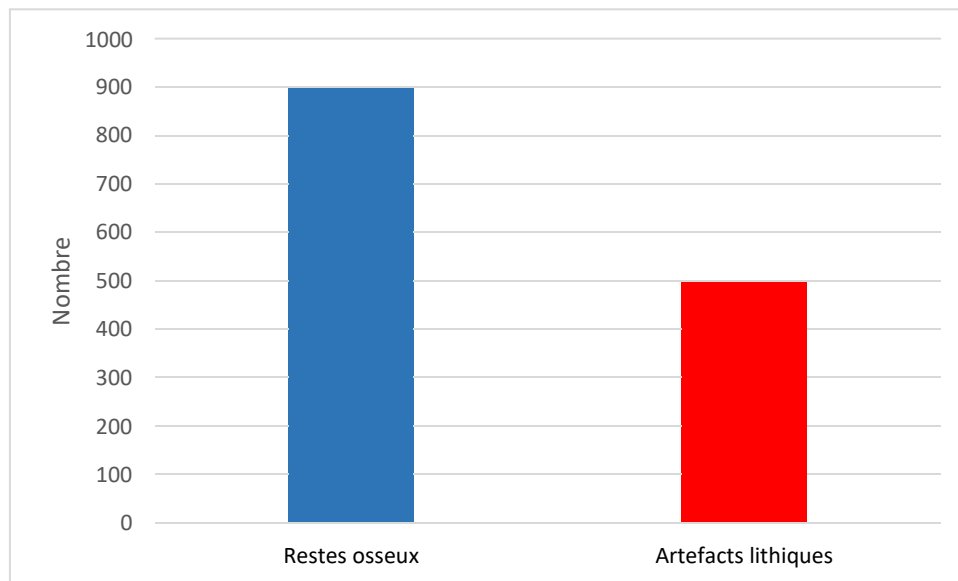


Figure 50. Proportion des artefacts lithiques et des restes osseux du niveau 2.

Détermination	Nbre	%
Éclats d'entame	3	0,6
Éclats corticaux	31	6,15
Éclats corticaux - 3cm	17	3,37
Éclats semi-corticaux	36	7,14
Éclats semi-corticaux - 3cm	21	4,17
Éclats	42	8,33
Éclats - 3 cm	78	15,47
Éclats " Levallois"	6	1,19
Éclats "discoïdes"	18	3,57
Esquilles	212	42,06
Nucléus	12	2,38
Blocs testés	2	0,4
Blocs silex	2	0,4
Cassons	24	4,77
Totaux	504	100

Tableau 21. Décompte des artefacts du niveau 2.

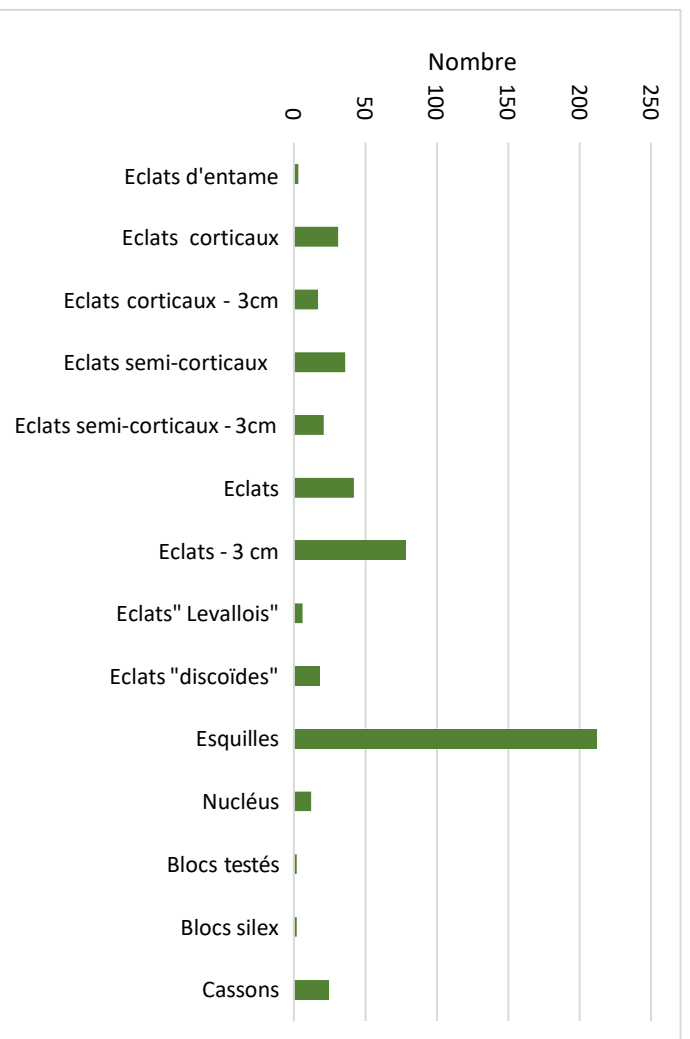


Figure 51. Composition technologique du niveau 2.

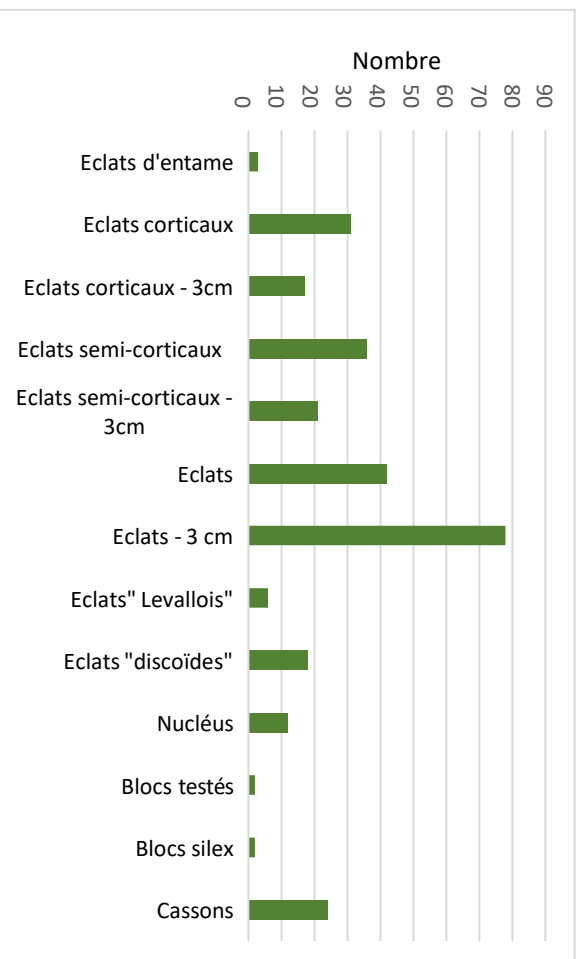


Figure 52. Composition technologique du niveau 2 (esquilles non comprises).

Type de talons	Nombre
Lisses	137
Punctiformes	102
Corticaux	18
Dièdres	13
Facetté	1
Linéaires	4
Total	275

Tableau 22. Décompte des types de talons du niveau 2.

Comme pour le niveau 1, les nucléus sont peu nombreux (n = 12). Les nucléus unipolaires dominent l'ensemble du corpus avec six exemplaires (figure 53 et tableau 23). L'un d'entre eux portent des traces d'écrasement. Un usage en tant que percuteur est possible. Les trois nucléus Discoïdes ont été exploités sur une seule surface. Un nucléus à deux plans de frappe et deux informes complètent ce décompte.

Nucléus Discoïde	3
Nucléus unipolaires	6
Nucléus bipolaire	1
Nucléus informes	2
Total	12

Tableau 23. . Décompte des nucléus du niveau 2.

Les produits typiques d'un débitage Discoïde sont au nombre de 18 (figure 54 et tableau 26). Comme pour le niveau 1, il faut remarquer la présence de deux pointes désaxées et légèrement débordante, qui semblent être des objets typiques du site de Caours (figure 54, 3).

Six éclats typologiquement Levallois ont été retrouvés (figure 55). Ils renvoient aux questions posées pour le niveau 1, à savoir la place du débitage Levallois sur le site de Caours, puisque les nucléus de ce type sont absents de ce niveau. D'un point de vue théorique, un changement de statut des nucléus est possible, les nucléus Levallois étant réutilisés comme nucléus Discoïdes. Cependant, la comparaison de la taille moyenne des blocs de silex de la nappe alluviale et de celle des nucléus invalide cette hypothèse.

Éclats 1X1	5
Éclats débordants	3
Éclat plus large que long	1
Pointes pseudo-Levallois	5
Éclats à profil brisé	2
Éclats réguliers	2
Total	18

Tableau 24. Décompte des différents produits issus du débitage Discoïde du niveau 2.

Un raccord entre un éclat d'entame et le bloc dont il provient fournit de précieuses informations d'ordre taphonomique. Le bloc est gélif, ce qui a généré l'accident de taille qui a permis le détachement de l'éclat. Le débitage a été arrêté à ce stade, et ces deux artefacts sont restés côté-à-côté jusqu'à leur découverte, preuve de l'excellente conservation du niveau archéologique. Le bloc testé porte aussi des traces d'écrasement résultant d'un usage en tant que percuteur (figure 56).

Comme pour le niveau 1, il s'agit une production de support sans grand investissement technique. Ils sont utilisés de façon immédiate pour la découpe des carcasses animales.



Figure 53. Niveau 2. Nucléus unipolaires (DAO : S. Lancelot, Inrap).

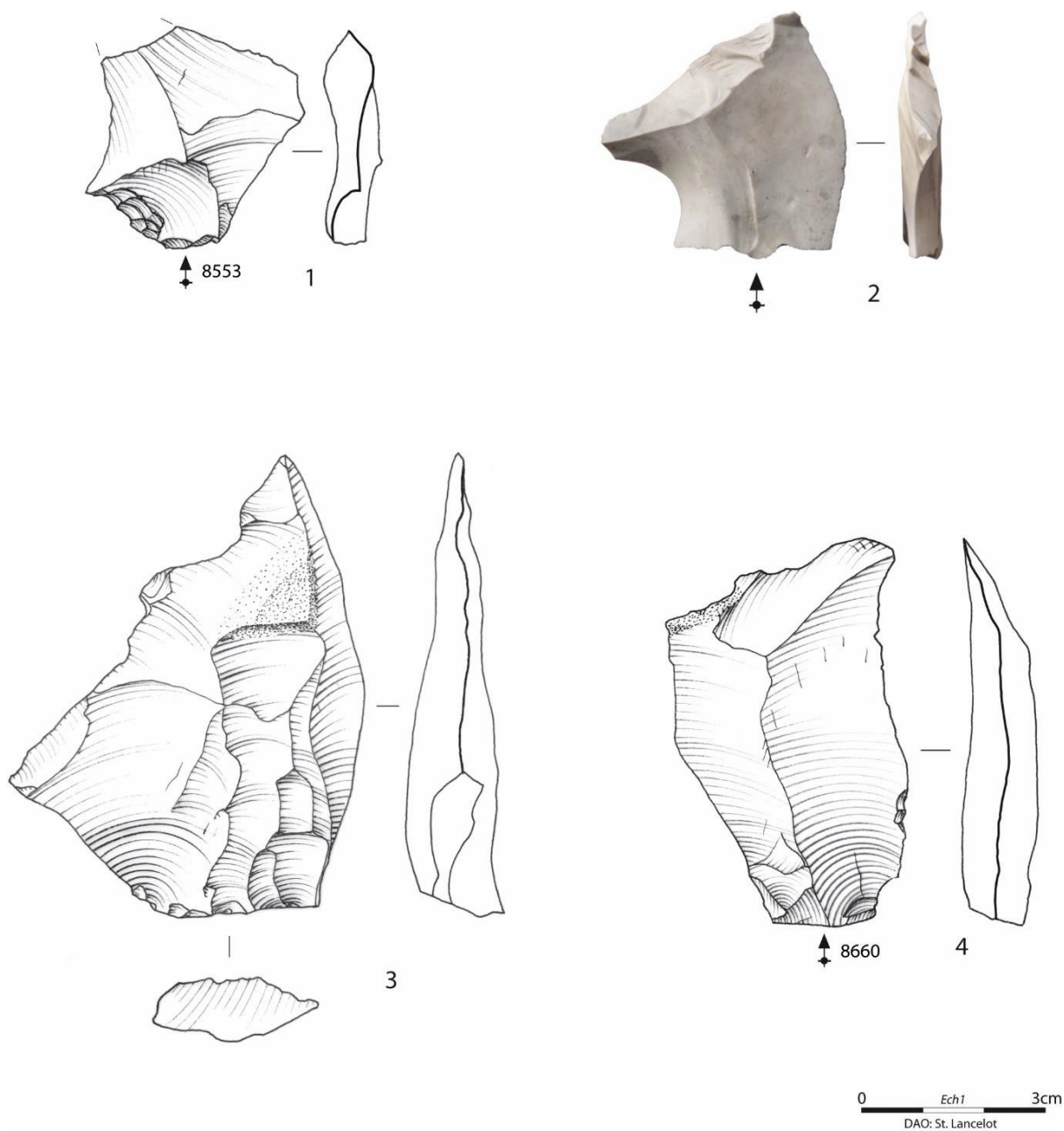


Figure 54. Niveau 2. 1 et 2 Éclat 1 x 1. 3. Pointes pseudo-Levallois. 4. Éclat à profil brisé (DAO : S. Lancelot, Inrap).

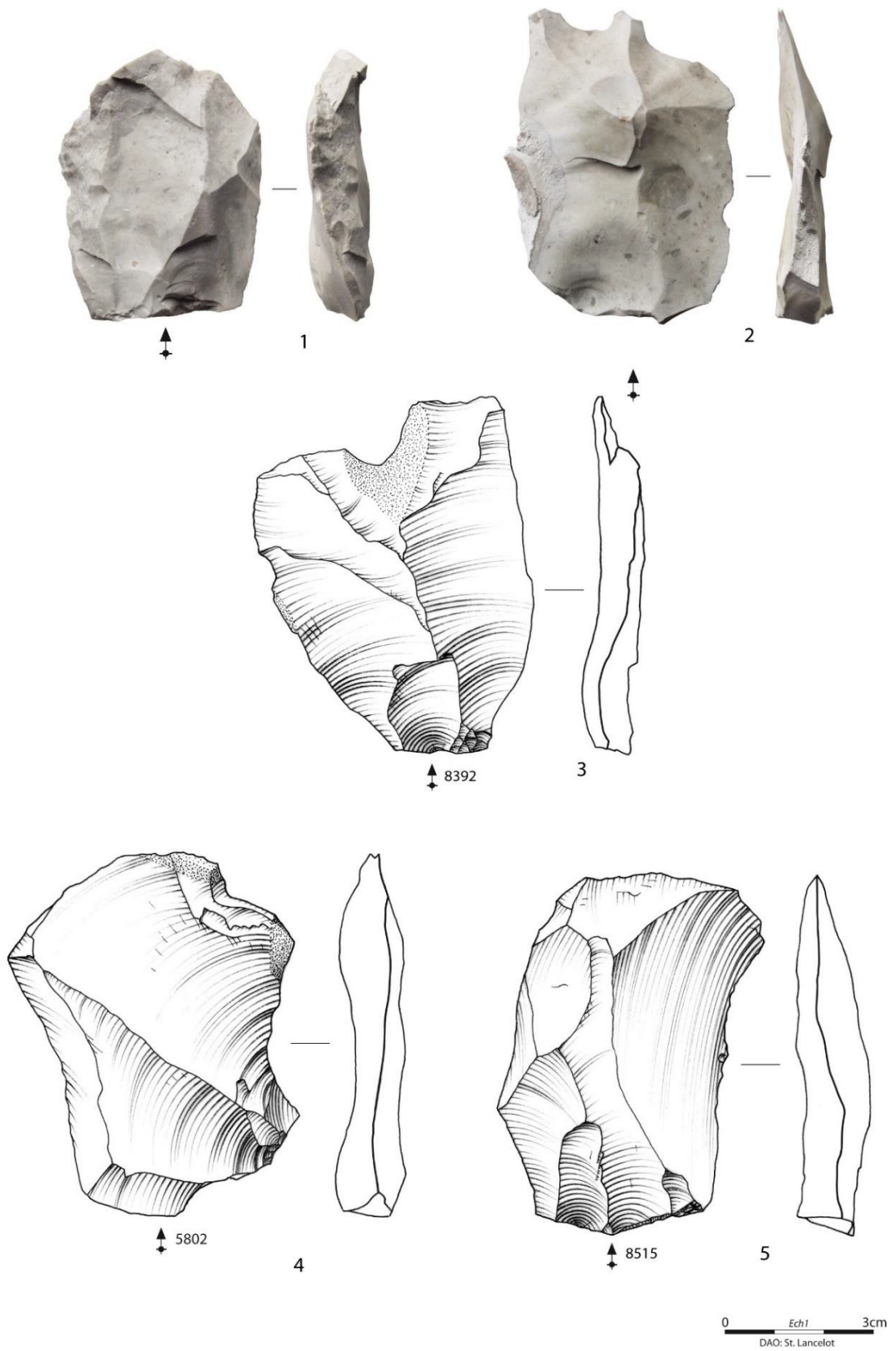


Figure 55. Niveau 2. Éclats typologiquement Levallois (DAO : S. Lancelot, Inrap).

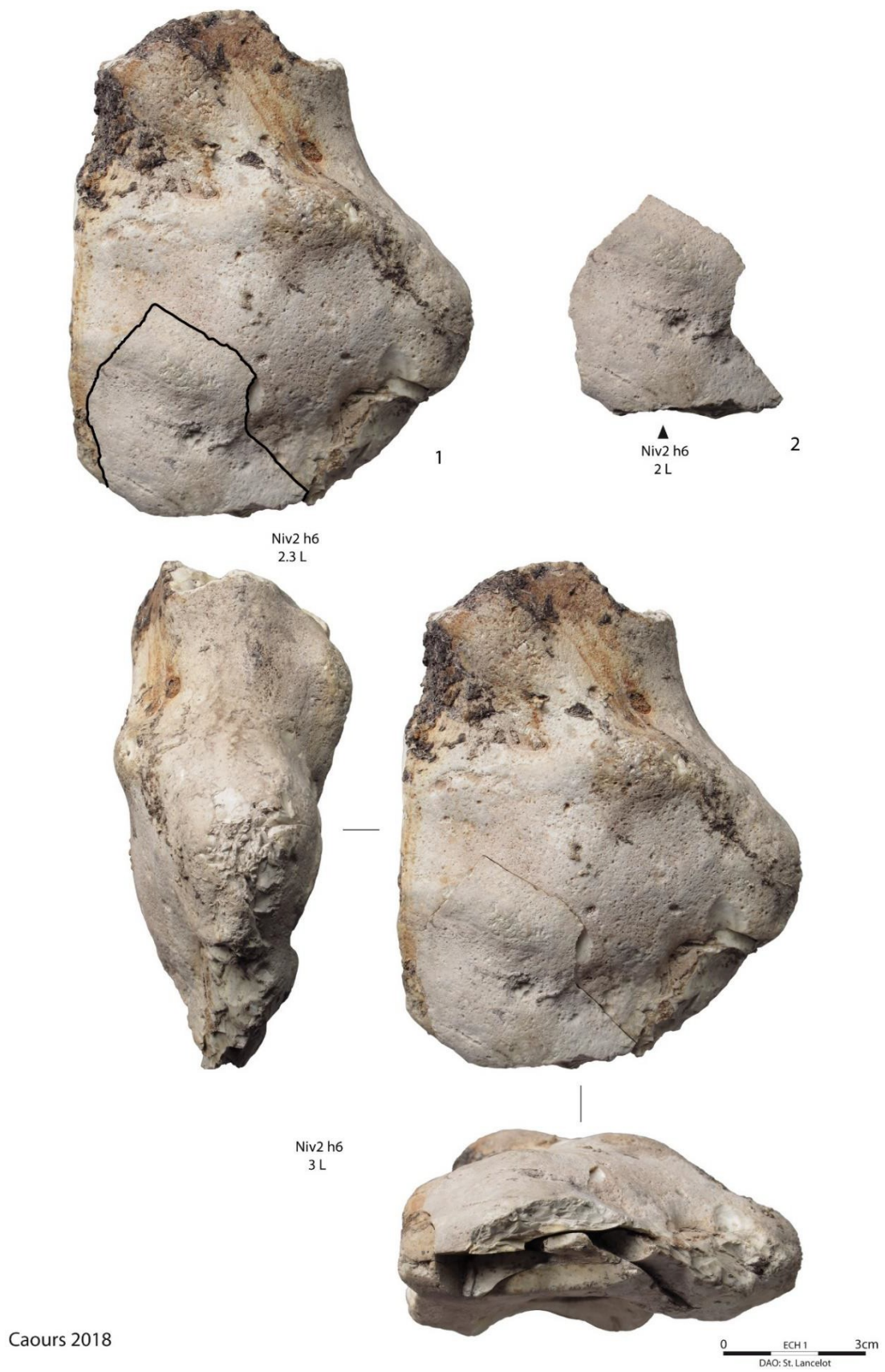


Figure 56. Niveau 2. Remontage d'un accident de taille (DAO : S. Lancelot, Inrap).

X.4. Le niveau 3

Le niveau 3 est constitué de 363 artefacts. Ces trois dernières années, 27 artefacts lithiques ont été retrouvés dans ce niveau. En comparaison, les restes osseux sont beaucoup nombreux (figure 57).

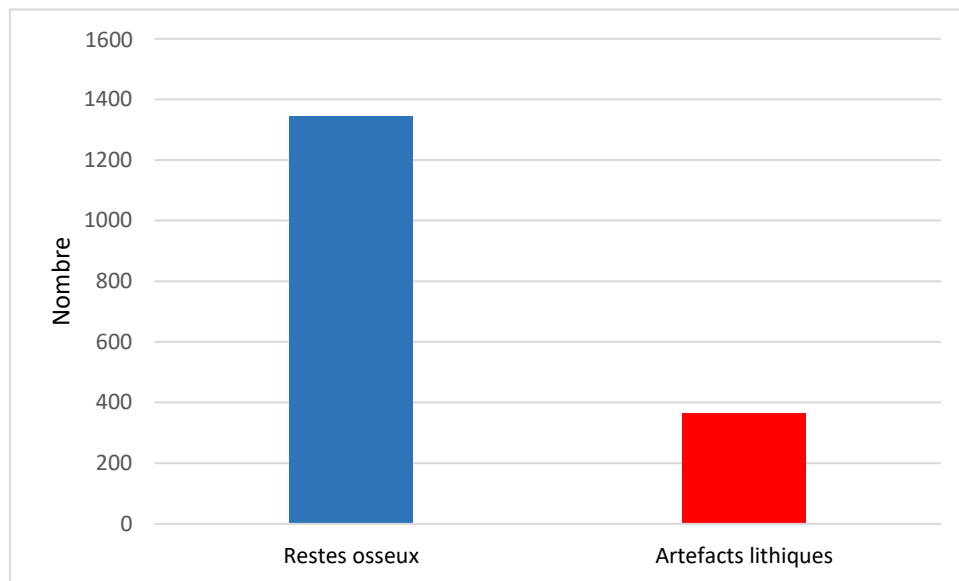


Figure 57. Proportion des restes osseux et des artefacts lithiques du niveau 3.

À nouveau, la présence de tous les éléments de la chaîne opératoire atteste un débitage sur place (figures 58 et 59, tableau 25).

Sur un total de 140 talons identifiables, les talons lisses sont de loin les plus nombreux (tableau 26).

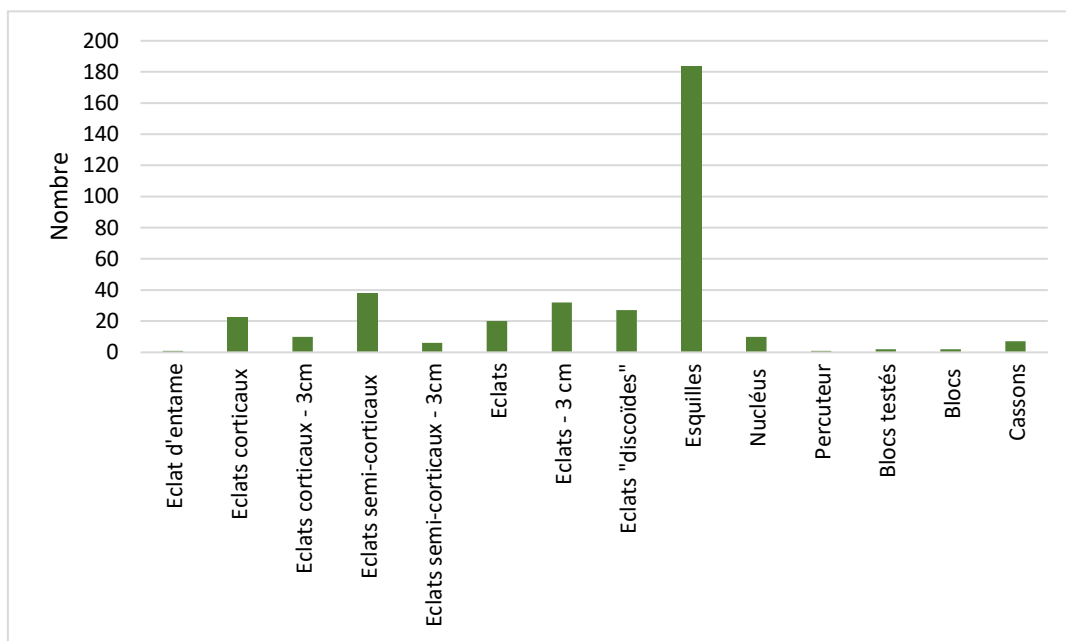


Figure 58. Composition technologique du niveau 3.

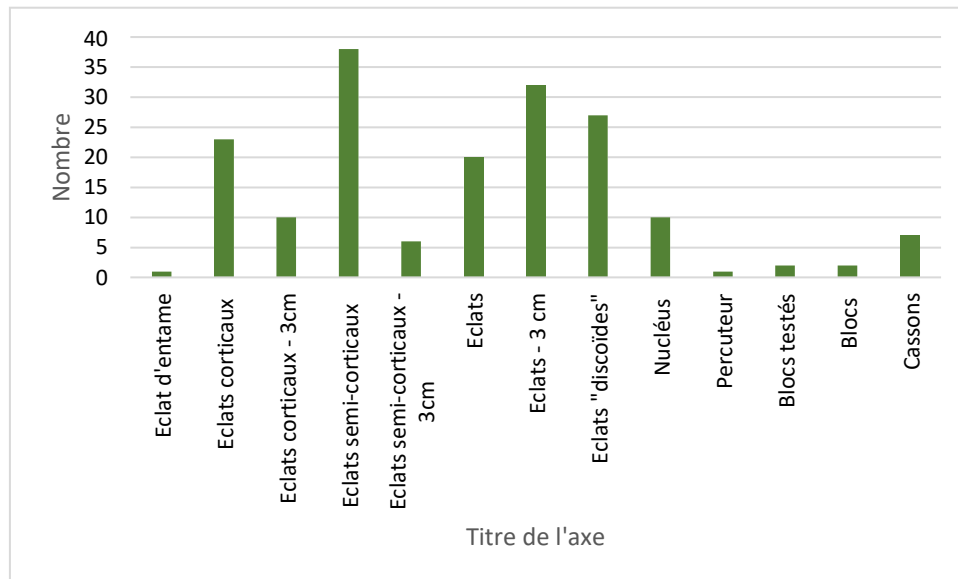


Figure 59. Composition technologique du niveau 3 (esquilles non comprises).

Détermination	Nbre	%
Éclat d'entame	1	0,28
Éclats corticaux	23	6,33
Éclats corticaux - 3cm	10	2,76
Éclats semi-corticaux	38	10,47
Éclats semi-corticaux - 3cm	6	1,65
Éclats	20	5,51
Éclats - 3 cm	32	8,81
Éclats "discoïdes"	27	7,43
Esquilles	184	50,69
Nucléus	10	2,76
Percuteur	1	0,28
Blocs testés	2	0,55
Blocs	2	0,55
Cassons	7	1,93
Totaux	363	100

Tableau 25. Décompte des artefacts du niveau 3.

Type de talons	Nombre
Lisses	96
Punctiformes	22
Corticaux	9
Dièdres	8
Facettés	4
Linéaires	1
Total	140

Tableau 26. Décompte des talons du niveau 3.

Le débitage Discoïde est le système le mieux représenté. Six nucléus de ce type ont été identifiés. Quatre exemplaires ont été exploités sur une surface, deux autres sur deux surfaces (figure 60).

Trois nucléus unipolaires sont aussi présents dans cette série. Le dernier est informe (tableau 27).

L'un des nucléus illustre particulièrement la difficulté de différencier le débitage Discoïde du débitage Levallois récurrent centripète (figure 60, 2). Il est constitué de deux surfaces hiérarchisées, l'une servant de plan de frappe pour le débitage de la seconde. De plus, l'axe de percussion est presque parallèle au plan de séparation de ces deux surfaces, ce qui a laissé des contre-bulbes peu profonds. La confusion entre nucléus Levallois et nucléus Discoïde est possible sur base de la morphologie. Au regard de l'ensemble de la série, il a été considéré comme appartenant à la catégorie des nucléus Discoïdes unifaciaux. Ce problème de différenciation a déjà été évoquée à propos de l'industrie lithique du site de Beauvais, où le débitage Discoïde est le système de production exclusif : « *Une seule surface devient productive, l'autre sert alors uniquement de plan de frappe, et subit donc moins les effets de la réduction du nucléus. Une ressemblance morphologique avec un nucléus Levallois exploité selon une méthode récurrente centripète est alors possible. Toutefois, les enlèvements sont détachés selon un angle sécant, et laissent de profonds contre-bulbes. Ceux-ci seraient peu opportuns dans le cadre du maintien des convexités d'une surface Levallois. Une seconde différence est faite au niveau de la direction des enlèvements. En effet, sur les surfaces de production discoïde, les enlèvements sont plus fréquemment débités de façon cordale que dans le cas d'une méthode Levallois. Les produits ainsi obtenus sont des éclats débordants et des pointes pseudo-Levallois. Ces observations démontrent l'appartenance de ce type de nucléus à une méthode de débitage Discoïde. L'angle d'articulation des deux surfaces productives est dans la plupart des cas de l'ordre de 80° à 90°, tout comme pour le cas des nucléus à deux surfaces exploitées alternativement* » (Locht, 2004 : figure 61). L'ensemble de la série est ainsi dominé par le débitage Discoïde, associé à une production de type unipolaire parallèle, à l'instar d u niveau 1.

Nucléus Discoïdes	6
Nucléus unipolaire	3
Nucléus informes	1
Total	10

Tableau 27. Décompte des nucléus du niveau 3.

Au total, 27 éclats typiques d'une production Discoïde ont été retrouvés dans le niveau 3 (tableau 28). Les pointes pseudo-Levallois sont assez nombreuses (tableau 28). Parmi ces pointes, neuf exemplaires sont désaxés et légèrement débordants, comme celles identifiées dans les niveaux 1 et 2 (figure 62, 5 et 6). L'une d'entre elles a été chauffée (figure 63). Elle a été envoyée au laboratoire ReSArtes pour datation par thermoluminescence. En raison de la crise sanitaire ce type d'analyse a pris du retard et les résultats ne sont pas encore connus.

Éclat 1X1	1
Éclats débordants	3
Éclats plus larges que longs	3
Pointes pseudo-Levallois	14
Éclats à profil brisé	2
Éclats réguliers	4
Total	27

Tableau 28. Décompte des différents produits issus du débitage Discoïde du niveau 3.

Trois remontages illustrent les modalités de production des pointes pseudo-Levallois et des éclats à profil brisé. Le premier associe une pointe pseudo-Levallois et un nucléus Discoïde uniface (figure 64). La pointe est détachée selon une percussion cordale, c'est-à-dire « ne passant pas par le centre (Meignen, 194).

Dans le second ensemble remonté, une pointe pseudo-Levallois se raccorde à un nucléus Discoïde exploités à partir de deux surfaces (figure 65). Celles s'articulent selon un angle de 90° et sont situées dans des plans perpendiculaires, selon une modalité décrite sur le gisement de Beauvais (Locht, 2004).

Le troisième remontage est constitué d'un nucléus Discoïde uniface et un éclat à profil brisé (figure 66). Ce type d'éclat est destiné à abaisser la convexité centrale trop marquée de la surface, due au détachement sécant des éclats précédents. Débité de façon centripète, cet éclat emporte l'excédent de matière première, ce qui lui confère ce profil brisé. Sur son extrémité distale se trouve donc un négatif d'éclat débité de façon perpendiculaire ou opposée.

À l'instar des deux premiers ensembles lithiques, la production est expédiente et vise à l'obtention rapide de supports par le biais de schéma technique simples. Il faut noter dans ce niveau, l'absence d'éclats typologiquement Levallois.

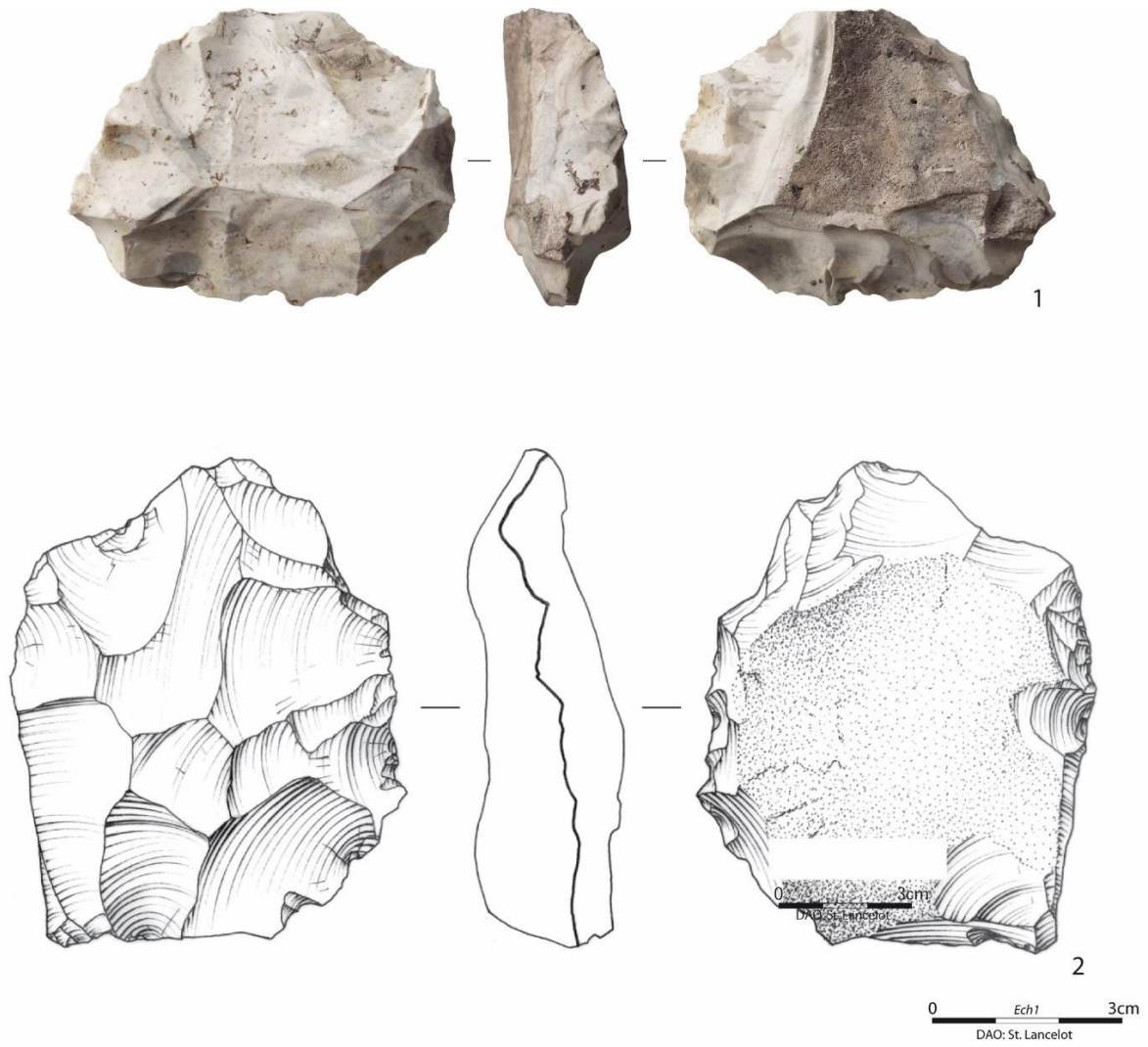


Figure 60. Niveau 3. Nucléus Discoïdes uniface (DAO : S. Lancelot, Inrap).

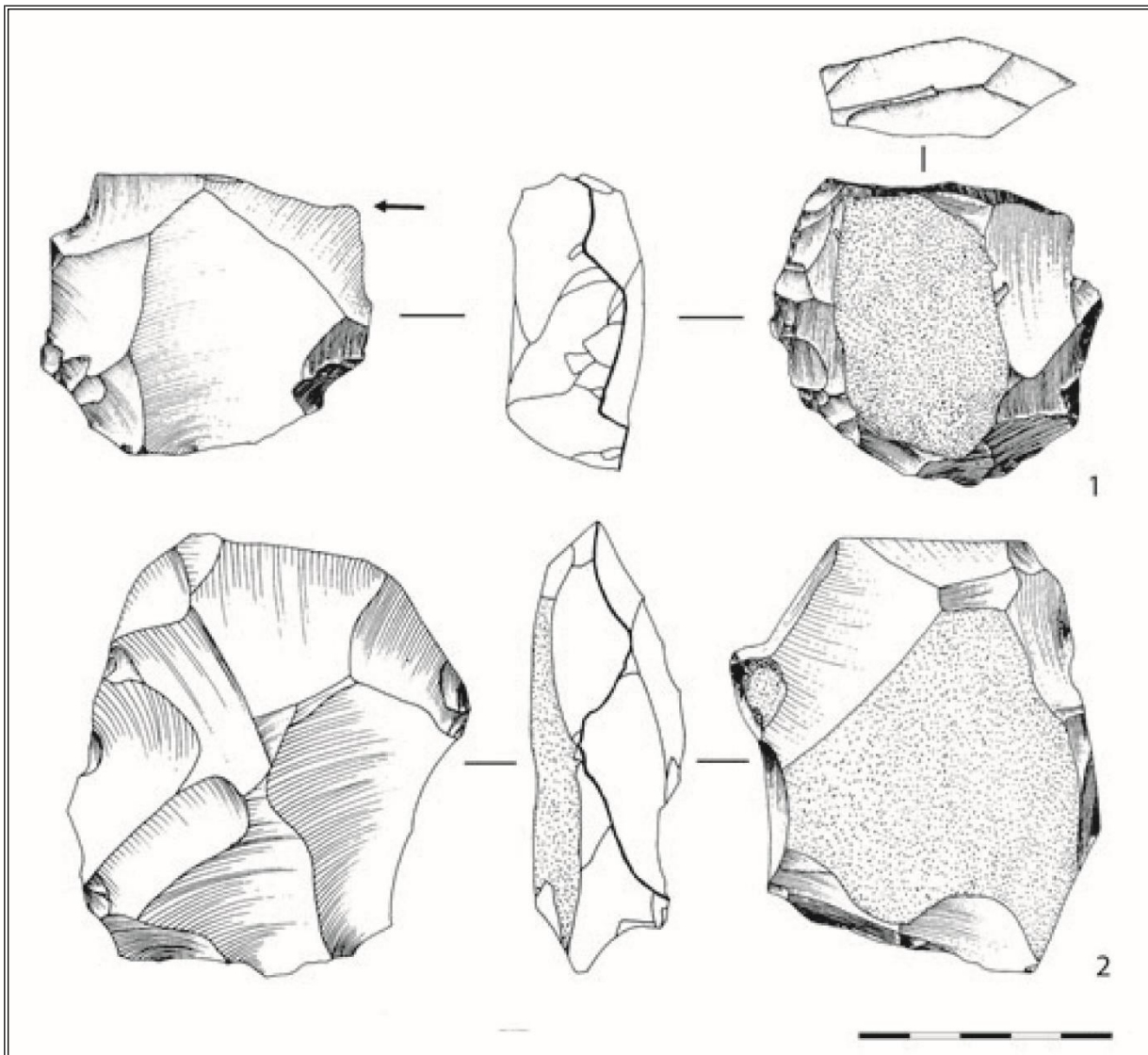


Figure 61. . Beauvais. Nucléus Discoïdes unifaces (Locht, 2004).

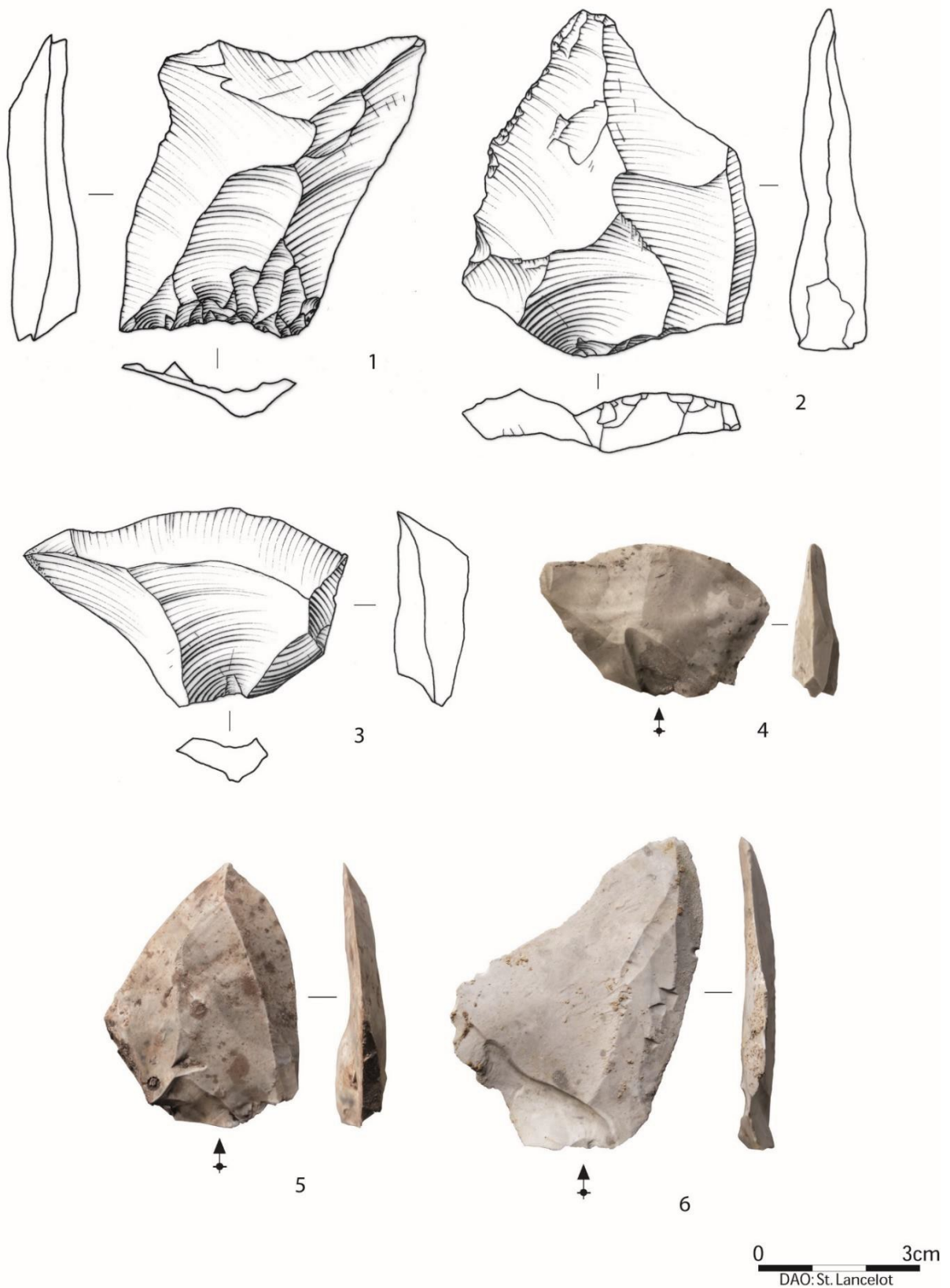


Figure 62. Niveau 3. 1 et 2. Éclats typologiquement Levallois. 3 à 6. Pointes pseudo-Levallois (DAO : S. Lancelot, Inrap).



Figure 63. Pointe pseudo-Levallois chauffée (DAO : S. Lancelot, Inrap).

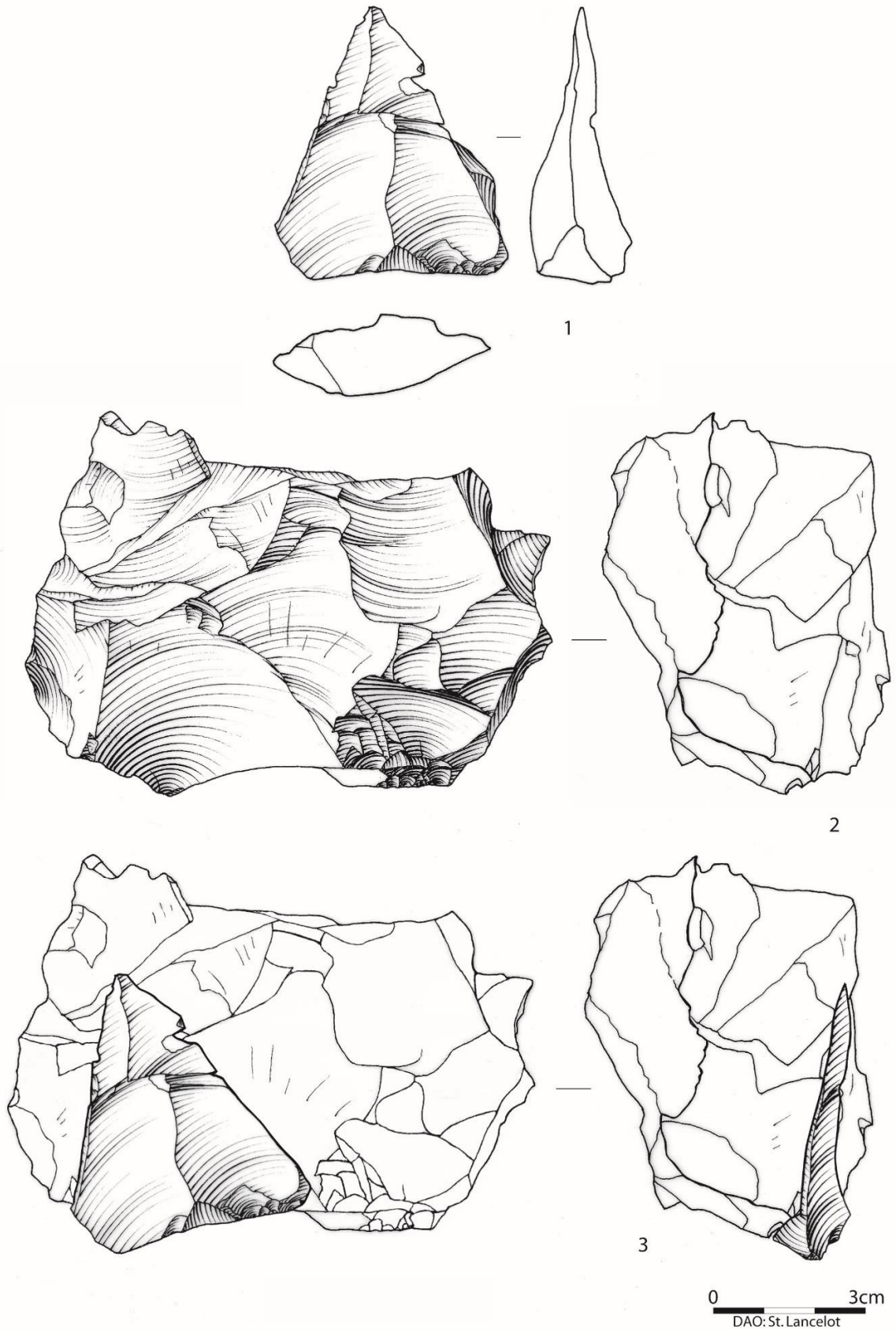


Figure 64. Niveau 3. Remontage d'une pointe pseudo-Levallois (1) sur un nucléus Discoïde uniface (DAO : S. Lancelot, Inrap).

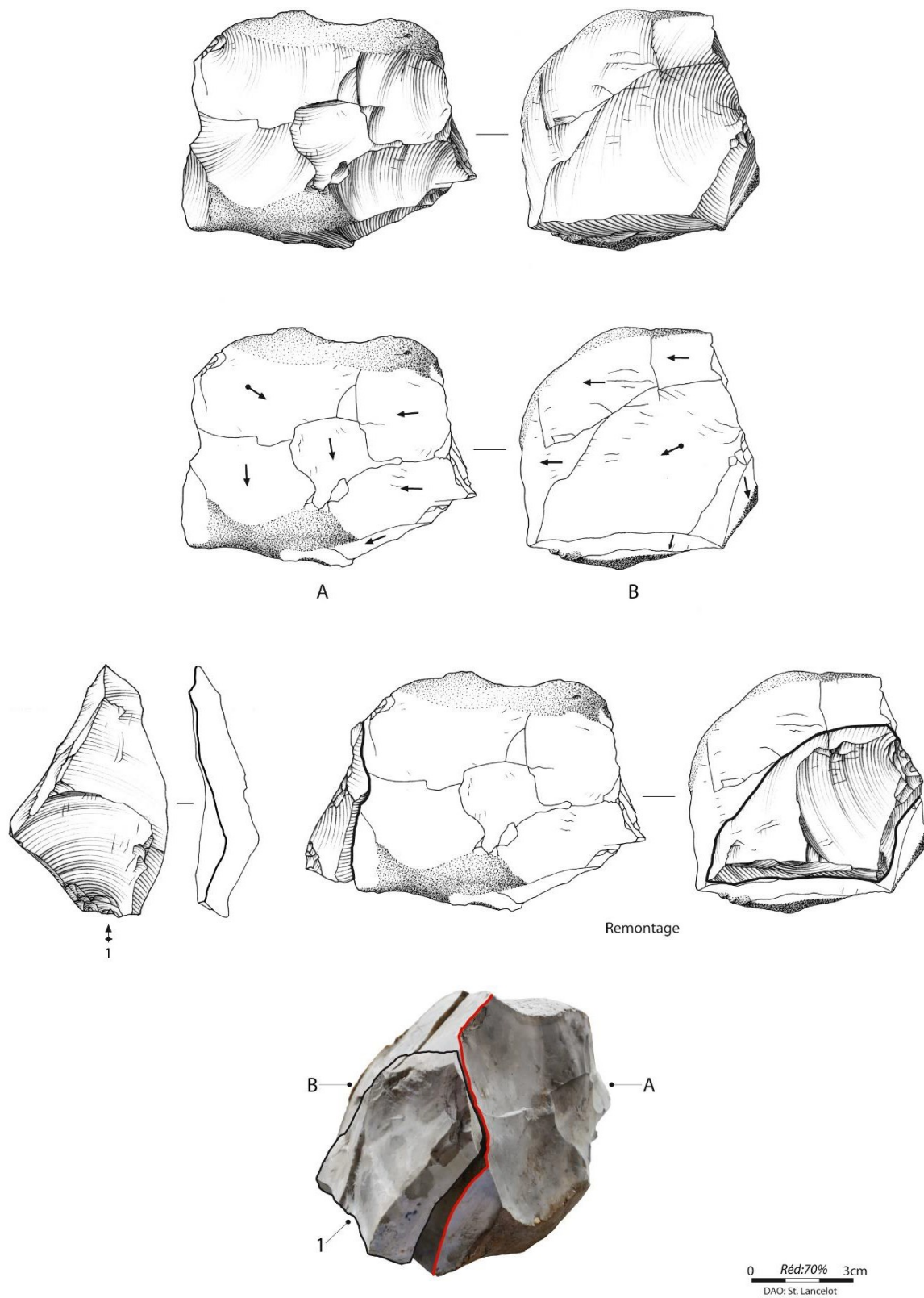


Figure 65. Niveau 3. Remontage d'une pointe pseudo-Levallois sur un nucléus Discoïde à deux surfaces perpendiculaires (DAO : S. Lancelot, Inrap).

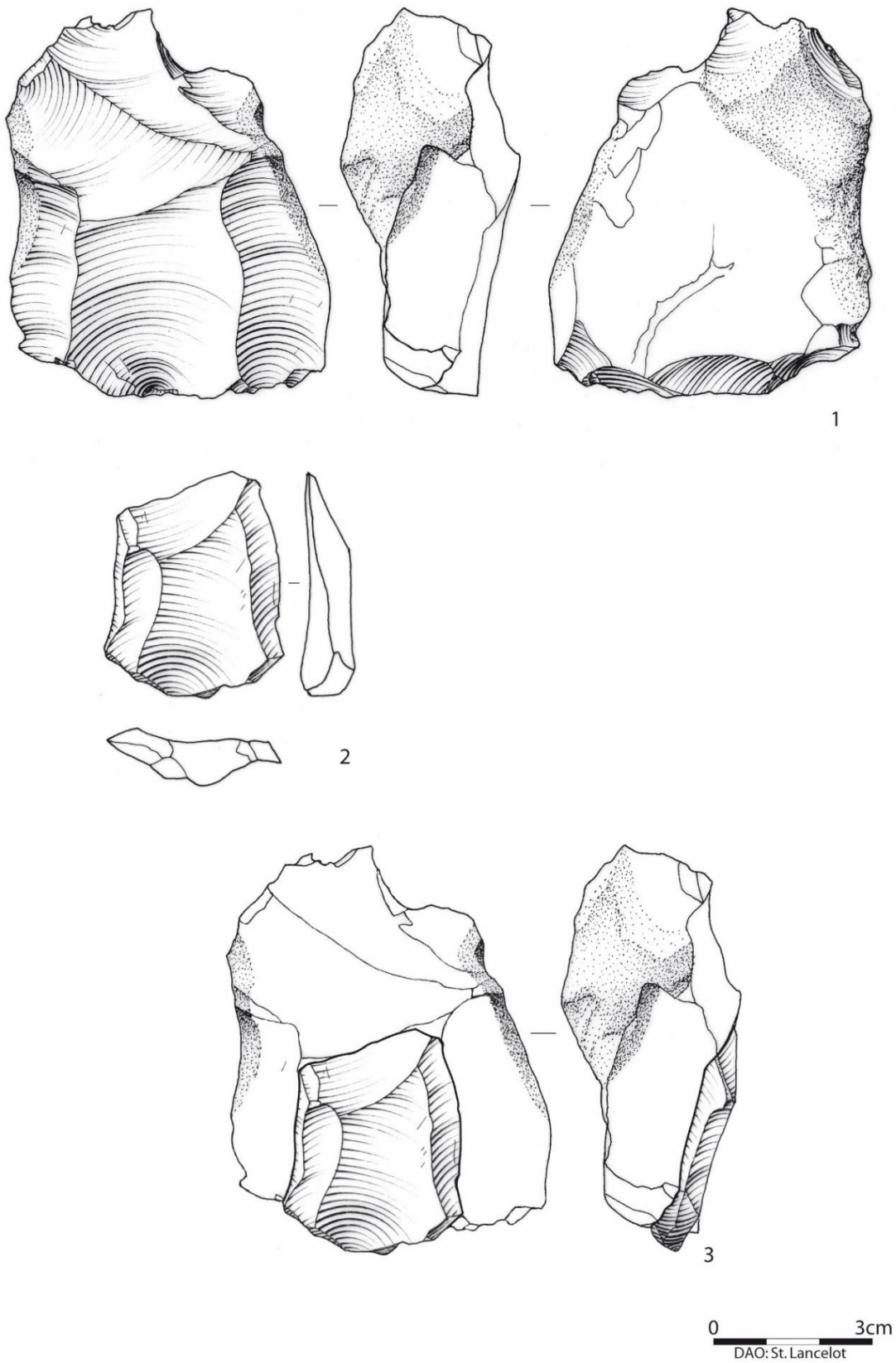


Figure 66. Niveau 3. Remontage d'un éclat à profil brisé (2) sur un nucléus Discoïde uniface (1) (DAO : S. Lancelot, Inrap).

X.5. Le niveau 4

Constitué de 1445 artefacts, le niveau 4 est le plus riche. Au total, 150 artefacts y ont été découverts durant cette triennale. Contrairement aux trois autres niveaux, les restes fauniques et les vestiges lithiques sont presque en nombre équivalent (figure 67). Les esquilles sont nombreuses (n = 332). Leur présence, ainsi que celle d'éclats d'entame, de nombreux éclats corticaux et des nucléus résiduels, indique que la taille a eu lieu sur place (figures 68 et 69 ; tableau 29).

Par comparaison aux autres ensembles du secteur 2, celui-ci se démarque par la belle facture et la plus grande taille des produits lithiques. À nouveau, les talons lisses sont les plus nombreux (tableau 30).

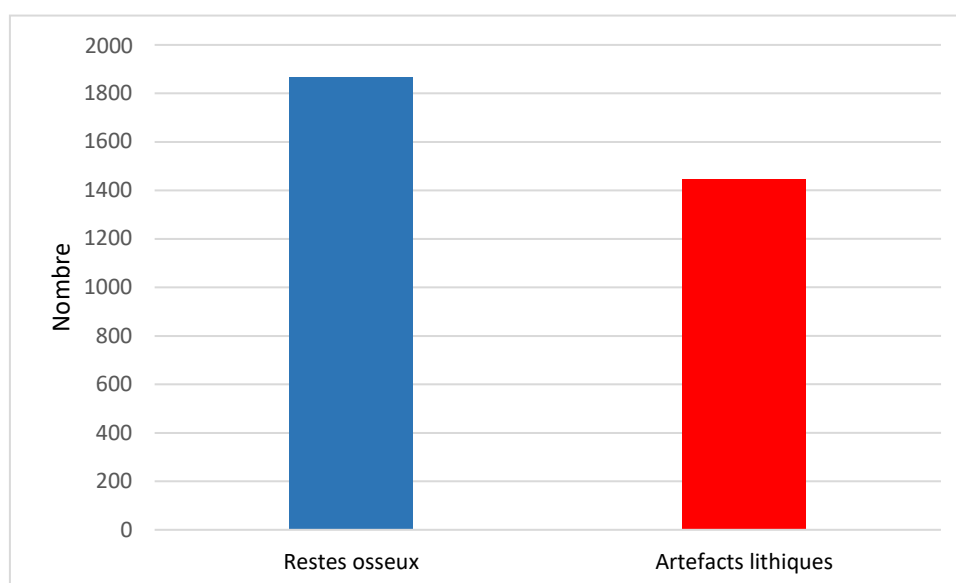


Figure 67. Proportions des restes osseux et des artefacts lithiques du niveau 4 .

Détermination	Nbre	%
Éclats d'entame	9	0,62
Éclats corticaux	87	6,02
Éclats corticaux - 3cm	41	2,84
Éclats semi-corticaux	59	4,08
Éclats semi-corticaux - 3cm	40	2,77
Éclats	110	7,61
Éclats - 3 cm	237	16,4
Éclats " Levallois"	2	0,14
Éclats "discoïdes"	76	5,26
Esquilles	711	49,2
Nucléus	21	1,46
Percuteur	1	0,07
Blocs testés	8	0,55
Blocs testés	3	0,21
Cassons	40	2,77
Total	1445	100

Tableau 29. Décompte des artefacts du niveau 4.

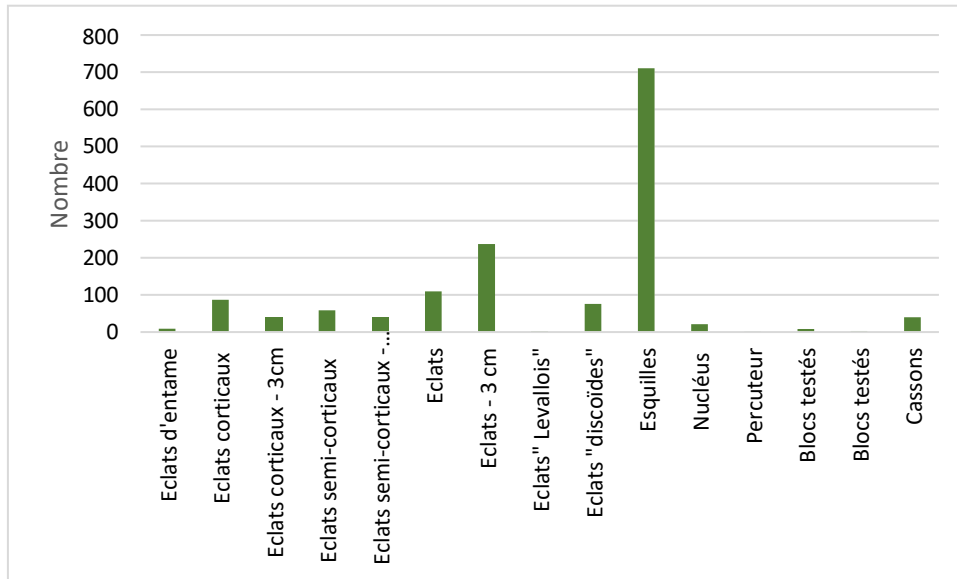


Figure 68. Composition technologique du niveau 4.

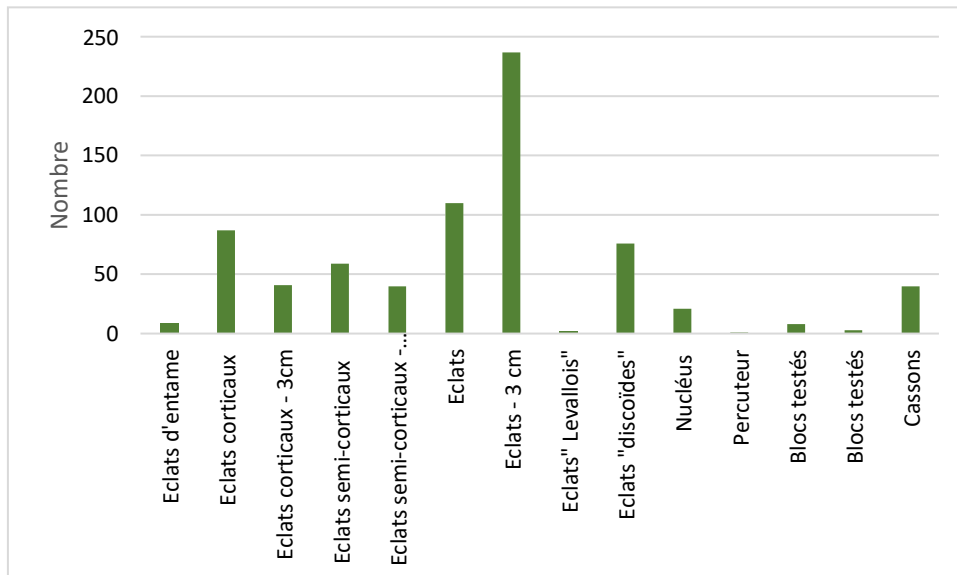


Figure 69. Composition technologique du niveau 4 (esquilles non comprises).

Type de talons	Nombre
Lisses	289
Punctiformes	122
Corticaux	18
Dièdres	20
Facettés	9
Linéaires	6
Total	764

Tableau 30. Décompte des talons du niveau 4.

Pour la production d'éclats, le débitage unipolaire est le système le plus utilisé (figure 70, 1 et tableau 31). Les nucléus « Levallois » et Discoïdes sont en nombre presque équivalent. Les

exemplaires Levallois bipolaires de modalité récurrente (n = 4 : figure 70, 2 et 3 ; figure 71, 2) et bipolaire (n = 1, figure 70, 4). Seuls deux éclats typologiquement Levallois ont été retrouvés. Les mêmes réserves quant à ce type de débitage doivent être émises que pour le nucléus du niveau 3. La réalisation d'autres remontages, en cours, devrait permettre d'identifier clairement les objectifs de la production et les mécanismes de réduction des nucléus.

Les nucléus Discoïdes n'ont été exploités que sur une seule surface (figure 71, 1). Ils ont produit des éclats typiques de ce type de débitage (figure 72, 2 à 6 ; figure 73 et tableau 32) : pointes pseudo-Levallois (n = 23), éclats débordants (n = 19), éclats à profil brisé (n = 10), éclats réguliers (n = 8) éclats plus larges que longs (n = 5) et éclats pointus (n = 4). À nouveau, neuf exemplaires de pointes pseudo-Levallois sont désaxés (figure 73, 4).

Un seul outil retouché a été retrouvé dans le niveau 4. Il s'agit d'un denticulé aménagé par la juxtaposition de coches (figure 38, 1). Il n'est pas sans évoquer celui du niveau 1 (figure 72, 1).

Nucléus Levallois	5
Nucléus Discoïdes	4
Nucléus unipolaire	10
Nucléus bipolaires	2
Total	21

Tableau 31. Décompte des nucléus du niveau 4.

Éclats 1X1	7
Éclats débordants	19
Éclats plus larges que longs	5
Pointes pseudo-Levallois	23
Éclats pointus	4
Éclats à profil brisé	10
Éclats réguliers	8
Total	76

Tableau 32. Décompte des différents produits issus du débitage Discoïde du niveau 4.

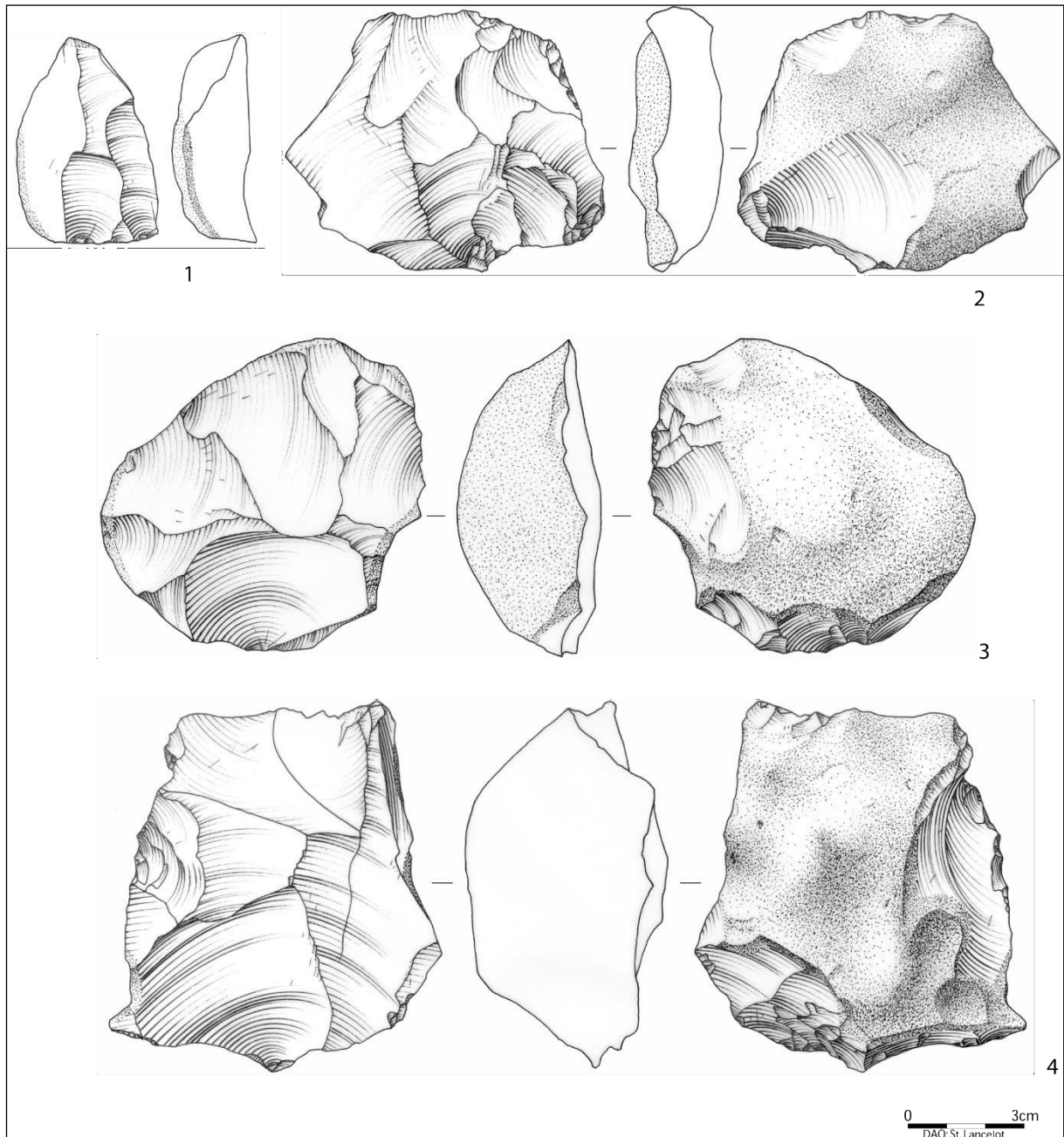


Figure 70. 1. Nucléus unipolaire parallèle. 2 et 3. Nucléus Levallois récurrents centripètes. 4. Nucléus Levallois récurrent bipolaire (DAO : S. Lancelot, Inrap).

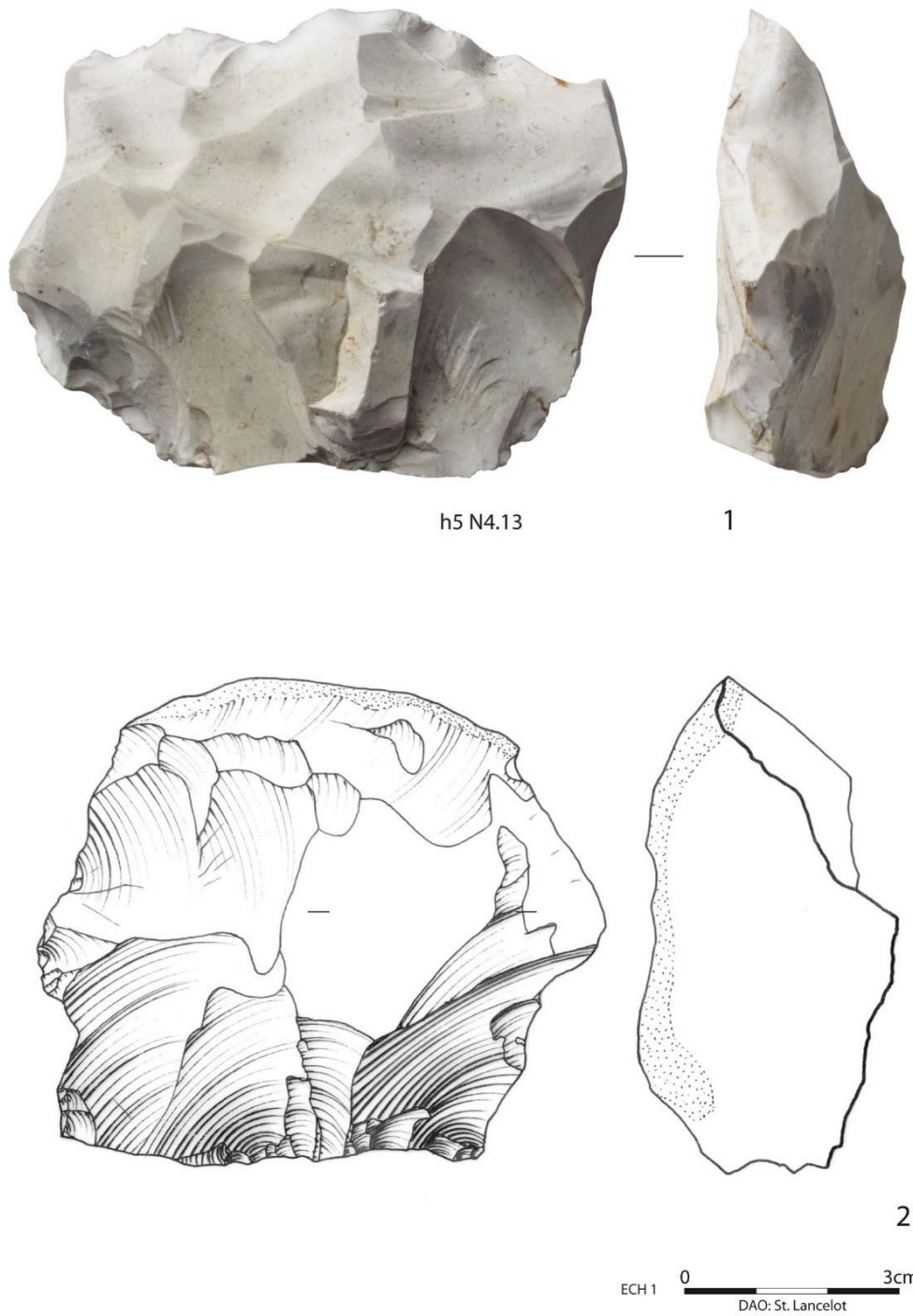


Figure 71. 1. Nucléus Discoïde uniface. 2. Nucléus Levallois récurrent centripète (DAO : S. Lancelot, Inrap).

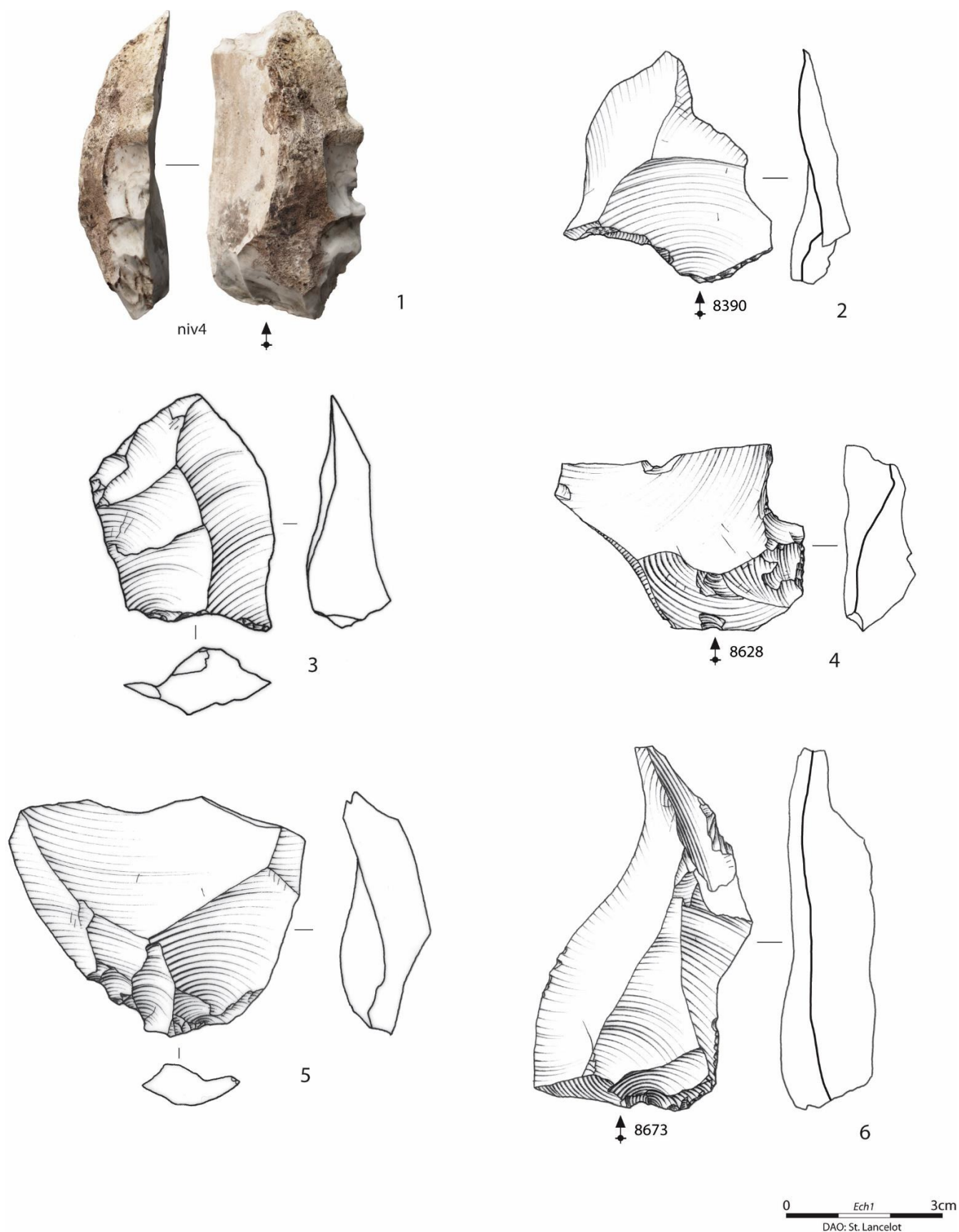


Figure 72. Niveau 4. 1. Denticulé. 2 et 3. Pointes pseudo-Levallois. 4. Éclat débordant. 5. Éclat plus large que long. 6. Éclat à profil brisé (DAO : S. Lancelot, Inrap).

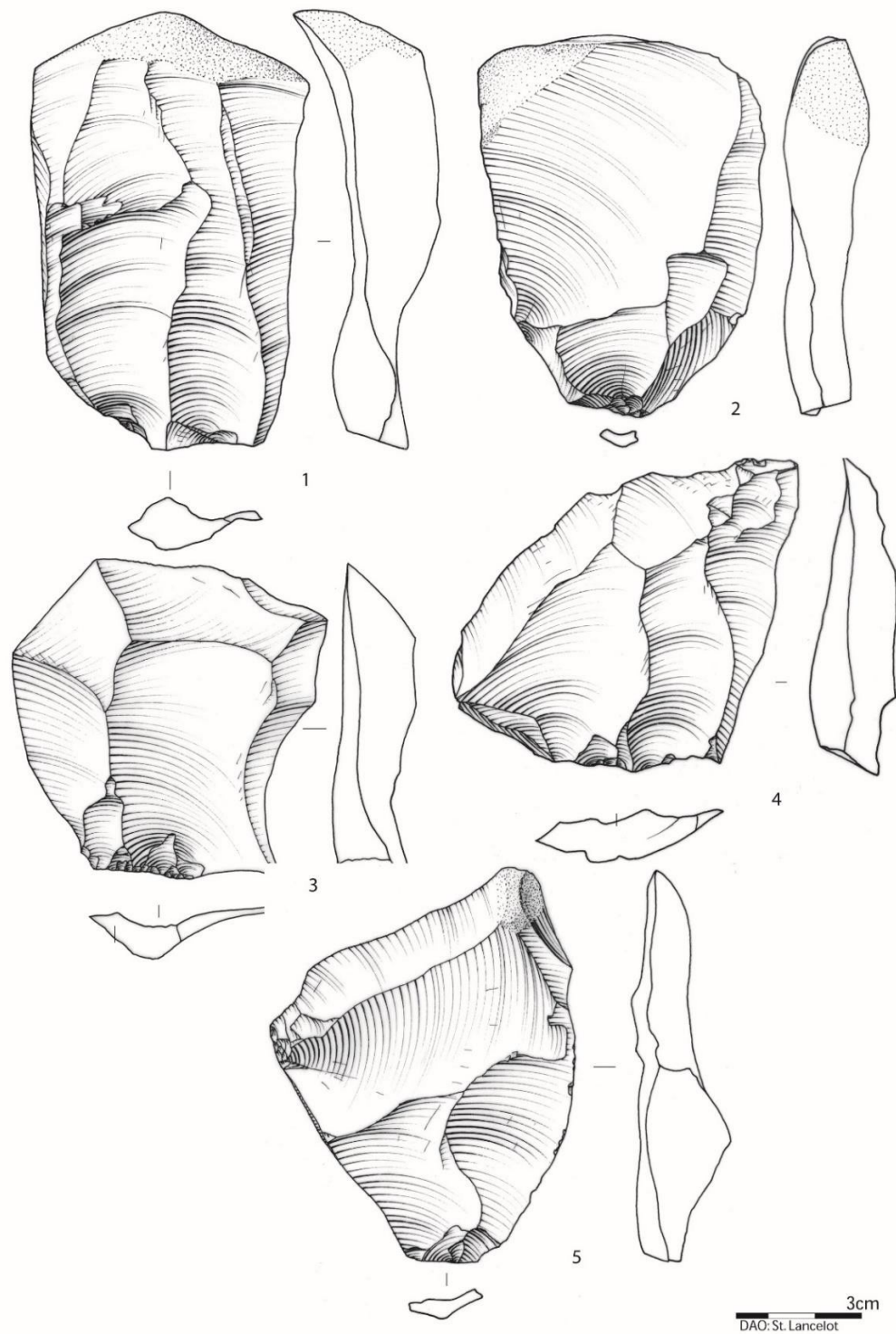


Figure 73. Niveau 4. 1 et 2. Éclat s. 3. Éclat à profil brisé. 4 et 5. Pointes pseudo-Levallois (DAO : S. Lancelot, Inrap).

X.6. Considérations sur les industries eemiennes

Depuis la découverte de Caours, la connaissance du peuplement eemien du Nord-Ouest de l'Europe a été consolidée, avec la découverte du gisement de Waziers dans le Nord (Hérisson *et al.*, 2017). Près d'une trentaine d'artefacts y ont été découverts. Peu d'entre eux sont diagnostiques, mais la présence du débitage Levallois et d'un débitage direct unipolaire est probable.

En Normandie, l'industrie la plus récente du site de Grossoeuvre (Eure), préservée au sein de la stratigraphie compactée d'une doline, a été datée de 130 ± 8 ka par thermoluminescence sur silex chauffé et attribuée à l'Eemien. L'industrie est caractérisée par la présence d'une production Levallois unipolaire et centripète, ainsi que celle d'un mode de débitage Discoïde (Cliquet *et al.*, 2003). L'industrie de Montfarville-Anse du Quéry (Manche), incluse dans une plage fossile, a été datée de 126 ± 11 ka (OSL sur sédiment). Une production Levallois et un débitage laminaire sans doute volumétrique y sont associés (Coutard et Cliquet, 2005 ; Coutard *et al.*, 2005). D'une manière générale, l'association des débitages Discoïdes et Levallois semblent être une des caractéristiques des industries eemiennes (Locht *et al.*, 2016).

Une considération d'ordre général à propos des industries lithiques eemiennes peut être réalisée après un tour horizon de la littérature européenne (Wenzel, 2007 ; Pop, 2014 ; Loch et Depaepe 2015 ; Hérisson *et al.* 2017 ; Loch 2018). Les débitage Levallois et Discoïde y sont bien représentés, mais ces séries semblent caractérisées par de faibles investissements techniques et apparaissent de facture assez moyenne. La difficulté de l'approvisionnement en matière première de bonne qualité dans un environnement boisé et fermé peut être une explication partielle à ce phénomène (Locht *et al.* 2014). Mais des hypothèses peuvent être formulées, selon lesquelles l'outillage de pierre avait un rôle secondaire en regard des autres matériaux comme le bois, facilement disponible en contexte interglaciaire (Otte, 2015). La lance d'âge eemien de Lehringen (Allemagne), à l'instar de celles plus anciennes de Schönigen (Allemagne), en est un exemple remarquable (Thieme et Veil, 1985 ; Thieme 1997). Rarement conservés, les artefacts en bois lèveraient ainsi une partie du voile sur la composante végétale de la panoplie d'armes de chasse des Néandertaliens. L'abondance des denticulés, souvent utilisés pour le travail du bois, dans les industries lithiques eemiennes d'Allemagne, peut aussi abonder en ce sens (Thiébaud, 2005 ; Richter, 2005).

Les cinq niveaux archéologiques de Caours permettent d'avoir une approche technologique détaillée des systèmes techniques mis en œuvre par les Néandertaliens durant le dernier interglaciaire. Ceux-ci sont caractérisés par l'association probable, du moins dans certains niveaux, des débitages Discoïdes et Levallois. Les nucléus Discoïdes sont le plus souvent unifaciaux. Les quatre ensembles lithiques de Caours illustrent bien la difficulté de distinguer ces nucléus des nucléus Levallois récurrents centripètes dans des séries où ces deux modalités de production semblent coexister. Attribuer tel ou tel artefacts de Caours à tel ou tel système de production est, en l'état actuel des remontages, impossible. La réalisation des remontages en cours permettra de mieux comprendre les modalités de réduction des nucléus et d'identifier la totalité des schémas de production mis en œuvre par les artisans préhistoriques durant l'Eemien. Leur étude dynamique permettra de mieux décrypter les déplacements intra-site et de mieux percevoir la structuration de l'espace occupé par chacun des groupes néandertaliens de Caours.

L'investissement technique observés dans les quatre séries lithiques de Caours est faible, et la production d'éclats répond à un besoin d'obtention rapide de supports tranchants bruts pour la

découpe des carcasses animales. Les outils retouchés sont absents. Seuls deux denticulés ont été trouvés, l'un dans le niveau 1, l'autre dans le niveau 4. Les implantations moustériennes de Caours démontrent à nouveau l'adaptativité et la souplesse des cultures néandertaliennes, capables d'exploiter tout type d'environnement, steppique ou interglaciaire.

XI. Analyse spatiale des niveaux archéologiques de Caours

Gwénaëlle Moreau (vestiges fauniques) et Jean-Luc Loch (lithique)

L'année 2020 a été l'occasion d'approfondir l'étude spatiale du site de Caours sur l'ensemble du matériel faunique et lithique des quatre niveaux archéologiques principaux (N1, N2, N3 et N4). Ces trois dernières années, l'intégralité des niveaux 1, 2, 3 et 4 a été réexaminées pour intégration à la base de données adossées au SIG. Un inventaire réactualisé de la composition technologique de ces ensembles est donc proposé dans le présent rapport. La réalisation de plan par catégories d'objets est maintenant automatisée. Ces plans figurent dans les différents paragraphes consacrés à l'analyse spatiale.

XI.1. Méthodes :

- Protocole de relevé du matériel archéologique

Le relevé traditionnel sur minute de fouille (papier millimétré) est secondé par un système de relevé photo. Il s'agit d'ortho-photos prises à l'aide d'un appareil photo reflex, d'un niveau à bulle cubique et d'un trépied (Figure 74). À chaque démontage de chaque maille du carroyage correspond une photo au minimum (plus en cas d'ensembles complexes).



Figure 74. Appareil photo muni d'un niveau à bulle cube (Google Image)

- Dessin Assisté par Ordinateur (DAO)

Suite au relevé des vestiges, la photo est directement importée dans le logiciel de spatialisation (Qgis) à l'aide duquel nous effectuons le DAO. Les vestiges redessinés sont ainsi directement géoréférencés dans le Système d'Information Géographique (SIG) de Caours.

La photo est tout d'abord géoréférencée (Figure 75a). Les points de repère utilisés sont les quatre coins du carré, dont on connaît les coordonnées. On va ensuite redessiner en transparence chacun des vestiges (Figure 75b). Nous obtiendrons alors une couche de polygones géoréférencés. On effectuera les mêmes étapes pour les chenaux (renseignés niveau par niveau) et les limites de fouilles. L'étape finale de l'acquisition des données spatiales est l'extraction du nuage de points à partir de ces polygones (Figure 75c). Nous utilisons, à cette fin, une extension de Qgis qui permet d'extraire les coordonnées en x et en y du centre de chaque polygone (représentant un vestige).



Figure 75. Processus d'acquisition et d'enregistrement des données spatiales pour le site de Caours (exemple : carré f3, niveau 3 de Caours, photographie : G. Moreau).

- Analyse spatiale

- *Objectifs*

Les premières étapes de l'étude spatiale du site de Caours ont déjà permis de détecter une organisation des niveaux archéologiques résultants d'aires d'activités humaines. Les analyses de plus en plus approfondies mise en œuvre d'année en année permettront d'estimer leur nombre, leur distribution, leur fonction et leurs interactions.

Il est aujourd'hui bien établi qu'au Paléolithique, les aires d'activités humaines correspondent spatialement à des concentrations de vestiges résultant d'une ou plusieurs activités (Gabucio et al., 2018; Schiffer, 1972; Simeck and Larick, 1983; Whallon, 1973). Si nous voulons définir précisément ces zones de concentration, il faut étudier la distribution de ces vestiges. Cependant, les zones de concentration, définies de manière mathématique, ne peuvent pas systématiquement être assimilées au résultat d'une ou deux activités humaines clairement identifiables et individualisées dans l'espace de vie. Seule la caractérisation des vestiges constituant une zone de concentration permettra de vérifier que celle-ci correspond bien à une aire d'activité humaine et de préciser les activités à son origine.

- *Analyse maillée*

L'analyse maillée consiste en un comptage d'artefact par unité de surface – donc une densité. Cette année, nous avons utilisé cette méthode pour étudier la densité des esquilles lithiques par niveau d'occupation. En effet, le plus souvent, cette fraction, la plus fine du matériel lithique, est relevée par quart de mètre. La nature de ces données spatiales se prête donc tout particulièrement à l'analyse maillée.

Pour cette méthode, nous utiliserons le logiciel Qgis (version 3.10.1) et plus particulièrement l'outil « comptage de point par polygone ».

- *La Kernel Density Estimation*

La *Kernel Density Estimation* est une méthode de modélisation qui propose d'estimer une densité de vestiges, pour chaque cellule d'une grille de résolution définie, en fonction du nombre de vestiges présents dans le voisinage de la cellule analysée et de leur distance à celle-ci (Figure 76). Le voisinage de la cellule étudiée est décrit comme un cercle avec un rayon de recherche défini par l'utilisateur (Gatrell et al., 1996). Plus ce rayon sera grand, plus le résultat tendra vers une unique zone de concentration de vestiges, plus il sera petit et plus le résultat tendra vers une zone de concentration par vestige. Ainsi, si la résolution de la grille a un faible impact sur les résultats, le rayon de recherche est un paramètre fondamental de cette analyse. Dans notre cas, pour le fixer, nous utiliserons une méthode de sélection automatique – *Scott's rule of thumb* (Scott, 1992).

Pour cette méthode, nous utiliserons le logiciel statistique R (version 1.0.136) et plus particulièrement, la fonction « *bw.scott* » de la librairie « *spatstat* ». Nous présenterons finalement les résultats de la KDE via le logiciel Qgis (version 3.10.1). Dans les logiciels de ce type, les cartes résultant de la KDE sont couramment appelées Heatmap.

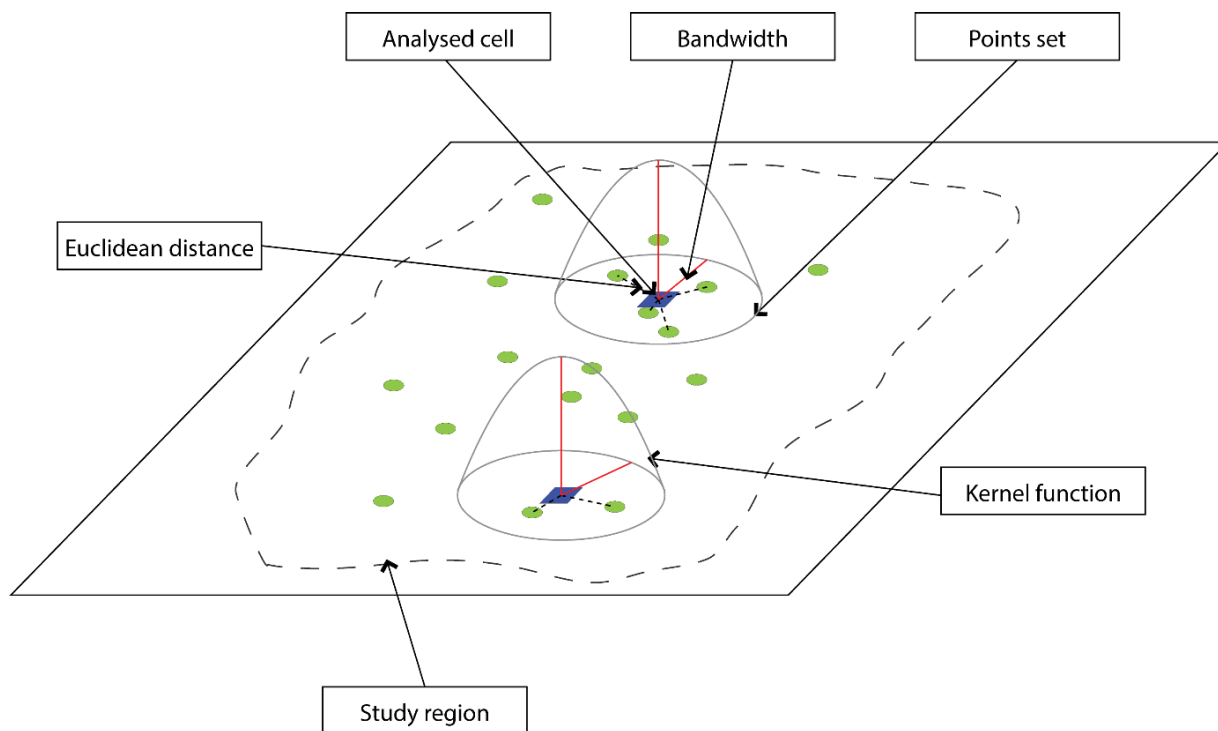


Figure 76. Illustration de la méthode de la Kernel Density Estimation (modifiée d'après Gatrell *et al.*, 1996).

XI.2. Répartition spatiale des vestiges du niveau 1

XI.2.1. Les artefacts lithiques

Les vestiges du niveau 1 sont localisés dans la partie nord-est de l'aire de fouille (figures 77 et 78). Dans la partie sud-ouest, l'unité stratigraphique 5 qui le contient n'a pas été préservée (figure 38). Quelques artefacts y ont été retrouvés en position remaniée lors des différentes phases de décapage. Un amas de débitage très riche a été retrouvé et fouillé en sape. Il témoigne d'une production de type Discoïde. Trois nucléus de ce type et un exemplaire polyédrique y sont inclus, de même que des pointes pseudo-Levallois et des éclats débordants. Ces artefacts n'ont pu être relevés en trois dimensions et ont été simplement prélevés. Ils ont été intégrés dans le SIG par m².

Dans la partie nord-est, les restes osseux dessinent une nappe dense, au sein de laquelle les artefacts lithiques sont disséminés. Ceux-ci sont nettement moins nombreux. À première vue, aucune organisation spatiale n'est discernable.

L'utilisation du feu est probable, comme l'atteste la présence d'un seul silex chauffé. Curieusement, il s'agit d'un grand éclat typologiquement Levallois qui se trouve dans l'amas de débitage au sud-est du site (figures 48, 1 et 79).

Le plan de localisation des nucléus montre que ceux-ci se trouvent dans les zones les plus riches en esquilles (figure 80). Quelques exemplaires se trouvent aux abords des zones à forte concentrations d'ossements fracturés. Leur usage en tant que percuteur peut être envisagé pour cette tâche.

Les éclats typiques d'un débitage Discoïde (pointes pseudo-Levallois, éclats débordants, éclats à profil brisé...) sont à proximité immédiate, mais ils se situent aux abords des zones riches en vestiges fauniques dont la grande majorité a été fracturée (figures 81 et 82). Ils se situent aussi tout près des ossements portant des stries de découpe. Les autres éclats de ce type sont localisés dans l'amas de la coupe sud-est, où ils sont très nombreux.

Il y a donc une partition de l'espace néandertalien avec une production sur place de ces supports, suivie d'une utilisation immédiate dans les aires dédiées à la boucherie.

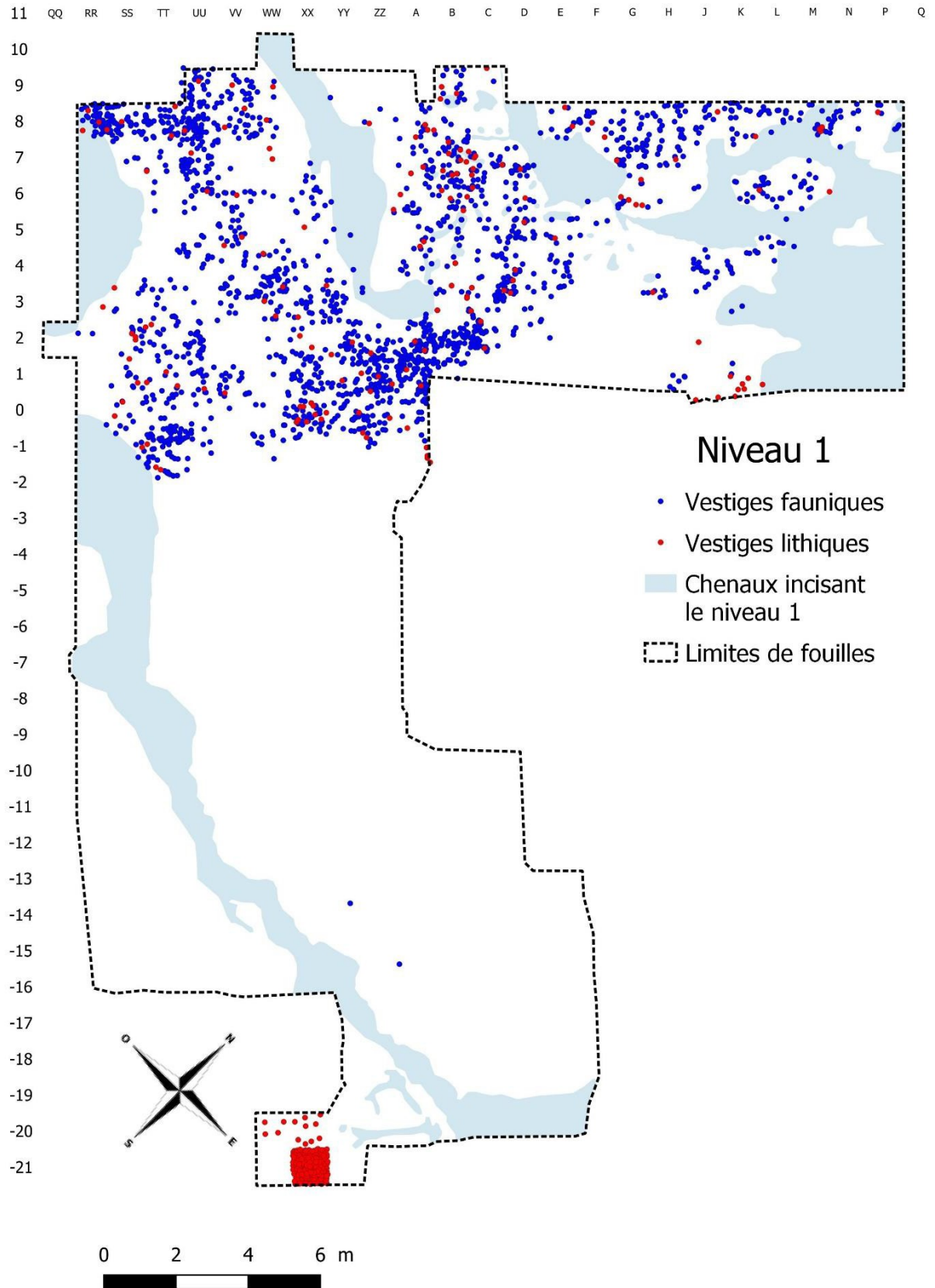


Figure 77. Localisation des vestiges du niveau 1 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

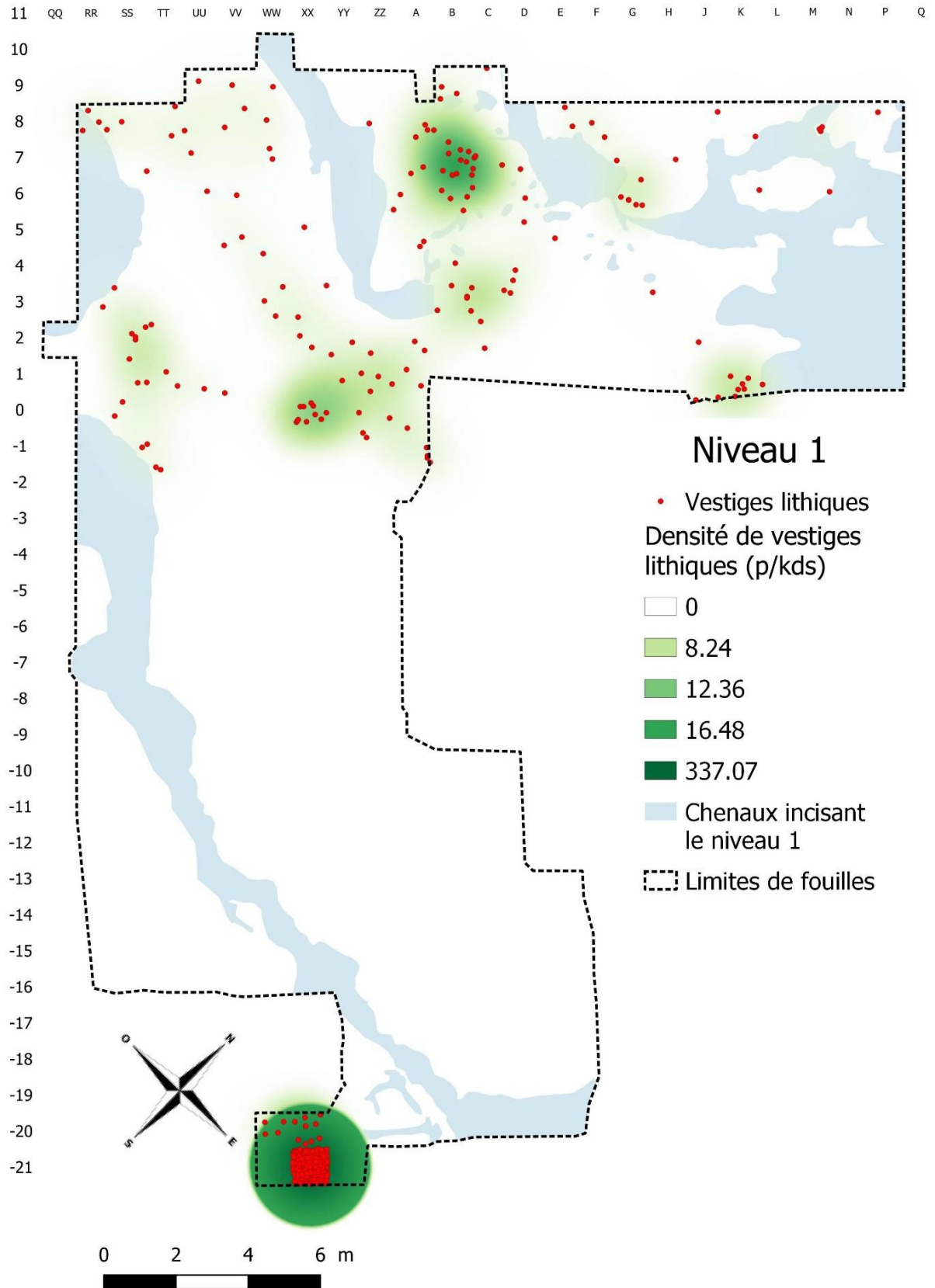


Figure 78. Localisation et densité des vestiges lithiques du niveau 1 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

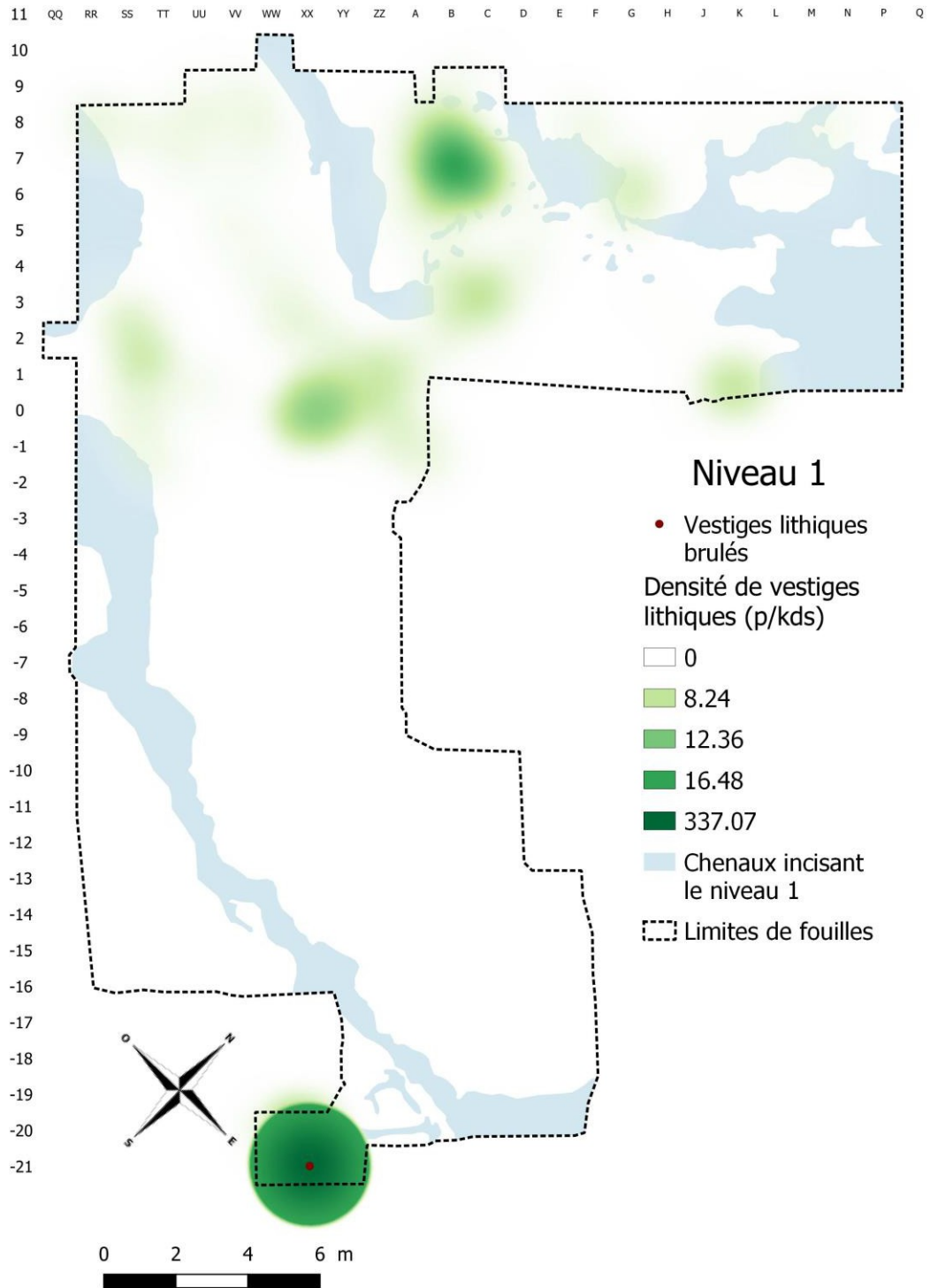


Figure 79. Localisation du silex chauffé du niveau 1 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

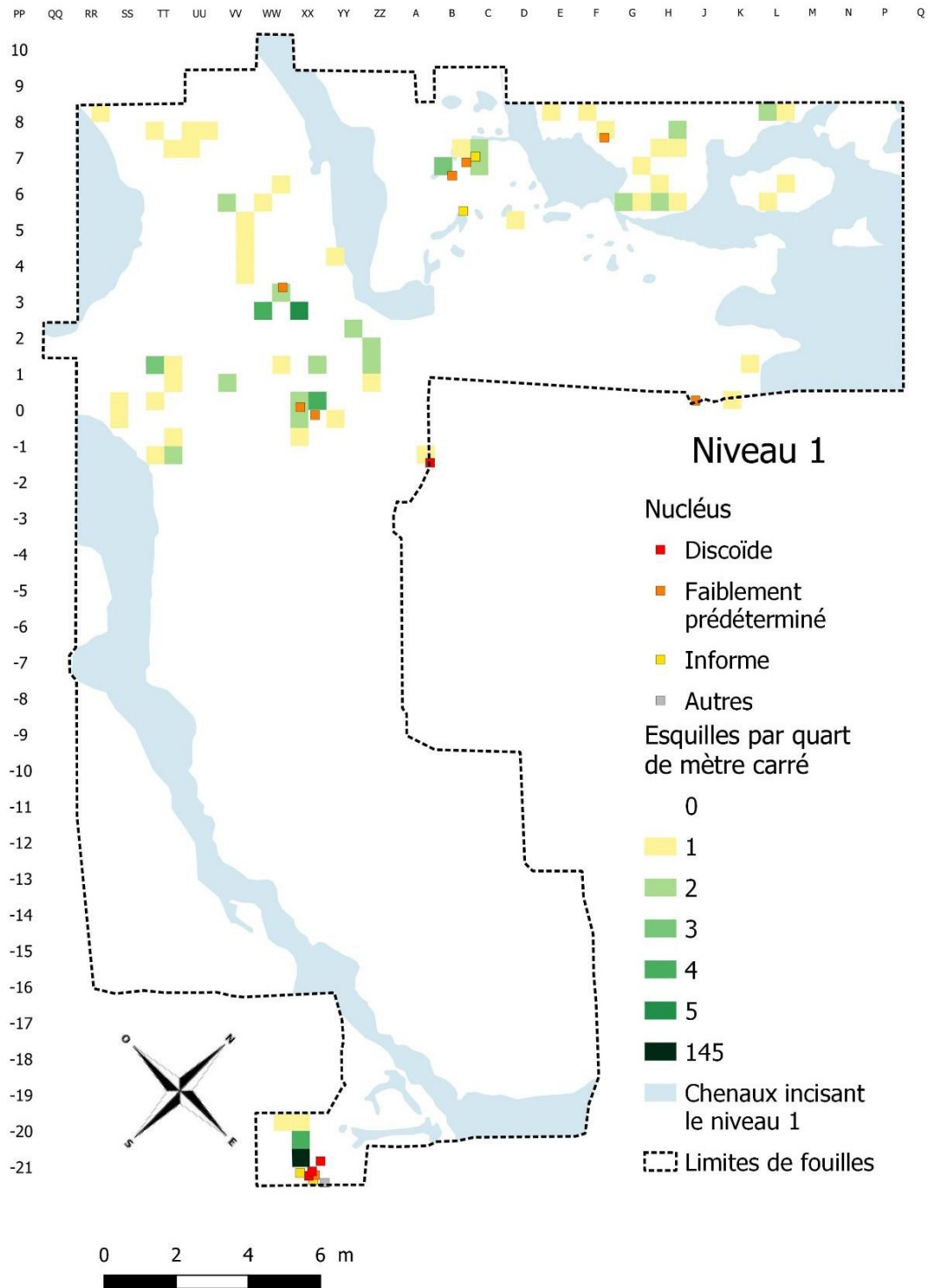


Figure 80. Localisation des nucléus et des esquilles du niveau 1 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

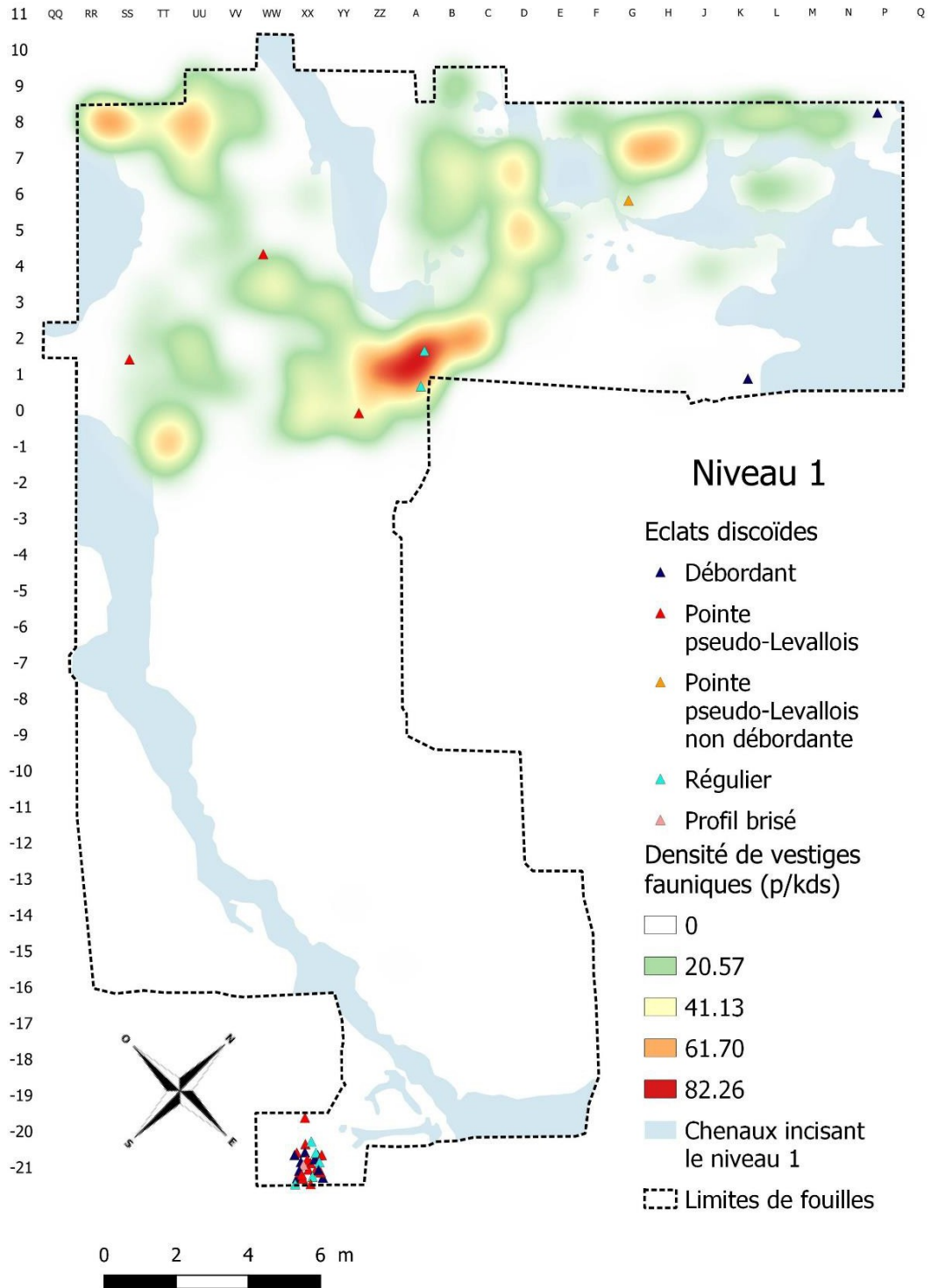


Figure 81. Localisation des produits typiques d'un débitage Discoïde du niveau 1 par rapport à la densité de vestiges fauniques (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

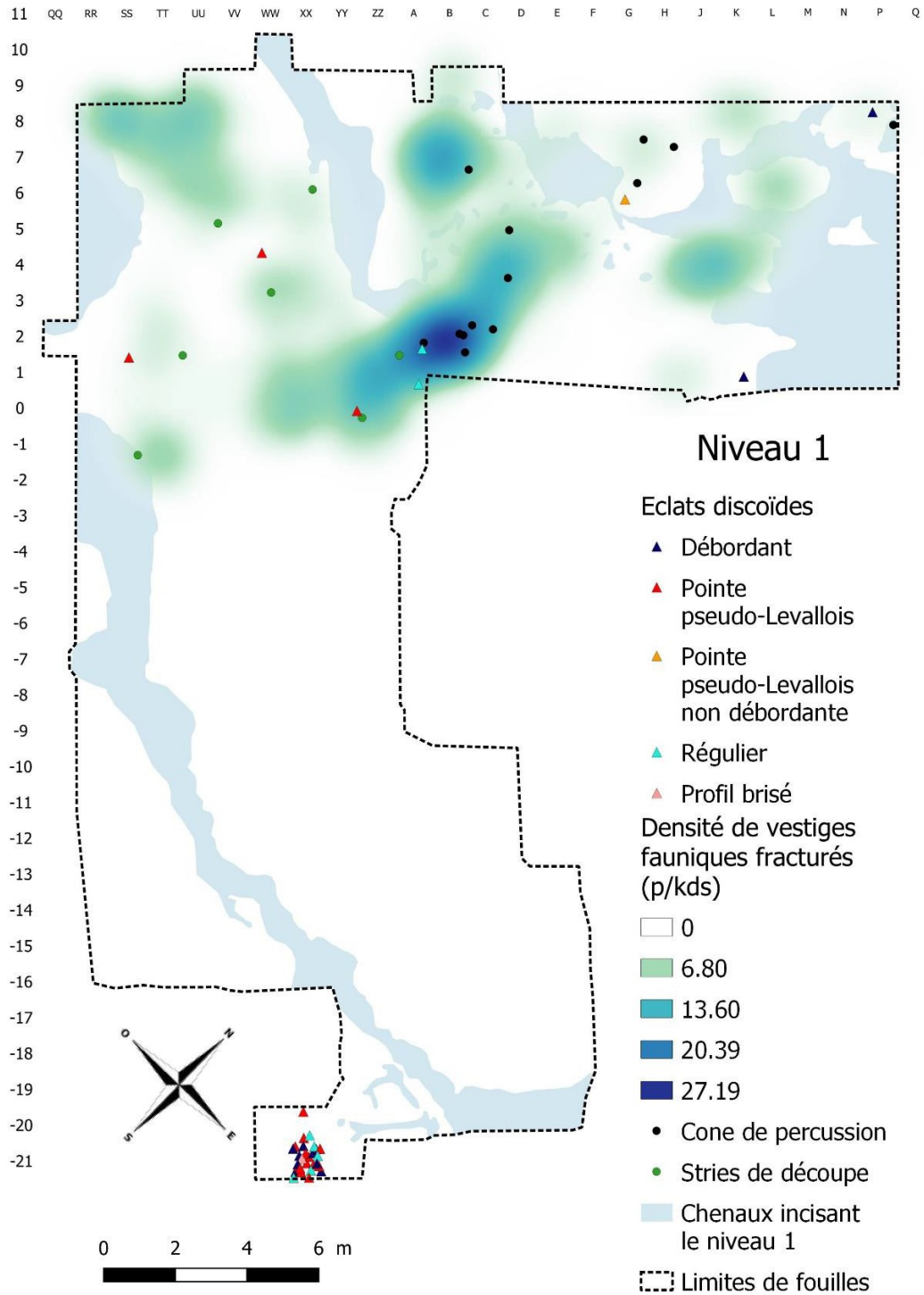


Figure 82. Localisation des produits typiques d'un débitage Discoïde du niveau 1 par rapport à la densité de vestiges fauniques fracturés (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

XI.2.2. Les vestiges fauniques

Pour les mêmes raisons taphonomiques que les artefacts lithiques, les vestiges fauniques du niveau 1 se concentrent sur la partie nord-ouest de l'aire de fouille. Plusieurs zones de fortes densités de vestiges fauniques sont discernables au sein de ce niveau d'occupation. La plus forte et la plus étendue d'entre elles se situe au sud-est de l'aire de distribution des vestiges. On observe néanmoins deux à trois autres concentrations de vestiges de plus faible densité en périphérie de celle-ci (Figure 83).

La figure 2 montre que ces zones de forte densité de vestiges fauniques correspondent à des concentrations d'os fracturés par l'Homme (zone de fracturation dans la suite du texte). On observe que les cônes de percussion (témoins *in situ* de la fracturation d'un os pour en extraire la moelle) mais aussi les stries de découpe se localisent tous au sein de ces zones (Figure 84). Ces indices suggèrent que ces zones de fracturation correspondent à des aires d'activités humaines et, plus particulièrement, à des aires de boucherie.

Pour le niveau 1, les stries de découpe et les cônes de percussion ne se répartissent pas au sein des mêmes zones de fracturation (Figure 84). Cette répartition différentielle pourrait témoigner de l'existence d'aires de boucherie spécifiques dédiées à une des étapes du processus de traitement des carcasses animales.

Les cartes 85 à 88 montrent une répartition différentielle des vestiges fauniques selon leur taxon. En effet, les zones de fracturation regroupent principalement des vestiges de cervidés (en majeure partie du cerf et du daim). Les grands herbivores, comme l'aurochs, ont une légère tendance à se localiser en périphérie de ces aires.

Pour le niveau 1, nous avons identifié une organisation spatiale de l'occupation sous forme d'aire de boucherie. Les premiers éléments rassemblés ici permettent de proposer l'existence d'aires de boucherie spécifiques dédiées à une étape du traitement des carcasses et/ou à une espèce particulière.

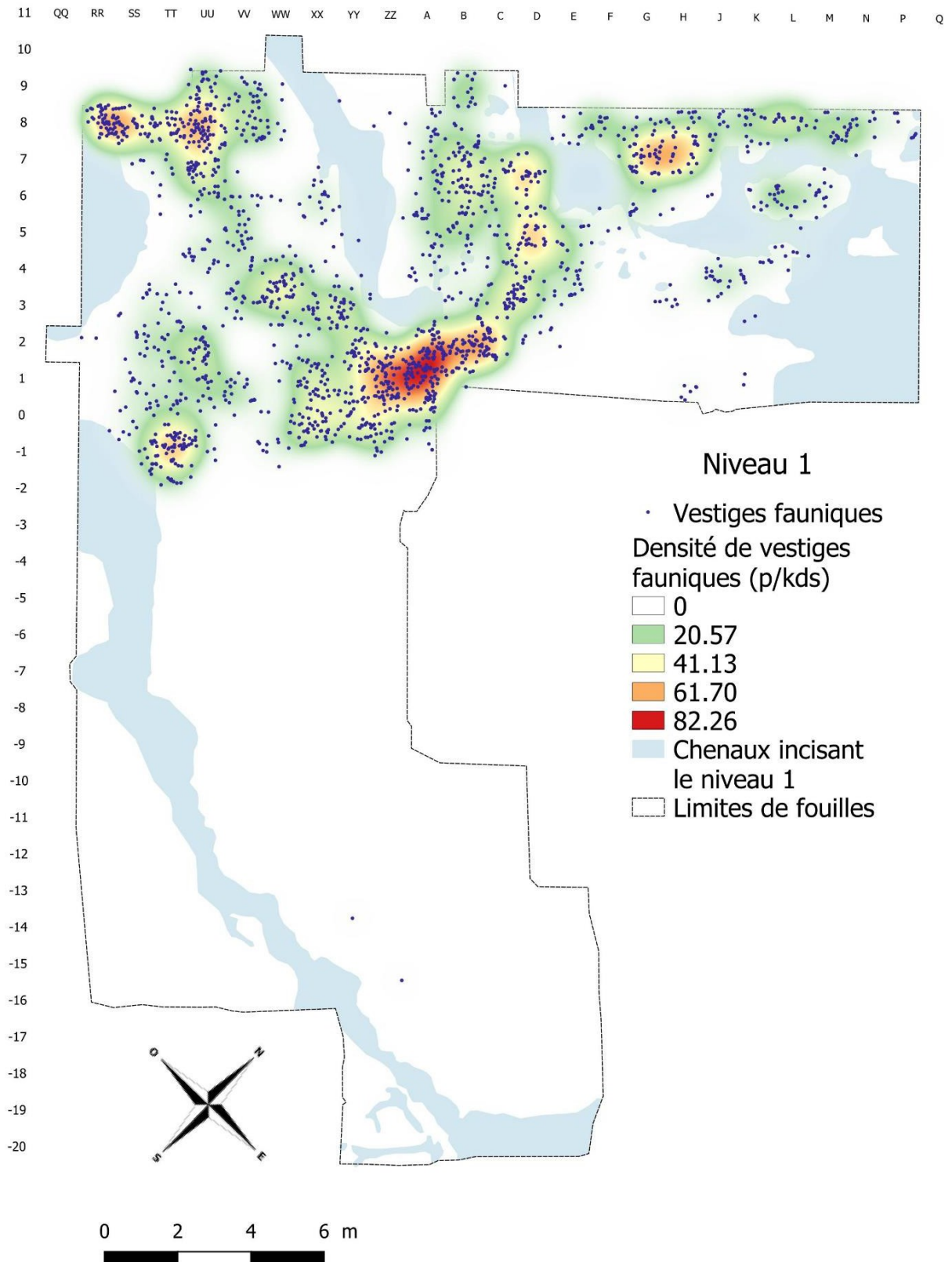


Figure 83 : Localisation et densité des vestiges fauniques du niveau 1. Densité en : estimated pieces per kernel density surface (p/kds) (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

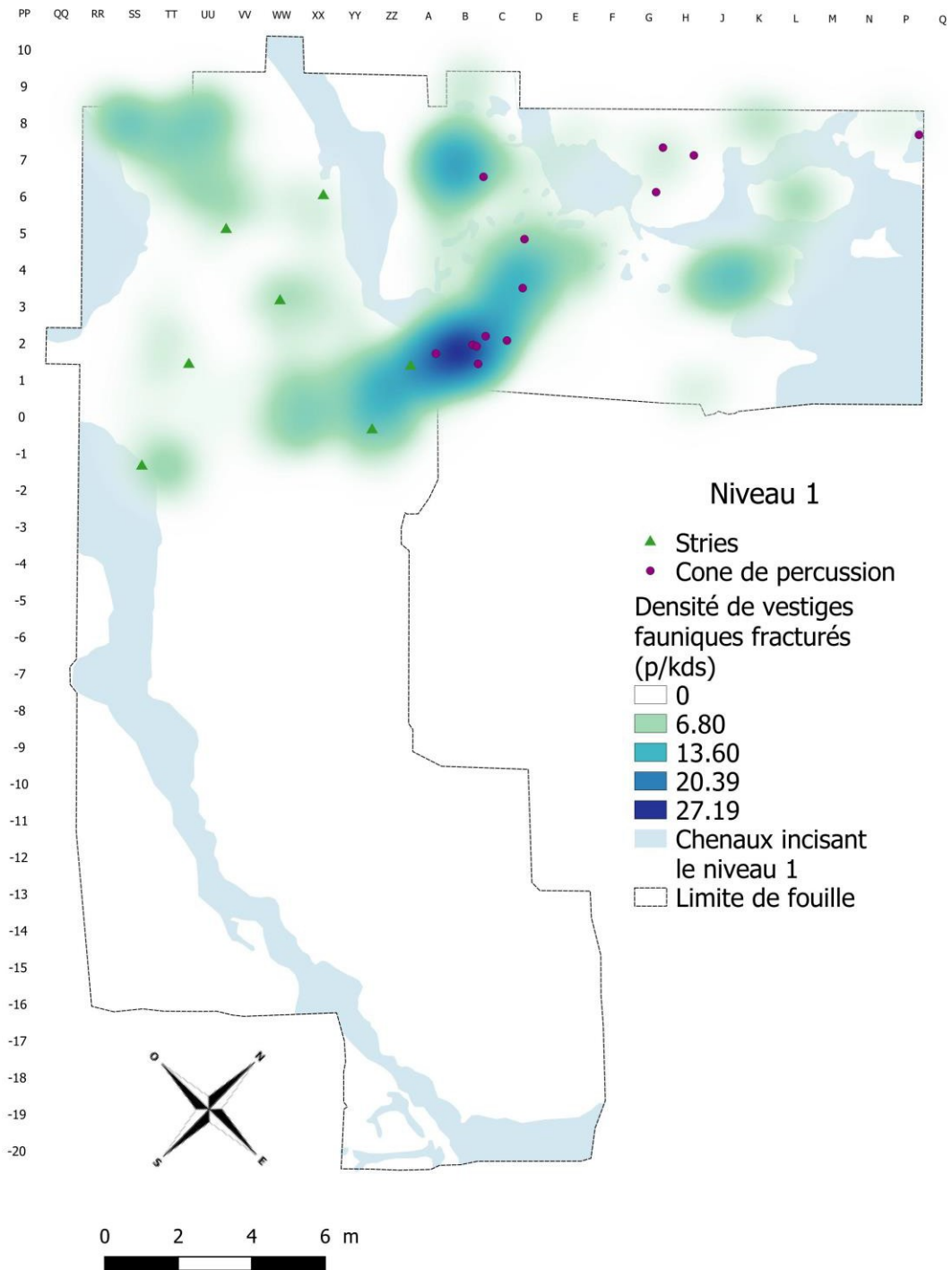


Figure 84 : Localisation et densité des vestiges fauniques portant des traces d'origine anthropique du niveau 1. Densité en : estimated pieces per kernel density surface (p/kds) (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

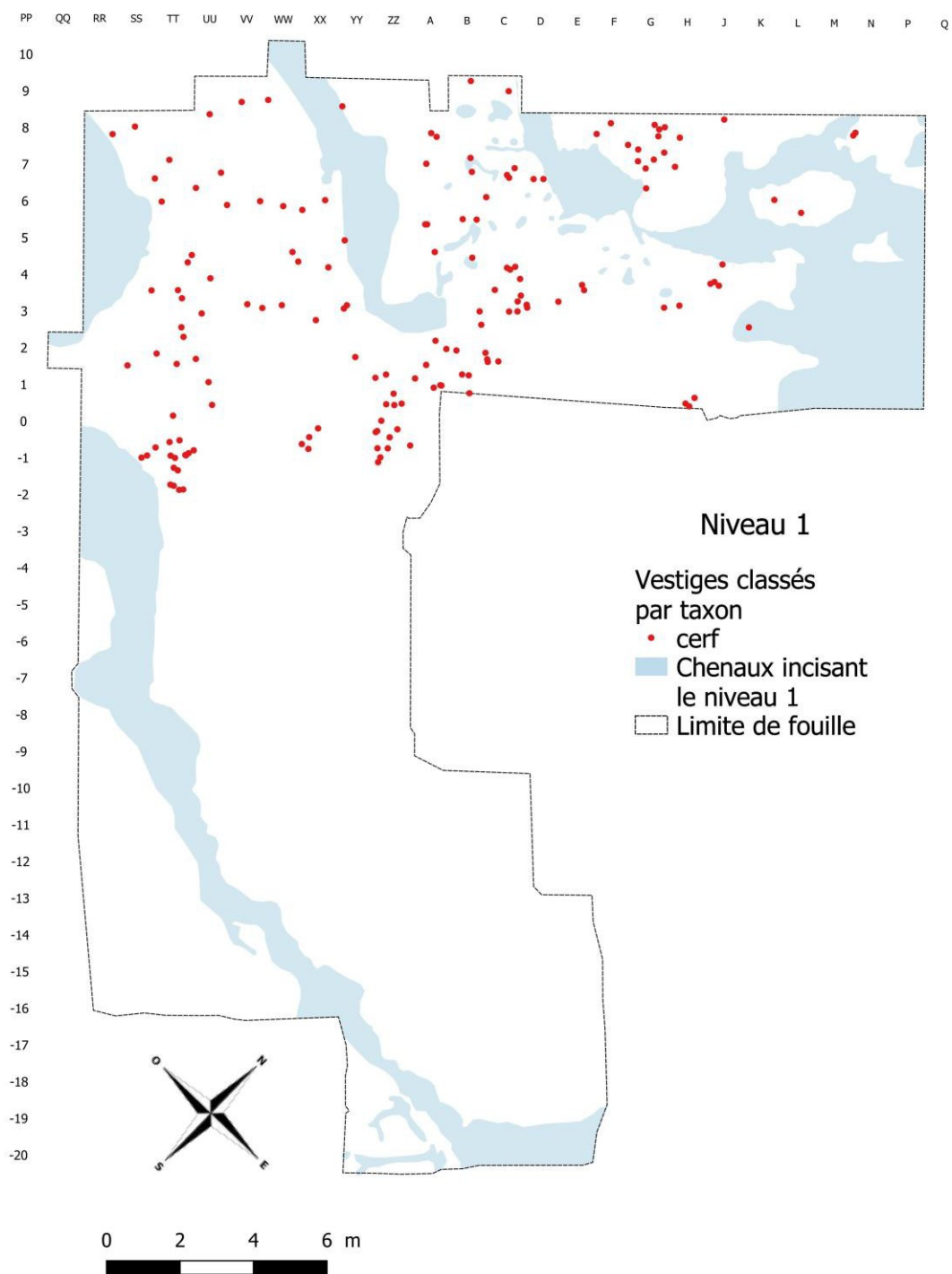


Figure 85 : Localisation des vestiges de cerf du niveau 1 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

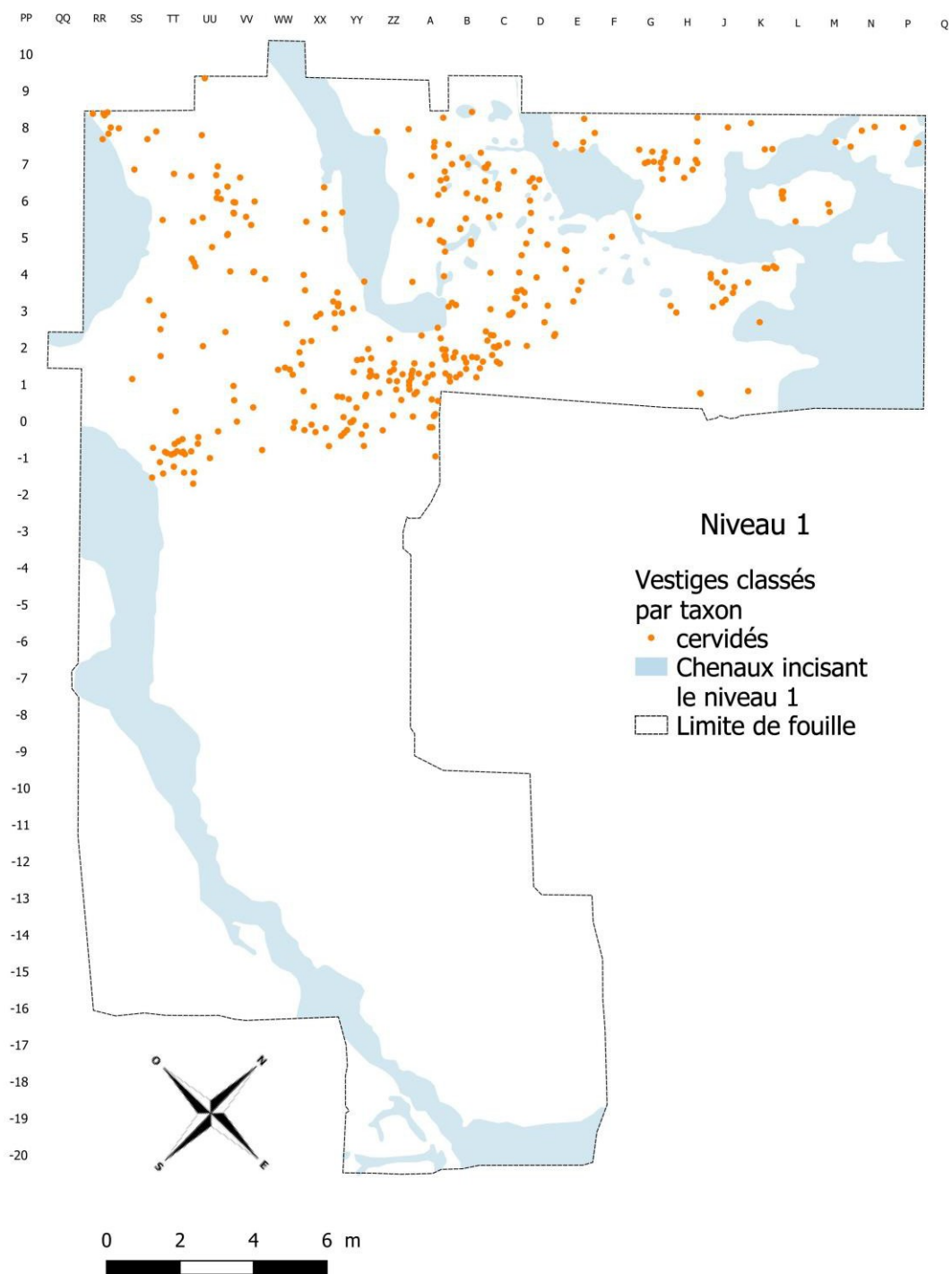


Figure 86 : Localisation des vestiges de cervidés (espèce non-déterminée) du niveau 1 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

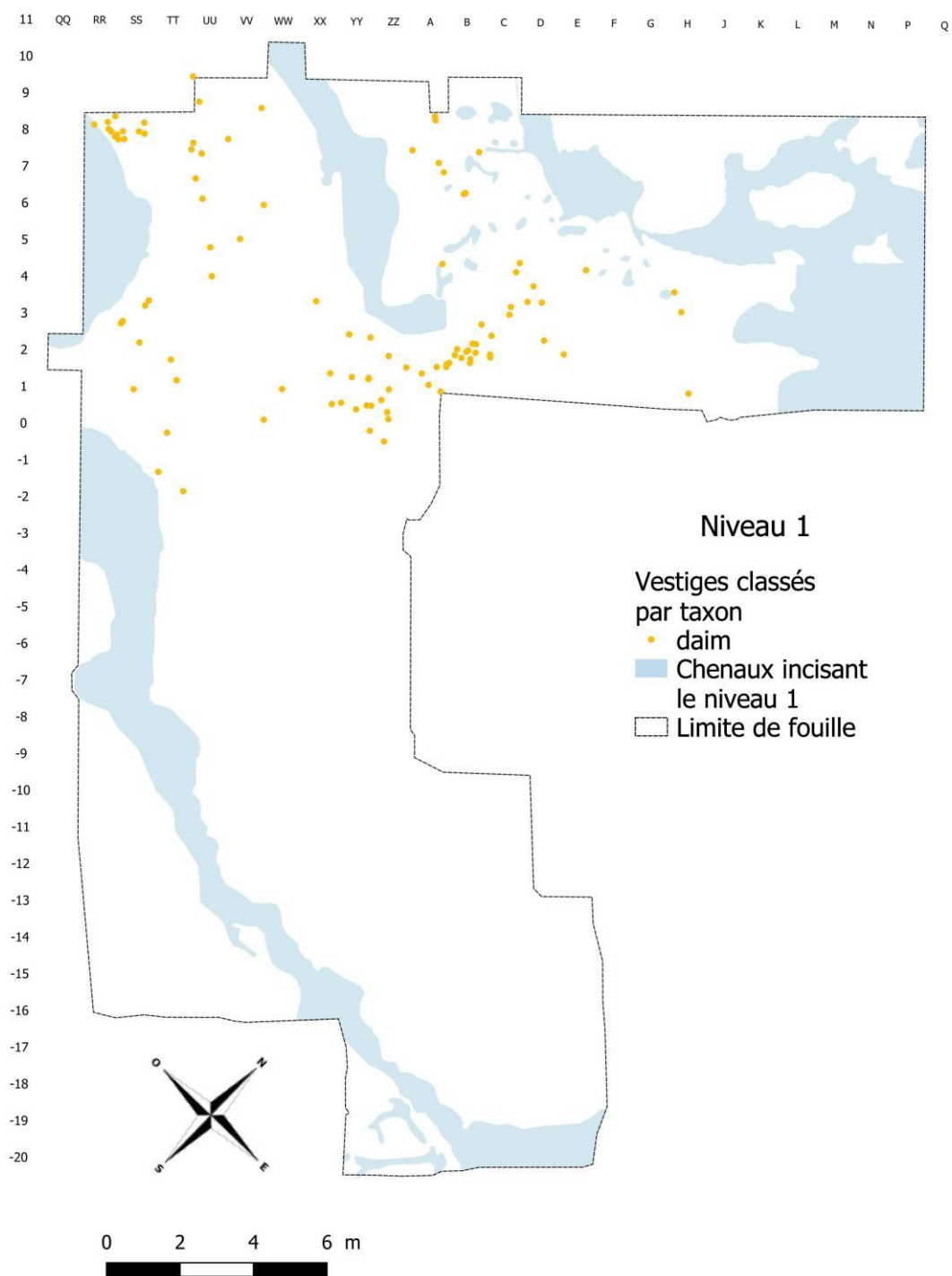


Figure 87 : Localisation des vestiges de daim du niveau 1 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

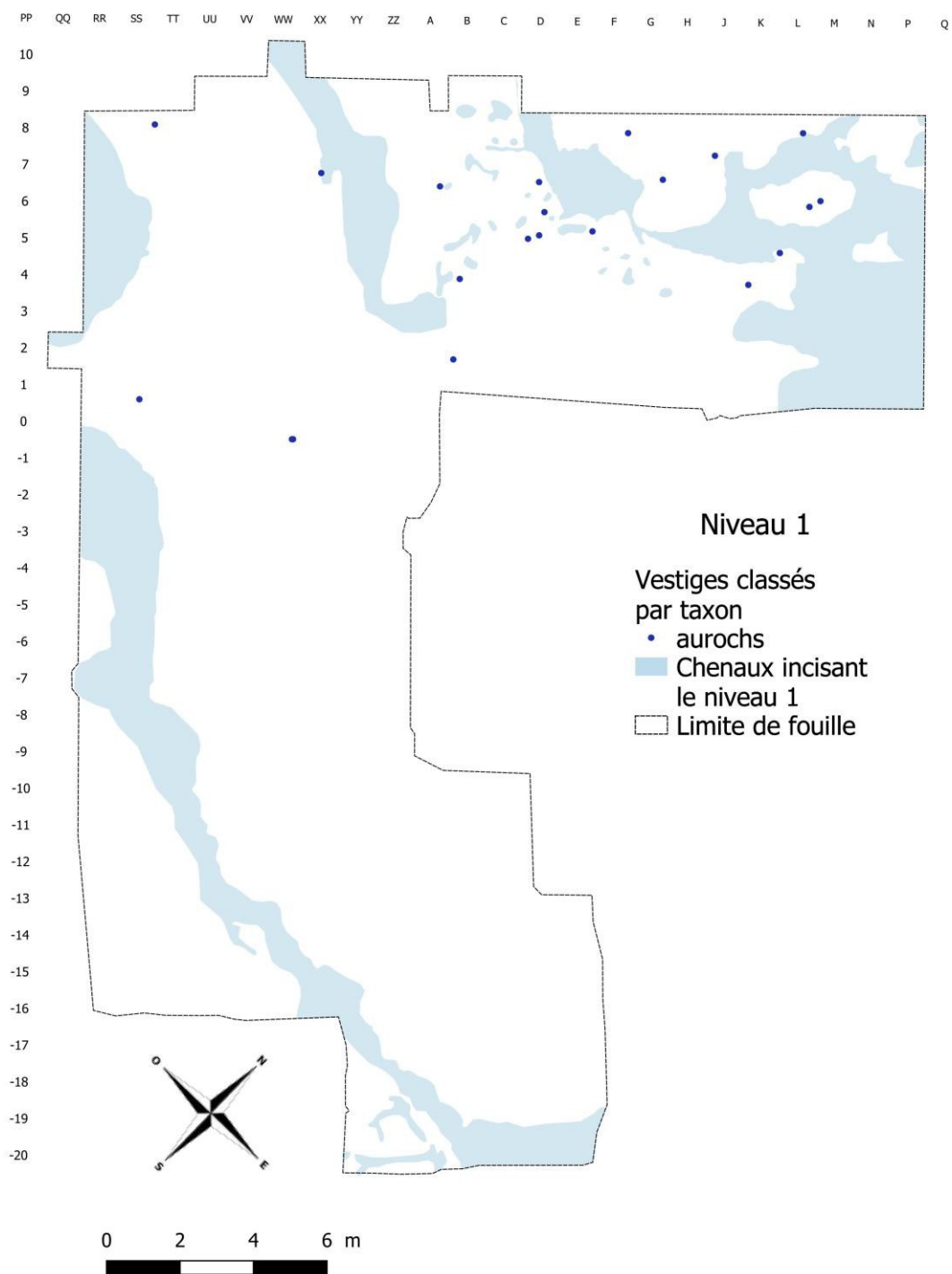


Figure 88 : Localisation des vestiges d'aurochs du niveau 1 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

XI.3. Répartition spatiale vestiges du niveau 2

XI.3.1. Les artefacts lithiques

Contrairement au niveau 1, les vestiges du niveau 2 ont été retrouvés sur toute l'aire de fouille, avec toutefois une densité supérieure au nord-est (figures 90 et 91).

Dans la partie nord-ouest, les artefacts lithiques sont répartis de manière assez lâche et disséminés dans la nappe de vestiges osseux. Au sud-est, ils sont surtout concentrés dans deux petits postes de taille, séparés des restes osseux.

La carte de densité du matériel lithique indique sans surprise que le matériel est concentré dans les deux postes de taille, mais mets aussi en évidence une zone de plus forte concentration au nord-est. Le raccord entre un éclat d'entame et un bloc testé de la figure 56 provient de cette zone. L'utilisation du bloc en tant que percuteur indique que des actions de taille se sont déroulées aussi à cet endroit. Le petit poste de taille situé à l'est est constitué des déchets de taille d'une production Discoïde. Trois nucléus Discoïdes unifaciaux, un nucléus unipolaire et deux informes y ont été retrouvés. Une pointe Pseudo-Levallois, deux éclats débordants et un éclat plus large que long y sont inclus ou se trouvent à proximité immédiate.

L'amas de débitage qui se trouve au centre du décapage pose problème. Sur le terrain, les deux unités sédimentaires qui contiennent chacun de ces niveaux archéologiques se télescopaient et leurs épaisseurs cumulées étaient de l'ordre de deux à trois centimètres au maximum (figure 89). L'examen des plans du niveau 3 montre qu'un autre poste de taille se trouve exactement au même endroit, ce qui ne correspond évidemment pas à la réalité archéologique (figures 50-51). Lors du démontage de chaque pièce de cet amas se posait la question de l'appartenance à l'un des deux niveaux. Lorsque les pièces étaient posées sur la tourbe, elles ont été attribuées au niveau 3. Quand du tuf gris se trouvait sous un artefact, il a été considéré comme appartenant au niveau 2. L'examen des plans indique que ce cas de figure est plus complexe. Les remontages en cours semblent indiquer que l'intégralité de cet amas appartient au niveau 2 et que des phénomènes de tassement ont pu faire descendre des artefacts jusque sur la tourbe.



Figure 89. Pincement des unités stratigraphiques contenant les niveaux deux et trois à l'emplacement de l'amas (cliché : J.-L. Loch, Inrap).

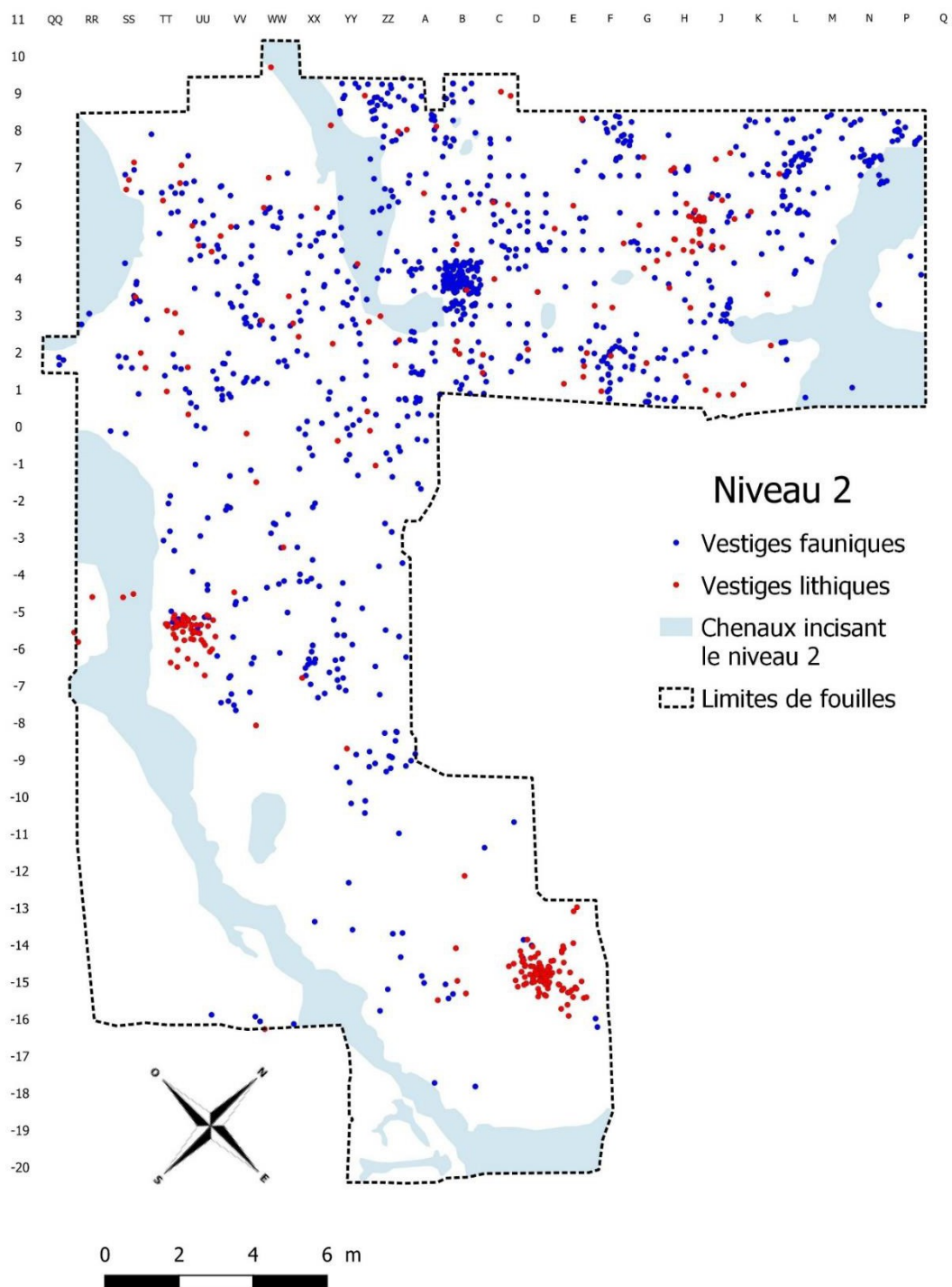


Figure 90. Localisation des vestiges du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

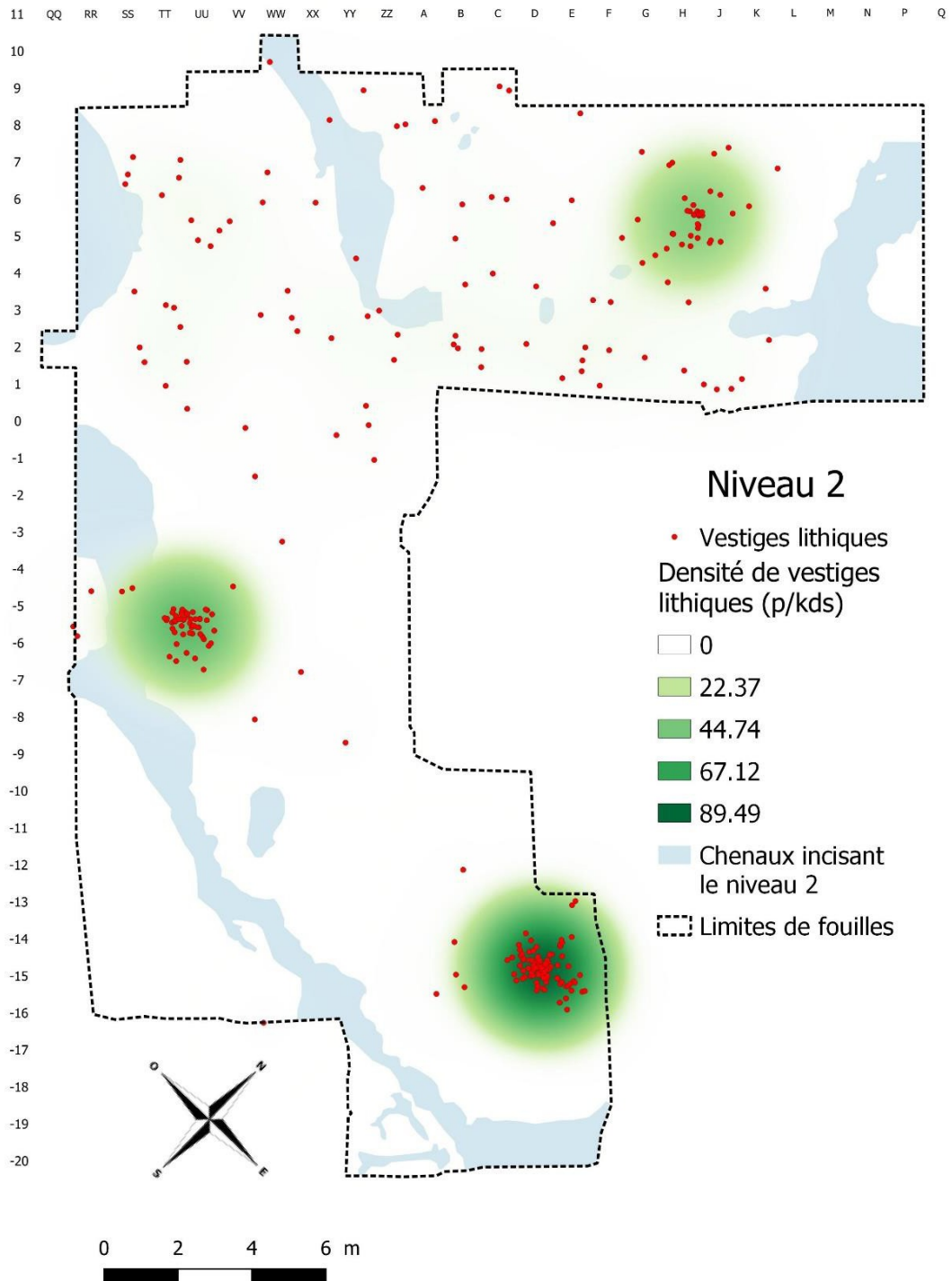


Figure 91. . Localisation et densité des vestiges lithiques du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

L'utilisation du feu est probable, attestée par la présence de deux silex chauffés, l'un à l'est du décapage et l'autre dans l'amas de débitage à l'est (figure 92).

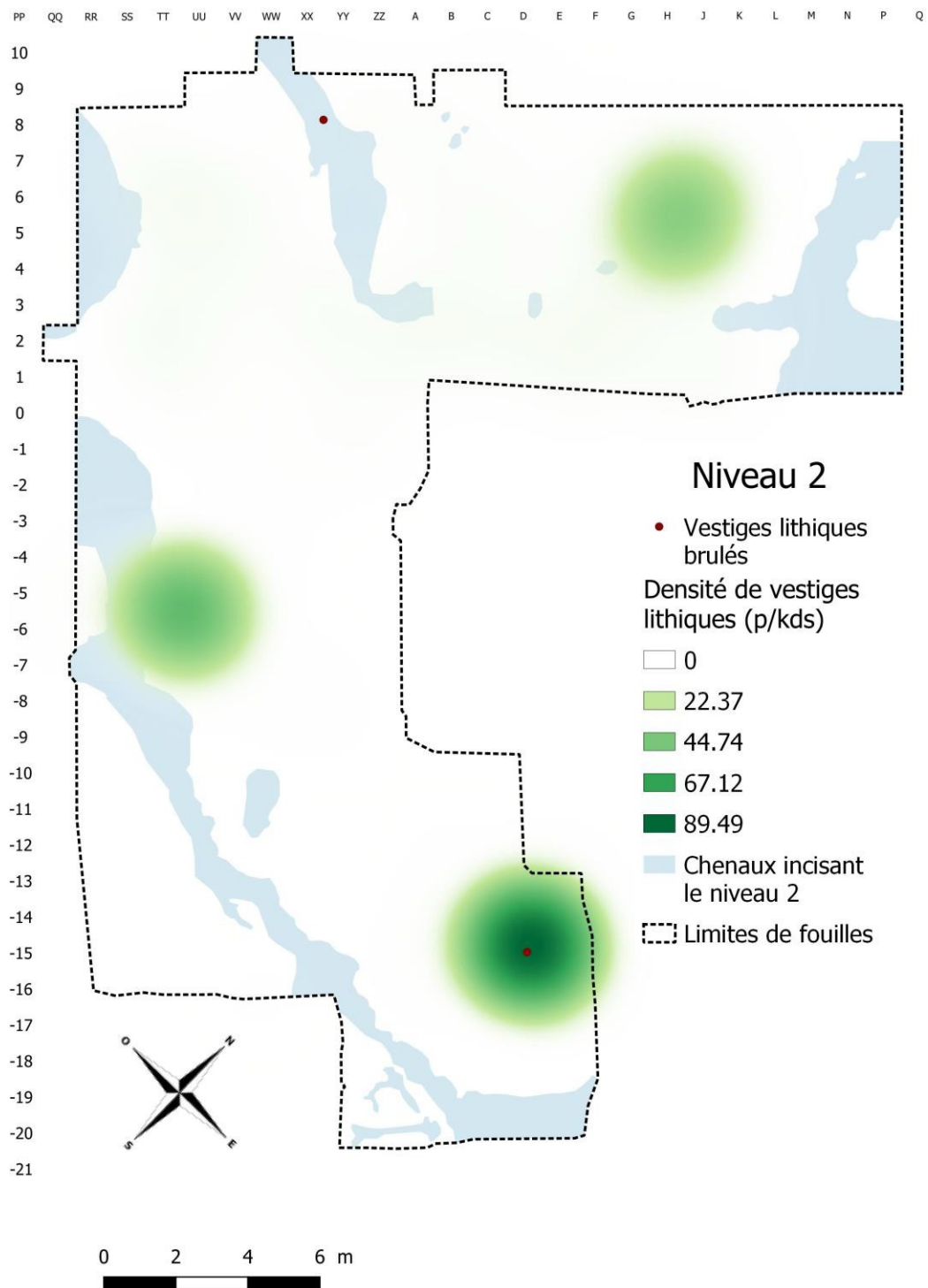


Figure 92. Localisation des silex chauffés du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

Comme pour le niveau 1, les nucléus, les esquilles et les cassons se trouvent surtout dans les postes de débitage (figure 93). Quelques nucléus sont associés aux zones denses en os fracturés. À nouveau, une utilisation en tant que percuteur peut être envisagée.

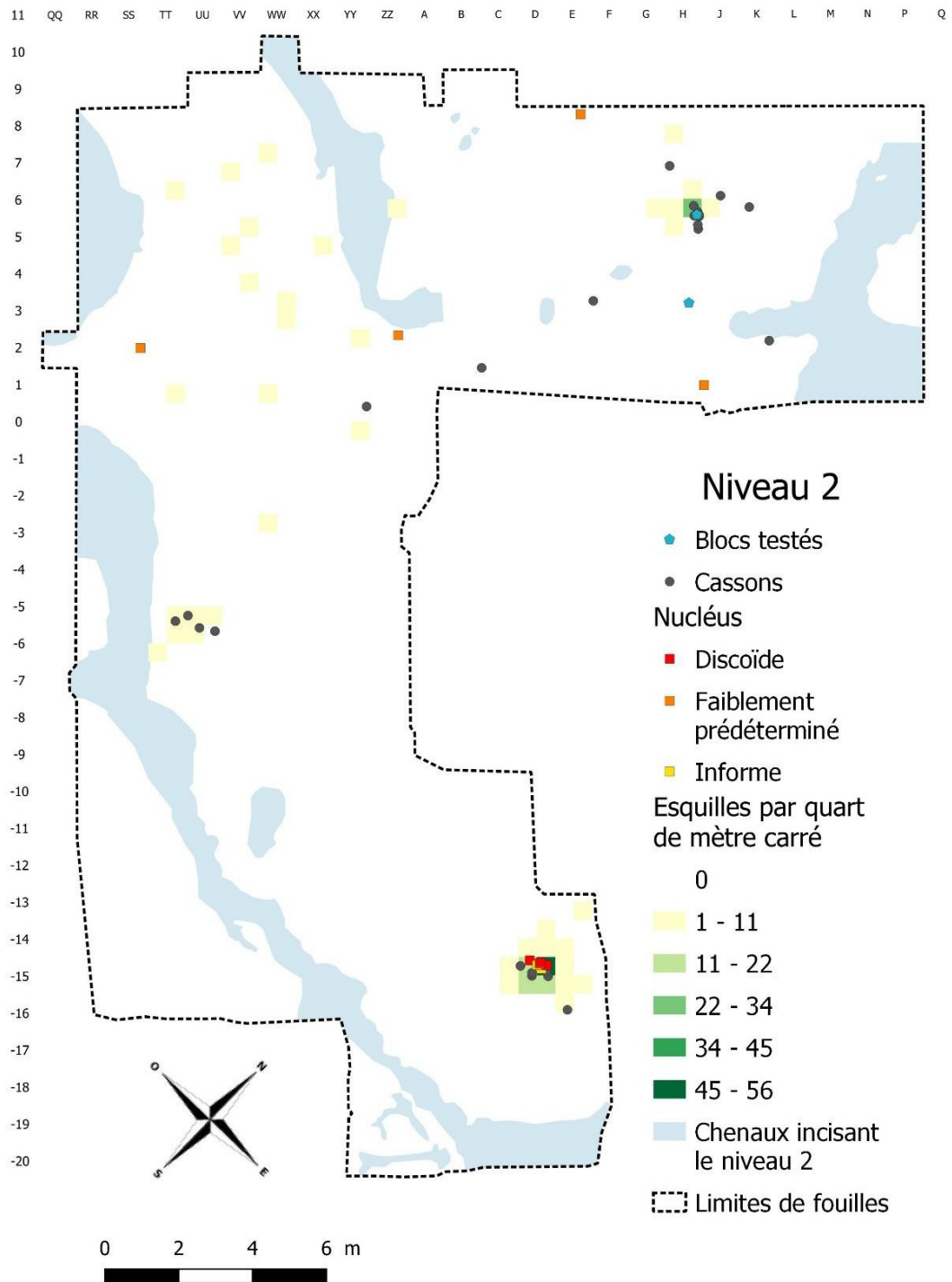


Figure 93. Localisation des nucléus et des esquilles du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

Les éclats issus d'un débitage Discoïde se trouvent dans les postes de débitage ou en périphérie des zones riches en restes fauniques. Comme cela a été observé pour le niveau 1, ils semblent en étroite relation avec les secteurs où les os fracturés sont abondants (figures 94 et 95).

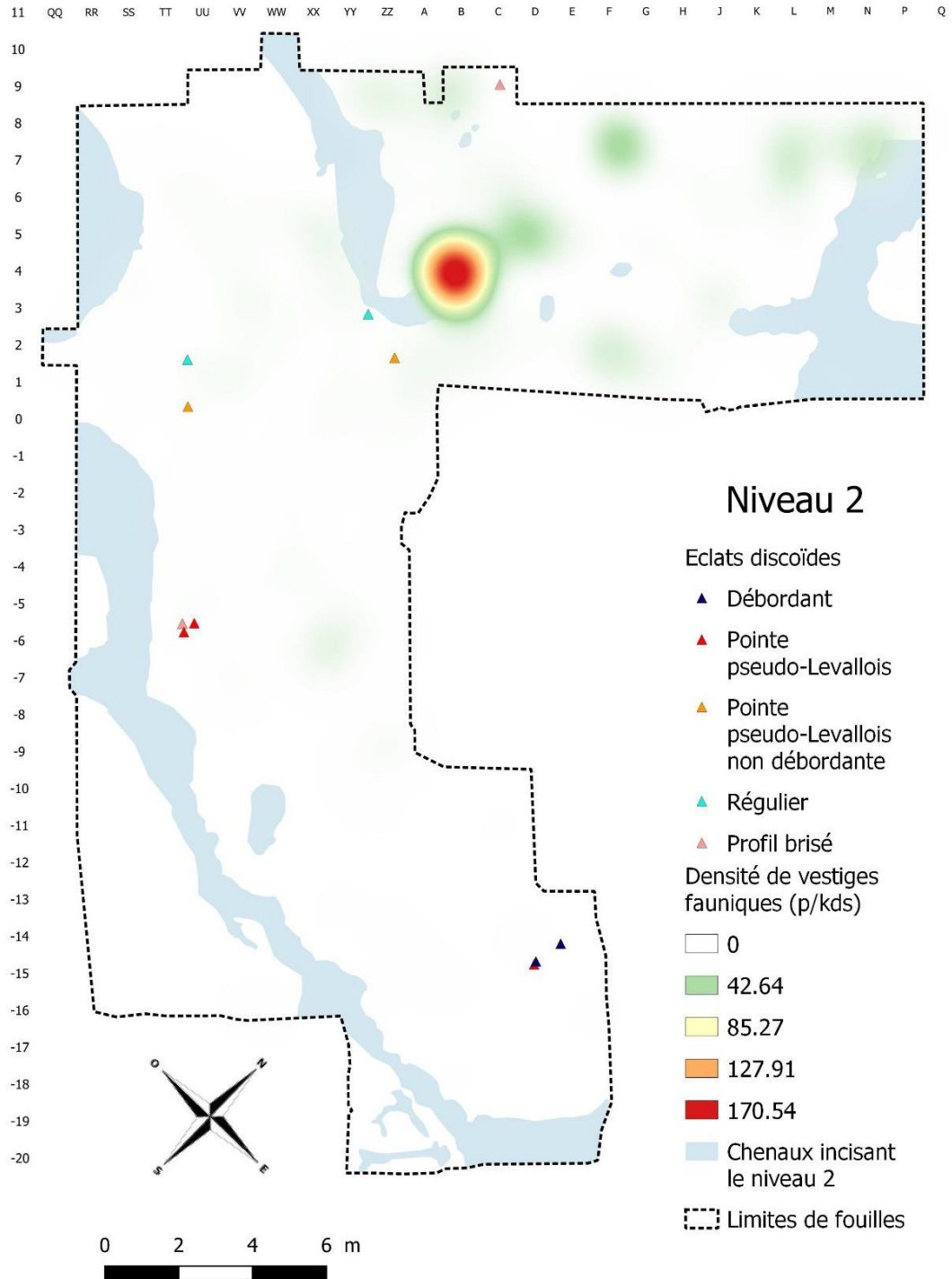


Figure 94. Localisation des produits typiques d'un débitage Discoïde du niveau 2 par rapport à la densité de vestiges fauniques (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

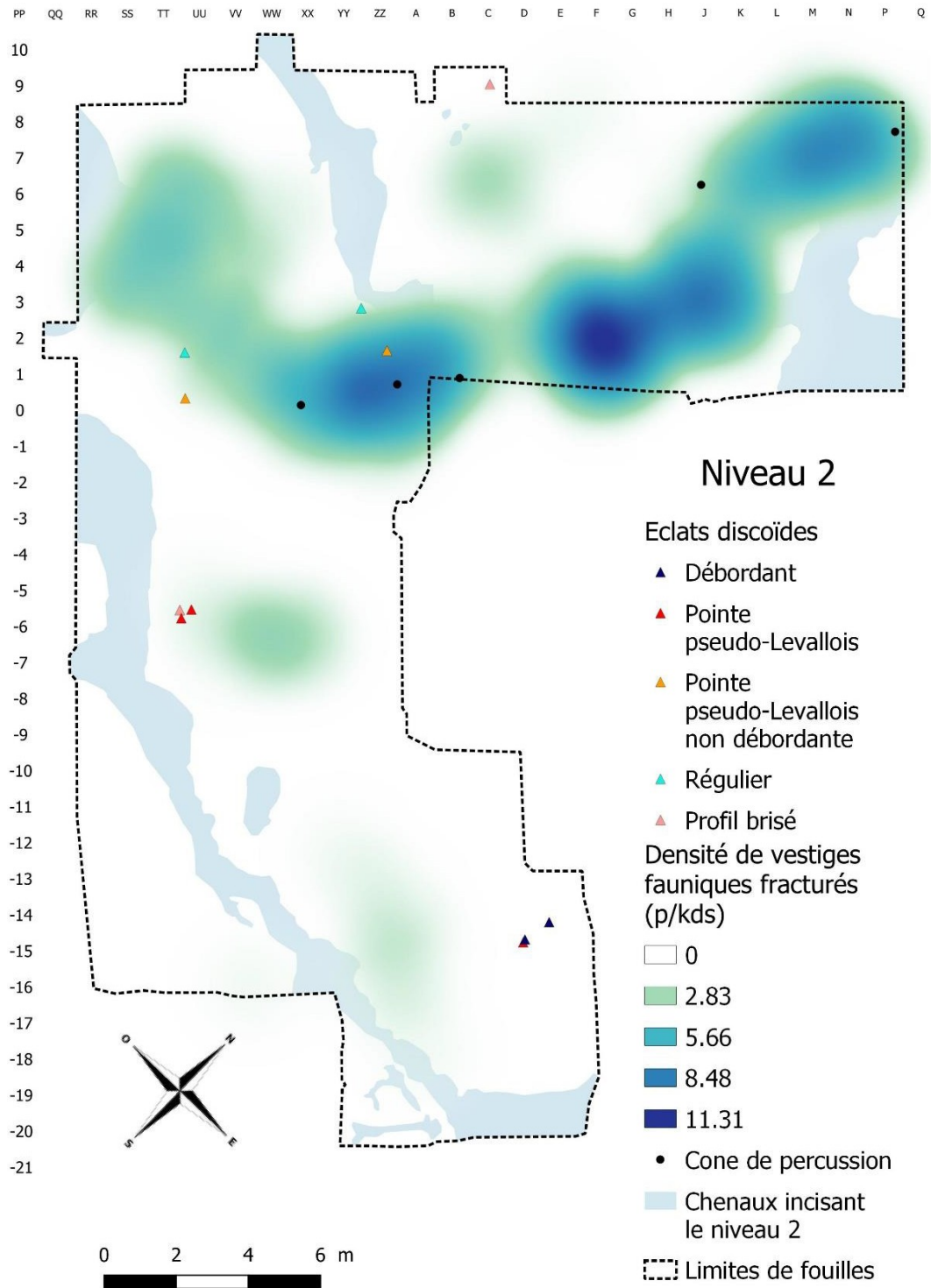


Figure 95. Localisation des produits typiques d'un débitage Discoïde du niveau 2 par rapport à la densité de vestiges fauniques fracturés (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

XI.3.2. Les vestiges fauniques

Là encore, comme pour les vestiges lithiques, les vestiges fauniques du niveau 2 ont été retrouvés sur l'ensemble de la zone fouillée. On observe que la densité de vestiges fauniques est plus forte sur la partie nord-ouest, avec une seule zone de très forte concentration identifiable (Figure 96). Cette zone très riche en vestige faunique correspond à la découverte d'un massacre d'aurochs : un crâne écrasé sur place par le poids des sédiments, donnant ainsi de nombreux fragments (Figure 101 et 102).

La figure 97 montre que la plus forte densité de vestiges fauniques du niveau 2 n'est pas une concentration de vestiges fracturés par l'Homme. Néanmoins, comme pour le niveau 1, il existe bien des zones de fracturation. Ici, elles se concentrent sur la partie nord-ouest de l'aire de fouille et, là encore, les cônes de percussion se localisent au niveau de ces zones. Ces éléments permettent d'identifier ces aires de fracturation comme des aires d'activité humaine, plus particulièrement, des aires de boucherie. Notons, cependant, qu'aucun vestige portant des stries de découpe n'a été identifié pour ce niveau d'occupation.

Concernant la distribution des vestiges selon leur taxon, la même tendance que pour le niveau 1 est observable. Les zones de fracturation regroupent principalement des vestiges de cervidés (notamment le cerf et le daim) et les restes d'aurochs se localisent en périphérie (Figure 98 à 101).

En comparaison des trois autres niveaux, on observe clairement pour le niveau 2 une distribution différentielle des vestiges selon leur partie anatomique (Figure 102 à 105). Les zones de fracturation regroupent en majeure partie des vestiges issus des membres alors que les vestiges des autres parties (squelette crânien, squelette axiale, autopodes) se localisent en périphérie de ces zones.

Pour le niveau 2, nous avons à nouveau identifié une organisation spatiale de l'occupation sous forme d'aire de boucherie. Si les indices regroupés ici permettent de proposer l'existence d'aires de boucherie dédiées à une espèce particulière, ils ne permettent pas d'évoquer une distribution différentielle des étapes de traitement des carcasses dans l'espace.

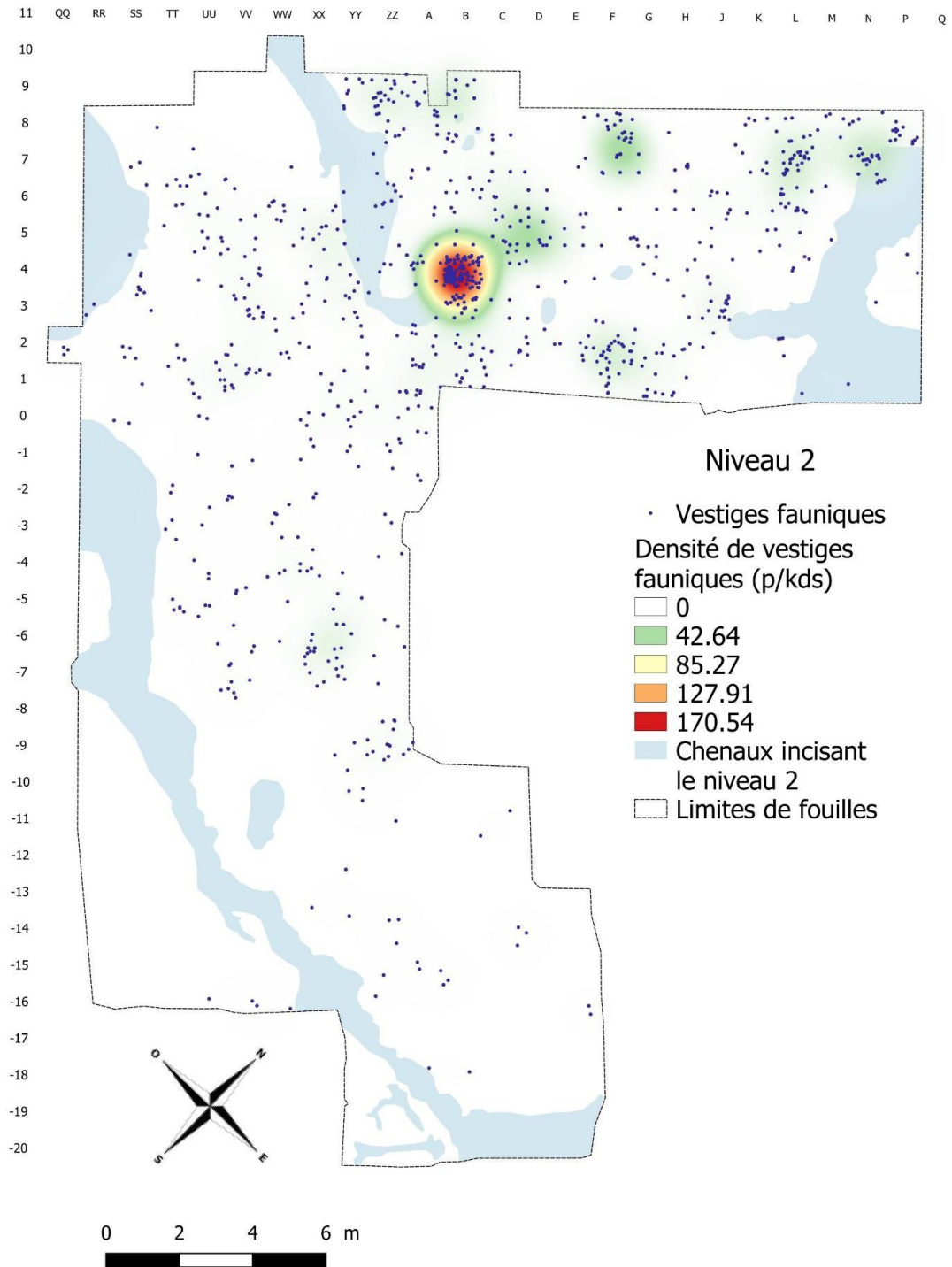


Figure 96. Localisation et densité des vestiges fauniques du niveau 2. Densité en : estimated pieces per kernel density surface (p/kds) (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

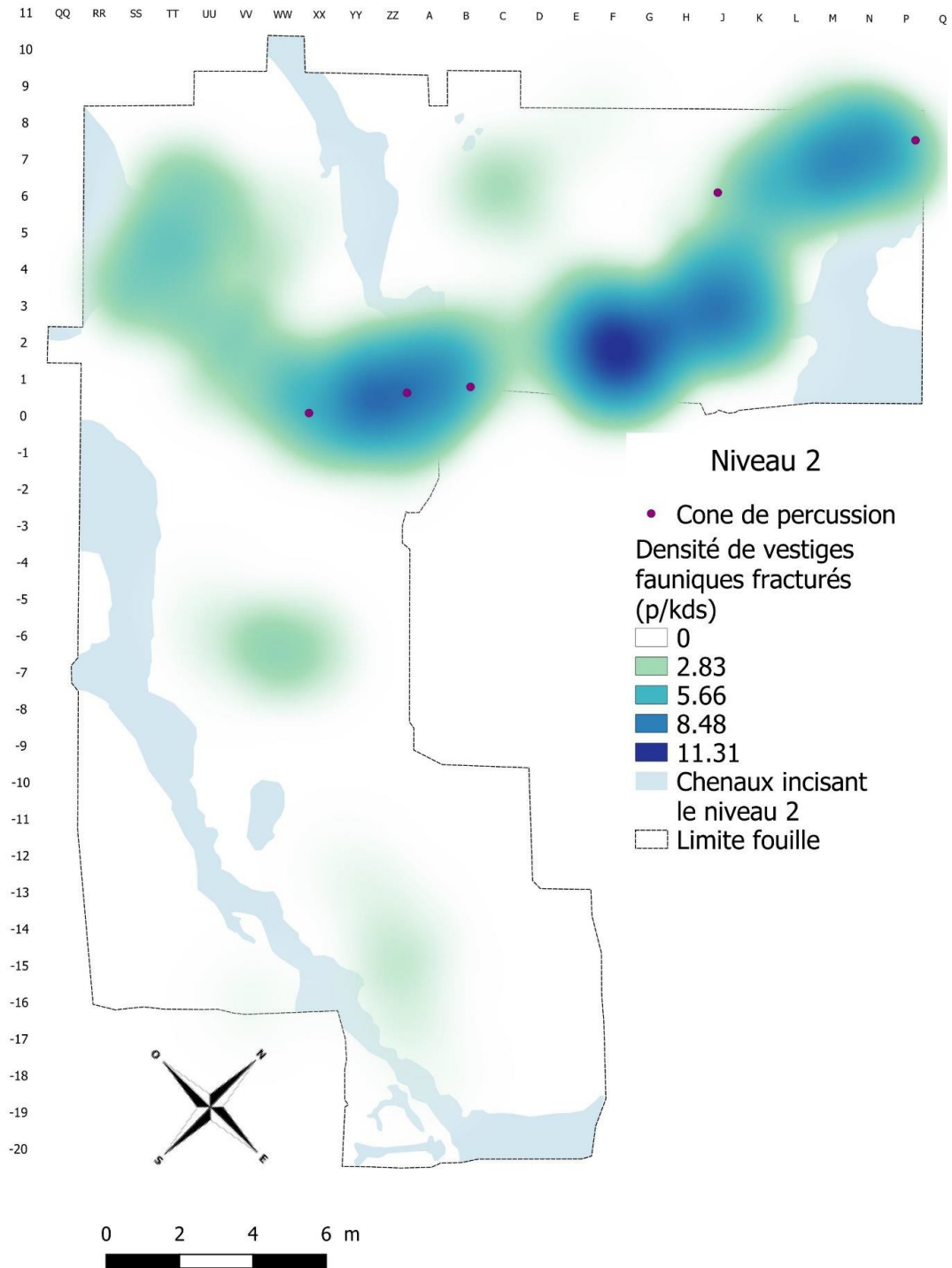


Figure 97 : Localisation et densité des vestiges fauniques portant des traces d'origine anthropique du niveau 1. Densité en : estimated pieces per kernel density surface (p/kds) (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

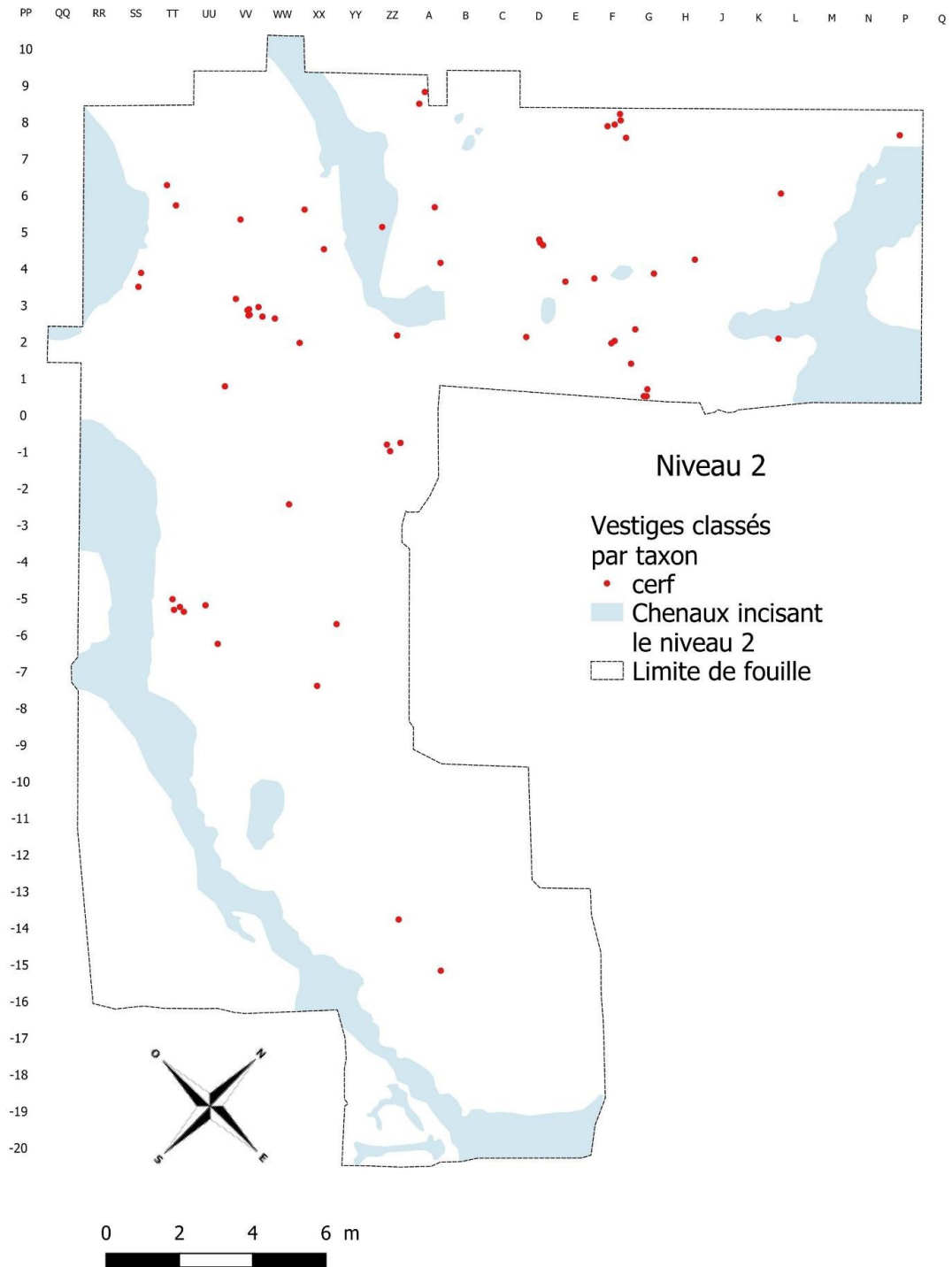


Figure 98 : Localisation des vestiges de cerf du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

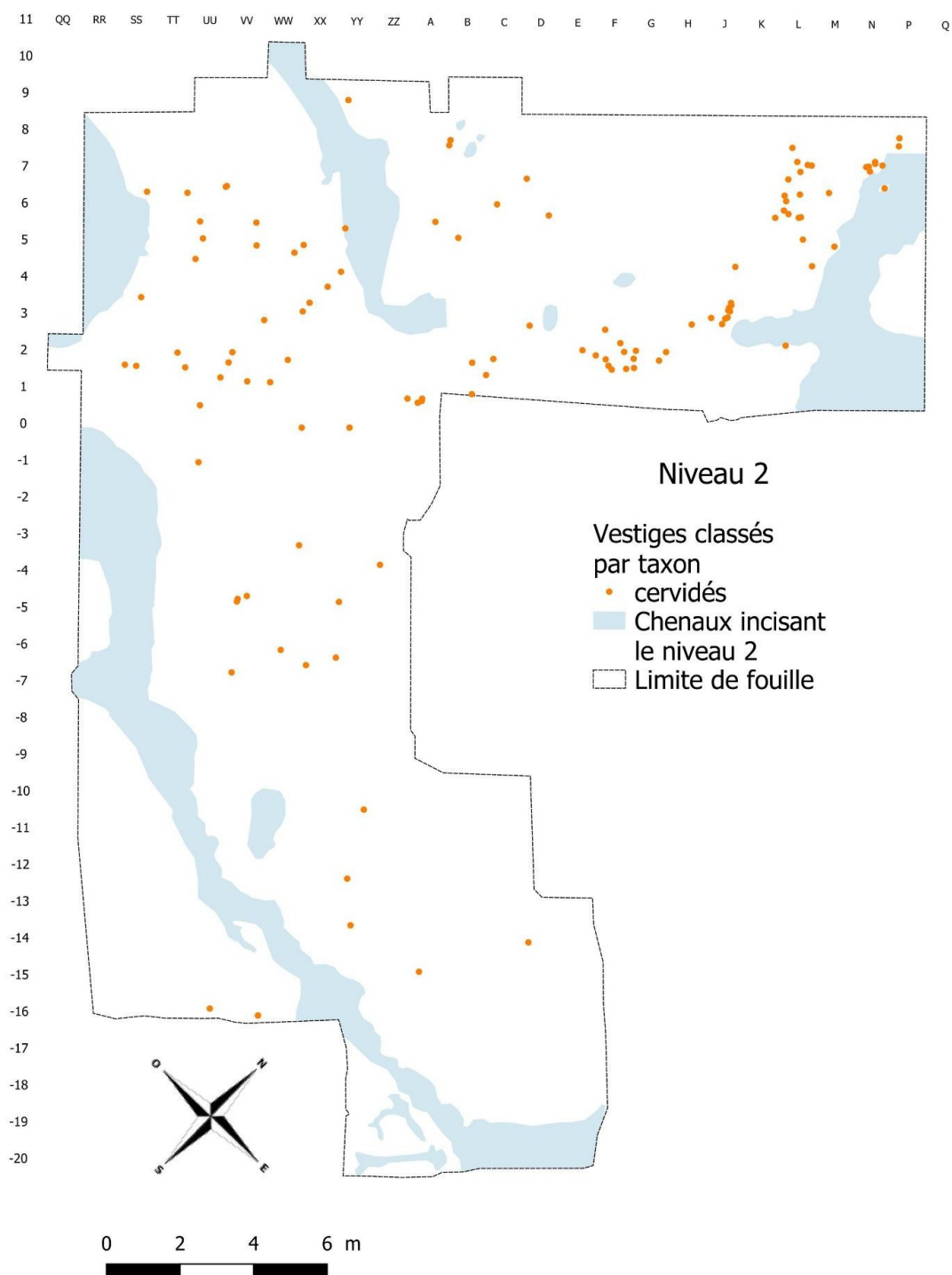


Figure 99 : Localisation des vestiges de cervidés (espèce non déterminée) du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

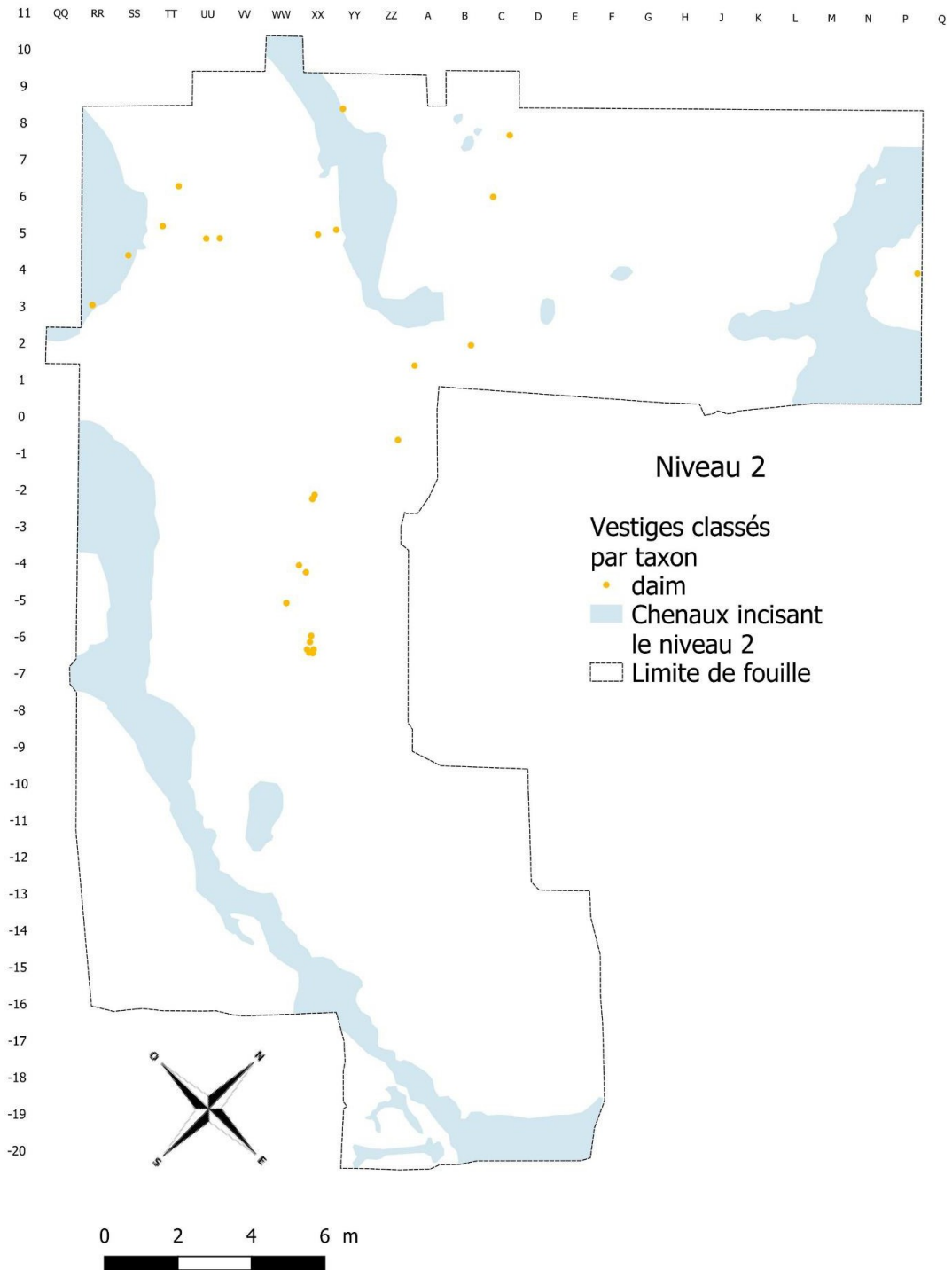


Figure 100 : Localisation des vestiges de daim du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

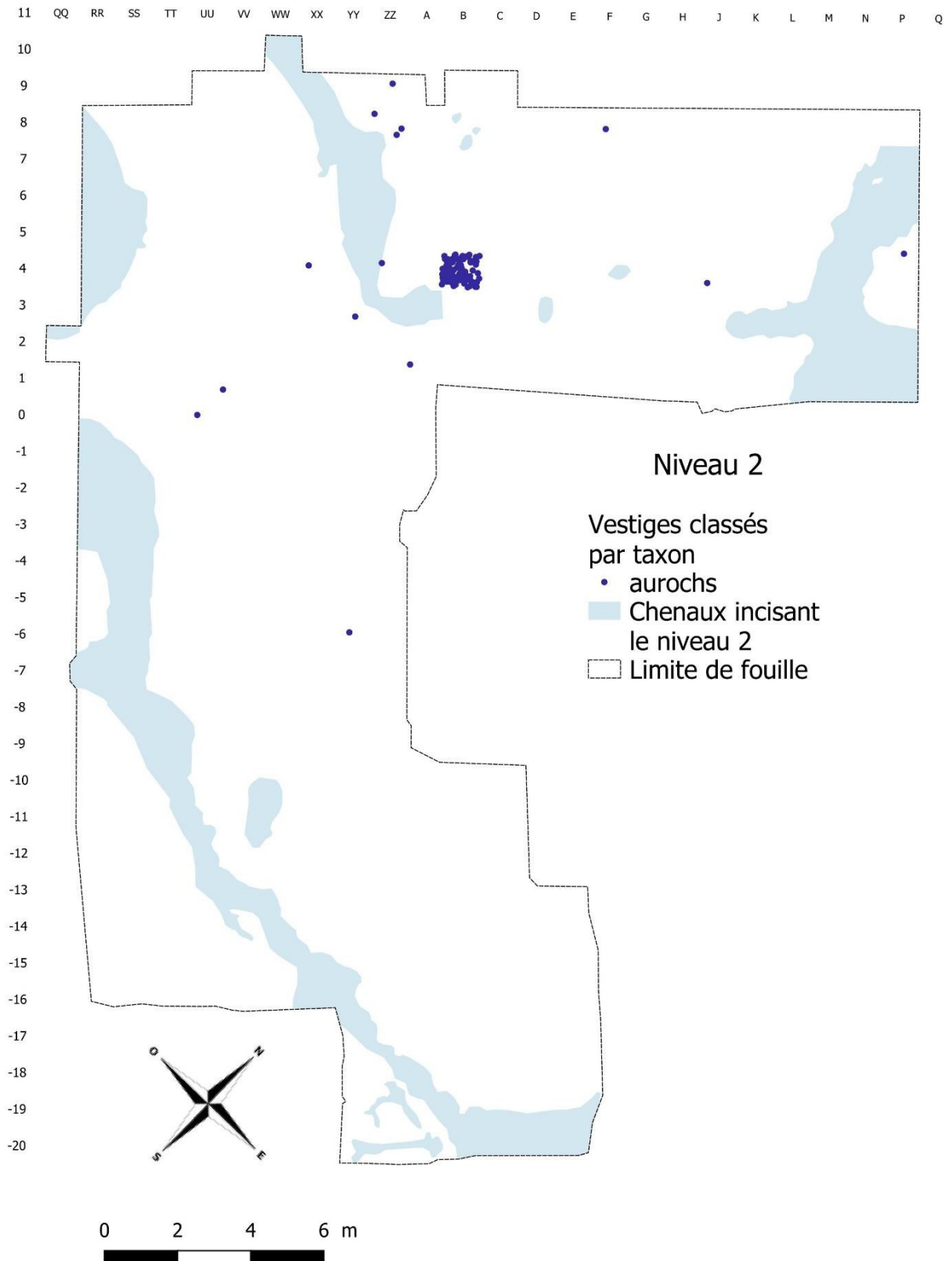


Figure 101 : Localisation des vestiges d'aurochs du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

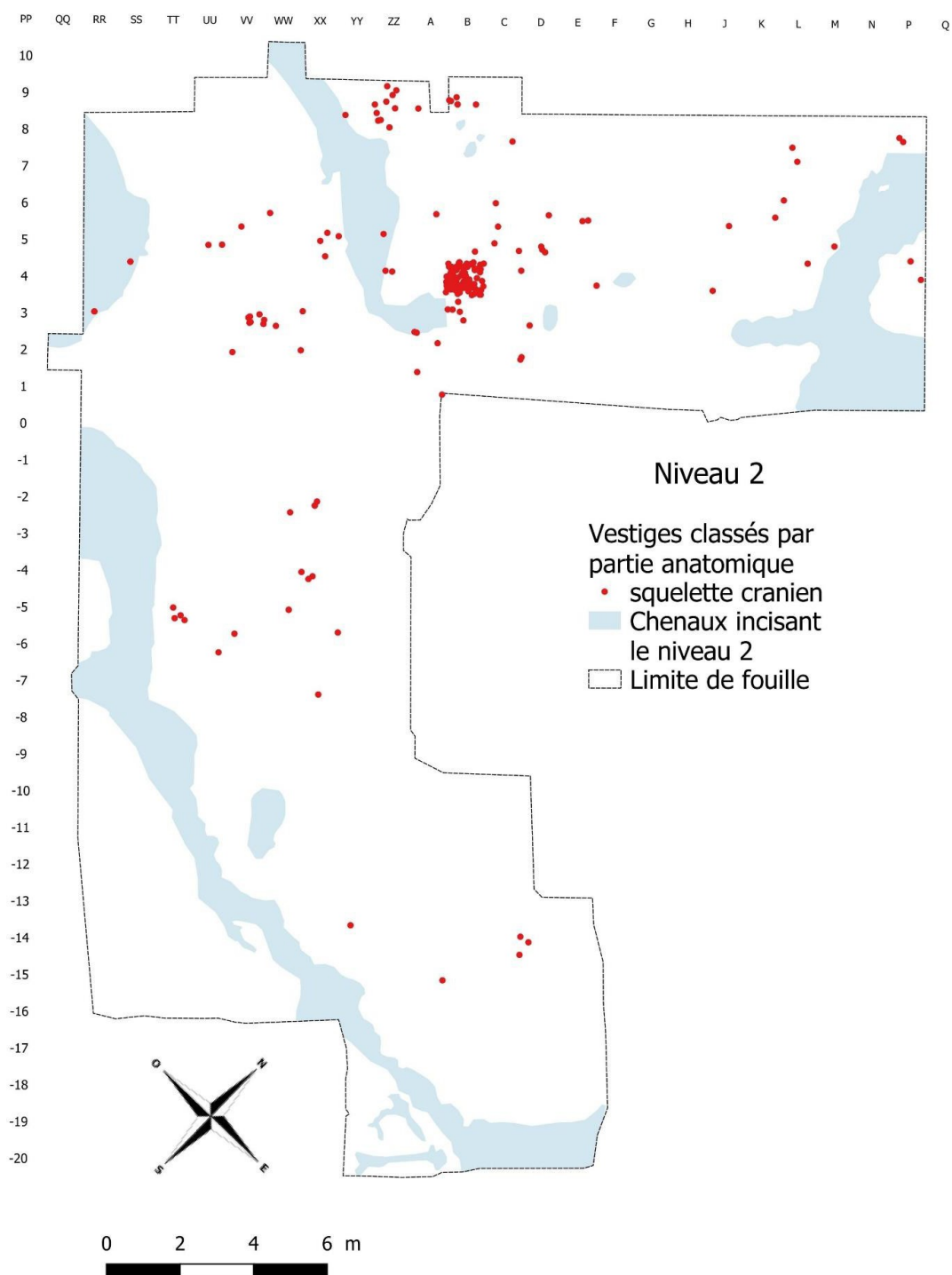


Figure 102 : Localisation des vestiges du squelette crânien (tous taxons confondus) du niveau 2
(DAO : G. Moreau, Université de Liège).

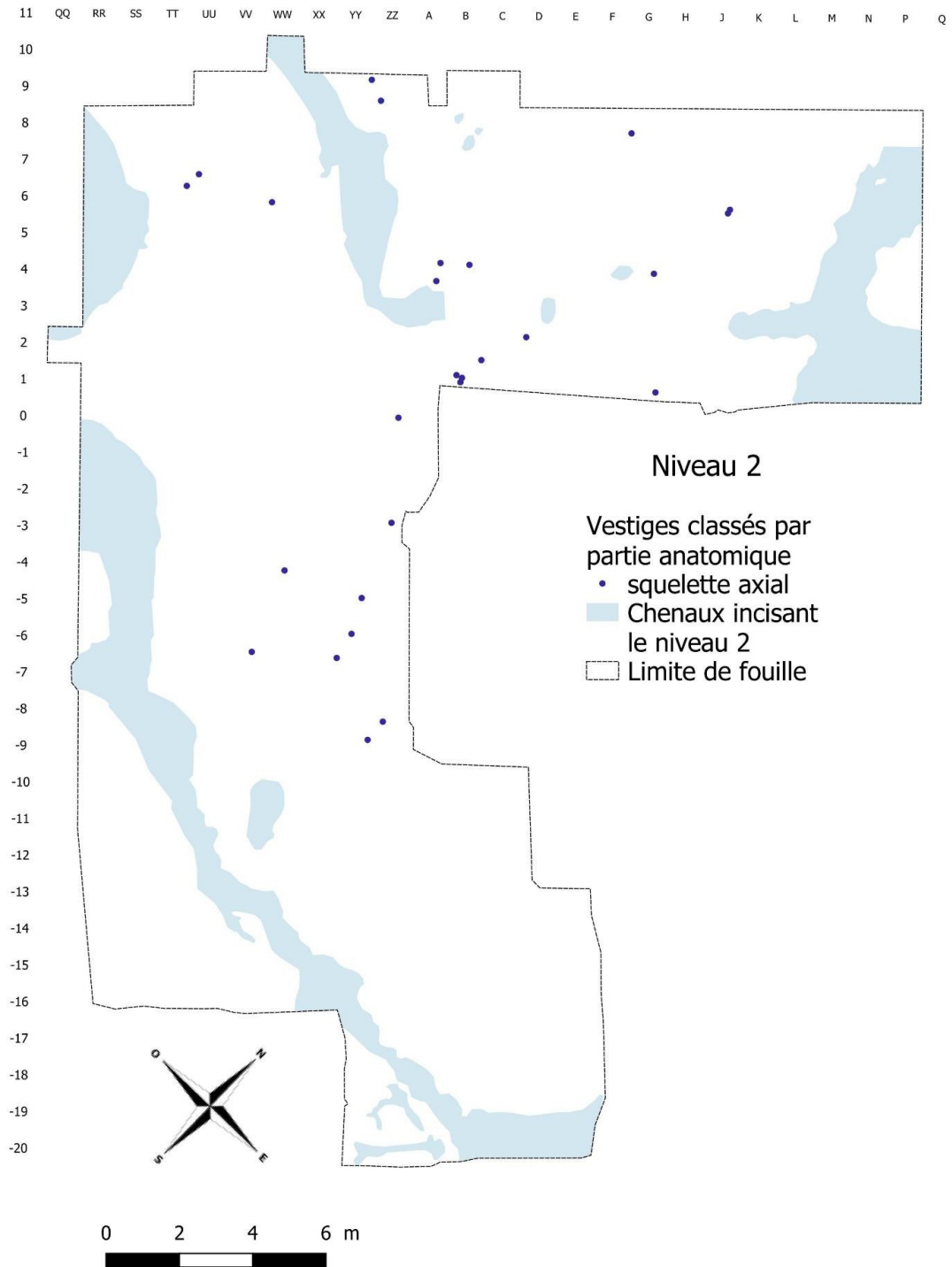


Figure 103 : Localisation des vestiges du squelette axial (tous taxons confondus) du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

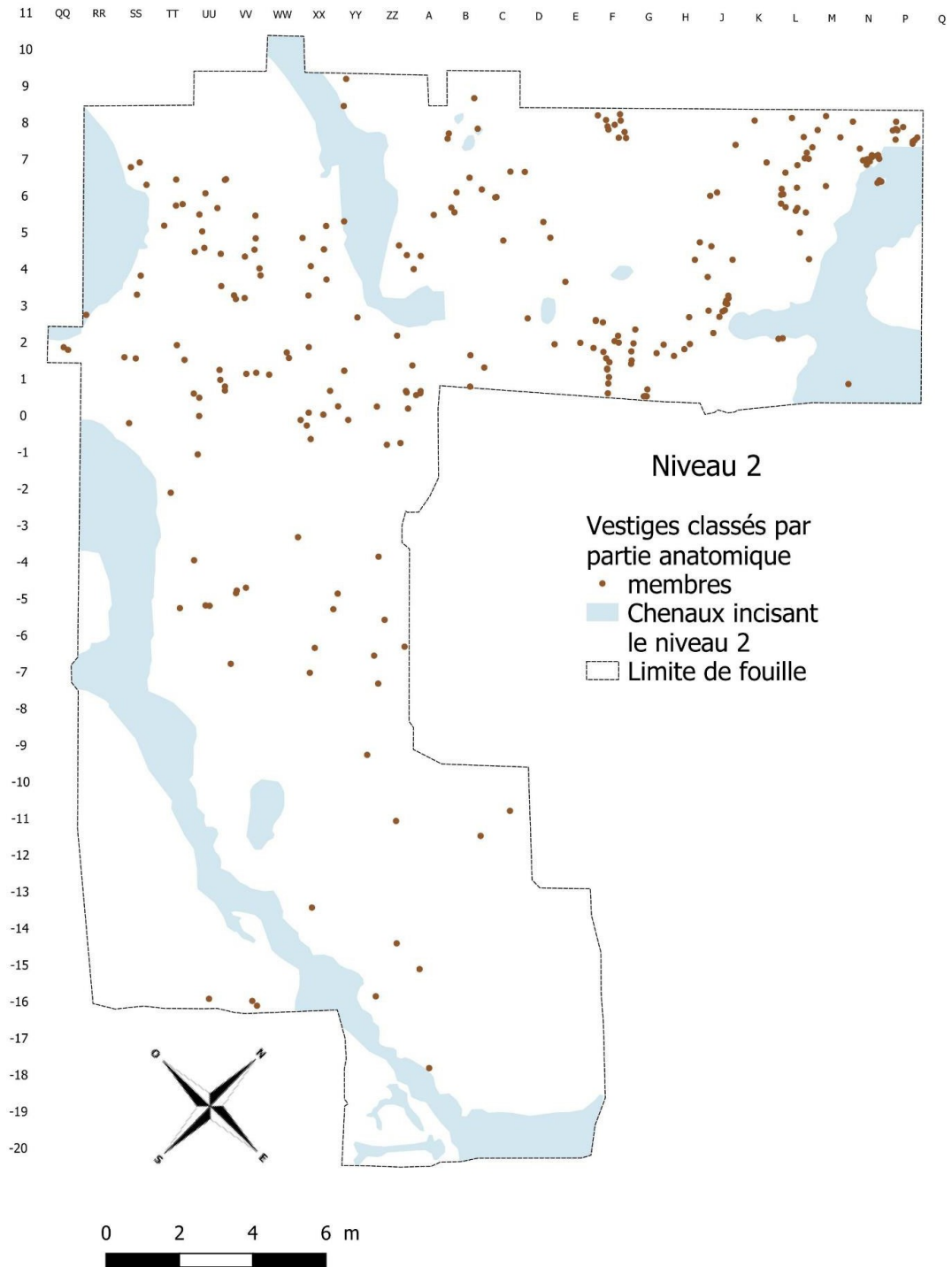


Figure 104: Localisation des vestiges des membres (tous taxons confondus) du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

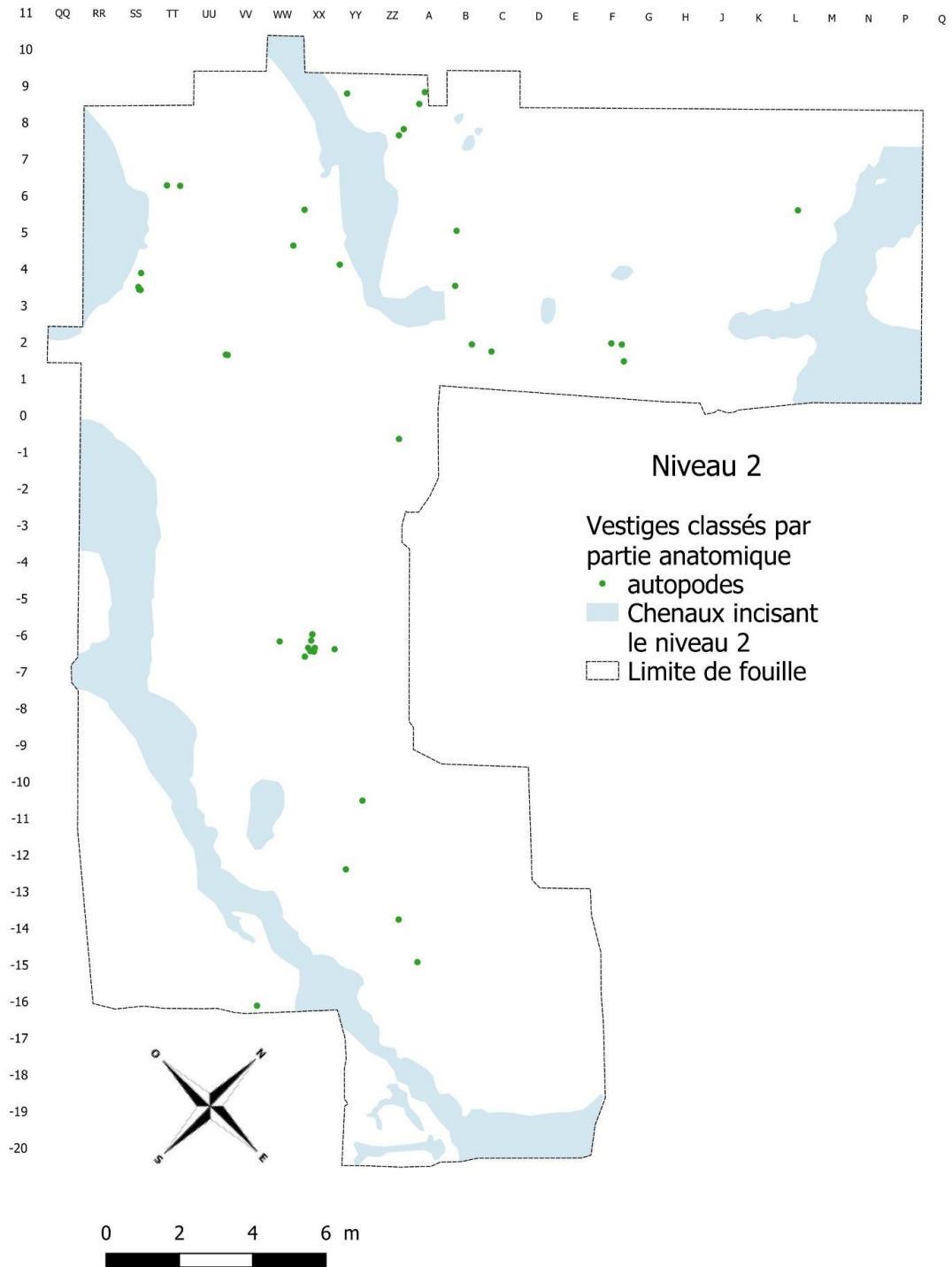


Figure 105: Localisation des vestiges des autopodes (tous taxons confondus) du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

XI.4. Analyse spatiale des vestiges du niveau 3

XI.4.1. Les artefacts lithiques

Les vestiges du niveau 3 sont répartis de façon assez homogène sur toute la superficie fouillée (figures 106 et 107).

Si l'on fait abstraction du poste de débitage situé au centre du décapage et dont le cas a été évoqué plus haut, l'intégralité des vestiges lithiques est disséminée dans la nappe d'ossements. Aucune autre zone de production lithique n'a été clairement identifiée.

Quelques silex chauffés, dispersés dans l'aire de fouille, témoignent de l'usage du feu (figure 108). Comme dans les niveaux 1 et 2, un de ces artefacts se trouvent dans un poste de taille.

À l'ouest, une zone de concentration de matériel lithique, non perceptible à la fouille, se dessine sur le plan réalisé *via* le SIG et contient des nucléus et des esquilles (figure 109). Elle est adjacente à une zone riche en ossements, dont la plupart ont été fracturés (figure 58). Il est possible qu'il s'agisse d'une zone de production lithique démantelée par la suite lors des opérations de découpe des carcasses animales avec, comme cela a été proposé pour les niveaux 1 et 2, l'utilisation des nucléus pour fracturer les os longs.

Quant aux éclats débordants, pointes pseudo-Levallois et autres éclats « Discoïdes », ils se trouvent de façon préférentielle en périphérie des zones de traitement du gibier (figures 110 et 111). Des constats similaires ont déjà été faits pour les niveaux 1 et 2.

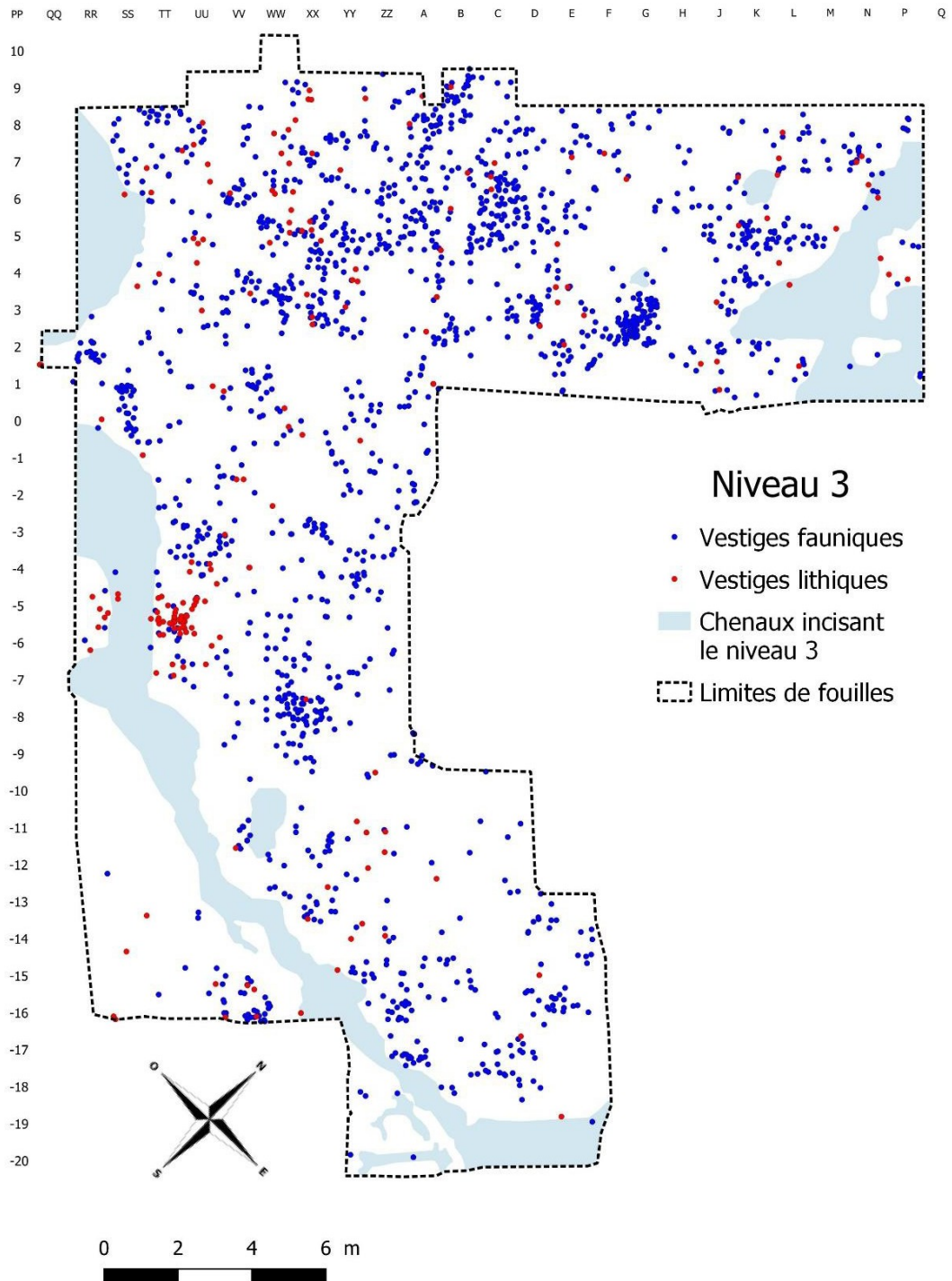


Figure 106. . Localisation des vestiges du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

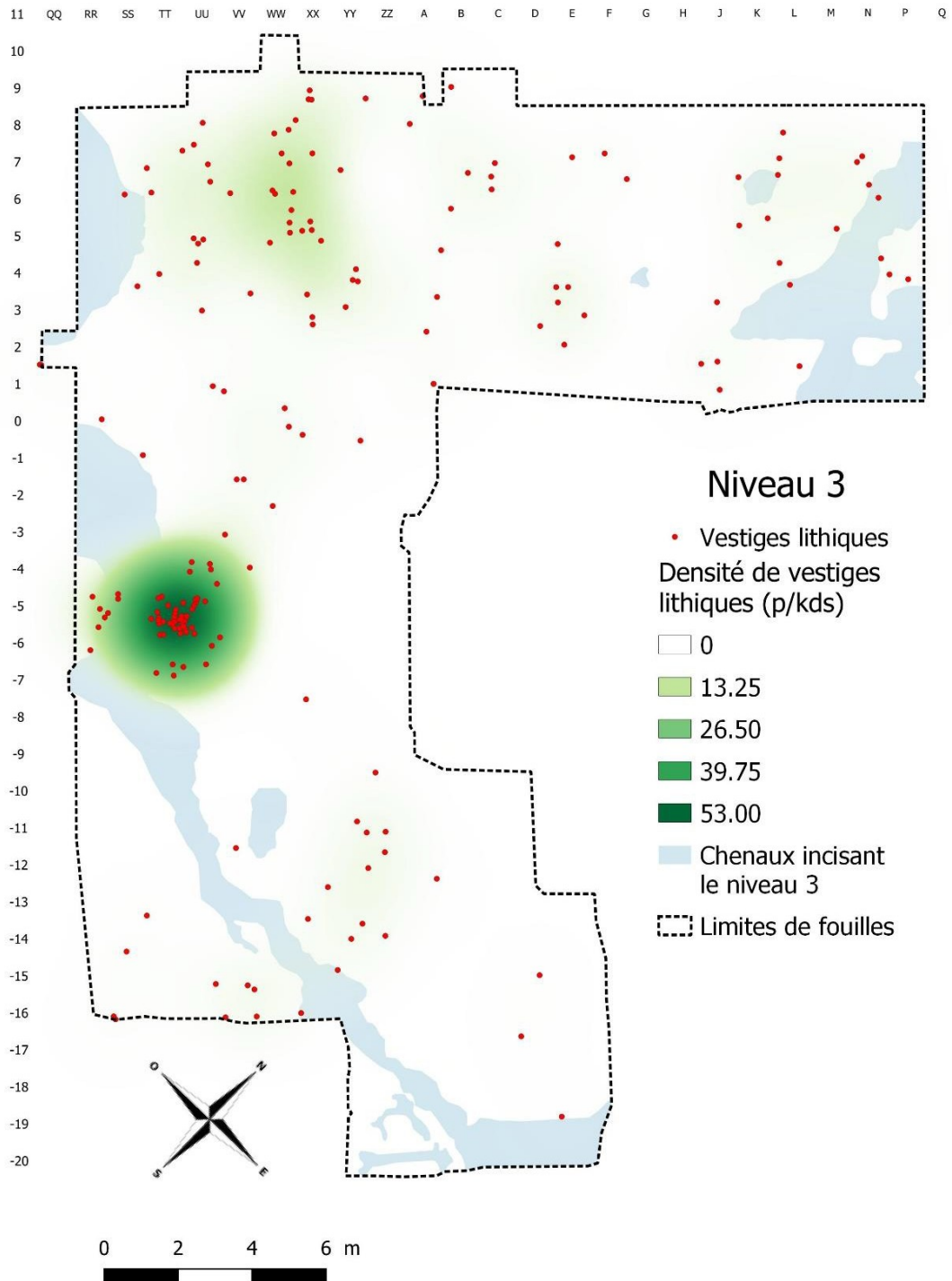


Figure 107. Localisation et densité des vestiges lithiques du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

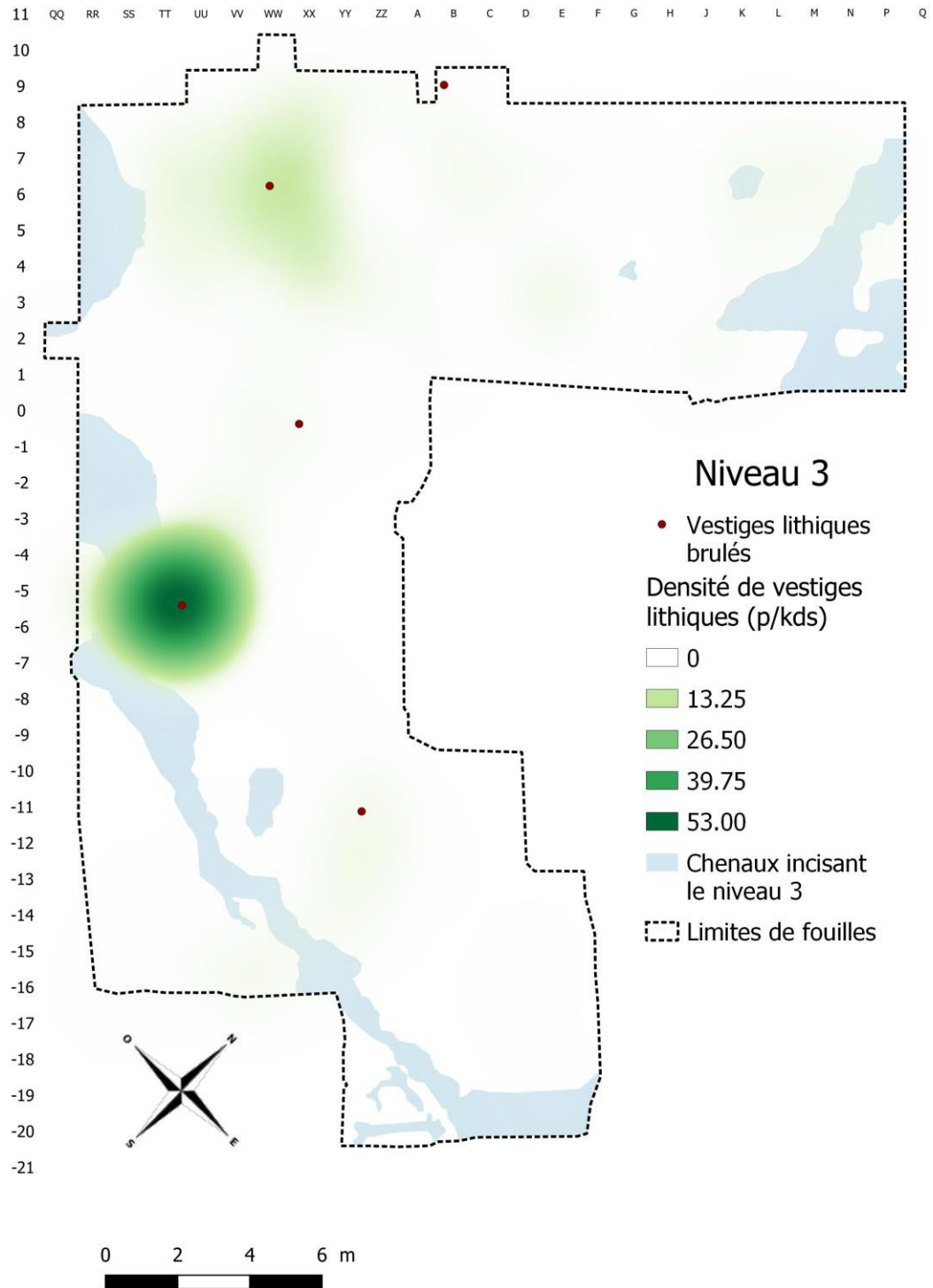


Figure 108. Localisation des silex chauffés du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

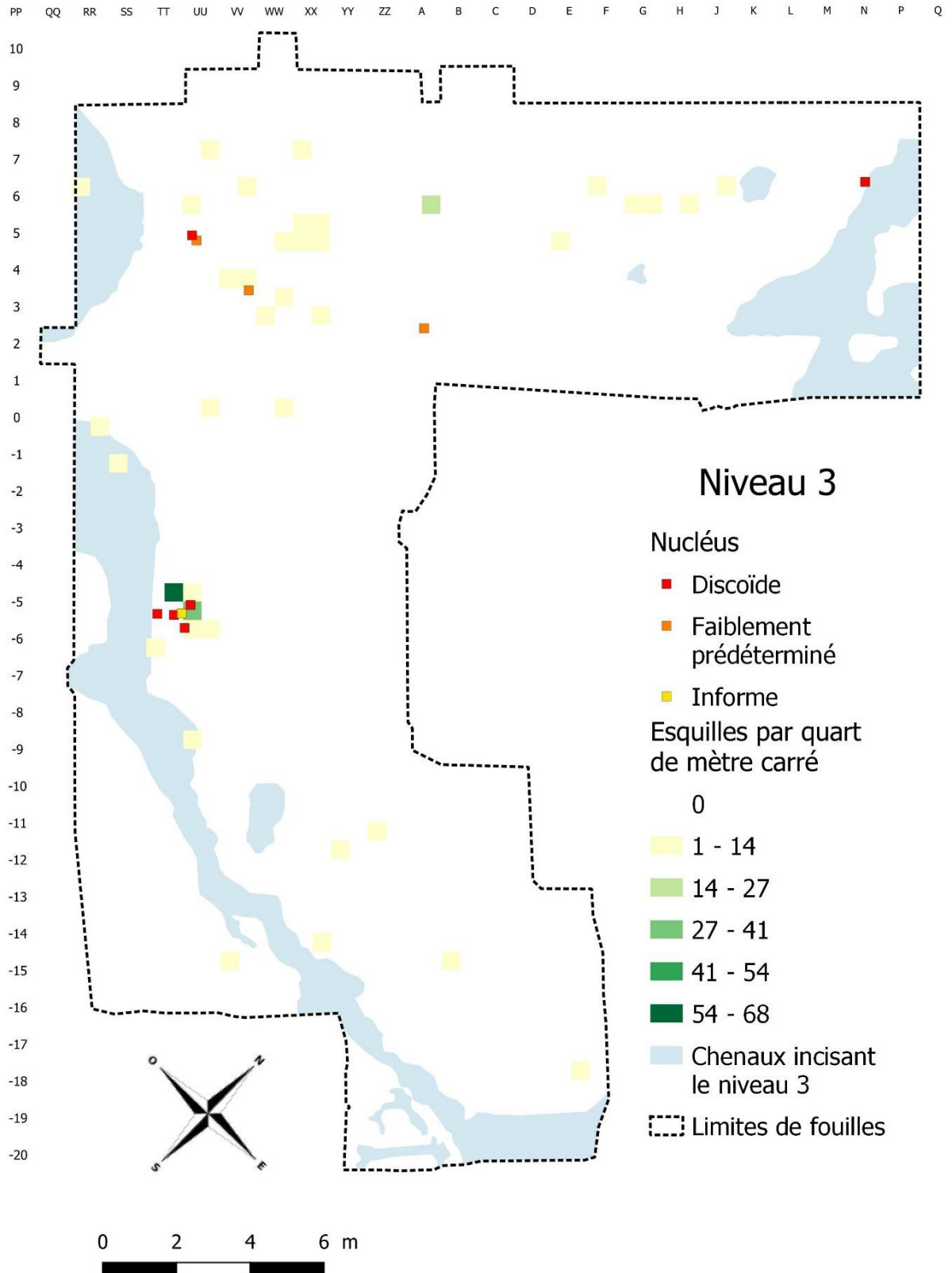


Figure 109. Localisation des nucléus et des esquilles du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

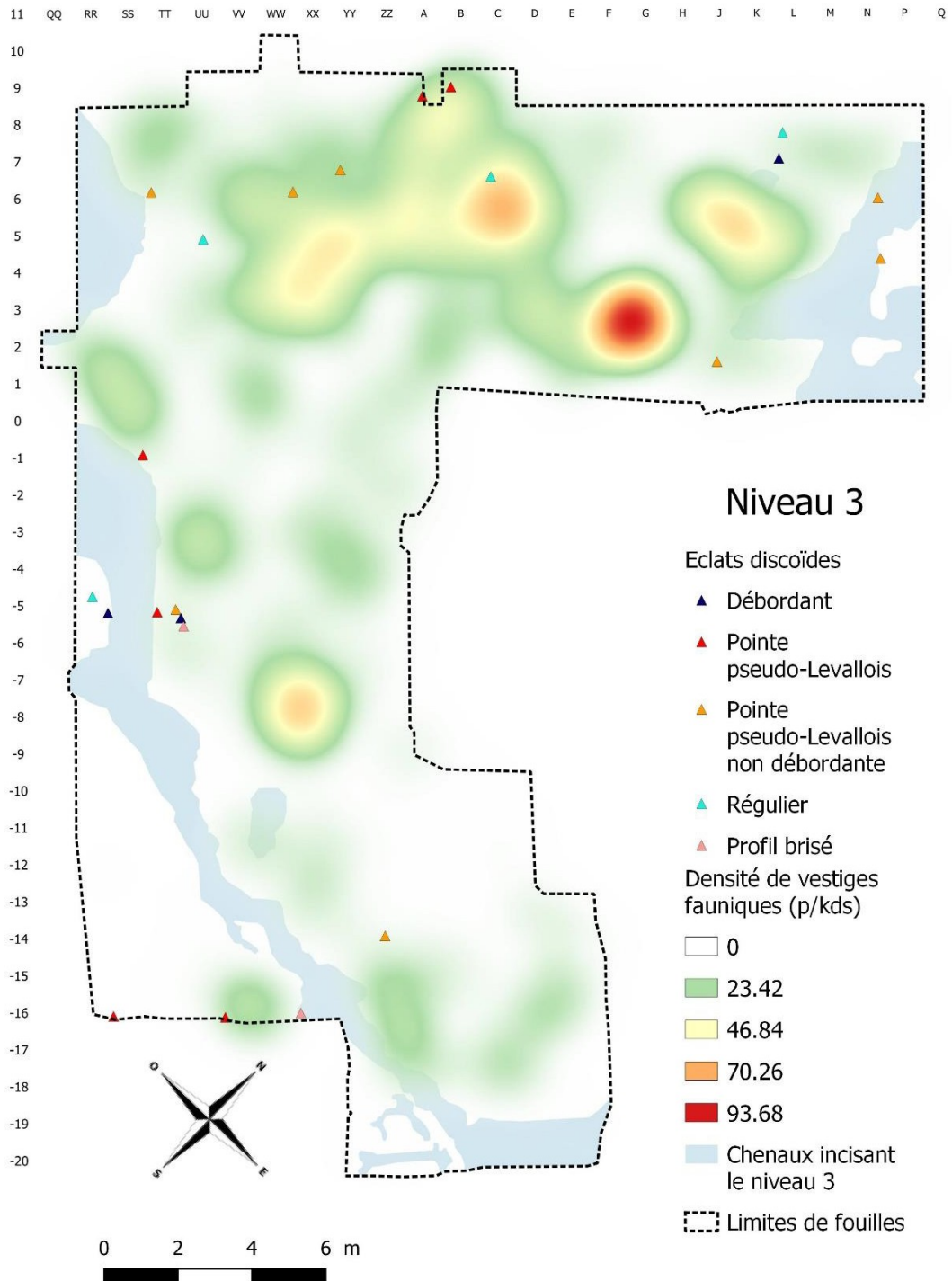


Figure 110. Localisation des produits typiques d'un débitage Discoïde du niveau 3 par rapport à la densité de vestiges fauniques (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

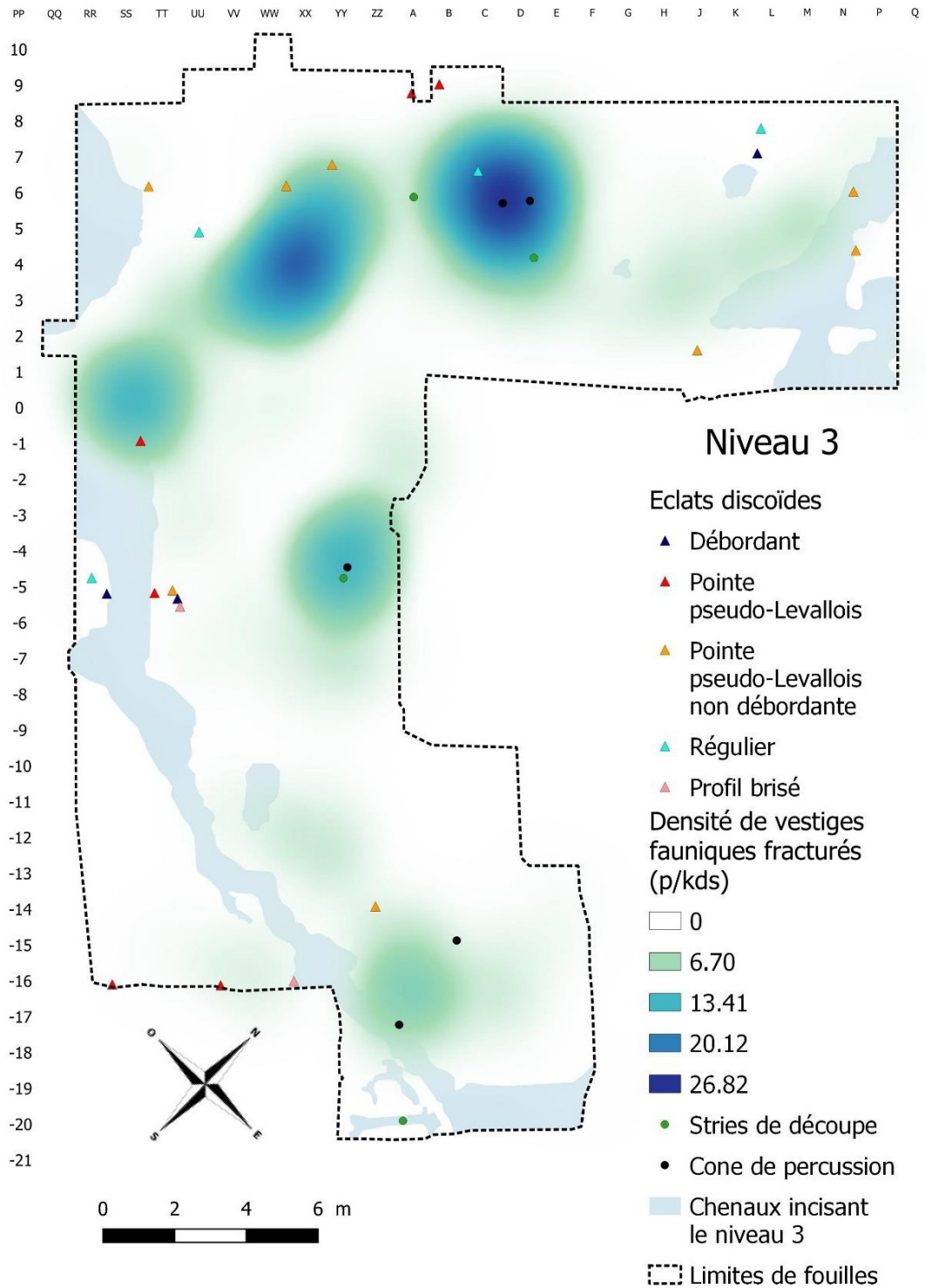


Figure 111. Localisation des produits typiques d'un débitage Discoïde du niveau 3 par rapport à la densité de vestiges fauniques fracturés (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

XI.4.2. Répartition spatiale des vestiges fauniques du niveau 3

Les vestiges fauniques du niveau 3 se répartissent sur l'ensemble de la surface fouillée mais, comme pour le niveau 2, avec une plus forte densité au nord-ouest. On discerne une zone de forte densité relativement étendue à l'extrême nord-ouest de l'aire de fouille ainsi que deux plus petites au nord-est de celle-ci. Enfin, une petite concentration est aussi observable au sud-est de l'aire de fouille (Figure 112).

La figure 113 montre que les concentrations de vestiges fauniques identifiées pour le niveau 3 correspondent, pour la plupart, à des concentrations d'os fracturés par l'Homme. On note que la zone de concentration de vestiges au sud-est de l'aire de fouille ne correspond pas à une zone de forte densité d'os fracturés. C'est en réalité une concentration d'os de cervidés issus du squelette axial, qui ont donc peu d'intérêt à être fracturé car ne contenant quasiment pas de moelle osseuse (Figure 119).

Comme pour le niveau 1, les cônes de percussion et les vestiges portant des stries de découpe se localisent au sein de ces zones de fracturation. Ces éléments permettent, une nouvelle fois, d'identifier ces aires de fracturation comme des aires de boucherie.

Là aussi, les stries de découpe et les cônes de percussion ont tendance à se répartir dans différentes zones de fracturation (Figure 113). Cette répartition différentielle pourrait témoigner de l'existence d'aires de boucherie spécifiques dédiées à une des étapes du processus de traitement des carcasses animales.

De la même manière que pour les deux premiers niveaux, il existe une répartition différentielle des vestiges selon leurs taxons. Les vestiges de cervidés (cerf et daim) se concentrent toujours au sein des zones de fracturation (Figures 114 à 116). Tandis que les vestiges de grand et méga-herbivores (aurochs et rhinocéros) se localisent en périphérie de ces zones (Figures 117 et 118).

Pour le niveau 3, nous avons à nouveau identifié une organisation spatiale de l'occupation sous forme d'aire de boucherie. Les premiers indices réunis ici permettent de proposer l'existence d'aires de boucherie spécifiques dédiées à une étape du traitement des carcasses et/ou à une espèce particulières.

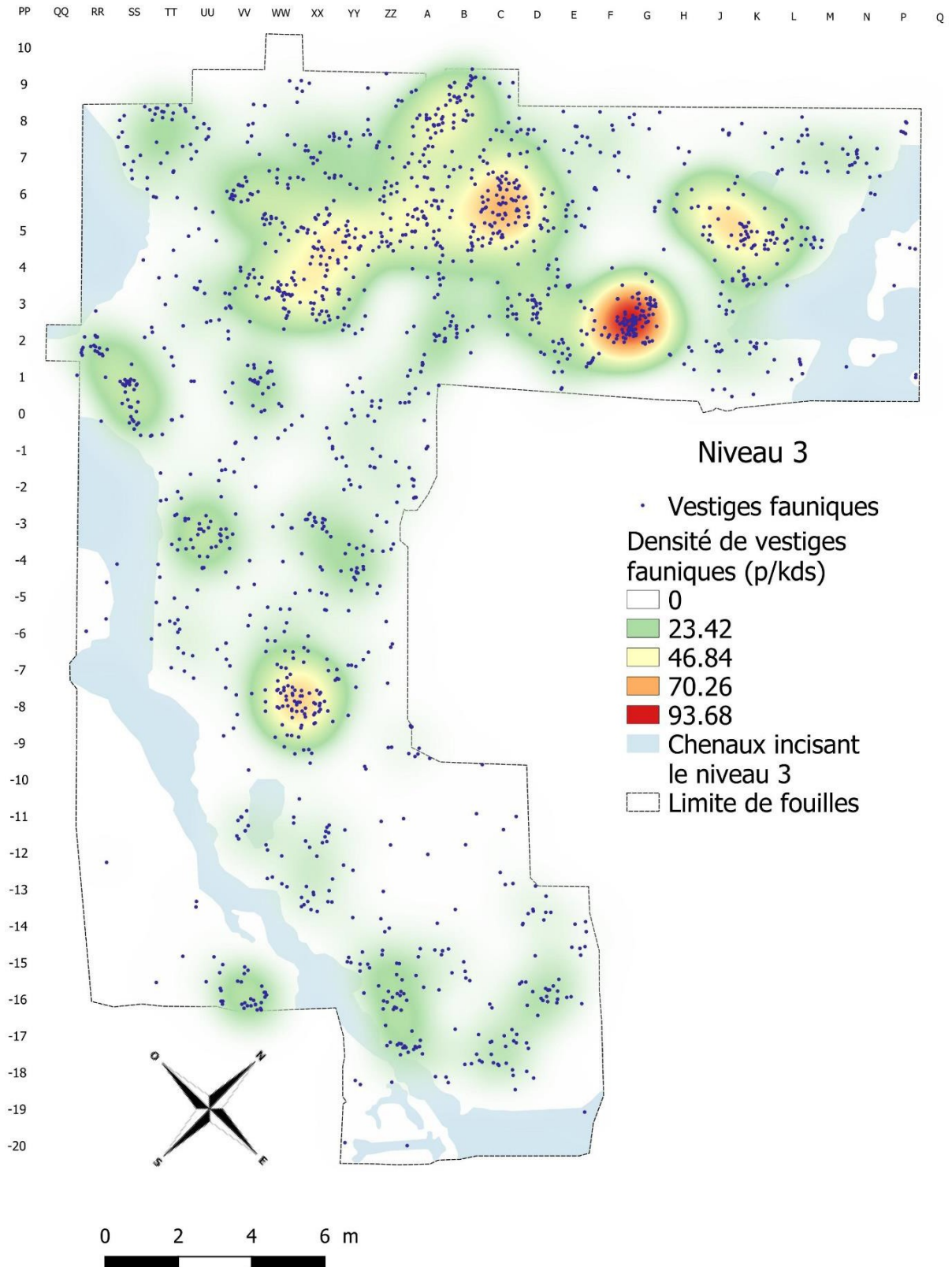


Figure 112 : Localisation et densité des vestiges fauniques du niveau 3. Densité en : estimated pieces per kernel density surface (p/kds) (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

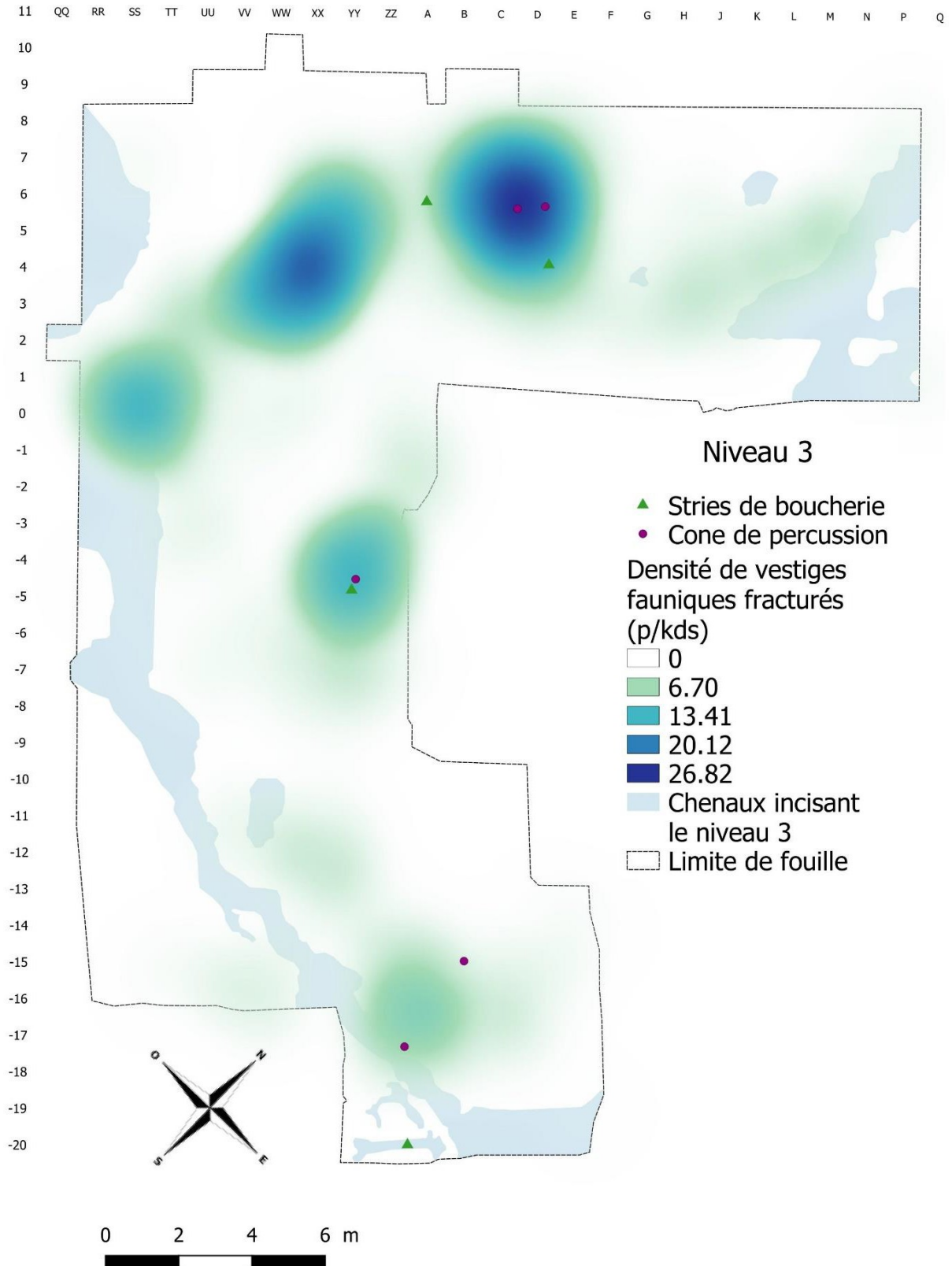


Figure 113 : Localisation et densité des vestiges fauniques portant des traces d'origine anthropique du niveau 3. Densité en : estimated pieces per kernel density surface (p/kds) (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

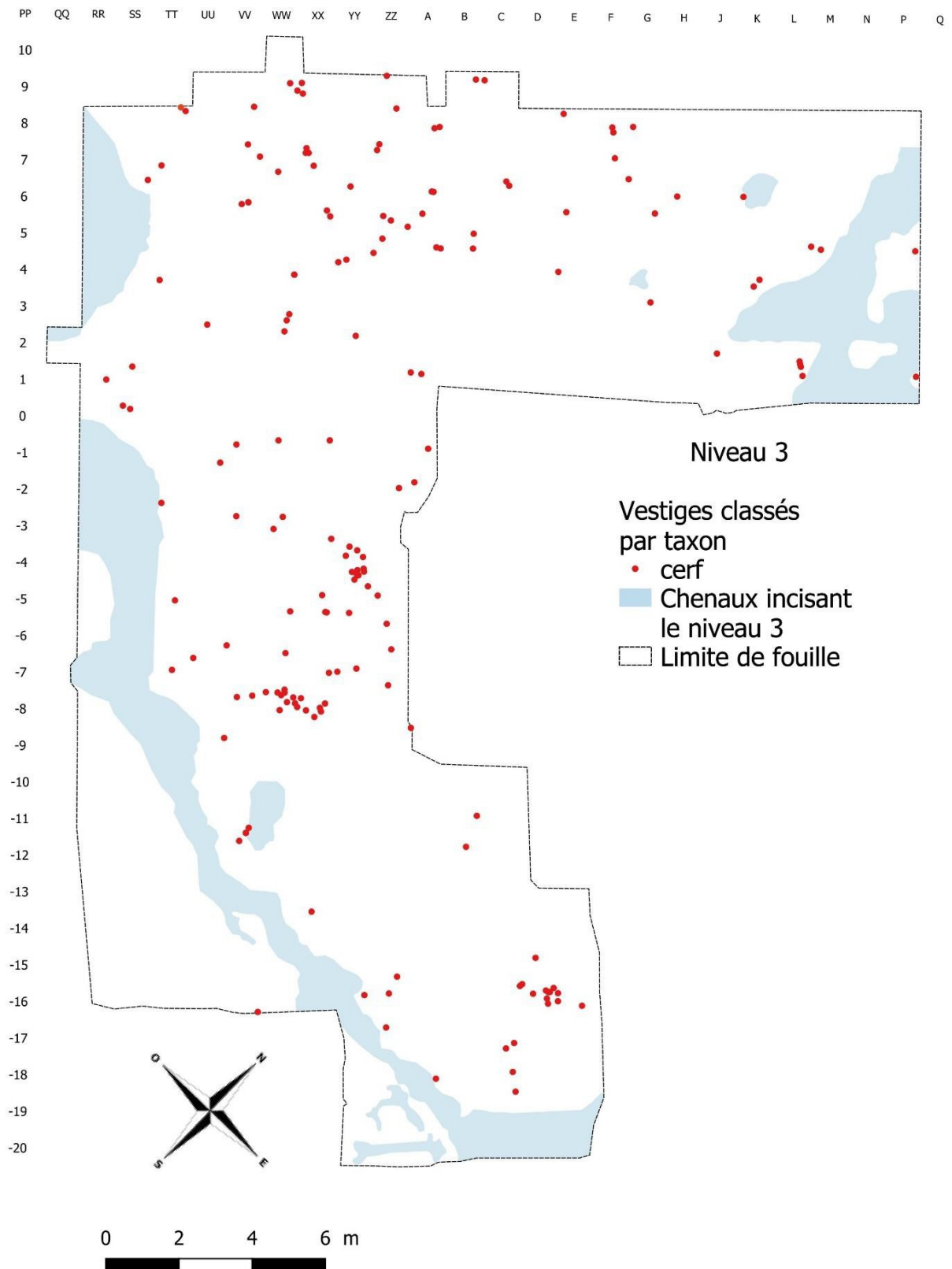


Figure 114 : Localisation des vestiges de cerf du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

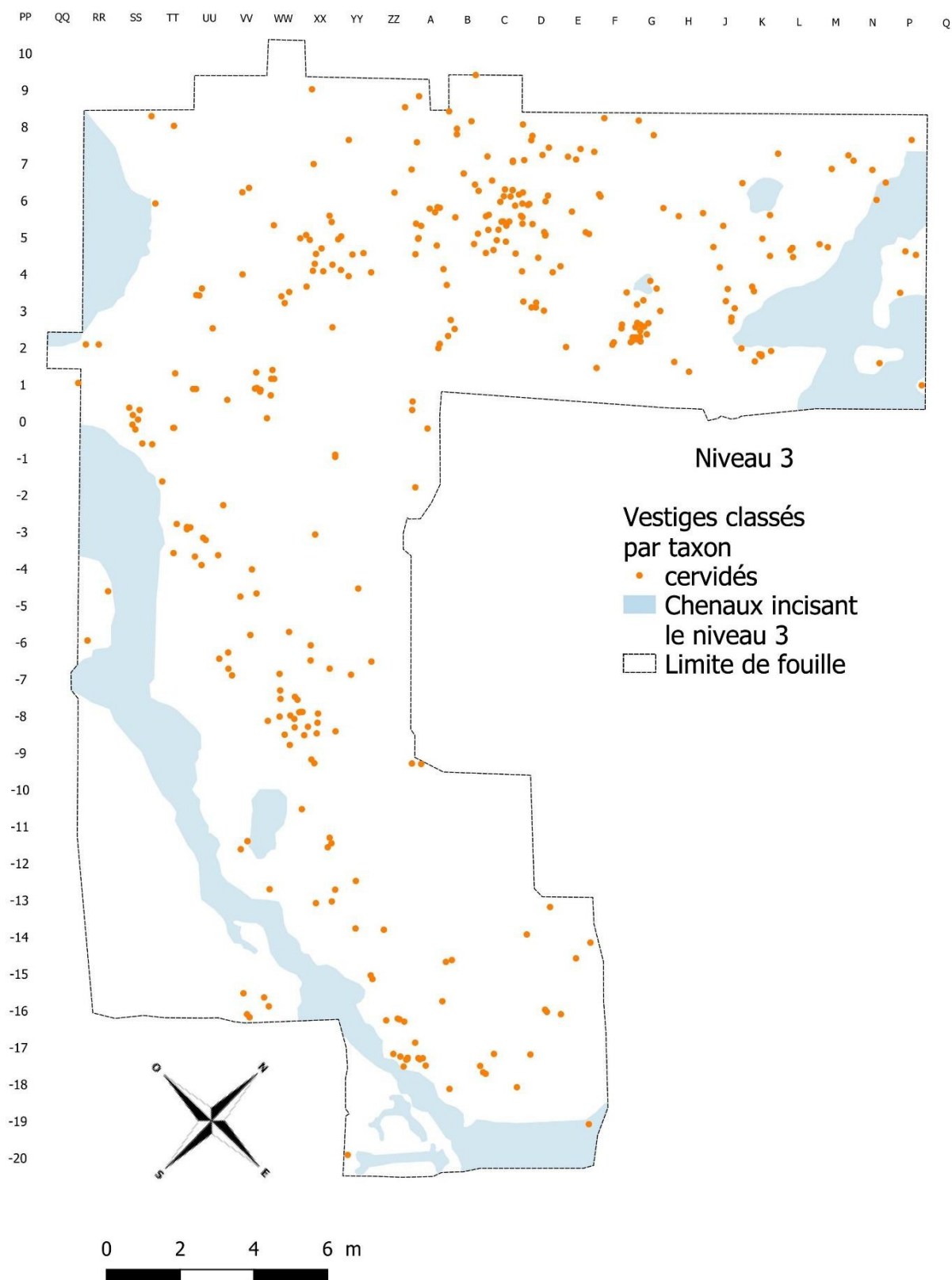


Figure 115 : Localisation des vestiges de cervidés (espèce indéterminée) du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

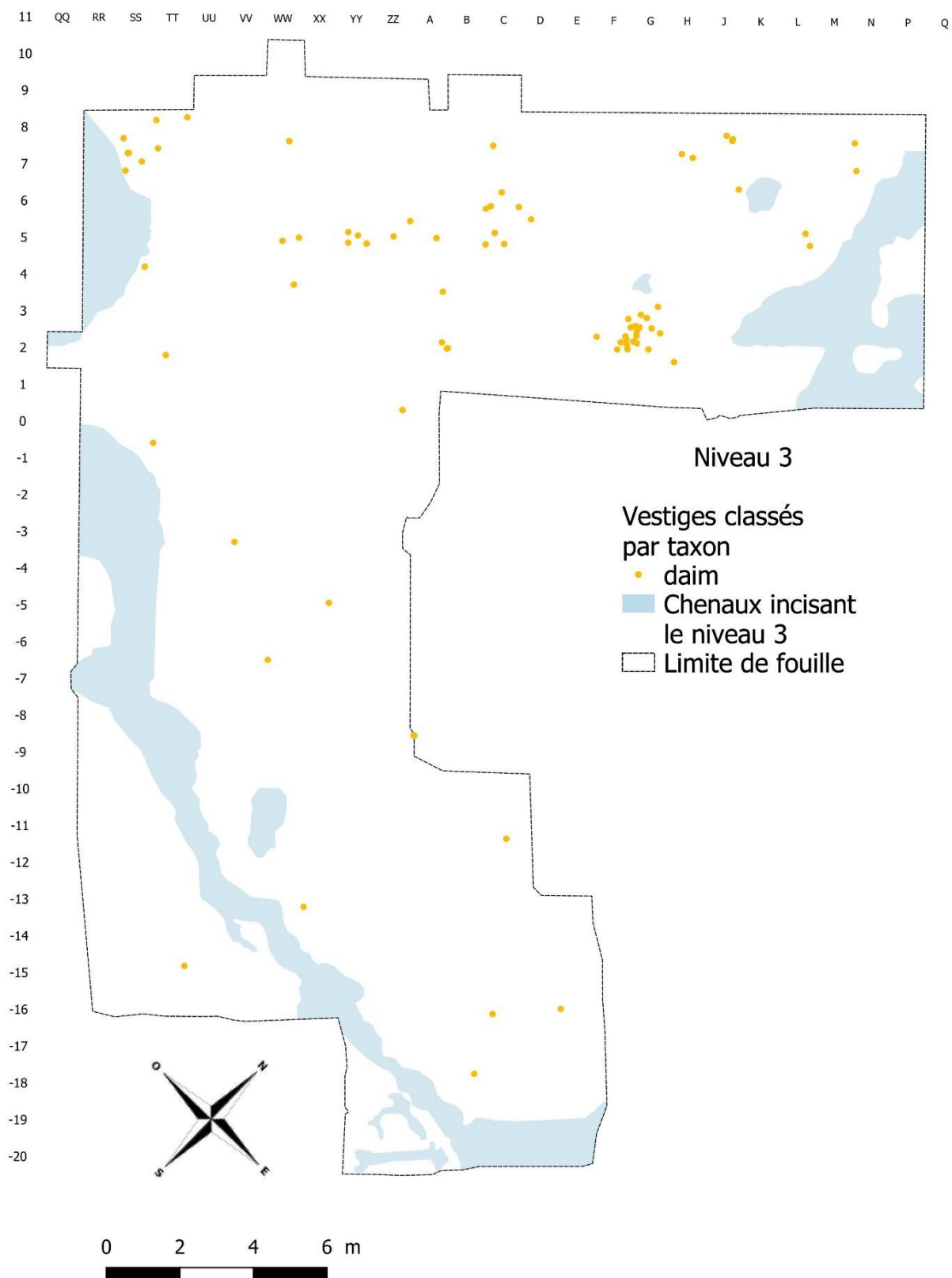


Figure 116 : Localisation des vestiges de daim de du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

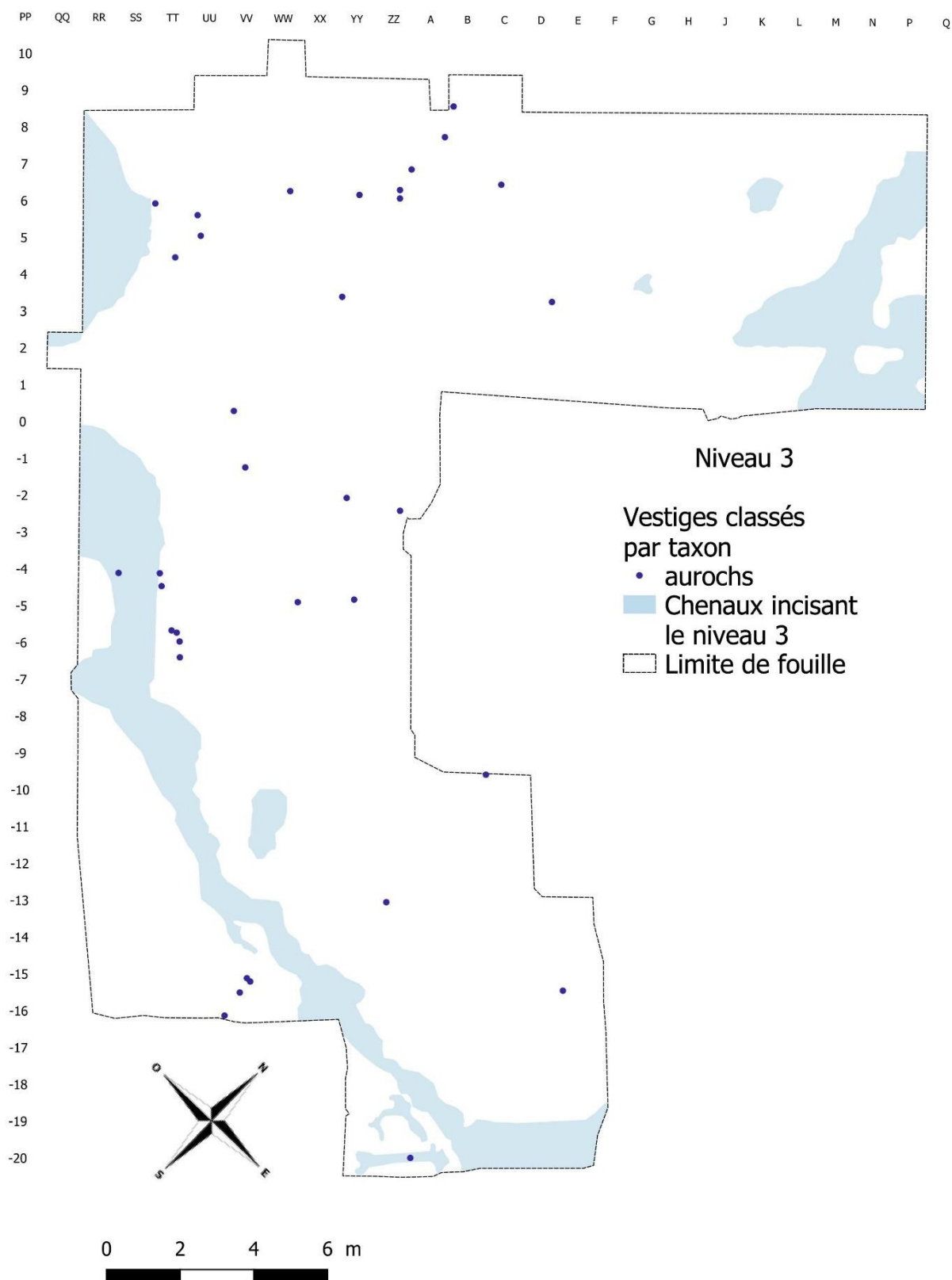


Figure 117 : Localisation des vestiges d'aurochs du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

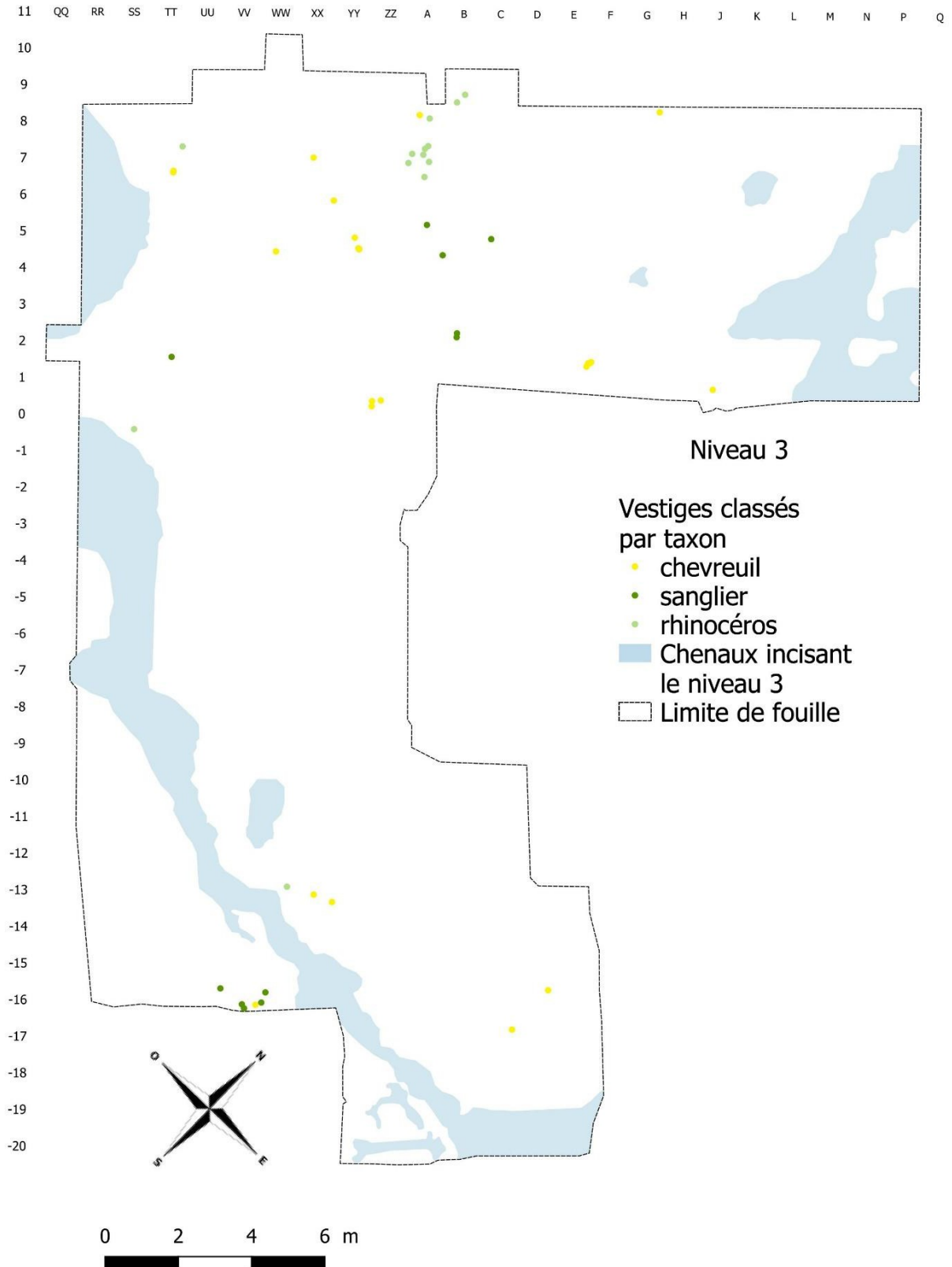


Figure 118 : Localisation des vestiges de chevreuil, sanglier et rhinocéros du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

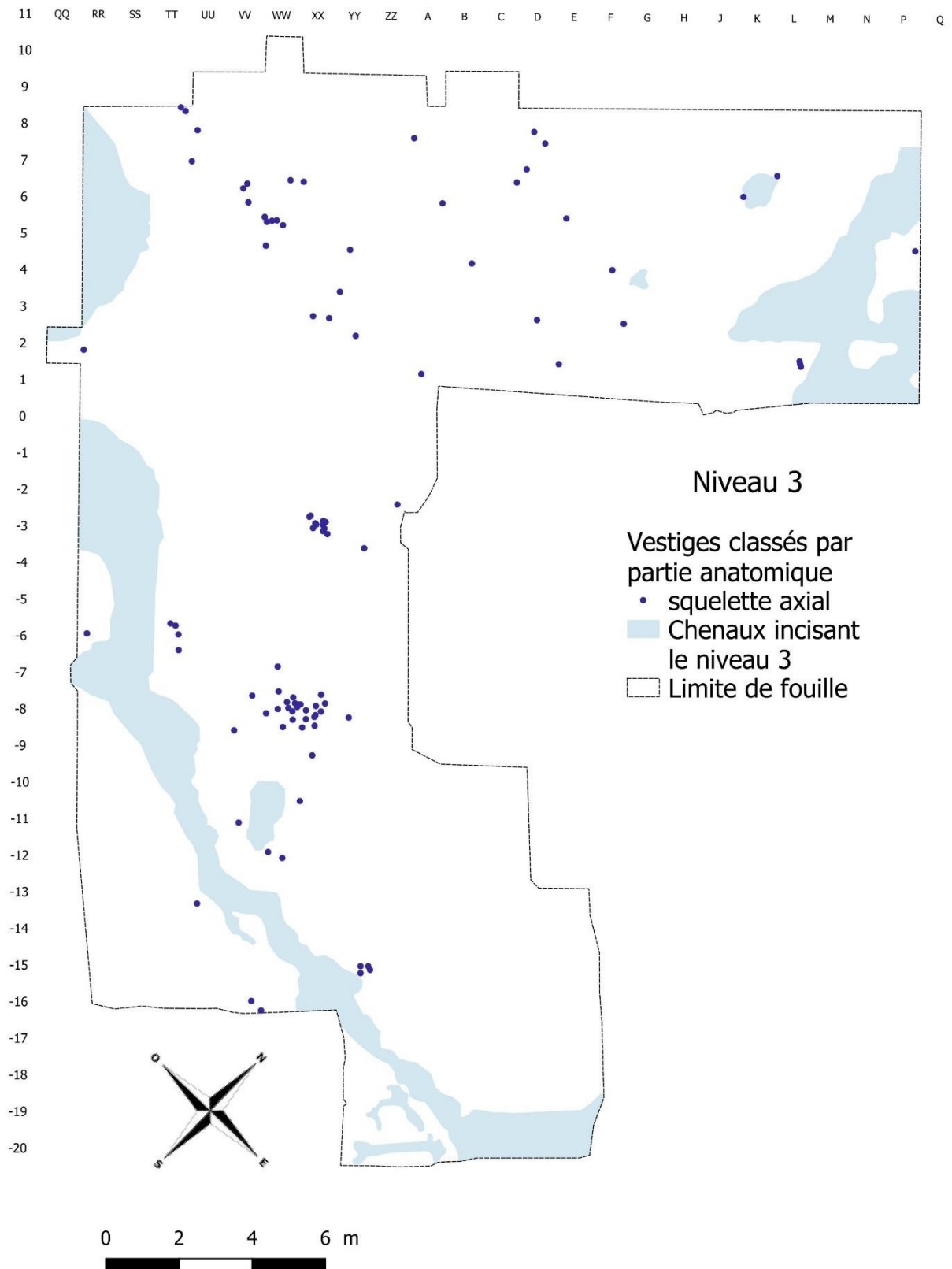


Figure 119 : Localisation des vestiges du squelette axial (tous taxons confondus) du niveau 3
(DAO : G. Moreau, Université de Liège).

XI.5. Analyse spatiale des vestiges du niveau 4

XI.5.1. Les artefacts lithiques

Le niveau 4 est le plus riche en artefacts. Il est présent sur toute l'aire de fouille. Une zone de plus forte concentration se dessine à l'est autour des « foyers » identifiés en 2008 (figure 120). Lors de la fouille, des zones de limons fluviaux fendillés, de couleur plus sombre, avaient été identifiées. Elles correspondaient à des zones de concentrations de charbons de bois (figures 121 et 122). Ces quelques mètres carrés étaient presque vides de matériel archéologique, qui se trouvaient en périphérie. L'interprétation est celle de foyers non construits (Locht *et al.*, 2008).

Une seconde petite concentration se situe au nord de l'aire de fouille (figure 123). Il s'agit d'un petit poste de taille localisé à un endroit où le gravier de la nappe alluviale remonte et se trouve inclus dans le limon qui contient le niveau 4, fournissant un accès direct à la matière première (figure 42). Sans surprise, l'intégralité des silex chauffés se trouvent à proximité immédiate des foyers.

Plusieurs nucléus et de nombreuses esquilles se trouvent dans cette zone. Plusieurs spots d'esquilles et quelques nucléus se trouvent au nord de l'aire de fouille. Il faut noter la présence de deux nucléus Levallois isolés à l'ouest du décapage. (figure 125).

Les pointes pseudo-Levallois, les éclats débordants et les autres éclats de type Discoïdes sont localisés soit dans le poste de débitage du nord du décapage, soit associés aux aires de fracturation de la faune. (figures 126 et 127).

Il faut remarquer que des vestiges dont certains ne sont pas brûlés sont superposés aux zones de sédiments chauffés. Ils doivent donc être postérieurs à ceux-ci. Cela pose donc des questions quant au fonctionnement précis de cette zone qui illustre donc au moins deux épisodes d'activités différents.

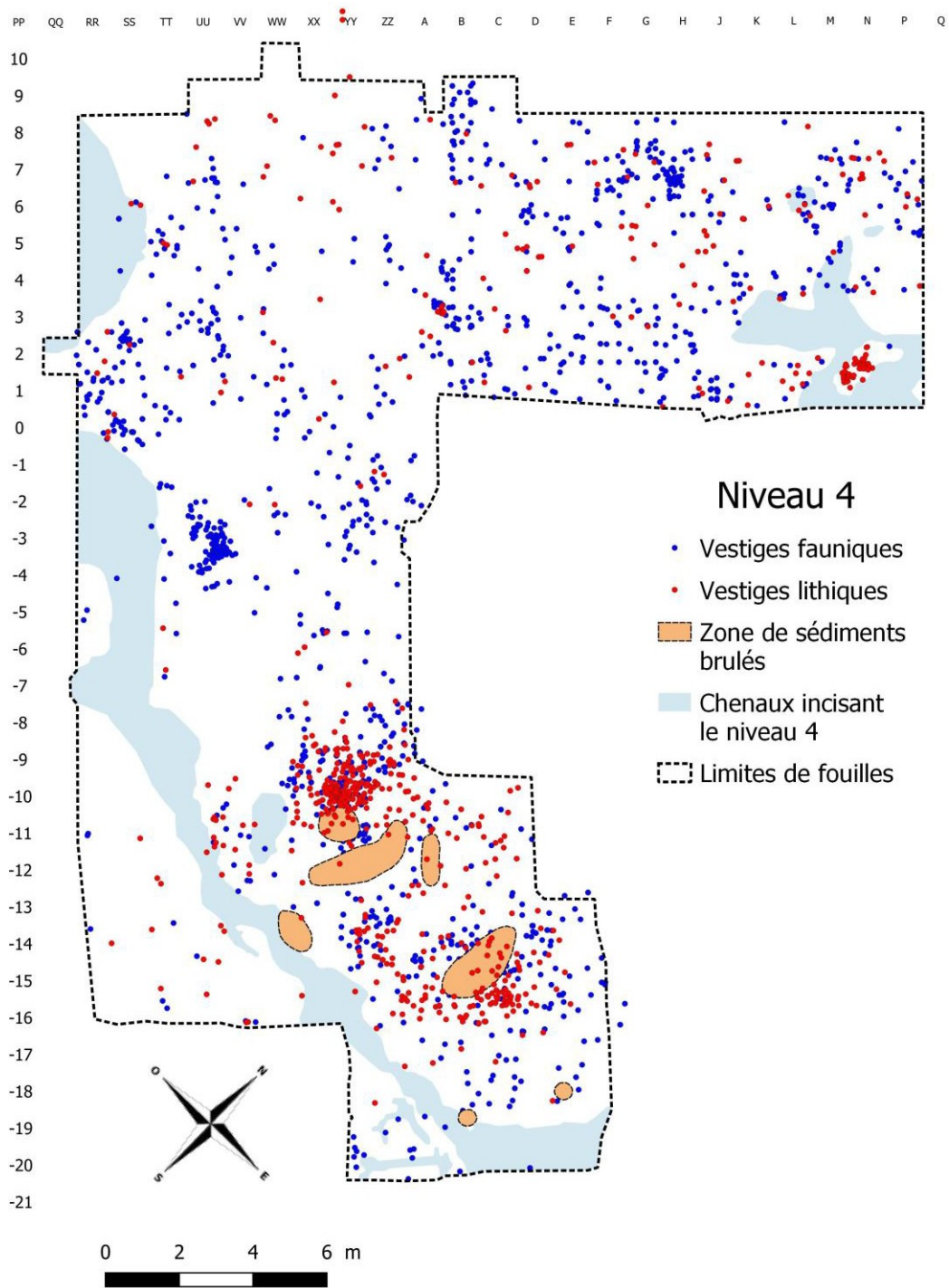


Figure 120. Localisation des vestiges du niveau 4 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).



Figure 121. Concentration de charbons de bois au sein du « limon fendillé » (cliché : J.-L. Loch, Inrap).



Figure 122. Détail de la coupe stratigraphique d'un des foyers (cliché : J.-L. Loch).

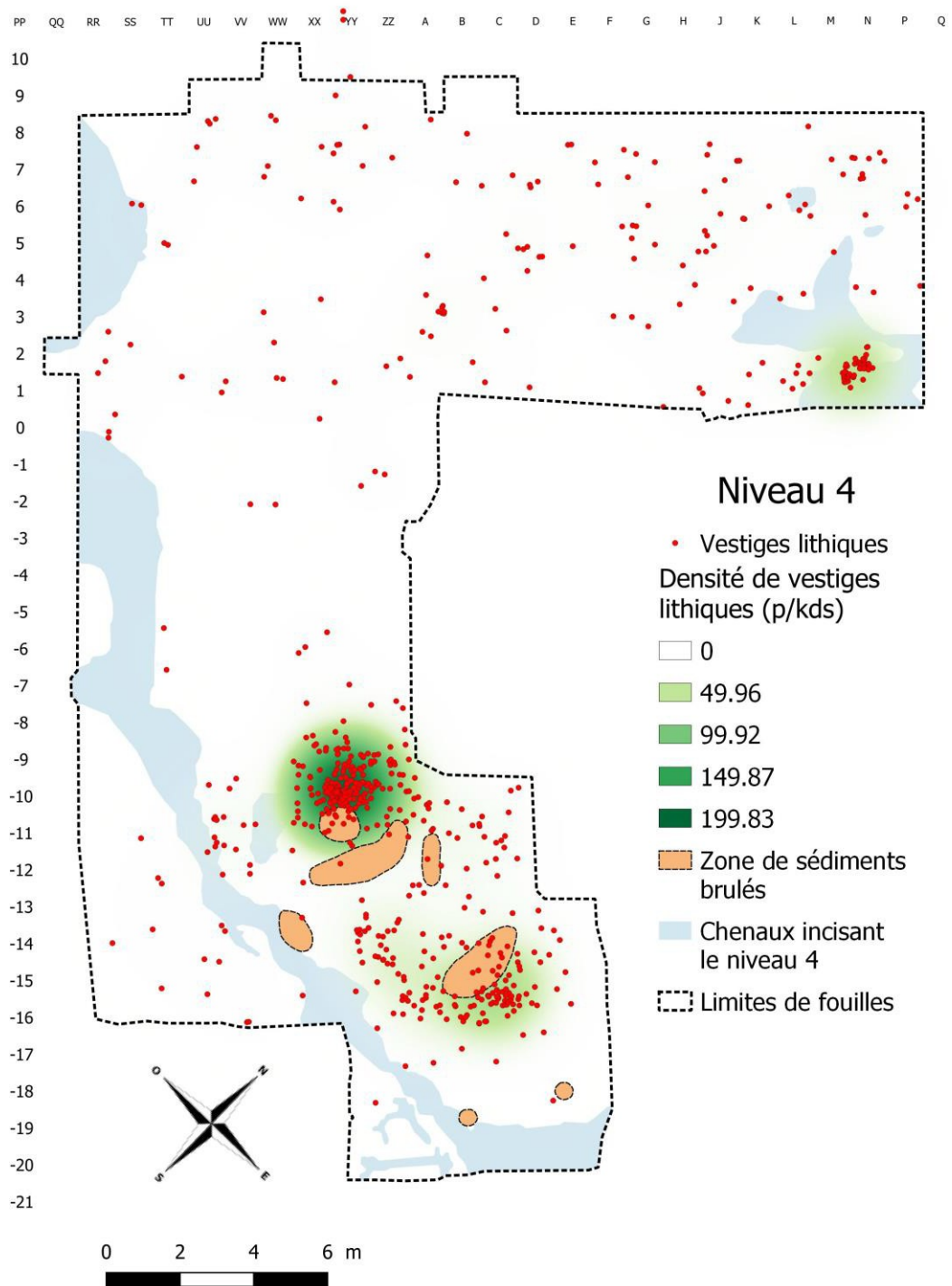


Figure 123. Localisation et densité des vestiges lithiques du niveau 4 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

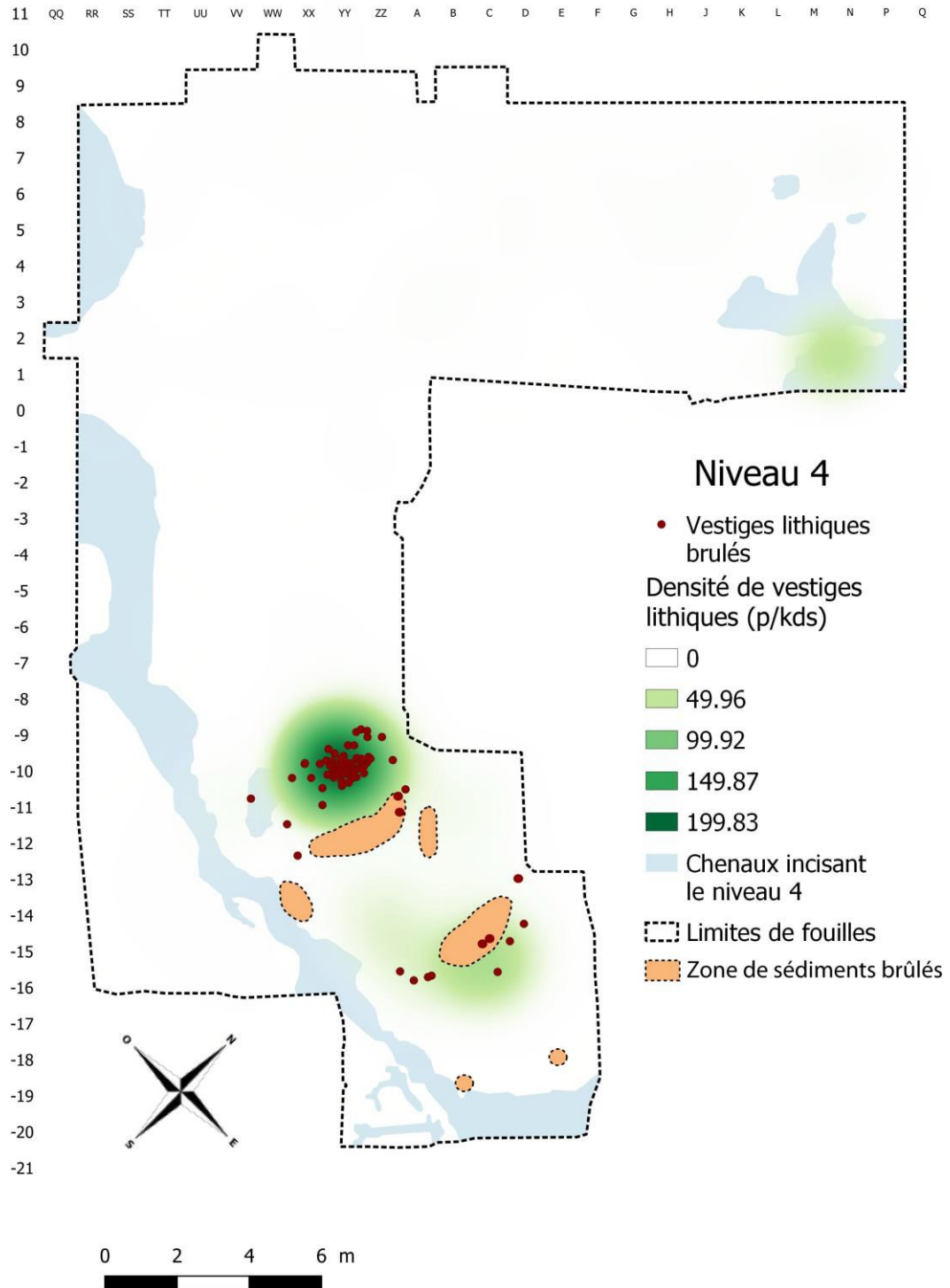


Figure 124. Localisation des silex chauffés du niveau 4 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

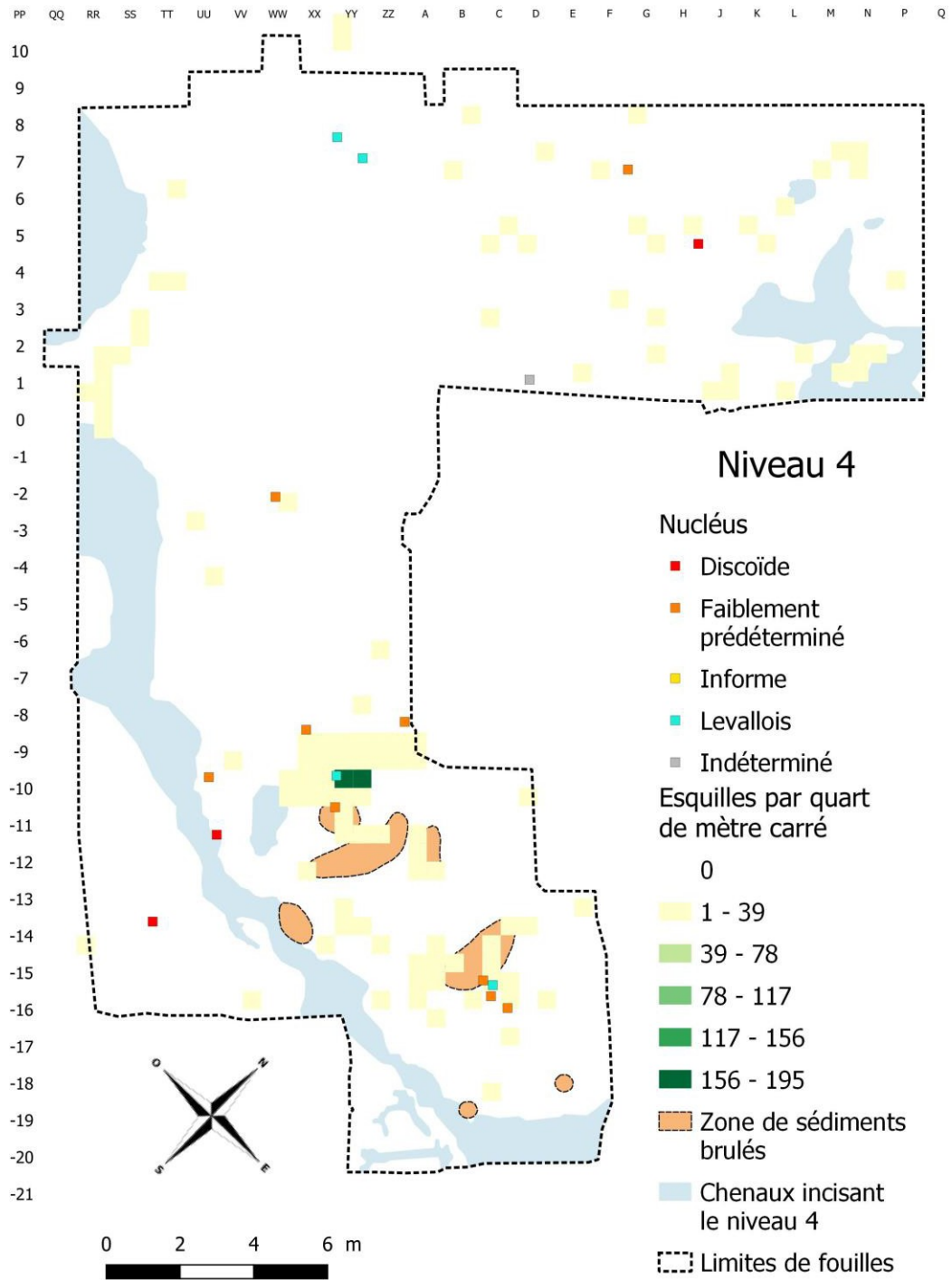


Figure 125. Localisation des nucléus et des esquilles du niveau 4 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

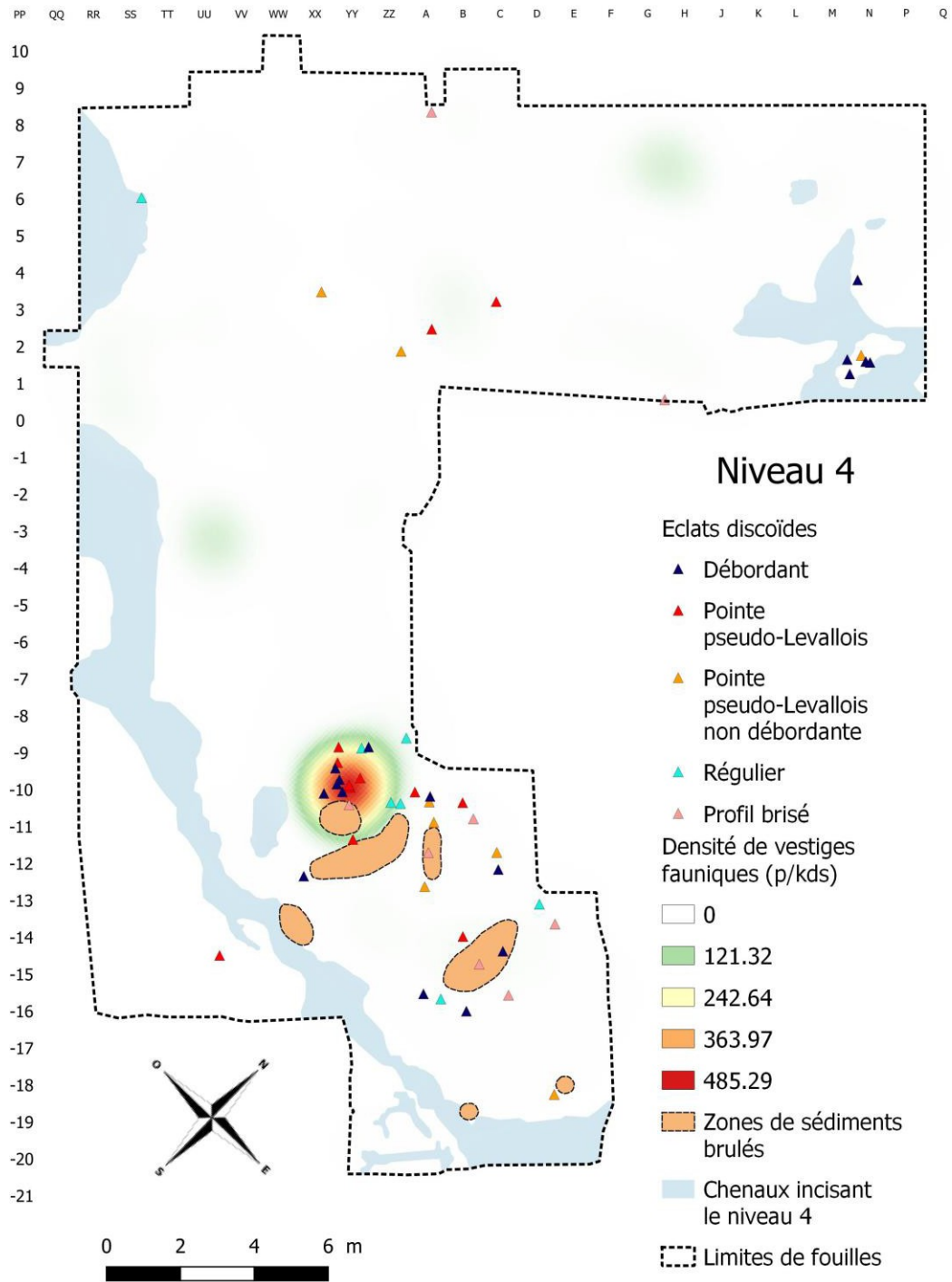


Figure 126. Localisation des produits typiques d'un débitage Discoïde du niveau 4 par rapport à la densité de vestiges fauniques (DAO : G. Moreau, Université de Liège).¹

1

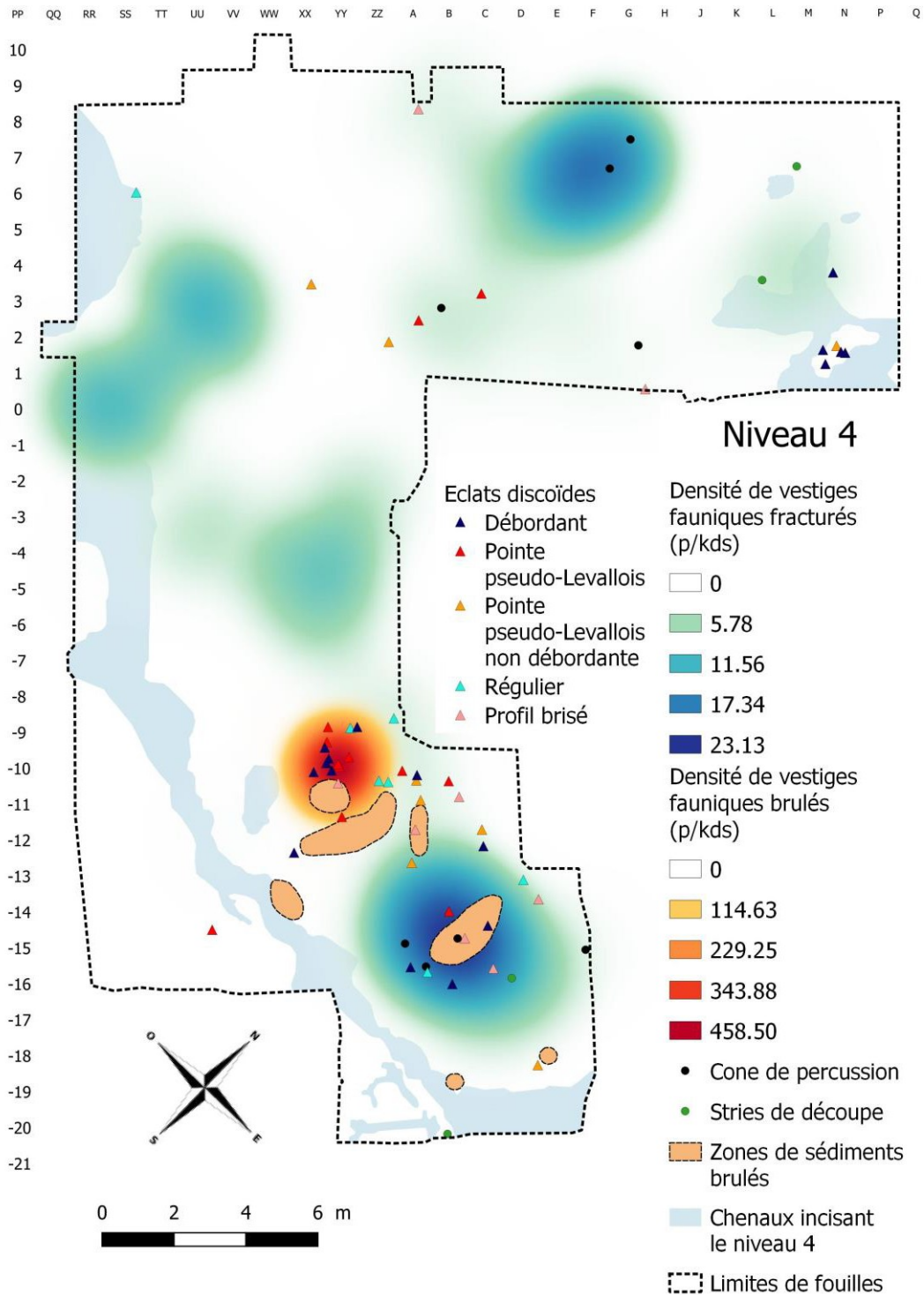


Figure 127. Localisation des produits typiques d'un débitage Discoïde du niveau 4 par rapport à la densité de vestiges fauniques fracturé et des ossements brûlés (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

XI.5.2. Les vestiges fauniques

Comme pour les niveaux 2 et 3, les vestiges fauniques du niveau 4 se répartissent sur l'ensemble de l'aire de fouille. Cependant, on ne discerne clairement qu'une seule zone de forte concentration de vestiges fauniques au sud-est (Figure 128).

La figure 129 montre que cette zone correspond à une forte concentration de vestiges portant des traces de combustion (zone de combustion dans la suite du texte). Elle regroupe un très grand nombre de vestiges de petite taille fragmentés par le feu. Ceci a rendu les autres concentrations de vestiges, de plus faible densité, indiscernable sur la figure 128.

Sur la figure 129, on observe néanmoins quatre zones de concentration d'os fracturés au sein du niveau 4. Comme pour le niveau 1 et 3, les cônes de percussion et les vestiges portant des stries de découpe se localisent principalement au sein de ces zones de fracturation. Ceci permet d'identifier les aires de fracturation de ce niveau comme des aires de boucherie.

Pour ce niveau, les stries de découpe et les cônes de percussion ont toujours une légère tendance à se répartir dans différentes zones de fracturation (Figure 129). Cette répartition différentielle pourrait témoigner de l'existence d'aires de boucherie spécifiques dédiées à une étape du processus de traitement des carcasses animales.

De par leur proximité, la zone de combustion et la zone de fracturation à l'est de celle-ci semblent constituer les deux parties d'un même pôle d'activités humaines plus complexe. En effet, les zones de sédiments brûlés, déjà évoquées à propos des vestiges lithiques, se répartissent aussi bien en périphérie de la zone de combustion qu'au sein de la zone de fracturation (figure 129).

Concernant la distribution des vestiges selon leur espèce, la tendance identifiée pour les niveaux 1, 2 et 3 est très nettement observable pour le niveau 4. Les vestiges de cervidés, ici quasiment uniquement de cerf, se regroupent au sein des zones de fracturations (figures 130 et 131). Tandis que les vestiges de grand et méga-herbivores (aurochs et rhinocéros) se localisent en périphérie directe de ces zones (figures 132 et 133). Notons que, dans le cas du niveau 4, les vestiges de chevreuil semblent suivre la même tendance que ces derniers en se localisant en périphérie des zones de fracturation (Figure 30).

Ainsi, pour le niveau 4, nous avons finalement détecté une organisation spatiale de l'occupation sous forme d'aires de boucherie et zone de combustion. Nous pouvons proposer, pour ce niveau, l'existence d'aires de boucherie spécifiques dédiées à une étape du traitement des carcasses et/ou à une espèce particulière. Les éléments regroupés ici permettent aussi de suggérer une relation étroite entre les activités de boucherie et de combustion.

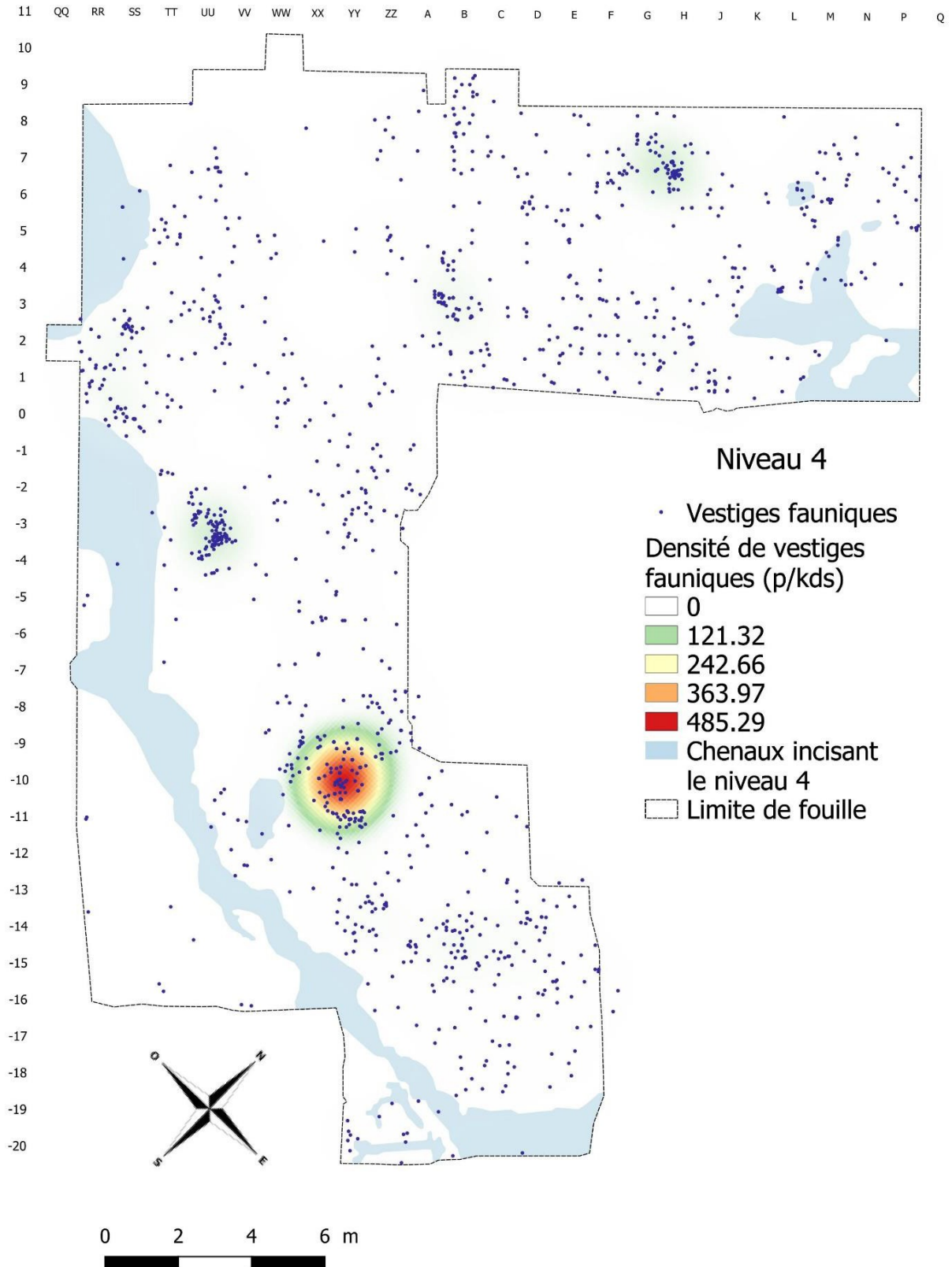


Figure 128 : Localisation et densité des vestiges fauniques du niveau 4. Densité en : estimated pieces per kernel density surface (p/kds) (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

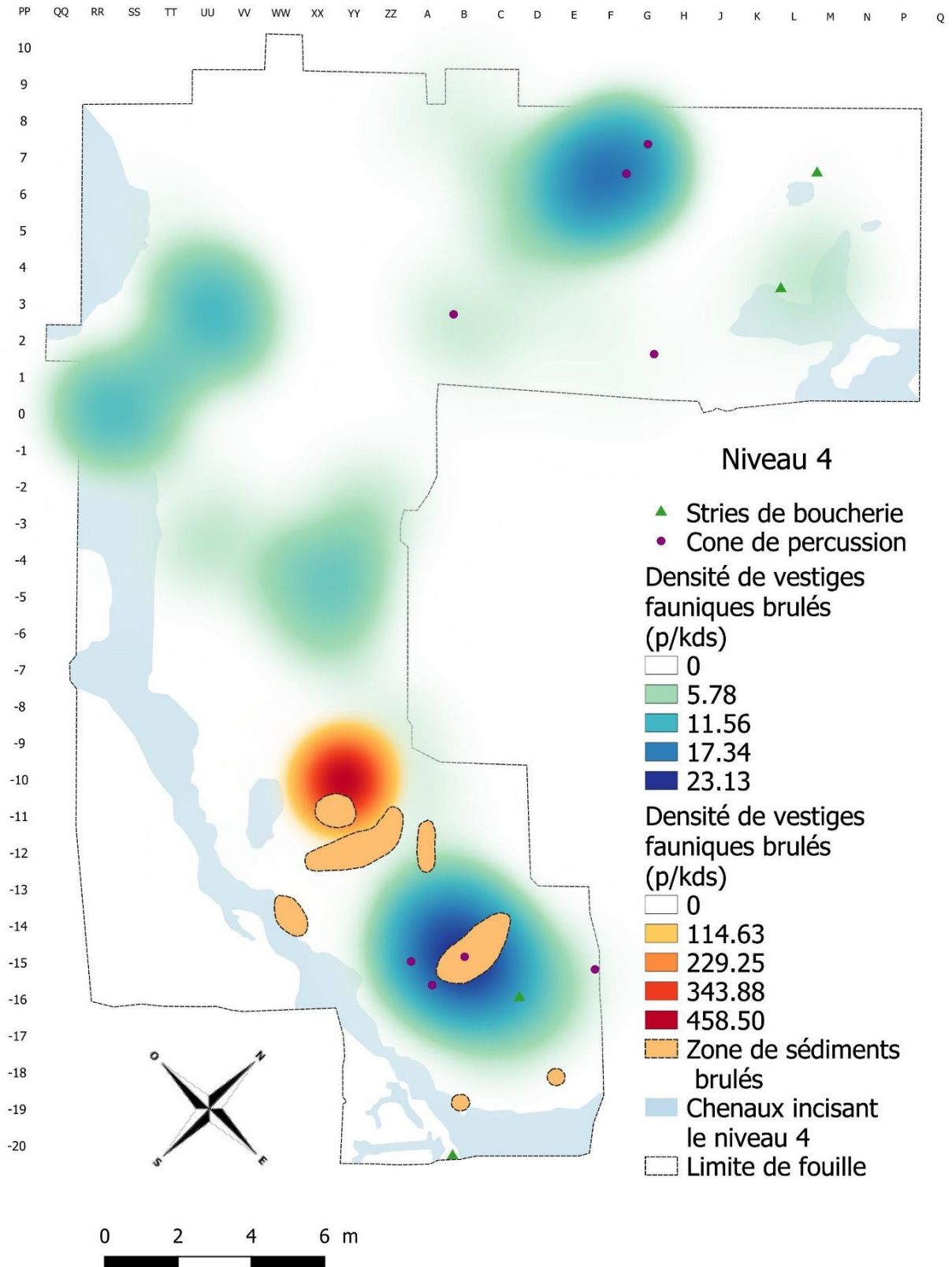


Figure 129 : Localisation et densité des vestiges fauniques portant des traces d'origine anthropique du niveau 3. Densité en : estimated pieces per kernel density surface (p/kds) (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

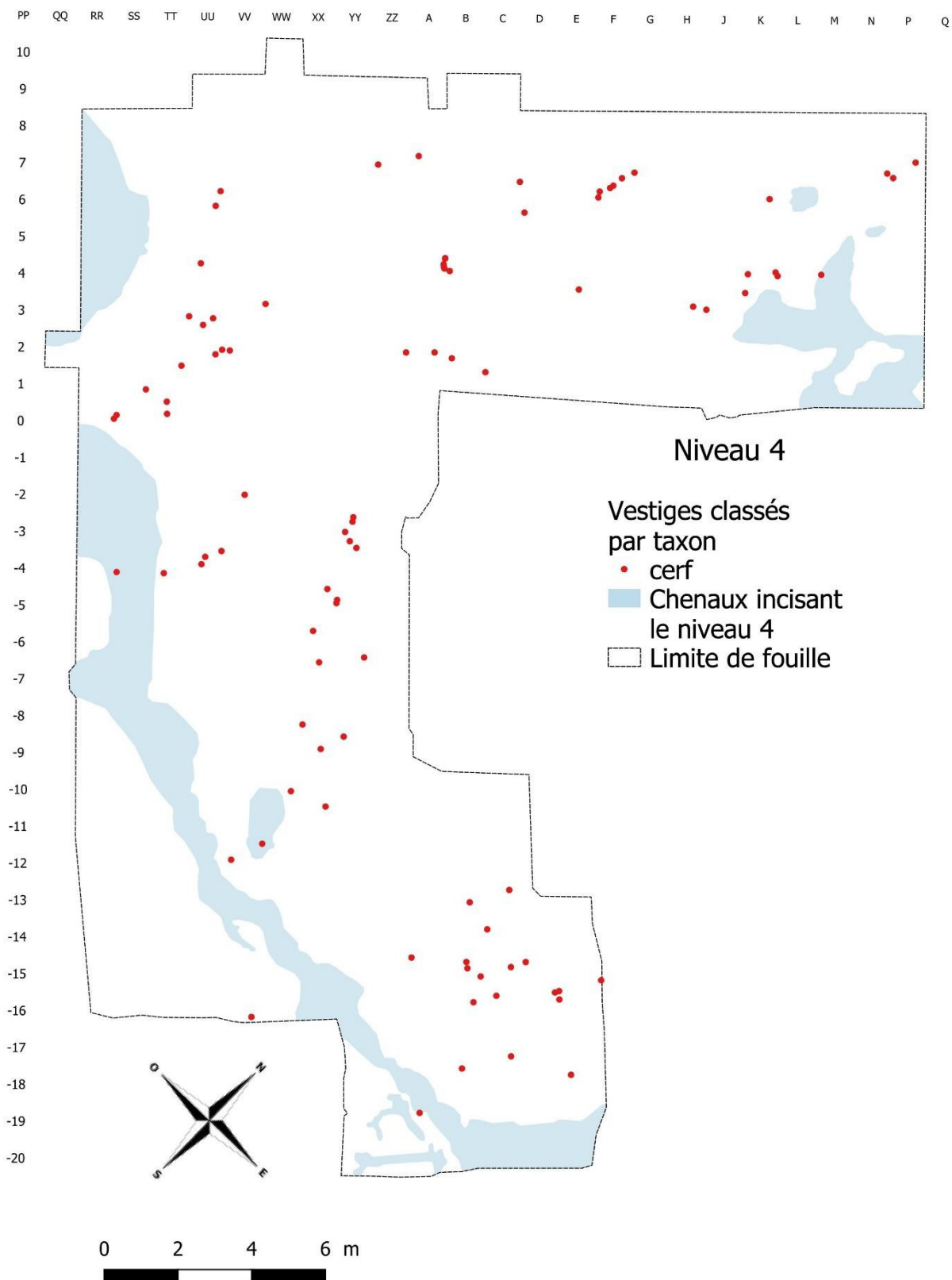


Figure 130 : Localisation des vestiges de cerf du niveau 4 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

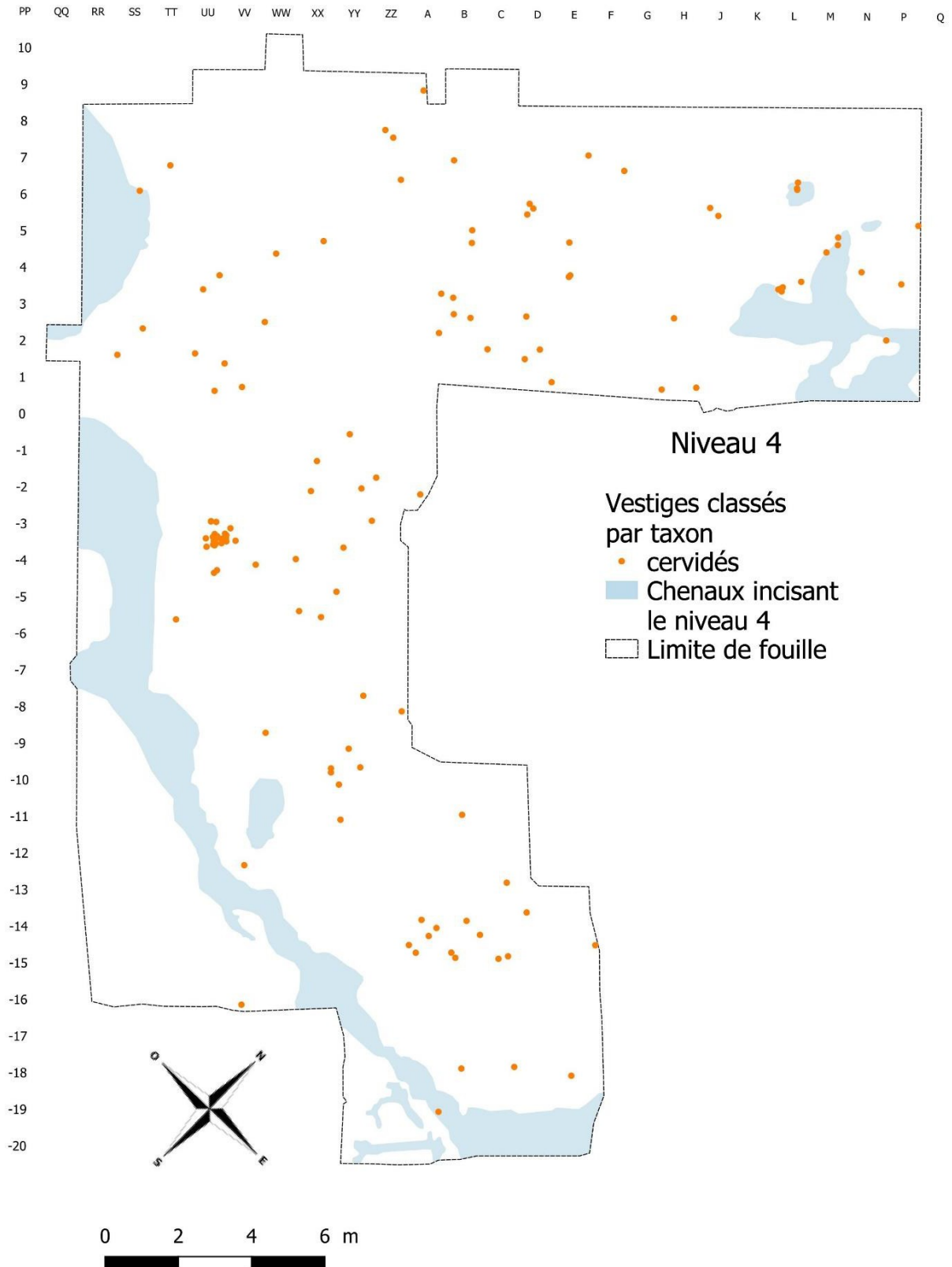


Figure 131 : Localisation des vestiges de cervidés (espèce indéterminée) du niveau 4 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

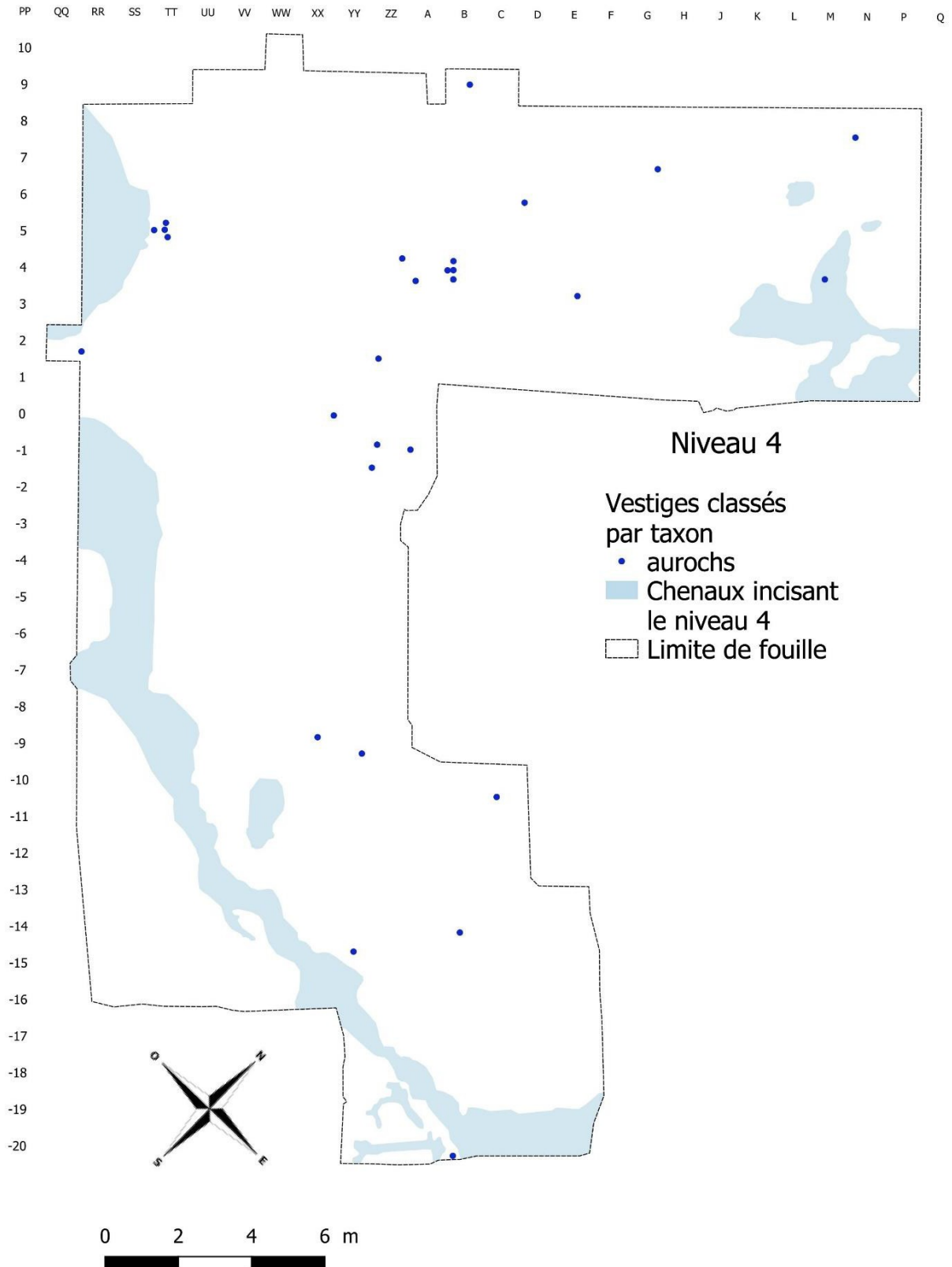


Figure 132 : Localisation des vestiges d'aurochs du niveau 4 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

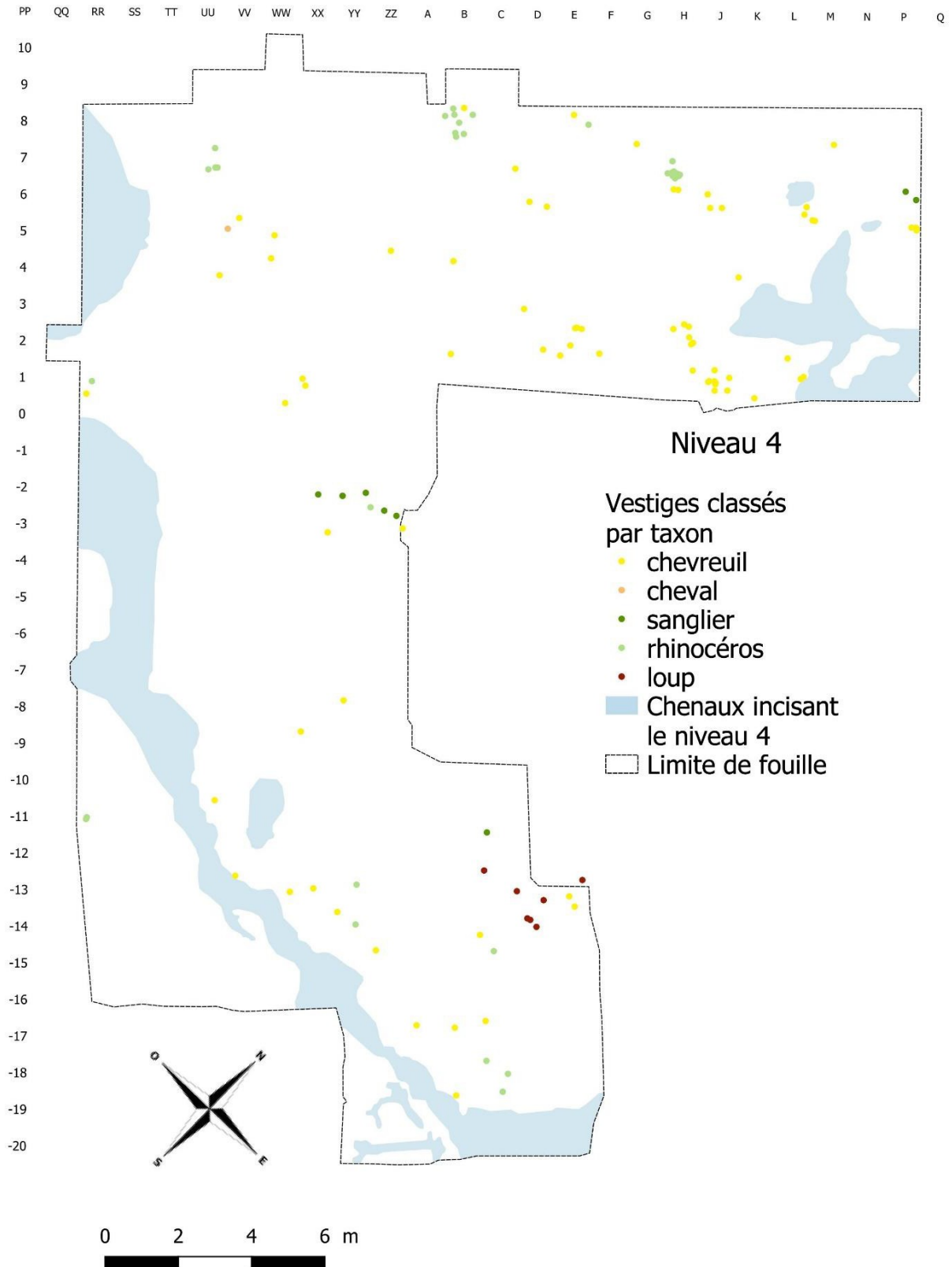


Figure 133 : Localisation des vestiges de chevreuil, cheval, sanglier, rhinocéros et loup du niveau 4 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).

XI.6. Des similitudes dans le fonctionnement des quatre niveaux

Cette première analyse met en évidence des similitudes quant à l'organisation au sol des vestiges et au fonctionnement des quatre niveaux archéologiques. La production lithique s'effectue de préférence au sein de petits postes de taille, au sein desquels les remontages sont nombreux. Les nucléus, les esquilles et les cassons y sont bien représentés. Les éclats typiques d'une production Discoïde, en particulier les pointes pseudo-Levallois et les éclats débordants, se trouvent dans ces petits amas de débitage. Mais ils sont aussi de façon récurrente en périphérie des zones de concentration d'ossements, en particulier ceux qui ont été fracturés pour l'extraction de la moelle, ce qui laisse supposer leur utilisation pour ce type de tâche. Ce type de distribution spatiale a aussi été observée pour les deux niveaux du site de Beauvais, où le débitage Discoïde est le système de production exclusif (Locht et Patou-Mathis, 1998).

Le niveau 4 est caractérisé par la présence de zones de combustion, associées à de nombreux ossements brûlés et silex chauffés. Mais le feu semble avoir été utilisé aussi dans les autres niveaux, comme l'atteste la présence de quelques silex chauffés. Curieusement, certains d'entre eux se trouvent dans des postes de débitage. Ce point de détail reste à approfondir.

L'étude spatiale des vestiges fauniques de Caours a mis en avant une organisation de chaque niveau d'occupation (1, 2, 3 et 4) sur forme d'aires de boucherie et/ou d'aire de combustion. Pour chacun des niveaux, nous avons pu proposer l'hypothèse d'une spécialisation des aires de boucherie dédiées à une espèce et/ou à une étape de traitement des carcasses animales particulières. Pour le Paléolithique moyen, une telle organisation des vestiges fauniques a déjà pu être décrite pour les deux niveaux du site de Beauvais (Locht and Patou-Mathis, 1998).

La répartition au sol des vestiges, ainsi que le faible nombre d'artefacts lithiques plaide pour des occupations de courte durée. Le nombre de restes osseux, pas très élevé en fait, est aussi un argument qui va dans ce sens. Les observations faites à propos des structures du niveau 4 semble indiquer qu'il y ait eu plusieurs passages proches dans le temps. Il est donc possible que les quatre niveaux de Caours correspondent à une seule ou à plusieurs occupations de très courtes durées sur ce site à vocation très spécifique. Ce dernier est inscrit dans la gestion d'un territoire par les Néandertaliens, sans doute proche du lieu d'abattage du gibier. Une fois la découpe des carcasses terminées, le lieu devait être abandonné assez rapidement.

L'analyse spatiale des quatre niveaux va être poursuivie en 2021, par le traitement croisé des données issues de la faune et des artefacts lithiques *via* le SIG afin de répondre à la problématique posée dans le paragraphe précédent. Cette approche permettra de reconstituer de façon très fine les activités qui se sont déroulées dans chacun des quatre niveaux et de tenter d'en appréhender les durées.

XII. Conclusions

Durant cette campagne de fouille triennale, l'accent a été mis sur le terrain en 2018 et 2019 afin de poursuivre la fouille extensive des quatre niveaux archéologique du secteur 2. De 2005 à 2010, et depuis 2015, une superficie de 419 m² a été explorée.

En 2019, l'agrandissement du décapage vers le nord a permis la découverte de deux niveaux archéologiques dénommés Da et Db. L'analyse malacologique menée sur cette nouvelle coupe stratigraphique indique une équivalence entre ces deux niveaux et l'unité stratigraphique 5 qui contient le niveau 1. L'un des principaux buts de l'opération de terrain de 2020 était de vérifier cette hypothèse. Mais les observations de terrain qui y ont été réalisées montrent que la base de la séquence a été fortement perturbée par l'action d'un chenal, qui a empêché cette corrélation. Une liaison stratigraphique telle que celle proposée sur la figure 16 devra impérativement être réalisée en 2021.

Du point de vue paléoclimatique, la comparaison des données isotopiques de Caours avec celles obtenues pour l'Holocène dans le tuf de Saint-Germain-le-Vasson (Calvados) démontre des conditions climatiques relativement plus humides au cours de l'Eemien et notamment un optimum climatique, contemporain du niveau archéologique N1, plus chaud et plus humide que l'Holocène.

La campagne de prospection géophysique de 2020 a permis de compléter les connaissances géomorphologiques sur la séquence de tuf de Caours, avec la réalisation de cinq profils de tomographie électrique. La comparaison avec les données litho-stratigraphiques (fouilles et sondages), en particulier avec les profils étalons PS4 et PS5, livre des informations préliminaires concernant la structure sédimentaire de zones non fouillées –tufs et nappe alluviale). La pseudo-section 7, située dans la partie Nord-Est, donne en particulier une première idée de la stratigraphie attendue au décapage. Deux structures électriques concaves, identifiées aux côtes 32 et 38 m, suggèrent la présence de paléo-chenaux. Des plus petites structures ne sont en revanche pas déterminées.

Des datations par ESR/U-Th ont été réalisées sur cinq dents. Quatre proviennent du niveau 1, la dernière appartient au niveau 3. Le niveau 1 a été daté de 124 ka ± 10 ka. Le niveau 3 a un âge de 129 ± 23 ka. L'âge moyen du site est donc de 125 ± 9 ka (à 95 % de confiance et avec une probabilité de 99,5%).

Deux datations par thermoluminescence ont été réalisées sur des silex chauffés du niveau 4. Elles ont livré un âge moyen de 121 ± 8 ka. Une pointe pseudo-Levallois chauffée du niveau 3 fait actuellement l'objet d'une datation. Les résultats sont toujours en attente. Ces résultats montrent que les quatre occupations de Caours ont pris place pendant quelques millénaires (voire moins) durant l'interglaciaire eemien.

L'étude du fémur humain se poursuit. Il appartient à un sujet immature dont l'âge au décès est estimé entre 5,5 et 12 ans. Les comparaisons avec des individus immatures d'Hommes actuels et de Néandertaliens ont été réalisées. L'étude histologique a aussi été enclenchée. Par contre, les données de criblage pour les premières extractions d'ADN indiquent que l'ADN est extrêmement dégradé et mal préservé. En raison de l'importance de l'échantillon, l'équipe d'Uppsala travaille actuellement avec un protocole modifié et amélioré pour obtenir de meilleurs résultats.

Avec ces premiers résultats sur l'ADN ancien, dans l'immédiat un peu décevants, les analyses paléo-protéomiques deviennent essentielles pour la poursuite de l'étude.

Les campagnes de fouilles menées en 2018 et 2019 à Caours ont livré 1 261 vestiges dentaires et osseux de mammifères. Le cortège faunique est identique à celui des autres campagnes de fouille depuis 2005. Il conforte la diversité animale présente à Caours avec 14 taxons identifiés. Aucun nouveau taxon n'est identifié. Le contexte paléoécologique induit par les associations animales des quatre niveaux principaux de Caours est bien toujours celui d'un climat nettement tempéré et d'un milieu amplement dominé par la forêt. Comme observé les années précédentes, le daim n'est présent que dans les niveaux 1, 2 et 3. Le rhinocéros de prairie ainsi que le chevreuil ne sont identifiés que dans les niveaux 3 et 4. Ce constat traduit bien le passage à l'optimum climatique de l'Eemien dans le niveau 1, le niveau 4 pouvant être considéré comme moins marqué d'un point de vue environnemental. Le taux de détermination (ratio déterminés/indéterminés) est de 40,50 %, ce qui est un excellent pourcentage d'identification spécifique (et anatomique) compte tenu de l'état de fragmentation de la majeure partie du matériel. Le nombre d'éléments fauniques concernés par une modification d'origine anthropique est de 156 os (fracture et dans une moindre mesure stries de découpe). Rapporté au nombre total de pièces provenant des fouilles 2018 et 2019, cela signifie donc que 12,4 % de la faune de Caours présente un stigmate lié à une action humaine. Ce taux très important montre bien que l'activité de boucherie développée à Caours est primordiale.

Les fouilles de 2018 et 2019 ont livré 324 artefacts lithiques (50 pour le niveau 1, 97 pour le 2, 27 pour le 3 et 150 pour le 4). Comme les restes fauniques, ils confirment les observations réalisées les années précédentes. Les quatre niveaux archéologiques de Caours ont une composition technologique assez similaire. La présence de tous les éléments de la chaîne opératoire indique une taille sur place. Les schémas de production d'éclats majoritaires sont de type Discoïde ou unipolaire. L'identification du débitage Levallois pose problème. Dans le niveau 4 par exemple, certains nucléus pourraient être attribués à cette modalité de production. Cependant, les éclats typologiquement Levallois ne sont qu'au nombre de deux. A l'inverse, dans le niveau 1, deux grands éclats typologiquement Levallois ont été retrouvés, mais aucun nucléus de ce type n'est présent. Quoiqu'il en soit, la taille avait pour objectif la production de supports bruts (pointes pseudo-Levallois, éclats débordants...) utilisés sur place pour les actions de dépeçage du gibier. Sur douze campagnes de fouille, seuls deux outils retouchés ont été retrouvés : un denticulé dans le niveau 1 et un second dans le niveau 4.

L'analyse de la répartition des vestiges montrent que dans les quatre niveaux, la taille a eu lieu à des endroits matérialisés par de petits postes de débitage. Les supports préférentiels (pointes pseudo-Levallois, éclats débordants, éclats réguliers...) ont été déplacés en périphérie des zones de fracturation des ossements. Leur utilisation lors du dépeçage des carcasses animales est très probable. Les vestiges fauniques sont répartis dans ces zones de fracturations. Les quelques stries de coupes et les cônes de percussion résultant d'une cassure intentionnelle par fracture hélicoïdale y sont présents, ce qui permet de les interpréter comme des aires de boucherie.

Les remontages réalisés à l'échelle centimétrique, et la présence des cônes de percussion osseux très fragiles, sont de très bons indicateurs de caractère en place des vestiges. La très haute résolution des quatre niveaux archéologiques de Caours permet donc d'avoir une réelle approche paléolithique du mode de vie des Néandertaliens durant le dernier interglaciaire.

Perspectives pour la triennale 2021-2023

Comme en 2018 et 2019, la fouille extensive des quatre niveaux d'occupations sera un des objectifs principaux, afin de récupérer le temps perdu en 2020. La liaison stratigraphique entre la coupe Nord et le front de fouille 2019 (lignes des carrés n°8) est une des tâches incontournables, à réaliser très rapidement.

Parallèlement aux activités de terrain, les analyses malacologiques, géochimiques et géophysiques seront terminées en laboratoire ? De même, les résultats de la datation de la pointe pseudo-Levallois chauffée du niveau 3 devraient être connus.

La réalisation des remontages de l'industrie lithique est en cours et permettra d'affiner la perception des schémas de production. Ils permettront d'avoir des éléments technologiques déterminant quant à la présence ou à l'absence du débitage Levallois à Caours. Ils seront intégrés à la base de données du SIG pour finaliser leur implication dans l'analyse spatiale des vestiges. Toutefois, la base de données nécessite encore quelques ajustements pour ce travail.

L'analyse spatiale proposée dans le présent rapport n'est qu'une première étape. Les données fournies par les artefacts lithiques et les vestiges fauniques seront croisés par le biais du SIG afin de continuer le décryptage de chacun des niveaux d'occupations et d'en restituer le fonctionnement de la manière la plus fine possible.

L'analyse et la publication du fémur de Caours représente un objectif essentiel et prioritaire pour l'ensemble de l'équipe scientifique œuvrant sur le site. L'étude de ce fossile a débuté en 2018. Quand les résultats définitifs de l'ADN seront connus et les analyses protéomiques terminées, la publication en cours de préparation pourra être achevée et être soumise à une revue à haute visibilité scientifique (PNAS). L'ensemble de ces études est long, mais celles-ci sont incontournables et répondent aux exigences de la recherche actuelle. **Dans l'attente et pour satisfaire à l'exigence de confidentialité exigée par ce type de revues, l'équipe de Caours demande collégalement aux membres de la CTRA Hauts-de-France et au Service Régional de l'Archéologie de garder la plus grande discrétion à propos de ces travaux.**

XIII. Références bibliographiques

AIELLO, L., DEAN, C. 1990. *An Introduction to Human Evolutionary Anatomy*. Academic Press, London.

ANTOINE P., 1990. *Chronostratigraphie et environnement du Paléolithique du Bassin de la Somme*. Publications du Centre d'Études et de Recherches Préhistoriques, Université des Sciences et Technologies de Lille, n° 2, 231 p.

ANTOINE, P., LIMONDIN-LOZOUET, N., AUGUSTE, P., LOCHT, J.L., GALEHB, B., REYSS, J.L., ESCUDE, E., CARBONEL, P., MERCIER, N., BAHAIN, J.J., FALGUERES, C. & VOINCHET, P. 2006. Le tuf de Caours (Somme, France): mise en évidence d'une séquence eemienne et d'un site paléolithique associé. *Quaternaire*, 17: 281–320.

ANTOINE, P., LOCHT, J.-L., 2015. Chronostratigraphie, paléoenvironnements et peuplements au Paléolithique moyen : les données du Nord de la France. In : DEPAEPE, P., GOVAL, E., KOEHLER, H., LOCHT, J.-L., (Dir.), *Les plaines du Nord-Ouest : carrefour de l'Europe au Paléolithique moyen ?* Mémoire de la Société préhistorique française 59, p. 11-23.

ARSUAGA, J.L., VILLAVERDE, V., QUAM, R., MARTINEZ, I., CARRETERO, J.M., LORENZO, C., GRACIA, A. 2007. New Neandertal remains from Cova Negra (Valencia, Spain). *Journal of Human Evolution* 52, 31–58.

BAHAIN J.-J, FALGUERES C., DOLO J.-M., ANTOINE P, AUGUSTE P., LIMONDIN-LOZOUET N., LOCHT J.-L., & TUFFREAU A. (2010) - ESR/U-series dating of teeth recovered from well-stratigraphically age-controlled sequences from Northern France. *Quaternary Geochronology*, 5 (2-3), 371-375

BAHAIN J.J., YOKOYAMA Y., FALGUÈRES C., & SARCIA M.N., 1992 - ESR dating of tooth enamel: a comparison with K-Ar dating. *Quaternary Science reviews*, 11, 245-250.

BOËDA E., 1993. Le débitage discoïde et le débitage Levallois récurrent centripète. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 90, 6, 392-404.

BRENET M., 2011. *Variabilité et signification des productions lithiques au Paléolithique moyen ancien. L'exemple de trois gisements de plein-air du Bergeracois (Dordogne, France)*. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux I, 482 p.

BRENNAN B.J., RINK W.J., McGUIRL E.L., SCHWARCZ H.P. & PRESTWICH W.V., 1997. Beta doses in tooth enamel by "One Group" theory and the Rosy ESR dating software. *Radiation Measurements* 27, 307–314.

CHEVALIER, T., LUMLEY DE, M.A. 2018. Les fémurs Laz 13, Laz 15 et Laz 17, Laz 25 de la grotte du Lazaret. In : *Les restes humains fossiles de la grotte du Lazaret, Nice, Alpes-Maritimes, France* (Dir. M.A de Lumley), CNRS éditions, p.434-468.

CLIQUET D., MERCIER N., VALLADAS H., FROGET D., MICHEL D., VAN VLIET-LANOË B., 2003. Apport de la thermoluminescence sur silex chauffés à la chronologie de sites paléolithiques de Normandie : nouvelles données et interprétations. *Quaternaire* 14, 5-e64.

CONDEMI, S. 2001. *Les Néandertaliens de La Chaise*. CTHS, 178 p.

COUTARD S., CLIQUET D., 2005. Chronostratigraphie des formations pléistocènes et peuplement paléolithique en contexte littoral : le Val de Saire (Normandie). *Bulletin de la Société préhistorique française* 102 (3), 477-499.

COUTARD S., LAUTRIDOU J.-P., RHODES E., 2005. Discontinuités dans l'enregistrement des cycles interglaciaire-glaciaire sur un littoral en contexte intraplaque. Exemple du Val de Saire (Normandie, France). *Quaternaire* 16, 217-227.

DABKOWSKI J., ANTOINE P., LIMONDIN-LOZOUET N., CHAUSSÉ C. & CARBONEL P., 2010 - Les microfaciès du tuf calcaire Eemien (SIM 5e) de Caours (Somme, France) : éléments d'analyse paléoécologique du dernier interglaciaire. *Quaternaire*, (vol. 21/2), 127-137, 10.4000/quaternaire.5499.

DABKOWSKI, J., LIMONDIN-LOZOUET, N., ANTOINE, P., MARCA-BELL, A. & ANDREWS, J. 2011. Enregistrement des variations climatiques au cours des interglaciaires d'après l'étude des isotopes stables de la calcite de tufs calcaires pléistocènes du Nord de la France : exemple des séquences de Caours (SIM 5e ; Somme) et de la Celle-sur-Seine (SIM 11 ; Seine-et-Marne). *Quaternaire*, 22: 275–283.

DABKOWSKI J., ROYLE S.H., ANTOINE P., MARCA-BELL A. & ANDREWS J.E., 2015 - High-Resolution $\Delta 18O$ Seasonality Record in a French Eemian Tufa Stromatolite (Caours, Somme Basin). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 438, 277-284, 10.1016/j.palaeo.2015.08.017.

DABKOWSKI J., LIMONDIN-LOZOUET N., ANDREWS J., MARCA-BELL A. & ANTOINE P., 2016 - Climatic and Environmental Dynamic during the Eemian Recorded in a Northern France Tufa (Caours, Somme Basin). Comparison with Regional Records. *Quaternaire*, 27, (3), 249-261.

DABKOWSKI J. & LIMONDIN-LOZOUET N., soumis - Were the MIS 11 and MIS 5e warmer and/or wetter than the Holocene? Comparison of Interglacial intensities using stable isotope data from Northern France (Paris Basin) tufa deposits. *Quaternary Research*.

GABUCIO, M.J., CACERES, I., RIVALS, F., BARGALLO, A., ROSELL, J., SALADIE, P., VALLVERDU, J., VAQUERO, M., CARBONELL, E., 2018. Unraveling a Neanderthal palimpsest from a zooarcheological and taphonomic perspective. *Archaeological Anthropological Science*, 10, p. 197–222. <https://doi.org/10.1007/s12520-016-0343-y>

GARRALDA, M.D., MAUREILLE, B., VANDERMEERSCH, B., 2014. Neanderthal Infant and Adult Infracranial Remains from Marillac (Charente, France), *American Journal of Physical Anthropology* 155, 99–113.

GATRELL, A.C., BAILEY, T.C., DIGGLE, P.J., ROWLINGSON, B.S., 1996. Spatial Point

Pattern Analysis and Its Application in Geographical Epidemiology. *Trans. Inst. Br. Geogr.* 21, 256–274. <https://doi.org/10.2307/622936>

GLANTZ, M., ATHREYA, S., RITZMAN, T. 2009. Is Central Asia the Eastern Outpost of the Neandertal Range? A Reassessment of the Teshik-Tash Child. *American Journal of Physical Anthropology* 138, 45-61.

GRÜN, R., 1989. Electron spin resonance (ESR) dating. *Quaternary International*, 1, p. 65-109.

GRÜN, R. & KATZENBERGER-APEL, O., 1994. An alpha irradiator for ESR dating. *Ancient TL*, 12, 35–38.

GRÜN, R., SCHWARCZ, H.P. & CHADAM, J.M., 1988. ESR dating of tooth enamel: coupled correction for U-uptake and U-series disequilibrium. *Nuclear Tracks and Radiation Measurements*, 14, 237-241.

GUÉRIN, G., MERCIER, N. & ADAMIEC, G., 2011. Dose-rate conversion factors: update. *Ancient TL*, 29, 5–8.

HÉRISSON, D., J.-L. LOCHT, VALLIN, L., DESCHODT, L., ANTOINE P., AUGUSTE, P., SEVEQUE, N., LIMONDIN-LOZOUET, N., GAUTHIER, A., HUBLIN ; G., MASSON, B., GHALEB, B., VIRMOUX C. 2017. Eemien : quoi de neuf à l'Ouest du Rhin? Poster colloque de Sélestat The Rhine during the Middle Palaeolithic: boundary or corridor?

IVANOVICH M. & HARMON R.S., 1992. *Uranium-series Disequilibrium : Applications to Earth, Marine and Environmental Sciences*. 2nd Edition. Oxford, Clarendon Press.

LAUTRIDOU J.-P. & CLIQUET D., 2006. Le Pléistocène supérieur de Normandie et peuplements paléolithiques. *Quaternaire*, 17, p. 187-206.

LIMONDIN-LOZOUET N. & PREECE R.C., 2014 - Quaternary Perspectives on the Diversity of Land Snail Assemblages from Northwestern Europe. *Journal of Molluscan Studies*, 80, 224-237.

LOCHT J.L., 2003. L'industrie lithique du gisement de Beauvais (Oise, France) : objectifs et variabilité du débitage discoïde. In: Peresani M., (Ed.), *Discoid Lithic Technology. Advances and implications*. BAR International Serie 1120, p. 196-208.

LOCHT J.-L., 2004 : « *Le gisement paléolithique moyen de Beauvais (Oise). Contribution à la connaissance des modalités de subsistance des chasseurs de renne du Pléniglaciaire inférieur du Weichselien* ». Thèse de doctorat, Université Lille-I, vol. I : 209 p., vol. II : 127 pl.

LOCHT J.-L., 2018. *Chronologie, espaces et cultures : le Paléolithique moyen de France septentrionale*, Habilitation à diriger des recherches, vol. 1, Université d'Aix-Marseille.

LOCHT J.-L., soumis. Les industries lithique d'âge eemien du site de Caours (Somme). *L'Anthropologie*.

LOCHT J.-L., PATOU-MATHIS M., 1998. Activités spécifiques pratiquées par des Néandertaliens : le site de "la Justice" à Beauvais (Oise, France). In Facchini F., Palma di Cesnola, Piperno M., Peretto C., eds, *Proceedings of the XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Science*, Forli, 1996, volume 2, p. 165-187.

LOCHT J.-L., ANTOINE P., AUGUSTE P., LIMONDIN-LOZOUET N., 2005. Caours. Rapport de fouille programmée 2005. Amiens, SRA Picardie.

LOCHT J.-L., ANTOINE P., AUGUSTE P., LIMONDIN-LOZOUET N., 2009. Caours. Rapport triennal de fouille programmée 2009, Amiens, SRA Picardie, 140 p.

LOCHT J.-L., ANTOINE P., AUGUSTE P., LIMONDIN-LOZOUET N., 2008. *Rapport de fouille programmée. Caours 2008*. Service Régional de l'Archéologie de Picardie, Amiens, 49 p.

LOCHT J.L., GOVAL É., ANTOINE P., COUTARD S., AUGUSTE P., PARIS C., HÉRISSON D., 2014. Palaeoenvironments and prehistoric interactions in northern France from the Eemian Interglacial to the end of the Weichselian Middle Pleniglacial. In: Foulds, F.W., Drinkal, I.H.C., Perri, A.R., Clinnick, D.T.G., Walker, J.W.P., (Ed), *Wild things. Recent Advances in Palaeolithic and Mesolithic Research*, Durham, 2012, Oxbow Press, 70-78.

LOCHT J.-L., DEPAEPE P., 2015. Le Paléolithique moyen récent en France septentrionale. In : DEPAEPE, P., GOVAL, É., KOEHLER, H., LOCHT, J.-L., (Dir.), *Les plaines du Nord-Ouest : carrefour de l'Europe au Paléolithique moyen ?* Mémoire de la Société préhistorique française 59, p. 61-74.

LOCHT J.-L. HÉRISSON D., GOVAL É., CLIQUET D., HUET B., COUTARD S., ANTOINE P., FERAY P., 2016. Timescale, space and culture during Middle Palaeolithic in Northwestern France. *Quaternary International* 411, p. 129-148.

LOCHT J.-L., ANTOINE P., AUGUSTE P., LIMONDIN-LOZOUET N., Dabkowski J., 2017. Caours. Rapport triennal de fouille programmée 2017. Amiens, SRA Picardie, 148 p..

LOKE M.H. & BARKER R.D. 1996. Rapid least -squares inversion of apparent resistivity pseudosections by a quasi-Newton method. *Geophys. Prospect.* 44, 131-152.

MEIGNEN L. (dir.), 1994. *L'abri des Canalettes. Un habitat moustérien sur les Grandes Causses (Nant, Aveyron). Fouilles 1980-1986*. Monographies du CRA, 10, CNRS éditions.

MILSON J., 1996. Field geophysics : *John Wiley & Sons, Inc.*

OTTE M., 2015. Aptitudes cognitives des Néandertaliens. *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco* 55, p. 15-40.

POP E., 2014. Analysis of the Neumark-Nord 2/2 lithic assemblage: results and interpretations. In: Gaudzinski-Windheuser, S. and Roebroeks, W., (Ed.), *Multidisciplinary studies of the Middle Palaeolithic record from Neumark-Nord (Germany)*. Veröffentlichung

des landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt-Landesmuseum für Vorgeschichte, Band 69, p. 143-195.

PRESCOTT, J.R. & HUTTON, J.T., 1994. Cosmic ray contributions to dose rates for luminescence and ESR dating: large depths and long-term time variations. *Radiation Measurements*, 23, 497–500.

REYNOLDS J.M., 1997 - An Introduction to Applied and Environmental Geophysics. *Wiley*.

RICHTER J., 2005. Hasty Foragers: The Crimea Island and Europe during the Last Interglacial. In : Chabai, V., Richter, J., Uthmeier, T., (Ed.), *Kabazi II: Last Interglacial Occupation, Environment and Subsistence. Palaeolithic Sites of Crimea*, Volume 1, Simferopol - Cologne, p. 275-286.

ROEBROEKS W., TUFFREAU A., 1999. Palaeoenvironment and settlement patterns of the Northwest European Middle Palaeolithic. In Roebroeks, W and Gamble, C., (Ed.), *The Middle Palaeolithic occupation of Europe*. University of Leiden, p. 121-138.

ROEBROEKS, W., SPELEERS, B., 2002. Last interglacial (eemian) occupation of the north european plain and adjacent areas. In : Tuffreau, A. et Roebroeks, W., (Ed.), *Le Dernier Interglaciaire et les occupations humaines du Paléolithique moyen*. Publication du CERP 8, p. 31-39.

SCHIFFER, M.B., 1972. Archaeological Context and Systemic Context. *American Antiquity*. 37, p. 156–165.

SCOTT, D.W., 1992. Multivariate Density Estimation, Wiley Series in Probability and Statistics. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.
<https://doi.org/10.1002/9780470316849>

SHAO Q., BAHAIN J.-J., FALGUERES C., DOLO J.-M. & GARCIA T., 2012. A new U-uptake model for combined ESR/U-series dating of tooth enamel. *Quaternary Geochronology*, 10, 406-41.

SHAO Q., BAHAIN J.-J., DOLO J.-M. & FALGUERES C., 2014. Monte Carlo approach to calculate US-ESR ages and their uncertainties. *Quaternary Geochronology*, 22, 99-106

SCHEUER L, BLACK S. 2000. *Developmental juvenile osteology*. San Diego: Academic Press. 587 p.

SIMECK, J., LARICK, R.R., 1983. The recognition of multiple spatial patterns: a case study from the French Upper Palaeolithic. *Journal of Archaeological Science*, 10, p. 165–180.

WENZEL S., 2007. Neanderthal presence and behaviour in Central and Northwestern Europe during MIS 5e. In: Sirocko, F., Claussen, M., Goñi, M., Litt, T., (Ed.), *The climate of past interglacials*. Elsevier, Amsterdam, p. 173-193.

THIÉBAUT C., 2005. *Le Moustérien à denticulés : variabilité ou diversité techno-économique ?* Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille I- Université de Provence.

THIEME H., 1997. Lower Palaeolithic hunting spears from Germany. *Nature* 385, 907-910.

THIEME, H., VEIL, S., 1985. *Neue Untersuchungen zum eemzeitlichen Elefanten-Jagdplatz Lehringen*, Ldrk. Verden. Die Kunde N.F. 36, 15-19.

WHALLON, R.J., 1973. Spatial Analysis of Occupation Floors I: Application of Dimensional Analysis of Variance. *American Antiquity*. 38, p. 266–278.

XIII. Liste des tableaux

Tableau 1. Superficies fouillées durant la triennale 2018-202	17
Tableau 2. Caours, Coupe Nord 2019, liste des malacofaunes ordonnée par groupes écologiques.	28
Tableau 3. Malacofaunes des niveaux gris (7 et 5) de Caours par groupes écologiques.	30
Tableau 4. Description des pseudo-sections 4 à 8 et identification des groupes d'iso-valeurs.	36
Tableau 5. Gammes de résistivité en relation avec les faciès sédimentaires de la séquence de Caours - 2020.	39
Tableau 6. Dents provenant du site de Caours analysées par ESR/U-Th.	43
Tableau 7. Données U-Th obtenues par spectrométrie alpha sur les échantillons analysés provenant du site de Caours (Somme). Les incertitudes sont données à $\pm 1\sigma$	44
Tableau 8. – Teneurs en radio-éléments des sédiments du site du site de Caours (Somme).	44
Tableau 9. – Paléodose, paramètres d'incorporation, contributions des différents rayonnements au débit de dose annuel et âge ESR/U Th obtenus sur les échantillons analysés provenant du site de Caours (Somme). Les incertitudes sont données à $\pm 2\sigma$	45
Tableau 10. Age obtenus par TL sur les silex chauffés du niveau 4.	46
Tableau 11. Fémurs immatures d'Homo sapiens. Comparaisons métriques avec le fémur de Caours.	51
Tableau 12. Comparaisons métriques entre les fémurs des fossiles immatures de Caours, Cova Negra et Teshik-Tash (mesures et âges estimés dans Garralda et al. 2014 pour Marillac, Arsuaga et al. 2007 pour Cova Negra et Glantz et al. 2009 pour Teshik-Tash).	53
Tableau 13. Comparaisons métriques entre le fémur de Caours et les fossiles adultes de sites français contemporains (mesures des auteurs sur les originaux pour Caours et La Chaise – Bourgeois Delaunay, BD 5, d'après Chevalier et Lumley 2018 pour le Lazaret, Laz 13 13 et Laz 15-17).	54
Tableau 14. Caours 2018 et 2019 – Dénombrement en nombre de restes de la faune de vertébrés (HS = hors stratigraphie).	63
Tableau 15. : Caours 2018 et 2019 – Inventaire des stigmates d'origine anthropique	66
Tableau 16. Caours 2019 – Liste des prélèvements de matière osseuse pour analyse protéomique.	68
Tableau 17. Décompte des artefacts du niveau 1.	71
Tableau 18. Décompte des types de talons du niveau 1.	72
Tableau 19. Décompte des nucléus du niveau 1.	73
Tableau 20. Décompte des différents produits issus du débitage Discoïde du niveau 1.	74
Tableau 21. Décompte des artefacts du niveau 2.	79
Tableau 22. Décompte des types de talons du niveau 2.	80
Tableau 23. . Décompte des nucléus du niveau 2.	81
Tableau 24. Décompte des différents produits issus du débitage Discoïde du niveau 2.	81
Tableau 25. Décompte des artefacts du niveau 3.	88
Tableau 26. Décompte des talons du niveau 3.	88
Tableau 27. Décompte des nucléus du niveau 3.	89
Tableau 28. Décompte des différents produits issus du débitage Discoïde du niveau 3.	90
Tableau 29. Décompte des artefacts du niveau 4.	99
Tableau 30. Décompte des talons du niveau 4.	100

Tableau 31. Décompte des nucléus du niveau 4.	101
Tableau 32. Décompte des différents produits issus du débitage Discoïde du niveau 4.	101

XIV. Liste des figures

Figure 1. Localisation du site et contexte géomorphologique.....	7
Figure 2. Caours : extension du tuf (jaune), des sondages (rouge) et des secteurs de fouille (bleu). Photographie aérienne de Roger Agache (2002).	8
Figure 3. Coupe synthétique de séquence de Caours d’après les sondages tarière, les sondages à la pelle mécanique et les fouilles (2002-2009).....	9
Figure 4. Localisation des sondages profonds (2006 et 2009) et extension des formations tufacées.....	10
Figure 5. Localisation des sites eemiens en Europe (DAO : J.-L. Locht/Inrap). 1. Caours. 2. Waziers. 3. Wallertheim. 4. Stuttgart-Untertürkheim. 5. Stuttgart-Bad Cannstadt. 6. Neumark. 7. Weimar. 8. Taubach. 9. Rabutz. 10. Gröbern. 11. Veltheim. 12. Burgtonna. 13. Lehringen. 14. Ondrej-Horka. 15. Ganovce. 16. Bojnice. 17. Tata. 18. Grosseoeuvre. 19. Montfarville-Anse de Quéry.....	12
Figure 6. Caours 2018. Modèle numérique de terrain du versant (MNT ; réalisation : D. Hérisson, CNRS).....	13
Figure 7 Modèle numérique de terrain de la fouille 2018 (réalisation : D. Hérisson, CNRS). 14	
Figure 8. Orthophotographie de la fouille 2018 (réalisation : D. Hérisson, CNRS).	14
Figure 9. Agrandissement du décapage vers le Nord-Est (cliché : J.-L; Locht).	15
Figure 10. Vue de la coupe Nord et des deux paléosols Da et Db (cliché : J. Dabkowski, 16	
Figure 11. Réalisation d'un colonne d'échantillonnage malacologique (cliché : J.-L. Locht). 16	
Figure 12. Réalisation d'un profil géophysique (cliché J. - L. Locht).	17
Figure 13. Phasage des opérations et localisation de la fouille 2020.	18
Figure 14. Vues de terrain. A et b. Vues aériennes de la fouille en 2019 (clichés : D. Hérisson, CNRS). C. 2020. Nettoyage de la coupe Nord (cliché : J.-L. Locht, Inrap). d. 2020. Sondages à la tarière manuelle pour suivre l'évolution des niveaux archéologiques entre la fouille de 2019 et la coupe Nord (cliché : J.-L. Locht, Inrap). e. 2020. Fouille des carrés g/17 et h/17 (cliché : P. Antoine, CNRS). F. Détail de la base de la coupe Nord (cliché : J.-L. Locht, Inrap).	19
Figure 15. Grand coupe Nord 2019. L'échelle rouge indique la position des échantillons malacologiques prélevés en 2019, Seuls ceux dont l'étude est achevée ou en cours (cf. partie malacologie) sont labellisés (DAO : J. Dabkowski, CNRS).....	21
Figure 16 : Détail de la stratigraphie à la base de la Grande Coupe nord 2019 après la fouille des carrés g17 et h17 en 2020 (DAO : J. Dabkowski, CNRS).....	22
Figure 17 : Profil stratigraphique entre la bordure nord de la fouille et la Grande coupe Nord 2019-2020, extrapolé à partir de 6 sondages à la tarière (S1 à S5 (DAP : G. Jamet, GéoArchéon]).	25
Figure 18. En grisé, extension à réaliser pour la corrélation des secteurs de fouille 2019 et 2020. Ce travail est prévu pour 2021 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	26
Figure 19 : comparaisons des données isotopiques obtenues sur les tufs de Caours (Eemien) et Saint-Germain-le-Vasson (Holocène). Modifié d'après Dabkowski et Limondin-Lozouet (soumis).	26
Figure 20. Localisation des échantillons malacologiques sur la Coupe Nord 2019 à Caours. 27	
Figure 21. Composition des assemblages de la Coupe Nord par groupes écologiques. 29	
Figure 22. Spectres malacologiques des assemblages des niveaux gris à Caours.....	31

Figure 23. A : Localisation des panneaux électriques PS-4 à 8, des sondages tarière ST et zone de fouilles (d'après Antoine et al., 2009) ; B : Localisation d'après image ©Géoportail ; C : vue du dispositif PS-7	34
Figure 24. Pseudo-sections 4 à 8 indiquant les valeurs de résistivité du sol et les groupes d'iso-valeurs (lettres A à U)	35
Figure 25. Évolution de l'intensité ESR d'un émail dentaire en fonction de doses d'irradiation croissantes (A) et construction de la courbe de croissance pour extrapolation de la paléodose (B).....	42
Figure 26. Évolution de la teneur en uranium dans un tissu paléontologique donné en fonction du paramètre d'incorporation déterminé (A : incorporation seule, modèle US ; B : incorporation puis lessivage, modèle AU)	42
Figure 27. Le fémur de Caours : à droite : vue médiale, postérieure, latérale et antérieure, à gauche : indications des insertions musculaires sur la face postérieure du fémur (la ligne pectinée à la base du petit trochanter dans la continuité de la ligne âpre, et, latéralement, le complexe glutéal : crête et fosse hypotrochantériques).....	48
Figure 28. Positionnement du fémur de Caours (en orange) par rapport à un fémur droit immature d'Homo sapiens (en gris, collection Spitalfields, NHM). Les deux ossements ne sont pas à l'échelle. De gauche à droite : vue latérale, vue antérieure, vue médiale et vue postérieure	50
Figure 29. Fémurs d'individus immatures considérés dans l'étude (collection du Musée de l'Homme), vue postérieure. Age des individus de gauche à droite : 7 ans, 8 ans 8 mois, 10 ans, 12 ans, 13 ans 9 mois, 14 ans 3 mois.	51
Figure 30. Graphique bivarié considérant le diamètre médio-latéral (M9) et le diamètre antéro-postérieur (M10) mesurés à la base du petit trochanter sur le fémur de Caours et les Homo sapiens immatures (MH : collection du Musée de l'Homme / le chiffre qui suit indique l'âge au décès).....	52
Figure 31. . Graphique bivarié considérant le diamètre médio-latéral (M9) et le diamètre antéro-postérieur (M10) mesurés à la base du petit trochanter sur le fémur de Caours et les fossiles immatures.....	54
Figure 32. Graphique bivarié considérant le diamètre médio-latéral (M9) et le diamètre antéro-postérieur (M10) mesurés à la base du petit trochanter sur le fémur de Caours et les fossiles adultes de sites français contemporains.....	55
Figure 33. Reconstruction 3D du fémur de Caours. De gauche à droite : vue latérale, vue antérieure, vue médiale, vue postérieure et coupes transversales à différentes hauteurs de la diaphyse.....	56
Figure 34. Coupes transversales en MicroCT des fémurs de Spitalfields âgés de 7.9, 10.4 et 12 ans (A, A', B et C) sous le niveau du foramen, dans la partie proximale de la diaphyse	57
Figure 35. Coupe transversale « compilée » du fémur de Caours c'est-à-dire réunissant en une section les coupes acquises au MicroCT, du niveau de la base du petit trochanter à celui du foramen (visualisation SLAB-mode de Dragonfly).	58
Figure 36. Comparaison de coupes micro-CT transversales à mi-diaphyse du fémur de Caours (A) et d'un fémur de cerf (C) et vue de détail sur la structure osseuse lamellaire chez Caours (B) et plexiforme sur l'animal (D).	59
Figure 37. Coupe Sud 2010.....	61
Figure 38. Vue de détail de la coupe et localisation stratigraphique des quatre niveaux	62

Figure 39. Caours 2019 – Métacarpien de cerf, fragment de diaphyse (Ca19 h17 Da 4). Vue dorsale à gauche, vue médullaire au centre, vue cortico-médullaire à droite, montrant une encoche et un enlèvement médullaire (Photos P. Auguste)	65
Figure 40. Caours 2019 – Humérus de cerf, fragment de diaphyse (Ca19 g17 Db 113). Vue dorsale à gauche, vue médullaire à droite (photos P. Auguste)	65
Figure 41. Vue des graviers dans le fond du chenal du secteur 1 (2009, cliché : P. Antoine). 70	
Figure 42. Affleurement du gravier de la nappe à la base du niveau N3 à l'extrémité nord de la fouille 2018 (cliché J.-L. Locht).....	70
Figure 43. Proportion des artefacts lithiques et des restes osseux du niveau 1	71
Figure 44. Composition technologique du niveau 1.....	72
Figure 45. Composition technologique du niveau 1 (esquilles non comprises).....	73
Figure 46. Niveau 1. 1 à 3. Nucléus Discoïdes unifaces. 4. Nucléus unipolaire (DAO : S. Lancelot, Inrap).	75
Figure 47. Schéma de production d'une pointe pseudo-Levallois. 2. Schéma de production d'un éclat débordant. 3. Schéma de production d'un éclat à profil brisé. 4. Schéma de production d'un éclat large. 5. Schéma de production d'un éclat allongé	76
Figure 48. Éclats typologiquement Levallois (DAO : S. Lancelot, Inrap).....	77
Figure 49. Niveau 1. 1. Denticulé. 2 à 6. Pointes pseudo-Levallois. 7. Pointe désaxée (DAO : S. Lancelot, Inrap).	78
Figure 50. Proportion des artefacts lithiques et des restes osseux du niveau 2	79
Figure 51. Composition technologique du niveau 2.....	80
Figure 52. Composition technologique du niveau 2 (esquilles non comprises).....	80
Figure 53. Niveau 2. Nucléus unipolaires (DAO : S. Lancelot, Inrap).	82
Figure 54. Niveau 2. 1 et 2 Éclat 1 x 1. 3. Pointes pseudo-Levallois. 4. Éclat à profil brisé (DAO : S. Lancelot, Inrap).	83
Figure 55. Niveau 2. Éclats typologiquement Levallois (DAO : S. Lancelot, Inrap).	84
Figure 56. Niveau 2. Remontage d'un accident de taille (DAO : S. Lancelot, Inrap).	85
Figure 57. Proportion des restes osseux et des artefacts lithiques du niveau 3	87
Figure 58. Composition technologique du niveau 3.....	87
Figure 59. Composition technologique du niveau 3 (esquilles non comprises).....	88
Figure 60. Niveau 3. Nucléus Discoïdes unifaces (DAO : S. Lancelot, Inrap).	91
Figure 61. . Beauvais. Nucléus Discoïdes unifaces Locht, 2004).	92
Figure 62. Niveau 3. 1 et 2. Éclats typologiquement Levallois. 3 à 6. Pointes pseudo-Levallois (DAO : S. Lancelot, Inrap).	93
Figure 63. Pointe pseudo-Levallois chauffée (DAO : S. Lancelot, Inrap).	94
Figure 64. Niveau 3. Remontage d'une pointe pseudo-Levallois (1) sur un nucléus Discoïde uniface (DAO : S. Lancelot, Inrap).	95
Figure 65. Niveau 3. Remontage d'une pointe pseudo-Levallois sur un nucléus Discoïde à deux surfaces perpendiculaires (DAO : S. Lancelot, Inrap)	96
Figure 66. Niveau 3. Remontage d'un éclat à profil brisé (2) sur un nucléus Discoïde uniface (1) (DAO : S. Lancelot, Inrap).	97
Figure 67. Proportions des restes osseux et des artefacts lithiques du niveau 4.	99
Figure 68. Composition technologique du niveau 4.....	100
Figure 69. Composition technologique du niveau 4 (esquilles non comprises).....	100
Figure 70. 1. Nucléus unipolaire parallèle. 2 et 3. Nucléus Levallois récurrents centripètes. 4. Nucléus Levallois récurrent bipolaire (DAO : S. Lancelot, Inrap).	102

Figure 71. 1. Nucléus Discoïde uniface. 2. Nucléus Levallois récurrent centripète (DAO : S. Lancelot, Inrap).	103
Figure 72. Niveau 4. 1. Denticulé. 2 et 3. Pointes pseudo-Levallois. 4. Éclat débordant. 5. Éclat plus large que long. 6. Éclat à profil brisé (DAO : S. Lancelot, Inrap).....	104
Figure 73. Niveau 4. 1 et 2. Éclat s. 3. Éclat à profil brisé. 4 et 5. Pointes pseudo-Levallois (DAO : S. Lancelot, Inrap).....	105
Figure 74. Appareil photo muni d'un niveau à bulle cube (Google Image)	109
Figure 75. Processus d'acquisition et d'enregistrement des données spatiales pour le site de Caours (exemple : carré f3, niveau 3 de Caours, photographie : G. Moreau).....	109
Figure 76. Illustration de la méthode de la Kernel Density Estimation (modifiée d'après Gatrell <i>et al.</i> , 1996)	111
Figure 77. Localisation des vestiges du niveau 1 (DAO : G. Moreau, Université de Liège). 114	
Figure 78. Localisation et densité des vestiges lithiques du niveau 1 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	115
Figure 79. Localisation du silex chauffé du niveau 1 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	116
Figure 80. Localisation des nucléus et des esquilles du niveau 1 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	117
Figure 81. Localisation des produits typiques d'un débitage Discoïde du niveau 1 par rapport à la densité de vestiges fauniques (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	118
Figure 82. Localisation des produits typiques d'un débitage Discoïde du niveau 1 par rapport à la densité de vestiges fauniques fracturés (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	119
Figure 83 : Localisation et densité des vestiges fauniques du niveau 1. Densité en : estimated pieces per kernel density surface (p/kds) (DAO : G. Moreau, Université de Liège)	121
Figure 84 : Localisation et densité des vestiges fauniques portant des traces d'origine anthropique du niveau 1. Densité en : estimated pieces per kernel density surface (p/kds) (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	122
Figure 85 : Localisation des vestiges de cerf du niveau 1 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	123
Figure 86 : Localisation des vestiges de cervidés (espèce non-déterminée) du niveau 1 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	124
Figure 87 : Localisation des vestiges de daim du niveau 1 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	125
Figure 88 : Localisation des vestiges d'aurochs du niveau 1 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	126
Figure 89. Pincement des unités stratigraphiques contenant les niveaux deux et trois à l'emplacement de l'amas (cliché : J.-L. Loch, Inrap).....	127
Figure 90. Localisation des vestiges du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège). 128	
Figure 91. . Localisation et densité des vestiges lithiques du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	129
Figure 92. Localisation des silex chauffés du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	130
Figure 93. Localisation des nucléus et des esquilles du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	131
Figure 94. Localisation des produits typiques d'un débitage Discoïde du niveau 2 par rapport à la densité de vestiges fauniques (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	132

Figure 95. Localisation des produits typiques d'un débitage Discoïde du niveau 2 par rapport à la densité de vestiges fauniques fracturés (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	133
Figure 96. Localisation et densité des vestiges fauniques du niveau 2. Densité en : estimated pieces per kernel density surface (p/kds) (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	135
Figure 97 : Localisation et densité des vestiges fauniques portant des traces d'origine anthropique du niveau 1. Densité en : estimated pieces per kernel density surface (p/kds) (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	136
Figure 98 : Localisation des vestiges de cerf du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	137
Figure 99 : Localisation des vestiges de cervidés (espèce non déterminée) du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	138
Figure 100 : Localisation des vestiges de daim du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	139
Figure 101 : Localisation des vestiges d'aurochs du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	140
Figure 102 : Localisation des vestiges du squelette crânien (tous taxons confondus) du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	141
Figure 103 : Localisation des vestiges du squelette axial (tous taxons confondus) du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	142
Figure 104: Localisation des vestiges des membres (tous taxons confondus) du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	143
Figure 105: Localisation des vestiges des autopodes (tous taxons confondus) du niveau 2 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	144
Figure 106. . Localisation des vestiges du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	146
Figure 107. Localisation et densité des vestiges lithiques du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	147
Figure 108. Localisation des silex chauffés du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	148
Figure 109. Localisation des nucléus et des esquilles du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	149
Figure 110. Localisation des produits typiques d'un débitage Discoïde du niveau 3 par rapport à la densité de vestiges fauniques (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	150
Figure 111. Localisation des produits typiques d'un débitage Discoïde du niveau 3 par rapport à la densité de vestiges fauniques fracturés (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	151
Figure 112 : Localisation et densité des vestiges fauniques du niveau 3. Densité en : estimated pieces per kernel density surface (p/kds) (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	153
Figure 113 : Localisation et densité des vestiges fauniques portant des traces d'origine anthropique du niveau 3. Densité en : estimated pieces per kernel density surface (p/kds) (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	154
Figure 114 : Localisation des vestiges de cerf du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	155
Figure 115 : Localisation des vestiges de cervidés (espèce indéterminée) du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	156
Figure 116 : Localisation des vestiges de daim de du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	157

Figure 117 : Localisation des vestiges d'aurochs du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	158
Figure 118 : Localisation des vestiges de chevreuil, sanglier et rhinocéros du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	159
Figure 119 : Localisation des vestiges du squelette axial (tous taxons confondus) du niveau 3 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	160
Figure 120. Localisation des vestiges du niveau 4 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	162
Figure 121. Concentration de charbons de bois au sein du « limon fendillé » (cliché : J.-L. Locht, Inrap).....	163
Figure 122. Détail de la coupe stratigraphique d'un des foyers (cliché : J.-L. Locht).	163
Figure 123. Localisation et densité des vestiges lithiques du niveau 4 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	164
Figure 124. Localisation des silex chauffés du niveau 4 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	165
Figure 125. Localisation des nucléus et des esquilles du niveau 4 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	166
Figure 126. Localisation des produits typiques d'un débitage Discoïde du niveau 4 par rapport à la densité de vestiges fauniques (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	167
Figure 127. Localisation des produits typiques d'un débitage Discoïde du niveau 4 par rapport à la densité de vestiges fauniques fracturé et des ossements brûlés (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	168
Figure 128 : Localisation et densité des vestiges fauniques du niveau 4. Densité en : estimated pieces per kernel density surface (p/kds) (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	170
Figure 129 : Localisation et densité des vestiges fauniques portant des traces d'origine anthropique du niveau 3. Densité en : estimated pieces per kernel density surface (p/kds) (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	171
Figure 130 : Localisation des vestiges de cerf du niveau 4 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).	172
Figure 131 : Localisation des vestiges de cervidés (espèce indéterminée) du niveau 4 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	173
Figure 132 : Localisation des vestiges d'aurochs du niveau 4 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	174
Figure 133 : Localisation des vestiges de chevreuil, cheval, sanglier, rhinocéros et loup du niveau 4 (DAO : G. Moreau, Université de Liège).....	175

XV. Table des matières

Équipe scientifique	3
Renseignements administratifs	6
I. Introduction	7
II. Bilan des opérations de terrain de la triennale 2018-2020	13
II.1. Activités de terrain	13
II.2. Activités grand public – visite du site	19
III. Études stratigraphiques 2018 – 2020	21
III.1. La Coupe N	21
III.2. Sondages à la tarière entre la marge nord de la fouille 2019 et la Grande Coupe Nord 2019-2020	24
III.3. Géochimie	26
IV. Caours Coupe Nord 2019 : rapport préliminaire de l'étude malacologique	27
IV.1. Localisation, échantillonnage	27
IV.2. Malacofaunes de la coupe Nord	27
IV.3. Intégration dans la succession malacologique du site	29
V. Prospection géophysique du tuf eemien de Caours par tomographie de résistivité électrique – Campagne 2020	33
V.1. Introduction	33
V.2. Méthode	33
V.3. Résultats	34
V.3.1. Description des pseudo-sections	34
V.3.2. Interprétations litho-stratigraphiques	37
V.3.3. Synthèse de valeurs de résistivité	39
V.4. Conclusion	40
VI. Datation du site de Caours (Somme) par ESR/U-Th	41
VI.1. Principe de la datation ESR/U-Th de restes paléontologiques	41
VI.2. Résultats - Application aux échantillons de Caours	43
VI.3. Conclusion	46
VII. Datations TL des silex chauffés	46
Résultats préliminaires de l'étude du fémur humain de Caours : morphométrie et histologie	47
Description du fossile humain de Caours	47
État de conservation	47
Estimation de l'âge au décès	48
Morphologie	49

Comparaisons avec des individus immatures	50
Matériel	50
Comparaisons métriques	51
Comparaisons avec les fossiles immatures	52
Matériel	52
Comparaisons avec les fémurs adultes contemporains (SI 5 - SI 6).....	54
Étude de la structure interne – approche histologique.....	55
Perspectives	58
Etude histologique.....	58
Analyses paléo-génétiques et paléo-protéomiques	59
VIII. Rappel de la position stratigraphique des niveaux archéologiques.....	61
IX. La faune de vertébrés, fouilles Caours 2018 et 2019	63
IX.1. Dénombrement et inventaire taxinomique.....	63
IX.2. La découverte de nouveaux niveaux archéologiques	64
IX.3. Aspects taphonomiques et archéozoologiques	66
IX.4. Analyses protéomiques.....	67
X. Les industries lithiques	69
X.1. Origine et qualité de la matière première.....	69
X.2. Le niveau 1.....	71
X.3. Le niveau 2.....	79
X.4. Le niveau 3.....	87
X.5. Le niveau 4.....	99
X.6. Considérations sur les industries eemiennes.....	107
XI. Analyse spatiale des niveaux archéologiques de Caours	109
XI.1. Méthodes	109
XI.2. Répartition spatiale des vestiges du niveau 1	113
XI.2.1. Les artefacts lithiques.....	113
XI.2.2. Les vestiges fauniques	120
XI.3. Répartition spatiale vestiges du niveau 2	127
XI.3.1. Les artefacts lithiques.....	127
XI.3.2. Les vestiges fauniques	134
XI.4. Analyse spatiale des vestiges du niveau 3	145
XI.4.1. Les artefacts lithiques.....	145
XI.4.2. Répartition spatiale des vestiges fauniques du niveau 3	152
XI.5. Analyse spatiale des vestiges du niveau 4	161

XI.5.1. Les artefacts lithiques.....	161
XI.5.2. Les vestiges fauniques	169
XI.6. Des similitudes dans le fonctionnement des quatre niveaux	177
XII. Conclusions.....	179
Perspectives pour la triennale 2021-2023	181
XIII. Références bibliographiques	183
XIII. Liste des tableaux	189
XIV. Liste des figures	191