

LES CHASSEURS DES STEPPES DURANT LE DERNIER GLACIAIRE EN FRANCE SEPTENTRIONALE

PALÉOENVIRONNEMENT, TECHNO-ÉCONOMIE, APPROCHE FONCTIONNELLE ET SPATIALE DU GISEMENT D'HAVRINCOURT

sous la direction de
Emilie GOVAL & David HERISSON

avec la collaboration de
**Pierre ANTOINE, Patrick AUGUSTE, Sylvie COUTARD, Emilie CLAUD,
Clément PARIS, Caroline FONT, Olivier MOINE, Guillaume JAMET,
Jean-Jacques BAHAIN, Esther SCHMIDT, Nick DEBENHAM, Gilles GUERIN,
France LAGROIX, Jean-Luc LOCHT, Luc VALLIN, Anne PHILIPPE et
Marie-Anne VIBET**

avec la participation de
**Jean AIRVAUX, Eve BOITARD-BIDAUT, Vincent ROBERT, Sascha MESZNER,
Claude MONNET et Benoît CLARYS**

avec l'investissement de l'équipe de terrain
**Frank DEFAUX, Hélène DJEMA, Guillaume GADEBOIS, Olivier GUERLIN,
Pascal MATHYS, Chloé PFISTER**

Avant-propos de Dominique CLIQUET et de Pascal DEPAEPE
Préface de Marcel OTTE

Cet ouvrage est réalisé avec la participation financière du ministère de la Culture, direction générale des Patrimoines,
sous-direction de l'archéologie

ERAUL 141
Etudes et recherches archéologiques de l'Université de Liège
Liège, 2018

Mise en page
Caroline FONT



Tous droits réservés
Reproduction interdite sans autorisation
Les articles sont publiés sous la responsabilité de leurs auteurs

ERAUL

Collection éditée par

Marcel OTTE
Université de Liège
Service de Préhistoire
Place du XX Août 7, bât. A1
B-4000 Liège - Belgique
Tél. : ##32/4/366.54.76
Fax. : ##32/4/366.55.51
Email : prehist@ulg.ac.be
Web : <http://www.ulg.ac.be/prehist/>

REMERCIEMENTS

Si on peut se féliciter de la sortie de cette publication, six ans après la découverte de ces nombreux vestiges, c'est essentiellement grâce au travail de chercheurs passionnés par leur discipline alimentée par le renouvellement des problématiques que les découvertes sur le territoire lui confère.

Nombreuses sont les étapes franchies avant la publication de la monographie d'un site fouillé en archéologie préventive. En amont, il y a la réalisation d'un diagnostic archéologique, puis une prescription de fouille de l'État, s'en suit le travail d'une équipe sur le terrain et bien d'autres maillons encore, que peu de personnes supposent, mais sans qui cette publication aurait pu, des années durant rester au fond d'un tiroir.

Nous tenons à remercier les principales institutions concernées par ces recherches. Voies Navigables de France a financé l'entièreté des fouilles sur le terrain dans le cadre des travaux préalables à la construction du Canal Seine-Nord Europe. L'Inrap (Institut national de recherches archéologiques préventives) et particulièrement la direction du Canal Seine-Nord-Europe a soutenu ce projet de publication. Le ministère de la Culture a financé l'intégralité du manuscrit. Le CNRS, le Muséum national d'Histoire naturelle et l'ensemble de leurs équipes ont mis leurs compétences au service des analyses.

Ce manuscrit n'aurait pas vu le jour sans le travail exemplaire mené sur le terrain par l'ensemble de l'équipe de fouille et les spécialistes qui malgré des conditions climatiques parfois très mauvaises, parfois trop bonnes, et le temps passé sur le terrain (33 semaines), ont mené à bien ces opérations avec entrain, envie, bonne humeur et professionnalisme.

Cet ouvrage est le fruit d'un travail collaboratif rassemblant plus d'une vingtaine de chercheurs où se mêlent lithiciens, tracéologue, archéozoologue, géologues, malacologue, géochronologues, dessinateurs, infographistes, d'institutions et de pays différents. La qualité scientifique de cet ouvrage n'a été possible que grâce à leur expertise et à la mise en commun de l'ensemble de leurs observations et analyses. Que chaque collègue et ami ayant permis un tel travail soit ici sincèrement remercié.

Le spectromètre ESR du Département de Préhistoire du Muséum national d'Histoire naturelle utilisé dans cette étude a été acquis grâce à l'aide de la région Ile-de-France.

Le spectromètre gamma portable utilisé dans cette étude a été acquis grâce à l'aide de la Région Centre.

SOMMAIRE

Remerciements	3
Avant-propos	11
	Dominique CLIQUET Conservateur en chef du Patrimoine - DRAC-SRA Normandie UMR 6566 CNRS, Rennes
Avant-propos	13
	Pascal DEPAEPE Directeur régional - Inrap Hauts-de-France UMR 7194 CNRS, Paris
Préface	15
	Marcel OTTE Professeur de Préhistoire
Chapitre 1 : présentation et méthodes d'étude	17
	Emilie GOVAL, David HERRISON, Pierre ANTOINE, Sylvie COUTARD, Olivier MOINE, France LAGROIX, Emilie CLAUD, Caroline FONT
Le projet du canal Seine-Nord Europe et la découverte du site	17
Situation et cadre géographique	19
Méthodes mises en œuvre sur le terrain	22
De la pelle mécanique au tamisage	22
Les fabriques	22
Le prélèvement de la faune	22
Les prélèvements géologiques et paléoenvironnementaux	23
Approche globale	23
Micromorphologie	24
Sédimentologie	24
Datations	24
Anisotropie de la susceptibilité magnétique (ASM)	25
Malacologie	25

Méthodes mises en œuvre en laboratoire	25
Le matériel lithique	25
Une base de données dédiée	25
Les raccords et les remontages	25
Un protocole spécifique pour la tracéologie	25
Objectifs	25
Méthodes et référentiels	25
Matériel étudié	27
Le traitement de la faune, méso-faune, micro-faune	27
Le tamisage et le tri des refus de tamis	27
Le traitement de l'information par un système d'information géographique	28
La constitution d'une géodatabase : aide aux analyses spatiales	28

Chapitre 2 : stratigraphie, paléoenvironnements et chronostratigraphie 31

Pierre ANTOINE, Guillaume JAMET, Sylvie COUTARD, Olivier MOINE, Gilles GUERIN, France LAGROIX, Esther SCHMIDT, Vincent ROBERT, Nick DEBENHAM, Sascha

MESZNER, Jean-Jacques BAHAIN, Qingfeng SHAO, Christophe FALGUERES, Anne-Marie VIBET, Anne PHILIPPE

Description des unités stratigraphiques	31
Micromorphologie	38
Loess supérieurs et gleys de tundra (unités 5 à 3)	38
Les loess et sols du complexe moyen (unités 6 à 12)	39
Les limons bruns de l'unité 12	39
Le complexe de sols humifères (unités 14' à 14c)	40
Le sol brun lessivé basal (unité 15)	43
Les loess de base (unité 16)	43
Sédimentologie	43
Anisotropie de la susceptibilité magnétique (ASM)	47
Datation	49
OSL sur quartz	49
Méthodologie	49
Résultats	50
Datations ¹⁴ C sur os et TL sur silex chauffés	51
La résonance de spin électronique et du déséquilibre dans les familles de l'uranium combinées (ESR/U-Th) et de la résonance de spin électronique (ESR)	51
Principe de la datation ESR/U-Th de restes paléontologiques	51
Résultats	52
Malacologie	54
Chronologie de mise en place des différentes couches stratigraphiques	55
Problématique	55
Statistique bayésienne	55
Information a priori et matériel archéologique	56
Modélisation chronologique	56
Choix de modélisation	56
Explication mathématique du modèle utilisé	57
Résultats	59
Aspects algorithmiques	59
Adéquation du modèle	60
Outils statistiques pour l'estimation de périodes	60
Caractérisation des périodes de mise en place des couches	61
Caractérisation chronologiques des niveaux paléolithiques	61
Conclusion	62

Synthèse pédostratigraphique ; interprétation chrono-climatique, chronostratigraphique et corrélations	63
Séquence I : Fin Saalien (MIS 6) / Interglaciaire Eemien (MIS 5e) (~ 140-125 ka)	63
Séquence II (Weichselien-Holocène) : 112-0 ka	64
Sous-séquence II-1: Complexe de sols humifères / Début-glaciaire (DGL ~ 112-70 ka)	64
Sous-séquence II-2 (unités 13 à 8) : Pléniglaciaire inférieur (PGI ~70-60 ka)	65
Sous-séquence II-3 (unités 7 à 6a) : complexe de sols d'Havrincourt du Pléniglaciaire moyen (PGM ~ 55-35 ka)	67
Sous-séquence II-4 (unités 5 à 2) : Pléniglaciaire supérieur (PGS ~ 30-17 ka)	71
Sous-séquence II-5 (unités 1 à 0) : Tardiglaciaire et Holocène	74
Conclusion	74

Chapitre 3 : taphonomie, biochronologie, paléoécologie et présentation du cortège faunique

Emilie GOVAL, David HERISSON, Patrick AUGUSTE, Emilie CLAUD

Taphonomie du site, des vestiges lithiques et fauniques	77
Etat de conservation du site et validité des séries archéologiques	77
Le secteur 1	77
Le secteur 2	79
Etat de conservation des pièces lithiques	81
Généralités	81
Hav.1-N3 : le Paléolithique moyen à éclats Levallois préférentiels	82
Hav.2-N1 : le Paléolithique moyen à débitage Levallois	83
Hav.2-N2 : le Paléolithique supérieur ancien	84
État de conservation des restes fauniques	84
Biochronologie, paléoécologie et taphonomie des vestiges de faune	87
Les espèces présentes au sein de Hav.2 en contexte naturel	90

Chapitre 4 : les occupations du Paléolithique moyen

Emilie GOVAL, David HERISSON, Emilie CLAUD, Patrick AUGUSTE, Jean-Luc LOCHT, Luc VALLIN, Caroline FONT

Présentation générale des industries, acquisition de la matière première	93
Présentation des industries et de la faune	93
L'occupation Hav.2-N0	93
L'occupation Hav.2-N1	93
L'occupation Hav.1-N3	93
Acquisition de la matière première	93
L'occupation Hav.2-N1	93
L'occupation Hav.1-N3	95
Présentation des différentes chaînes opératoires	95
L'occupation Hav.2-N1	95
Une chaîne opératoire à éclats Levallois	95
Une chaîne opératoire à éclats à faible prédétermination	99
L'occupation Hav.1-N3	99
Une grille d'analyse spécifique aux éclats Levallois	99
Les éclats Levallois préférentiels de grandes dimensions	99
Les dimensions	99
La masse	99
La longueur des tranchants	99
La symétrie de la pièce par la confrontation graphique des contours	100
Les autres éclats Levallois	102
Exemples de comparaisons régionales	104
Le niveau 2 du gisement d'Attily «Bois de la Bocquillière»	104
Le gisement d'Hermies «Tio Marché»	105

Les données tracéologiques	105
L'occupation Hav.2-N1	105
L'occupation Hav.1-N3	108
Etude comparative : les grands éclats préférentiels d'Attilly «Bois de la Bocquillière»	111
Etude comparative : les grands éclats préférentiels d'Hermies	113
Essai de synthèse sur les données tracéologiques	113
Espèces animales présentes et traitement des restes de faune	116
L'occupation Hav.2-N0	116
L'occupation Hav.2-N1	116
L'occupation Hav.1-N3	117
Les répartitions spatiales lithique / faune	120
L'occupation Hav.2-N1	120
L'occupation Hav.1-N3	120
Synthèse et discussion	120
L'occupation Hav.2-N0	120
L'occupation Hav.2-N1	120
L'occupation Hav.1-N3	123

Chapitre 5 : l'occupation du Paléolithique supérieur ancien 125

Clément PARIS, David HERRISON, Patrick AUGUSTE, Emilie CLAUD, Caroline FONT, Emilie GOVAL

Présentation générale de l'industrie, acquisition de la matière première et faune	125
Présentation de l'industrie et de la faune Hav.2-N2	125
Origine de la matière première	125
Analyse technologique de l'industrie lithique	126
La sélection des blocs	126
Le plein débitage	134
L'abandon des nucléus	140
Les produits obtenus	140
La question de l'emport de pièces	142
Synthèse de l'étude technologique	142
Les données tracéologiques	143
Espèces animales présentes, traitement des restes et esquisses palethnographiques	146
Quand l'espace s'anime : les répartitions spatiales lithique / faune	149
Description des concentrations	153
Le locus 1	153
Le locus 2	162
Le locus 3	171
Le locus 4	174
Les artefacts lithiques et les restes fauniques en dehors de ces quatre loci	174
Exemples de comparaisons synchroniques dans le Nord-Ouest européen et attribution chronoculturelle	177

Chapitre 6 : comportements des hommes et modes de vie au Pléistocène supérieur à Havrincourt 181

Emilie GOVAL, Patrick AUGUSTE, David HERRISON

Un enregistrement pédosédimentaire remarquable	181
Les données palethnographiques	182
Niveau Hav.1-N3	182

Niveau Hav.2-N0	184
Niveau Hav.2-N1	187
Niveau Hav.2-N2	187
Esquisse des moments de vie des Hommes de passage à Havrincourt	192
Conclusion	193
Bibliographie	195
Résumés : les chasseurs des steppes durant le Dernier Glaciaire en France septentrionale	205
Chapitre 1 – Présentation et méthodes d'étude	205
Chapitre 2 – Stratigraphie, paléoenvironnements et chronostratigraphie	205
Chapitre 3 – Taphonomie, biochronologie, paléo-écologie et présentation du cortège faunique	205
Chapitre 4 – Les occupations du Paléolithique moyen	206
Chapitre 5 – L'occupation du Paléolithique supérieur ancien	206
Chapitre 6 – Comportements des hommes et modes de vie au Pléistocène supérieur à Havrincourt	206
Auteurs et illustreurs	209

AVANT-PROPOS

Dominique CLIQUET

Conservateur en chef du Patrimoine - DRAC-SRA Normandie
UMR 6566 CNRS, Rennes

Dans l'inconscient populaire, notre préhistoire nationale se cantonne au sud-ouest, avec tous les sites emblématiques du Périgord, comme si tous les préhistoriques n'avaient vécu que dans cette magnifique région, autrement célèbre pour ses spécialités culinaires et ses vins. Ce serait faire abstraction de la réalité. N'oublions pas que l'ancienne Picardie est une des régions phares pour la préhistoire ancienne, avec les travaux de J. Boucher de Crèvecœur de Perthes, à la fin du XIX^e siècle, de Victor Commont, au début XX^e siècle. Ce sont ces pionniers, entre autres, qui ont révélé l'ancienneté de l'Homme dans le Nord de l'hexagone, comme leurs homologues britanniques. Parallèlement, d'autres érudits ont révélés, fouillés et parfois publiés les résultats de leurs études, parfois de très grande qualité, en ces temps de balbutiements de cette nouvelle discipline qu'est la préhistoire. Parmi ces érudits signalons, pour la fin du XIX^e siècle, Sirodot, le premier à avoir engagé des investigations scientifiques sur le site du Mont-Dol (Ille-et-Vilaine), Chédeville, pour ses travaux sur le fameux site de Saint-Pierre-lès-Elbeuf (Seine-Maritime)...

Dans la première partie du XX^e siècle, préhistoriens et « géologues » engagent aussi leurs travaux au nord de la Loire, tels les abbés A. Parat et H. Breuil, H. Kelley, A. Leroi-Gourhan, F. Bourdier, F. Bordes, qui produit une thèse sur « Les limons quaternaires du Bassin de la Seine. Stratigraphie et archéologie paléolithique ». Ces travaux permettent un recadrage de la chronologie des industries et des formations proposée par H. Breuil.

Puis la discipline se structure, dans le cadre de l'archéologie de sauvetage puis des opérations programmées. En témoignent les travaux des préhistoriens J.-L. Monnier, G. Verron, G. Fosse et A. Tuffreau, accompagnés de géomorphologues J.-P. Lautridou et J. Sommé.

Enfin, l'archéologie préventive ouvre de nouveaux horizons où s'exprime une nouvelle génération de chercheurs qui utilisent de nouveaux outils. Le temps du paléolithicien « homme-orchestre » est révolu. Les manières d'appréhender les sites prennent en compte de nouveaux paramètres. Le préhistorien s'entoure de spécialistes d'autres disciplines où les environmentalistes occupent une place prépondérante. Enfin, au plan paléothnographique, l'analyse des sites intègre désormais la taphonomie, les analyses techno-fonctionnelles... Toutes les disciplines connexes de l'archéologie participent à tenter de mieux comprendre les modes de vie des Paléolithiques.

L'étude du site d'Havrincourt en est un parfait exemple. Elle témoigne d'une fouille bien conduite sur de très grandes surfaces, fenêtres d'étude qui permettent une vision globale des activités des hommes du Paléolithique moyen et du Paléolithique supérieur initial. Tous les vestiges sont appréciés avec une grande rigueur scientifique, rigueur à laquelle nous ont habitués Émilie Goval et David Hérisson. En attestent leurs thèses respectives « Peuplements néandertaliens dans le nord de la France » (Goval, 2012) et « Étude des comportements des premiers Néandertaliens du Nord de la France : les occupations saaliennes des gisements de Biache-Saint-Vaast et de Therdonne » (Hérisson, 2012).

La qualité de ce site est évidente, avec la mise au jour de plusieurs niveaux d'occupation du Paléolithique moyen, dont quatre d'entre-eux en position primaire, pour certains associés à des formations du pléniglaciaire, horizons rarement conservés. Enfin, le site d'Havrincourt conserve un des rares niveaux d'occupation du Paléolithique supérieur ancien en position primaire du Nord de l'hexagone. Cette belle étude atteste de la complémentarité que peuvent avoir les opérations d'archéologie préventive et d'archéologie programmée ; les deux directeurs de publication s'impliquant d'ailleurs dans ces deux domaines.

Dès lors, tant au plan géomorphologique, chronostratigraphique, que de la recherche préhistorique, ce site a intégré les gisements majeurs du Paléolithique d'Europe du Nord, et mon ami, Marcel Otte, participe une fois encore à la diffusion de cette connaissance. Je l'en remercie. Quelle magnifique collection que les éditions ERAUL qui portent haut et fort l'archéologie francophone sur le plan international.

Enfin, presque arrivé au terme de ma « carrière », je suis rassuré de voir le flambeau repris par Émilie, David, Clément et les contributeurs à cette monographie. Inquiet sur les moyens qui seront alloués à la recherche archéologique et plus particulièrement pour les périodes anciennes, je forme le vœux de voir notre recherche paléolithique continuer à rayonner au plan international et de participer à la connaissance des peuplements et des modes de vie de nos prédécesseurs.

AVANT-PROPOS

Pascal DEPAEPE

Directeur régional - Inrap Hauts-de-France
UMR 7194 CNRS, Paris

Havrincourt, terre paléolithique. Cette modeste localité du Pas-de-Calais voit désormais son nom gravé au fronton du temple des sciences de la Préhistoire.

Trois niveaux du Paléolithique moyen, et un niveau du paléolithique supérieur y ont été fouillés avec maestria par Emilie Goval et son équipe. A n'en pas douter, et mes affinités personnelles dussent-elles en souffrir, l'occupation du Paléolithique supérieur ancien est la découverte la plus importante, quantitativement et qualitativement. Ses 6400 artefacts lithiques écrasent de leur nombre les pauvres 100 silex néanderthaliens ; et surtout la présence de vestiges du Paléolithique supérieur ancien dans ces régions septentrionales est tellement rares que chaque découverte est un miracle. Alors, 6400 pièces, et des restes de faune en général si rares !

Notre excellent collègue Marcel Otte évoquant cette occupation dans son avant-propos, je me bornerai à quelques banalités. Outre sa rareté, cette occupation met selon moi en évidence deux sujets : le premier est la nécessité de poursuivre les recherches technotypologiques en Préhistoire. Le caractère ubiquiste de l'industrie d'Havrincourt ne permet pas, malgré l'abondance du mobilier, d'attribuer avec certitude cette occupation au Gravettien, quand bien même tout converge vers cette culture. Le second est, par voie de conséquence, l'impérieuse nécessité à continuer le travail de recherche de ces sites, seule solution pour comprendre l'arrivée et l'occupation du Nord-Ouest de l'Europe par l'Homme moderne. En effet, la génétique ne peut tout résoudre, n'en déplaise à tous ceux qui ne font de l'étude de l'Homme qu'en éprouvette.

Pour modestes qu'elles soient, les trois occupations du Paléolithique moyen n'en sont pas moins importantes. L'occupation saaliennne marque un jalon dans une période bien pauvre en sites. Quant aux occupations du début du Pléniglaciaire inférieur du Weichsélien, si elles s'inscrivent dans un contexte plus riche, elles montrent une fois de plus une diversité dans les habitus techniques, et donc culturels, de Néandertal. Ces deux occupations d'Havrincourt sont ici comparées, avec raison, à d'autres de la région, dont Attilly et Hermies « Tio Marché ». Sans entrer dans les détails (afin, lecteur, que tu sois obligé de lire l'intégralité de ce bel ouvrage !), notons qu'il y a vers la fin du stade isotopique 5 et le début du stade isotopique 4, une tendance à l'accroissement du module des éclats Levallois, très visible à Havrincourt N3, Attilly N2 et Hermies mais également à Villers-Bretonneux (Somme) et Fitz-James (Oise) entre autres. Cette tendance n'est pas que régionale, elle se remarque sur un site éloigné comme Lailly « Tournerie », dans l'Yonne, soit à plus de 200 km vers le sud. Cette augmentation des dimensions est porteuse d'un sens qui nous échappe encore, mais qui devait être signifiante pour ses auteurs. L'autre occupation, à peine plus récente, ne connaît pas ces grands modules Levallois.

Nous sommes ici, après une forme d'unicité visible durant le Weichsélien ancien (un « techno-complexe du Nord-Ouest »), dans une diversité techno-culturelle qui ne fera que s'affirmer par la suite, jusqu'à la fin de l'épopée néandertalienne : Levallois, Discoïde, MTA, KMG peut-être, LRJ en Belgique, d'autres encore. Quelle signification donner à ces diversités ? Peut-être, paradoxalement, le signe de la fin d'un monde ? Des petits groupes, dispersés sur un vaste territoire reconquis après un violent refroidissement, communiquant peu entre eux, s'étiolant lentement et finissant par disparaître, abandonnant aux hommes modernes un désert humain dans lequel ces derniers exprimèrent d'autres cultures.

PRÉFACE

Marcel OTTE
Professeur de Préhistoire

Le paysage s'ouvre sur les steppes européennes, jadis parcourues par les populations humaines durant des dizaines de millénaires. La démographie était alors très faible (0,1/km²), et ces steppes, étaient presque toujours en apparence vides. Mais, les pistes qui les traversent « appartiennent » aux nomades qui y vivaient, comme aujourd'hui dans les déserts en apparence dépeuplés. La rareté des traces perdues dans de si puissants dépôts limoneux, se présente comme une absence anthropique, en totale opposition avec ces mêmes étendues, aujourd'hui si intensément exploitées par l'agriculture (350 habitants au kilomètre-carré !). Les ressources étaient alors contenues dans la faune, si abondante dans de tels milieux, et dans la flore intensément exploitée chez tous les peuples de la steppe. L'acidité des limons a rapidement détruit les vestiges organiques, réduits à de rares restes osseux travaillés (et ainsi préservés).

Les superbes éclats Levallois, élaborés, isolés et amenés là à partir de loin, condensent une merveille de significations. Ils témoignent d'une programmation d'activités, prévues pour un futur proche, et incarnées par les techniques combinées dont ils portent les traces. Ces signes agissent tels des miroirs : une pensée complexe en amont leur a donné forme, elle vient s'opposer à une séquence gestuelle bien concrète en aval. Entre les deux, des stigmates de modalités d'utilisation, aussi clairement manifestées que les étapes d'élaboration mécanique. Toute la pensée du Paléolithique moyen s'y trouve concentrée : au plus l'action se trouve-t-elle déléguée dans le futur, au plus elle requiert une élaboration conceptuelle préalable, comme ces élégants artefacts en témoignent.

Vers 70 000 ans donc, le cheval aurait été abattu puis découpé à l'aide de ces éclats Levallois, emmanchés et utilisés comme couteaux, dans la chair animale. S'il s'agissait d'abattages sur place, aucune trace n'en a été conservée, du moins pas observée. La lance de bois paraît correspondre à l'arme la plus probable, propulsée à la main comme à Schöningen. Le rapport au gibier aurait été alors plus proche que plus tard avec la technologie du Paléolithique supérieur. Il pouvait aussi s'agir d'armes d'hast (tenue à la main) à la manière de la chasse aux sangliers, et surtout efficace pour les gibiers qui chargent dans leur fureur. L'éthologie pourrait nous indiquer si ce schéma opératoire se trouverait compatible avec le comportement des chevaux sauvages : dans quelles conditions chargent-ils l'Homme ? Rien n'empêche d'ailleurs de penser qu'une chasse à ce point orientée vers une seule espèce, au même emplacement, n'ait pas davantage possédé une valeur symbolique qu'alimentaire.

Vers 28 000 ans, ce paysage contient plusieurs concentrations ovalaires, elles suggèrent l'emplacement d'habitats bâtis et mobiles. La densité d'occupation spatiale augmente avec le Paléolithique supérieur et elle justifie la présence de telles unités domestiques plus diversifiées. Les activités y sont plus variées et, surtout, le travail de la pierre présente un infléchissement opportuniste, bien davantage marqué par un souci d'utilité immédiate. Comme si les considérations prévisionnelles avaient été déplacées vers les procédés techniques qui semblent applicables partout, en toutes circonstances, et ce sont eux qui se déplacent sous une forme conceptuelle, et non plus leurs seuls produits qui en importaient leurs utilités. Ce basculement est bien propre au Paléolithique supérieur, toujours porté vers la mobilité (dont la lame témoigne), la diversité des activités et l'immense unité des traditions définies à travers l'Europe. Cette cohérence culturelle n'est rendue possible que par la souplesse des réseaux établis sur les paysages divers où s'articulent des modes de vies variés mais cohérents.

La situation, la datation, les procédés évoquent clairement le site de Maisières, comme les auteurs l'ont bien compris. Mais où les activités s'inversent : les déplacements se substituent à des performances de virtuoses réalisées sur l'excellent silex noir récolté localement dans une extrême abondance. Havrincourt illustre comme un mode d'extension, de mobilité étendue, propre aux populations gravettiennes, en Europe septentrionale. Toute porte à croire qu'elles se retrouveront parmi les composantes du Périgordien d'Aquitaine, où s'émoussent les velléités de réseaux européens, peut-être par les rigueurs climatiques nouvelles. Il reste alors étrange que jusque ici Havrincourt n'ait pas fourni de traces des retours des migrations ultérieures mieux adaptées à la péjoration climatique.

Elles existent pourtant partout ailleurs, autant dans le nord de la France qu'en Belgique, et jusqu'en Allemagne. L'enregistrement sédimentaire ne les a peut-être pas conservées, ou encore furent-elles emportées par les érosions récentes. Voilà une sollicitation pour de futures prospections.

Que d'excellences ont été exprimées dans la maîtrise de ce gigantesque « sauvetage » ! Les plus raffinées des pertinences y ont été activées par le plus authentique enthousiasme. Et comme, à l'évidence, travaux d'aménagement et connaissances anthropologiques anciennes peuvent faire bon ménage ! Au fond, l'une et l'autre démarches procèdent d'un seul esprit : atteindre une meilleure humanité, dans son monde matériel et dans sa modalité spirituelle ; c'est donc encore possible....

CHAPITRE 1

PRÉSENTATION ET MÉTHODES D'ÉTUDE

Emilie GOVAL, David HERISSON, Pierre ANTOINE, Sylvie COUTARD, Olivier MOINE, France LAGROIX,
Emilie CLAUD, Caroline FONT

Le projet du canal Seine-Nord Europe et la découverte du site

Le projet du canal Seine-Nord Europe s'inscrit dans la politique de grands travaux menée par le gouvernement français. Ce chantier est l'un des plus importants du siècle pour l'Europe. Il consiste en la réalisation du maillon manquant entre les bassins de la Seine et le canal Dunkerque-Escaut. Cette nouvelle voie d'eau à grand gabarit longera globalement l'actuel canal du Nord et permettra de faire naviguer des bateaux de grands tonnages afin de désengorger la circulation maritime en Manche et de diminuer la circulation routière au nord et à l'ouest de Paris. Il reliera Compiègne dans l'Oise jusqu'à Cambrai dans le Nord (Figure 1). Cette nouvelle liaison fluviale d'une centaine de kilomètres de long et d'une cinquantaine de mètres de large en moyenne permettra d'embarquer jusqu'à 4500 tonnes de marchandises. Cet ouvrage se verra également doté d'écluses, de plates-formes d'activité, de quais céréaliers et de bassins réservoirs d'eau. Sa réalisation engendre également la mise en œuvre de réseaux de communications annexes.

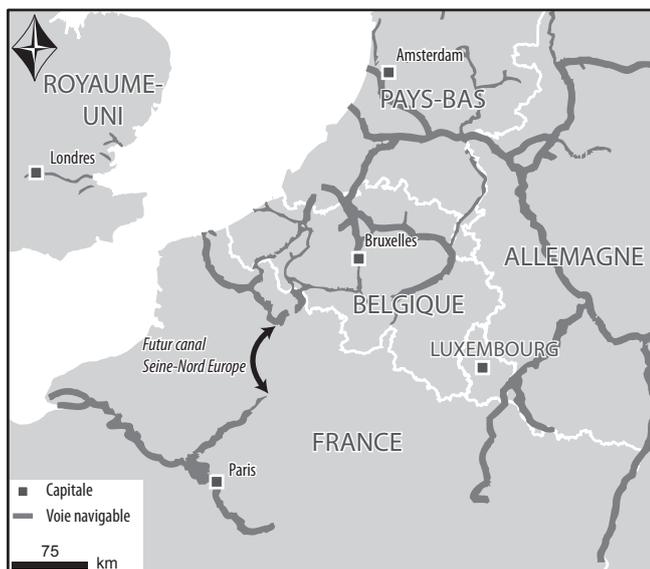


Figure 1 - Localisation du canal Seine-Nord Europe reliant le bassin de la Seine au bassin de l'Escaut (source : VNF, DAO : C. Font).

Dans le cadre des travaux préalables à son creusement, plusieurs opérations de diagnostic et de fouille archéologique ont été réalisées dans un premier temps, de 2008 à 2014. Plus de 900 sondages en puits répartis sur quatre départements : le Nord, le Pas-de-Calais, la Somme et l'Oise ont permis d'identifier les zones les plus favorables à la conservation d'occupations paléolithiques (Figure 2).

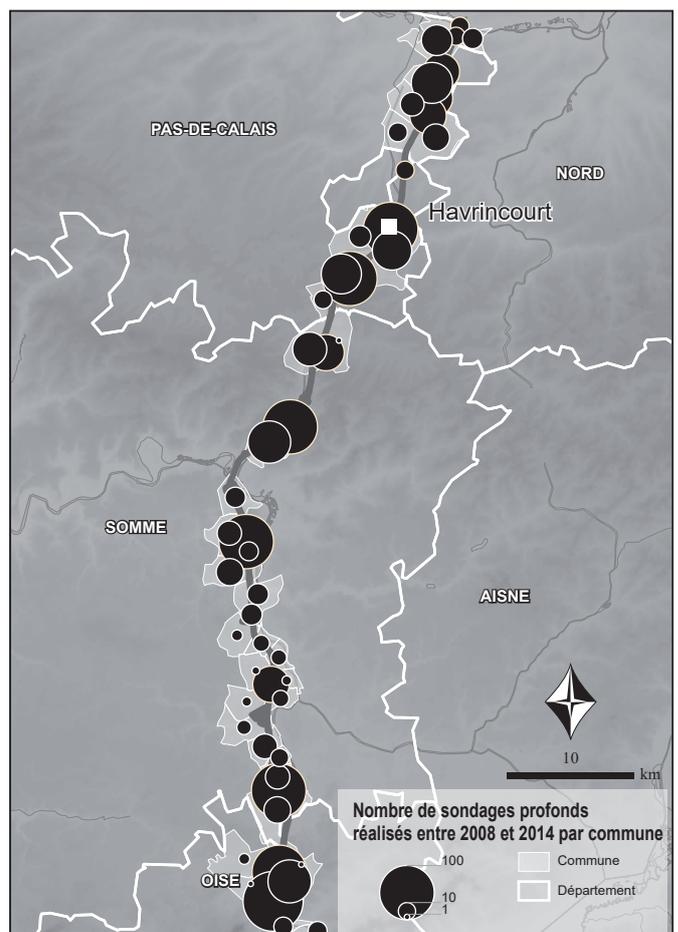


Figure 2 - Répartition des sondages en puits réalisés dans le cadre des opérations de diagnostics (DAO : C. Font).

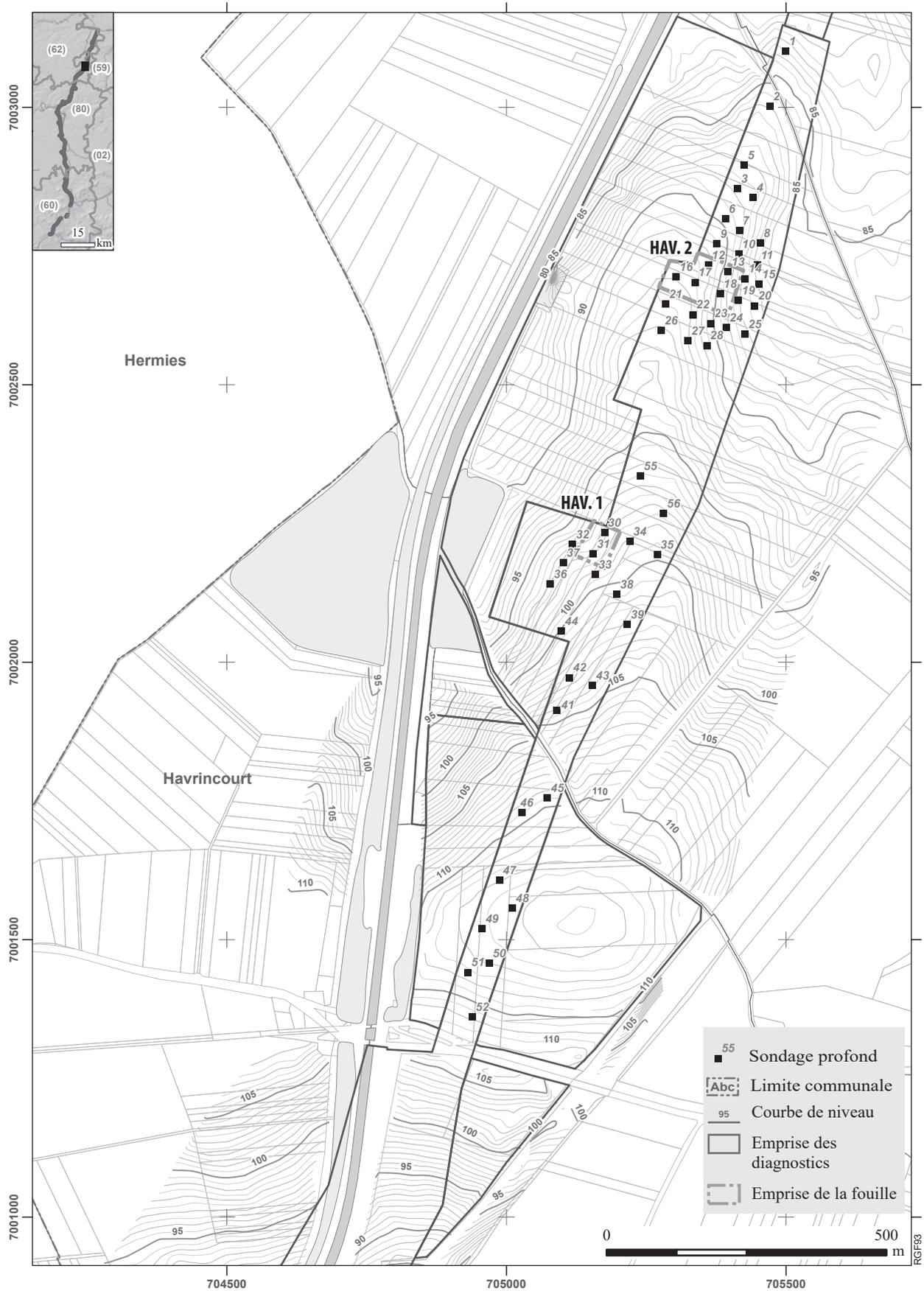


Figure 3 - Localisation des sondages profonds réalisés sur la commune d'Havrincourt (DAO : C. Font).

Les occupations paléolithiques d'Havrincourt ont été découvertes lors d'un diagnostic réalisé en 2009 par N. Sellier sur une emprise de 37,6 hectares (Sellier *et al.*, 2009). Au terme de cette campagne, cinquante-six sondages en puits ont été réalisés sur l'ensemble de cette zone (Figure 3). Une séquence stratigraphique importante a été mise en évidence, certains sondages atteignant plus de neuf mètres de profondeur. Cinquante-huit silex taillés attribuables au Paléolithique moyen et en position stratigraphique clairement définie ont été découverts dans des unités sédimentaires variées, soit 10 % de sondages positifs sur l'ensemble de la zone sondée (Sellier *et al.*, 2009). Les sondages réalisés à Havrincourt ont également permis la mise au jour dès la phase de diagnostic de vestiges fauniques.

La découverte de silex taillés et de fragments osseux inclus dans une séquence stratigraphique remarquable lors du diagnostic a incité le Service Régional de l'Archéologie du Nord-Pas-de-Calais à prescrire une fouille sur deux secteurs distants de 400 mètres l'un de l'autre sur la commune d'Havrincourt, nommés respectivement Hav.1 et Hav.2 (Figure 3 et Figure 4). Au vu des superficies à fouiller, ces deux secteurs ont été traités individuellement (respectivement 2000 m² et 4100 m²).



Figure 4 - Vues générales d'Hav.1 (en haut) et Hav.2 (en bas) en cours de décapage (En haut : © E. Goval, en bas : © P. Fruitier).

Deux fouilles distantes de quelques centaines de mètres se sont ainsi déroulées en 2010 puis en 2011, permettant la découverte de trois niveaux du Paléolithique moyen (Hav.2-N0, Hav.2-N1 et Hav.1-N3) et un niveau du Paléolithique supérieur ancien (Hav.2-N2).

Situation et cadre géographique

Le gisement d'Havrincourt se situe dans le Pas-de-Calais à une quinzaine de kilomètres au sud-ouest de Cambrai. L'emprise est enserrée entre l'actuel canal du Nord et l'autoroute A2. Topographiquement, le gisement d'Havrincourt s'étend sur un versant en pente douce exposé au nord/nord-est, à proximité d'un vallon sec orienté est/ouest, appartenant au bassin hydrographique de l'Escaut. L'altitude est comprise entre 80 et 110 mètres NGF (Figure 5). La paléotopographie révélée par la fouille s'avère différente de l'actuelle. «Les formations loessiques recouvrant les versants le plus souvent orientés vers le nord-est, abrités des vents dominants, ont permis la conservation de séquences pédosédimentaires parfois importantes. Celles-ci ont souvent favorisé la préservation de niveaux préhistoriques. Elles ne concernent, le plus souvent, que les dépôts de la seconde moitié du Saalien et ceux du Weichselien» (Locht, 2005, p. 28). La carte géologique de Cambrai du BRGM (XXV-7) indique dans le secteur d'Havrincourt un substrat composé de la craie blanche à Micraster du Sénonien (C4), recouvert par d'importants dépôts de loess (Limens des Plateaux). Quelques poches résiduelles de sables landéniens (Sables du Quesnoy – e2c) sont visibles dans la partie sud de l'emprise du tracé du canal, mais ne concernent pas directement les secteurs de fouille (Figure 6). Le gisement d'Havrincourt s'intègre pleinement dans les séquences loessiques du nord de la France (Figure 7).



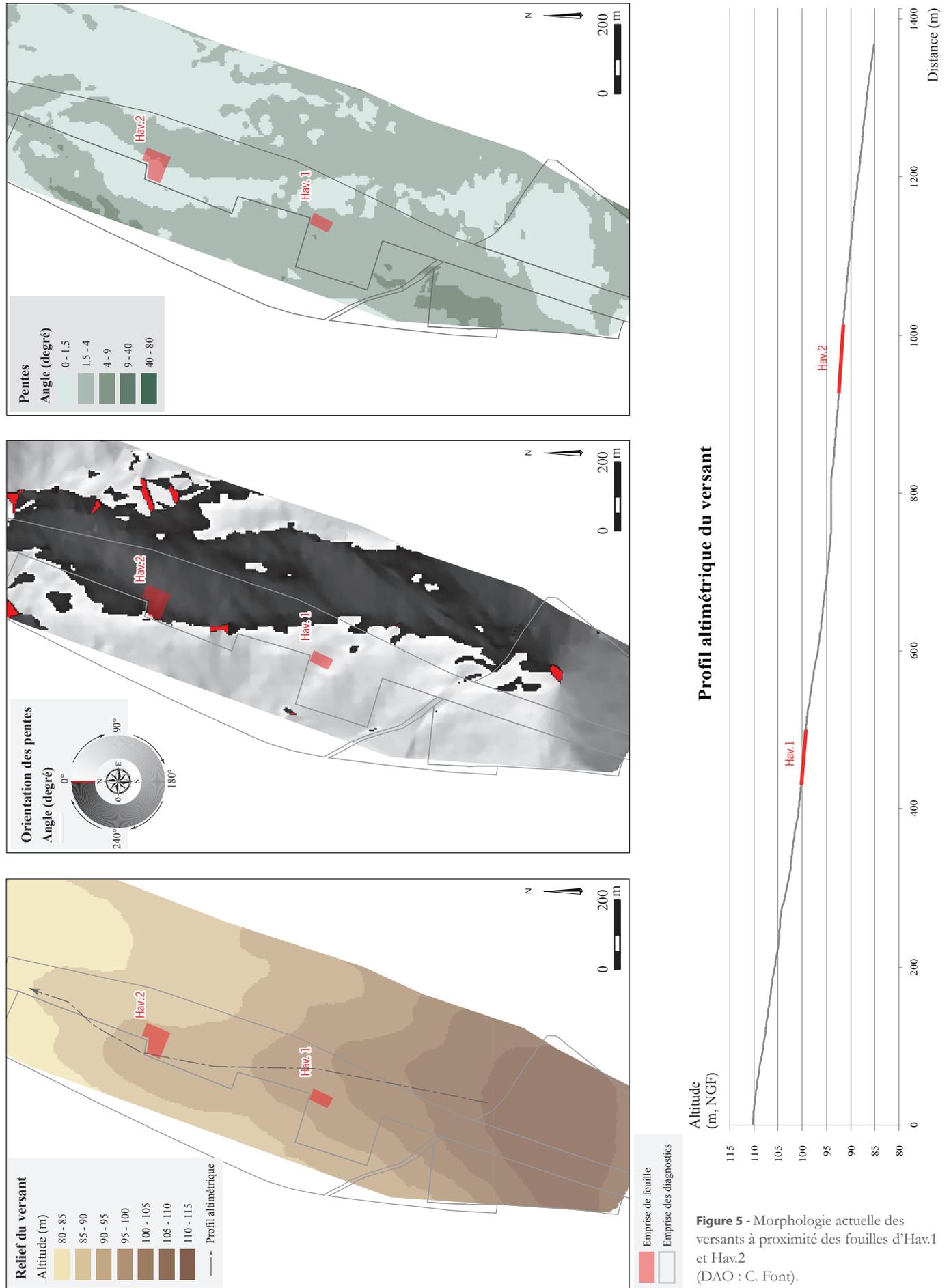


Figure 5 - Morphologie actuelle des versants à proximité des fouilles d'Hav.1 et Hav.2 (DAO : C. Font).

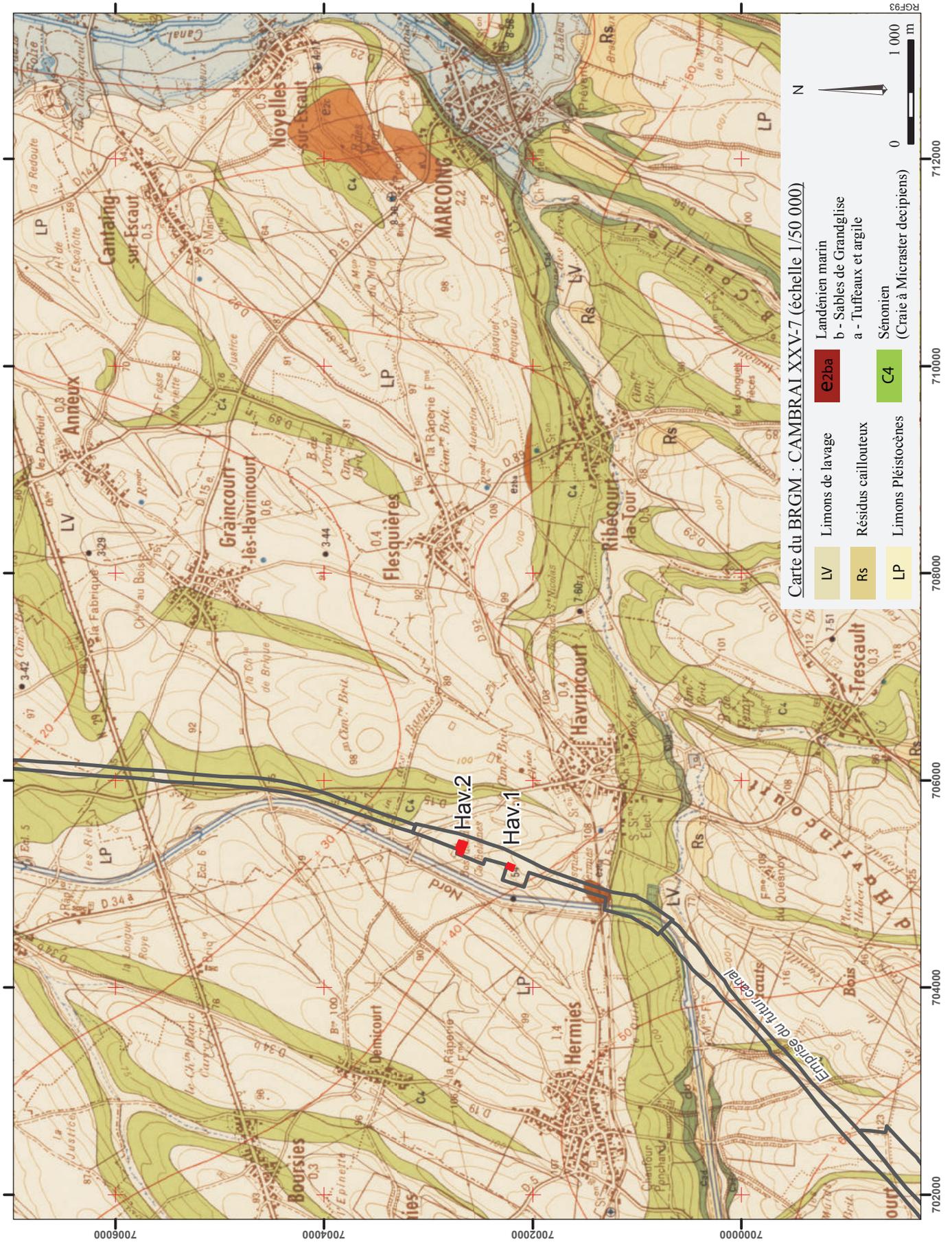


Figure 6 - Extrait de la carte géologique du © BRGM (Cambrai XXV-7) à proximité des fouilles d'Hav.1 et Hav.2.

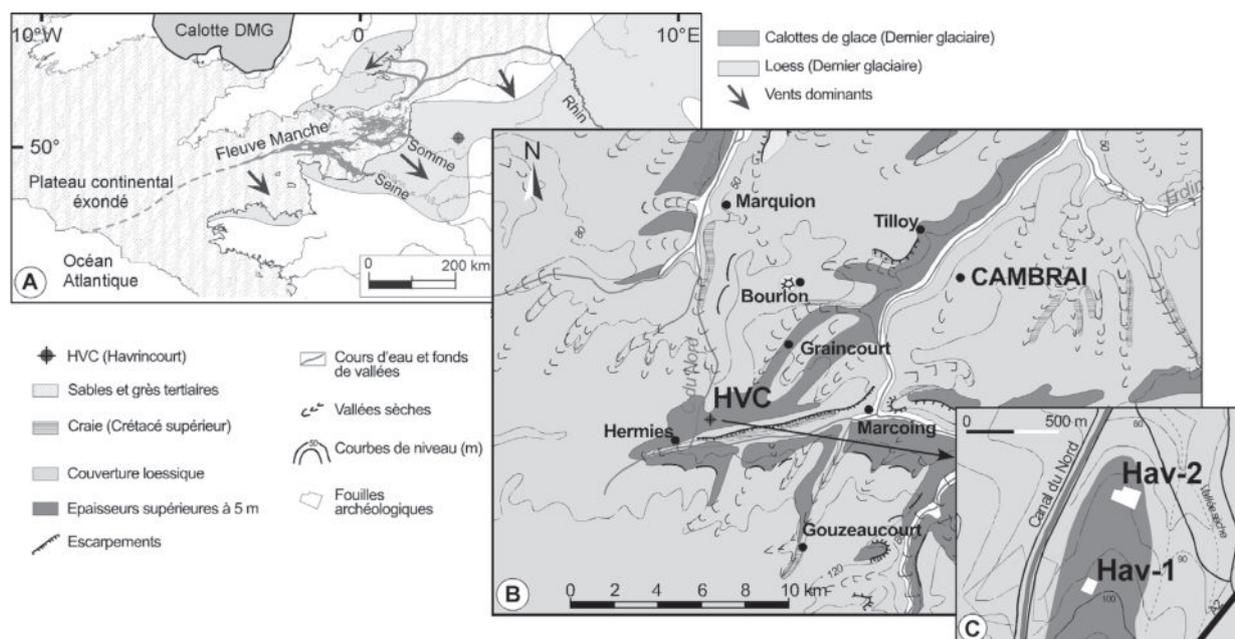


Figure 7 - A : localisation des sites Hav.1 et Hav.2 dans la ceinture loessique ouest-européenne (d'après Antoine *et al.*, 2003a, modifié), B : et C : localisation des sites au sein des formations quaternaires du nord de la France (d'après Sommé, 1975, modifié).

Méthodes mises en œuvre sur le terrain

De la pelle mécanique au tamisage

Le recours à la mécanisation a été nécessaire afin de pouvoir décaper de grandes superficies et d'évacuer des volumes de terre importants dans le temps imparti à la réalisation de l'opération (environ 15 000 m³ pour le secteur 1 –Hav.1 et 25 000 m³ pour le secteur 2 –Hav.2).

Pour le premier secteur, le décapage et la fouille couvrent une superficie de 2 000 m² en fond de forme. À l'exception de 125 m² testés manuellement, l'ensemble de la fouille a été mécanisée. Sur le deuxième secteur, une superficie de 4 100 m² en fond de forme a été explorée. La fouille des niveaux archéologiques Hav.2-N0 et Hav.2-N1 a été totalement mécanisée. Pour le niveau supérieur, Hav.2-N2, 4 030 m² ont été mécanisés et 70 m² ont été fouillés manuellement. Pour ce niveau, un carroyage par quart de mètre carré a été implanté physiquement pour procéder à la fouille dans des conditions optimales et faciliter l'enregistrement des données. L'ensemble des sédiments des zones fouillées manuellement a été prélevé par seau de 10 litres, ce qui représente, approximativement, un prélèvement de trois centimètres d'épaisseur de sédiment. Chaque seau a été enregistré en trois dimensions (X, Y, Z), permettant ainsi de le replacer aisément au sein du carroyage mais aussi de connaître sa position altimétrique. Les rares zones comportant une densité d'artefacts proche de zéro n'ont pas systématiquement été tamisées. Ces prélèvements avaient un triple objectif :

- quantifier la densité des petits éléments archéologiques ;
- réaliser des analyses granulométriques afin d'aborder les aspects taphonomiques ;

- récolter les éléments lithiques (et fauniques le cas échéant) de petites dimensions afin de les intégrer dans les remontages et faciliter la compréhension des chaînes opératoires.

Les fabriques

Quelques fabriques (pendage et orientation des pièces allongées) ont été réalisées lors des fouilles des deux secteurs selon le protocole mis en place par P. Bertran et ses collaborateurs (Bertran *et al.*, 2006) mais le nombre insuffisant de mesures à l'issue du terrain n'a pas permis leur exploitation.

Le prélèvement de la faune

Au vu des contraintes météorologiques et dans un souci de gain de temps, le choix a été fait lors de la phase de terrain de prélever la totalité des restes fauniques en bloc et de procéder à leur dégagement en laboratoire dans des conditions plus favorables (Figure 8).



Figure 8 - Exemple de traitement des restes d'une mandibule de rhinocéros laineux.

Les prélèvements géologiques et paléoenvironnementaux

Pierre ANTOINE, Guillaume JAMET, Sylvie COUTARD, Olivier MOINE, France LAGROIX

Approche globale

L'approche du contexte chronostratigraphique et paléoenvironnemental des occupations humaines d'Havrincourt se fonde sur la mise en évidence, l'analyse et la datation d'une succession de 17 unités litho-pédostratigraphiques principales individualisées sur le terrain. Cette analyse s'est concentrée sur une série de profils verticaux choisis et dégagés en fonction de la qualité de l'enregistrement et de l'avancement des fouilles (**Figure 9**). L'ampleur de la surface décapée a permis de réaliser deux grands profils stratigraphiques continus (60 et 70 m de longueur) qui autorisent le suivi des variations latérales des faciès sédimentaires et de l'épaisseur de chaque unité (**Figure 10**). Par ailleurs, le décapage du secteur 2 a permis d'observer, pour la première fois, l'extension horizontale d'un grand réseau polygonal de fentes de gel sur plus de 4 000 m². Les levés détaillés (10 cm / 1 m) et les différentes séries d'échantillons prélevés, en vue des études sédimentologiques et des datations, se sont focalisés sur les profils dénommés Hav.1-P1, P2, P3 et P4 et Hav.2-P4, P5, P6 et P9 (**Figure 9**). Les échantillons ont été prélevés selon la méthode de la colonne continue avec une résolution de 5 cm de manière à couvrir l'ensemble de la séquence loessique.

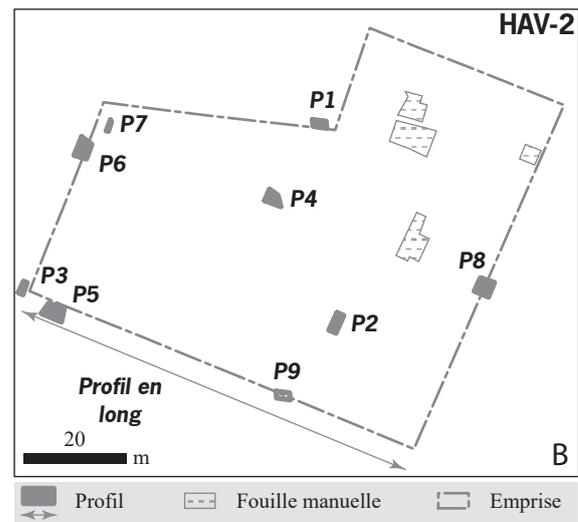
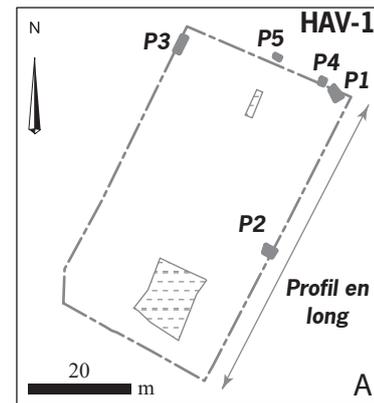


Figure 9 - Localisation des différents profils stratigraphiques réalisés à Hav.1 (A) et Hav.2 (B).

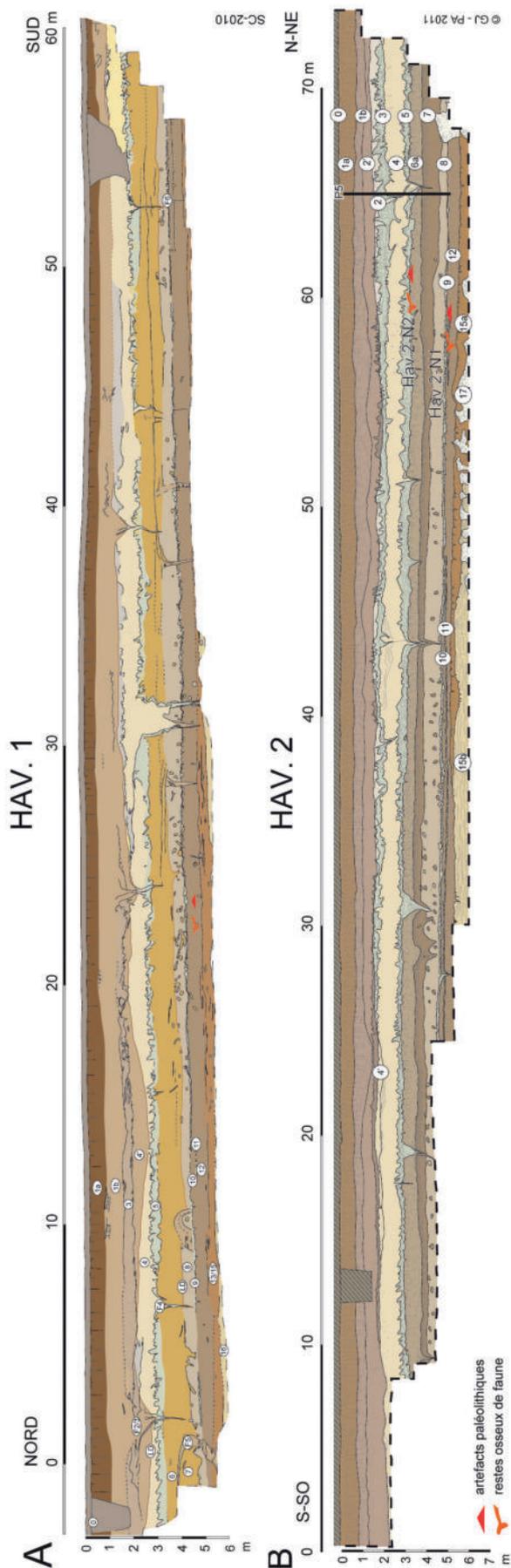


Figure 10 - Levés stratigraphiques des parois de fouille Hav.1 – profil est (A) et Hav. 2 – profil ouest (B).

Micromorphologie

Plusieurs séries de blocs de sédiments et de sols non perturbés (34 au total) ont été prélevées pour la fabrication de lames minces. Les lames ont été fabriquées par le laboratoire de pédologie de l'université de Gand (Belgique), l'analyse au microscope polarisant menée par S. Coutard et par S. Meszner (chaîne de géographie physique à l'Université technique de Dresde, Allemagne) en ce qui concerne les trois échantillons prélevés dans les loess les plus anciens. Un « bloc-colonne » continu (1,4 m de hauteur) recoupant les unités 5 à 7 a aussi été prélevé dans le secteur 2 (Hav.2-P5) afin de préserver l'intégralité du complexe de sols en vue d'analyses ultérieures.

Sédimentologie

Au total 302 échantillons (~ 400 g par échantillon) ont été prélevés sur les deux secteurs, dont 282 par la méthode de l'échantillonnage en colonne continue avec une résolution de 5 cm (exceptionnellement 2,5 cm sur Hav.2-P5 au niveau des unités 5 à 7), et 20 de manière plus ponctuelle (~ 10 cm) dans le profil Hav.2-P9. La méthode de l'échantillonnage en colonne continue permet :

- de conserver la totalité des sédiments et sols dans un but de préservation de l'intégralité des séquences loessiques de référence (« loessothèque » du Laboratoire de Géographie Physique de Meudon) ;
- de disposer d'une série continue de données afin de baser l'interprétation des résultats analytiques sur une série au sein de laquelle chaque valeur correspond à une mesure moyenne sur 5 ou 2,5 cm d'épaisseur (limitation du risque de valeur ponctuelle aléatoire).

Datations

Quatre méthodes de datation ont été associées sur les deux secteurs fouillés afin de préciser le contexte chronostratigraphique du site et de caler les différents niveaux d'occupations paléolithiques :

- datation directe des différentes unités loessiques basée sur la méthode OSL (Optically Stimulated Luminescence) sur quartz. A cet effet, 23 échantillons ont été prélevés sans exposition à la lumière à l'aide de tubes en cuivre de 35 x ~ 140 mm ;
- datations ¹⁴C (Beta Analytic et Oxford Radiocarbon Accelerator Unit Laboratory) sur os de grand mammifère (8 échantillons testés / 2 résultats) et restes osseux de rongeurs provenant des terriers ;
- datation de silex chauffés (artefacts paléolithiques) par la méthode TL (thermoluminescence) (N. Debenham) ;
- datations ESR-U/Th sur dents de grands mammifères couplées avec des mesures de dosimétrie des sédiments *in situ* (J.-J. Bahain).

Anisotropie de la susceptibilité magnétique (ASM)

Une série de 104 échantillons cubiques (~ 8 cm³) orientés a été prélevée à intervalles réguliers sur 80 cm d'épaisseur dans les loess homogènes de l'unité 4 au niveau du profil Hav.2-P5, afin de mener une étude d'anisotropie magnétique (F. Lagroix).

Le prélèvement de chaque cube est effectué à l'aide d'un carottier spécifique à section carrée enfoncé dans la paroi préalablement découpée (deux à trois échantillons pour chaque carottage). Après mesure de l'azimut du carottier et des pendages horizontaux et verticaux à la boussole et à l'inclinomètre, le carottier est retiré de la paroi, puis l'échantillon non perturbé est expulsé par un piston et conservé dans une boîte cubique en polycarbonate.

Malacologie

Pour cette approche, deux colonnes de 33 et 40 échantillons ont été respectivement prélevées sur les profils Hav.1-P1 et Hav.2-P5. Ces échantillons de 10 litres de sédiment chacun ont été prélevés en colonne continue tous les 5 cm (colonnes d'environ 60 cm de large découpées en tranches successives de 5 cm), en parallèle avec les échantillons et mesures destinés aux analyses sédimentologiques. La colonne d'échantillonnage du profil Hav.1-P1 débute dans un horizon limoneux (unité 7) du complexe de sols bruns, recoupe un autre horizon de ce complexe (unités 6a), puis un gley de toundra calcaire (unité 5) et se termine au sommet d'un loess carbonaté homogène (unité 4) sous la limite de décarbonatation supérieure (LD). La colonne du profil Hav.2-P5 débute un peu plus haut dans l'unité supérieure du complexe de sols bruns légèrement carbonatée (unité 6a), recoupe les unités 5 et 4, puis un gley de toundra calcaire complexe dédoublé sus-jacent (unités 3a-3c), pour se terminer au sommet de cette unité dans sa zone de transition avec la base du loess carbonaté homogène sommital (unité 2) juste sous la limite de décarbonatation supérieure (LD).

Méthodes mises en œuvre en laboratoire

Emilie GOVAL, David HERISSON

Le matériel lithique

Une base de données dédiée

L'analyse du matériel lithique repose sur le concept de chaîne opératoire en prenant en compte l'objectif de production. Cette première approche du matériel permet de mettre en évidence les techniques maîtrisées par les hommes mais aussi les plus utilisées. Il est également possible de distinguer d'éventuels besoins spécifiques (objets apportés et emportés hors du site). Une base de données composée d'une vingtaine de critères reprenant des aspects essentiellement technologiques, typologiques et tracéologiques, a été mise en œuvre pour l'ensemble des séries lithiques récoltées pour Hav.1 et Hav.2 (Figure 11).

Les raccords et les remontages

Qu'il s'agisse de raccords ou de remontages, ils constituent l'un des outils les plus pertinents à la compréhension de la structuration de l'espace et de sa genèse.

Certains éléments d'analyse ne peuvent en effet être abordés que par ce type d'approche. Ils permettent de repérer l'existence d'une relation particulière entre les artefacts et ainsi de la caractériser. Il devient alors possible de s'interroger sur la relation entre support de débitage – produit de débitage – mise en œuvre technique, autrement dit, sur le démarrage et/ou la finalité de chaque opération de débitage. Les raccords et remontages effectués participent grandement à la reconstitution dynamique, en termes de techniques de production lithique mises en œuvre mais aussi de compréhension spatiale du site. La recherche de liens chronologiques peut alors être envisagée par l'analyse de la microstratigraphie des sols d'occupation (Boëda et Pelegrin, 1985). Le remontage doit permettre de reconstituer les gestes, d'évaluer les distances mais aussi de mieux apprécier les pièces maîtresses qui ont pu éventuellement être apportées ou emportées du site. Les remontages ont été testés dans les niveaux archéologiques Hav.2-N1 et Hav.2-N2. Pour chaque remontage réalisé, plusieurs paramètres ont été pris en compte : la quantité de pièces le composant, la composition et l'investissement technologique, sa localisation dans l'espace, la distance entre les divers éléments. Ce travail s'est révélé indispensable à la compréhension du niveau Hav.2-N2 où 90 % des artefacts ont été remontés (en excluant les esquilles relevées au tamisage ou 26 % en incluant les esquilles). L'ensemble des remontages possibles semble avoir été effectué (O. Guerlin).

Un protocole spécifique pour la tracéologie

Emilie CLAUD

Objectifs

L'étude tracéologique a pour but d'apporter des données fonctionnelles sur les industries lithiques, autrement dit de déterminer les modes de fonctionnement des pièces (matière travaillée, mode d'action et mode de préhension), à partir des traces d'usure éventuellement conservées sur les tranchants et les surfaces des outils. Ces données sont utiles pour connaître le ou les registre(s) d'utilisation des différentes catégories de pièces composant les industries lithiques et pour contribuer à déterminer les activités pratiquées *in situ* donc à définir la fonction des occupations.

Méthodes et référentiels

La recherche et l'interprétation des traces d'usure fait appel à une méthode initiée dans les années 1930 en Russie, développée au cours des décennies suivantes (Semenov 1964, Keeley et Newcomer 1977, Hayden 1979, Anderson-Gerfaud 1981) et mise en œuvre depuis par la majorité des tracéologues. Plusieurs échelles d'observation sont utilisées pour l'examen des bords et des surfaces.

FOUILLE 22 Silex

N° 2 Code terrain S2551A MATRICULE TOPOGRAPHIQUE 5739

Provenance

Secteur 2

Locus 2

Remontage N° 20

Objet N° 174

Prélèvement N°

Carré N° 0

N°	Carré	Numéro
(Auto)		

Enr : 1

Données générales

Altitude (NOF) 88,44

Niveau A

Niveau géologique

Catégorie Eclat

Autre

Eclat de moins de 3 cm 15-20 mm 20-30 mm

Etat Distal

Talon

Matière première silex

Outils

Ordre dans le remontage 3

Brûlé

Données de tracéologie

Etude tracéologique

Type d'étude Binoculaire et micro

Traces d'utilisation

Interprétation fonctionnelle

Remarques

Patine brillante

Emoussé

Patine blanche

Esquille naturel

Ecrasement

Esquille / Fracture accidentelle

Stries

ECLAT NUCLEUS ESQUILLE ECLAT LEVALLOIS ECLA

Type Non cortical

Remarque générale

Remontage N° : 20

Nombre de pièces : 58

Silex inclus dans le remontage

Numéro	Identifiant terrain	Altitude
2	S2551A	88,44
4	S2548A	88,55
26	S2525A	88,47
215	S2303A	88,27

Enr : 1 sur 1

Objet N° : 174

Nombre de pièces : 2

Silex inclus dans l'objet

Numéro	Identifiant	Altitude
2	S2551A	88,44
7710	S2552A	
* (néroAuto)		

Enr : 1 sur 2

Photographies

Enr : 1

Dupliquer enregistrement

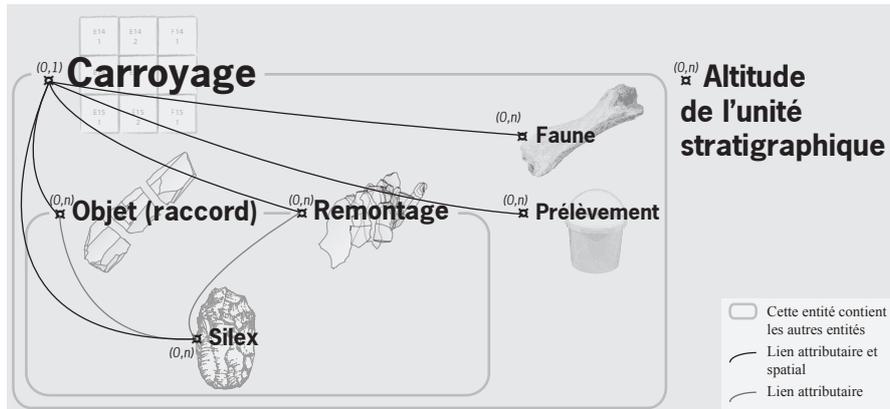


Figure 11 - Formulaire d'enregistrement des caractéristiques du matériel lithique et structure de la base de données relationnelles (DAO : C. Font).

Premièrement, la loupe binoculaire (faible grossissement : de 10 à 30 fois) permet d'examiner des fractures, des esquillements et des émoussés (macro-traces), qui renseignent principalement sur le mouvement effectué et la dureté de la matière travaillée.

Sur la base du nombre et de la morphologie des esquillements, des matières dures (os, bois de cervidé, bois végétal dur) peuvent être différenciées des matières tendres (viande, peau). Une catégorie intermédiaire (mi-dure) est également considérée, elle concerne principalement le bois végétal. La découpe de tissus dans le cadre de la boucherie, qui implique souvent le contact avec des matières de dureté mixte (tendres comme la viande et la peau, mais aussi plus dures comme les tendons, le cartilage voire l'os), qualifiées dans ce rapport de tendres à mi-dures, produit des esquillements caractéristiques de cette activité.

Le développement d'un émoussé indique le travail d'une matière tendre abrasive comme la peau. Si celui-ci se développe assez rapidement sur un outil utilisé en raclage (d'autant plus d'une peau sèche), il est plus lent à se former sur les outils ayant fonctionné en coupe. Sa présence n'est donc pas systématique et dépend de la durée d'utilisation. La présence d'un arrondi du fil lié à de nombreux écrasements permet d'identifier le travail d'une matière minérale, les matières organiques ne produisant pas ces stigmates. Une deuxième échelle d'étude est permise par l'observation au microscope métallographique (fort grossissement : de 100 à 500 fois), qui permet de rechercher des polis et des stries (micro-traces), indiquant la nature précise de la matière travaillée (viande, peau fraîche ou sèche, bois, os, etc.) ainsi que le mouvement.

Afin de différencier les éventuelles traces d'utilisation des altérations naturelles et proposer une interprétation fonctionnelle des stigmates, des comparaisons avec un référentiel expérimental constitué d'outils de différentes natures (éclats bruts, racloirs, denticulés, encoches, bifaces) en silex présentant des traces d'utilisation, d'emmanchement, de transport et d'altération sont effectuées (Claud 2008). Les critères définis par V. Rots (2004, 2010) ont également été pris en compte pour déterminer la présence d'un éventuel dispositif d'emmanchement (manche, gaine, ligatures, adhésifs), ainsi que ceux de Fischer *et al.* (1984), Geneste et Plisson (1990), ou encore Sano (2009) pour proposer une utilisation en armatures de projectiles. Suite à une analyse critique de fractures expérimentales d'origine taphonomique (piétinement), technologique (retouche et débitage) et fonctionnelle (utilisation en armature de pointe), ce dernier propose de considérer les fractures suivantes comme significatives d'un impact :

- les *flute-like fractures*, n'aboutissant pas à une fracture transverse du support mais plutôt à un large esquillement s'initiant en flexion depuis l'extrémité distale,
- les fractures burinantes (*burin-like fractures*), se développant de manière latérale,
- les fractures transverses se terminant en plume, en escalier et de manière rebroussée, si et seulement si celles-ci recoupent clairement la retouche du support (quelque soit la longueur de la languette de la fracture),
- ainsi que les fractures à esquillements secondaires ou *spin-off fractures* dans le cas où l'esquillement est bifacial ou bien dans le cas où celui-ci est unifacial mais dépasse une amplitude de 6 mm.

Les fractures en «s», les fractures transverses nettes (*snap termination*), les fractures transverses se terminant en plume, en escalier ou en rebroussé mais qui ne recoupent pas clairement la retouche, ou encore les fractures à esquillement secondaire unifacial de moins de 6 mm ne sont quant à elles pas considérées comme diagnostiques, car elles se forment dans d'autres conditions qu'un impact lié à une utilisation comme armature de pointe, notamment le piétinement, le débitage et la retouche.

Matériel étudié

Les industries des niveaux Hav.1-N3, Hav.2-N1 et Hav.2-N2 ont fait l'objet d'une étude tracéologique. La totalité de l'industrie lithique a d'abord été examinée à faible grossissement, grâce à une loupe binoculaire, afin d'évaluer l'état de conservation des différents séries et rechercher d'éventuelles macro-traces d'utilisation. Toutes les pièces comportant des stigmates résultant clairement d'une utilisation ou pouvant avoir une origine fonctionnelle (traces douteuses) ont été sélectionnées pour faire l'objet d'une analyse détaillée, à faible et souvent à fort grossissement, dans le but de proposer une interprétation définitive des traces. Elles constituent donc les échantillons sélectionnés pour être analysés en détail.

Le traitement de la faune, méso-faune, micro-faune

L'ensemble des restes fauniques découverts lors des fouilles Hav.1 et Hav.2 a été prélevé en bloc afin d'optimiser le temps passé sur le terrain et les conditions de traitement. La première étape lors des travaux de post-fouille a consisté à dégager les restes osseux, il a ensuite fallu les laver et les marquer. Un tri a été effectué séparant les restes dentaires des restes osseux et la micro/méso-faune de la « grande » faune. Les dents n'ont pas fait l'objet de lavage afin d'être préservées en vue d'éventuelles datations. La majorité des restes présente un bon état de conservation. Pour les plus dégradés, une phase de consolidation à l'aide de paralloïde a été réalisée en concertation avec l'archéozoologue en charge de l'étude du matériel (P. Auguste). Beaucoup d'éléments de microfaune ont été découverts lors de la fouille. Selon leur état de conservation, ils ont été entièrement nettoyés, ou en partie dégagés. Lorsque les restes étaient endommagés, les blocs prélevés ont été tamisés et l'ensemble des restes a été récolté.

Le tamisage et le tri des refus de tamis

Lors des opérations de post-fouille, chaque seau prélevé dans le cadre des fouilles manuelles a été tamisé à l'eau à l'aide d'un tamis d'une maille de 1,8 millimètre, le but étant de réaliser la séparation entre sédiments et vestiges archéologiques. Ensuite, chaque résidu de seau a été trié à la main afin de séparer les esquilles de silex, des esquilles de faune et de microfaune. Aucun autre type d'élément n'a été récolté. Un numéro d'enregistrement a été attribué à certaines esquilles de silex afin de les intégrer dans les remontages. Les esquilles de silex restantes ont été triées selon trois classes métriques en vue de la réalisation d'une analyse granulométrique (0-5 mm, 5-10 mm, 10-15 mm). Cette méthode d'étude a déjà été pratiquée lors d'analyse lithique de séries paléolithiques du nord de la France, et s'est révélée nécessaire et suffisante pour interpréter par la suite leur présence au sein des assemblages (Hérisson, 2012). Les esquilles ont été décomptées et répertoriées par quart de mètres carrés.

Le traitement de l'information par un système d'information géographique

Caroline FONT

La constitution d'une géodatabase : aide aux analyses spatiales

En phase d'étude, deux logiciels ont été privilégiés pour la mise en œuvre de la base de données géographique : Access™ et ArcGIS™. Ces deux logiciels bénéficient d'une inter-opérabilité permettant la constitution d'un système d'information géographique (SIG). La structure de la geodatabase reprend pour l'essentiel le schéma constitué en phase de terrain. Les entités géographiques (silex, faune, observations stratigraphiques, seuil de prélèvement, prélèvement pour analyse...) y ont été intégrées. Par ailleurs, plusieurs entités ont été créées en post-fouille puisqu'elles sont directement issues des études du matériel archéologique : les remontages et les raccords. La base de données ainsi constituée est une base de données relationnelle (Figure 11).

Les descriptions qui suivent permettent de préciser la manière dont doivent être comprises les quelques analyses spatiales et statistiques auxquelles nous avons eu recours.

Afin d'estimer la densité des vestiges au sein des niveaux mis au jour, l'outil de densité par la méthode des noyaux (*kernel density*) a été mis en œuvre. Même si son usage est plutôt réservé aux phénomènes économiques et sociaux, il présente l'avantage de figurer par une surface continue et lissée les densités d'artefacts (Zaninetti, 2005 ; Di Salvo, 2005). Le calcul de densité par la méthode des noyaux prend en compte le voisinage de chaque entité selon un rayon de recherche défini par l'utilisateur. Ce rayon de recherche tient compte de l'influence observée des phénomènes de concentration des vestiges. Dans le cas d'Havrincourt, les fortes concentrations de silex ont été observées dans un rayon de un mètre et dans un rayon de quatre à cinq mètres pour la faune. Pour chaque entité, le logiciel compte l'effectif présent dans ce rayon de recherche et en déduit une densité au mètre carré. Les valeurs de classes indiquées en légende des figures ne correspondent donc pas à un décompte réel des pièces lithiques dans un mètre carré mais correspondent à une évaluation du nombre de pièces lithiques selon le voisinage ramené au mètre carré. Chaque pièce incluse dans une aire de même valeur possède ainsi dans son voisinage la densité au mètre carré indiquée par classe dans la légende. Contrairement au calcul de densité simple, la densité par la méthode des noyaux permet de mettre en évidence une continuité dans les observations et appuie plus volontiers les zones de très fortes concentrations comme les plus faibles.

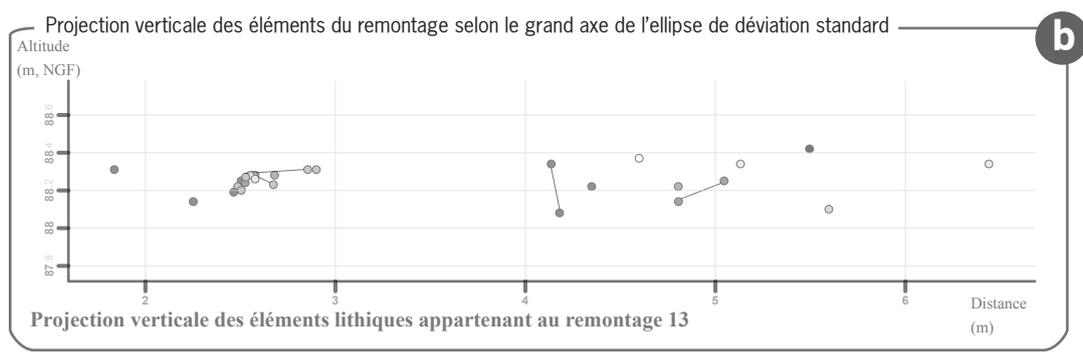
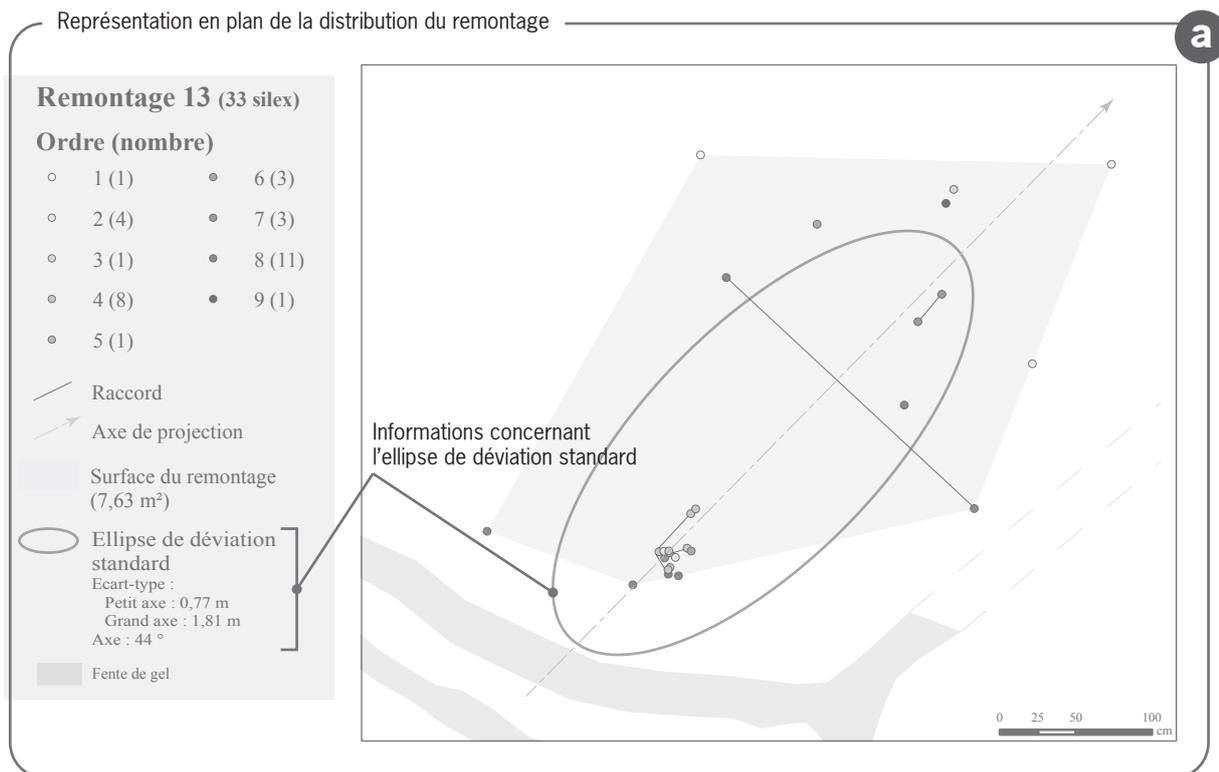
Dans le cas du niveau du Paléolithique supérieur ancien (Hav.2-N2) d'Havrincourt, les concentrations de vestiges se répartissent sur de petites surfaces et présentent autour de ces fortes concentrations, des espaces au nombre d'observations plus réduites.

Aux observations de terrain qui se présentent sous la forme d'un semis de points, s'ajoutent le comptage d'esquilles par quart de mètre carré issues des refus de tamis.

Le calcul de densité s'appuie donc sur un carroyage pondéré par le nombre de vestiges que contient chaque carré et qui recouvre l'ensemble du niveau étudié. Par ailleurs, deux échelles d'observations des phénomènes de densité ont été utilisées : l'échelle de la fouille et l'échelle des *loci*.

Enfin, l'ellipse de déviation standard permet de visualiser des éléments de statistiques spatiales dans le cas d'une distribution d'observations ponctuelles (Zaninetti, 2005). Elle se présente sous la forme d'une ellipse dont le centre est le barycentre de la distribution du semis de points ou valeur moyenne (Figure 12 - a). L'orientation du grand axe de l'ellipse nous permet de définir la direction de la distribution de points. C'est selon cet axe que les projections verticales ont été produites. Les dimensions des deux axes sont calculées en fonction de la distance standard (écart-type d'une distribution spatiale ou écart à la moyenne). La surface de l'ellipse doit inclure environ 80 % du semis de point. Par ailleurs, cette modélisation permet de comparer visuellement et simplement plusieurs distributions entre elles. Ce mode de représentation a été utilisé pour les silex inclus dans un remontage (Figure 12 - a et b).

Dans un but comparatif, un tableau récapitulatif présente l'ensemble des statistiques de distances entre les silex au sein d'un même remontage. Ce calcul s'appuie sur la représentation graphique sous forme de lignes de toutes les combinaisons possibles entre silex de deux séquences de débitage successives (Figure 12 - c et d).



Statistiques produites à partir des distances entre les silex de deux séquences de débitage successives c

Statistiques de distances sur le remontage

Ordre	Nombre de correspondance	Distance minimale (m)	Distance maximale (m)	Distance moyenne (m)	Ecart-type	Variance
1 -> 2	4	2.58	2.70	2.65	0.05	0.00
2 -> 3	4	1.05	3.06	2.10	1.10	1.21
3 -> 4	8	2.71	3.14	2.98	0.16	0.03
4 -> 6	16	0.03	2.49	1.25	1.11	1.24
6 -> 7	6	0.18	2.42	1.49	0.94	0.88
7 -> 8	21	0.11	3.37	1.71	0.98	0.96
8 -> 9	7	1.36	3.71	2.57	0.92	0.85

Les silex qui concernent l'ordre 5 n'ont pas été topographiés car ils sont issus des refus de tamis.

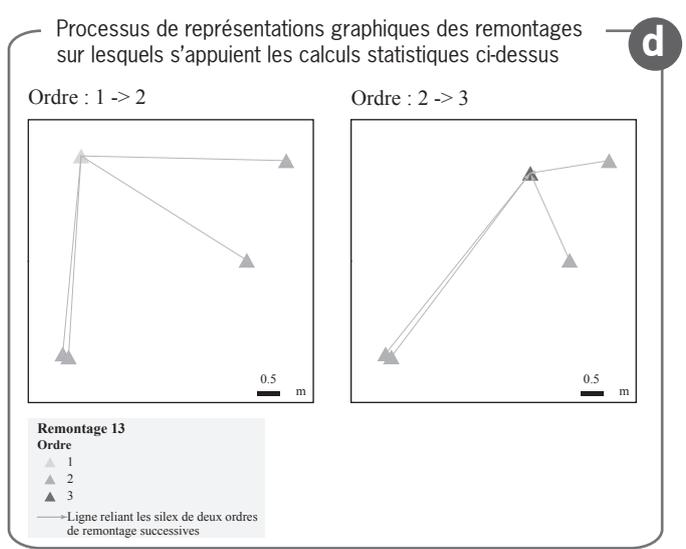


Figure 12 - Présentation des analyses spatiales et statistiques utilisées dans l'étude des remontages lithiques.

CHAPITRE 2

STRATIGRAPHIE, PALÉOENVIRONNEMENTS ET CHRONOSTRATIGRAPHIE

Pierre ANTOINE, Guillaume JAMET, Sylvie COUTARD, Olivier MOINE, Gilles GUERIN, France LAGROIX,
Esther SCHMIDT, Vincent ROBERT, Nick DEBENHAM, Sascha MESZNER, Jean-Jacques BAHAIN,
Qingfeng SHAO, Christophe FALGUERES, Anne-Marie VIBET, Anne PHILIPPE

Description des unités stratigraphiques

Le relevé systématique et la corrélation des profils réalisés sur les deux secteurs de fouille, couplés à l'analyse sédimentologique, ont abouti à la mise en évidence d'une succession de 17 unités principales. Ces dernières sont décrites et interprétées ci-après et sont suivies de l'ensemble des relevés stratigraphiques (Figure 13, Figure 14, Figure 15, Figure 16, Figure 17, Figure 18).

Unité 0

Description	Interprétation
Limon brun gris à traces de racines, limite basale franche.	Horizon Ap du sol de surface (Labour).

Unité 1

Description	Interprétation
(1a) Limon brun foncé argileux à brun orangé compact (10 YR 4/3 5/3), non calcaire, à structure prismatique grossière. Bioturbation importante soulignée par des pédotubules à enduits silto-argileux brun noir : agricutanes.	(1a) Horizon Bt du sol brun lessivé de surface (Luvisol).
(1b) Limon loessique brun clair à beige (7,5 YR 6/4 5/4), non calcaire, à structure en doublets (litages millimétrique soulignés par des alternances de lits millimétriques bruns et beige grisâtres ondulés et plus fins vers la base). Nombreux pédotubules à colmatage argilo-humique grisâtre (agricutanes).	(1b) loess décarbonaté à faciès de limon à doublets.
(1b') Petit horizon argileux brun grisâtre, non calcaire, irrégulier.	(1b') intègre localement un mince horizon déformé (langues) correspondant à un gley de toundra altéré (décarbonaté) (1b') associé à de rares pseudomorphoses de grandes fentes à coin de glace (niveau F-1).

Unité 2

Description	Interprétation
(2) Loess calcaire brun clair, homogène, le plus souvent décarbonaté (faciès 2'). Quelques traces de racines et agricutanes.	(2) Loess calcaire typique homogène. (2') faciès décarbonaté par la pédogenèse du sol de surface (LD-1).

Unité 3

Description	Interprétation
(3a / 3c) Horizons hydromorphes gris à linéoles oxydées orange éparées. Dans plusieurs profils, la pédogenèse du sol 1 affecte le sommet de (3a) . Deux niveaux de grandes fentes à coin de glace de type ice-wedges, à maille décimétrique, ont été observés en liaison avec les gleys 3a et 3c (F-2 et F-3). Des structures de fusion localisées (SF-1), caractérisées par des remplissages de loess laminé à structures de ruissellement intense (stratifications obliques) ont été observées en liaison avec le niveau F-2 . (3b) Loess calcaire jaunâtre homogène et peu épais essentiellement préservé dans le colmatage des fentes du niveau F-3 .	Horizon hydromorphe périglaciaire complexe résultant de la superposition de deux niveaux de gleys de toundra cryoturbés séparés par un mince dépôt loessique (3b) : (Gleysol) à langues de gélifluxion (permafrost/ ice-wedges F3).

Unité 4

Description	Interprétation
(4) Loess calcaire jaune à beige (10 YR 6/6) pulvérulent et homogène, à fines taches d'oxydation sommitales (linéoles) et structure lamellaire fine. Horizon affecté localement par la décarbonatation liée au sol de surface (LD1) (faciès 4').	(4) Loess calcaire typique homogène à structure de gel-dégel.

Unité 5

Description	Interprétation
(5a) Horizon loessique grisâtre à lamines blanchâtres irrégulières, débris noirâtres éparés et nombreuses concrétions calcaires (<1cm). Un réseau de grandes fentes de type ice-wedges, à maille décimétrique est associé à cet horizon (niveau principal F-4). (5b) Loess calcaire hydromorphe gris verdâtre cryoturbé à taches d'oxydation. Les unités 5a-5b apparaissent fluées sur les parois des pseudomorphoses de fentes (faciès : limon gris à brun, déformé, à linéoles oxydées orange).	(5) Horizon périglaciaire de type gley de toundra (Gleysol) à langues de gélifluxion associé au développement d'un pergélisol (ice-wedges, niveau principal F-4).

Unité 6

Description	Interprétation
(6a) Limon argileux brun gris à taches et enduits orangés, compact, à forte structure granulaire à lamellaire (4-6 mm). Nombreuses concrétions ferromanganiques ($\emptyset \pm 1$ mm) à la base.	(6a) Horizon de type sol brun-arctique développé sur loess carbonaté (<i>gelic cambisol</i>).
(6b) Loess correspondant au colmatage terminal des pseudomorphoses de grandes fentes à coins de glace du réseau F-5 .	(6b) Loess correspondant au colmatage terminal des pseudomorphoses de grandes fentes à coins de glace du réseau F-5 .
(6c) Loess brun calcaire homogène.	(6c) Faciès hétérogène correspondant au colmatage par ruissellement de la base des grandes fentes à coins de glace (fluage) du niveau F-5 .
(6c) Limons ruisselés calcaires jaunes à brun-jaune à stratifications entrecroisées. Un niveau de grandes fentes en coin déformées s'ouvre au sommet de 6a (niveau F-5).	(6c) Limons ruisselés calcaires jaunes à brun-jaune à stratifications entrecroisées. Un niveau de grandes fentes en coin déformées s'ouvre au sommet de 6a (niveau F-5). Niveau archéologique (Hav.2-N2).

Unité 7

Description	Interprétation
Limon argileux brun à brun orangé (7,5 YR 5/6 5/8), compact et homogène, non calcaire, à structure polyédrique à lamellaire (3-8 mm). Les surfaces des agrégats comportent localement des enduits ferromanganiques noirâtres et d'oxydes de fer orangés. La structure lamellaire disparaît progressivement en profondeur. Cet horizon montre de nombreuses traces de terriers de grande taille (\emptyset 10-15cm) à colmatage varié (loess 8 / sol 6). Certains terriers ont livré des restes de rongeurs très bien conservés.	Horizon Bw de sol brun boréal (Cambisol) du type Sol de Saint-Acheul-Villiers-Adam. Cette unité est affectée par les processus de gel-dégel intense (structures résiduelles de la glace de ségrégation) et un permafrost continu (<i>ice-wedges</i>). Niveau F-5 .

Unité 8

Description	Interprétation
Loess brun jaune (7,5 YR 6/4 5/4), compact et homogène, calcaire. Cet horizon à taches de manganèse noires se distingue par l'abondance de terriers de grande taille (krotovina / \emptyset 10-30 cm) à remplissage hétérogène (structure granulaire). Manchons racinaires calcifiés et granules de craie épars à la base.	Loess calcaire incluant des granules de craie remaniés à partir du substrat local et dont la partie supérieure est affectée par la pédogenèse du sol 7 (décarbonation).

Unité 9

Description	Interprétation
Horizon hydromorphe, non calcaire, grisâtre déferriqué à géométrie « boudinée » non calcaire. Concrétions calcaires (poupées de 1 cm) à la base et des pédotubules. Un niveau de fines fentes de gel à colmatage loessique s'ouvre au sommet de cette unité (Niveau F-6).	Petit horizon périglaciaire de type gley de toundra cryoturbe (<i>gelic Gleysol</i>) associé à un niveau de fines fentes à colmatage loessique (F-6).

Unité 10

Description	Interprétation
Limon loessique brun homogène, faiblement carbonaté, à nombreux nodules ferromanganiques et traces de biotubules. Cet horizon est affecté par les déformations de l'unité sus-jacente.	Loess non calcaire (décarbonaté) faiblement déformé par des processus de gel-dégel.

Unité 11

Description	Interprétation
Petit horizon loessique hydromorphe gris brun diffus et irrégulier à imprégnations ferriques rougeâtres.	« micro-gley » de toundra avec engorgement temporaire de la surface (<i>gelic Gleysol</i>).

Unité 12

Description	Interprétation
Limon argileux brun à brun grisâtre, homogène, non calcaire à structure compacte dans la partie sommitale. concrétions ferromanganiques ($\emptyset \pm 1$ mm) manchons racinaires calcifiés et pédotubules ovalaires épars.	Horizon limoneux d'origine partiellement colluviale affecté par une pédogenèse peu développée (<i>gelic Cambisol</i> ou sol de prairie arctique). Niveau archéologique (Hav.1-N3 et Hav.2-N1).

Unité 13

Description	Interprétation
Limons non calcaires fortement lités, jaune à brun, irrégulier à lentilles de (14) à (15), rares fentes de gel irrégulières.	Limons lités résultant de l'érosion et du remaniement par gélifluxion et ruissellent sur versant de la partie inférieure de la séquence (unités 14 à 16).

Unité 14'

Description	Interprétation
Horizon silteux irrégulier à nombreuses concrétions ferromanganiques.	Horizon « blanchi » marquant localement la limite supérieure de l'ensemble 14.

Unité 14

Description	Interprétation
(14a) Limon gris foncé humifère à structure granulaire à polyédrique La partie sommitale est marquée par un léger cailloutis (silex), des concrétions ferromanganiques et des bioturbations sur 5 à 10cm.	(14a) Horizon gris humifère de type sol steppique, dégradé dans la partie sommitale.
(14b) Limon argileux brun à brun noir compact à forte structure polyédrique à prismatique, enduits ferromanganiques sur fissures et illuviations d'argile brun-noir sur pores, enduits silteux blancs gris lités dans les biopores, nombreuses cavités (logettes / 1 cm) à remplissage de pellets argileux et (ou) de silts blancs (vers).	(14b) Faciès de sol gris forestier typique particulièrement bien conservé dans le remplissage de structures de dissolution localisées (puits) affectant le substratum crayeux. L'ensemble 14a-b-c est le plus souvent démantelé par une érosion intense.

Unité 15'

Description	Interprétation
Horizon silteux irrégulier à nombreuses concrétions ferromanganiques remplissant les gloses au sommet de 15a.	Horizon « blanchi » à gloses développé au sommet du sol 15a.

Unité 15

Description	Interprétation
(15a) Limon argileux non calcaire, compact, brun orangé à rougeâtre à forte structure prismatique grossière. La partie sommitale est marquée par des gloses à remplissage grisâtre plus ou moins humifère (15').	(15a) Horizon Bt profond (tronqué) et fortement dégradé du sol brun lessivé de type Horizon Bt interglaciaire.
(15b) Limon brun clair, compact, décarbonaté, à structure en doublets irrégulière (ondulée) à faible pendage, localement structurations obliques. Chaque doublet (± 1 cm) se caractérise par la succession d'un lit brun clair et d'un lit brun foncé coiffé d'un liseré de manganèse noir.	(15b) Limon loessique, décarbonaté à doublets, localement nettement stratifié (remaniement antérieur à la pédogenèse interglaciaire). Partie inférieure homogène (15d) correspondant au faciès décarbonaté du loess 16.
(15c) Faciès hydromorphe de (15b) matérialisé par des passées gleyifiées à langues de gélifluxion.	Cette unité montre localement un faciès hydromorphe (15c) en bandes irrégulières correspondant à un gley de toundra mal conservé.
(15d) Limon loessique compact, non calcaire, brun clair homogène.	

Unité 16

Description	Interprétation
Limon loessique brun clair, compact, calcaire à lits de granules de craie remaniés.	Loess calcaire typique homogène. Niveau archéologique (Hav.2-N0).

Unité 17

Description	Interprétation
Craie fracturée en petits blocs, localement matrice crayeuse plus fine. Contact supérieur localement marqué par des diapirs et des injections traduisant un épisode de cryoturbation intense (structure en diapirs / cryo-injection) au contact de 16.	Substratum crayeux affecté par les processus de remaniement par gélifluxion sur versant (Head crayeux) et de cryoturbation intenses.

Du point de vue litho- et morpho-stratigraphique, l'analyse des unités stratigraphiques des différents profils d'Havrincourt a permis de mettre en évidence une épaisse formation quaternaire, dont l'épaisseur cumulée totale atteint environ 7,5 m. La synthèse des caractéristiques pédosédimentaires et de la géométrie des différentes unités et horizons repères périglaciaires débouche sur la production d'une séquence synthétique résultant de la corrélation des différents profils étudiés (**Figure 19**). L'interprétation chrono-climatique des différents faciès est basée sur la synthèse de l'analyse des macro- et des micro-faciès, et des données sédimentologiques analytiques et bioclimatiques (mollusques, mammifères). Cette démarche permet de dégager un certain nombre de grands ensembles pédosédimentaires correspondant à des cycles dépôt-pédogenèse d'ampleurs variables.

D'une manière générale, la mise en évidence d'un horizon de sol de rang interglaciaire typique partiellement tronqué dans tous les profils d'Havrincourt vers cinq mètres de profondeur (unité 15), permet de scinder l'enregistrement en deux grandes séquences de type glaciaire-interglaciaire très inégalement représentées. La séquence 1 est composée des unités 17 à 15a (~ 2,5 m cumulés), et la séquence 2 des unités 14 à 1 (~ 5 m cumulés ; l'unité 0 étant l'horizon de labour actuel). L'interprétation chronostratigraphique de la séquence d'Havrincourt se fonde sur la synthèse des données stratigraphiques, sédimentologiques, bioclimatiques et géochronologiques obtenues dans le cadre d'une équipe interdisciplinaire coutumière de cette approche des milieux loessiques. Elle s'intègre par ailleurs dans le système pédosédimentaire et chronostratigraphique du dernier cycle climatique progressivement développé et complété pour la France septentrionale sur la base de plus de vingt ans d'observations (Antoine, 1988 ; Antoine *et al.*, 2001, 2002a, 2009, 2013).

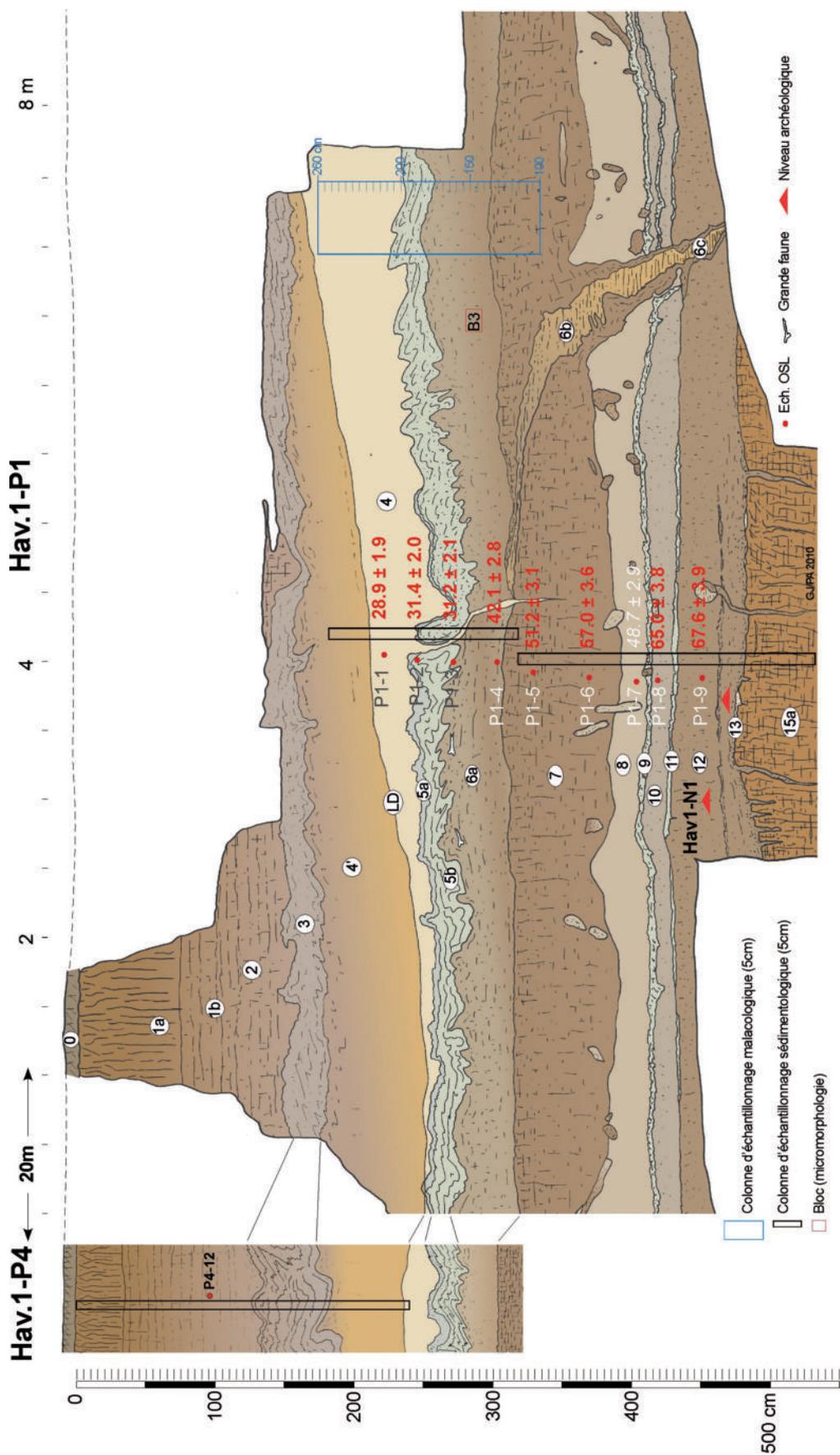


Figure 13 - Hav.1-P1 et Hav.1-P4. : stratigraphie, échantillonnages et datations OSL.

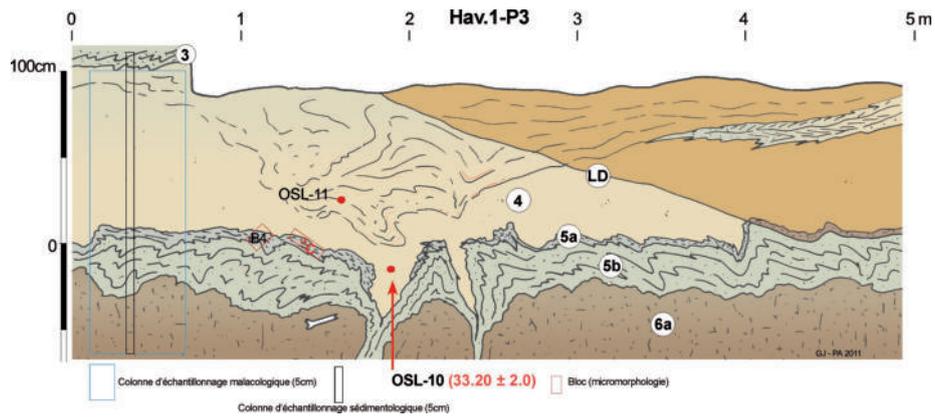


Figure 14 - Hav.1-P3 : stratigraphie et échantillonnages.

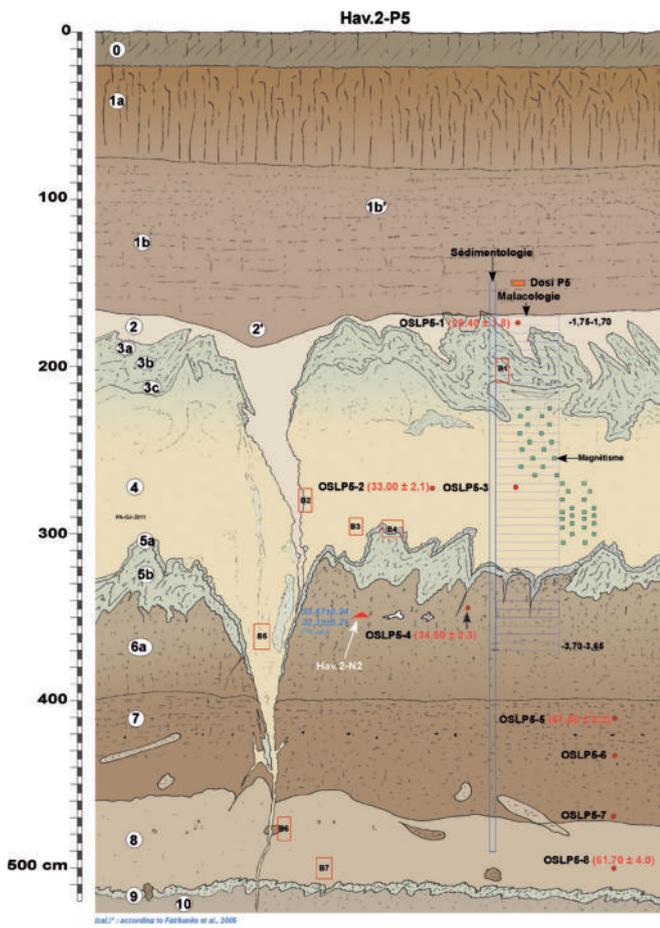


Figure 15 - Hav.2-P5 : stratigraphie, échantillonnages et datations OSL.

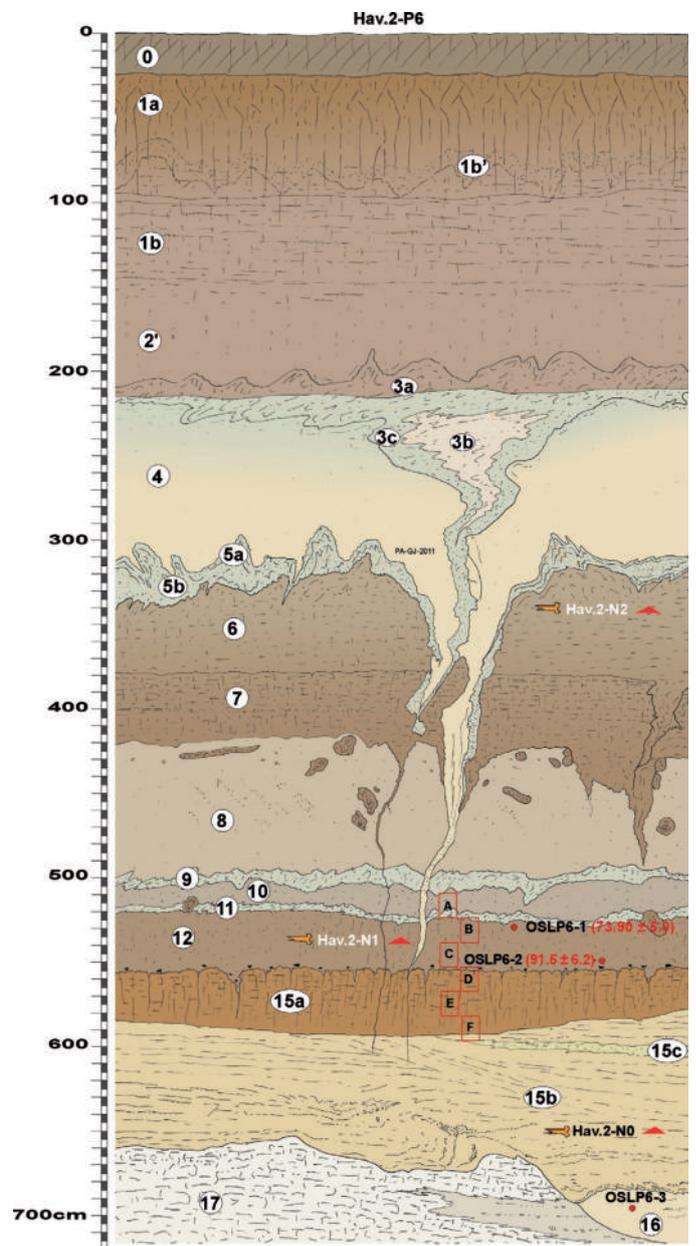


Figure 16 - Hav.2-P6 : stratigraphie, échantillonnages et datations OSL.

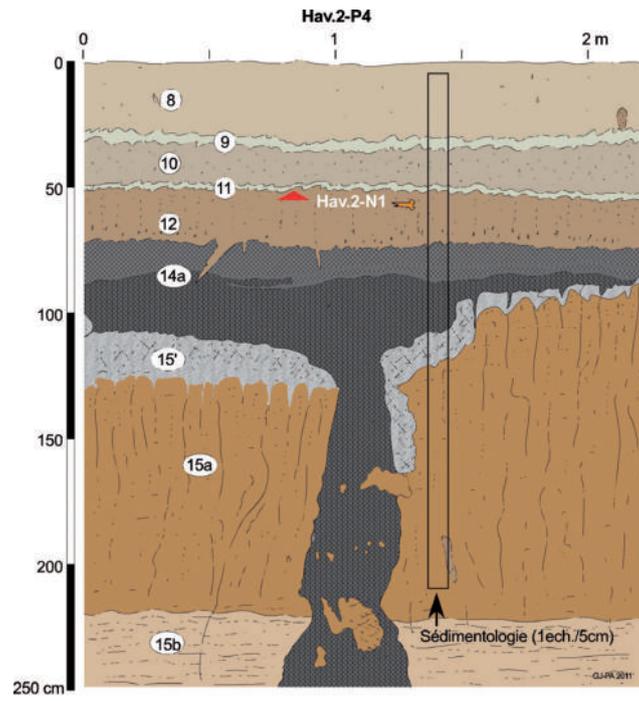


Figure 17 - Hav.2-P4 : stratigraphie et échantillonnages.

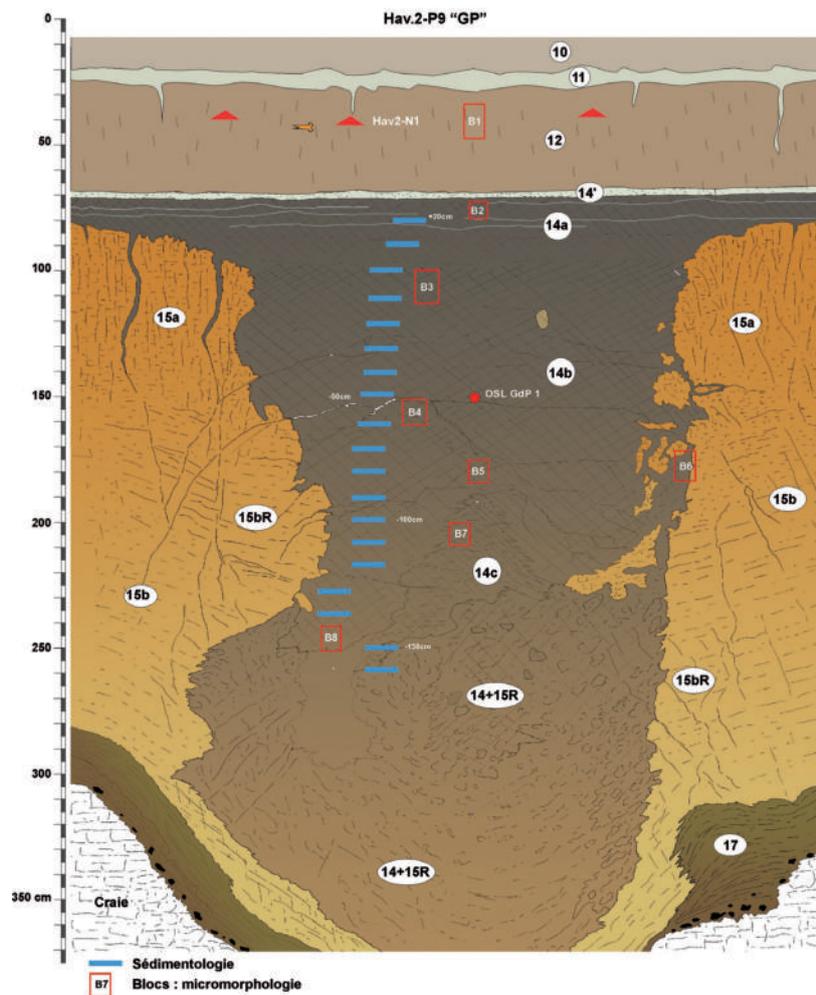


Figure 18 - Hav.2-P9 «grande poche» : stratigraphie et échantillonnages.

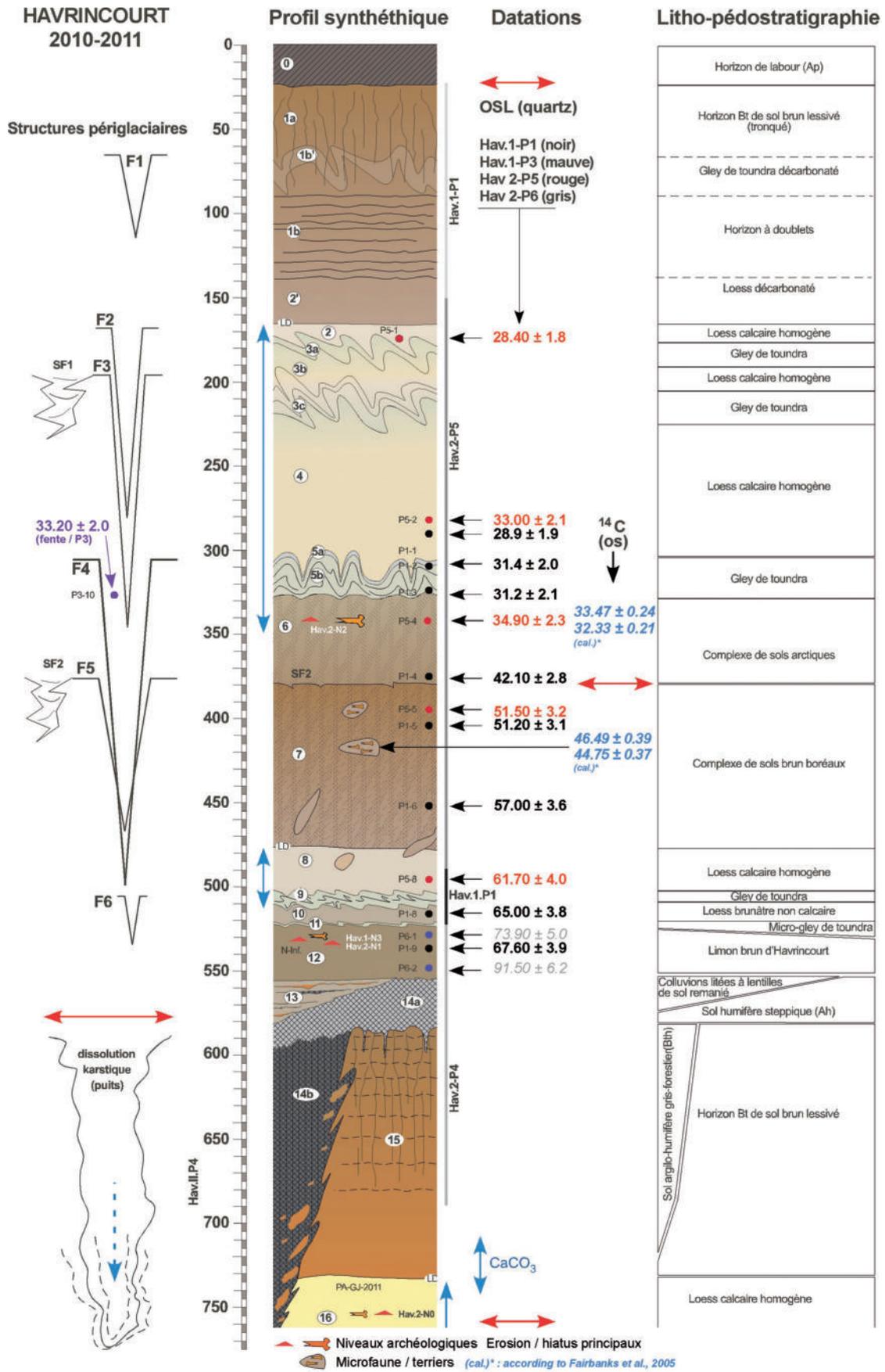


Figure 19 - Hav.1 et Hav.2 : synthèse pédo-stratigraphique, datations et structures périglaciaires. Les datations sont exprimées en Ka.

Micromorphologie

Sylvie COUTARD

Loess supérieurs et gleys de toundra (unités 5 à 3)

Les gleys et loess calcaires de la partie supérieure de la séquence stratigraphique ont été observés à partir d'une série de prélèvements issus du profil Hav.2-P5 (Figure 15), et par un échantillon prélevé sur le profil Hav.1-P3 (Figure 14).

Le gley supérieur (unité 3a / lame Hav.2-P5-1) est développé sur un limon loessique calcaire bien classé contenant quelques granules de craie.

Une microstructure de gel-dégel, de type lamellaire à la base de l'échantillon, très régulière y est très bien exprimée (Figure 20 - A). Des ovoïdes de géelifluxion (agrégats ovoïdes entourés par une pellicule de particules fines) sont intégrés dans le sédiment à l'intérieur des lamelles. Ils pourraient témoigner d'une phase de gel-dégel antérieure. Certains agrégats plus gros et orangés, décarbonatés, sont également présents ; ils proviennent de l'horizon sous-jacent (unité 6 sup.). Dans les deux tiers supérieurs de la lame, une microstructure lenticulaire à granulaire, fine, intégrant de petits agrégats micritiques arrondis est visible (Figure 20 - A). Quelques sphérolites (granules calcitiques) de lombrics et quelques fragments de coquilles de mollusques sont dispersés dans le sédiment.

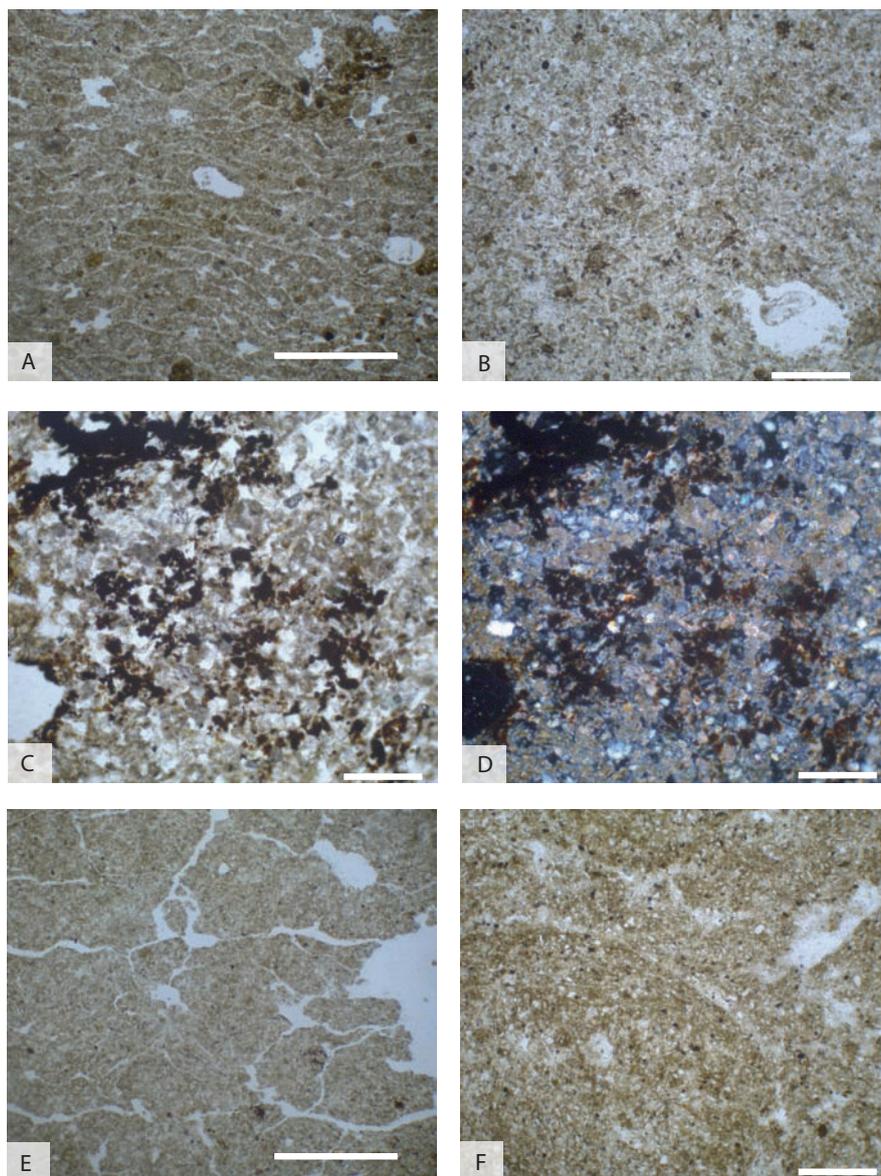


Figure 20 - A : unité 3 (gley). Microstructure lamellaire de gel-dégel et microconcrétions ferro-manganiques. LPNA. B : unité 5 (gley). Petits agrégats arrondis et particules de matière organique. LPNA. C : unité 5 (gley). Matière organique végétale ferruginisée . LPNA. D : idem C, LPA. Les carbonates des loess se présentent sous forme de boulettes. E : unité 6a. Loess. Microstructure lamellaire grossière (espacement > 2 mm). LPNA. F : unité 7. Loess. Gros agrégat arrondi. Comblement des espaces inter-agrégat par des particules limoneuses. LPNA.

La lame Hav.2-P5-B3 (bloc 3 du profil 5) correspond au loess calcaire de l'unité 4. Il s'agit d'un loess typique avec très peu de fraction fine ; les carbonates sont détritiques («boulettes» micritiques de la taille des limons) et les argiles sont rares. L'échantillon Hav.2-P5-B5 provenant du colmatage d'une grande fente de gel montre un limon loessique plus perturbé contenant de nombreuses micro-concrétions ferro-manganiques. Les sphérolites de lombrics y sont nombreux. L'unité 5 (gley de toundra inférieur) est représentée par les lames Hav.2-P5-B4 et Hav.1-P3-B1. La lame Hav.1-P3-B1 (unité 5) montre un limon loessique carbonaté, dont la masse basale grisâtre contient des microparticules noirâtres de type matière organique végétale (Figure 20 - C). L'activité biologique est intense. L'hydromorphie est nettement exprimée, avec une ferruginisation de la masse basale par bandes, des revêtements et des hypo-revêtements ferrugineux dans les chenaux. Des coquilles de mollusques sont visibles. Dans la lame Hav.2-P5-B4, il s'agit également d'un limon loessique carbonaté, avec une masse basale carbonatée et poussiéreuse irrégulièrement répartie. Des particules de matière organique sont visibles dans la partie sommitale. Contrairement au gley (unité 3), aucune structure de gel-dégel n'est visible dans l'unité 5 (destruction par gélifluxion ?).

Les loess et sols du complexe moyen (unités 6 à 12)

La partie supérieure du complexe de sols (unité 6a) est représentée par le bloc Hav.1-P1-B3. Il s'agit d'un limon quartzueux affecté par une structure lamellaire grossière très développée (espacement 2 cm) (Figure 20 - E). L'hydromorphie y est soulignée par une ferruginisation de la surface des agrégats, des revêtements dans les vides biologiques et des plages «oxydées» diffuses dans la masse. L'activité biologique y est représentée par de nombreux petits chenaux dont certains contiennent de petits pellets, et quelques cavités biologiques comblées par des gros agrégats arrondis coalescents ou en entassement plus lâche (vers de terre). L'unité 7 correspond à l'échantillon Hav.1-P1-B2. Il s'agit également d'un limon quartzueux loessique. Un grain de silex sub-anguleux de 3 mm de longueur a été observé. La masse basale est poussiéreuse et décarbonatée. Des imprégnations noirâtres se sont déposées sur certaines fentes et dans de petits vides biologiques, associées dans quelques cas à des débris de matière organique fibreuse. Elles sont postérieures à la structure de gel-dégel. Cette dernière est constituée par une structure lamellaire à espacement millimétrique. Dans la partie inférieure de la lame, les fentes inter-agrégats sont souvent comblées par des particules limoneuses (Figure 20 - F). De gros agrégats arrondis (diamètre atteignant parfois 2,5 mm) pourraient témoigner de phases de colluvionnement. L'activité biologique se marque par des cavités contenant de petits pellets (vers de terre, insectes). Les loess de l'unité 8 sous-jacente ont été prélevés dans le profil P5 (blocs Hav.2-P5-B6 et Hav.2-P5-B7). Ils sont constitués par des limons loessiques homogènes carbonatés, contenant de nombreuses micro-concrétions ferro-manganiques.

De grandes cavités biologiques (~ 10 cm de diamètre) sont comblées soit par des sédiments brun-orangé issus des unités sus-jacentes (unité 7), soit par des limons plus clairs (Figure 21 - A). Quelques papules de ferri-argilanes brun-orangé témoignent d'apports locaux intégrés au loess. En dehors des grandes cavités, l'activité biologique est peu marquée ; une fine porosité de chenaux est restée vide.

Deux petits gleys (unités 11 et 9) se développent sous ces loess. À la base de la lame Hav.2-P5-7, le petit gley supérieur (unité 9) se caractérise par de nombreux petits ovoïdes de gélifluxion (arrondis, entourés par une pellicule de particules fines) (Figure 21 - B).

Le limon intercalé entre les deux gleys (unité 10, lames Hav.2-P6-A1 et 2) est un limon quartzueux apparemment décarbonaté. La partie sommitale est affectée par l'hydromorphie liée au gley sus-jacent avec des microconcrétions ferro-manganiques et quelques concrétions concentriques millimétriques. La microstructure est granulaire. Des cavités biologiques dans lesquelles s'entassent des agrégats coalescents sont visibles.

Le petit gley de l'unité 11 (lames Hav.2-P6-B1) est également nettement hydromorphe : des concrétions ferro-manganiques concentriques sont en place et une ferruginisation de certains agrégats et plages de sédiment se manifeste. La microstructure est granulaire à lenticulaire, avec réarrangement d'agrégats probablement d'origine pédologique ou colluviale (gros agrégats sub-arrondis), qui sont recouverts de fines coiffes sur le dessus. La porosité de chenaux est postérieure à la structure. Des petits débris fibreux de type matière végétale (taille 250-300 µm) sont assez fréquents.

Les limons bruns de l'unité 12

L'unité 12 (limons bruns) qui contient les niveaux archéologiques Hav.1-N1 et Hav.1-N3 a été observée dans plusieurs lames : Hav.2-P6-B2 et C, Hav.2-P8-Pléniglaciaire moyen, Hav.1-P1-1 et Hav.2-P9-B1 (Figure 13, Figure 16 et Figure 18). Dans le profil Hav.2-P6, cet horizon est constitué d'un limon quartzueux homogène assez massif. La masse basale, brune, poussiéreuse, est non carbonatée. L'activité biologique est importante : logettes avec accumulation de gros agrégats pluri-millimétriques arrondis (certains bien compactés), petits chenaux verticaux sans doute postérieurs contenant de petits pellets attribuables aux enchytréides. La partie profonde, en Hav.2-P6-C, est légèrement plus massive, mais des agrégats dans des cavités biologiques y sont visibles. Par ailleurs, Hav.2-P6-C n'est pas affecté par une structure cryogénique, une structure lenticulaire ne se développant que vers le sommet de Hav.2-P6-C et dans Hav.2-P6-B2. Dans l'échantillon relatif au Pléniglaciaire moyen (Hav.2-P8), de nombreuses papules de ferri-argilanes roulées issues de l'érosion d'un Bt et pour certaines d'un Bth sont intégrées au limon, témoignant d'apports locaux importants (Figure 21 - D). Certaines papules pourraient s'être accumulées dans des bioturbations. L'activité biologique est intense : chenaux avec comblement de petits pellets arrondis, cavités biologiques plus grandes avec agrégats entassés, aspect parfois grumeleux

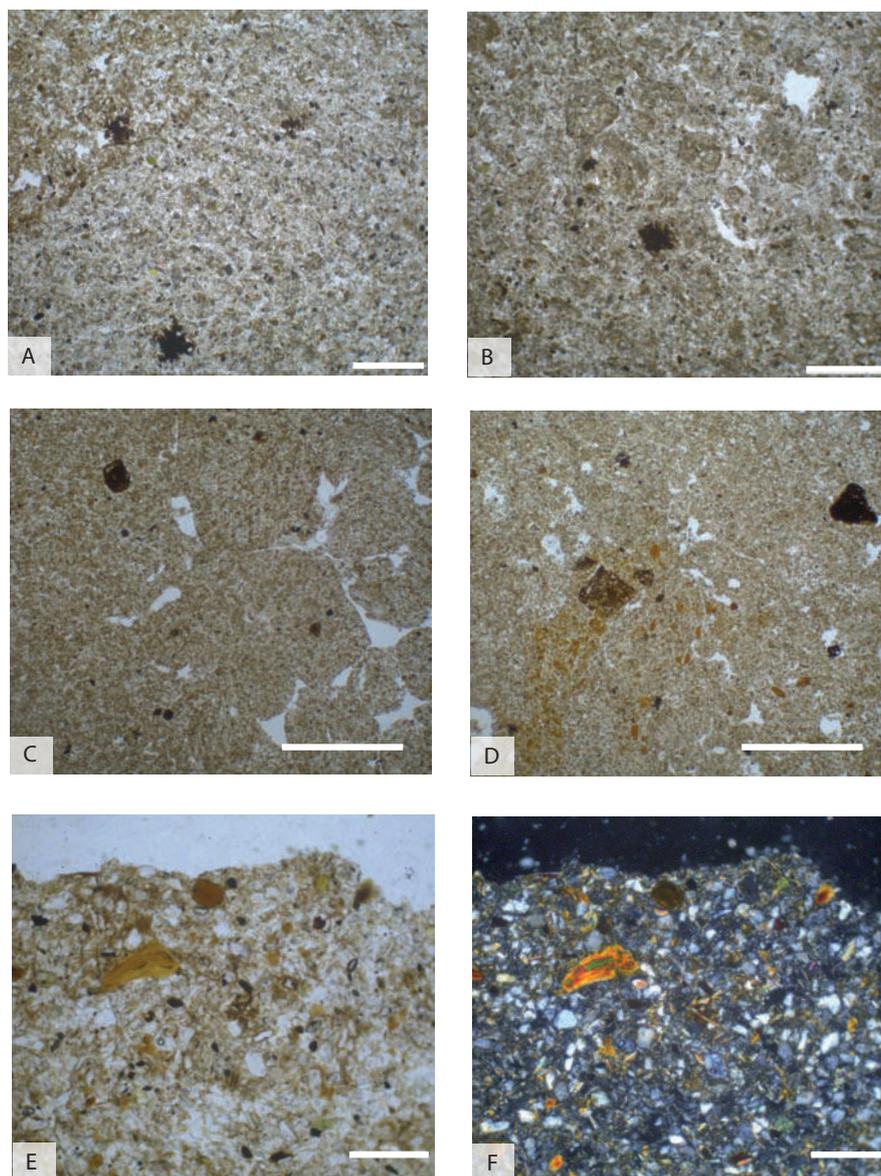


Figure 21 - A : unité 8 (limons à terriers). A droite limon loessique avec une microstructure à tendance lamellaire fine. A gauche, bioturbation de type crotovine comblée par des sédiments plus orangés issus des couches sus-jacentes. Concrétions ferro-manganiques aux contours irréguliers. LPNA. B : unité 11/9 (gleys). Ovoïdes de gélifluxion et microconcrétion ferro-manganique. LPNA. C : unité 12. A droite, bioturbation remplie de gros agrégats coalescents identiques à l'encaissant. LPNA. D : unité 12. Accumulation de papules issues du Bt eemien probablement regroupées dans une bioturbation. Vides polyconcaves liés à la bioturbation. LPNA. E : unité 12. Papule orangée issue du Bt eemien, papule roulée plus brune issue d'un sol gris forestier et particules charbonneuses dans la masse basale. LPNA. F : unité 12. Idem E, LPA. La masse basale est décarbonatée. LPNA.

Dans la lame Hav.2-P4-1, il s'agit d'un limon quartzueux à matrice poussiéreuse brunâtre contenant des grains de sables et quelques rares petites papules d'argilanes. Quelques grandes cavités allongées sont comblées par des agrégats ovoïdes à arrondis entassés. Des concrétions ferro-manganiques arrondies (500 µm - 1 mm) sont probablement remaniées. De nombreuses micro-concrétions de diamètre 50 µm et des débris fibreux brunâtres inférieurs à 200 µm sont dispersés dans la lame.

Dans Hav.1-P1-1, quelques papules de ferri-argilanes sont également présentes (parfois dans des bioturbations), ainsi que quelques pédoreliques et des microconcrétions ferro-manganiques. L'aspect est massif, comme dans Hav.2-P6-C. De grandes cavités biologiques sont comblées par des agrégats arrondis, parfois compactés.

En conclusion, l'unité 12 est caractérisée par une brunification et une activité biologique importante.

Le sédiment reste relativement massif, l'agrégation et la bioturbation semblant être plus marquées dans la partie supérieure. Les caractéristiques de cette unité permettent de l'attribuer à un petit sol brun boréal développé sur un limon loessique d'origine partiellement colluviale.

Le complexe de sols humifères (unités 14' à 14c)

Les sols humifères ont été échantillonnés localement en 2010 (Hav.1-P4 et P5) et de manière plus systématique en 2011 dans une grande structure (Hav.2-P9, nommée GP pour «grande poche» sur le secteur 2, **Figure 18**).

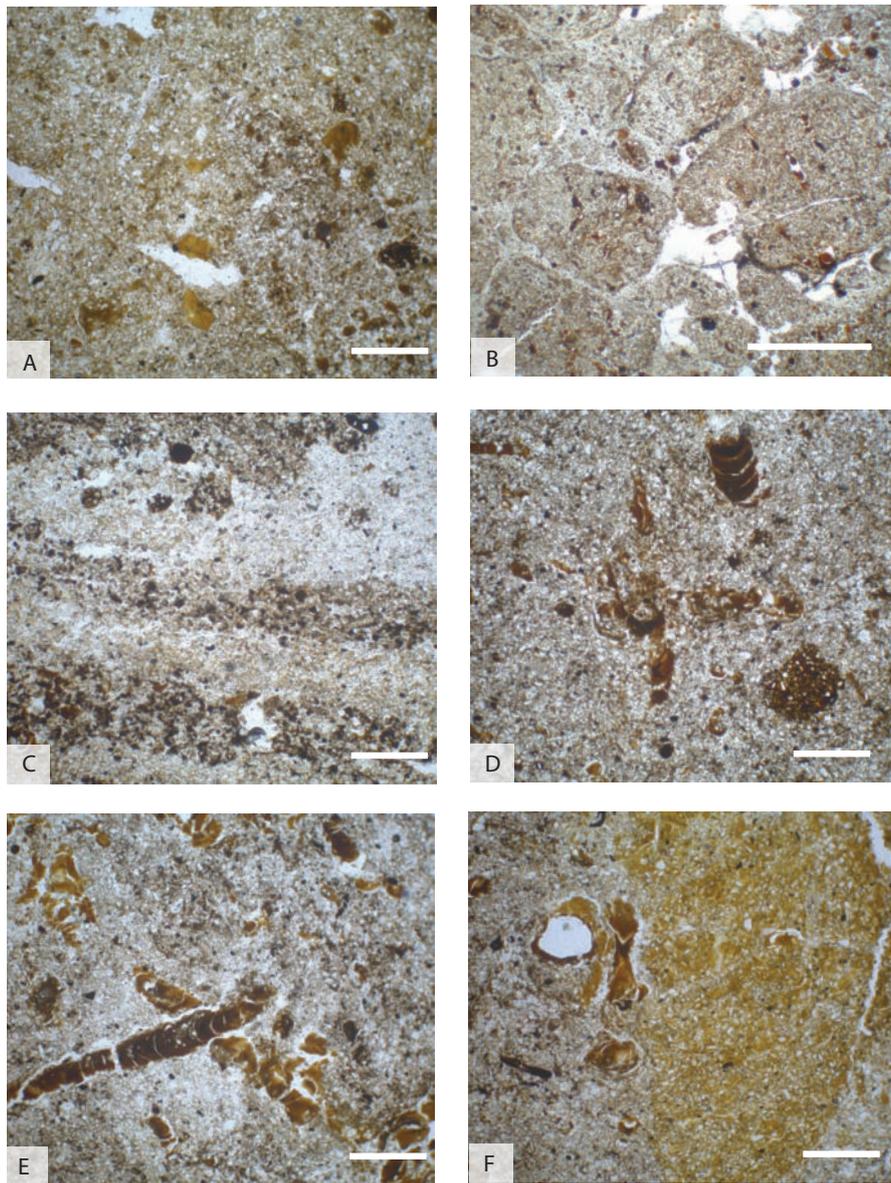


Figure 22 - A : unité 14a. Abondance de papules issues du Bt eemien et des sols gris forestiers repris dans le colmatage terminal de la «grande poche». LPNA. B : P9-unité 14b. Démantèlement du sol gris forestier par le gel-dégel avec agrégats entourés de coiffes limoneuses. Petites illuviations humifères préservées au cœur des agrégats. Colmatage des espaces inter-agrégat par des siltanes. LPNA. C : P9-unité 14c/14b. Comblement d'une fissure par des sédiments lités très riches en particules charbonneuses. Ces lits sont recoupés par des chenaux dans lesquels se sont déposées de fines illuviations argileuses acajou (hors image). LPNA. D : P9-unité 14c. Illuviations argilo-humiques de type sol gris forestier. LPNA. E : P9-unité (14+15R). Deux générations d'illuviations argilo-humiques plus ou moins foncées. LPNA. F : P9-couche (14+15R). A droite, en orangé, pédorelique issue du Bt. A gauche, chenal avec deux générations de revêtements, l'une brun-orangé, l'autre acajou foncé. LPNA.

Cette «grande poche», liée à la dissolution du substratum crayeux, est comblée par des sédiments brun-noir à dominante humifère, mélangés dans la partie inférieure à des éléments remaniés du Bt 15 (blocs et nodules de sol).

Dans la lame Hav.2-GP-B2 une très grande abondance de papules et de fragments de ferri-argilanes acajou à brun foncé, souvent microlités, est caractéristique du démantèlement d'un horizon Bth de sol gris forestier.

Des taches plus claires dans le sédiment correspondent à des cavités biologiques comblées par des limons emballant des papules de ferri-argilanes orangées de type Bt. Dans la lame Hav.2-GP-B3 se retrouvent ces papules. Le sédiment est relativement moins perturbé puisque de petites illuviations argilo-humiques noirâtres sont encore en place au cœur de certains agrégats.

La structure est grossièrement lamellaire, les agrégats de grande taille étant basculés avec des coiffes sur le dessus.

Les espaces inter-agrégats sont généralement colmatés par des silts blancs lavés.

Plus bas dans la séquence, la lame Hav.2-GP-B4 montre des illuviations argilo-humiques acajou à noirâtres microlités dans des petits chenaux fragmentés sur place dans les agrégats. Fragments et papules sont dispersés dans les espaces inter-agrégats. La structure est grossièrement lamellaire.

Au niveau de l'échantillon Hav.2-GP-B5 (Figure 18), la structure lamellaire est moins développée. Le sédiment est assez massif. Les illuviations argilo-humiques acajou à noirâtres microlités sont abondantes dans une fine porosité de chenaux et sont plus ou moins fragmentées sur place.

Quelques fragments anguleux sont intégrés à la masse. Quelques concrétions ferro-manganiques arrondies sont dispersées dans la lame. De même, dans l'échantillon de base B8, les ferri-argilanes acajou à noirâtres microlitiques sont abondants dans la porosité de chenaux. Ils sont en place, mais souvent légèrement fracturés (Figure 22 - E).

Quelques ferri-argilanes de type Bt brun orangé clair sont présents dans une génération de chenaux antérieurs épars dans la lame.

Ainsi, dans la séquence Hav.2-GP, les échantillons issus des blocs B8 à B5 correspondent à un horizon Bth en place, tandis que les échantillons issus des blocs B4 à B2 témoignent d'un Bth complètement déstructuré puis franchement démantelé par les processus de gel-dégel (coiffes, structure lamellaire).

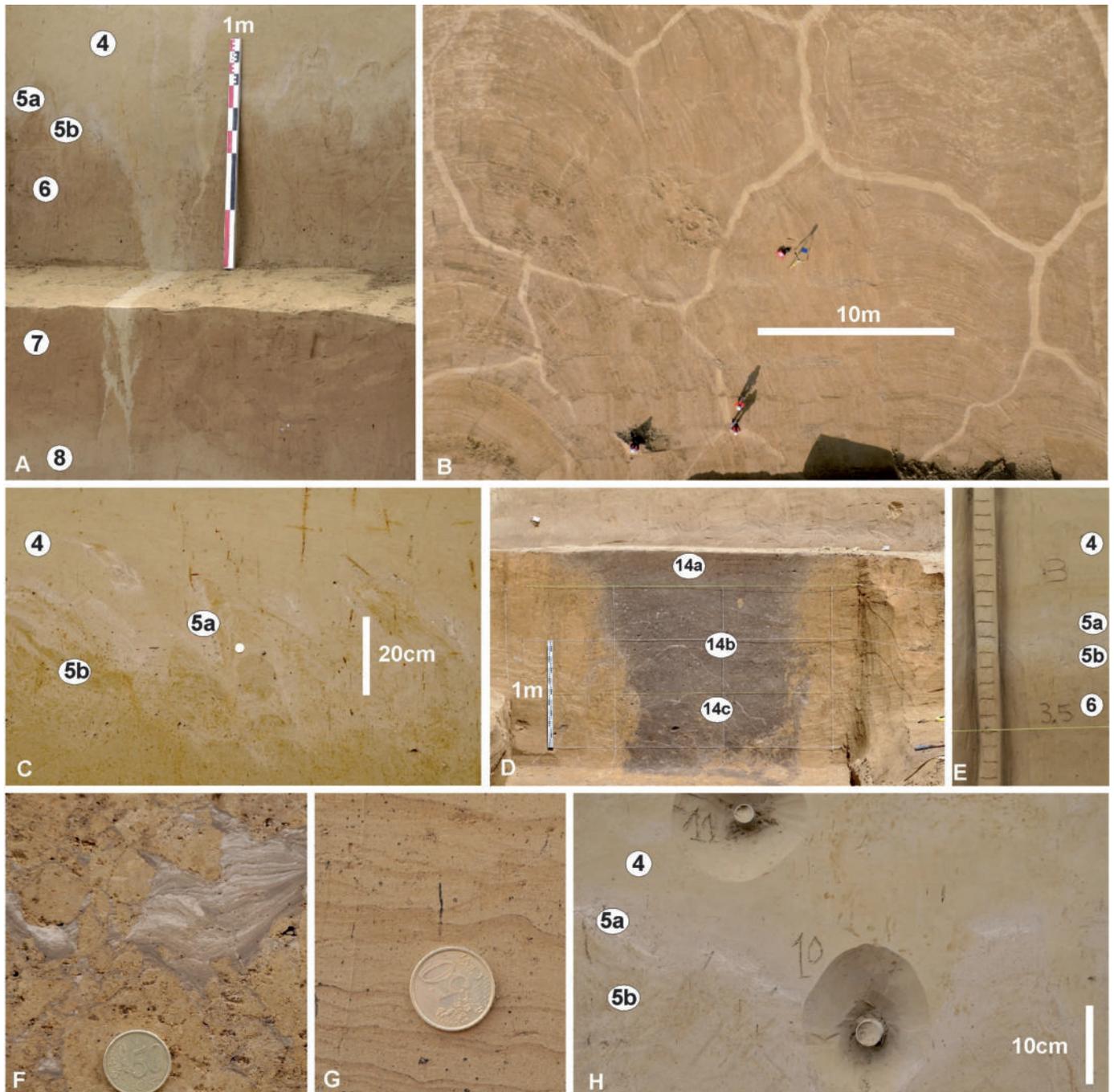


Figure 23 - Hav.2 - Stratigraphie, sédimentologie et structures périglaciaires. A : Hav.2-P5 : grande fente en coin à remplissage loessique (niveau principal F-4) recoupant le «Complexe de sols d'Havrincourt» (cliché P. Antoine). B : vue aérienne du réseau polygonal de grandes fentes de gel à colmatage loessique F-4 (cliché D. Gliksman). C : Hav.1-P1 : détail des déformations en langues de l'unité 5 (gley de toundra) à l'interface entre le loess 4 et le sol 6 (cliché P. Antoine). D : Hav.2-P9 : sol gris forestier cumulique piégé dans une grande structure de dissolution du substrat crayeux (cliché P. Antoine). E : exemple d'échantillonnage en colonne continue à 5 cm de résolution (Hav.2-P5) (cliché P. Antoine). F : Hav.2-P9 : colmatage laminé d'une cavité développée à l'interface du remplissage humifère de la dépression et des blocs remaniés du Bt interglaciaire (alternance de silts lavés stratifiés et de lits argilo-humiques) (cliché P. Antoine). G : détail du faciès «limon à doublets» des loess décarbonatés directement sous-jacents à l'unité 15 de Bt interglaciaire 15 (cliché P. Antoine). H : Hav.1-P3 : détail de l'unité 5a/5b de gley de toundra et localisation des tubes de prélèvement pour les datations OSL (cliché P. Antoine).

Le sol brun lessivé basal (unité 15)

Le sol interglaciaire peut être observé à travers les reliques présentes dans les lames prélevées dans Hav.2-P9-GP (en particulier Hav.2-P9-B6), et dans trois échantillons provenant du profil Hav.2-P6 (D, E et F).

Ces derniers correspondent à un horizon de Bt profond.

Les lames Hav.2-P6-D2 et E1 permettent en effet d'observer quelques illuviations de type ferri-argilanes brun-orangé dans des vides inter-agrégats (en remplissage de cavités biologiques). Le sol est développé sur un limon loessique décarbonaté. La porosité de chenaux est abondante mais généralement vide. L'activité biologique se marque également par des chenaux et cavités remplis d'agréats arrondis (activité des vers de terre).

Les loess de base (unité 16)

L'unité 16 est représentée par la lame Hav.2-P7-1 (Figure 16). La lame mince, haute de 80 mm, est divisible en trois parties : une partie supérieure (0 à 37 mm) subdivisée en trois bandes d'une épaisseur de 2,5 à 7 mm, une partie médiane (37-65 mm) subdivisée en dix-huit bandes parallèles d'une épaisseur de 1 à 2 mm et une partie inférieure (65-80 mm) composée d'environ huit bandes parallèles d'une épaisseur de 1 à 2,5 mm.

Le sédiment montre donc à l'œil nu une fabrique plus ou moins bien exprimée en bandes (*banded pattern*), des bandes riches en fraction fine alternant avec des passées limoneuses loessiques (quartz anguleux bien classés et micas) beaucoup plus propres (Figure 23 - G). Très régulières, parallèles et horizontales dans la partie médiane, les bandes présentent un fort pendage dans la partie inférieure. Ceci pourrait traduire une structure sédimentaire préexistante à la formation des doublets.

La limite supérieure des bandes est nette, souvent soulignée par une fissure. Les bandes montrent une distribution de type porphyrique. La fraction fine disparaît progressivement vers le bas. Le sédiment entre les bandes est plus « chaotique » avec des ensembles à distribution chitonique ou mosaïque (action cryogénique ?).

La microstructure est polyédrique à lenticulaire. Les agrégats présentent une microstructure interne en chenaux ou vésiculaire. Les vides et fissures sont préférentiellement orientés parallèlement aux surfaces des bandes. De fines illuviations sont présentes dans quelques chenaux à l'intérieur des bandes (revêtement argileux en croissant, limpides à légèrement poussiéreux, souvent microlités dans la partie médiane de la lame).

Sédimentologie

Pierre ANTOINE, Guillaume JAMET

Les analyses effectuées sont les suivantes :

1. La granulométrie : méthode de la granulométrie laser en voie humide (Beckman Coulter LS-230). Les échantillons ont d'abord subi une dispersion-déflocculation à l'aide d'hexametaphosphate de sodium puis agitation mécanique (pendant 2 h). Une coupure par tamisage à 160 μm est ensuite effectuée afin d'éliminer les particules grossières non sédimentaires comme les concrétions de CaCO_3 secondaire (tubules racinaires notamment) et ferro-manganiques (cf. Antoine *et al.*, 2009 pour le détail du protocole de préparation et d'analyse). La limite des classes est définie par interpolation : argiles < 6 μm ; limons fins 6-20 μm ; limons grossiers 20-61 μm et sables fins 61-160 μm et par comparaison (calibration) avec une série d'échantillons de référence analysée par la méthode conventionnelle (tamisage-pipette ; Jamet, 2011).
2. La calcimétrie et le carbone organique total (COT) : analyse par combustion sèche à l'aide d'un microanalyseur CHN (combustion totale du prélèvement à 1050°C sous courant d'hélium/oxygène et sous pression / NF ISO 10694 : 1995).
3. La susceptibilité magnétique de masse (10 cm^3 /échantillon) : mesure à l'aide d'un Bartington MS2B, après séchage à 45°C, broyage et tamisage à 2 mm (huit mesures par échantillon avec correction $\pm 1\sigma$).

Afin d'éviter les redondances, la discussion détaillée des différents paramètres analytiques illustrés par les figures ci-après (Figure 24, Figure 25, Figure 26) est intégrée à la synthèse. Le texte ci-dessous se contente de décrire les grandes lignes de la variation des différents paramètres en fonction de la stratigraphie synthétique. D'une manière générale, il est noté pour toutes les séries analytiques une très bonne corrélation avec les limites stratigraphiques identifiées sur le terrain. Ces transitions s'effectuant parfois d'un échantillon à un autre donc sur moins de cinq centimètres. Par ailleurs les gammes de valeurs sont très proches de celles obtenues sur les séquences de références régionales, analysées par d'autres laboratoires (INRA Arras) et/ou avec des méthodologies différentes, notamment pour la granulométrie (pipette et tamisage). Ces observations permettent d'affirmer la reproductibilité et la fiabilité des données analytiques produites pour les séquences d'Havrincourt.

Tout d'abord, les signaux granulométriques mettent en évidence un contraste très net entre les unités purement loessiques caractérisées par des taux d'argile de 12 à 14 % maximum et les niveaux du complexe de sol des unités 7-6 atteignant 25 à 29 %. La partie supérieure du Bt de surface de l'unité 1a, ainsi que l'horizon Bt 15 affichent par contre des valeurs assez faibles (~ 22 %) pour ce type d'horizon confirmant leur caractère fortement tronqué (Bt profond). Cette érosion semble aussi indiquée par l'interruption au niveau de la surface de la progression régulière des valeurs observées dans cet horizon à partir de 70 cm de profondeur.

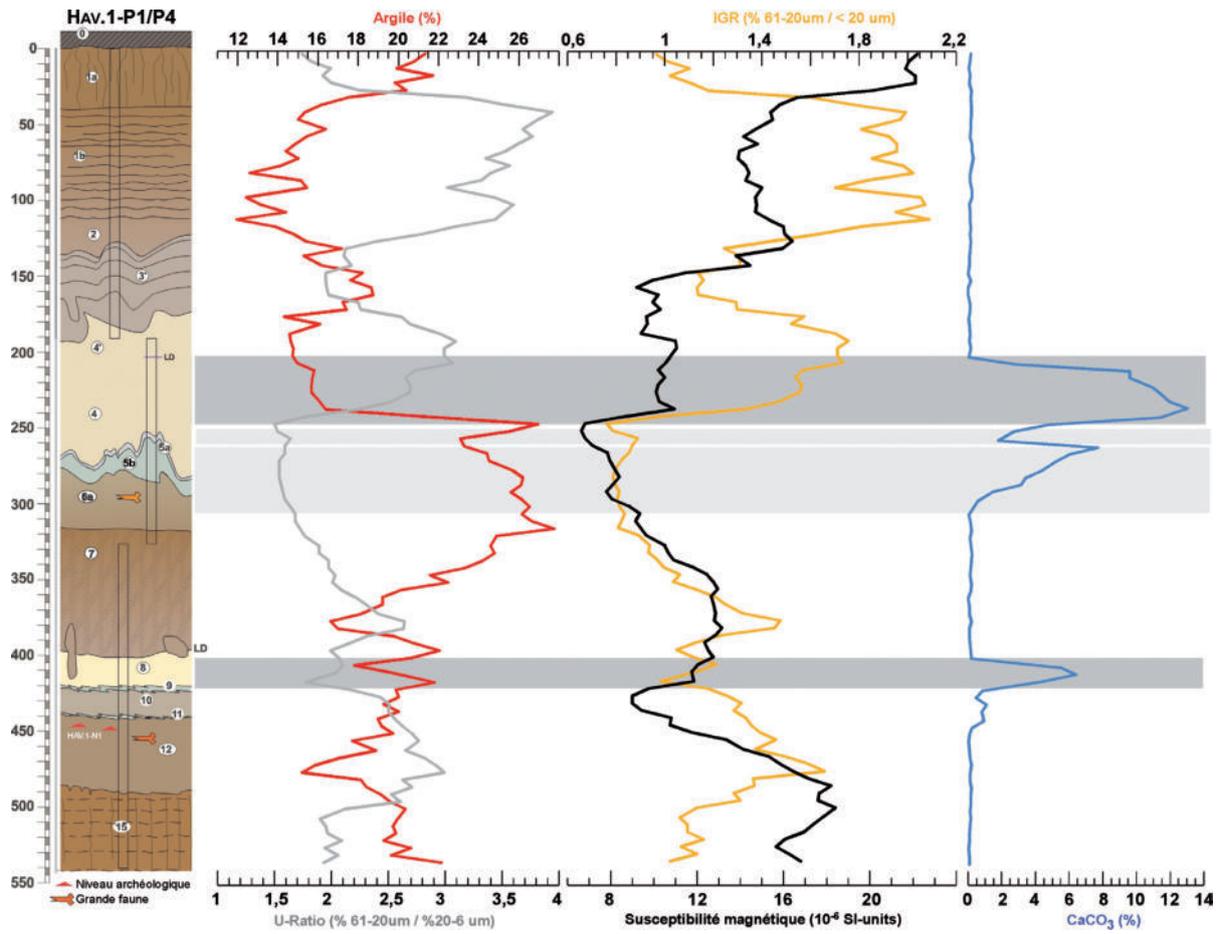


Figure 24 - Hav.1 - profil synthétique P1-P4 : données sédimentologiques.

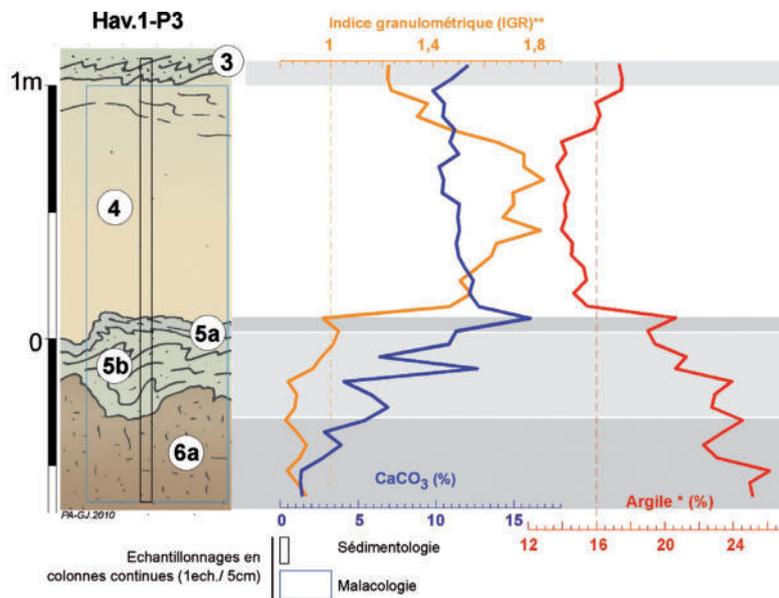


Figure 25 - Hav.1 - profil P3 : données sédimentologiques.

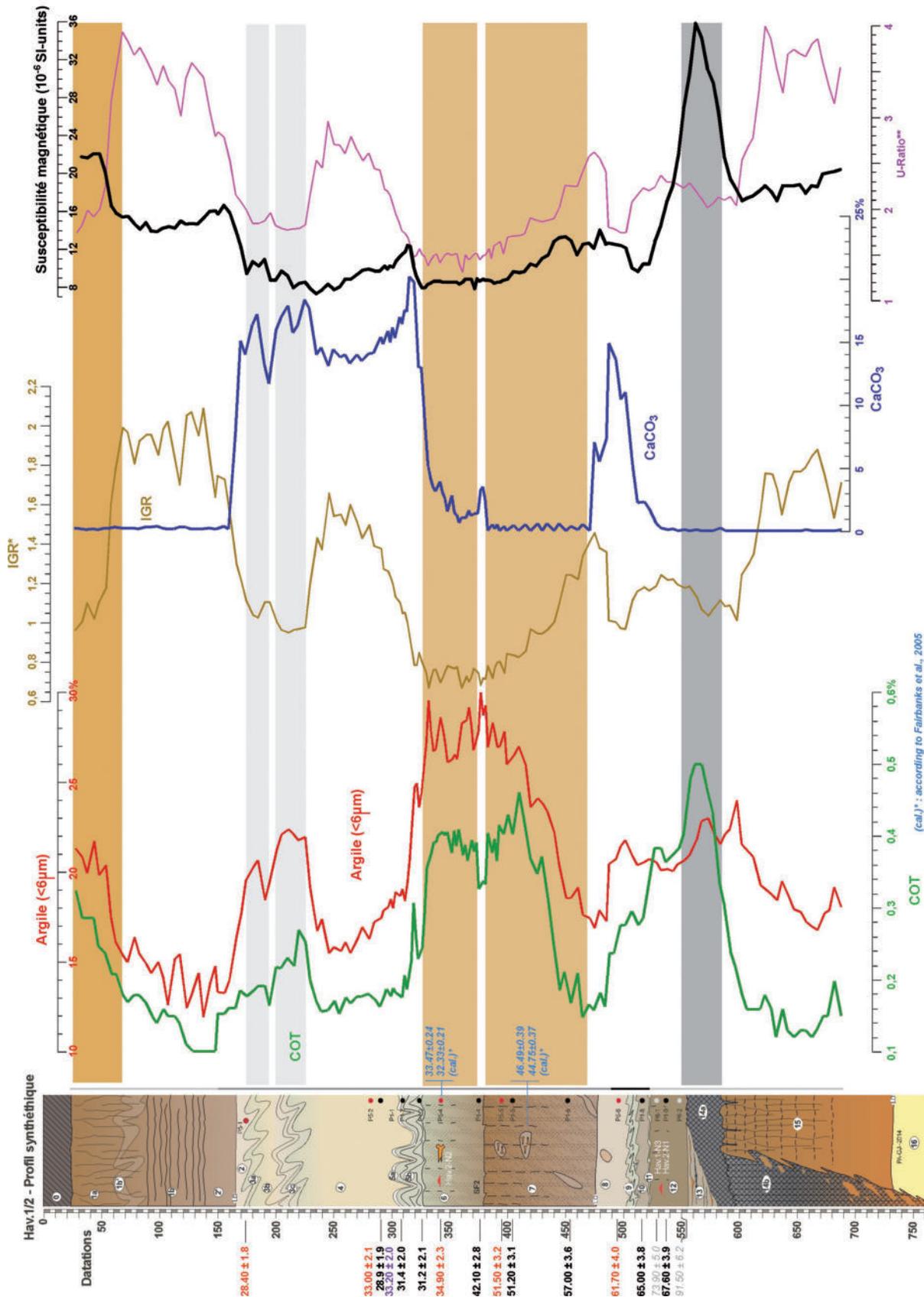


Figure 26 - Hav.1 et Hav.2 : pédostratigraphie synthétique, datations et données sédimentologiques.

Enfin, on remarquera que l'horizon brun de l'unité 12 ne montre pas d'enrichissement en argile (max. 20 %) par rapport au loess sus-jacent des unités 11 à 8.

Toujours dans le registre granulométrique, l'indice granulométrique IGR représentant le rapport entre les fractions limons grossiers et limons fins ajoutés aux argiles (ou le U-ratio excluant les argiles) permet de bien mettre en évidence les grandes phases de dépôts loessiques qui se distinguent par des valeurs nettement plus élevées et toujours supérieures à 1 (Antoine *et al.*, 2009).

À Havrincourt, les variations de l'IGR permettent de décrire deux grandes phases de dépôt loessique à IGR élevé (> 1) dans les unités 1b à 1e (malgré leur décarbonatation) et 4. Plus bas on retrouve des valeurs de 1 à 1,4 dans la partie supérieure du loess de l'unité 8 et de 1 à 1,2 dans l'ensemble des unités 9 à 12. Il est frappant de noter que la structure de ces deux pics d'IGR enregistrés à Havrincourt sur les 3,3 m supérieurs, se retrouve dans les 4 m supérieurs de la coupe de Beugnâtre située à 14 km à l'ouest (Figure 27).

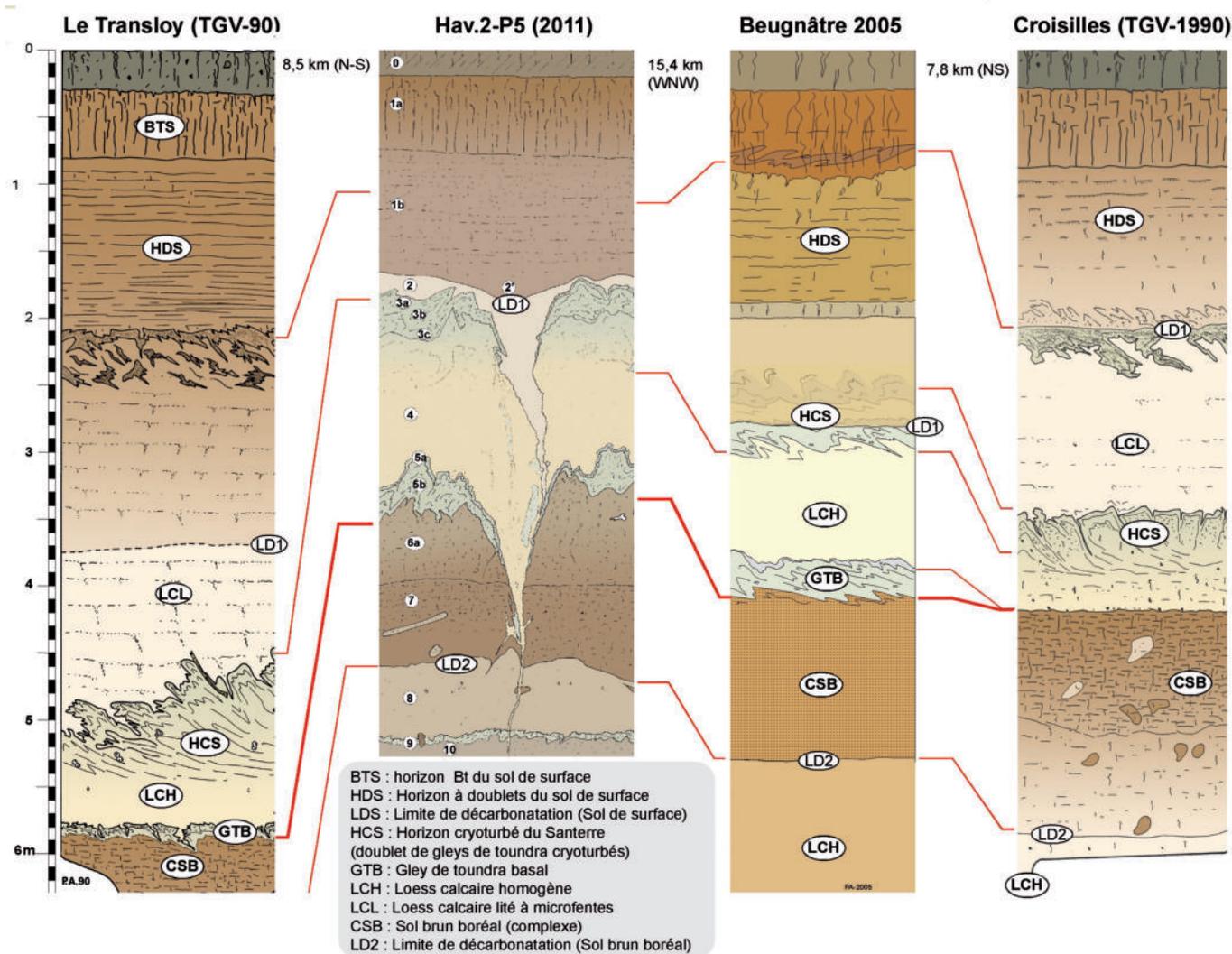


Figure 27 - Correlations entre la séquence d'Havrincourt (Hav.2-P5) et quelques profils pédosédimentaires régionaux : le Transloy et le Croisilles (d'après Antoine, 1991 modifié), et de Beugnâtre (d'après Antoine, 2005).

Le signal du carbone organique apparaît lui aussi très bien corrélé à la stratigraphie (Figure 26). Il souligne clairement les différents épisodes de pédogenèse, notamment ceux du complexe de sols constitué par les unités 6 et 7, qui se caractérise par un doublement de la concentration par rapport à celle des loess (de 0,16-0,18 % à 0,35-0,45 %). La bipartition du gley de tundra complexe de l'unité 3a-3c est marquée par des valeurs plus élevées (surtout en 3c : 0,24-0,26 %) que celles du niveau loessique intermédiaire (3b : 0,17 %). Le loess parent du sol de surface (unité 2) n'est affecté par une augmentation progressive de la concentration du COT qu'à partir de -1,25 m sous la surface actuelle (surface agricole cultivée et enrichie en engrais et matière organique). Au-dessous de cette limite, le loess, bien que décarbonaté par lessivage, montre des concentrations très basses identiques à celle des loess calcaires sous-jacents (~ 0,12-0,16 %). Cette observation est importante car elle permet de supposer que les ossements associés au niveau archéologique Hav.2-N2 et datés par radiocarbone n'ont pas subi de pollution par du carbone organique récent.

D'une manière générale, les valeurs maximales (0,5 %) apparaissent dans la partie supérieure du complexe de sol humifère (unité 14) et les valeurs de COT mesurées dans les différents horizons d'Havrincourt sont parfaitement cohérentes avec celles obtenues dans les autres séquences régionales comme Saint-Sauflieu (Antoine *et al.*, 1994), Bettencourt-Saint-Ouen (Antoine *et al.*, 2003a), Villiers-Adam (Locht *et al.*, 2003) ou Beugnâtre (Antoine *et al.*, 2005).

Enfin, la susceptibilité magnétique, dont les valeurs absolues s'intègrent dans la gamme habituelle pour ce type d'environnement, ne montre pas, en revanche, de très forts contrastes notamment en ce qui concerne le complexe de sols des unités 7-6.

Les valeurs maximales sont classiquement observées dans l'horizon humifère de l'unité 14 (36 SI units), ainsi que dans les 20 cm de l'horizon de labour et les 30 cm supérieurs de l'horizon Bt du sol de surface (18 à 23 SI units) mais restent assez faibles en valeur absolue par rapport à d'autres sites régionaux (horizons fortement tronqués). À l'opposé, les valeurs les plus basses sont associées aux loess calcaires (unités 8-10) et aux gleys de tundra comme l'unité 3 (dégradation des minéraux ferromagnétiques dans les gleys par les processus d'hydro morphie). Le gley de tundra de l'unité 5a montre cependant un pic assez net qui est associé au petit horizon grisâtre d'apparence encroûtée de 3 à 4 cm d'épaisseur où d'ailleurs les valeurs de COT et de CaCO₃ remontent brutalement (micro-sol de tundra ?).

D'une manière un peu surprenante, le complexe de sols des unités 7-6 ne montre aucune augmentation notable des valeurs de susceptibilité, seule une petite élévation apparaît dans les 45 cm de la base de l'unité 7. Il est donc clair que ces horizons bruns enrichis en argile résultent d'un type de pédogenèse bien différent de celui des Bt interglaciaires ou des horizons humifères du Début Glaciaire. Enfin l'horizon brun 12 montre même des valeurs nettement décroissantes, de ~ 20 à la base à ~ 10 SI units au sommet, qui signent une évolution inverse de celle généralement caractéristique d'un sol en place.

Cette observation renforce l'interprétation colluviale du mode de dépôt de cette unité proposé préalablement. Cet horizon brun grisâtre aurait été alimenté, notamment dans sa moitié inférieure, par l'érosion et le remaniement par ruissellement d'horizons de sols à fortes valeurs de susceptibilité magnétique comme l'horizon organique de l'unité 14 ou le sommet du Bt de l'unité 15, en accord avec les observations micromorphologiques (présence de nodules de sol, pédoreliques).

Enfin, sans surprise, les valeurs de CaCO₃ montrent de très fortes variations entre les faciès de loess calcaires comme l'unité 4 (15-18 %) ou le gley de tundra carbonaté (unité 3) et les faciès de sol brun de l'unité 7 totalement décarbonatés. Il est intéressant de noter la présence d'un pic de CaCO₃ à la base de l'unité 6 juste au-dessus de la transition avec l'unité 7 ainsi qu'une tendance à l'enrichissement progressif des valeurs à travers les unités 6 et la transition avec l'unité 5.

Anisotropie de la susceptibilité magnétique (ASM)

France LAGROIX

L'anisotropie de la susceptibilité magnétique (ASM) est définie par l'orientation cristallographique ou dimensionnelle préférentielle de tous les minéraux. Dans le cas de sédiments loessiques, la fabrique magnétique peut indiquer une sédimentation primaire éolienne avec ou sans empreinte des directions de vent dominant ou d'un remaniement survenant après la sédimentation éolienne. La susceptibilité magnétique (k) est mesurée sur trois plans orthogonaux avec un Kappabridge (KLY-3) définissant un tenseur de second ordre, que nous pouvons visualiser par un ellipsoïde. L'ellipsoïde de l'ASM est caractérisée par trois axes principaux orthogonaux dits axe maximal (k_{MAX}), axe intermédiaire (k_{INT}) et axe minimal (k_{MIN}) ayant chacun une grandeur et une direction (déclinaison et inclinaison). L'excentricité de l'ellipsoïde de l'ASM ou le degré d'anisotropie est traduit par le paramètre P_j et la forme de l'ellipsoïde par le paramètre T_j défini ci-dessous suivant Jelínek (1981) :

$$P_j = \exp \left(\sqrt{2 \left[\left(\ln \left(\frac{k_{MAX}}{k} \right) \right)^2 + \left(\ln \left(\frac{k_{INT}}{k} \right) \right)^2 + \left(\ln \left(\frac{k_{MIN}}{k} \right) \right)^2 \right]} \right); \quad P_j \geq 1.0$$

$$T_j = \frac{\ln \left(\frac{k_{INT}}{k_{MIN}} \right) - \ln \left(\frac{k_{MAX}}{k_{INT}} \right)}{\ln \left(\frac{k_{INT}}{k_{MIN}} \right) + \ln \left(\frac{k_{MAX}}{k_{INT}} \right)}; \quad \frac{-1}{(prolate)} \leq T_j \leq \frac{1}{(oblate)}$$

où k est la moyenne des grandeurs des trois axes principaux. À chacun des dix-neuf intervalles entre 3,05 et 2,05 cm de profondeur 4 à 6 spécimens ont été mesurés et la moyenne tensorielle calculée suivant Jelínek (1976) d'après Hext (1963) dans le programme PaleoMac (Cogné, 2003).

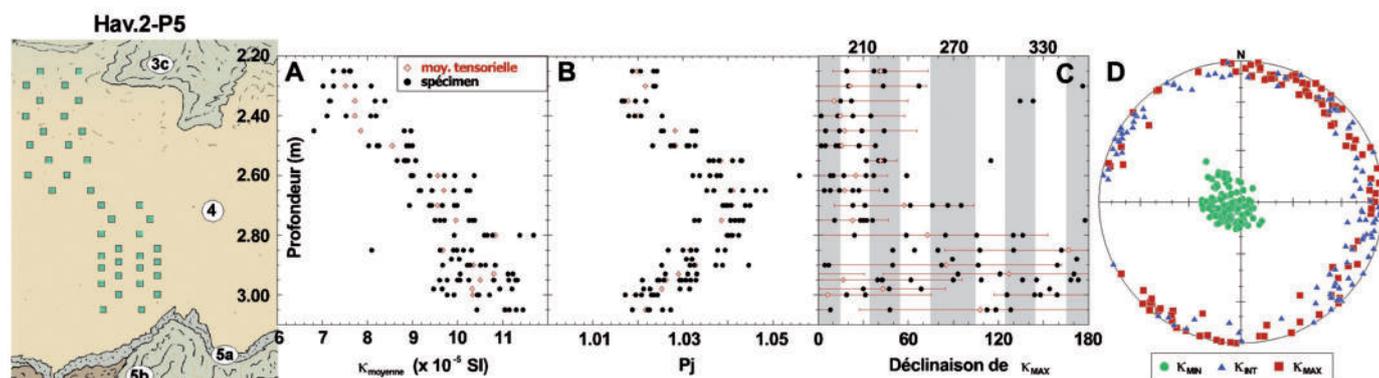


Figure 28 - Résultats d'anisotropie magnétique (ASM) pour l'unité 4 du profil Hav.2-P5. A : susceptibilité magnétique moyenne ($k_{moyenne}$) des trois principaux axes (k_{MAX} , k_{INT} , et k_{MIN}) de l'ellipsoïde de l'ASM pour chaque spécimen (ronds noirs), $n = 104$, et moyenne tensorielle des spécimens à un intervalle de profondeur (croix rouges). B : degré d'anisotropie de l'ellipsoïde de l'ASM en fonction de la profondeur. C : Variation de la déclinaison de k_{MAX} en fonction de la profondeur, l'angle d'incertitude de la déclinaison dans le plan de la foliation (ϵ_{12}) est représenté pour la moyenne tensorielle uniquement. D : projection stéréographique sur l'hémisphère du bas de l'orientation des principaux axes (k_{MAX} = carrés rouges, k_{INT} = triangles bleus, et k_{MIN} = ronds verts) de l'ellipsoïde de l'ASM.

La susceptibilité magnétique moyenne (k moyenne) des spécimens cubiques orientés et de la moyenne tensorielle par intervalles décroît de la base de l'unité 4 à son sommet (Figure 28 - A). Ceci est conforme aux mesures effectuées sur les échantillons non orientés (Figure 26).

L'ellipsoïde de l'ASM des spécimens ainsi que des moyennes tensorielles est de forme oblate avec des valeurs moyennes de T_j de $0,64 \pm 0,21$ et $0,75 \pm 0,16$ et un degré d'anisotropie P_j moyen de respectivement $1,03 \pm 0,01$ et $1,03 \pm 0,03$. L'unité 4 ne montre aucune variation systématique de T_j en fonction de la profondeur ; une augmentation de P_j de 3,05 m à 2,65 m suivi d'une décroissance jusqu'à 2,25 m est observable (Figure 28 - B). La distribution spatiale des axes principaux de l'ASM (Figure 28 - D) définit une fabrique oblate, caractéristique d'une fabrique sédimentaire, où k_{MIN} représente le pôle de la foliation magnétique et k_{INT} et k_{MAX} reposent dans le plan de la foliation. Les axes k_{MIN} sont resserrés autour d'une orientation moyenne de 255/83 correspondant à une surface de dépôts quasi-horizontale ayant un léger pendage vers le nord-est comme la topographie actuelle. Sur la projection stéréographique (Figure 28 - D), les axes k_{INT} et k_{MAX} sont dispersés le long du plan de la foliation magnétique et ne permet pas de déceler une orientation préférentielle de k_{MAX} correspondant à une linéation magnétique. Ceci dit, une analyse des variations de la déclinaison de k_{MAX} de la base de l'unité 4 à son sommet montre que celle-ci est mal contrainte de 3,05 m à 2,80 m. A une même profondeur, la déclinaison est très variable ce qui se traduit par un angle d'incertitude dans le plan de foliation (ϵ_{12}) des déclinaisons de k_{MAX} de la moyenne tensorielle sur cet intervalle de 74 ± 14 degrés. Autrement dit, dans le plan de la foliation, la susceptibilité magnétique est isotrope.

Entre 2,75 m et 2,25 m, les déclinaisons de k_{MAX} sont mieux contraintes. La reproductibilité de la déclinaison de k_{MAX} des spécimens à une profondeur donnée est supérieure et se traduit par un ϵ_{12} moyen de 33 ± 14 degrés sur cet intervalle.

Une linéation magnétique, bien que faible, semble être superposée à la foliation magnétique et celle-ci à une orientation préférentielle NNE / SSO.

Dans les milieux loessiques de l'Alaska, il a été montré qu'une linéation magnétique significative mais faible, de l'ordre de 15 à 20 % de l'anisotropie totale, était représentative de la direction des vents dominants au moment de la sédimentation éolienne (Lagroix & Banerjee, 2002, 2004). Sur cette base, les résultats obtenus dans l'unité 4 peuvent être interprétés en termes de directions de vent au moment du dépôt.

L'IGR et le U-ratio (Figure 24 et Figure 26) identifient l'unité 4 comme une phase de forte sédimentation loessique. Les valeurs maximales de ces indices sont observées entre 2,75 m et 2,45 m en correspondance avec l'intervalle où la linéation magnétique est la mieux contrainte. De plus, à la base et au sommet de l'unité 4, l'IGR et l'U-ratio sont plus faibles, comme le degré d'anisotropie. L'intensification du transport éolien suggérée par l'IGR et l'U-ratio est vraisemblablement accompagnée d'une augmentation des vitesses moyennes des vents permettant le développement d'une linéation magnétique. Celle-ci nous indique une direction dominante des vents orientés dans un axe NNE / SSO.

Datation

OSL sur quartz

Gilles GUERIN, Pierre ANTOINE., Esther SCHMIDT

Méthodologie

Il était important de définir une stratégie en amont de l'échantillonnage selon le type d'étude à réaliser (géomorphologique, géologique, archéologique) mais aussi du caractère approprié et de l'aptitude du matériel pour la datation par OSL (*Optical Stimulated Luminescence*). Les loess sont bien adaptés à la datation par OSL car leur signal de luminescence géologique est blanchi par la lumière lors de leur transport éolien. Toutefois, pour que la paléodose puisse être correctement interprétée, il faut connaître la profondeur de l'enfouissement de l'échantillon et prêter attention à l'évolution post-dépositionnelle du sédiment, à l'altération diagénétique et pédologique. De plus, les possibles variations de l'humidité du sédiment doivent être correctement estimées et l'homogénéité lithologique de la zone de prélèvement doit être vérifiée (sur un rayon d'au moins 30 cm à cause de la portée des rayons gamma). Les prélèvements n'ont donc été réalisés que dans les zones les plus appropriées.

Sur les deux sites d'Havrincourt (Hav.1 et Hav.2), 23 échantillons ont ainsi été prélevés sans exposition à la lumière à l'aide de tubes en cuivre de 35 x 140 mm. Ces tubes ont été introduits horizontalement dans le sédiment avec un marteau puis scellés aux deux extrémités avec une bande adhésive. Pour la détermination de la dose annuelle et la teneur en eau, environ 2 kg de sédiments ont été prélevés de manière à obtenir la moyenne de la composition sur un rayon de 30 cm autour du point de chaque prélèvement pour l'OSL.

Pour les analyses de luminescence, les opérations de préparation et de mesure ont été réalisées en éclairage contrôlé. Une fraction polyminérale (4-11 μm) a été extraite de la partie centrale des tubes d'échantillonnage en utilisant les techniques proposées par Frechen *et al.* (1996). Les grains de quartz ont été isolés de cette fraction par une attaque de 5 à 12 jours par de l'acide hexafluorosilicique (H_2SiF_6), suivie d'un rinçage à l'acide chlorhydrique (3N, 1 h). Les aliquotes servant aux mesures de luminescence ont été préparées par sédimentation d'une suspension des quartz dans l'acétone ($\sim 1 \text{ mg/ml}$) sur des disques en acier de 10 mm de diamètre. Le dépôt finalement obtenu sur les disques est d'environ 1 mg/cm^2 .

Toutes les mesures de luminescence ont été effectuées en utilisant un système Risø TL/OSL DA-15 à 48 positions équipé de diodes bleues (470 nm) et d'une diode laser IR (Bøtter-Jensen *et al.*, 2002). La luminescence optique a été mesurée avec un tube photomultiplicateur Thorn-EMI 9235QA au travers d'un filtre Hoya U340 de 7,5 mm d'épaisseur. La pureté de chaque préparation de quartz a été vérifiée en mesurant la sensibilité à une stimulation infrarouge (IRSL) après une irradiation beta.

Ce signal s'est avéré être en général proche de 1 % et toujours inférieur à 3 % à celui obtenu par stimulation par les diodes bleues (OSL), attestant l'absence de feldspaths résiduels.

Les irradiations en laboratoire ont été réalisées par la source $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ du lecteur TL/OSL. Le débit de cette source a été contrôlé et calibré en utilisant une source gamma de débit connu dont dispose le Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement. Cette calibration a été faite dans les mêmes conditions de géométrie de mesure que celles des échantillons et pour les mêmes densités de dépôt sur les disques, évitant ainsi d'introduire une erreur systématique (Guérin & Valladas, 2014).

Tous les échantillons étudiés ont des propriétés OSL comparables. En particulier, tous présentent un signal d'OSL fortement dominé par la composante rapide (Murray & Wintle, 2003) avec une diminution de plus de 90 % du signal en moins de 1,2 s. Lors de chaque lecture de l'OSL, la stimulation bleue dure 40 s ; le signal est intégré sur les deux premières secondes de stimulation et le bruit de fond sur l'intervalle 33 à 35 s.

Les paramètres des protocoles du SAR (*Single Aliquote Regeneration*) ont été fixés après avoir soumis les échantillons au «test du plateau» qui consiste à examiner l'évolution de la dose apparente déduite du protocole SAR en fonction de la température de préchauffe. Ce test, réalisé pour tous les échantillons par pas de 20°C pour des températures de 180°C à 320°C , fournit un plateau acceptable entre 220°C et 280°C . L'examen complémentaire du rapport de recyclage (qui représente l'évolution de la sensibilité entre le premier et le dernier cycle de mesure) et du rapport d'affaiblissement par l'infrarouge (*IR depletion ratio*) nous ont conduit à choisir pour tous les échantillons les mêmes conditions de mesure : soit une préchauffe de 10 s. à 260°C pour le signal de régénération et une préchauffe de 1 s. à 180°C pour la dose test (normalisation). Enfin, le dernier critère de qualité consiste, après effacement du signal naturel de l'échantillon à mesurer par le protocole SAR sa réponse à une dose connue. Ce critère (*Dose Recovery Test*) proposé par Murray et Wintle (2003), bien qu'il ne soit pas universel (Wang *et al.*, 2011), a été vérifié pour tous les échantillons et s'est révélé satisfaisant.

La quantification de la radioactivité naturelle a été faite en mesurant les concentrations en Uranium (U), Thorium (Th) et Potassium (K) par spectrométrie gamma à haute résolution du sédiment prélevé autour du point d'échantillon.

Ces mesures ont été réalisées au laboratoire de Modane sur un détecteur germanium haute pureté (GeHP) à très bas bruit de fond et n'ont pas montré de déséquilibre dans les chaînes de décroissance radioactives de l'uranium ou du thorium (Tableau 1 - A). Les différentes composantes du débit annuel de dose (Tableau 1 - B) sont calculées à partir de ces concentrations en utilisant les facteurs de conversion révisés par Guérin *et al.* (2011). L'incidence sur la dosimétrie de la teneur en eau de la colonne sédimentaire est prise en compte en utilisant les coefficients de saturation en eau mesurés pour chaque échantillon. Le calcul des débits annuels de dose et des incertitudes associées est fait en supposant que la moyenne au cours du temps de la teneur en eau du sédiment se trouve (de manière équiprobable) entre 60 % et 100 % de sa saturation (Aitken, 1985).

	U (ppm)	±	Th (ppm)	±	K (%)	±
HAV1-P1-1	2,89	0,40	10,62	0,27	1,27	0,05
HAV1-P1-2	3,38	0,24	11,39	0,15	1,29	0,02
HAV1-P1-3	4,10	0,40	11,81	0,27	1,35	0,04
HAV1-P1-4	3,31	0,40	12,92	0,27	1,37	0,05
HAV1-P1-5	3,30	0,32	12,18	0,25	1,34	0,04
HAV1-P1-6	3,86	0,40	11,71	0,27	1,42	0,05
HAV1-P1-7	4,14	0,19	13,23	0,13	1,65	0,02
HAV1-P1-8	3,15	0,22	10,73	0,17	1,28	0,03
HAV1-P1-9	3,30	0,24	12,15	0,15	1,52	0,03
HAV1 P3-10	2,67	0,27	8,68	0,15	1,22	0,01
HAV2-P5-1	3,40	0,31	10,18	0,17	1,41	0,03
HAV2 P5-2	3,05	0,27	8,87	0,15	1,20	0,03
HAV2-P5-4	3,70	0,40	11,98	0,27	1,37	0,04
HAV2 P5-5	3,27	0,17	11,49	0,10	1,37	0,03
HAV2-P5-8	3,30	0,40	10,62	0,25	1,41	0,04
HAV2 P6-1	3,37	0,31	11,49	0,17	1,58	0,03
HAV2 P6-2	3,19	0,30	11,51	0,17	1,67	0,03

Tableau 1 - Résultats des mesures réalisées dans le cadre des datations OSL.

	Profondeur (cm)	W (%)	±	Paléodose (Gy)	±	Dose alpha mGy/an	±	Dose bêta	±	Dose gamma	±	Dose cosmique	±	Dose totale	±	Age (ka)	±
HAV1-P1-1	270	35,0	3,5	80,9	1,5	0,50	0,05	1,28	0,08	0,87	0,05	0,15	0,02	2,80	0,18	28,9	1,9
HAV1-P1-2	300	43,9	4,4	87,7	1,6	0,48	0,05	1,28	0,08	0,89	0,05	0,14	0,01	2,79	0,17	31,4	2,0
HAV1-P1-3	320	42,2	4,2	97,4	1,8	0,59	0,06	1,41	0,09	0,98	0,06	0,14	0,01	3,12	0,20	31,2	2,1
HAV1-P1-4	350	39,3	3,9	126,6	2,2	0,52	0,05	1,39	0,09	0,98	0,06	0,13	0,01	3,01	0,19	42,1	2,8
HAV1-P1-5	370	39,4	3,9	150,1	2,7	0,50	0,05	1,35	0,08	0,95	0,05	0,13	0,01	2,93	0,17	51,2	3,1
HAV1-P1-6	415	38,4	3,8	178,4	3,2	0,55	0,05	1,46	0,09	1,00	0,06	0,12	0,01	3,13	0,19	57,0	3,6
HAV1-P1-7	450	42,9	4,3	165,0	2,9	0,59	0,05	1,60	0,09	1,08	0,06	0,12	0,01	3,39	0,19	48,7	2,9
HAV1-P1-8	470	38,2	3,8	177,5	3,2	0,45	0,04	1,29	0,07	0,88	0,05	0,11	0,01	2,73	0,15	65,0	3,8
HAV1-P1-9	500	41,8	4,2	202,1	2,4	0,49	0,04	1,43	0,08	0,96	0,05	0,11	0,01	2,99	0,17	67,6	3,9
HAV1 P3-10	270	36,1	3,6	84,0	1,8	0,44	0,04	1,18	0,06	0,77	0,04	0,15	0,02	2,53	0,14	33,2	2,0
HAV2-P5-1	170	43,1	4,3	81,3	2,0	0,49	0,05	1,33	0,08	0,87	0,05	0,17	0,02	2,86	0,17	28,4	1,8
HAV2 P5-2	280	39,0	3,9	84,1	1,8	0,44	0,04	1,19	0,07	0,78	0,04	0,14	0,01	2,55	0,15	33,0	2,1
HAV2-P5-4	345	43,8	4,4	103,6	2,0	0,52	0,05	1,37	0,09	0,95	0,06	0,13	0,01	2,97	0,19	34,9	2,3
HAV2 P5-5	410	48,4	4,8	140,5	3,1	0,47	0,04	1,27	0,08	0,87	0,05	0,12	0,01	2,73	0,16	51,5	3,2
HAV2-P5-8	495	38,5	3,9	176,4	3,2	0,47	0,05	1,37	0,08	0,91	0,06	0,11	0,01	2,86	0,18	61,7	4,0
HAV2 P6-1	530	50,1	5,0	209,3	4,7	0,44	0,04	1,38	0,09	0,91	0,06	0,11	0,01	2,83	0,18	73,9	5,0
HAV2 P6-2	550	49,5	5,0	262,7	6,9	0,44	0,04	1,42	0,09	0,91	0,06	0,10	0,01	2,87	0,18	91,5	6,2

La contribution du rayonnement alpha à la dose annuelle utilise un coefficient d'efficacité car les rayons alpha sont peu efficaces à produire un signal d'OSL. Ce facteur (non reporté dans le tableau) a été mesuré pour chaque échantillon et varie de 0,039 à 0,045, valeurs proches de 0,04 habituellement utilisée (Rees-Jones & Tite, 1997). Enfin, la contribution du rayonnement cosmique est calculée en utilisant la profondeur de l'échantillon depuis la surface (Tableau 1 - B) et la densité (environ 2,0) du sédiment le surplombant (Prescott & Stephan, 1982 ; Prescott & Hutton, 1994). L'ensemble des débits annuels de dose et des paléodoses mesurées par SAR permettent de calculer les âges de dix-sept échantillons et leurs incertitudes analytiques qui sont reportés dans les deux dernières colonnes du tableau ci-après (Tableau 1 - B).

Résultats

Neuf âges ont été obtenus pour les échantillons de la section Hav.1 et sont reportés dans la Figure 13. Ils sont répartis entre 67,6 et 28,9 ka. L'ordre stratigraphique est respecté sauf pour le point Hav.1 P1-7 qui se caractérise par un âge plus jeune difficile à interpréter.

Rien dans les propriétés OSL ne le distinguant des autres échantillons, il faut donc envisager une exposition partielle à la lumière, soit pendant le prélèvement, soit pendant la préparation, ou bien le prélèvement involontaire de sédiments correspondant à un terrier comblé postérieurement (fréquent dans cette zone). Cet échantillon n'ayant été prélevé qu'une seule fois, il n'a pas été possible de confirmer l'une de ces hypothèses et il convient de ne pas tenir compte de cette valeur. Les sept datations des échantillons de la section Hav.2 sont reportées dans les figures 6 et 7 et recouvrent l'intervalle de 91,5 à 28,4 ka. On constate comme pour la section Hav.1 que l'ordre stratigraphique est respecté.

De plus, la position stratigraphique du point Hav.2 P5-4 (niveau archéologique Hav.2-N2) est la même que celle des os de mammifère datés par le radiocarbone. Leurs âges OSL et ¹⁴C calibrés sont proches 34,9 ± 2,3 ka (OSL) et 31 410-32 560 ka cal. BP et 30 850-31 261 ka cal. BP d'autre part. Ce bon accord renforce la confiance accordée aux modalités des calculs dosimétriques.

Unité	Matériel	Labo	Age ¹⁴ C BP	Gamme d'âge calibré [yr cal.BP] (prob. 2 sigmas)	Age médian
6a	Os de cheval (niveau archéologique Hav.2-N2)	Beta - 307416	27 020 ± 140	30 850 - 31 261	31 063
6a	Os de bison (niveau archéologique Hav.2-N2)	Beta - 332604	28 100 ± 180	31 410 - 32 560	31 893
7 (crotovinés)	Os : tibia, fémur et coxal de marmotte	Beta - 328569	42 020 ± 380	44 658 - 46 059	45 358
7 (crotovinés)	Os : squelette complet de spermophile	Beta - 328570	40 030 ± 370	42 997 - 44 380	43 653

Tableau 2 - Datations ¹⁴C des restes osseux (calibration d'après Reimer *et al.*, 2013).

Les squelettes de marmotte et de spermophiles préservés dans les colmatages des terriers trouvés dans l'unité 7 sont plus jeunes (~ 44-46 ka) que l'âge OSL ($51,5 \pm 3,2$ ka) mesuré pour le sommet de cette unité (Hav.2 P5-5). Les résultats des datations OSL sont par ailleurs discutés plus en détail dans la synthèse qui les intègre à l'ensemble des autres données.

Datations ¹⁴C sur os et TL sur silex chauffés

Huit restes fauniques non brûlés, provenant de l'unité 6a, ont été sélectionnés afin de réaliser des datations ¹⁴C AMS et dater ainsi le niveau d'occupation paléolithique Hav.2-N2. Des résultats significatifs et probants n'ont été obtenus que pour deux d'entre eux qui présentaient suffisamment de collagène pour être datés (**Tableau 2**).

Les résultats obtenus sont les suivants : $27\,020 \pm 140$ BP et $28\,100 \pm 180$ BP. Une fois calibrées (**Tableau 2**), ces deux dates donnent un âge moyen d'environ 31,5 ka, en utilisant IntCal13 (Reimer *et al.*, 2013).

Par ailleurs, deux datations ¹⁴C ont été réalisées sur des restes de rongeurs (un ensemble comprenant un tibia, un fémur et un coxal de marmotte et deux squelettes de spermophiles) préservés dans le colmatage des terriers qui affectent l'unité 7 ($42\,020 \pm 380$ BP et $40\,030 \pm 370$ BP). Après calibration, les âges obtenus (**Tableau 2**) sont cohérents avec les datations OSL et permettent de resserrer la fourchette chronologique du sommet de l'unité 7. Deux datations TL-silex ont été effectuées sur des artefacts lithiques chauffés provenant de la base de l'unité 12 (Debenham) et ont donné les résultats suivants : 106-130 ka et 92-112 ka. Les résultats sont nettement discordants et par ailleurs sensiblement plus anciens que les âges OSL obtenus dans cette unité. Cette observation semble confirmer l'importance des processus de remaniement de matériaux et d'artefacts issus de sols plus anciens au sein de l'unité 13 suggérés par les données micromorphologiques et l'étude sédimentologique.

La résonance de spin électronique et du déséquilibre dans les familles de l'uranium combinées (ESR/U-Th) et de la résonance de spin électronique (ESR)

Jean-Jacques BAHAIN, Qingfeng SHAO, Christophe FALGUERES

Afin de préciser l'âge géologique des niveaux archéologiques, deux dents ont été analysées par les méthodes de la résonance de spin électronique et du déséquilibre dans les familles de l'uranium combinées (ESR/U-Th). Après un bref rappel technique de la méthode utilisée, les résultats obtenus seront succinctement présentés.

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 «vieilles» 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 29).

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 30).

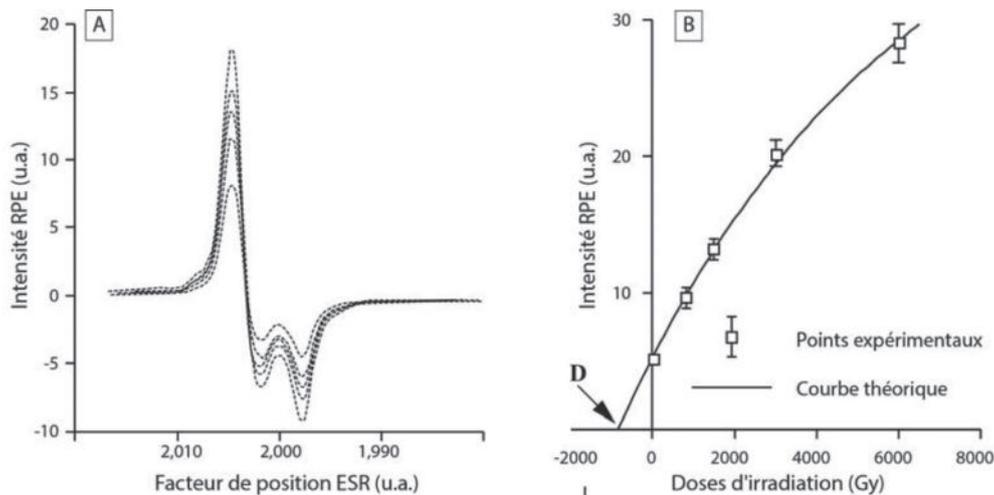


Figure 29 - Evolution de l'intensité ESR d'un émail dentaire en fonction de doses d'irradiation croissantes (A) et construction de la courbe de croissance pour extrapolation de la paléodose (B).

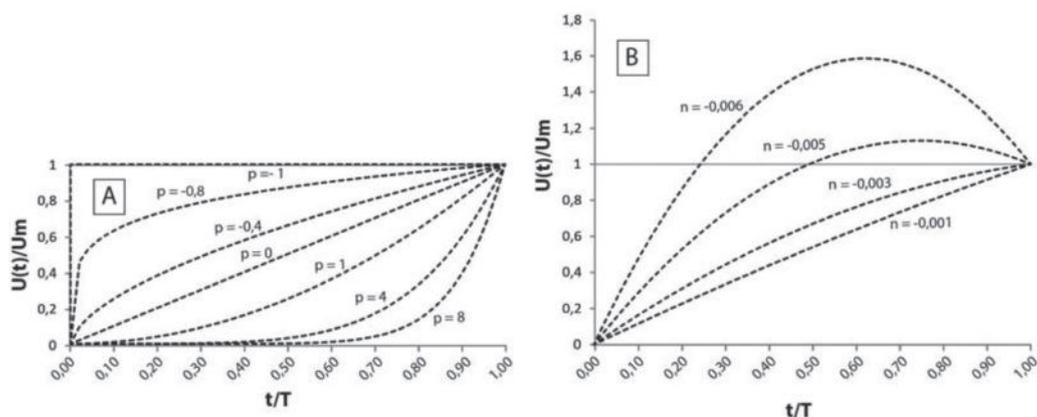


Figure 30 - Evolution de la teneur en uranium dans un tissu paléontologique donné en fonction du paramètre d'incorporation déterminé (A : incorporation seule, modèle US ; B : incorporation puis lessivage, modèle AU).

Résultats

Les deux dents ont été analysées par ESR/U-Th selon le protocole expérimental décrit dans Bahain *et al.* (2002). Au laboratoire, les lamelles d'émail ont d'abord été extraites des dents, puis nettoyées 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 3), 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 CEA (CEN Saclay) à l'aide d'une source gamma au ^{60}Co à des doses de 34, 55, 85, 137, 228, 371, 586, 937 et 1 475 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 (Figure 31).

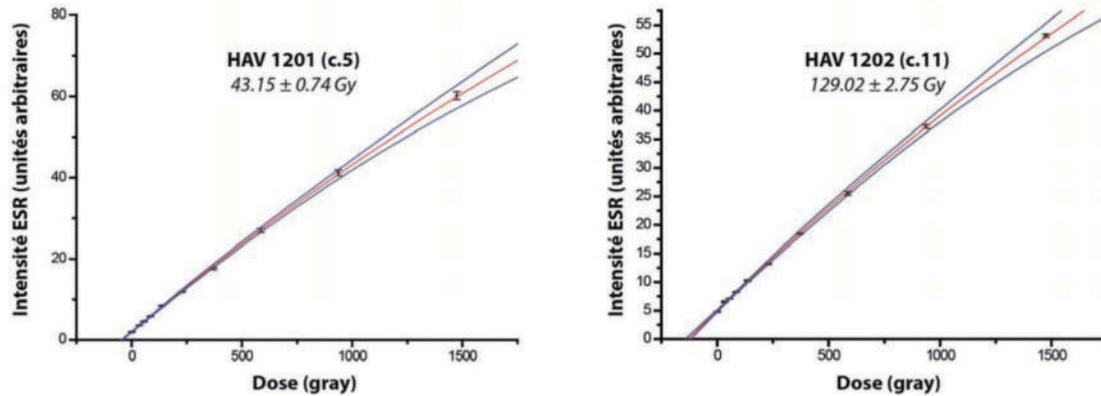


Figure 31 - Courbe de croissance des échantillons.

Echantillon	Nature	$^{222}\text{Rn}/^{230}\text{Th}$	Épaisseur initiale (μm)	Épaisseur enlevée côté interne (μm)	Épaisseur enlevée côté externe (μm)
HAV1201	Email	1.00	1259 ± 157	147 ± 18	92 ± 12
	Dentine	0.52			
HAV1202	Email	1.00	1527 ± 191	230 ± 29	166 ± 21
	Dentine	0.27			

Tableau 3 - Rapports $^{226}\text{Ra}/^{230}\text{Th}$ et $^{222}\text{Rn}/^{230}\text{Th}$ déterminés par croisement des données obtenues par spectrométries alpha et gamma sur les échantillons analysés et épaisseurs utilisées pour la datation combinée ESR/U Th avant et après préparation.

Echantillon	Nature	U (ppm)	$^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	$^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$	Age (ka)
HAV1201	Email	0.44 ± 0,01	63	1,170 ± 0,008	0,282 ± 0,001	35.9 ± 0.1
	Dentine	20,53 ± 0,13	11	1,130 ± 0,008	0,097 ± 0,001	11.1 ± 0.1
HAV1202	Email	3.95 ± 0,02	61	1,449 ± 0,04	0,355 ± 0,002	46.7 ± 0.3
	Dentine	17,15 ± 0,09	78	1,430 ± 0,007	0,443 ± 0,004	61.7 ± 0.7

Tableau 4 - Données U-Th obtenues sur les échantillons analysés.

Echantillon	^{238}U (ppm)	^{230}Th (ppm)	^{40}K (%)
Couche.5	4,10 ± 0,40	11,81 ± 0,27	1,35 ± 0,04
Couche 11	3,30 ± 0,40	10,62 ± 0,25	1,41 ± 0,04

Tableau 5 - Teneurs en radio-éléments des sédiments.

Les activités des différents radionucléides présents dans les ossements (essentiellement ^{238}U , ^{226}Ra et ^{222}Rn) ont été mesurées par spectrométrie gamma, puis ces tissus analysés par spectrométrie alpha, 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 3**).

Les activités des différents radionucléides contenus dans le sédiment entourant les échantillons ont également été mesurées par spectrométrie γ (**Tableau 5**), de façon à calculer leur contribution aux doses β reçues par ces derniers. Les teneurs en eau ont également été mesurées par séchage à l'étuve durant une semaine. La valeur moyenne de 20 ± 5 % a été utilisée pour les deux échantillons.

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 d'Adamiec & Aitken (1998).

Echantillon	Nature	Paléodose (Gy)	Paramètre d'incorporation p ou n (US ou AU)	D_a interne moyenne* ($\mu\text{Gy}/\text{an}$)	D_a externe moyenne ($\mu\text{Gy}/\text{an}$)	$D_{(y+\text{cosm})}$ externe** ($\mu\text{Gy}/\text{an}$)	D_a moyenne ($\mu\text{Gy}/\text{an}$)	Age RPE/U-Th*** (US ou AU) (ka)
HAV1201	Email	43.15 ± 0.74	-1.0000 ± 0.0050	89 ± 54	179 ± 30	1040 ± 55	1308 ± 82	33 ± 2
	Dentine		-0.8905 ± 0.01713					
HAV1202	Email	129.02 ± 2.75	-0.6258 ± 0.0726	745 ± 110	178 ± 22	1003 ± 50	1926 ± 122	67 ± 4
	Dentine		-0.0209 ± 0.0019					

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

** 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 6 - Paléodose, paramètres d'incorporation, contributions des différents rayonnements au débit de dose annuel et âge ESR/U Th obtenus sur les échantillons analysés.

Les âges proposés ont tous été calculés en utilisant la valeur moyenne des mesures de doses gamma effectuées *in situ* et en tenant compte de la profondeur des échantillons afin d'estimer la dose cosmique qu'ils ont reçus au cours de leur histoire géologique. Les âges ESR/U-Th, les différentes contributions à la dose annuelle et les facteurs d'incorporation obtenus sont présentés **Tableau 6**.

La dent HAV1201, provenant du niveau archéologique paléolithique supérieur Hav.2-N2 est ainsi datée de 33 ± 2 ka, la dent HAV1202, issue du niveau moustérien Hav.2-N1, de 67 ± 4 ka. Ces deux niveaux archéologiques sont par ailleurs datés de 34,9 ± 2,3 ka et 67,6 ± 3,9 ka par OS�, l'âge ^{14}C du niveau supérieur étant de 32,8 ± 0,3 ka cal BP. La chronologie du gisement est donc confirmée par ces nouveaux résultats.

L'analyse combinée par uranium-thorium (U-Th) et résonance de spin électronique (ESR) de dents recueillies lors de la fouille a permis de dater le niveau archéologique et les restes lithiques et paléontologiques qui y ont été recueillis de 33 ± 2 ka (Hav.2-N2) et 67 ± 4 ka (Hav.2-N1), respectivement, en accord avec les données préalablement obtenus par radiocarbone et luminescence.

Malacologie

Olivier MOINE

Les échantillons des séries Hav.1-P1 et Hav.2-P5 (cf. **Méthodes mises en œuvre sur le terrain, p. 22**) ont été tamisés sous l'eau à 425 µm, puis séchés. Les coquilles entières et les fragments uniques ont été triés et identifiés, puis les individus dénombrés selon la méthode de comptage mise au point par Ložek (1964). Le nombre d'individus par assemblage, ou abondance, varie entre 0 et 413 sur Hav.1-P1 et entre 2 et 394 sur Hav.2-P5 (**Figure 29**). Le nombre d'espèces, ou la richesse, varie entre 0 et 4 sur Hav.1-P1 et entre 2 et 6 sur Hav.2-P5.

Sur la base de synthèses taxonomiques (Anderson, 2005 ; Bank *et al.*, 2001 ; Falkner *et al.*, 2002 ; Rocroi *et al.*, 2007) et écologiques (Adam, 1960 ; Germain, 1930 ; Kerney *et al.*, 1983 ; Ložek, 1964 ; Zilch & Jaeckel, 1962), nationales et européennes, ont été identifiés cinq taxons terrestres, i.e. *Pupilla muscorum* (Linnaeus, 1758), taxon euryèce de milieu découvert, *P. alpicola* (Charpentier, 1837), taxon palustre actuellement montagnard préférant les environnements calcaires, *Trochulus hispidus* (Linnaeus, 1758) (une présence unitaire sur Hav.1-P1), taxon mésophile excepté dans les stations trop sèches, *Succinella oblonga* (Draparnaud, 1801), taxon hygrophile de milieu ouvert à végétation clairsemée, et les limaces, et quatre taxons aquatiques, i.e. *Gyraulus crista* (Charpentier, 1837), *Planorbis planorbis* (Linnaeus, 1758), *Valvata cristata* (Müller, 1774) et *V. piscinalis* (Müller, 1774), chacun représenté par une présence unitaire sur Hav.2-P5. Ces quatre taxons aquatiques préfèrent les milieux d'eau stagnante, ou à écoulement lent, riches en plantes, voire encombrés de végétation.

La composition, l'abondance et la richesse de ces prélèvements sont dans la norme des malacofaunes des loess de la façade nord-ouest de l'Europe continentale qui sont le plus souvent dominées par tout ou partie des quelques taxons identifiés à Havrincourt, i.e. *P. muscorum* (milieu ouvert, euryèce), *T. hispidus* (mésophile), *S. oblonga* (hygrophile, milieu découvert) et *P. alpicola* (palustre, montagnard) (Moine, 2008, 2014). Les milieux associés sont le plus souvent pauvres en raison de conditions topographiques et climatiques défavorables au développement d'une végétation diversifiée (**Figure 32**).

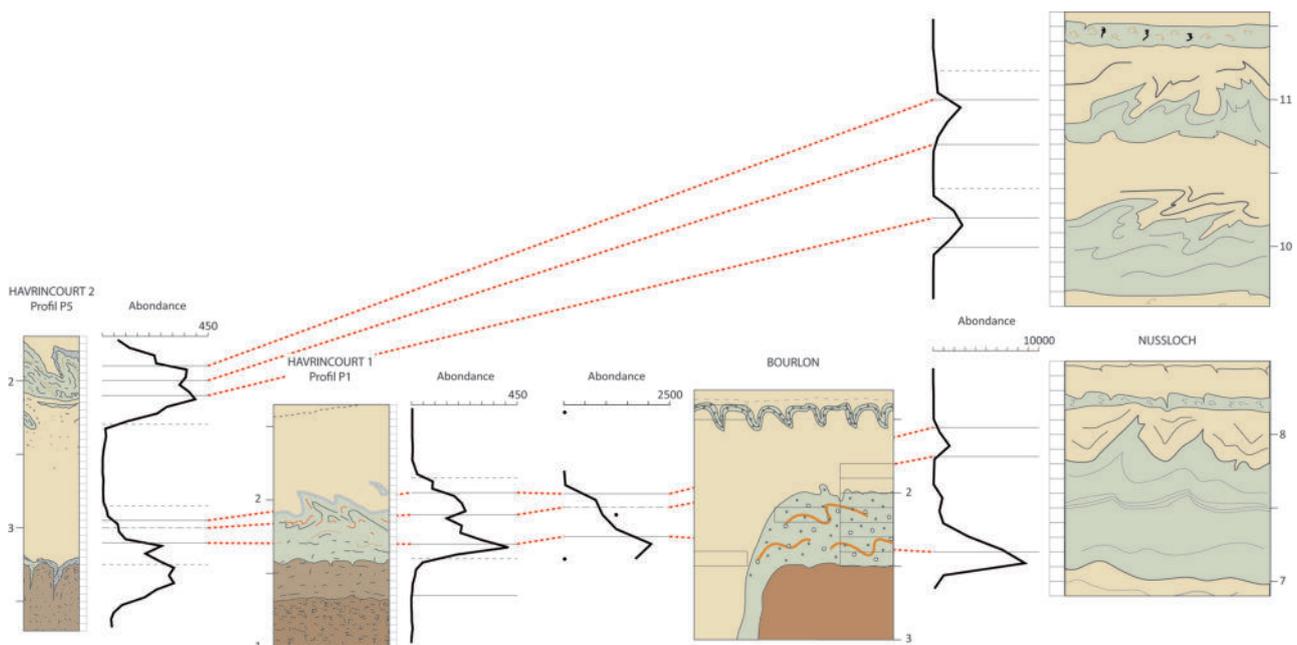


Figure 32 - Variations de la dynamique de l'abondance totale en mollusques à travers les gleys de toundra d'Havrincourt, Bourlon et Nussloch (gley de toundra G2 en bas et G3 et G4 en haut).

Chronologie de mise en place des différentes couches stratigraphiques

Anne PHILIPPE, Marie-Anne VIBET, Jean-Jacques BAHAIN

Problématique

Il s'agit d'aborder la question de la chronologie de mise en place des niveaux stratigraphiques et archéologiques observés sur le site.

Notre approche repose sur un modèle de statistique bayésienne destiné à la construction de chronologies archéologiques. La modélisation bayésienne permet d'intégrer à la fois des datations archéométriques, par exemple des âges radiocarbone, et l'ensemble des connaissances *a priori* disponibles sur le site de fouille, telles que les relations stratigraphiques observées ou fournies par des considérations géologiques de tout ordre.

La modélisation présentée a été faite avec le logiciel *ChronoModel*, version 1.5 (Vibet *et al.*, 2016). Ce logiciel libre de droit permet de construire des chronologies archéologiques à partir des résultats de datation disponibles et obtenus par différentes méthodes (radiocarbone, thermoluminescence ...) et à partir de toute information disponible sur des contraintes temporelles qu'il est possible de hiérarchiser entre les différents niveaux stratigraphiques et géologiques (Lanos, Philippe, 2015, 2017).

Statistique bayésienne

Dans notre modèle, l'âge d'une couche stratigraphique ou d'un niveau archéologique, symbolisé par le paramètre θ , est estimé à partir de données numériques, en l'occurrence les âges dérivant des analyses géochronologiques. Ce paramètre θ est aussi appelé *paramètre d'intérêt*.

La statistique bayésienne est une méthode d'estimation de ce paramètre θ , permettant de prendre en compte à la fois les informations *a priori* disponibles pour ce paramètre et des observations en lien avec celui-ci (Robert *et al.*, 2009). Elle repose sur le théorème de Bayes.

L'information *a priori* est intégrée à la modélisation via une loi de probabilité sur le paramètre d'intérêt qui est supposé aléatoire. On va ainsi construire une loi de probabilité, notée π sur le paramètre d'intérêt θ , qui résumera l'ensemble des informations disponibles sur ce dernier. Cette loi de probabilité est appelée *loi a priori*.

Ainsi, la statistique bayésienne articule deux lois de probabilités, la loi *a priori* du paramètre d'intérêt θ et la loi des observations, notée $f(\text{observations} \mid \theta)$, qui dépend du paramètre θ que l'on veut estimer. Cette loi est interprétée comme la loi des observations conditionnellement au paramètre θ . A l'aide de la formule de Bayes, on obtient une loi *a posteriori* au vue des observations.

La formule utilisée est la suivante :

$$\pi(\theta \mid \text{observations}) = \frac{f(\text{observations} \mid \theta) \pi(\theta)}{\int f(\text{observations} \mid \theta) \pi(\theta) d\theta}$$

Cette loi *a posteriori* est l'estimation bayésienne du paramètre θ . Elle correspond à la mise à jour des connaissances *a priori* sur θ à partir des observations. Cette équation nous permet d'obtenir la densité de probabilité de ce paramètre inconnu, du moins dont nous ne connaissons que la loi *a priori*, à partir de l'observation des données disponibles, notées observations dans l'équation.

A partir de cette loi, on peut obtenir des estimateurs ponctuels, par exemple en prenant la moyenne ou la médiane de cette loi, ainsi que des intervalles de confiance, aussi appelés intervalles de crédibilité.

Généralement, la densité de la loi *a posteriori* est trop complexe pour en obtenir une forme analytique et pour calculer les intervalles de crédibilité. Les méthodes de Monte Carlo basées sur la simulation de variables aléatoires, fournissent cependant une solution pour approcher ces quantités. En effet on sait qu'à partir d'un grand échantillon simulé suivant la loi *a posteriori*, il est possible d'estimer avec une bonne précision, qui dépend de la taille de l'échantillon, la moyenne, la variance et l'intervalle de crédibilité du paramètre d'intérêt.

Dans *ChronoModel*, les algorithmes implémentés pour simuler ces échantillons sont des algorithmes de Monte Carlo par chaînes de Markov. Une chaîne de Markov est une suite de variables aléatoires dépendantes $\{Z_0, \dots, Z_T\}$. Partant d'un point aléatoire Z_0 , on simule Z_t suivant une loi de probabilité, appelée la loi de transition, qui dépend uniquement du passé immédiat Z_{t-1} . L'objectif est de construire des lois de transition qui assurent qu'à partir d'un certain T_0 , la loi de Z_t , pour $t > T_0$ soit proche de la loi *a posteriori*. Lorsque cette condition est satisfaite, on peut alors appliquer les méthodes de Monte Carlo usuelles pour calculer des approximations de la loi *a posteriori* à partir des valeurs de la chaîne de Markov $\{Z_{T_0}, \dots, Z_T\}$. Les échantillons simulés sont donc des chaînes de Markov issues de la loi *a posteriori*.

Information a priori et matériel archéologique

Les séquences stratigraphiques observées sur les deux secteurs, Hav.1 et Hav.2, sont très similaires. Il a ainsi été possible d'y définir une vingtaine de couches litho- et pédo-stratigraphiques (cf. ce chapitre) qui ont été interprétées comme représentant la succession chrono-climatique suivante :

- Couches 0 et 1 – Tardiglaciaire et Holocène : horizon de labour et horizon Bt de sol brun lessivé (sol de surface) ;
- Couches 2 à 5 – Pléniglaciaire supérieur : loess carbonaté et horizons de gley de toundra ;
- Couches 6 et 7 – Pléniglaciaire moyen : horizons de sol boréal et de sol brun arctique ;
- Couches 8 à 13 – Pléniglaciaire inférieur : loess carbonaté, gley de toundra, horizon brunifié et colluvions litées ;
- Couche 14 – Début Glaciaire: horizons de sol gris forestier et de sol isohumique steppique ;
- Couche 15 - Eemien : horizon Bt tronqué de sol brun lessivé ;
- Couches 16 et 17 - Saalien : loess carbonaté.

Les niveaux HAV.2-N1, HAV.1-N3, et HAV.2-N2 contiennent, en plus des pièces archéologiques, des restes de grands mammifères, ossements et dents. Des restes de microfaune ont de plus été recueillis dans des terriers observés dans la couche 7. Ainsi, nous disposons d'une information *a priori* à travers la relation temporelle existant entre ces différentes couches. De plus, la reconnaissance dans la séquence d'un paléosol de rang interglaciaire attribuée à l'Eemien (couche 15) permet de fixer la période d'étude entre -130 000 ans (limite couches 15/16) et aujourd'hui.

Dans chaque secteur, un total de 25 échantillons a été prélevé pour analyses géochronologiques sur différents profils numérotés Pi dans 8 des couches citées précédemment (Tableau 7). Ces échantillons ont principalement été analysés par luminescence stimulée optiquement (OSL)(17 échantillons de sédiments), mais également par radiocarbone (4 échantillons, ossements de macro- et micro-faune) et par résonance de spin électronique couplé à l'uranium-thorium (ESR/U-Th)(2 échantillons, dents de macro-faune).

Ainsi, la chronologie de la succession stratigraphique d'Havrincourt a principalement été établie à partir des âges OSL. Rappelons ici que l'événement daté par OSL correspond à la date de la dernière exposition à la lumière de l'échantillon, ici les grains de quartz du sédiment. Ainsi, cet événement correspond à la date de dépôt des sédiments correspondant aux différentes couches prélevées.

Les dates ¹⁴C et ESR/U-Th, réalisées sur des restes paléontologiques, correspondent à la date de mort de l'organisme analysé. Ces dernières dates ont été introduites dans la modélisation afin de contraindre les périodes de dépôt des couches du site d'Havrincourt. Il s'agit alors de *Terminus Post/Ante Quem*.

Couche	Nom de l'échantillon ou de l'analyse	Méthode de datation	Niveau paléolithique	Age (ka)
C2	OSL HAV2-P5-1	OSL		28.4 ± 1.8
C4	OSL HAV1-P1-1	OSL		28.9 ± 1.9
	OSL HAV1-P3-10	OSL		33.2 ± 2.0
	OSL HAV2-P5-2	OSL		33.0 ± 2.1
C5a	OSL HAV1-P1-2	OSL		31.4 ± 2.0
	OSL HAV1-P1-3	OSL		31.2 ± 2.1
C6	Beta 307416	C14	HAV2-N2	27.0 ± 0.1
	Beta 332604	C14	HAV2-N2	28.1 ± 0.2
	ESR / U-Th Hav1201	ESR/U-Th	HAV2-N2	34.0 ± 2.0
	OSL HAV2-P5-4	OSL		34.9 ± 2.3
	OSL HAV1-P1-4	OSL		42.1 ± 2.8
Rongeurs	Beta 328569	C14		42.0 ± 0.4
	Beta 328570	C14		40.1 ± 0.4
C7	OSL HAV1-P1-5	OSL		51.2 ± 3.1
	OSL HAV1-P1-6	OSL		57.0 ± 3.6
	OSL HAV2-P5-5	OSL		51.5 ± 3.2
C8	OSL HAV1-P1-7	OSL		48.7 ± 2.9
	OSL HAV2-P5-8	OSL		61.7 ± 4.0
C10	OSL HAV1-P1-8	OSL		65.0 ± 3.8
C12	ESR/ U-Th HAV1202	ESR/U-Th	HAV2-N1	67.0 ± 4.0
	OSL HAV1-P1-9	OSL		67.6 ± 3.9
	OSL HAV2-P6-1	OSL		73.9 ± 5.0
	OSL HAV2-P6-2	OSL		91.5 ± 6.2
C12 Inf	TL1	TL		118.0 ± 12
	TL2	TL		102.0 ± 10

Tableau 7 - Echantillons géochronologiques analysés (observations) dans la séquence stratigraphique du site d'Havrincourt. (OSL = Luminescence, C14 = radiocarbone, ESR/U-Th = résonance de spin électronique couplé à l'uranium-thorium).

Modélisation chronologique

Nous cherchons donc à préciser les périodes de dépôt des sédiments constituant les différentes couches stratigraphiques et de préciser l'âge des niveaux paléolithiques qui y sont interstratifiés, à partir de l'analyse des différents types d'échantillons qui y ont été prélevés et ont été datés par OSL, ¹⁴C et ESR/U-Th.

Le logiciel *ChronoModel* (version 1.5) a été utilisé pour simuler les échantillons nécessaires pour approcher la loi *a posteriori* correspondant à cette chronologie de mise en place via les méthodes de Monte Carlo. On a ensuite utilisé le package '*ArchaeoPhases*' (version 1.1) du logiciel R adapté pour calculer les informations statistiques permettant l'analyse et l'estimation des dates de la chronologie archéologique ainsi établie.

Choix de modélisation

La modélisation avec *ChronoModel* nécessite la définition d'événements archéologiques ou géologiques précis. Ici, par exemple, les dates OSL obtenues correspondent au dépôt des grains de quartz prélevés, alors que les dates ¹⁴C et ESR/U-Th sont associées au décès d'un animal et à son enfouissement dans les sédiments.

Dans cette modélisation avec *ChronoModel*, un événement est défini pour chaque date obtenue, quelle que soit la méthode utilisée pour l'acquérir (luminescence, radiocarbone ou résonance de spin électronique). De plus, tous les événements correspondant à une même couche stratigraphique sont rassemblés dans un même groupe.

Ainsi, au total, huit groupes de dates correspondant aux couches échantillonnées (C2, C4 à C8, C10 et 12) ont été créés, auxquels ont été ajoutés des groupes supplémentaires correspondant aux niveaux paléolithiques Hav.2-N1 (dans C 12) et Hav.2-N2 (dans C6a) et à l'épisode à rongeurs (lors de la phase de pédogénèse affectant C7). L'objectif est alors d'estimer le début et la fin de chacun de ces groupes de dates.

La figure suivante (**Figure 33**) présente la modélisation des événements et des groupes de dates précédemment définis. Les relations d'ordre temporel, relations stratigraphiques ou géologiques, prises en compte entre les événements sont symbolisées par des flèches reliant les événements deux à deux, la flèche partant de l'événement le plus ancien et pointant vers l'événement le plus récent.

Explication mathématique du modèle utilisé

Supposons que nous possédons n résultats archéométriques (âges). Soit A_i l'une de ces mesures, soit t_i la date calendaire associée à cet âge, les paramètres A_i et t_i sont alors reliés par la formule suivante :

$$A_i = g_i(t_i) + \eta_i \text{ pour tout } i = 1, \dots, n$$

où g_i est la courbe de calibration associée au type de datation de l'échantillon i et η_i est une variable aléatoire gaussienne centrée qui modélise à la fois les erreurs de mesure du laboratoire faites sur A_i et les erreurs sur la courbe de calibration g_i .

Soit θ la date d'un événement archéologique que l'on cherche à estimer à partir de n mesures de datation réalisées sur n échantillons différents. A chacune des mesures de datation, on associe une date que l'on note t_1, \dots, t_n . On suppose que ces dates caractérisent la date θ .

Idéalement on devrait donc avoir $\theta = t_i$ pour tout $i = 1, \dots, n$ aux erreurs de mesure près. Dans la modélisation bayésienne proposée, on autorise des différences entre la date θ et les dates t_1, \dots, t_n pour prendre en compte les erreurs lors du prélèvement des échantillons sur le site, qui induisent souvent des outliers et des inversions stratigraphiques dans les datations. Le modèle se traduit alors par l'équation suivante :

$$t_i = \theta + \varepsilon_i \text{ pour tout } i = 1, \dots, n$$

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma_i^2)$$

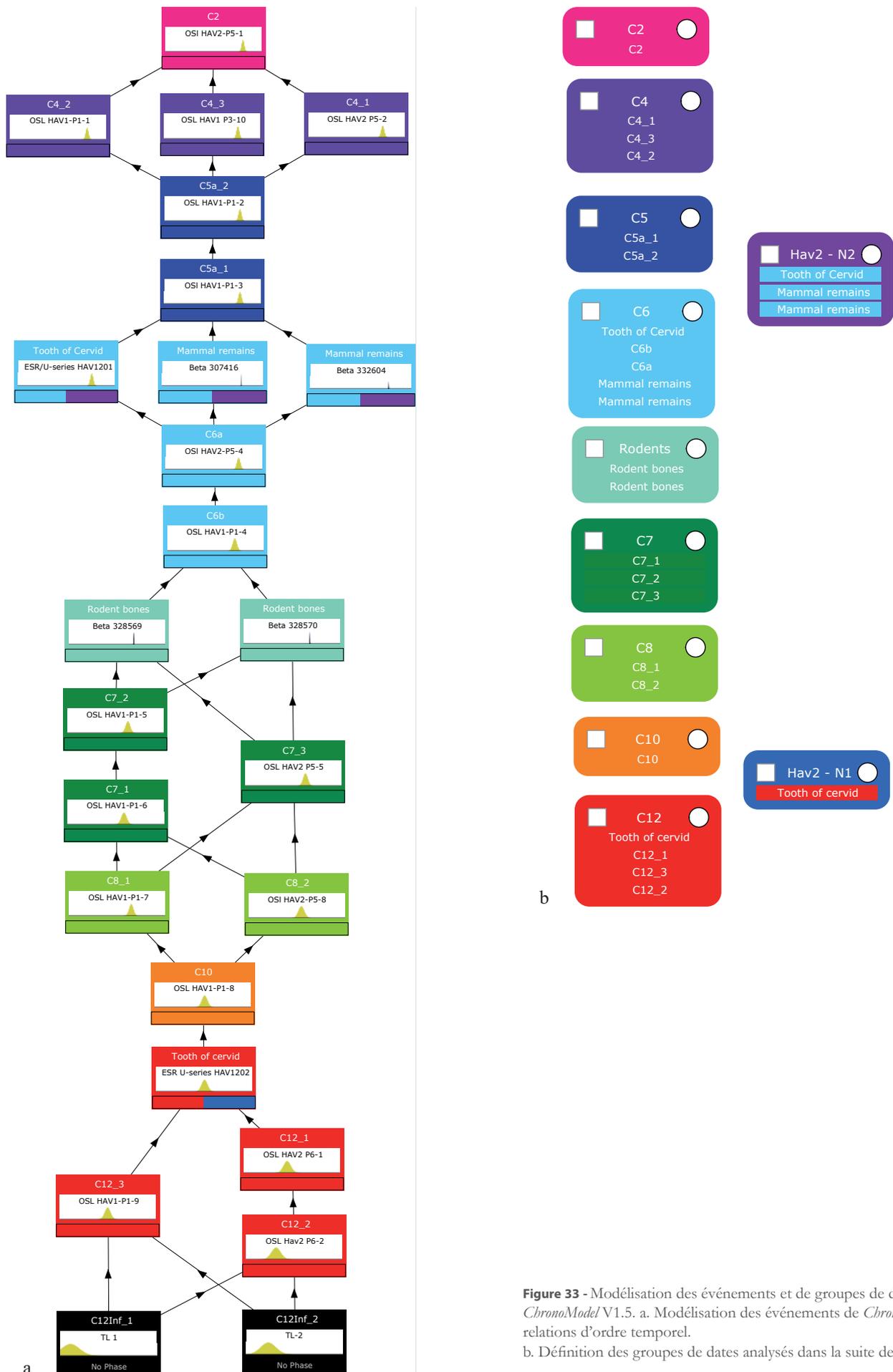


Figure 33 - Modélisation des événements et de groupes de dates avec *ChronoModel* V1.5. a. Modélisation des événements de *ChronoModel* et des relations d'ordre temporel. b. Définition des groupes de dates analysés dans la suite de ce travail.

Dans cette équation, ε_i représente l'écart ou l'erreur qu'il peut y avoir entre la date θ et la date mesurée par l'une des méthodes de datation. Le choix de prendre une loi symétrique pour l'erreur, en l'occurrence une loi gaussienne, s'explique par le fait que les éléments prélevés et datés peuvent être indifféremment antérieurs ou postérieurs à l'événement archéologique d'intérêt. Ces erreurs sont de moyenne 0, ce qui signifie que le ou les éléments datés n'introduisent pas de biais dans l'estimation de la date θ , mais sont simplement dispersés autour d'elle. Les paramètres σ_i sont les déviations standards des erreurs ε_i .

On a ainsi construit un modèle hiérarchique bayésien dans lequel la date θ est le paramètre d'intérêt et les dates t_i des hyper-paramètres du modèle. L'intérêt de ce modèle est sa robustesse aux données aberrantes (outlier) et aux inversions temporelles.

Résultats

Les résultats présentés ci-dessous ont été produits à l'aide du logiciel *ChronoModel* (modélisation, calcul des chaînes de Markov et extraction des chaînes) et du package R '*ArchaeoPhases*' (Philippe, Vibet, 2017). *ArchaeoPhases* permet la manipulation en post-traitement des résultats liés à la modélisation par *ChronoModel*, ou d'autres logiciels du même type comme *OxCal* encore *BCal*.

Aspects algorithmiques

Les algorithmes de Monte Carlo par chaînes de Markov permettent d'approcher la distribution *a posteriori* d'un groupe de dates en simulant un échantillon de grande taille de la loi de distribution correspondante. Cet échantillonnage se fait pas à pas à l'aide d'une chaîne de Markov. Afin de valider une telle procédure, il est d'usage de vérifier la convergence de la méthode de Monte Carlo.

Pour la modélisation du site d'Havrincourt, trois chaînes de Markov ont été simulées pour s'assurer que l'approximation obtenue ne varie pas de façon significative avec l'échantillon simulé. Dans le cas présent, on a pris des échantillons de longueur 100 000 mais on conserve seulement les 10 000 dernières valeurs de la chaînes pour s'assurer de la convergence (cf. le choix de T_0 expliqué précédemment).

La figure ci-après (Figure 34) illustre que les trois chaînes de Markov simulées en parallèle ont un même comportement stationnaire. Cela assure que la méthode de Monte Carlo a bien convergé vers la loi d'intérêt que l'on cherche à approcher. Par ailleurs, on peut confirmer la convergence visualisée sur les graphiques (Figure 34) par un test statistique : on utilise ici le test de Gelman-Rubin. La statistique de test est calculée à partir des variances inter et intra des trois chaînes simulées. Une valeur proche de 1 indique la convergence des chaînes de Markov. Ici la valeur du critère de Gelman-Rubin calculé sur les chaînes de Markov représentées ci-après (Figure 34) est bien égale à 1 pour chacune des trois dates, ce qui confirme la convergence de la méthode de Monte Carlo.

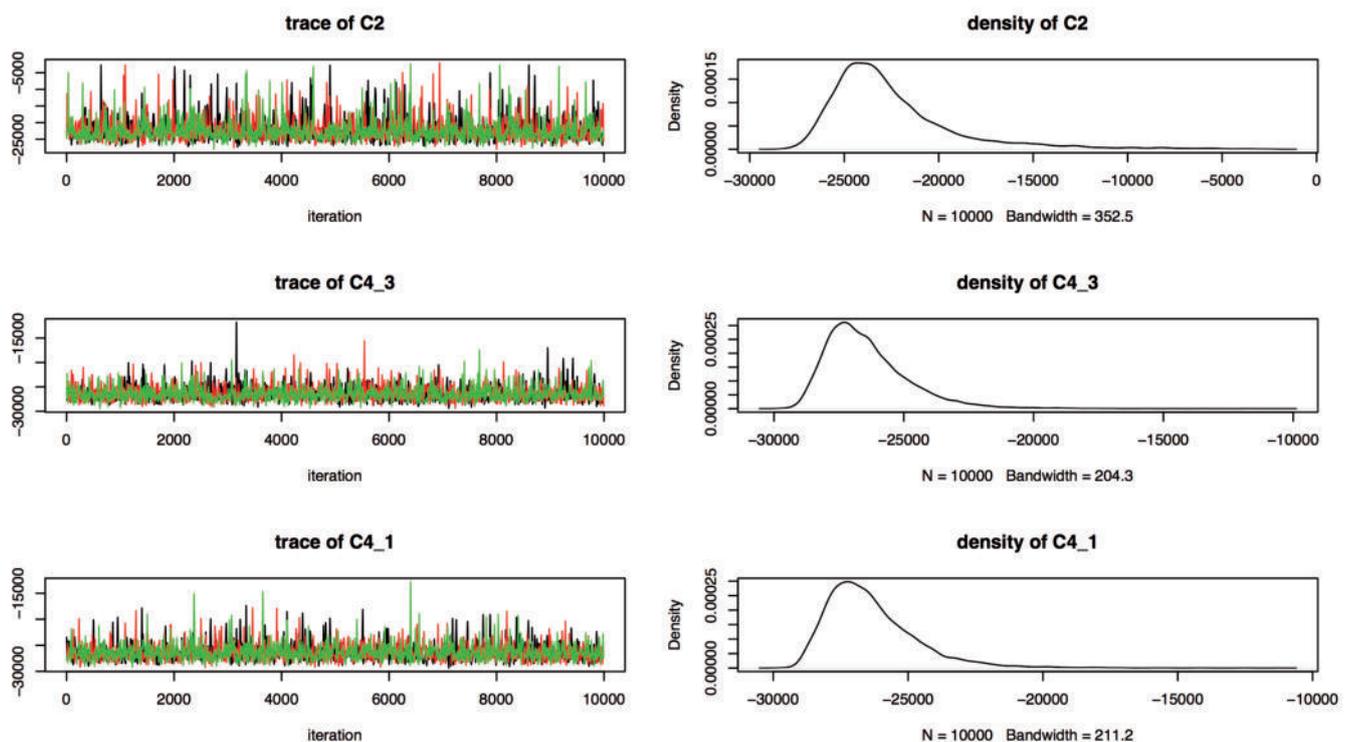


Figure 34 - Résultats de la simulation de la chronologie par les chaînes de Markov de la chronologie des couches 2 et 4 d'Havrincourt. [colonne de gauche] Représentation des valeurs obtenues pour trois échantillons simulés suivant trois dates issues des couches 2 et 4. [colonne de droite] Histogrammes régularisés des échantillons simulés. Ces histogrammes fournissent une approximation de la densité des lois *a posteriori* des trois dates considérées.

En conclusion, comme le montre ces graphiques (Figure 34), nous avons correctement simulé nos échantillons suivant la loi *a posteriori*. Nous allons rassembler ces trois échantillons afin de constituer un seul échantillon de taille 30 000 et ainsi pouvoir estimer les moyennes, les variances et les intervalles de crédibilité des différentes dates d'intérêt.

Adéquation du modèle

L'examen des déviations standards σ_i permet d'évaluer l'adéquation du modèle aux données et de détecter des comportements «suspects» ce qui pourrait correspondre à des données aberrantes (*outliers*) ou à des inversions temporelles.

Des grandes valeurs de σ_i (relativement aux dates) correspondent à des âges qui ne respectent pas les contraintes stratigraphiques fixées dans le modèle bayésien. Ces âges détectés comme *outliers* sont alors automatiquement pénalisés dans la construction de la chronologie de dates. En effet, le modèle bayésien corrige la contribution des âges dans la construction de la chronologie ; celle-ci est inversement proportionnelle aux valeurs estimées des σ_i .

Ici, les moyennes *a posteriori* des déviations standards de toutes les dates sont de l'ordre de 2 000 ans. Ces faibles valeurs comparativement aux âges estimés (entre 130 000 et 20 000 ans avant 2016) indiquent une bonne adéquation entre le modèle proposé et les données collectées.

La figure suivante (Figure 35) présente les écarts types σ_i de toutes les dates de la couche 6. On peut y observer que les âges radiocarbone (courbes b et c) ont généralement des σ_i plus faibles que ceux des âges obtenus par luminescence (courbes a, d et e). Les âges radiocarbone ont donc plus d'influence dans la construction de la chronologie.

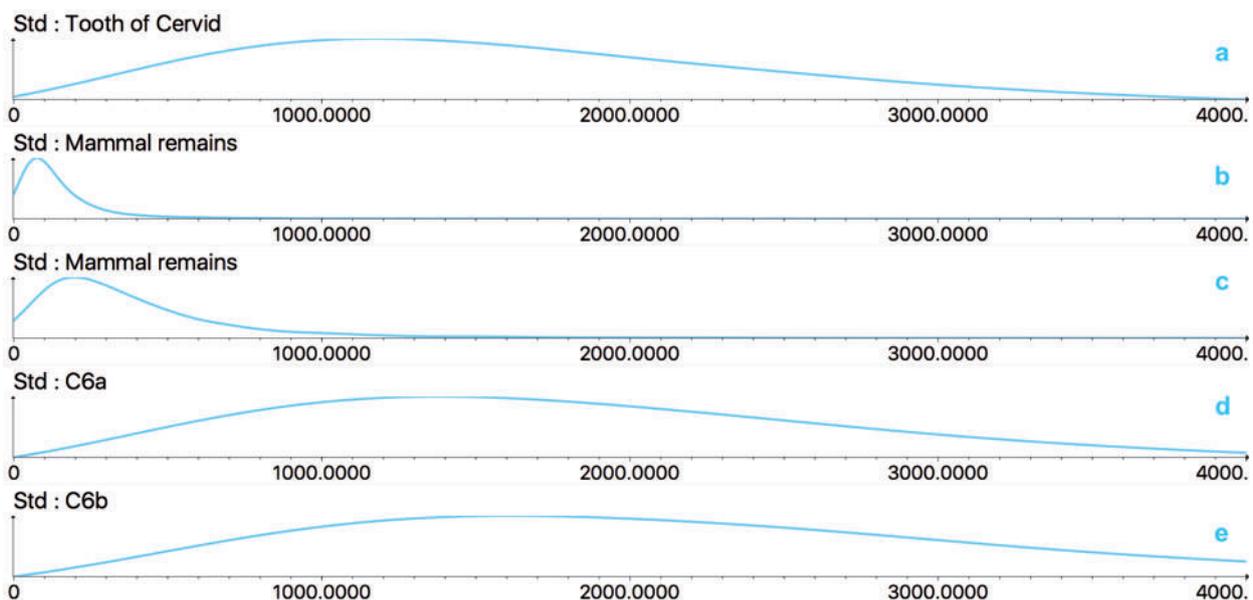


Figure 35 - Loi *a posteriori* des σ_i associées aux dates de la couche 6. Les dates obtenues par radiocarbone (courbes b et c) ont une plus faible dispersion que les dates obtenues par luminescence, mais globalement tous ces paramètres prennent des valeurs assez faibles par rapport aux dates associées.

Outils statistiques pour l'estimation de périodes

Un groupe de r dates, notées $\theta_1, \dots, \theta_r$, est défini à partir de critères objectifs par exemple géographiques, archéologiques, environnemental, ...

Le début de ce groupe de r dates est défini par l'événement le plus ancien des r événements. Son estimation est alors donnée par le minimum des dates :

$$\min(\theta_1, \dots, \theta_r)$$

Nous définissons la fin de ce groupe de r dates par l'événement le plus récent parmi les r événements. Son estimation est donnée par le maximum des dates :

$$\max(\theta_1, \dots, \theta_r)$$

Afin de caractériser les groupes de dates, nous utiliserons les outils statistiques suivants :

- **Période de recouvrement (Time range interval)**
La période de recouvrement est un intervalle de temps qui caractérise une période définie par une collection de dates. Par construction, toutes les dates associées au groupe appartiennent à cet intervalle avec une probabilité de 95%.
- **Test d'existence d'un écart (gap) entre deux groupes successifs**
On teste s'il existe avec une probabilité de 95% un intervalle de temps de longueur non nulle (appelé gap) entre deux groupes. Si cet intervalle existe, la période correspondant au gap est définie par l'intervalle de temps compris entre la fin du groupe le plus ancien et le début du groupe le plus récent avec une probabilité de 95%.

Caractérisation des périodes de mise en place des couches

Le tableau ci-après (**Tableau 8**) présente les intervalles de recouvrement des périodes de formation des couches stratigraphiques d'Havrincourt, ainsi que les périodes de transition entre deux couches successives et les tests d'existence de hiatus. La figure suivante (**Figure 36**) illustre ces résultats sous la forme d'un graphique en couleur.

On peut conclure de ce tableau et de cette figure que la mise en place des couches observées à Havrincourt s'échelonne bien entre -130 000 et -10 000 ans (avant 2016). La formation de la couche C12 semble avoir été nettement plus longue que celle des autres couches. La durée de formation la plus courte est celle de la couche C5.

Ces couches se sont déposées en continuité d'un point de vue de notre étude chronologique car aucun *gap* à 95% ne semble exister entre elles.

Couches pédo-stratigraphiques	Intervalle de recouvrement à 95% (début et fin en ka avant 2016)		Hiatus entre couches successives à 95%
C2	29 330	16669	Pas de gap
C4	31 026	23450	Pas de gap
C5a	31536	28304	Pas de gap
C6	43846	30494	Pas de gap
Rongeurs dans C7	46668	42406	Pas de gap
C7	59051	45070	Pas de gap
C8	66082	50511	Pas de gap
C10	70348	57290	Pas de gap
C12	103720	61070	

Tableau 8 - Valeurs des extrémités des intervalles à 95% : intervalles de recouvrement (*time range*), tests de l'existence d'un hiatus (*gap range*) pour la période située entre le dépôt d'une couche et celui de la couche précédente dans l'ordre de succession. Valeurs en milliers d'années avant 2016.

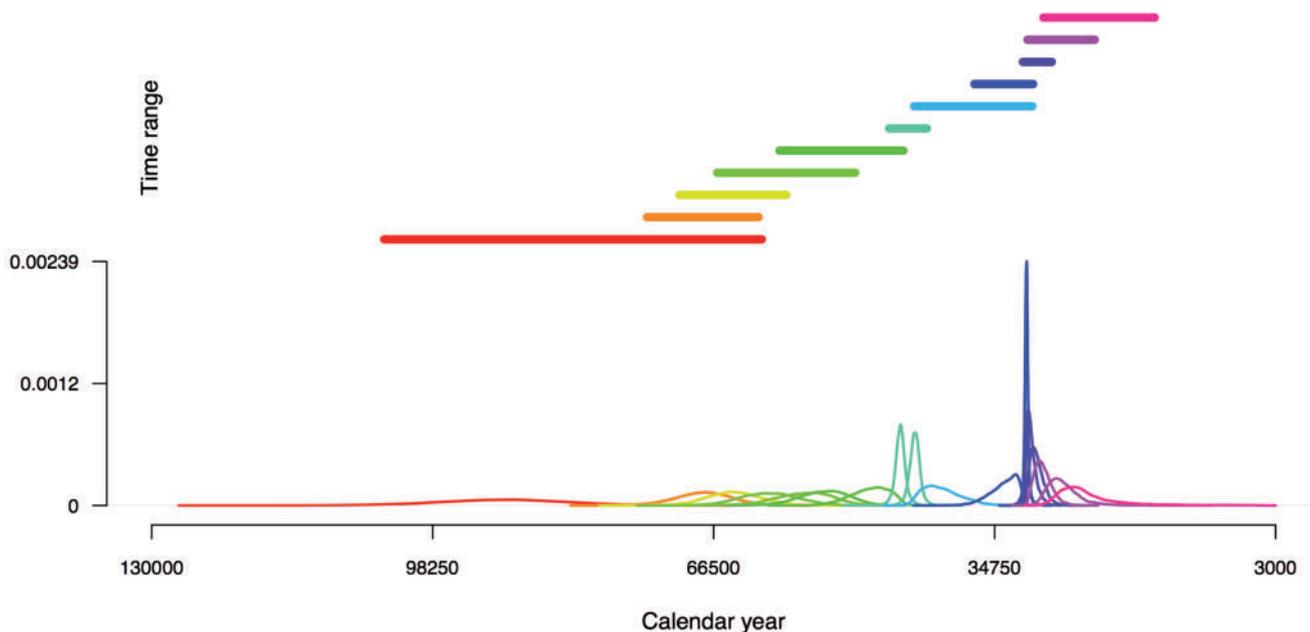


Figure 36 - Succession temporelle de mise en place des couches de la séquence stratigraphique de Havrincourt. Les densités des débuts de phase correspondent aux dates les plus anciennes pour une couleur donnée. Lorsqu'il n'y a qu'une seule courbe d'une même couleur, les densités de début et fin de phase sont confondues. Le segment uni situé au-dessous des courbes représente l'intervalle de recouvrement associé à la phase de la même couleur. Les valeurs indiquées sont en années avant 2016.

Caractérisation chronologiques des niveaux paléolithiques

Le niveau paléolithique Hav.2-N1 n'a été daté qu'une seule fois (échantillon ESR/U-Th HAV.1202, $67,0 \pm 4,0$ ka). La modélisation bayésienne confirme que l'âge de ce niveau est compris entre 78 000 et 61 400 ans à 95 %.

Le niveau paléolithique Hav.2-N2 a quant à lui été daté trois fois, deux fois par radiocarbone (Beta-307416, $27\,020 \pm 140$ ^{14}C BP et Beta-332604, $28\,100 \pm 180$ ^{14}C BP) et une fois par ESR/U-Th (HAV1201, $34,0 \pm 2,0$ ka). Son intervalle de recouvrement est de 37 000 à 30 300 ans (avant 2016).

Il existe un *gap* important entre ces deux niveaux paléolithiques estimé de 62 500 à 37 600 ans (avant 2016) avec une probabilité de 95 %.

Le tableau ci-dessous (**Tableau 9**) présente les résultats numériques obtenus pour ces deux niveaux archéologiques et la figure suivante (**Figure 37**) présente ces résultats sous la forme d'un graphique.

Niveaux paléolithiques	Intervalle de recouvrement à 95% (début et fin en années avant 2016)		Gap entre les niveaux à 95% (début et fin en années avant 2016)	
HAV.2-N2	37014	30423	61694	37281
HAV.2-N1	74026	61422		

Tableau 9 - Valeurs des extrémités des intervalles à 95% : intervalles de recouvrement (*time range*), estimation du hiatus (*gap range*) entre les deux niveaux. Valeurs en milliers d'années avant 2016.

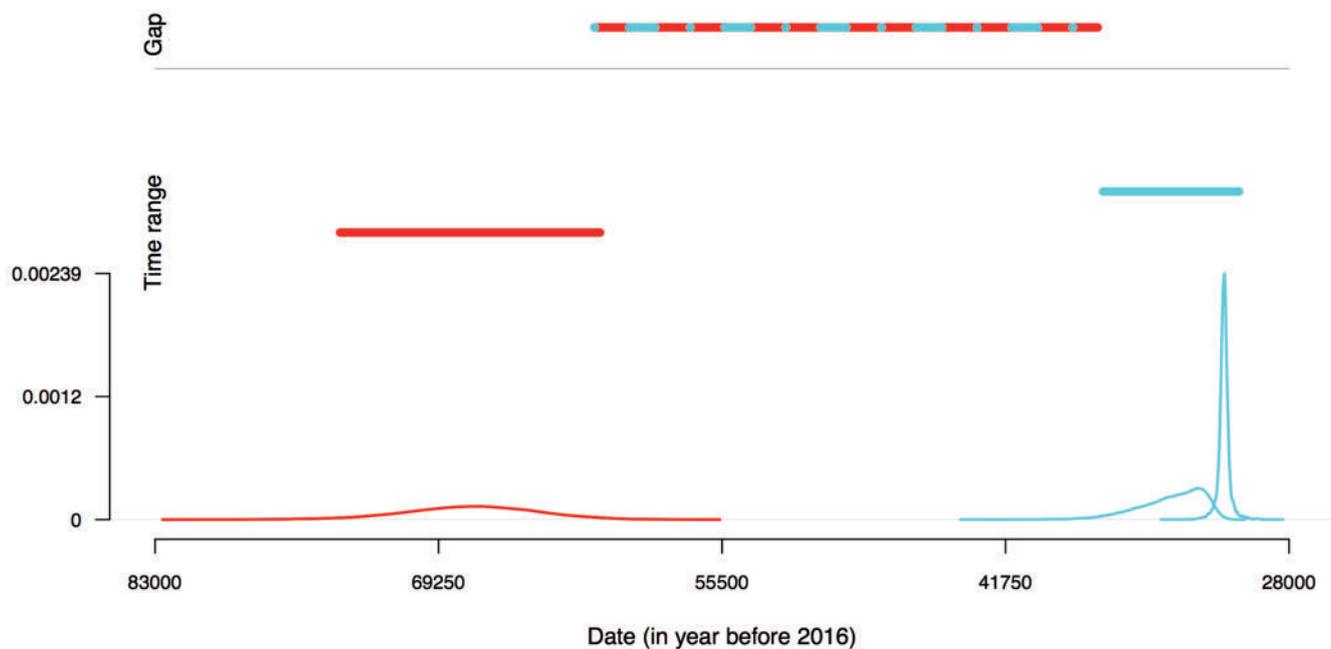


Figure 37 - Succession temporelle des niveaux paléolithiques datés du site d'Havrincourt. En rouge, le niveau HAV2-N1, en bleu le niveau HAV2-N2. Les densités des débuts de phase correspondent aux dates les plus anciennes pour une couleur donnée. Lorsqu'il n'y a qu'une seule courbe d'une même couleur, les densités de début et de fin de phase sont confondues. Le segment uni situé au-dessous des courbes représente l'intervalle de recouvrement associé de la phase de la même couleur. Le segment de deux couleurs représente le *gap* de temps estimé entre les niveaux N1 et N2. Valeurs en années avant 2016.

Conclusion

La séquence d'Havrincourt a fait l'objet d'une étude stratigraphique poussée et a bénéficié d'une approche interdisciplinaire associant pédostratigraphie, sédimentologie, micromorphologie, paléontologie, malacologie, magnétisme environnemental et géochronologie (datations OSL, ESR/U-Th et ^{14}C).

Sur la base de ces recherches, nous avons modélisé l'ensemble des informations et des données d'intérêt chronologique disponibles afin d'obtenir une chronologie intégrée de la mise en place des niveaux stratigraphiques et archéologiques à l'aide d'un modèle bayésien.

En conclusion, les différentes couches stratigraphiques semblent bien s'être mises en place de façon continue depuis le dernier stade interglaciaire. Au vu des données obtenues, ces couches ont eu des durées de formation sensiblement différentes, la mise en place la plus longue semblant correspondre à la couche C12, la plus courte à la couche C5. Deux des niveaux paléolithiques d'Havrincourt sont inclus dans cette étude : le premier (Hav.2-N1) est contemporain de la fin de mise en place de la couche 12 et son âge est compris entre 7800 et 61500 ans avant 2016 (à 95 %), confirmant sa mise en place probable au cours du Pléniglaciaire inférieur du Weichselien (MIS 4) comme le laisse supposer les données pédostratigraphiques ; le second (Hav.2-N2), qui correspond à la fin du dépôt de la couche C6, est associé à une période de recouvrement à 95% de 37000 à 30300 ans avant 2016, au cours du Pléniglaciaire moyen (MIS 3).

Synthèse pédostratigraphique ; interprétation chrono-climatique, chronostratigraphique et corrélations

Pierre ANTOINE, Guillaume JAMET, Olivier MOINE, Sylvie COUTARD

Le contexte de versant en pente douce orienté au nord-nord-est, dans lequel s'inscrit le gisement d'Havrincourt, a favorisé l'accumulation d'une couverture loessique de géométrie relativement régulière. Au sein de cette dernière, il a été possible d'individualiser plusieurs horizons périglaciaires particulièrement bien préservés et continus, aisément corrélables entre les deux secteurs éloignés de plus de 500 m. La richesse exceptionnelle de l'information concernant les structures périglaciaires et les occurrences de pergélisol font d'Havrincourt une nouvelle séquence de référence pour le périglaciaire de la France septentrionale.

Ces niveaux périglaciaires constituent des horizons repères particulièrement importants pour la corrélation des séquences au niveau régional (Antoine *et al.*, 2003a) et un préalable pour l'analyse des processus post-dépositionnels qui ont potentiellement affecté les niveaux archéologiques. Enfin, la méthode de décapage archéologique par paliers progressifs à la pelle mécanique a permis de mettre au jour à une profondeur de 3,5 m, et sur plus de 4 000 m², un réseau de grandes fentes en «V» à maille décimétrique, ce qui représente une première pour la France septentrionale (Figure 23 - A et B). Dans un premier temps, l'interprétation de la séquence d'Havrincourt se base sur la synthèse des données pédostratigraphiques et sédimentologiques et la corrélation des différents cycles dépôt-pédogenèse qui la compose avec le modèle pédosédimentaire régional de la France du nord-ouest.

Cette analyse séquentielle, une fois couplée avec les données bioclimatiques (faunes) et des datations (OSL et ¹⁴C), permet ensuite de proposer une interprétation chrono-climatique et chronostratigraphique ainsi que des corrélations à différentes échelles.

Sur la base de sa position stratigraphique, de ses caractéristiques pédologiques (horizon Bt interglaciaire), et les datations, l'horizon de sol brun lessivé de l'unité 15 est attribué au dernier interglaciaire (Eemien) et la série loessique qui le recouvre au Dernier Glaciaire (Weichselien).

Deux grandes séquences de type glaciaire-interglaciaire sont donc individualisées : la séquence I (Fin Saalien / Interglaciaire-Eemien : unités 17 à 15) et la séquence II (Dernier Glaciaire (Weichselien) / Interglaciaire-Holocène : unités 14 à 0).

Séquence I : Fin Saalien (MIS 6) / Interglaciaire Eemien (MIS 5e) (~ 140-125 ka)

La formation limoneuse basale d'Havrincourt (~ 1 m) repose sur le substratum crayeux par l'intermédiaire d'un contact érosif majeur et irrégulier. Au-dessus de ce contact, la sédimentation débute avec la mise en place de limons loessiques compacts décarbonatés montrant dans leur majeure partie une structuration de type «limon à doublets» (unité 15a-c, Figure 16). Il s'agit de loess décarbonatés et plus ou moins fortement affectés par la pédogenèse liée au développement du sol interglaciaire sus-jacent (unité 15). Les valeurs de l'indice IGR (ratio : limons grossiers / limons fins + argile : ~ 1,8) soulignent le très bon classement du sédiment et l'origine éolienne des particules.

Enfin, seul le profil Hav.2-P6 a montré des faciès loessiques calcaires homogènes (unité 16), épargnés par la décarbonatation liée au sol de l'unité 15 à la faveur d'une structure en creux localisée au toit de la craie. L'attribution de ces loess à la phase finale du Saalien (SIM 6) est basée sur l'absence de dépôts et sols quaternaires antérieurs, leur faciès de loess calcaire typique ainsi que sur la mise en évidence de structures périglaciaires indiquant des conditions particulièrement rigoureuses de type pléniglaciaire au cours de leur mise en place. Par ailleurs, une quasi-absence de dépôts loessiques plus anciens en contexte de plateau est observée ; seules les séquences de couverture des terrasses de la Somme permettant de les décrire (Antoine, 1990, Antoine *et al.*, 1994). Le niveau archéologique Hav.2-N0 se situe au sein de cette unité.

Le contact entre les faciès crayeux remaniés directement sus-jacents au substratum (unité 17) et les premiers loess montre des structures de cryoturbation intense avec injection de la craie (diapirs) dans la couche limoneuse sus-jacente.

L'observation du décapage du palier le plus profond du secteur 2 (-6,5 m) a permis de mettre en évidence une organisation de type sol strié au sommet de la craie altérée (dégradation d'un réseau polygonal sur versant). Ces processus démontrent l'occurrence d'au moins une phase majeure de formation et de dégradation d'un pergélisol au sommet de la craie au cours de la fin du Saalien. Les dépôts loessiques initialement carbonatés de la fin du Saalien sont par la suite systématiquement affectés par le développement d'un sol brun lessivé (horizon Bt de Luvisol), dont il ne subsiste le plus souvent que la racine profonde (0,50 à 1 m). L'altération pédogénétique se matérialise par quelques biopores et par sa structure polyédrique. En lame mince s'observent des ferri-argilanes brun-orangé limpides. Les caractères pédogénétiques sont soulignés par une augmentation des pourcentages d'argile (24 %), et de carbone organique total (COT) autour de 0,3 % (0,1 % dans les loess), ainsi que par une augmentation globale des valeurs de susceptibilité magnétique. Le développement de ce sol à partir des loess calcaires saaliens (unité 16) se traduit par la formation d'un épais horizon à doublets argileux (unité 15b-d) limité à sa base par le front de décarbonatation.

Compte tenu de sa position dans la stratigraphie et de son faciès, ce sol est attribuable au dernier interglaciaire (Eemien) et corrélable avec les sols de Rocourt ou d'Elbeuf 1 (Lautridou, 1987). Enfin, l'approche micromorphologique et l'observation détaillée de ce faciès dans la paroi nord de la fouille du secteur 2 (Figure 9, P7) a montré des faciès de type doublets (Figure 23 - G) surimposés sur une forte structuration sédimentaire du matériel (laminations discordantes, structures lenticulaires) qui pourrait indiquer une phase de remaniement des loess par ruissellement avant le début des processus de pédogenèse interglaciaire.

Ce processus a déjà été observé à Villiers-Adam (Val d'Oise) où le Bt du sol interglaciaire s'est formé sur une topographie vallonnée formée entre la fin du dépôt des loess saaliens et le début de l'interglaciaire (Antoine *et al.*, 2003b). À titre d'hypothèse, il est envisagé que cette dynamique résulte de la disparition rapide, par fusion, du pergélisol à la fin du Saalien (allongement de la période de dégel estivale).

Séquence II (Weichselien-Holocène) : 112-0 ka

Compte tenu de la richesse du bilan de la séquence II, cette dernière a été subdivisée en cinq sous-séquences d'épaisseurs et de durées variables. La synthèse des données (terrain, analyses et datations) complétée par une comparaison avec la structure des enregistrements pédo-sédimentaires de référence de la France septentrionale, permet de définir les grands ensembles chronoclimatiques suivants :

- Sous-séquence II-1 : Début Glaciaire (DGL) : unités 14a-14b-14c et 15R
- Sous-séquence II-2 : Pléniglaciaire inférieur (PGI) : unités 13 à 8
- Sous-séquence II-3 : Pléniglaciaire moyen (PGM) : unités 7 et 6
- Sous-séquence II-4 : Pléniglaciaire supérieur (PGS) : unités 5 à 2
- Sous-séquence II-5 : Tardiglaciaire-Holocène : unités 1 à 0

Sous-séquence II-1: Complexe de sols humifères / Début-glaciaire (DGL ~ 112-70 ka)

Dans tous les profils d'Havrincourt, la sous-séquence II-1 débute, après un hiatus érosif au sommet du Bt de l'unité 15, par la mise en place d'un complexe de sols humifères dont la préservation est extrêmement irrégulière en raison de processus de dissolution du substratum crayeux (puits) contemporains de sa formation et d'érosions ultérieures. Dans le secteur 1, quand ils sont préservés, les horizons directement sus-jacents au sol brun lessivé de l'unité 15 sont représentés par une faible épaisseur (0,5 m) de limons brun-gris humifères non calcaires (unité 14a et b). L'interface des unités 14 et 15 est soulignée par un colmatage de silts lavés qui pénètrent l'unité 15a par l'intermédiaire d'un réseau de fines fentes irrégulières (glosses) de 15 à 30 cm de profondeur. La partie supérieure (unité 14a), séparée de l'unité 14b par une limite diffuse, présente une structure plus homogène, granulaire et de nombreuses concrétions ferro-manganiques. D'un point de vue analytique, ces horizons se caractérisent par des taux de carbone organique total particulièrement élevés (0,5 %) typiques des horizons de sol humifère du Début glaciaire weichselien. Au sein du profil Hav.2-P4, ils sont limités à leur sommet par un contact érosif matérialisé par un petit cailloutis de silex diffus. Par ailleurs, dans les profils Hav.2-P4 et P9, de grands puits de dissolution karstique à remplissage polygénique ont été observés (Figure 17, Figure 18 et Figure 23 - D).

L'origine karstique de ces structures a pu être démontrée dans le profil P9 qui a permis d'observer à environ trois mètres de la surface de la poche un affaissement du toit de la craie et la présence d'une couche argilo-silteuse à concentration de manganèse au contact du remplissage (horizon de blocage des argiles de décarbonatation Bb, unité 17a). Ces puits, dont la formation a débuté dès la fin de l'Interglaciaire, sont tout d'abord colmatés par un assemblage hétérogène composé de nodules et blocs décimétriques de limons argileux brun-rouge (unités 14 et 15).

Les vides inter-nodules sont colmatés par des silts lités gris clairs à blancs lavés matérialisant un drainage vertical du sol très intense (Figure 23 - F). Ces processus représentent la signature de l'impact du gel-dégel et des processus de drainage brutaux des sols lors de la fonte de la couverture nivale dans un contexte climatique de type continental à forts contrastes saisonniers au cours du Début Glaciaire weichselien (Van Vliet-Lanoë, 1990 ; Antoine *et al.*, 1994). L'association d'horizons de sols humifères acides (forêts boréales dominées par le pin) et de processus de fonte nivale très marqués pourrait expliquer l'intensification des processus de dissolution du substratum crayeux qui caractérise cette période. Il faut noter que plusieurs autres séquences régionales contemporaines du Début glaciaire weichselien ont montré des structures de dissolution du même type : Marcoing (Sommé *et al.*, 1980), Mautort (Antoine, 1990), Combles (Antoine, 1991), Bettencourt-Saint-Ouen (Locht *et al.*, 2002 ; Antoine *et al.*, 2003a) et Fresnoy-au-Val (Goval & Loch, 2009).

La suite du colmatage intègre de moins en moins de matériaux remaniés à partir du Bt de l'unité 15 et passe progressivement à un ensemble beaucoup plus homogène brun noir montrant un faciès de sol gris forestier en place (unité 14b, **Figure 23 - G**). En effet, l'étude micromorphologique montre des ferri-argilanes acajou à noirâtres (revêtements argilo-humiques) microlités abondants, en place dans la porosité de chenaux, même s'ils sont souvent légèrement fracturés. Ce sol, qui possède les caractéristiques typiques du sol gris forestier SS-1 du stratotype de Saint-Sauflieu, est attribué au deuxième interstade majeur du Début Glaciaire weichselien, contemporain du SIM 5a entre ~ 85 et 80 ka et du GIS 21.

La partie sommitale (unité 14a) montre enfin un faciès à laminations grossières qui témoigne d'une érosion de matériaux humifères remaniés (très grande abondance de papules et de fragments de ferri-argilanes acajou à brun foncé, accompagnés de papules de ferri-argilanes orangées de type Bt) alimentés par l'érosion du sol gris forestier initialement présent sur les bords de la poche mais qui a ensuite totalement disparu. Dans les autres profils, le faciès de l'unité 14a apparaît cependant beaucoup plus homogène et correspond à un faciès de sol steppique sans illuviation d'argile que l'on peut rapporter au sol SS-2 de Saint-Sauflieu. Aucune datation OSL n'est disponible pour cet horizon et son interprétation repose donc uniquement sur les comparaisons avec la séquence régionale qui le place vers 70 ka au niveau du GIS 20 (Antoine *et al.*, 2003a). A ce niveau, le système de dissolution a définitivement cessé de fonctionner comme le montre l'absence totale de déformation au sein de l'ensemble des unités sus-jacentes.

Sous-séquence II-2 (unités 13 à 8) : Pléniglaciaire inférieur (PGI ~70-60 ka)

Dans le secteur 1, la phase d'érosion postérieure au développement des sols humifères se manifeste sur une grande partie de l'emprise par la formation de structures chenalisées irrégulières, à remplissage lité limono-sableux hétérogène, séparées par de gros blocs de sol humifère aux limites abruptes (anciens blocs gelés remaniés, nodules de sols humifères, silts blancs de ressuyage, inversion stratigraphique de certaines unités redéposées).

Cette configuration indique une phase d'érosion intense et généralisée essentiellement liée à des processus de ruissellement et qui traduit une péjoration climatique importante directement postérieure au complexe de sols humifères (Pléniglaciaire inférieur). Aucune trace de grande fente à coin de glace n'a cependant été indiscutablement observée à ce niveau. La grande extension de ces structures permet d'envisager une violente déstabilisation du versant qui, par comparaison avec les données régionales et les dates OSL des unités directement sus-jacentes, semble s'être déclenchée à la transition Début Glaciaire / Pléniglaciaire inférieur.

Cet épisode sédimentaire au faciès hétérogène et chaotique passe vers le sommet à des faciès colluviaux lités (unité 13) puis à des faciès limoneux bruns plus homogènes intégrant du matériel d'origine éolienne (unité 12) qui signent un retour vers des conditions progressivement plus arides vers 65 ka d'après les dates OSL.

Les limons sableux de l'unité 13 (61-160 μm : 13 %) remanient des lentilles des unités 14 et 15 et forment des corps sédimentaires pouvant dépasser plus d'un mètre d'épaisseur. Ces derniers faciès n'ont pas été observés sur le secteur 2 où le bilan sédimentaire de cette période est quasi-nul (hiatus majeur). La présence dans ces dépôts d'artefacts laminaires remaniés à partir du complexe de sols humifères confirme l'importance de l'érosion qui leur est associée.

La suite de cette sous-séquence est représentée par la mise en place d'un limon brun non calcaire (unité 12). Cet horizon à texture très homogène s'individualise par un stock en limons grossiers plus important (20-61 μm : 56 %) et une diminution drastique des valeurs de susceptibilité magnétique. Cette unité pourrait être interprétée comme les premiers dépôts loessiques du Pléniglaciaire inférieur qui ont recouvert le versant de manière assez homogène (0,3-0,50 m). Les âges OSL de $67,6 \pm 3,9$ ka et de $65,0 \pm 3,8$ ka, obtenus respectivement au milieu de l'unité 12 et juste au dessus dans l'unité 10, semblent compatibles avec une attribution au Pléniglaciaire inférieur (**Figure 13**). Cet horizon brun peu évolué au sein duquel se localise le niveau archéologique Hav.2-N1 se matérialise sur le terrain par un faciès légèrement plus foncé dans les 20 cm supérieurs (COT : 0,34-0,38 %), associé à une bioturbation et une agrégation plus importantes. Il montre des traces d'activité biologique (pédotubules) et une légère augmentation du taux d'argile (15 à 22 %) qui semblent traduire une légère pédogenèse (petit sol de type brun boréal ou de prairie arctique). Néanmoins, les valeurs de susceptibilité magnétique ainsi que les argiles et le COT se caractérisent par une décroissance de la base au sommet de cette unité qui plaide plutôt pour une origine essentiellement colluviale à partir de l'érosion des niveaux sous-jacents plus riches en argile et en matière organique. Enfin, la courbe des carbonates traduit une légère augmentation dans les 10 cm supérieurs (~ 1 %) qui signale le début d'un nouvel épisode d'apports loessiques carbonatés.

D'une manière générale, il n'est donc pas évident que cet horizon que l'on peut dénommer «limon brun d'Havrincourt» traduise une amélioration climatique notable. Il s'agit vraisemblablement d'un faciès essentiellement colluvial terminant la grande phase d'érosion qui se déclenche au sommet du complexe de sols humifères au début du Pléniglaciaire inférieur. Le caractère colluvial est d'ailleurs cohérent avec la forte dispersion des âges OSL entre les secteurs 1 et 2 ainsi qu'au sein de la même unité dans le profil Hav.2-P6 ($73,9 \pm 5,0$ et $91,5 \pm 6,2$ ka). Ces distorsions dans les âges résultent vraisemblablement de la présence de nombreux agrégats, nodules de sols plus anciens contenant des grains de quartz non exposés à la lumière pendant le dépôt.

L'âge le plus ancien ($91,5 \pm 6,2$ ka), en total désaccord avec la stratigraphie, correspond par contre à une période compatible avec les éléments d'industrie laminaire habituellement datés du SIM 5c-5d dans le nord de la France (Révillon & Tuffreau, 1998 ; Loch et al., 2002 ; Goval & Hérisson, 2006 ; Goval, 2012). Ceci confirme l'importance des processus de remaniement sédimentaire dans l'unité 13.

Au niveau régional, ce faciès possède un équivalent probable dans la séquence voisine d'Hermies fouillée par L. Vallin à quelques kilomètres au sud-sud/ouest le long du canal du Nord, où il se place à la fin de la séquence de colluvions litées à nodules de sols remaniés «limons lités d'Hermies», et potentiellement dans le profil de Combles dans la même position stratigraphique (Antoine, inédit).

Le sommet de l'unité 12 est ensuite affecté par une dégradation climatique marquée par le développement d'un horizon hydromorphe très peu épais ou «micro-gley» (unité 11), lié à l'augmentation de l'humidité de surface (gel-dégel). S'ensuit la mise en place de matériel plus nettement loessique (unité 10) mais toujours pauvre en CaCO_3 (décalcification liée à la faible épaisseur du dépôt et au gley sus-jacent ?) et daté de $65,0 \pm 3,8$ ka dans le profil Hav.1-P1. L'unité 9 qui recouvre systématiquement ce loess correspond à un gley de toundra typique de teinte grisâtre à taches d'oxydation et est aussi marquée par la diminution des apports loessiques allochtones (IGR : 1) favorable à une activité biologique plus importante (COT : 0,29 %). Malgré sa faible épaisseur, cet horizon à la morphologie «boudinée» a pu être observé dans toutes les coupes des deux secteurs et représente un niveau repère pour la localisation sur le terrain de l'industrie paléolithique N1 sous-jacente. Sa préservation indique l'absence de phase érosive à son sommet et une dynamique globalement en faveur de l'accumulation et de la sédimentation loessique qui s'affirme ensuite avec le dépôt de l'unité 8 de loess, elle aussi présente dans tout le secteur étudié.

En conclusion, le développement du gley de toundra (unité 9), associé à un niveau de petites fentes de gel (F-6), confirme l'humidité stationnelle et des conditions initialement rigoureuses (mais sans pergélisol), suivies d'un bref épisode d'amélioration climatique accélérant la saturation en eau lors de la fonte estivale. L'unité 8, observée dans tous les profils, traduit une intensification très nette de la dynamique éolienne avec la mise en place des premiers loess typiques carbonatés. Les datations OSL obtenues dans ce dépôt montrent des différences importantes ($61,7 \pm 4,0$ ka dans Hav.2-P5 et $48,7 \pm 2,9$ ka dans Hav.1-P1). Cependant, la date obtenue à partir du profil P1 est fortement sujette à caution car elle est la seule à ne pas apparaître dans l'ordre stratigraphique. Par ailleurs, même en prenant des précautions maximales, la probabilité de rencontrer un terrier colmaté par du matériel plus récent n'est pas nulle dans ce dépôt qui en comporte beaucoup. Pour ces raisons, la date la plus ancienne situant ce loess au sein du Pléniglaciaire inférieur, cohérente avec les résultats OSL qui l'encadrent, a été retenue.

D'une manière générale, la série des unités 12 à 8 semble correspondre à une phase très courte ($\sim 4-5$ ka) qui place les dépôts contenant l'industrie lithique du niveau Hav.2-N1 (unité 12) vers 65 ka environ. La comparaison avec les dates TL (beaucoup plus anciennes) effectuées sur des silex chauffés retrouvés dans à la base de ce niveau suggère (comme la sédimentologie) qu'une partie du matériel provenant de l'unité 12 dérive du remaniement de niveaux archéologiques plus anciens. En ce qui concerne cette partie inférieure de l'enregistrement d'Havrincourt (sous-séquences II-1 et II-2), une comparaison à plus longue distance avec les coupes du Pléistocène de Belgique comme Harmignies, Romont ou Remicourt (Haesaerts & Van Vliet, 1973 ; Haesaerts et al., 1981, 1999 ; Frechen et al., 2001 ; Juvigné et al., 2008) débouche sur la mise en évidence de fortes analogies. En effet, dans ces trois profils, le complexe de sols humifères du Début Glaciaire (sols gris forestiers et horizon steppique polyphasé) est systématiquement recouvert par une épaisse unité discordante de limons lités hétérogènes remaniant les dépôts sous-jacents, coiffée par un horizon brun homogène (Sol de «Malplaquet»). Les premiers loess calcaires typiques incluant de petits gleys de toundra et datés de 66 à 60 ka (Frechen et al., 2001), apparaissent toujours au-dessus de cette unité. Selon ce schéma, le loess calcaire de l'unité 8 d'Havrincourt, qui correspond au premier marqueur loessique véritable de la séquence, pourrait être mis en parallèle avec celui des loess calcaires du Pléniglaciaire inférieur d'Harmignies et de Nussloch datés d'environ 65 ka (Antoine et al., 2001, Frechen et al., 2001). Compte tenu des résultats des datations OSL, des observations de terrain (érosion importante, colluvionnement, fentes de gel) et de la sédimentologie (dynamique éolienne croissante) les unités 13 à 9 se rattachent aux phases initiales du Pléniglaciaire inférieur ; la mise en place des loess de l'unité 8 signant une phase plus avancée et plus intense de cette période.

Sous-Séquence II-3 (unités 7 à 6a) : complexe de sols d'Havrincourt du Pléniglaciaire moyen (PGM ~ 55-35 ka)

La partie supérieure des loess de l'unité 8 est ensuite affectée par une franche décarbonatation (LD-2) liée au développement du sol brun boréal sus-jacent de l'unité 7 (horizon limono-argileux compact, non calcaire brun-orangé à structure polyédrique à lamellaire).

Le développement pédologique de l'unité 7 est souligné par l'augmentation des pourcentages d'argile et de COT qui atteignent respectivement 28 et 0,5 %, la décarbonatation et la forte dynamique de précipitation ferromangannique (enduits sur biotubules et concrétions).

Cette unité correspond à un horizon Bw de sol brun boréal possédant les caractéristiques du sol principal (sol inférieur) du complexe du type Sol de Saint-Acheul / Villiers-Adam (Antoine *et al.*, 2003b), du sol des Vaux en Belgique (Haesaerts *et al.*, 1981) et du sol de Gräselberg de la séquence de référence de Nussloch (Antoine *et al.*, 2009).

L'enregistrement de Nussloch montre cependant que, dans les contextes les plus favorables à la sédimentation, ce sol peut se subdiviser en deux sous-unités, GBL et GBU, développées entre ~ 58 et 50 ka. Les datations OSL de $51,1 \pm 6,6$ ka et $46,6 \pm 5,8$ ka obtenues respectivement à la base et au sommet du sol de l'unité 7 confirment son attribution au Pléniglaciaire moyen et plus précisément à l'intervalle compris entre les interstades GIS 17 et 12. Selon cette interprétation, les différents épisodes froids situés vers 48 et 57 ka dans NGRIP n'auraient pas eu d'impact sur les environnements loessiques du nord-ouest de la France en raison d'une dynamique loessique trop faible pour permettre une séparation des différentes phases d'altération et de pédogenèse. Par ailleurs, l'unité 7 se distingue par un grand nombre de terriers ovalaires attribuables à des mammifères fouisseurs (marmottes, spermophiles, arvicolidés) indiquant la présence d'une biomasse végétale beaucoup plus importante que lors du dépôt des loess sous-jacents.

Ces structures qui descendent profondément jusque dans le loess de l'unité 8, apparaissent dans la même position stratigraphique dans plusieurs séquences du nord de la France (Antoine *et al.*, 2003a), et plus généralement dans les autres profils du nord-ouest européen comme à Nussloch (Allemagne). L'abondance de ces terriers traduit le développement d'un environnement steppique singulier et particulièrement favorable au développement de ces rongeurs (surface stabilisée et densément végétalisée) qui, d'après les âges ^{14}C , se placerait vers 45-46 ka au niveau de l'interstade GIS 12.

Dans cette hypothèse, la disparition brutale de ces rongeurs et leur piégeage en profondeur dans le réseau de terriers pourrait résulter d'un (ou de plusieurs) événements froids particulièrement intenses avec pergélisol, directement postérieurs (entre ~ 44 et 40 ka). Cet horizon de sol (unité 7) est en effet affecté par une fine structuration lamellaire liée aux multiples alternances gel-dégel postérieures au développement pédologique et indiquant au moins un épisode de développement de pergélisol (Figure 13, Figure 14, Figure 15 et Figure 16).

Cette observation est renforcée par la mise en évidence d'un premier réseau de grandes fentes en coin de type «ice-wedge» (~ 1,5 m de profondeur) qui s'ouvre au sommet de cette unité (F-5). Ces structures sont malheureusement assez mal conservées et souvent largement masquées par l'ouverture des grandes fentes du niveau principal F-4 qui s'y emboîtent systématiquement (Figure 15, Figure 16 et Figure 38). Compte tenu des âges OSL et de la succession des phases pédosédimentaires observées dans les unités qui l'encadrent, il est possible que ce premier réseau de grandes fentes de type «ice-wedge» se soit développé vers 44-43 ka au cours du GS 11. Ces structures ne seraient donc pas contemporaines de l'événement de Heinrich 4 qui se marque pourtant par des conditions particulièrement froides au niveau de l'Atlantique Nord vers 40 ka (Bond *et al.*, 1993 ; Marcott *et al.*, 2011). Le colmatage de ces structures est d'abord constitué par des limons à litages sub-horizontaux (alternances de lits bruns à nodules de sol de l'unité 7 remaniés et de lits loessiques plus clairs (unité 6c) qui traduisent un épisode de fonte des coins de glace et de ruissellement dans le réseau chenalisé ainsi créé (Figure 39). Cet épisode signe une déstabilisation intense du pergélisol (structures de fusion SF2), attribuable à une phase de réchauffement climatique rapide au cours du Pléniglaciaire moyen, vers 42-43 ka (interstade GIS 11 ?). À la suite de cet épisode probablement très court un remplissage terminal de loess calcaires homogènes finit de colmater les structures dans un environnement qui redevient aride et froid (unité 6b).

Une nouvelle phase de fluage par cryoreptation provoque ensuite un fauchage intense de ces structures et débouche localement sur leur fermeture par une «lèvre» de matériel argileux gélifié de l'unité 7 remanié (Figure 39) (GIS 10 ?). Elle est suivie d'une dernière phase de dépôt loessique peu épais antérieur à la formation du complexe de l'unité 6a.

D'après leur position dans la stratigraphie et les données OSL, ces structures de fusion faiblement développées pourraient correspondre à celles décrites au sommet de l'unité 5 du complexe de sols de Villiers-Adam (Antoine *et al.*, 2003b). Leur mise en évidence à Havrincourt, en association avec un réseau de grandes fentes de type «ice-wedge», est très importante car elle confirme l'enregistrement d'un épisode de pergélisol au sein du complexe de sols du Pléniglaciaire moyen.

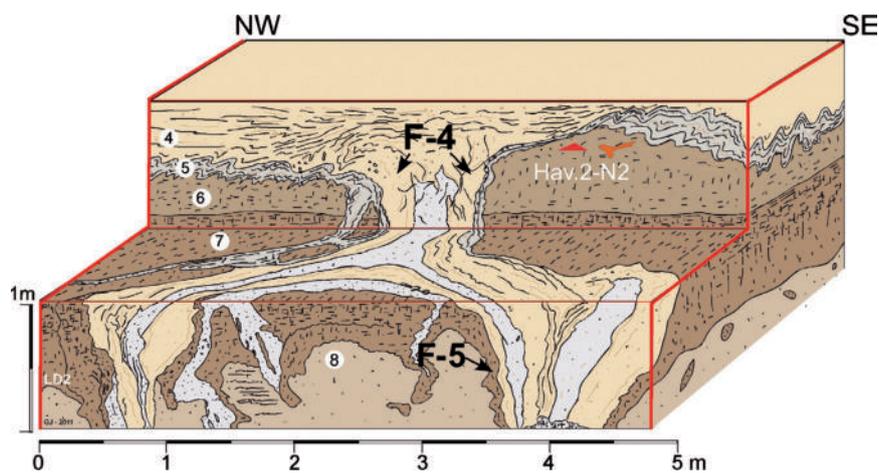


Figure 38 - Hav.2-P1 : bloc diagramme illustrant une intersection dans le réseau de grandes fentes en coin F-4.

Compte tenu de l'âge de la surface à partir de laquelle elles se sont ouvertes et de celui des dépôts sus-jacents, elles pourraient se rattacher à la péjoration climatique directement antérieure au GIS 11 vers 44 ka (Figure 39 et Figure 40). Le hiatus sédimentaire entre les unités 7 et 6a est par ailleurs souligné dans les données analytiques par une chute des teneurs en carbone organique total (0,32 %) et un premier pic de CaCO_3 indiquant une nouvelle phase d'apports loessiques à la base de l'unité 6. L'ensemble de l'unité 7 correspondrait donc au bilan de la partie la plus importante du Pléniglaciaire moyen et à l'intervalle ~ 58-45 ka (Figure 40). Néanmoins la structure de la courbe des argiles (croissance régulière interrompue brutalement à la transition des unités 7-6a) laisse supposer que l'horizon de l'unité 7 a subi une troncature importante en liaison avec la phase de dégradation du pergélisol associé au réseau de fentes F-5.

La formation de la partie supérieure du complexe de sol d'Havrincourt débute par un nouvel apport loessique (unité 6b) peu épais (essentiellement piégé dans les fentes du niveau F-5) suivi d'au moins deux phases de pédogenèse dont le degré de développement reste cependant nettement moindre que celui du sol de l'unité 7.

Cette unité 6a, distinguée sur le terrain par son faciès argileux compact à forte structure lamellaire et enduits de manganèses et d'oxydes de fer orangés, correspond à un horizon de type sol brun arctique à sol de prairie arctique (COT : 0,4 %, argile : 29 %) hydromorphe et fortement structuré par les processus de gel-dégel. La structure en deux «pics» de la courbe du pourcentage en argile, ainsi que la présence d'une surface archéologique (niveau Hav.2-N2) dans le tiers supérieur de l'unité 6a suggèrent que cette dernière correspond à un ensemble polyphasé d'au moins deux horizons de sol superposés. L'originalité de cette unité est de présenter une augmentation progressive des pourcentages de CaCO_3 de la base au sommet (2 à 8 %). Cette évolution, qui va à l'encontre de ce qui est généralement observé dans le cas d'un sol développé à partir de la surface d'un loess calcaire préalablement déposé, indique que l'on se situe dans un contexte où une altération pédologique peu intense est progressivement «noyée» sous des apports loessiques de plus en plus importants (période de transition Pléniglaciaire moyen-Pléniglaciaire supérieur).

Compte tenu des dates OSL et ^{14}C obtenues sur les restes de grands mammifères associés au niveau archéologique inclus dans sa partie sommitale (~ 33-34 ka cal. BP), cet horizon pourrait représenter le bilan de la succession des interstades GIS 8 et 7 ou 8 à 6 (~ 38,5-33 ka).

Dans cette configuration, les courtes périodes de péjoration climatique qui séparent ces interstades n'ont vraisemblablement pas été marquées dans les séquences d'Havrincourt par des phases de dépôts loessiques suffisamment importantes pour être préservées en tant qu'unités indépendantes (de la même manière que pour la période 45-58 ka).

D'après les données disponibles, cet horizon peut être corrélé avec la partie sommitale du complexe de Saint-Acheul Villiers-Adam (sol brun supérieur) et le sol de Lohne des profils allemands comme Nussloch (Antoine *et al.*, 2003c) attribués au complexe interstadiaire de Denekamp. Il ne semble pas avoir d'équivalent nettement individualisé dans les coupes de Belgique (télescopage au sommet du sol des Vaux ?).

Les données d'Havrincourt sont ici très importantes car elles apportent des informations fondamentales pour la datation et l'interprétation de cet horizon de sol qui, dans toutes les coupes loessiques européennes, marque la fin du Pléniglaciaire moyen et dont la datation fait l'objet d'un débat très actuel (Antoine *et al.*, 2009, Kadereit *et al.*, 2013).

D'une manière plus générale la question de la limite entre Pléniglaciaire moyen-Pléniglaciaire supérieur est importante et tout particulièrement en ce qui concerne Havrincourt où un niveau daté du Paléolithique supérieur ancien (Hav.2-N2) se situe au niveau de cette charnière.

Sur le terrain, cette limite stratigraphique sert de repère pour les corrélations à l'échelle européenne et il est important d'essayer de la préciser. D'une manière générale, elle se traduit par le passage brutal entre une longue période (~ 20 ka) dominée par un très faible bilan de la sédimentation loessique (0,05 à 0,1 mm/an !) et la formation de sols «bruns» de type sols boréaux à un environnement définitivement dominé par la mise en place des grandes couvertures de loess calcaires caractérisées par des taux de sédimentation très importants et un volume de dépôt sans précédent (≥ 1 mm/an, Frechen *et al.*, 2003 ; Antoine *et al.*, 2009).

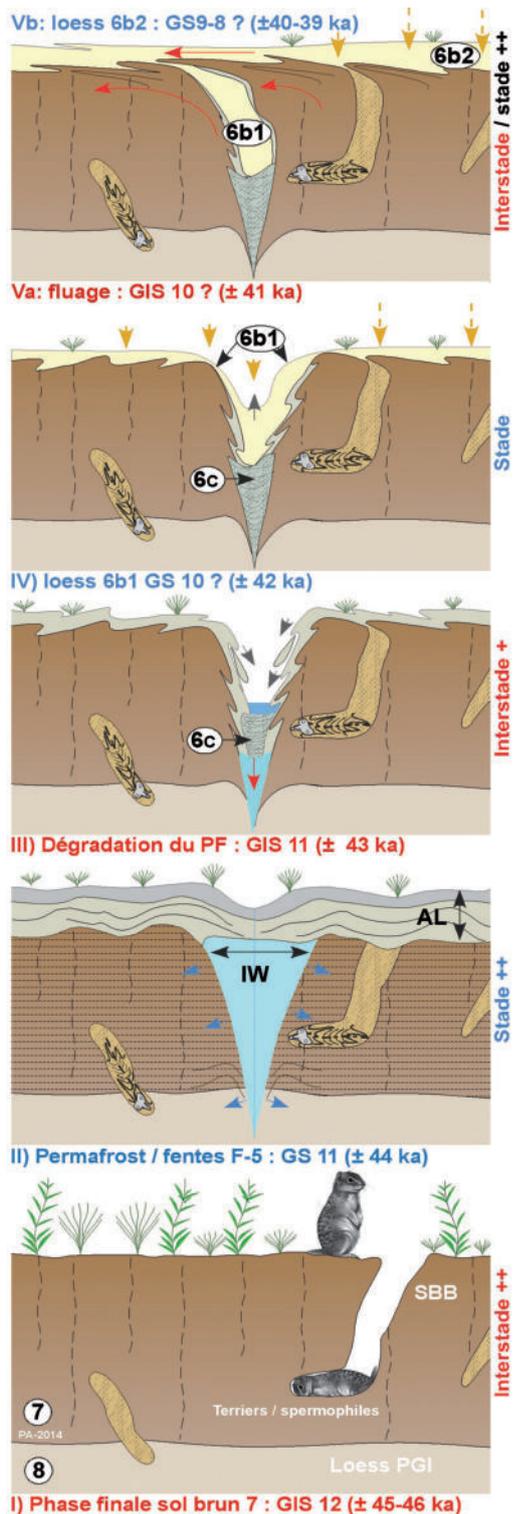


Figure 39 - Essai de reconstitution de l'évolution pédosédimentaire et paléoenvironnementale contemporaine de la partie inférieure du complexe de sols d'Havrincourt (première moitié du Pléniglaciaire moyen). PGI : Pléniglaciaire inférieur, IW : ice-wedge, AL : couche active, SBB : sol brun boréal.

Cependant les enregistrements loessiques n'étant jamais continus, un hiatus variable, qui peut atteindre plusieurs milliers d'années (≥ 5 ka), caractérise cette limite. En effet, compte tenu des données chronologiques obtenues à Havrincourt et sur les séquences de références comme celle de Nussloch, l'explosion des taux de sédimentation loessique débiterait vers 32-30 ka alors que les derniers sols seraient datés de 35 ka.

La préservation de l'unité 6 d'Havrincourt, qui correspond à une partie du bilan pédosédimentaire est exceptionnelle pour le nord de la France. L'unité 6 se place donc dans cette charnière qui marque l'extrême fin du Pléniglaciaire moyen.

La composition des malacofaunes du Pléniglaciaire moyen du nord de la France étant quasiment inconnue faute des données dues à la décarbonatation quasi-généralisée des sols bruns boréaux de cette période, elle ne peut fournir d'éléments susceptibles de contribuer à préciser la chronostratigraphie de l'unité 6. Les proportions des différentes espèces sont néanmoins similaires à celles de la malacofaune extraite du paléosol supérieur du complexe de sols du Pléniglaciaire moyen à Languevoisin (Moine, 2011).

Les proportions des taxons de chaque profil indiquent que l'unité 6a est associée à un milieu découvert à végétation pauvre, plutôt sec sur Hav.1-P1 et plus humide sur Hav.2-P5. Cependant, les taux de carbonate étant similaires dans les deux profils, la forte différence d'abondance totale entre les deux loci pourrait s'expliquer par des différences topographiques induisant un milieu localement plus humide et donc plus favorable au développement des mollusques sur Hav.2-P5. Toutefois, d'une part l'enregistrement malacologique sur Hav.2-P5 ne débute qu'au milieu de l'unité 6, d'autre part une augmentation d'abondance beaucoup plus abrupte à la transition des unités 6a-5 sur Hav.1-P1 que sur Hav.2-P5 est remarquée. Le changement dans les proportions n'étant qu'à peine plus marqué sur Hav.1-P1. Ce faisceau de critères associé aux déformations périglaciaires affectant la partie supérieure de l'unité 6a suggère qu'elle ait pu être partiellement érodée sur Hav.1-P1. Par conséquent les deux enregistrements malacologiques seraient diachroniques, celui de Hav.2-P5 succédant chronologiquement à celui de Hav.1-P1.

Ainsi, les malacofaunes de l'unité 6a reflètent-elles un milieu plutôt froid, sec et ouvert à végétation peu diversifiée sur Hav.1-P1, devenant progressivement plus humide sur Hav.2-P5. Cette tendance est pour tout ou partie renforcée au sommet de l'unité sur Hav.2-P5 par la présence de fentes en coin remplies du matériel gleyifié de l'unité sus-jacente et qui n'ont pu être évitées lors de l'échantillonnage. En admettant l'attribution de l'unité 6a à la fin du Pléniglaciaire moyen, l'environnement partiellement dénudé décrit à Havrincourt contrasterait fortement avec la végétation de steppe / toundra à toundra arbustive plus ou moins diversifiée reconstituée dans la vallée du Rhin : Achenheim (Puisségur, 1978), Remagen (Schiermeyer, 2002), Nussloch (Moine *et al.*, 2005).

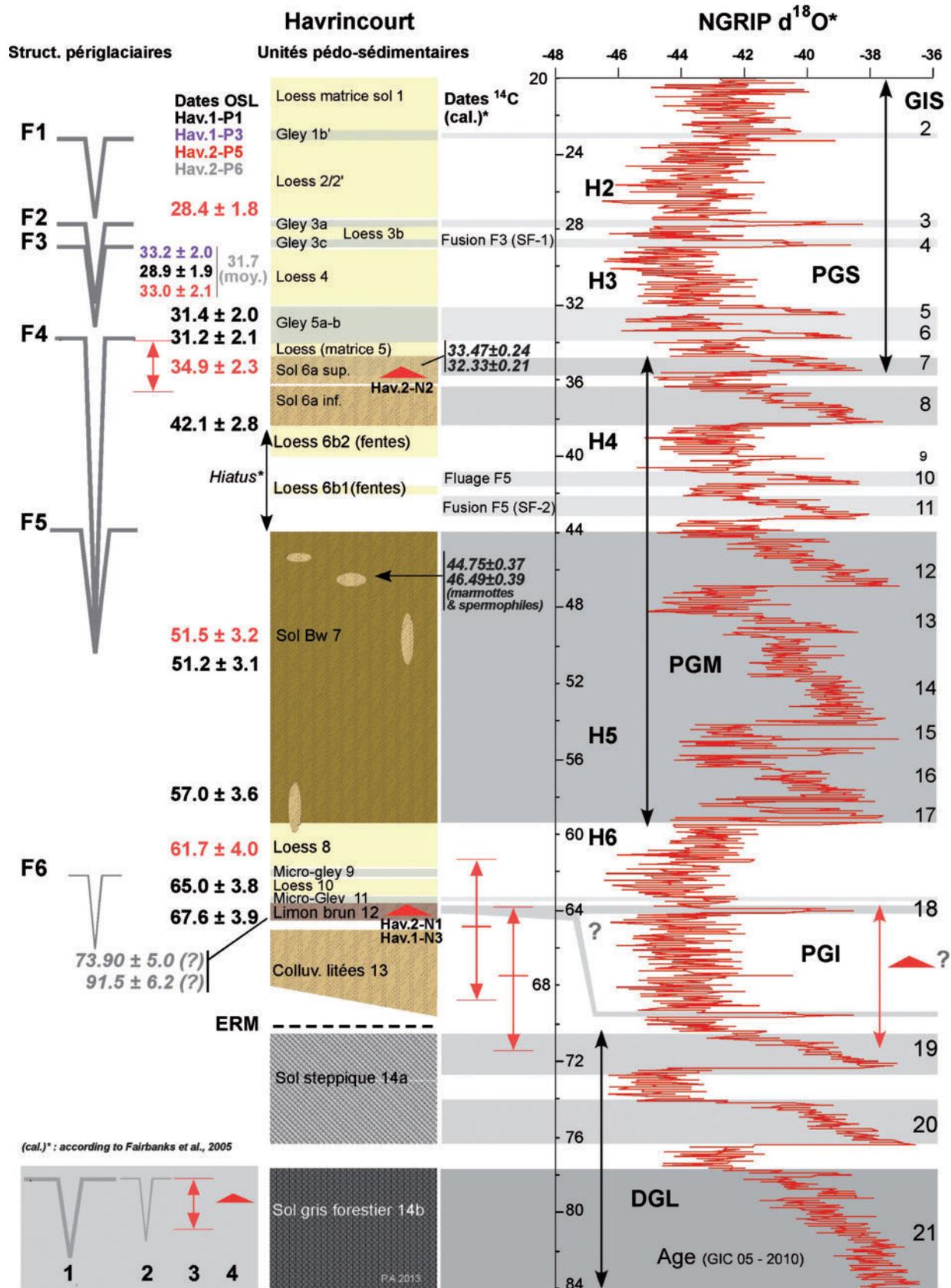


Figure 40 - Proposition de corrélation entre la succession des différentes unités pédo-sédimentaires de la séquence synthétique d'Havrincourt et l'enregistrement paléoclimatique de North-GRIP, et datation des structures périglaciaires et des deux niveaux archéologiques principaux. 1/ Grandes fentes de type «ice-wedge», 2/ Fentes de gel, 3/ Intervalle chronologique des datations OSL de l'unité 12 contenant le niveau archéologique du Paléolithique moyen, 4/ Niveaux paléolithiques. Les datations sont exprimées en Ka.

Sous-séquence II-4 (unités 5 à 2) : Pléniglaciaire supérieur
(PGS ~ 30-17 ka)

La première unité rattachée au Pléniglaciaire supérieur est le gley de toundra de l'unité 5 représentant une limite fondamentale au regard du complexe de sols sous-jacents. En effet, indépendamment de son faciès lié à l'hydromorphie, cette unité possède dès sa partie basale, des caractéristiques sédimentologiques de type loessiques (COT faible, CaCO_3 élevé) qui indiquent qu'elle s'est développée sur un apport éolien « frais » distinct du limon loessique argileux altéré et partiellement hydromorphe du sommet de l'unité 6a. Cet horizon de gley de toundra cryoturbé résulte de la saturation saisonnière en eau de la couche active d'un pergélisol. Il est jalonné par une bande irrégulière à faciès laminé de quelques centimètres d'épaisseur (unité 5a), totalement défermée, enrichie en CaCO_3 secondaire (redistribution de carbonates sous la forme de petites concrétions et manchons racinaires) et en débris organiques noirâtres (restes de végétation, croûte cryptogamique ?) (Figure 23 - H). Un pic marqué des valeurs de COT et une augmentation de la susceptibilité magnétique sont associés à ce niveau et pourraient signaler un dédoublement de l'unité 5.

Dans les deux secteurs, les courbes de l'abondance malacologique de l'unité 5 se caractérisent par deux pics successifs d'intensité décroissante. Cette observation va dans le sens d'un gley complexe dédoublé.

Ces deux pics d'abondance accompagnés d'augmentations de la proportion en individus juvéniles chez le genre *Pupilla* indiquent un réchauffement et un allongement de la saison chaude (été et saisons de transition), cohérents avec la fusion et la cryoturbation du gley de toundra caractérisant l'interstade (Moine et al., 2008). Les proportions croissantes des taxons hygrophiles et palustres associées à ces deux pics soulignent aussi des conditions plus humides. Cette présence plus importante de l'eau au sommet des gleys de toundra induit en outre les taux de fractionnement des coquilles du genre *Pupilla* les plus élevés en association avec les pics d'abondance. Enfin, les abondances moindres et les proportions plus importantes en taxons hygrophiles et palustres reflètent des conditions environnementales moins clémentes et plus humides durant le pic sommital dans chacun des deux loci. Ces observations sont identiques à celles réalisées dans les gleys de toundra de Bourlon et G2 de Nussloch (Moine et al., 2011, Moine, 2014). À Nussloch, le biphase associé du gley de toundra G2 a été démontré grâce au profil P4 (Antoine et al., 2002b) alors qu'à Bourlon il n'est comme à Havrincourt fondé que sur des éléments malacologiques. La phase stadière censée séparer ces deux interstades n'est en outre clairement exprimée dans aucun de ces trois sites. Par ailleurs, la composition de la malacofaune ne reflète aucun accroissement de la diversité végétale, à moins que les zones refuges des mollusques n'aient été trop éloignées pour permettre une recolonisation de la région par de nouvelles espèces durant ces brèves phases de réchauffement (Moine et al., 2008).

Les datations OSL situant l'unité 5 autour de 31-32 ka ($31,2 \pm 2,1$ ka et $31,4 \pm 2,0$ ka), sont cohérentes avec les dates des niveaux sous-jacents, les âges ^{14}C du niveau archéologique Hav.2-N2 ainsi qu'avec une attribution à l'interstade GIS 5 ou 5-6 (~ 32-33,5 ka).

L'âge de l'unité 5 d'Havrincourt est également cohérent avec celui du gley de toundra G2 de Nussloch (Antoine et al., 2009) et très probablement avec celui de Bourlon (Moine et al., 2011). Le biphase mis en évidence dans ces trois sites caractériserait donc une réponse généralisée des paléoenvironnements ouest-européens à des phases de réchauffement millénaires du climat dans un contexte de faible taux de sédimentation loessique (Moine et al., 2011) (cf. Figure 32, p. 54). La suite de la sous-séquence Pléniglaciaire supérieur s'individualise d'une manière très nette avec la mise en évidence une nouvelle péjoration climatique particulièrement intense qui se traduit par la formation d'un réseau de grandes fentes à coins de glace de type « ice-wedge » (2 à 3 m de profondeur / ouverture ~ 0,5 m) à maille décimétrique (12-14 m). Ce réseau polygonal (F-4, Figure 39 - A et H) (polygones de toundra) dont l'extension horizontale a pu être suivie et photographiée par un drone d'une manière unique sur plus de 4 000 m² lors du décapage (Figure 39 - B), représente la signature inédite d'un pergélisol continu qui constitue un marqueur du début Pléniglaciaire supérieur (Figure 19 et Figure 40).

Ces structures sont particulièrement bien conservées à l'interface des unités 5-6 et 4 où leur visibilité est accentuée par les importants contrastes de lithologie et de coloration qui distinguent l'encaissant (limons bruns-grisâtres argileux) du remplissage de ces structures (loess calcaire beige clair). Sur la base des travaux menés dans l'Arctique (Pissart, 1987 ; Van Vliet-Lanoë, 1987 ; French, 2007 ; French & Shur, 2010 ; Matsuoka, 2011), il a été montré que ces grandes fentes à coins de glace de type épigénétique résultaient de la répétition de la succession d'événements suivants :

- A. Fracturation verticale initiale de quelques millimètres de large, à partir du toit du pergélisol, lors d'une chute très brutale de la température. Les conditions pré-requises sont une couverture neigeuse peu épaisse (moins de 50 cm) et un appauvrissement en eau par cryosuction. Le régime thermique spécifique estimé pour la genèse de cette ouverture correspond à une température moyenne de l'air annuelle MAAT de -7 °C à -9 °C et une température de l'air au moment de la fissuration inférieure à -25 °C. En revanche, la température au toit du pergélisol avoisinerait les -10°C. À Havrincourt, le substrat limono-argileux et une topographie plane à très faible pente sont particulièrement favorables au développement de ces structures,
- B. Fonte printanière superficielle du pergélisol (couche active) entraînant un remplissage des fissures par les eaux de fonte immédiatement congelées au contact du sol gelé. La congélation de l'eau dans la fissure entraîne une augmentation de volume et un élargissement de la fissure sous l'effet de la transformation de l'eau en glace,
- C. Retour à l'étape A, lors de l'hiver suivant avec nouvelle fissuration brutale guidée par la structure existante.

La formation de grandes fentes à coin de glace, dont l'ouverture atteint $\sim 0,5$ m à Havrincourt, pourrait correspondre à la répétition d'environ 500 cycles annuels et donc indiquer un hiatus de 0,5 ka dans la séquence.

Néanmoins, les vitesses annuelles d'ouverture de ces structures sont encore mal connues et liées en partie à la nature du substrat et à sa teneur en glace (Black, 1976 ; Murton, 2007).

À Havrincourt, le colmatage sédimentaire qui a permis la préservation de ces pseudomorphoses de fentes en «V» à la suite de la disparition des coins de glace est constitué par deux phases bien distinctes :

1. Recouvrement des bordures de la fente en cours de dégradation (fusion du coin de glace) par du matériel gleyifié grisâtre issu du fluage lent de la couche active du pergélisol (unité 5) (Figure 38 et Figure 39). L'absence de stratification dans le colmatage des fentes du réseau principal F-4 implique une décroissance lente et progressive du coin de glace avec drainage des eaux de fonte en profondeur sans ruissellement contrairement à ce qui a pu être observé au niveau du réseau de fentes F-5,
2. Colmatage loessique homogène en milieu aride et froid et fossilisation définitive de la structure.

Cette succession, qui a été étudiée en détail depuis plusieurs années dans les séquences du nord-ouest européen, traduit l'alternance rapide de deux phases climatiques extrêmes (Moine *et al.*, 2008 ; Antoine *et al.*, 2009) :

1. Développement du pergélisol riche en glace et d'un réseau de grandes fentes en coin lors d'une période caractérisée par des hivers extrêmement rigoureux susceptibles d'initier le processus. Le milieu est cependant assez humide pour que le sol soit riche en glace (neige) et la sédimentation éolienne est en forte réduction,
2. Dégradation rapide du pergélisol entraînant la fusion des coins de glace, l'approfondissement de la couche active (épaississement du faciès gley de toundra), puis son fluage dans les coins libérés par la fusion de la glace. En cas de réchauffement particulièrement intense et rapide, et en présence d'une pente significative, l'eau de fonte libérée par la fusion des coins de glace provoque des processus de ruissellement localisés (chenaux de fonte) qui érodent les structures en coin initiales (érosion thermique) (niveau F-2). Dans les contextes de versant, ce processus peut aboutir à l'élargissement progressif des chenaux initiaux guidés par la structure polygonale et la mise en place d'un réseau de drainage et d'érosion thermokarstique. Dans un stade ultime, la coalescence de ces chenaux provoque la formation de ravines thermokarstiques susceptible d'entailler profondément les versants comme cela a été observé à Villiers-Adam (Antoine *et al.*, 2003b) ou à Nussloch (Antoine *et al.*, 2001, 2009, 2013).

À Havrincourt la fossilisation du gley de toundra et du réseau de grandes fentes associé à un dépôt éolien (loess) intervient dans un milieu qui redevient très aride et froid. Néanmoins, l'imbrication des «langues» de gley géliflué de l'unité 5 et du loess sus-jacent (unité 4) montre la rapidité du passage entre la phase de fluage finale du gley de toundra et la mise en place des premiers dépôts loessiques, mais aussi la poursuite des cycles annuels de gel-dégel qui continuent de déstabiliser les horizons superficiels du sol.

La péjoration climatique se poursuit avec la mise en place des loess calcaires homogènes de l'unité 4 (IGR : 1,65 ; Argile : 17 % ; COT : 0,16 %) sur une épaisseur particulièrement constante dans les deux sites ($\sim 0,6$ à 0,8 m). Cette unité est localement affectée par une décarbonatation (LD-1) liée au sol de surface dans le secteur 1 où les dépôts sus-jacents sont moins épais (unité 4').

Ces loess ont été observés dans la même position stratigraphique dans un grand nombre de profils du nord de la France, notamment le long du tracé du TGV Nord (Antoine, 1991), constituent un « marqueur » du début du Pléniglaciaire supérieur dont la datation était jusqu'à maintenant assez imprécise (Locht *et al.*, 2006). Les données d'Havrincourt et les dates OSL permettent maintenant de les placer en parallèle avec la péjoration climatique majeure centrée sur 30,5 ka dans les enregistrements paléoclimatiques de référence (Figure 40). On remarque par ailleurs que cette période correspond à l'événement de Heinrich 3 décrit dans les carottes marines de l'Atlantique Nord (Bond *et al.*, 1993, Marcott *et al.*, 2011).

Comme dans le cas du réseau F-5, la formation du pergélisol associé au réseau majeur de coins de glace F-4 serait antérieure de quelques milliers d'années à l'événement de Heinrich 3.

Les analyses d'anisotropie de la susceptibilité magnétique menées sur toute l'épaisseur de cette unité débouchent sur la mise en évidence d'une linéation magnétique dont les variations sont corrélées aux valeurs des indices granulométriques (Figure 26 et Figure 27). Il est très probable que l'intensification de la dynamique éolienne enregistrée par l'IGR et l'U-ratio soit accompagnée d'une augmentation des vitesses moyennes des vents qui permet le développement d'une linéation magnétique. Les mesures indiquent cependant une direction dominante NNE-SSO, en net désaccord avec les orientations NNO-SSE généralement admises pour le dépôt des loess weichseliens de la zone ouest européenne (Lautridou, 1987 ; Antoine *et al.*, 2009). Cette première étude, très prometteuse, devra être complétée par l'analyse des autres phases de dépôt loessique du Pléniglaciaire supérieur afin de rechercher d'éventuels changements majeurs de la direction moyenne des vents dominants au cours de cette période. Ces données apparaissent fondamentales pour la modélisation de la circulation atmosphérique et de ses relations avec la sédimentation éolienne dans l'ouest de l'Europe au cours du Dernier Glaciaire (Sima *et al.*, 2013). Le sommet de cette unité loessique est matérialisé par un gley de toundra épais et complexe qui se subdivise en deux sous-horizons séparés par un mince dépôt de loess calcaire essentiellement préservé dans le profil Hav.2-P6 (Figure 16) au sein d'une pseudomorphose de coins de glace (réseau F-3).

Le remplissage de cette fente F-3 montre, dans le profil P3 du secteur 1, des lits à stratifications entrecroisées (SF1) matérialisant un épisode de fusion du pergélisol associé lors d'un épisode de réchauffement (interstade). Cette bipartition du gley 3, souvent difficile à observer sur le terrain en l'absence de structure en coin intermédiaire, est cependant bien enregistrée dans les données analytiques, notamment par les argiles, le COT et la malacologie. Bien que moins net que dans l'unité 5, un profil bimodal concernant tous les taxons caractérise la courbe d'abondance totale en mollusques du gley de l'unité 3. Les malacofaunes, fortement dominées par le taxon hygrophile *S. oblonga*, reflètent un milieu humide. Dans les deux pics d'abondance, les proportions plus élevées du taxon palustre *P. alpicola* soulignent une accentuation de l'humidité. Malgré tout, la végétation semble aussi peu diversifiée que pour l'unité 5. Les réserves émises alors à ce sujet s'appliquent également ici. Il est donc fort probable que l'unité 3 soit aussi biphasée et qu'elle résulte d'une succession de deux interstades. Même si l'environnement associé au pic supérieur semble légèrement moins humide que celui du pic inférieur, leur différenciation est beaucoup moins évidente que pour ceux de l'unité 5, notamment en raison de la forte cryoturbation de l'unité 3.

L'horizon supérieur du gley de toundra (unité 3a) est associé au niveau de grandes fentes (réseau F-2) à colmatage loessique homogène de $\sim 0,3 \times 1,2$ m de profondeur qui s'emboîtent systématiquement dans le précédent. Ces fentes, moins déformées que celles du niveau F-3 (sans structures de fusion), sont fossilisées par un dépôt de loess calcaire homogène (unité 2).

La succession des faciès 3a-b correspond à la même dynamique que celle qui a été mise en évidence pour les unités 4-3c et détaillée ci-dessus. La maille du réseau n'a pas pu être identifiée en détail en raison des conditions d'affleurement (absence de décapage horizontal) néanmoins le niveau de fente F-2 semble s'emboîter systématiquement (comme d'ailleurs le niveau de fente F-3) dans le niveau de fente principal F-4, indiquant un réseau polygonal à maille décimétrique de la même ampleur. Une seule datation OSL ($28,4 \pm 1,8$ ka) est disponible pour le loess qui fossilise ce niveau dans le profil Hav.2-P5. Cette date montre néanmoins la rapidité de la mise en place de la séquence représentée par la succession du loess de l'unité 4, du gley dédoublé de l'unité 3 et de la base du loess de l'unité 2 (Figure 40). En raison de sa proximité avec la base du sol de surface, ce loess est par contre souvent décarbonaté notamment sur le secteur 1 où il est un peu moins épais. L'analyse de cette partie de la séquence montre donc des caractéristiques comparables à celles du gley complexe observé dans ces séquences du Nord et de la Somme (notamment sur le TGV-Nord) et dénommé «Horizon cryoturbé du Santerre» (Antoine, 1991). L'âge de cette partie est encore mal connu, néanmoins compte tenu du calage par les nouvelles datations OSL et de l'histoire climatique enregistrée dans cette partie de la série (succession rapide de deux interstades séparés par un stade), il est possible de les rapprocher de la succession des interstades GIS 4 et GIS 3 centrés respectivement autour de 27,4 et 28,5 ka.

Dans l'Ouest européen, ce doublet de gleys de toundra a été mis en évidence et daté autour de 28 ka dans la séquence de référence de Nussloch (G3-G4, Antoine *et al.*, 2009) et pourrait correspondre aux gley HC6 des séquences belges comme Harmignies, bien que les âges TL y soient un peu plus jeunes (âge moyen autour de ~ 26 ka, Frechen *et al.*, 2001). Notons que les malacofaunes des gleys de toundra G3 et G4 de Nussloch sont différentes de celles du gley de toundra G2, assez similaires entre elles et que les deux pics d'abondance associés sont à peu près de même de taille (Moine *et al.*, 2008), ce qui leur confère une certaine ressemblance avec ceux de l'unité 3 d'Havrincourt même si la richesse y est nettement moindre.

Dans les profils du secteur 2, un dernier horizon de type gley de toundra associé à de rares fentes en coin a été observé (niveau F-1). Contrairement aux niveaux sous-jacents, celui-ci, complètement intégré au sein de l'horizon Bt argileux du sol de surface est souvent difficile à mettre en évidence. Cette configuration se rencontre dans de nombreux profils du nord de la France en raison de la faible épaisseur du loess terminal (1 à 2 m) qui est alors totalement décarbonaté et illuvié (Figure 27). Il apparaît néanmoins dans le secteur 2 en plusieurs points du profil sous la forme de structures en «V» de $\sim 0,3$ m d'ouverture pour $\sim 70-80$ cm de profondeur à colmatage brun plus grisâtre que l'encaissant. Par comparaison avec les structures mieux conservées et les données de la bibliographie, il s'agit d'un niveau de pseudomorphoses de grandes fentes de gel à colmatage loessique. Ce niveau n'apparaît pas associé à une interface stratigraphique, probablement en raison du masquage lié à la décarbonatation et aux processus d'illuviation associés au développement du sol de surface.

Cependant, d'après les données granulométriques (IGR notamment), il semble bien se situer au sommet d'une phase d'accumulation loessique majeure et à la transition avec les derniers 0,5 m de loess caractérisés par un IGR, une médiane et un U-ratio nettement plus faibles (Figure 24 et Figure 26). Aucune datation n'est disponible pour ce niveau, cependant, compte tenu de la séquence d'événements décrite dans les dépôts sous-jacents, il est possible que cet horizon se soit développé au cours du dernier interstade court de la fin du Dernier Glaciaire (GIS 2 vers 23 ka). Du point de vue stratigraphique, il pourrait correspondre à l'Horizon de Nagelbeek (Haesaerts *et al.*, 1981), dont un équivalent a été récemment mis en évidence dans le nord de la France dans les coupes d'Onnaing (près de Valenciennes, chantier Toyota, Antoine, inédit), ou le gley G8 de Nussloch directement sus-jacent à un loess daté de 23 ka par OSL (Antoine *et al.*, 2009).

Sous-séquence II-5 (unités 1 à 0) : Tardiglaciaire et Holocène

La séquence d'Havrincourt se termine avec la formation du sol brun lessivé de surface qui représente le bilan du Tardiglaciaire et de l'Holocène (Van Vliet-Lanoë *et al.*, 1992). Il est représenté par :

1. Un horizon à doublets (horizon B à illuviations silteuses à argilo-silteuses en bandes ondulées 1b) qui résulte d'une décarbonatation suivie d'une illuviation en bandes liée à la dégradation finale du pergélisol au début du Tardiglaciaire dès 14-15 ka.
2. Un horizon Bt argileux typique à revêtements argileux dont le développement se poursuit tout au long de l'Holocène (unité 1a). La position actuelle de la limite de décarbonatation, qui apparaît totalement déconnectée de la base de l'horizon Bt, correspond vraisemblablement à une évolution très récente du sol de surface sous l'effet de la dénudation et des pratiques culturales (exposition du sol nu, reprise de lessivage). Cette limite, qui peut localement atteindre plus de 3 m de profondeur, affecte souvent une partie importante des loess les plus récents et souligne la base de structures récentes comme les tranchées de la Première Guerre Mondiale (1914-1918). Par comparaison avec d'autres profils régionaux, l'épaisseur assez faible de l'horizon Bt 1a à Havrincourt traduit une érosion anthropique responsable de l'ablation d'une tranche de sol d'au moins 0,2 à 0,3 m. L'impact anthropique sur ce sol est nettement souligné par les très nombreux pédotubules à enduits argilo-silto-organiques sombres qui le pénètrent (agricutanes résultant du lessivage de la surface d'un sol dénudé par l'agriculture). Enfin, à Havrincourt, le sol de surface est souvent affecté par de profondes traces de remaniements (tranchées, obus de la bataille de Cambrai, etc.) qui résultent de l'activité de ligne de front de la Première Guerre mondiale (1914-1918).

Conclusion

Cette étude multidisciplinaire des séquences loessiques aboutit sur la mise en évidence de données extrêmement riches et cohérentes pour la connaissance du bilan pédosédimentaire du Dernier Glaciaire et du contexte chrono-climatique du Paléolithique dans le nord de la France. Les résultats acquis montrent que la séquence loessique d'Havrincourt dispose de tous les atouts pour devenir une séquence de référence pour le Weichselien du nord de la France.

Les principaux résultats sont les suivants :

1. Mise en évidence d'une nouvelle séquence pédostratigraphique de référence pour le nord de la France, notamment en ce qui concerne le début du Pléniglaciaire inférieur et le Pléniglaciaire moyen, périodes généralement très mal enregistrées dans cette aire géographique (« complexe de sols d'Havrincourt »).
2. Mise en place d'un nouveau canevas géochronologique régional pour le Dernier Glaciaire sur la base des résultats des datations OSL et radiocarbone et confirmation de l'enregistrement dans les environnements loessiques régionaux d'une réponse aux variations climatiques rapides (millénaires).
3. Révision du schéma pédostratigraphique et chronoclimatique régional en ce qui concerne les périodes du Pléniglaciaire inférieur et moyen (~ 65-35 ka) et mise en évidence de corrélations avec les séquences du Dernier Glaciaire en Europe du Nord-Ouest (Belgique et Allemagne).
4. Mise en évidence d'un environnement typiquement steppique particulièrement favorable à l'expansion des faunes de grands mammifères et de rongeurs dans la première moitié du Pléniglaciaire moyen entre ~ 60-58 et 45 ka, dans un milieu dominé par la pédogenèse (unité 7). Par contre, la partie supérieure du complexe d'Havrincourt (unité 6), qui contient le niveau du Paléolithique supérieur ancien, montre des assemblages de milieu plus froid et plus ouvert avec le Renne et le Rhinocéros laineux. Enfin, comme dans tous les autres sites du nord de la France, la biomasse semble totalement insignifiante pendant la mise en place des loess du Pléniglaciaire supérieur.
5. Mise en évidence d'une succession unique d'horizons périglaciaires : cinq réseaux de fentes associées à des gleys de tundra, dont deux dégradés associés à des structures de fusion (chenaux de fonte / thermokarst SF-1 et SF-2). Cette succession, datée par OSL et ¹⁴C, constitue une première séquence régionale de référence qui, en ce qui concerne les niveaux principaux, montre de fortes analogies avec celles des régions loessiques limitrophes comme la Normandie, le nord du Bassin Parisien ou la Belgique.
6. Découverte de quatre niveaux d'occupation humaine en place dont un niveau archéologique exceptionnel attribuable au Paléolithique supérieur ancien (Gravettien ancien). La bonne conservation des niveaux archéologiques (versant en pente douce favorisant le piégeage des loess et l'enfouissement rapide des artefacts), associée à l'analyse de la séquence pédosédimentaires et aux datations permet de proposer un calage chronostratigraphique et chronoclimatique précis pour les niveaux paléolithiques fouillés.

CHAPITRE 3

TAPHONOMIE, BIOCHRONOLOGIE, PALÉOÉCOLOGIE ET PRÉSENTATION DU CORTÈGE FAUNIQUE

Emilie GOVAL, David HÉRISSEON, Patrick AUGUSTE, Emilie CLAUD

Taphonomie du site, des vestiges lithiques et fauniques

David HÉRISSEON, Emilie GOVAL, Emilie CLAUD, Patrick AUGUSTE

Etat de conservation du site et validité des séries archéologiques

L'analyse taphonomique est un préalable indispensable à toute étude archéologique. Elle est le garant de l'interprétation du site. La question de la représentativité des zones explorées est sans doute l'une des plus importantes. L'étendue assez exceptionnelle des surfaces décapées (2 000 m² pour Hav.1 et 4 100 m², pour Hav.2) pouvait laisser penser que la quasi-totalité des vestiges archéologiques avait été récoltée, or il est probable que dans le cas de Hav.1, au moins, les limites de l'occupation humaine s'étendaient au-delà de la zone de décapage. D'une manière générale, les nombreux niveaux paléolithiques qui ont été découverts dans les deux secteurs de fouille n'ont pas tous la même validité scientifique en raison des conditions taphonomiques extrêmement variables. Certains ont subi de nombreuses perturbations post-dépositionnelles, alors que d'autres peuvent être considérés comme dans leur état initial ou presque (perturbations ou déplacements limités à quelques centimètres au maximum). Pour l'ensemble de Hav.1 et Hav. 2, quatre niveaux archéologiques en position primaire et sept niveaux archéologiques en position remaniée ont été mis au jour (Figure 41 et cf. **Sstratigraphie, paléoenvironnements et chronostratigraphie, p. 31**).

Des perturbations modernes dues aux aménagements et aux dégâts causés lors de la première Guerre Mondiale ont également été repérées sur le site (Hav.1 et Hav.2). Étant donné la profondeur d'enfouissement des vestiges paléolithiques, aucun impact particulier sur ces niveaux n'a été relevé.

Le secteur 1

Du matériel lithique et de la faune ont été découverts dans trois unités stratigraphiques distinctes. Un seul des niveaux archéologiques a été jugé en position *in situ* pour les raisons suivantes (du bas vers le haut de la séquence) :

Une première industrie a été récoltée au sein d'un limon humifère attribuable au Début Glaciaire weichselien (US 14b). Ce limon est piégé dans des blocs cisailés épars. Ces nodules remaniés de limon gris humifère sont parfois mêlés à des dépôts rougeâtres issus de l'érosion de l'horizon du Bt éémien. D'une manière générale, ces dépôts sont remaniés sous forme de blocs gelés ou piégés dans des structures thermokarstiques en puits (Figure 18, cf. **stratigraphie, paléoenvironnements et chronostratigraphie, p. 31**). Certaines pièces de l'industrie sont patinées, d'autres sont particulièrement émoussées. Cette unité est issue du démantèlement du sol humifère sur le haut du versant et de son remaniement local par colluvionnement. Les conditions de dépôts de ce matériel confirme le remaniement du matériel lithique (série ND, cf. Figure 41). Ainsi, le matériel lithique contenu dans ces blocs de sol humifère semble géologiquement en place au sein des blocs mais ces derniers ne sont spatialement plus en position primaire.

- Au sein des limons fins sus-jacents, jaune brun, lités (unité 13), quelques artefacts ont été récoltés. Ces limons témoignent de phénomènes de ruissellement et l'industrie présente n'est donc plus en position primaire (Figure 42). Certaines pièces sont lustrées (patine brillante). Le matériel est remanié (série NE, cf. Figure 41).

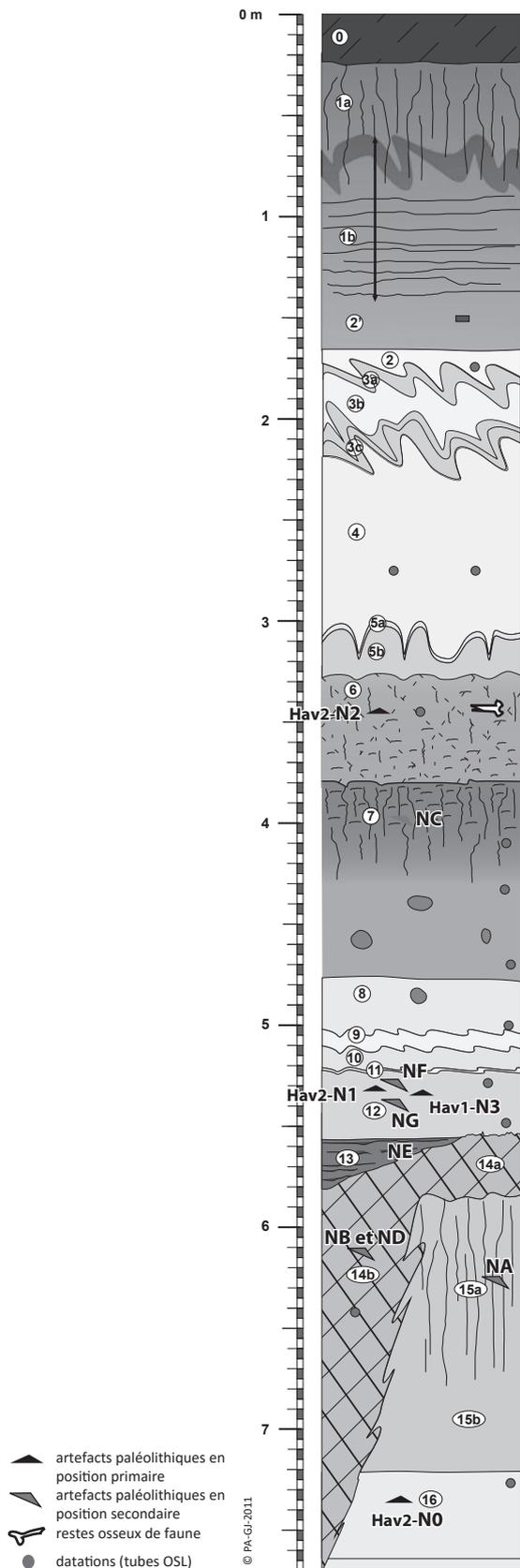


Figure 41 - Havrincourt – Séquence pédosédimentaire synthétique et localisation des niveaux archéologiques en position primaire et secondaire pour les secteurs 1 et 2.

- Les limons bruns dans lesquels est préservée l'industrie Hav.1-N3 se sont déposés par voie éolienne [unité 12]. Ce phénomène a eu pour conséquence un enfouissement rapide et non perturbateur du matériel archéologique. L'unité sédimentaire est homogène dans son ensemble. Elle est présente sur quelques décimètres sur la totalité de l'emprise de fouille. Les pièces sont éparées, leur état de fraîcheur est remarquable. L'industrie lithique et la faune qui lui est associée sont en position primaire (Hav.1-N3).

Il est important de souligner que quelques restes fauniques ont été découverts dans l'horizon brun (unité 6) situé directement sous un gley. Aucun artefact lithique n'a été récolté. Au vu des observations faites par la suite dans le secteur Hav.2, il est fort probable que ces restes osseux soient sub-contemporains de Hav.2-N2, leur position stratigraphique étant similaire. Malheureusement, faute d'observations de liens directs ou simultanés sur le terrain entre Hav.1 et Hav.2, il serait risqué d'affirmer leur stricte contemporanéité. Nous nous en tiendrons donc à cette observation.

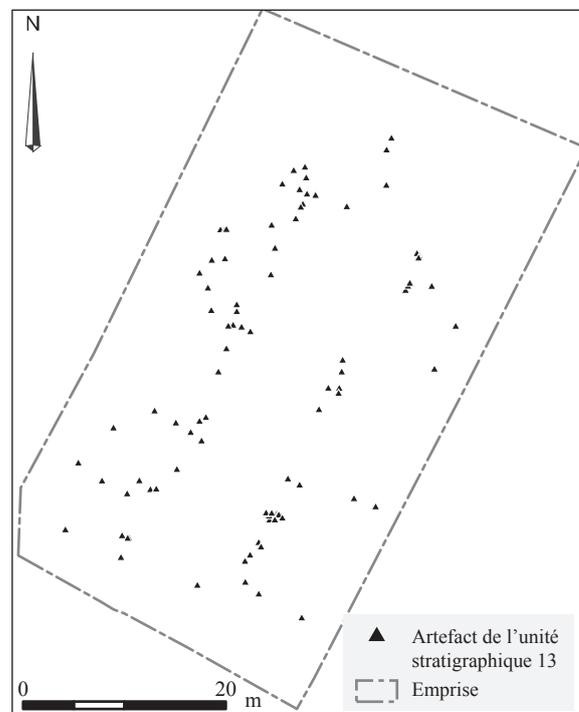


Figure 42 - Havrincourt – secteur 1 : Répartition spatiale des artefacts provenant de l'unité stratigraphique 13 (limons ruisselés) (DAO : C. Font).

Le secteur 2

Du matériel lithique et de la faune ont été découverts dans six unités stratigraphiques distinctes. Trois d'entre elles ont été jugées *in situ* pour les raisons suivantes (du bas vers le haut de la séquence) :

- Les indices paléolithiques les plus anciens sont contenus dans des limons loessiques à doublets dont la limite sommitale est diffuse (unité 16). Ces loess ne semblent pas avoir été affectés par la pédogénèse interglaciaire. Le dépôt éolien a eu pour conséquence un enfouissement rapide et non perturbateur du matériel archéologique. Aucun élément ne va à l'encontre d'une position primaire du matériel (Hav.2-N0). Ces dépôts sédimentaires étant attribuables au Saalien, ces indices d'occupation sont d'autant plus intéressants qu'ils sont rares dans la région. Seuls quelques artefacts et trois os longs ont été découverts sur l'ensemble de la surface fouillée. Ces artefacts présentent un très bon état de fraîcheur confirmant le caractère en place de cette série.
- Un limon argileux, orangé, non calcaire (unité 15a) attribuable à l'interglaciaire eemien, contient quelques pièces lithiques. Cet horizon est fortement dégradé et hétérogène dans sa structure. Les observations de terrain plaident en faveur du caractère secondaire de cette industrie (série NA, cf. **Figure 41**).
- Comme dans le cas de Hav.1, une industrie a été récoltée au sein d'un limon humifère attribuable au Début Glaciaire weichselien (unité 14b). Ce dernier se présente sous forme de blocs cisailés épars et se retrouve également piégé dans des structures thermokarstiques. Pour les mêmes raisons que celles évoquées ci-avant, cette série n'est pas en position primaire (série NB, cf. **Figure 41**).
- Comme dans le cas de Hav.1, les limons bruns dans lesquels est préservée l'industrie Hav.2-N1 sont présents. Ces limons se sont déposés en contexte loessique (dépôts éoliens) [unité 12]. L'industrie est conservée uniquement dans la partie centrale de Hav.2 sur environ 1 500 m². Dans la partie ouest, le bilan des unités sédimentaires 10, 11 et 12 est relativement compacté et ne permet pas de définir sans équivoque le caractère « en place » des pièces (NF, NG ; **Figure 41** et **Figure 43**). Ainsi, seul le matériel lithique et faunique en position primaire, clairement identifié dans le limon loessique brun sous le second gley (unité 12) est pris en compte dans l'analyse.

- Quelques pièces éparses (silex et faune) ont été récoltées au sommet d'un limon argileux brun, orangé (unité 7) surmonté d'un cailloutis. Cette unité est fortement marquée par des processus de gel/dégel ayant, entre autres, pour conséquence une redistribution du matériel. Ces quelques pièces sont en position secondaire (série NC, cf. **Figure 41**).
- L'industrie la plus importante numériquement se localise au sein d'un loess brun calcaire homogène (N2, unité 6a) directement recouvert d'un horizon périglaciaire de type gley de toundra. Au-delà des observations stratigraphiques, c'est également la répartition du matériel lithique qui plaide en faveur du caractère en place de l'industrie. En effet, la quasi-totalité du matériel se répartit en concentrations clairement distinctes les unes des autres, comportant aussi bien de la faune que du silex. Le matériel témoigne d'un bon état de conservation. Les répartitions verticales du matériel lithique montrent à certains endroits une dilatation (**Figure 44**). En effet, une infime partie des artefacts (1,1 %) a été récoltée au sein de l'horizon gleyique sus-jacent (unité 5). Les remontages entre les pièces de ces deux unités sédimentaires (unité 5 et unité 6b) prouvent la reprise de certaines pièces de manière post-dépositionnelles (cf. **l'occupation du Paléolithique supérieur ancien**, p. 125). La mise en place de ce réseau de fentes de gel a affecté la distribution verticale des pièces. Sur le terrain, nous avons pu observer l'alignement de certaines pièces au sein des fentes de gel, sans qu'aucun tri granulométrique ne soit prouvé. Plus de 5000 esquilles ont été recensées dans ce niveau archéologique. Le tri de ces petits éléments par classes n'a pas mis en évidence de répartition particulière du matériel (cf. **l'occupation du Paléolithique supérieur ancien**, p. 125). De plus, 69 % des esquilles récoltées mesurent entre 0,1 et 5 mm. L'ensemble de ces observations géologiques et archéologiques prouvent le caractère *in situ* du matériel lithique et faunique de cet horizon.

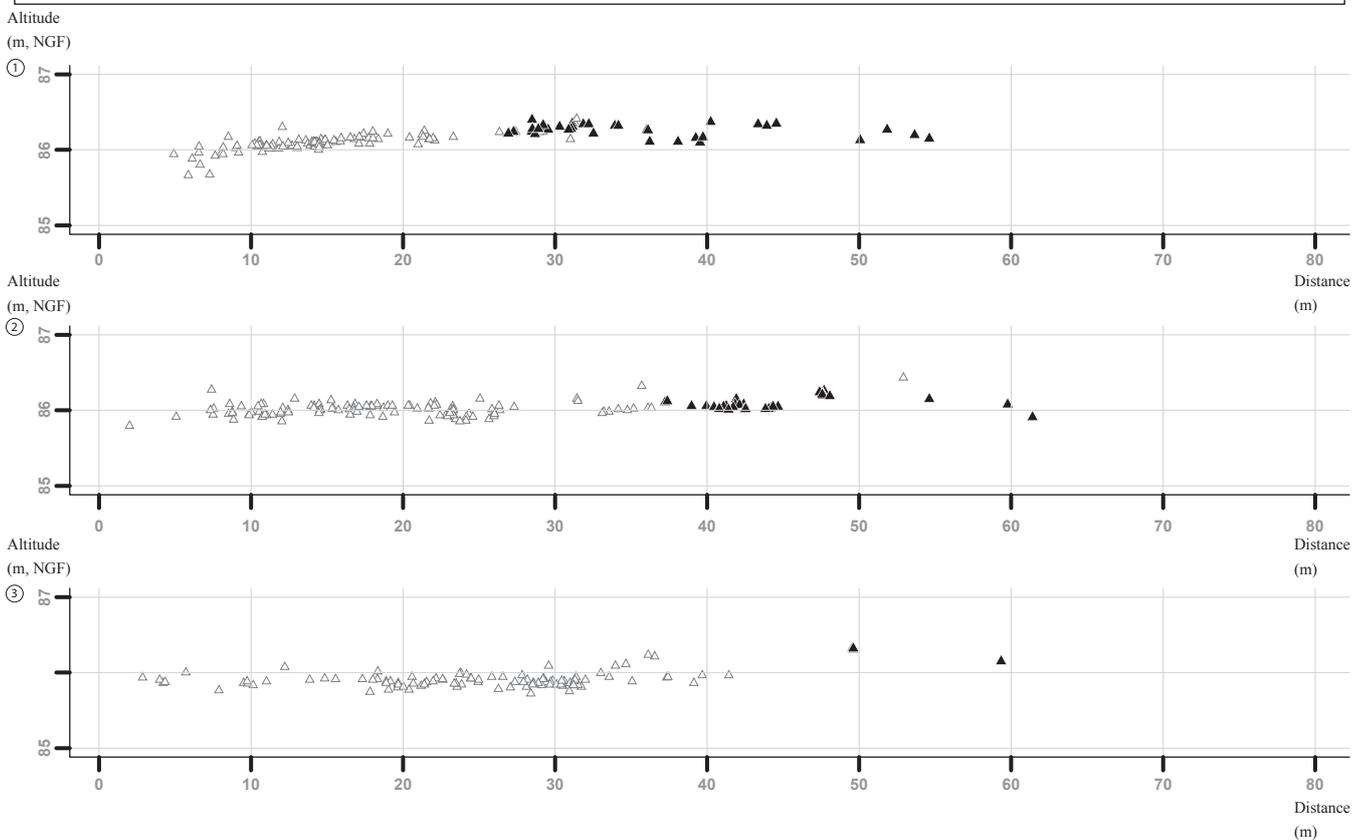
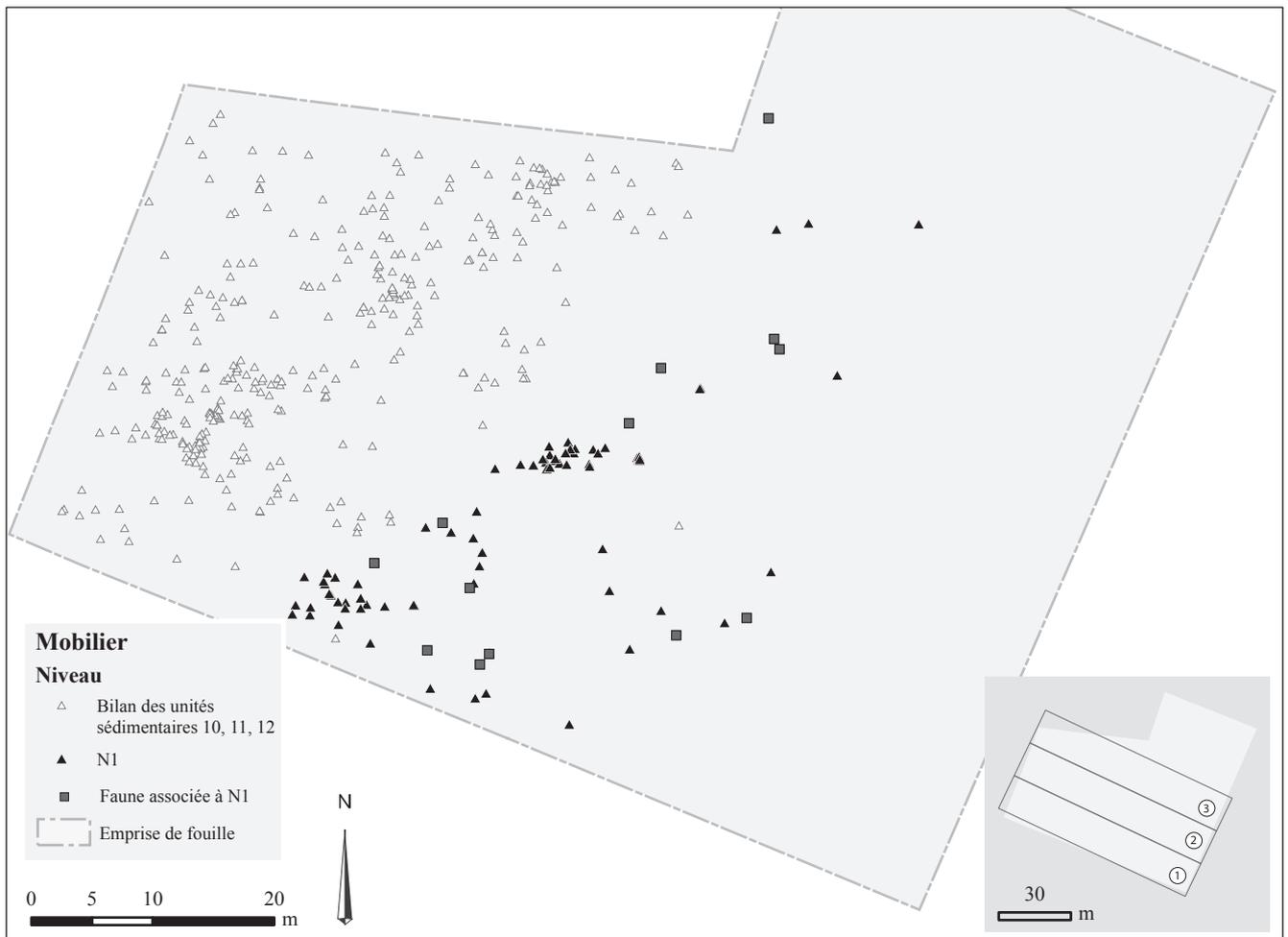


Figure 43 - Havrincourt – secteur 2 : Répartition spatiale des artefacts et des restes fauniques du niveau N1 et des artefacts résultant du bilan des unités sédimentaires 10, 11 et 12 (DAO : C. Font).

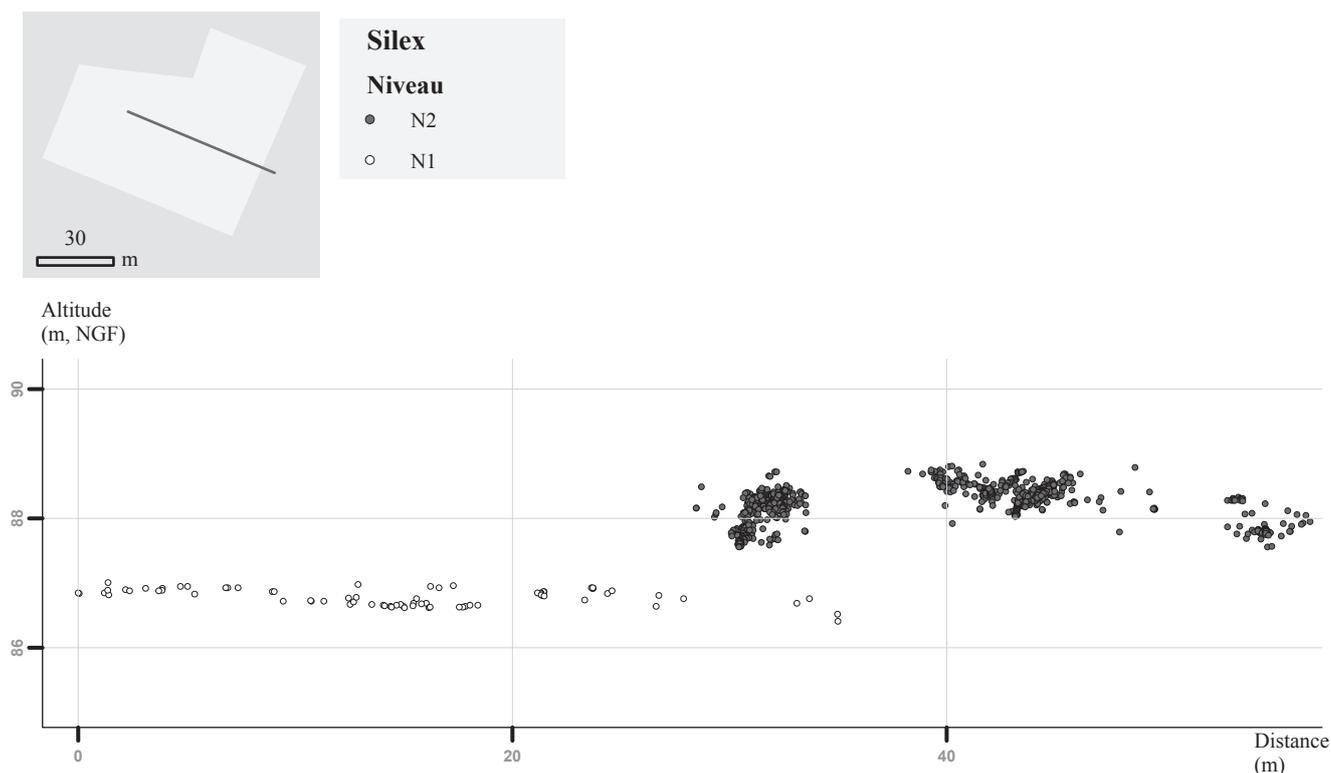


Figure 44 - Havrincourt – secteur 2 : Répartition des artefacts des niveaux N1 et N2 (DAO : C. Font).

Etat de conservation des pièces lithiques

Généralités

L'état de conservation de l'industrie Hav.1-N3 est moyen. Mis à part deux pièces sur lesquelles les esquillements naturels et l'éroussé sont intenses, les tranchants et les surfaces sont bien préservés à l'échelle macroscopique, autorisant la recherche et l'interprétation des macro-traces d'utilisation. Au contraire, la présence d'une patine brillante microscopique intense sur la plupart des pièces, parfois associée à des stries voire des éroussés, complique la lecture des micro-traces, en conséquence de quoi cette échelle d'observation n'a pas permis d'accéder à des indices microscopiques fiables.

Concernant Hav.2-N1, les états de conservation sont également variables d'une pièce à l'autre. Si pour les pièces bien conservées la recherche et l'interprétation de macro-traces voire de micro-traces d'utilisation est assez aisée, il n'en est pas de même pour le reste de la série, pour lequel le fort développement des éroussés naturels est par exemple susceptible d'effacer ou de rendre illisible certaines traces d'utilisation, notamment celles liées au travail des matières tendres. Ainsi, un problème de conservation différentielle peut être craint, entraînant de probables biais dans la fréquence des activités identifiées. Sur la majorité des pièces, l'état de conservation microscopique étant trop médiocre pour autoriser la préservation de micro-traces d'utilisation, seules les pièces les mieux préservées ont fait l'objet d'une recherche de micro-traces d'utilisation, mais aucune n'a livré de micro-traces clairement liées à l'utilisation.

Enfin, le niveau Hav.2-N2 a livré une industrie présentant un état de conservation homogène et satisfaisant. À faible grossissement, seuls quelques rares esquillements naturels sont parfois présents, tout comme, à fort grossissement, une patine brillante d'intensité variable. Cet état de conservation est très favorable à la conduite d'une étude tracéologique, notamment basée sur la recherche des macro-traces, car le risque de convergence taphonomique est faible, tout comme celui d'un biais lié à la conservation préférentielle des traces les plus développées : même les plus ténues telles que celles laissées par le travail de matières tendres pourront être conservées. Néanmoins, les micro-traces les plus fragiles, telles que celles laissées par la découpe de viande ou de peau, peuvent avoir été effacées ou modifiées par la patine brillante lorsque celle-ci est présente. Malgré cet état de conservation favorable, aucune micro-trace d'utilisation n'a pu être identifiée avec certitude au sein de ce niveau.

Les termes utilisés pour décrire les altérations, aussi appelées « modifications post-dépositionnelles », se réfèrent aux travaux de différents chercheurs (entre autres Tringham *et al.* 1974, Rottländer 1975, Mansur-Franchomme 1986, Levi Sala 1986, Plisson et Mauger 1988). Ces altérations peuvent être produites par les phénomènes naturels intervenant avant, pendant et après l'enfouissement des objets ou bien par des phénomènes accidentels se produisant lors de la fouille, du traitement et de l'étude du matériel. Elles sont susceptibles d'imiter, de modifier ou de détruire d'éventuelles traces d'utilisation et constituent en cela le principal facteur limitant aux études tracéologiques. Nous détaillons ci-dessous les types d'altérations observées sur chacun des niveaux étudiés.

Hav.1-N3 : le Paléolithique moyen à éclats Levallois préférentiels

Au sein de Hav.1-N3 deux groupes de pièces ont été distingués, provenant toutes des limons bruns. Le premier qui compte six pièces, se caractérise par l'absence ou la rareté des altérations mécaniques macroscopiques (esquillements et émoussés naturels absents ou rares, **Figure 45**, a et b) et par une patine brillante microscopique d'intensité variable, parfois visible à l'œil nu. Cette patine est plus marquée sur les zones les plus exposées (tranchants, arêtes, bulbe par exemple) et se trouve souvent en association avec de petits spots brillants de coalescence dure plate à bombée et parfois avec quelques stries et émoussés légers et localisés (**Figure 45**, c, d et e). Le second regroupe deux pièces qui présentent à l'échelle macroscopique de nombreux esquillements naturels et un émoussé marqué des tranchants et des arêtes (**Figure 46**, a et b).

À l'échelle microscopique, l'état de conservation est très médiocre : la surface, les arêtes et les tranchants portent une patine brillante intense associée à un fort émoussé, à des stries et à des cratères (**Figure 46**, c et d).

De part la nature des altérations et leur répartition préférentielle sur les zones exposées (arêtes, tranchants), il est vraisemblable que l'origine de ces altérations soit mécanique plutôt que chimique.

Si pour le premier groupe, l'état de conservation macroscopique se prête bien à la recherche de macro-traces d'utilisation sans problème de conservation différentielle, il n'en est pas de même du second, pour lequel les éventuels esquillements de petite taille et les émoussés d'origine fonctionnels ont pu être modifiés voire effacés par les altérations. En ce qui concerne la reconnaissance des micro-polis d'utilisation, dans les deux cas la présence d'une patine brillante assez intense est problématique. En effet, même dans le groupe le mieux conservé celle-ci a pu effacer les polis les plus ténus comme ceux liés à la coupe de viande ou de peau fraîche. De plus, la patine, localisée notamment sur les tranchants et parfois en association avec des stries et des émoussés, peut imiter des polis liés à la coupe de matières carnées ou cutanées (**Figure 45**, f).

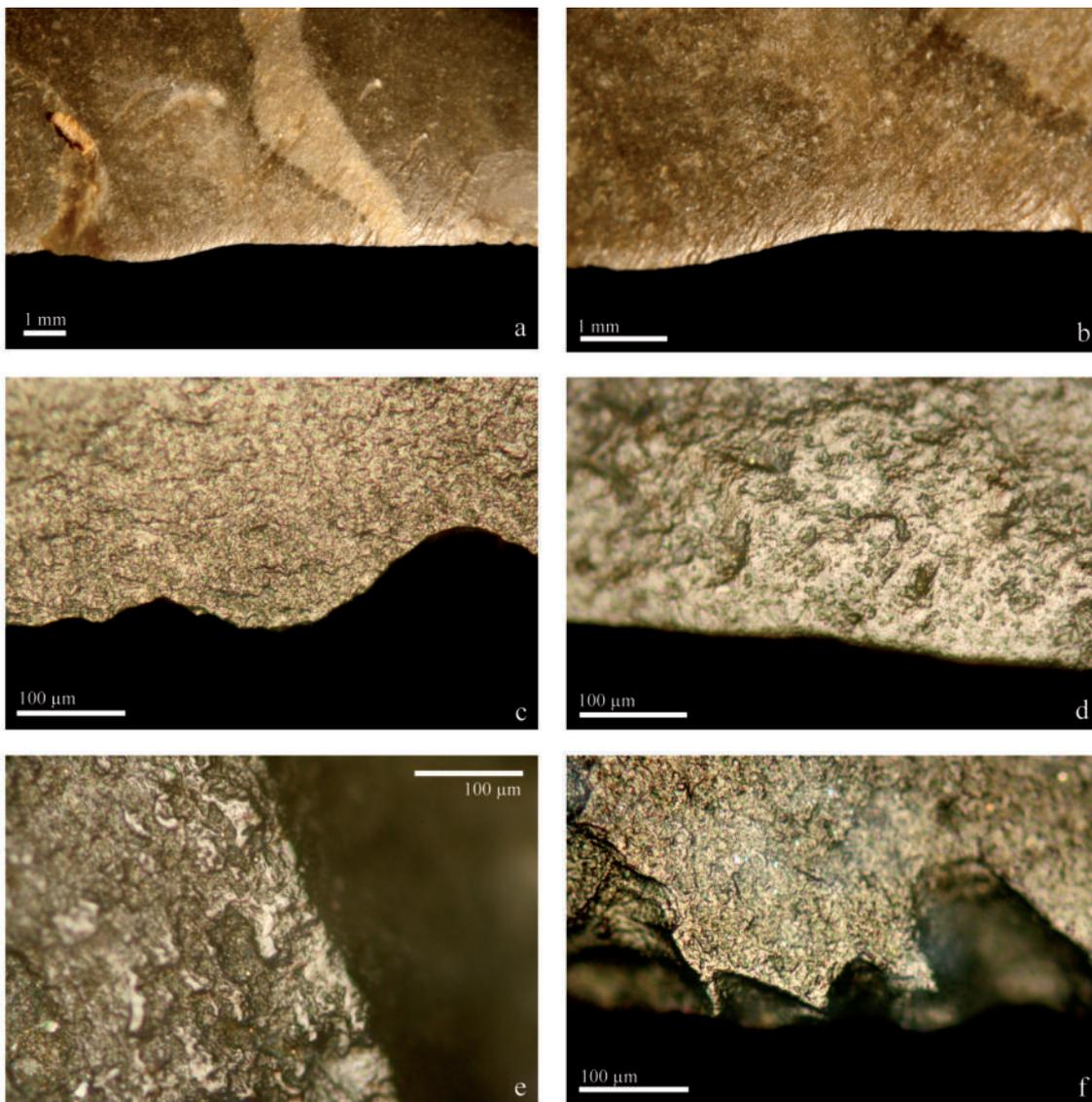


Figure 45 - Havrincourt – secteur 1 – N3 : états de conservation des tranchants et des surfaces photographiés sur le groupe de pièces les mieux conservées. a et b. tranchant et fil intact vus à différents grossissements, c. patine brillante peu marquée, d. patine brillante assez intense associée à un émoussé naturel, e. petits spots brillants de coalescence dure plate à bombée, f. exemple de micro-poli de nature indéterminée (d'origine naturelle vs fonctionnelle).

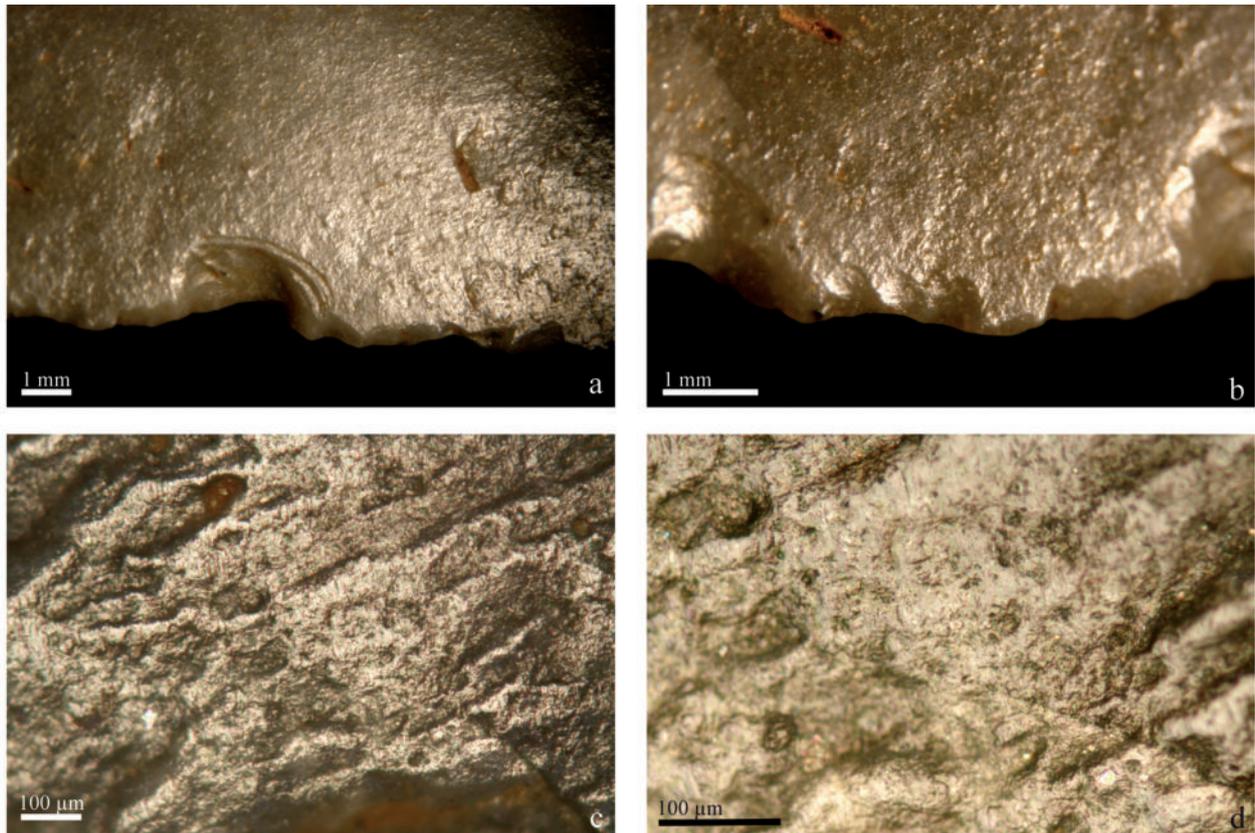


Figure 46 - Havrincourt – secteur 1 – N3 : états de conservation des tranchants et des surfaces photographiés sur le groupe de pièces portant le plus d'altérations. a et b. tranchant vu à différents grossissements portant des esquillements, émoussés naturels et une patine brillante macroscopique, c. et d. patine brillante microscopique intense associée à des spots brillants de coalescence plate, à des stries, à des émoussés et à des cratères.

Hav.2-N1 : le Paléolithique moyen à débitage Levallois

La majorité des pièces des industries du Paléolithique moyen du secteur 2 étudiées en détail (soit 64 pièces, issues des unités sédimentaires 10, 11 et 12) présentent un état de conservation moyen à médiocre :

- à la loupe binoculaire, les tranchants et les arêtes sont moyennement à fortement émoussés (**Figure 47**, a, et les surfaces sont brillantes, parfois striées, et présentent un début de patine blanche. Des cratères peuvent être visibles (**Figure 47**, b). Les esquillements naturels sont rares à absents sur les tranchants (**Figure 47**, a) ;
- au microscope, l'émoussé et les stries sont également visibles (**Figure 47**, c et d). Les surfaces sont marquées par une patine brillante, qui se manifeste par un poli naturel de coalescence grenue à dure et de topographie plate, plus intense sur les zones exposées (tranchants, arêtes).

Quelques pièces se distinguent quant à elles par un état de surface et de tranchant très satisfaisant (quatre pièces sur 64) : les tranchants sont vifs, non esquillés, la patine brillante, peu intense, est seulement perceptible à fort grossissement (**Figure 48**, a à d). Néanmoins des spots brillants, parfois très envahissants, ont été notés sur les tranchants et les surfaces (**Figure 48**, e à g). Les conditions syn- et/ou post-dépositionnelles subies par ces pièces semblent ainsi se distinguer de celles responsables des altérations présentes sur la majorité des pièces.

Trois d'entre elles sont justement issues du niveau en place, G1 (Hav.2-N1), ce qui explique vraisemblablement leur état de conservation plus favorable. Cet état de conservation a été observé sur la moitié des pièces analysées dans le détail pour le niveau Hav.2-N1, les trois autres pièces ayant une qualité de préservation moindre, correspondant à celui décrit dans le premier paragraphe.

Enfin deux pièces issues de G2 portent des altérations plus marquées que celles observées couramment dans notre échantillon : une pièce porte des esquillements abrupts et des écrasements sur ses tranchants (**Figure 49**, a et b) ainsi qu'une patine brillante, un émoussé et des cratères microscopiques très intenses (**Figure 49**, d), et une autre, une patine blanche macroscopique intense.

De par la nature des altérations et leur répartition préférentielle sur les zones exposées (arêtes, tranchants), il est vraisemblable que la quasi-totalité des altérations soit mécanique plutôt que chimique, les processus étant de faible intensité (non violents) mais soutenus dans leur durée.

Si pour les quelques pièces bien conservées, la recherche et l'interprétation de macro-traces, voire de micro-traces d'utilisation, est assez aisée, il n'en est pas de même pour le reste de la série, pour lequel le fort développement des émoussés naturels, notamment, est susceptible d'effacer ou de rendre illisible certaines traces d'utilisation, notamment celles liées au travail des matières tendres.

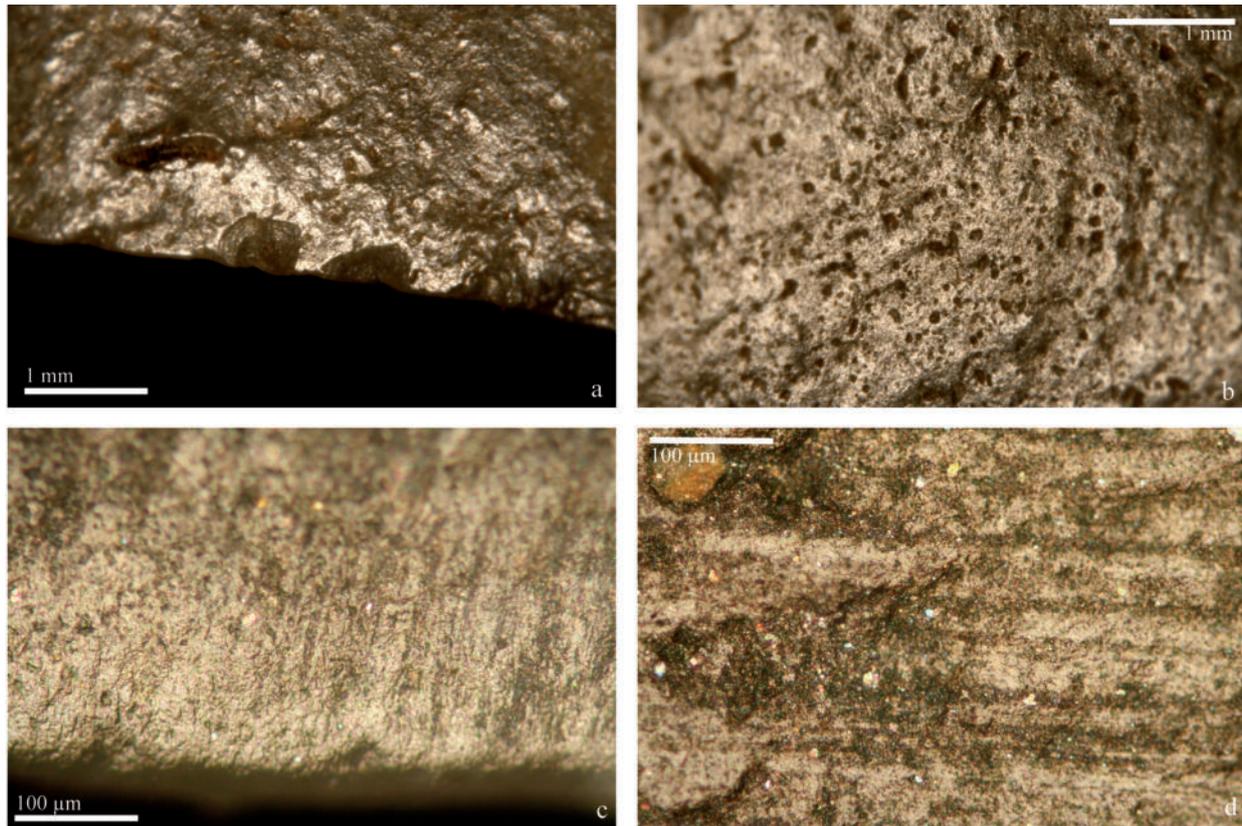


Figure 47 - Havrincourt – secteur 1 – N1 : altérations des tranchants et des surfaces fréquemment observées sur les industries lithiques du Paléolithique moyen du secteur 2. a. esquillements naturels, patine brillante et émoussé sur un tranchant, b. surface altérée par une patine brillante, un émoussé et des cratères, c. émoussé, patine brillante et stries microscopiques sur un tranchant, d. micro-traces linéaires de poli de coalescence dure et de topographie plate sur la surface.

Hav.2-N2 : le Paléolithique supérieur ancien

L'état de conservation de l'industrie est homogène et satisfaisant. À faible grossissement, l'émoussé naturel est absent, les esquillements rares, les patines blanches et brillantes, non systématiquement présentes pour cette dernière, sont de faible intensité (Figure 50, a).

Au microscope, la patine brillante est parfois présente sur les parties exposées (tranchants, arêtes). Elle est d'intensité variable (Figure 50, b et c). Quelques pièces présentent également un voile blanchâtre au microscope (Figure 50, b).

Les processus naturels potentiellement responsables d'altérations, qu'ils soient mécaniques ou chimiques, ont donc été de faible intensité, autorisant la recherche et l'interprétation des macro-traces et micro-traces d'utilisation sans risque de convergence taphonomique ou de biais de conservation.

Cet état de conservation est très favorable à l'identification de traces d'utilisation macroscopiques, même les plus ténues telles que celles laissées par le travail de matières tendres. Néanmoins, les micro-traces les plus fragiles, telles que celles laissées par la découpe de viande ou de peau, peuvent avoir été effacées ou modifiées par la patine brillante.

État de conservation des restes fauniques

D'un point de vue taphonomique, l'état du matériel dénote des phénomènes d'altération parfois notables, liés au contexte du dépôt et d'actions physico-chimiques post-dépositionnelles synsédimentaires. L'état de surface est de manière générale moyen à dégradé, avec perte de matière par dissolution et desquamation, fissuration longitudinale, concrétionnement. Il est donc évident qu'une partie sûrement importante du matériel faunique initialement présent au moment du dépôt a dû disparaître pour ces raisons taphonomiques. Malgré ce biais qui ne peut être estimé, de nombreux vestiges ont pu parvenir jusqu'à nous et permettre l'identification anatomique et spécifique de plusieurs centaines d'ossements.

La faune est parfois retrouvée au sein de la séquence sédimentaire dans des unités stratigraphiques dénuées d'indice de présence humaine. Il est difficile d'expliquer la découverte de vestiges ainsi isolés, correspondant très probablement à des animaux mort naturellement et recouvert par des dépôts loessiques. Pour les vestiges provenant des niveaux ayant livré également des artefacts lithiques, il semble cohérent de penser à une action anthropique en tant qu'agent accumulateur. La présence de stigmates liés à des actions de boucherie plaide pour cette interprétation comme nous le verrons dans les chapitres 4 et 5.

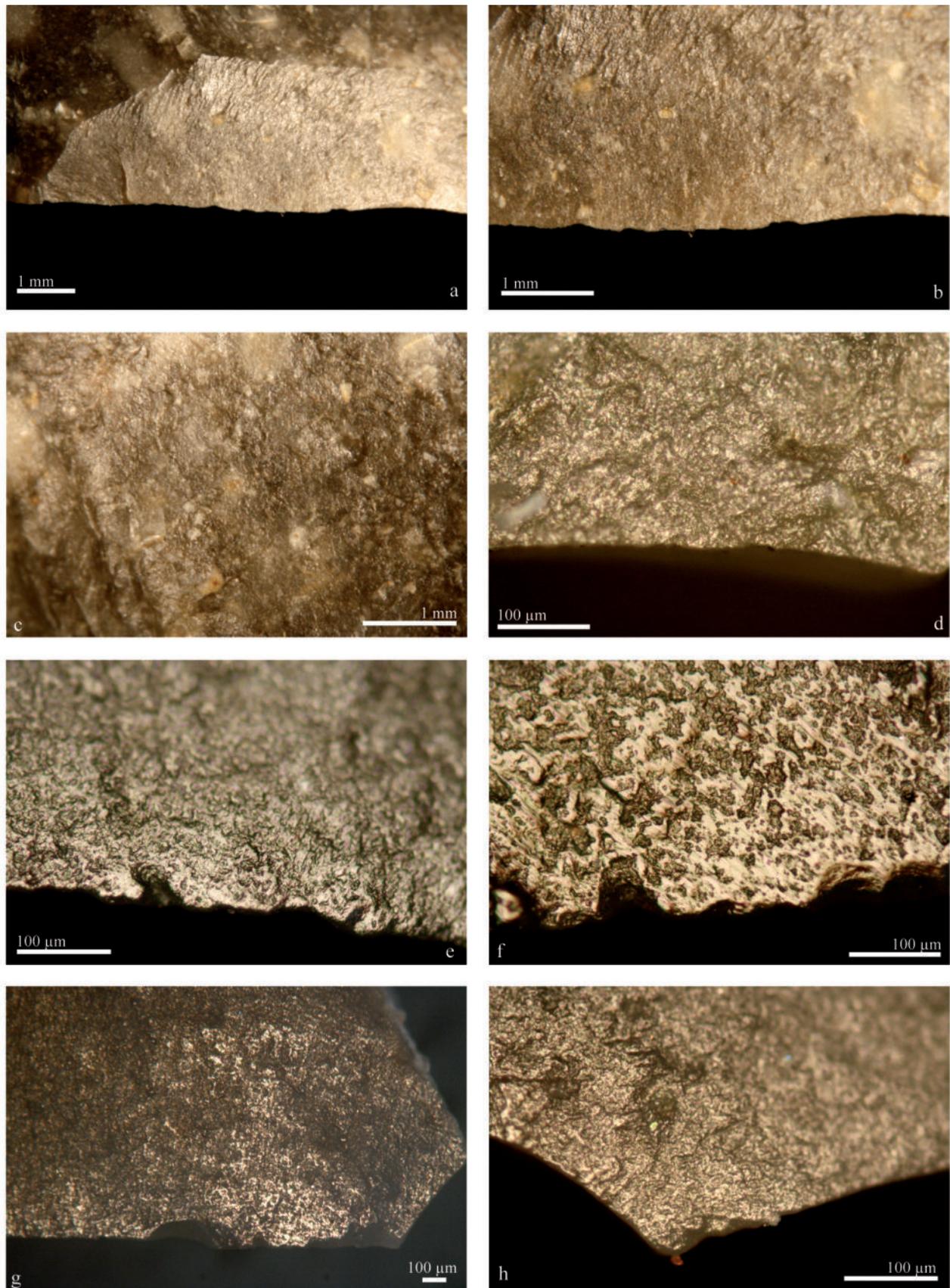


Figure 48 - Havrincourt – secteur 1 – N1 : états de surface et de tranchant des pièces les mieux conservées du niveau 1 (G1). a et b. absence d'esquillements et d'émoussé sur le tranchant, c. absence de patine brillante sur la surface, d. légère patine brillante microscopique le long d'un tranchant, e, f, et g. poli naturel de coalescence dure et de topographie plate à bombée, d'étendue modérée (e) à couvrante (f et g), h. possible poli de découpée carnée (risque de convergence avec les altérations).

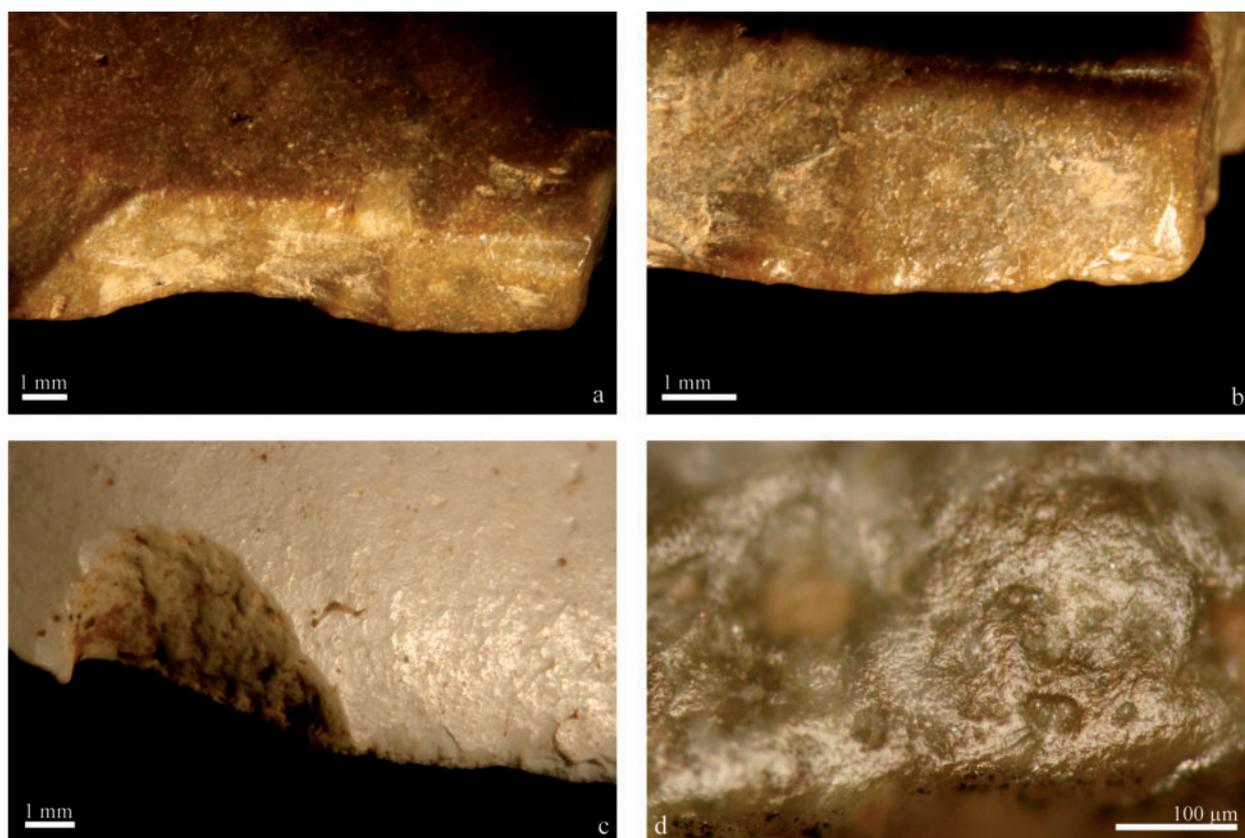


Figure 49 - Havrincourt – secteur 1 – N1 : altérations marquées observées sur des pièces issues de G2. a et b. enlèvements abrupts et écrasements du tranchant, patine brillante et émoussé c. patine blanche, esquillements naturels et accidentels, d. émoussé, cratères et patine brillante microscopiques.

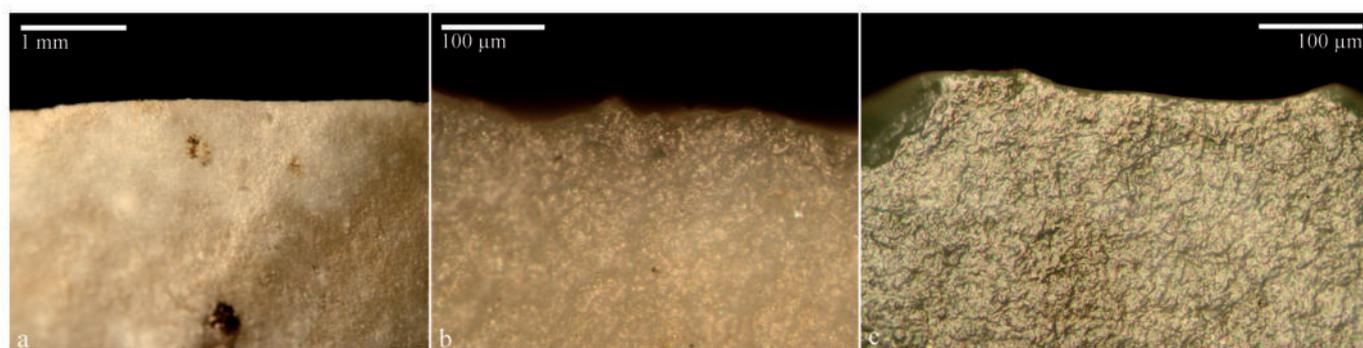


Figure 50 - Havrincourt – secteur 1 – N2 : états de conservation des tranchants et des surfaces. a. tranchant intact, b. légère patine brillante et patine blanche microscopiques, c. patine brillante microscopique plus intense.

Taxon / Niveaux	Hav.1-N3	Hav.2-N0	Hav.2-N1	Hav.2-N2	hors niveau archéologique	Total
Bison des steppes, <i>Bison priscus</i>	4	1	0	7	9	21
Cheval, <i>Equus</i> sp.	13	2	3	21	17	56
"petit cheval", <i>Equus</i> sp.	0	0	0	2	1	3
Renne, <i>Rangifer tarandus</i>	0	0	0	12	4	16
Rhinocéros laineux, <i>Coelodonta antiquitatis</i>	3	0	0	4	12	19
Mammouth, <i>Mammuthus primigenius</i>	0	0	0	0	4	4
Grand herbivore	4	0	5	40	22	71
Petit herbivore	0	0	0	16	0	16
Putois des steppe, <i>Mustela eversmanni</i>	0	0	0	0	1	1
Arvicolidé	2	0	0	0	1	3
Marmotte, <i>M. marmota primigenia</i>	2	3	0	1	19	25
Spermophile, <i>Spermophilus superciliosus</i>	36	0	3	0	16	55
Non déterminé	6	0	3	135	35	179
Total	70	6	14	238	141	469

Tableau 10 - Havrincourt : Inventaire et dénombrement des espèces identifiées pour l'ensemble des niveaux.

Biochronologie, paléoécologie et taphonomie des vestiges de faune

Patrick AUGUSTE

La découverte à Havrincourt de plusieurs accumulations de vestiges mammaliens est très intéressante. Associées dans l'ensemble des niveaux avec de l'industrie paléolithique notamment du Paléolithique supérieur, ces faunes offrent l'opportunité de reconstituer les cadres chronologiques et écologiques des occupations humaines.

Les cortèges fauniques mis en évidence dans les deux secteurs d'Havrincourt, Hav.1 et Hav. 2, sont très cohérents l'un par rapport à l'autre (Tableau 10).

La faune présente caractérise bien le spectre des espèces typiques de France septentrionale durant les phases froides du Pléistocène supérieur au sein de la steppe à mammoth. Bison des steppes, cheval, renne, rhinocéros laineux, mammoth laineux, putois des steppes, marmotte et spermophiles sont bien les représentants types de cet écosystème présent durant les périodes froides (Auguste, 2009). Le climat est très continental, sec, avec des alternances saisonnières très marquées. Le paysage est dominé par les espaces très découverts de types steppiques, avec une importante biomasse végétale disponible uniquement durant la bonne saison. Aucun élément de faune n'indique la présence de zones boisées. C'est donc bien dans ce contexte que les vagues d'occupations humaines vont se succéder, à la fin du Pléistocène moyen, durant le Pléniglaciaire Inférieur et à la fin du Pléniglaciaire moyen (Antoine *et al.*, 2014). Une indication probable d'une phase plus froide peut être mise en évidence avec la présence du renne, absent dans les niveaux Hav.1-N3, Hav.2-N0 et Hav.2-N1, mais bien identifié dans le niveau Hav.2-N2 (Paléolithique supérieur ancien). Ce point est *a priori* cohérent avec les modalités de dépôt sédimentaire ainsi que les datations. Cette globale homogénéité des associations fauniques et l'absence de nombreuses pièces mesurables limitent cependant l'interprétation biochronologique. Les animaux sont typiquement ceux rencontrés au cours du Pléistocène supérieur. Seul le cheval apporte des éléments singuliers, avec une affinité pour les formes proches de l'*E. germanicus* de la première partie du Pléistocène supérieur pour les niveaux les plus anciens Hav.1-N3 et Hav.2-N1, et proche de l'*E. gallicus* de Jaurens pour le niveau plus récent, Hav.2-N2. Il ne semble pas, par contre, correspondre avec les formes de la fin du Pléistocène supérieur, ce qui est cohérent avec le contexte chronostratigraphique et culturel. Le cheval paléolithique moyen d'Havrincourt semble plus massif que les formes connues au milieu du Pléistocène supérieur comme le cheval de Jaurens, et pourrait s'apparenter à la forme identifiée à Beauvais en contexte pléniglaciaire inférieur/moyen également (Auguste & Patou-Mathis, 1999).

Afin d'une part de confirmer notre reconstitution du cadre écologique des occupations humaines à Havrincourt et d'autre part de tenter de mettre en évidence une différence significative entre les niveaux du Paléolithique moyen et le niveau du Paléolithique supérieur, la méthode des cénogrammes a été utilisée.

Cette méthode modifiée et adaptée par Legendre pour les associations fauniques mammaliennes (macro, méso et microfaune) fossiles (Legendre, 1989), présente la distribution des différents taxons d'un assemblage en fonction de leur masse corporelle par ordre décroissant. L'échelle logarithmique est utilisée pour permettre une visualisation raisonnée depuis les proboscidiens jusqu'aux insectivores. Cette représentation se base sur la relation mathématique qui relie la surface de la première molaire inférieure des mammifères avec leur masse, sous la forme d'une droite de type $y = a \cdot x + b$ (où y est le logarithme de la masse ou poids, a le coefficient d'allométrie défini pour chaque famille, x le logarithme de la surface de la M1 inférieure et b une constante logarithmique). La comparaison du profil de la droite obtenue (ou des droites plutôt en fonction de l'effet de la présence d'un point d'inflexion voire d'une rupture pour les espèces entre 0,5 et 5 kilogrammes) s'effectue avec des modèles de référence actuels ou fossiles, souvent en comparaison avec d'autres méthodologies paléoécologiques (Auguste, 1995).

Parmi les quatre niveaux archéologiques, de par le faible nombre de taxons présents, nous n'avons retenu que le niveau Hav.2-N2 qui comprend 6 espèces identifiées : le rhinocéros, le bison, le cheval, le petit cheval, le renne, et indirectement l'Homme anatomiquement moderne. Le cénogramme a été bâti par un positionnement de points correspondant au logarithme du poids de l'animal, puis une droite de régression a été calculée. Le cénogramme obtenu a ensuite été comparé avec celui d'un site régionalement proche et de contexte écologique *a priori* similaire d'après les données mentionnées plus haut, en l'occurrence Beauvais (Locht, 2004) (Figure 51). Les équations des deux droites sont mentionnées ainsi que les coefficients de corrélation. Ces derniers s'avèrent très élevés et proches de 1, indiquant que les droites correspondent avec une très forte probabilité à l'évolution réelle de la diminution de masse des taxons présents. Les deux droites obtenues s'avèrent également très proches l'une de l'autre, démontrant bien la similitude du paysage reconstitué par cette méthode, à savoir un milieu sec et ouvert, en adéquation avec la steppe et le climat continental d'une période glaciaire.

Nous avons également comparé avec le cénogramme obtenu pour un niveau interglaciaire d'un site régional, ici le niveau 1 de Caours proche de l'optimum eemien (Antoine *et al.*, 2006). La droite obtenue présente une pente moins marquée que celles des deux niveaux pléniglaciaires et avec toujours un très bon coefficient de corrélation, témoignant d'un milieu plus humide et plus boisé, cohérent avec le contexte écologique de l'Eemien (Figure 52).

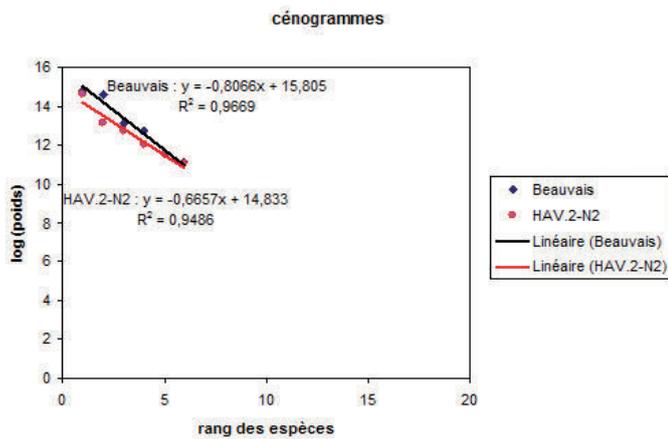


Figure 51 - Comparaison des cénogrammes du niveau Hav.2-N2 d'Havrincourt avec celui de Beauvais.

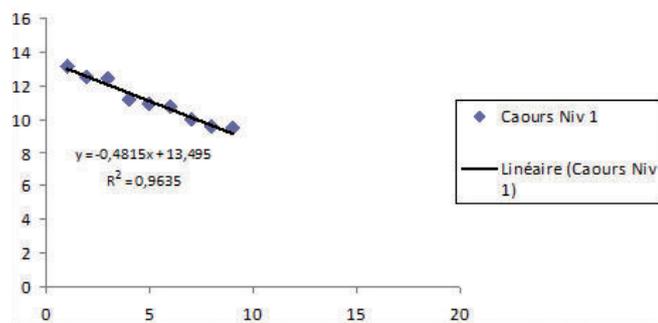


Figure 52 - Cénogramme du niveau 1 de Caours.

Nous avons voulu tester la robustesse de ces cénogrammes en effectuant une analyse des données et des droites de régression, grâce à l'aide de C. Monnet (Ingénieur de Recherche de l'unité Évo-Éco-Paléo, CNRS-Université de Lille). Dans un premier temps, tous les cénogrammes ont été examinés (Figure 53).

Seuls les cénogrammes pour les niveaux Hav.1-N3 et Hav.2-N2 d'Havrincourt ont été pris en compte, les deux autres niveaux Hav.2-N0 et Hav.2-N1 n'ayant pas assez de taxons. Un cénogramme virtuel pour «Havrincourt total» a été ajouté afin de tester l'effet du regroupement de niveaux différents et la validité d'un cénogramme établi pour un même site. Les cénogrammes de Beauvais et de Caours N1 servent de référentiels. Les droites de régression obtenues pour ces cinq cénogrammes apparaissent très proches pour les deux niveaux d'Havrincourt, Havrincourt total et Beauvais, la pente est moins marquée pour Caours (Figure 54).

Un traitement des données a ensuite été effectué à partir de ces droites, en comparant niveau à niveau et site à site, permettant ainsi de mettre en évidence des points essentiels (Tableau 11).

Sample A	Sample B	Prob. Effect	Ef. Interact	Same slope
Beauvais	Caours	P. value	0.000	no
Beauvais	Caours	Signif.	yes	
Beauvais	Hav.1-N3	P. value	0.006	yes
Beauvais	Hav.1-N3	Signif.	yes	
Beauvais	Hav.2-N2	P. value	0.031	yes
Beauvais	Hav.2-N2	Signif.	yes	
Beauvais	Havrincourt	P. value	0.127	yes
Beauvais	Havrincourt	Signif.	no	
Caours	Hav.1-N3	P. value	0.040	no
Caours	Hav.1-N3	Signif.	yes	
Caours	Hav.2-N2	P. value	0.003	no
Caours	Hav.2-N2	Signif.	yes	
Caours	Havrincourt	P. value	0.002	yes
Caours	Havrincourt	Signif.	yes	
Hav.1-N3	Hav.2-N2	P. value	0.162	yes
Hav.1-N3	Hav.2-N2	Signif.	no	
Hav.1-N3	Havrincourt	P. value	0.203	no
Hav.1-N3	Havrincourt	Signif.	no	
Hav.2-N2	Havrincourt	P. value	0.633	yes
Hav.2-N2	Havrincourt	Signif.	no	

Tableau 11 - Test de comparaison des différentes droites de régression des cénogrammes. La colonne «Ef. Interact» est à examiner en particulier, «no» signifie que les droites sont identiques, «yes» qu'elles sont distinctes et que donc les paysages diffèrent également (réalisation : C. Monnet).

Les résultats obtenus mettent en évidence des effets d'interaction ("Ef. Interact" du Tableau 11) entre les niveaux qui sont soit positifs, soit négatifs. Quand ils sont négatifs, cela signifie que les droites sont identiques, donc les paysages induits également. À l'inverse, quand ces effets sont positifs, ceci indique des droites significativement distinctes et des paysages sensiblement différents. La lecture selon cette grille des comparaisons du Tableau 3 livrent les résultats suivants :

- Beauvais diffère de Caours, mais est par contre similaire à Hav.1-N3, Hav.2-N2 et Havrincourt total.
- Caours diffère d'Hav.1-N3 et d'Hav.2-N2, mais se rapproche par contre d'Havrincourt total.
- Hav.1-N3 est similaire à Hav.2-N2, mais diffère d'Havrincourt total.
- Hav.2-N2 est similaire à Havrincourt total.

Plusieurs constats apparaissent :

1. Les niveaux pléniglaciaires sont donc bien similaires quant à la reconstitution de leurs contextes écologiques.
2. Les niveaux pléniglaciaires se distinguent des niveaux interglaciaires.
3. Le regroupement de plusieurs niveaux d'un même gisement biaise les comparaisons.
4. Hav.2-N2 et Hav.1-N3 sont similaires, mais présentent toutefois un degré de convergence distinct.

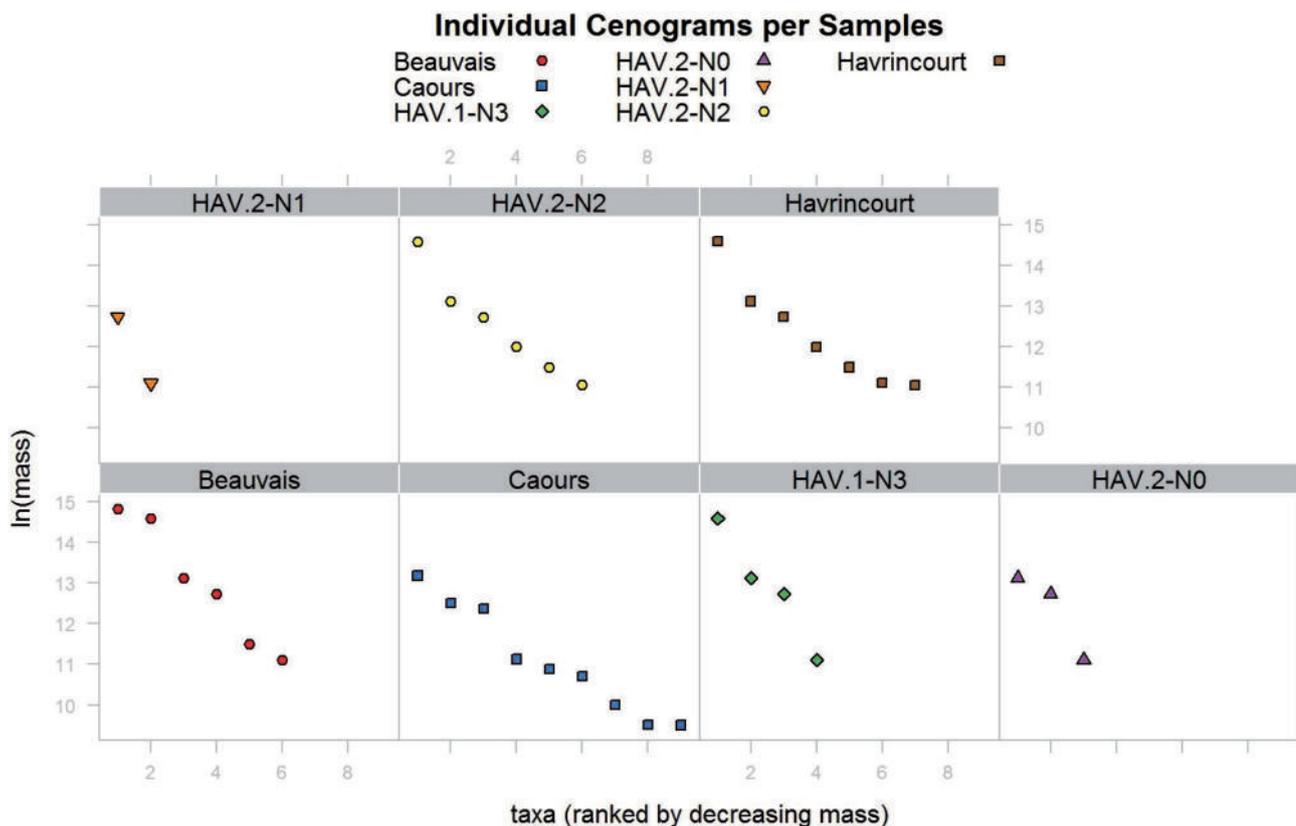


Figure 53 - Cénogrammes des quatre niveaux d'Havrincourt, d'Havrincourt total (fusion des niveaux), de Beauvais et de Caours (réalisation : C. Monnet).

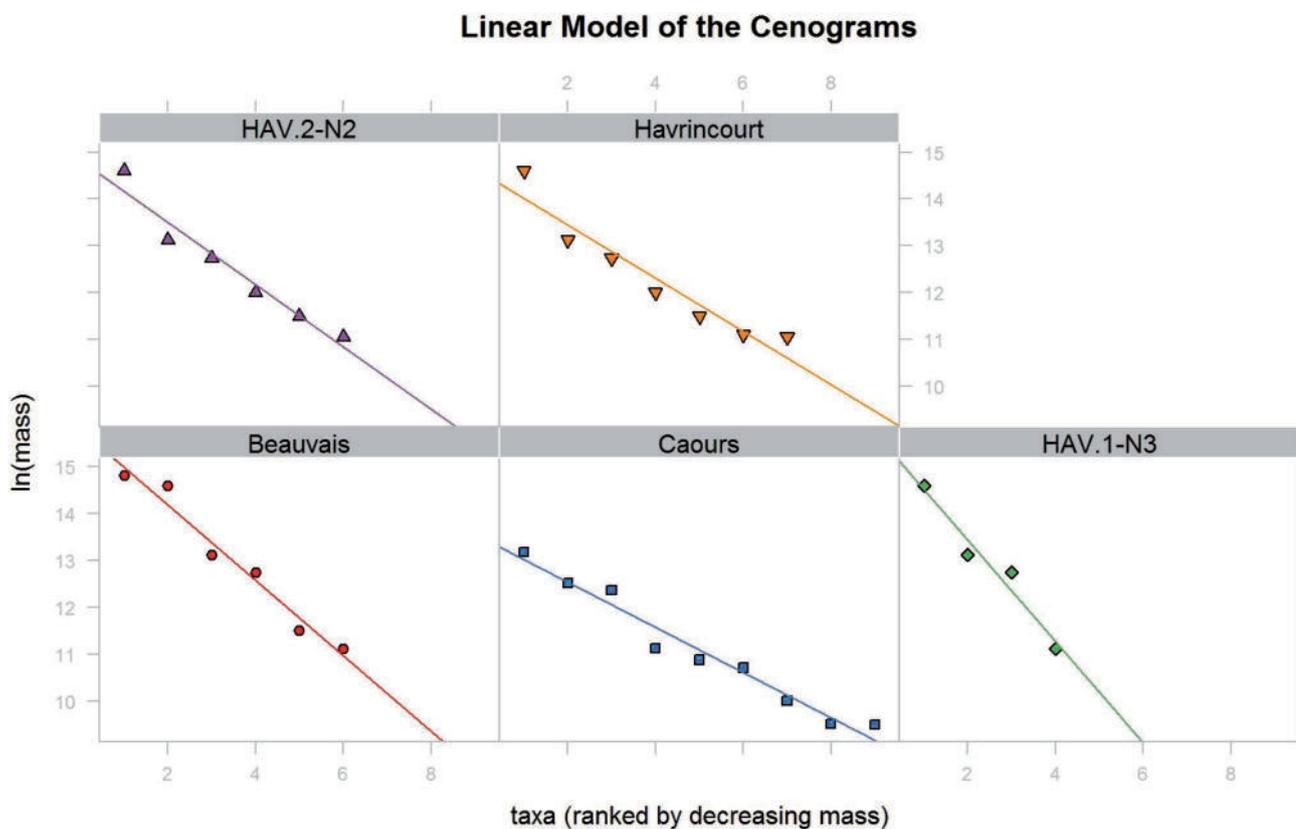


Figure 54 - Droites de régression des cénogrammes d'Havrincourt, de Beauvais et de Caours (réalisation : C. Monnet).

Tous ces éléments confortent très nettement la reconstitution du contexte écologique des occupations humaines qui ont pu être proposées à Havrincourt : les Néandertaliens du niveau Hav.1-N3 comme les Hommes anatomiquement modernes du niveau Hav.2-N2 ont vécu dans un paysage ouvert et sec, la steppe à mammoth typique du Pléistocène supérieur. La différence entre ces deux niveaux est toutefois présente et confirmerait l'idée de conditions plus froides pour le niveau du Paléolithique supérieur.

L'analyse des restes fauniques en association avec les vestiges lithiques et l'analyse spatiale vont permettre d'aborder au plus près les activités humaines dans leur contexte écologique. Toutefois, certaines espèces du secteur 2 ont été découvertes en contexte naturel et ne sont pas associées aux niveaux archéologiques.

Les espèces présentes au sein de Hav.2 en contexte naturel

Le mammoth laineux n'a été identifié qu'en contexte « naturel » au sein d'unités stratigraphiques sans artefacts lithiques, il n'est représenté que par 4 pièces. Un fragment de défense a été découvert ainsi qu'une portion de molaire (Figure 55).



Figure 55 - Havrincourt, secteur 2 : molaire de mammoth laineux (unité sédimentaire 10). En haut, vue postérieure, en bas, vue occlusale. Échelle : 5 cm (clichés P. Auguste).



Figure 56 - Havrincourt, secteur 2 : Héli-mandibule droite (avec canine, P4 et M1) de putois des steppes (unité sédimentaire 10). Vue vestibulaire à gauche, vue occlusale à droite. Échelle : 1 cm (clichés P. Auguste).

Un des éléments intéressants découverts au sein des séries fauniques d'Havrincourt est une portion crânienne de putois des steppes, comprenant des fragments crâniens et des dents supérieures, ainsi que les deux héli-mandibules avec une bonne partie des séries dentaires. La mandibule a permis de confirmer l'attribution au putois des steppes plutôt qu'à un autre mustélidé, avec sa massivité remarquable en particulier au niveau du corps mandibulaire, et la convexité du bord basal de la branche horizontale observable sous la partie antérieure de la première molaire inférieure (Figure 56), élément diagnostique de l'espèce (Mallye & Guérin, 2002). Le putois n'est identifié que dans l'unité stratigraphique 12, proche du niveau archéologique Hav.2-N1, mais en contexte de terrier très probablement.

Dix-sept restes de bison ont été décomptés. Les éléments les plus intéressants du point de vue de l'identification taxinomique proviennent malheureusement d'une unité stratigraphique sans indice de présence humaine. La diagnose spécifique a pu être effectuée à partir en particulier d'une série dentaire supérieure (Figure 57).

Le rhinocéros laineux est présent en contexte archéologique mais aussi et surtout en contexte naturel (12 restes). La pièce la plus importante est une portion d'héli-mandibule gauche portant les première et deuxième molaires inférieures, mais non connectée avec un niveau archéologique (Figure 58). La morphologie des dents est typique de l'espèce et correspond bien à la forme identifiée dans le secteur 1 (Hav.1) et le niveau Hav.2-N2.

Des ossements attribuables à de grands herbivores provenant des différentes unités stratigraphiques de Hav.2 appartiennent soit au cheval soit au bison, ce qui augmente donc la proportion de ces deux taxons. Le petit herbivore non attribué est à rapporter très probablement au renne, augmentant là aussi le nombre potentiel de pièces pour cet animal, d'autant plus que cette dénomination traduisant une prudence de détermination n'apparaît que pour le niveau Hav.2-N2 où le renne est le seul animal correspondant à cette classe de taille.

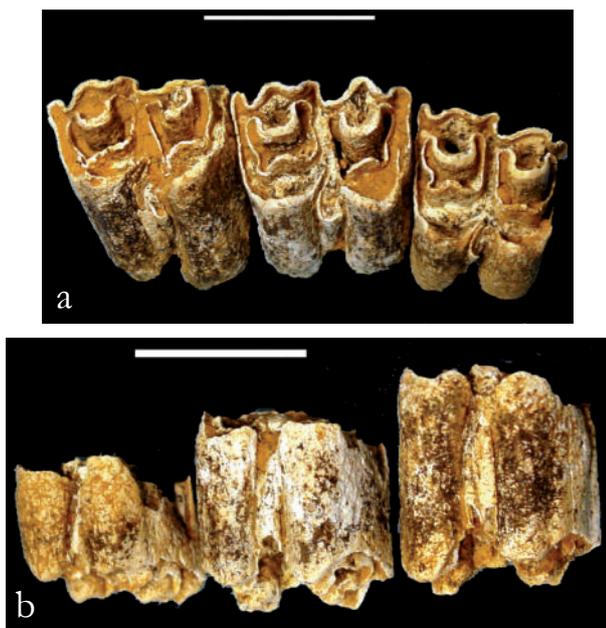


Figure 57 - Havrincourt, secteur 2 : Série dentaire supérieure droite (M1 à M3) de bison des steppes (hors niveau archéologique). En haut, vue occlusale, en bas vue linguale. Échelle : 3 cm (clichés P. Auguste).

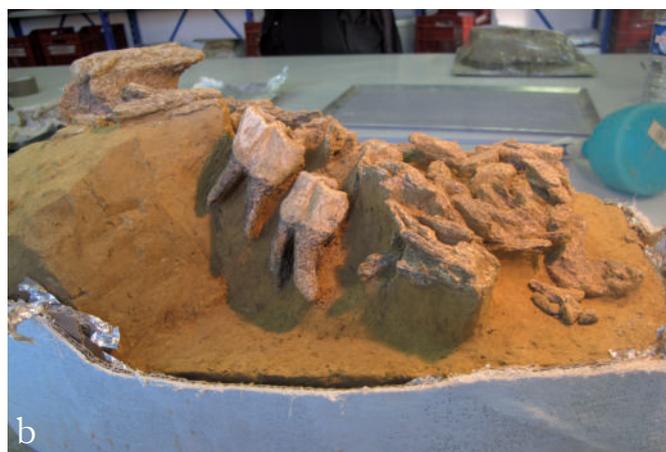


Figure 58 - Havrincourt, secteur 2 : hémimandibule g (avec M1 et M2) de rhinocéros laineux (hors niveau archéologique). En haut *in situ*, en bas après dégagement. Vues vestibulaires (clichés E. Goval).

De nombreux amas osseux et dentaires de marmottes et de spermophiles ont été découverts lors des fouilles de Hav.1 et Hav.2. Tous sont en contexte de terrier, donc intrusifs au sein des unités où ils sont présents. Leur intérêt est de montrer que durant leur présence, les conditions écologiques étaient typiquement steppiques et non toundraïques, ces animaux comme le putois étant des fouisseurs. Tous les spécimens retrouvés semblent être liés à des mortalités lors des phases d'hivernation au sein des terriers, illustrées par leur confinement (Figure 59).

Les spermophiles européens du Pléistocène supérieur sont généralement tous rapportés à *Spermophilus supervillosus*, le spermophile d'Europe ou souslik (Chaline, 1972). La forme présente à Havrincourt est *a priori* à attribuer à cette espèce.

Les marmottes du Pléistocène moyen et supérieur d'Europe présentent des caractères ostéologiques mixtes entre les deux espèces actuelles *Marmota marmota* et *M. bobak*, (Chaline, 1972 ; Krystufek & Vohralik, 2013). Durant le Pléistocène supérieur, il semble que seule une sous-espèce de la marmotte alpine actuelle soit présente, *M. marmota primigenia*. Les animaux d'Havrincourt correspondent bien à cette forme.

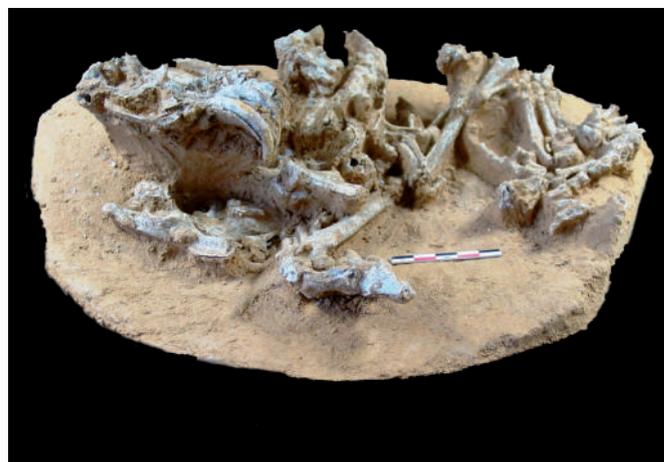


Figure 59 - Havrincourt, secteur 2 : amas squelettique de deux marmottes (une demi-entière et le crâne d'une seconde) (unité sédimentaire 10). Vue supérieure en haut, vue oblique en bas (clichés P. Auguste).

CHAPITRE 4

LES OCCUPATIONS DU PALÉOLITHIQUE MOYEN

Emilie GOVAL, David HÉRISSEON, Emilie CLAUD, Patrick AUGUSTE, Jean-Luc LOCHT, Luc VALLIN, Caroline FONT

Présentation générale des industries, acquisition de la matière première

Présentation des industries et de la faune

La présentation des occupations du Paléolithique moyen est faite selon l'ordre chronologique des dépôts. L'analyse débute par l'industrie contenue dans les limons à doublets du Saalien (unité 16) découverte dans le secteur 2 (Hav.2-N0), puis par l'industrie contenue dans les limons bruns du Pléniglaciaire moyen du Weichselien (unité 12) dans le secteur 2 (Hav.2-N1) et, pour terminer, par celle du secteur 1 également présente au sein de l'unité 12, Hav.2-N3, sub-contemporaine de Hav.2-N1.

L'occupation Hav.2-N0

Seuls trois artefacts en silex ont été récoltés dans l'unité sédimentaire 16 pourtant présente sur une surface d'environ 2 000 m². Malgré leur faible représentativité, ces pièces sont en position primaire. Il s'agit d'un éclat entier, d'un éclat laminaire et d'une pointe levallois au talon linéaire (**Figure 60**). Cette dernière est retouchée en racloir double convergent. Ce type d'outil est classiquement présent dans les industries saaliennes du nord de la France, comme dans le cas des niveaux IIA et IIBase du gisement de Biache-Saint-Vaast (Hérisson, 2012).

Quelques restes de faune sont localisés sur une quarantaine de m² (*cf. supra*), à une quinzaine de mètres des artefacts lithiques qui se répartissent, quant à eux, sur 600 m².

Etant donné la faiblesse du corpus, le niveau Hav.2-N0 n'a fait l'objet d'aucune autre étude.

L'occupation Hav.2-N1

La série 1 du secteur 2, contenue au sein des limons bruns (unité 12), se compose de 82 artefacts et de 14 restes fauniques. La composition du matériel lithique et la présence d'un remontage témoignent de la réalisation d'une partie des activités de débitage sur place.

La chaîne opératoire dominante est tournée vers l'obtention d'éclats Levallois. Les supports de débitage recherchés sont peu nombreux au regard des produits obtenus.

Quatorze éléments de faune sont associés à l'occupation humaine. Il s'agit de restes dentaires de chevaux (adulte et adulte âgé), de fragments de diaphyses de grands herbivores et d'ossements indéterminés. Quelques restes de spermophiles s'ajoutent à ce corpus, mais leur lien avec une quelconque activité anthropique est à exclure. Un fragment de diaphyse d'os long de grand herbivore présente les paramètres caractéristiques d'une percussion dynamique sur un os frais produisant une fracturation de type hélicoïdale. Le cheval est l'espèce dominante dans ce niveau. L'analyse des éléments dentaires et des restes fauniques a permis de déterminer la saison à laquelle les hommes seraient venus s'installer à Havrincourt : le début de l'été.

L'occupation Hav.1-N3

Le contexte loessique, dans lequel sont préservés les témoins de cette occupation humaine, a pour conséquence un enfouissement rapide du matériel archéologique. Le matériel est dans un état de fraîcheur remarquable. Seules huit pièces sont clairement *in situ* au sein des limons bruns, associées à des vestiges fauniques. Ces artefacts sont huit éclats Levallois dont quatre sont des éclats Levallois préférentiels de grandes dimensions.

Acquisition de la matière première

L'occupation Hav.2-N1

La matière première ayant servi de support à la production de cette industrie est le silex. L'ensemble est homogène, il s'agit en grande majorité du silex de la craie, connue pour l'occupation Hav.2-N0. Cependant, un nucléus à cortex verti provenant des sables tertiaires et neuf artefacts débités dans un silex grisâtre ont été identifiés.

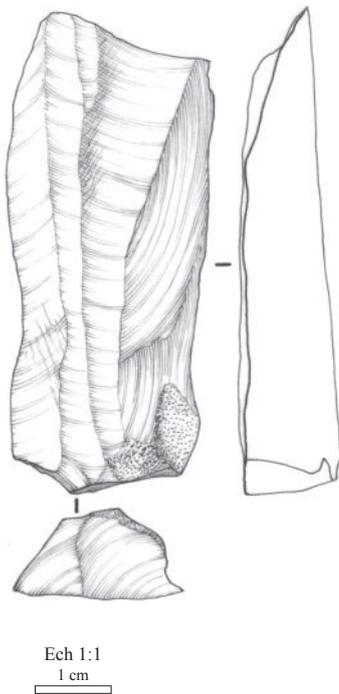
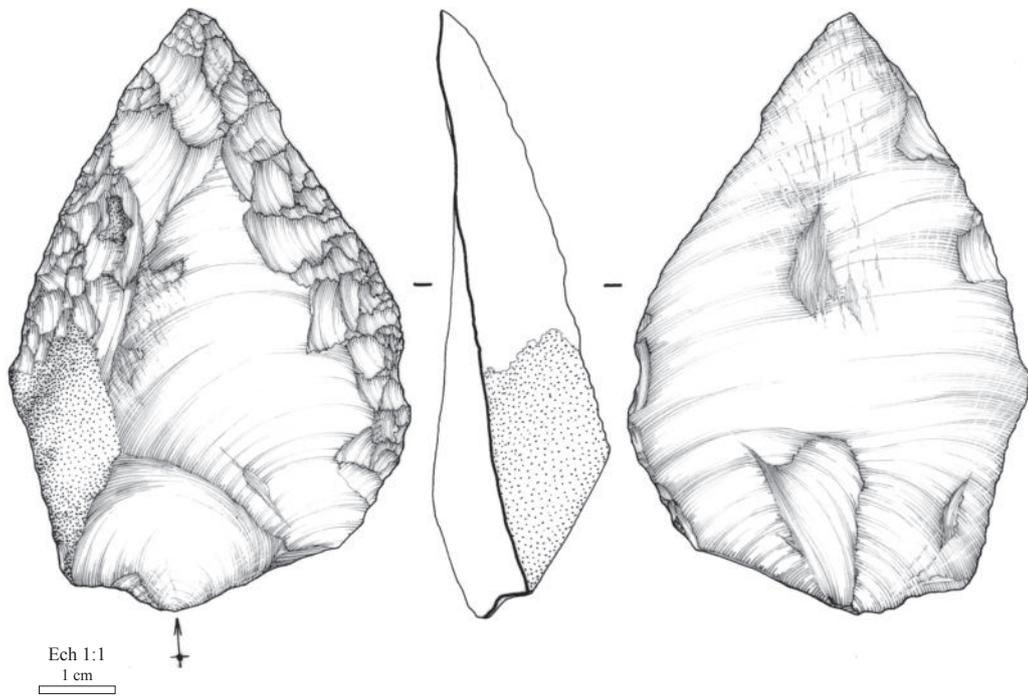


Figure 60 - Havrincourt, secteur 2 – N0 : racloir double convergent et éclat allongé (dessin : E. Boitard-Bidaut).

Les hommes ont pu localement s'approvisionner en silex de la craie, celui-ci est globalement de bonne qualité. Le silex grisâtre n'a été apporté qu'en quantité très minime, deux blocs tout au plus, dont il est difficile de définir l'origine géographique. Il est probable qu'il s'agisse du Turonien supérieur présent dans le sud-est du bassin de l'Escaut. Ce point serait à préciser dans des études ultérieures.

L'occupation Hav.1-N3

Les éclats Levallois découverts sont en silex. L'ensemble est homogène, il s'agit du silex de la craie, probablement du Sénonien. Les éclats ont été produits en dehors de l'aire de fouille, les phases d'acquisition de la matière première, de mise en forme et de transformation des supports ne sont pas présents au sein de l'assemblage Hav.1-N3. Il est difficile de définir un lieu d'approvisionnement précis de la matière première, encore moins un lieu de production de ces pièces.

Présentation des différentes chaînes opératoires

L'occupation Hav.2-N1

La majorité de l'industrie a été débitée par une percussion à la pierre dure.

La production de Hav.2-N1 est majoritairement portée sur l'obtention d'éclats à partir d'une chaîne opératoire Levallois. Une chaîne opératoire à éclats faisant appel à une faible prédétermination est minoritaire (**Tableau 12**).

Une chaîne opératoire à éclats Levallois

Deux des trois nucléus découverts sur le site sont exploités selon une méthode Levallois centripète (**Figure 61**). Le troisième est exploité selon une méthode Levallois dont il est difficile de définir la modalité de par le caractère fragmentaire du nucléus. Les deux nucléus entiers ont des dimensions similaires (L = 69 et 74 mm ; l. = 70 et 89 mm ; ép = 25 et 33 mm).

Associés à ces nucléus, quinze éclats Levallois ont été dénombrés. Cinq sont entiers et non préférentiels. Ils présentent dans quatre cas sur cinq un talon facetté (**Figure 62**). L'un d'entre eux a été retouché en racloir double convergent. Les dimensions moyennes des éclats Levallois entiers sont les suivantes : L. moy. = 57 mm ; l. moy. = 31 mm ; ép. moy. = 11 mm. Quatre éclats Levallois sont des fragments, deux éclats Levallois sont des parties mésiales. Les quatre éclats Levallois restant sont fracturés en partie distale. Deux sont des éclats Levallois préférentiels et possèdent des talons en chapeau de gendarme.

Un remontage (n° 50) composé de deux éclats Levallois et de deux éclats de moins de 3 cm a été réalisé (**Figure 63**).

CHAÎNE OPÉRATOIRE	PHASES	Nombre	pourcentage
	Acquisition		
	rognons, bloc non-testé	2	2.4
	rognons, bloc testé	0	0
	Décorticage		
	éclat d'entame	1	1.2
	éclat cortical	8	9.8
	Entretien		
	éclat de ravivage de plan de frappe	1	1.2
	éclat débordant	2	2.4
	pointe pseudo-Levallois	1	1.2
	Cassons et éclats de petites dimensions		
	éclat de moins de 3 cm	15	18.3
	esquilles	4	4.9
	cassons	3	3.7
	à éclats	Plein débitage	
éclat non cortical		12	14.6
éclat semi-cortical		15	18.3
Nucléus			
	1 plan de frappe - 1 surface de débitage	0	0
	1 plan de frappe - 2 surfaces de débitage	0	0
à éclats Levallois	Plein débitage		
	éclat Levallois	15	18.3
	Nucléus		
	Levallois	3	3.7
TOTAL		82	100

Tableau 12 - Havrincourt, secteur 2 – N1 : Décompte général de l'industrie.

Un éclat de ravivage de plan de frappe, deux éclats débordants et une pointe pseudo-Levallois au talon facetté témoignent de phases de réaménagement des convexités des nucléus (**Figure 64**). L'ensemble de ces observations plaide en faveur d'un débitage effectué au moins en partie *in situ*.

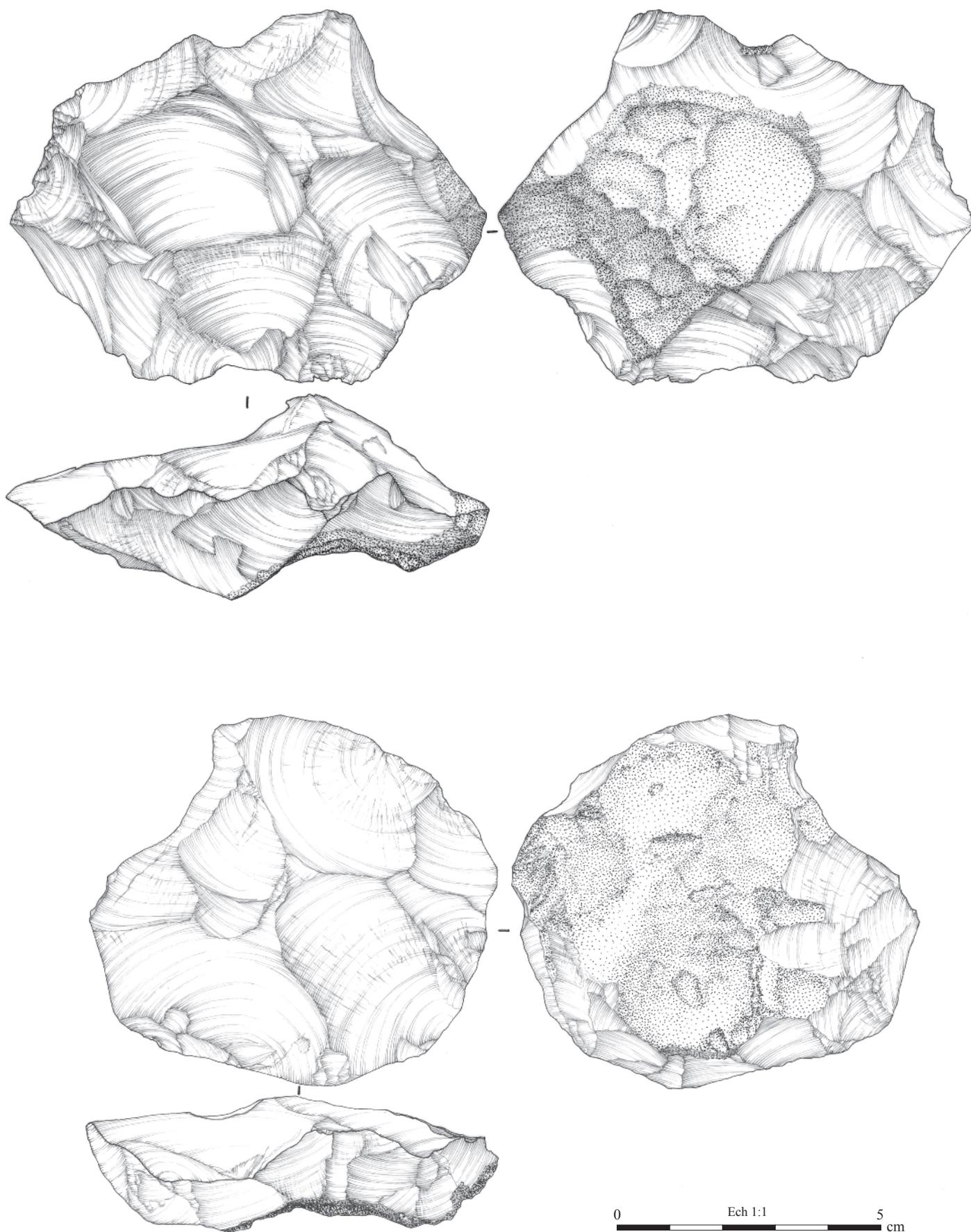


Figure 61 - Havrincourt, secteur 2 – N1 : nucléus Levallois récurrents centripètes (dessin : E. Boitard-Bidaut).

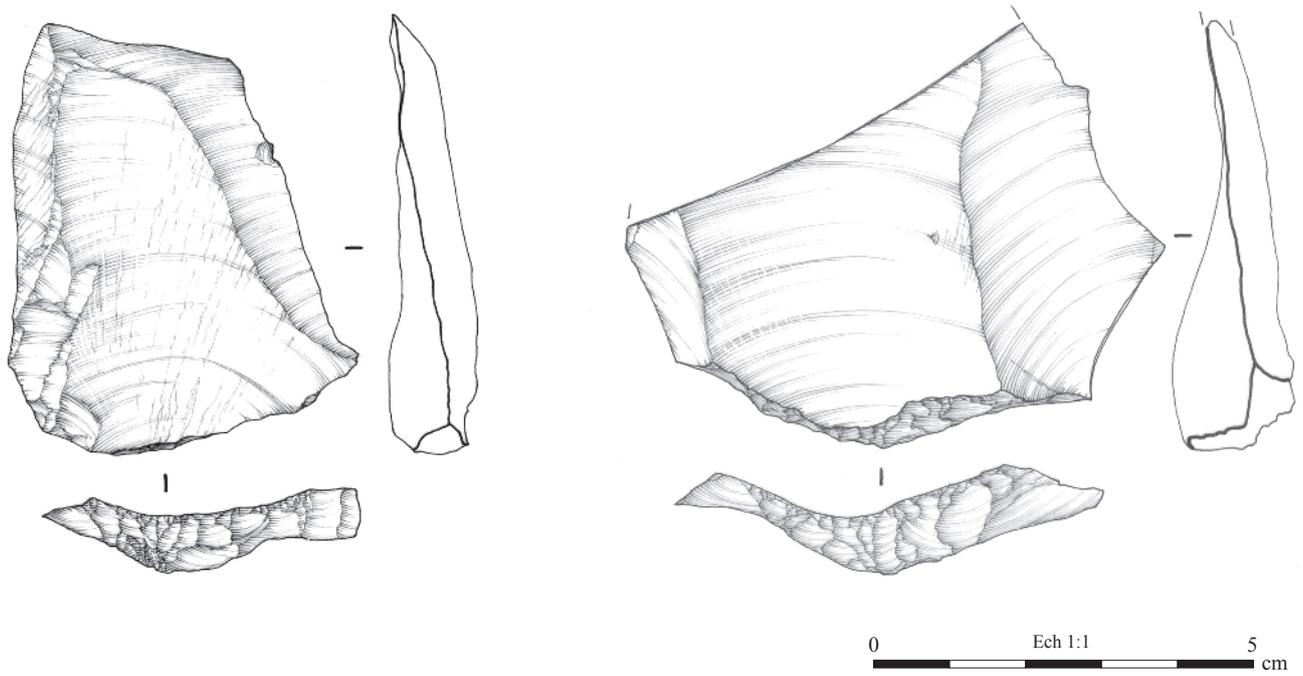


Figure 62 - Havrincourt, secteur 2 – N1 : éclats Levallois (dessin : E. Boitard-Bidaut).

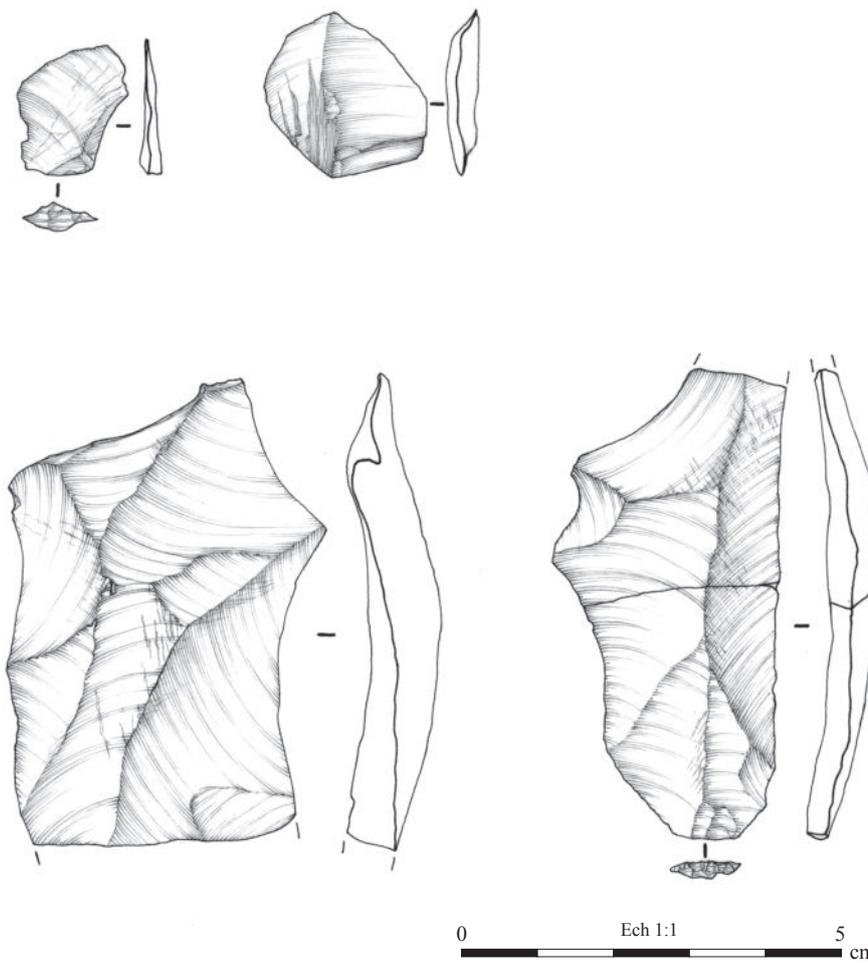


Figure 63 - Havrincourt, secteur 2 – N1 : artefacts composant le remontage 50 (dessin : E. Boitard-Bidaut).

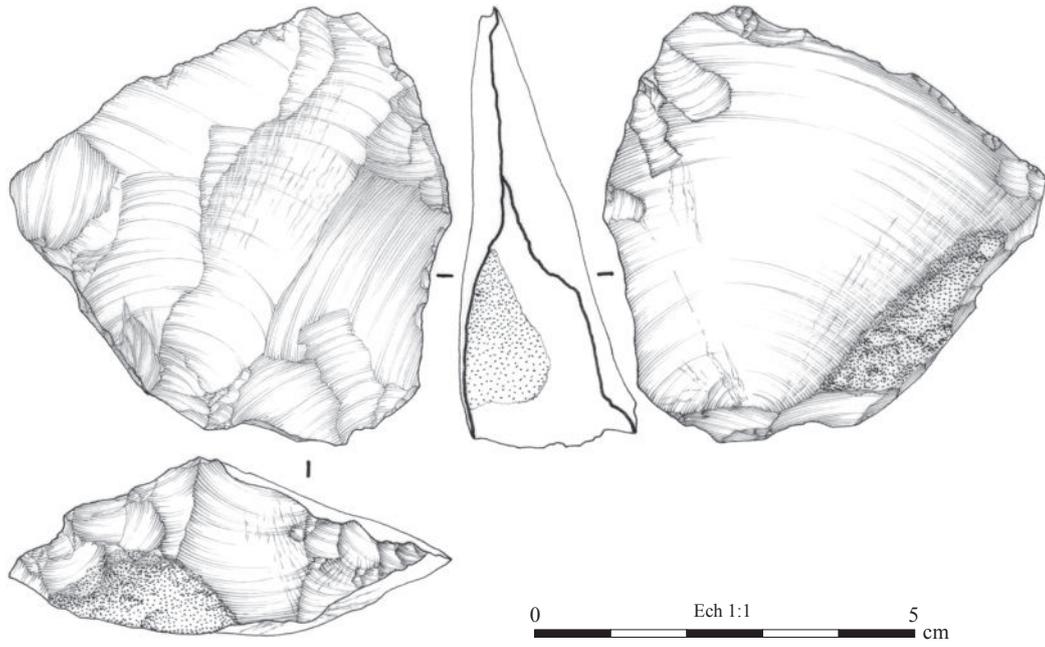


Figure 64 - Havrincourt, secteur 2 – N1 : pointe pseudo-Levallois (dessin : E. Boitard-Bidaut).

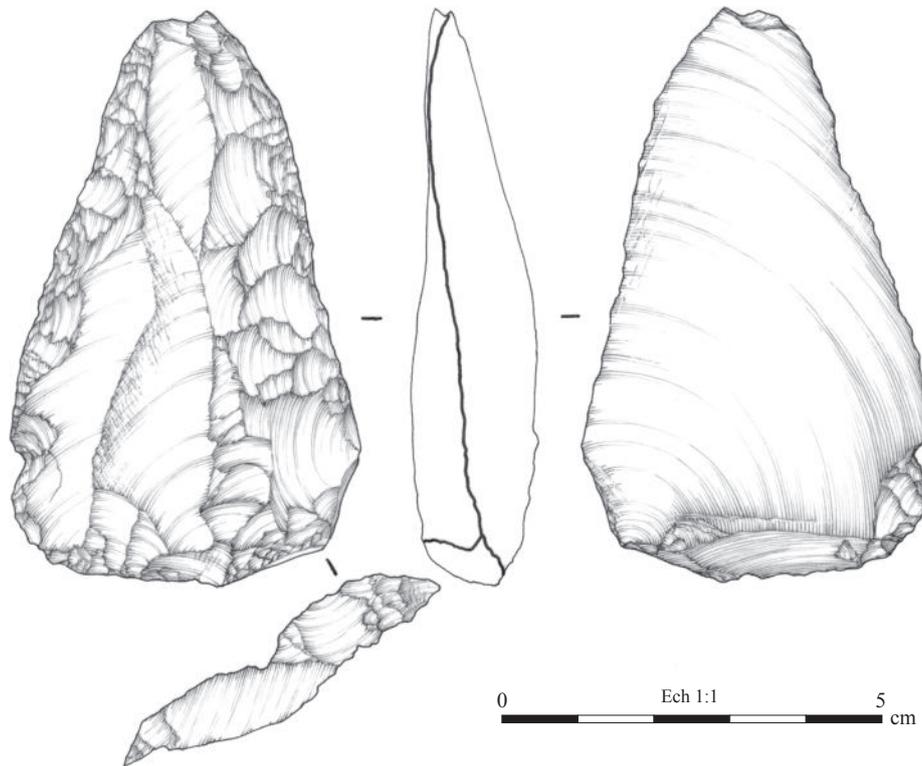


Figure 65 - Havrincourt, secteur 2 – N1 : racloir double convergent (dessin : E. Boitard-Bidaut).

Une chaîne opératoire à éclats à faible prédétermination

Aucun nucléus autre que ceux décrits précédemment n'a été récolté sur le site. Cette absence s'explique principalement par une fragmentation spatiale des activités de débitage. Il est fortement envisageable que la totalité du matériel ne nous soit pas parvenue. En effet, au regard de l'ensemble du matériel, l'hypothèse d'une première aire de débitage dans un secteur non exploré doit être avancée. Les entames et les éclats corticaux sont faiblement représentés ($n = 9$). Les éclats semi-corticaux et de plein débitage représentent 76 % des éclats ($n = 42$). Sur ces 42 éclats, quinze mesurent moins de 3 cm et quatre sont des esquilles. Deux blocs gélifs non testés et trois cassons complètent cette industrie (**Tableau 12**).

Parmi les éclats de plus de 3 cm, 22 éclats sont entiers, les autres sont fracturés en partie distale ou proximale. Les dimensions moyennes des éclats entiers sont les suivantes : L. moy. = 52 mm ; l. moy. = 34 mm ; ép. moy. = 12 mm. L'écart-type à la moyenne des dimensions de ces éclats ($\sigma_{\text{Longueur}} = 21,8$; $\sigma_{\text{largeur}} = 18,3$; $\sigma_{\text{épaisseur}} = 10$) montre une certaine hétérogénéité, les talons sont variés (ôté, lisse, dièdre, cortical). Cinq éclats sont retouchés. Un racloir simple, un racloir double convergent et trois pièces retouchées ont été dénombrés (**Figure 65**).

L'occupation Hav.1-N3

Une grille d'analyse spécifique aux éclats Levallois

L'intérêt de cette série de huit pièces réside dans son homogénéité et dans ses caractéristiques techno-morphofonctionnelles. La présence de huit éclats Levallois, dont certains sont préférentiels et de grandes dimensions, associés à quelques restes de faune, sur une surface explorée de 2 000 m², n'est pas anodine. Les gisements corrélés au début du Pléniglaciaire moyen du Weichselien, comportant ce type de pièces dans le nord de la France sont rares. Elles sont attestées dans deux gisements proches d'Havrincourt : Hermies au lieu dit «Tio Marché» (Vallin & Masson, 2003) et Attilly au lieu dit «Le Bois de la Bocquillière» (Locht *et al.*, 2013). Les éclats Levallois préférentiels de ces trois gisements (Havrincourt, Hermies, Attilly) étant très analogues, il nous a paru judicieux de prendre en considération les mêmes critères d'analyses que ceux utilisés sur le site d'Hermies (Vallin *et al.*, 2006) et d'Attilly afin de pouvoir comparer les séries entre elles.

Le point d'ancrage de l'analyse est le suivant : les éclats Levallois de la série Hav.1-N3 étant les seuls témoins sur une surface fouillée de 2 000 m², il ne fait aucun doute qu'ils ont été apportés sur le site.

Il y a donc sélection, puis export depuis leur lieu de production de ces pièces par l'Homme. Ces pièces sont-elles techniquement, morphométriquement et fonctionnellement similaires ou différentes ? En d'autres termes, ont-elles été produites, sélectionnées et apportées sur le site pour répondre à un besoin identique ?

Ces questions sont celles posées par L. Vallin et B. Masson sur le site d'Hermies «Tio Marché» (Vallin *et al.*, 2006). «Il faut rechercher par l'analyse statistique si ces objets se distinguent par des caractères particuliers, et secondairement vérifier s'il existe des distinctions selon le type d'utilisation» (Vallin *et al.*, 2006, p. 259). Pour tenter d'y répondre, six critères ont été pris en compte dans l'analyse des éclats Levallois préférentiels de la série Hav.1-N3 (**Tableau 13**) :

- Les dimensions
- La masse
- La longueur des tranchants
- La symétrie de la pièce
- La confrontation graphique des contours
- Le type d'outil (en dehors de l'étude tracéologique)

Il serait bien sûr hasardeux de vouloir établir des statistiques poussées sur un échantillon si faible.

Les éclats Levallois préférentiels de grandes dimensions

Ont été considérés comme éclats Levallois préférentiels de grandes dimensions, les éclats ayant une longueur supérieure à 100 mm. Ces éclats ont été débités au percuteur dur, selon une percussion rentrante comme l'atteste la prééminence des bulbes et les stigmates de percussion. Les talons ont été soigneusement préparés, ils sont tous facettés, certains d'entre eux présentent des traces d'abrasion. Tous ces éclats Levallois préférentiels sont issus d'une préparation Levallois centripète.

Les dimensions

L'ensemble des dimensions des éclats montre peu de variations (L. moy. = 122 mm, l. moy. = 87 mm, ép. moy. = 18 mm). Les écarts-type à la moyenne sont faibles, attestant d'une population homogène ($\sigma_{\text{Longueur}} = 19,3$; $\sigma_{\text{largeur}} = 3,7$; $\sigma_{\text{épaisseur}} = 1,3$). Le calcul du coefficient de variation (écart-type / moyenne) renforce le caractère homogène de la population (C.V._{Longueur} = 0,16 ; C.V._{largeur} = 0,04 ; C.V._{épaisseur} = 0,07) (**Tableau 13**).

La masse

L'ensemble des masses est globalement identique. La masse moyenne est de 239 grammes. (masse₁ = 261 g ; masse₂ = 199 g ; masse₃ = 282 g ; masse₄ = 213 g.).

La longueur des tranchants

La longueur des bords latéraux gauche et droit de chaque éclat Levallois a été mesurée afin de déterminer une probable symétrie entre le bord gauche et le bord droit de chaque éclat et de les comparer entre eux (**Tableau 13** et **Figure 66**).

n° de pièce	état	dimensions (mm)			talon	masse (en gr)	Longueur des tranchants (mm)		retouche «bulbaire» (adjacente au talon)		symétrie d'ensemble de la pièce ?	outil	
		Longueur	largeur	épaisseur			Longueur tranchant gauche	Longueur tranchant droit	localisation	longueur (mm)			
éclats Levallois préférentiels de grandes dimensions	283	entier	110	91	18	facetté	261	187.8	158.8	latéral gauche (face sup.)	15	non	racloir double
	280	fracturation en distale (inclusion)	109	83	19	facetté	199	101.1	139.9	latéral gauche (face sup.)	21	non	non
	284	entier	150	85	16	facetté	282	192.7	199.6	latéral gauche et droit (face sup.)	13 et 25	oui (allongée)	non
	1021	entier	118	89	17	facetté	213	166.8	160	latéral droit (face sup et inf.)	21 et 15	oui	non

Tableau 13 - Havrincourt – secteur 1 – N3 : comparaisons des critères caractérisant les éclats Levallois préférentiels de grandes dimensions.

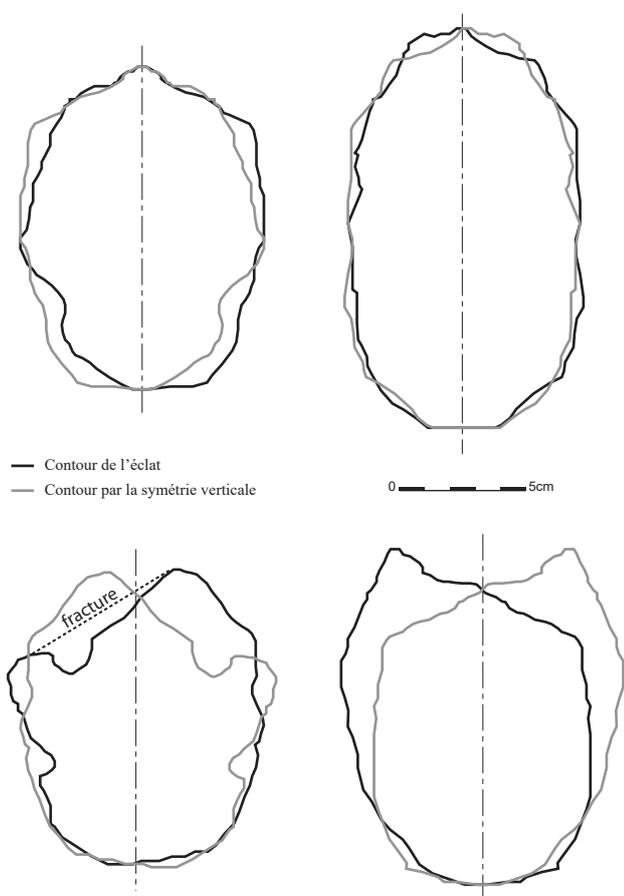


Figure 66 - Havrincourt - secteur 1 – N3 : Illustration de la symétrie des éclats Levallois préférentiels selon l'axe vertical passant par le centroïde de chaque pièce.

Chaque éclat présente une longueur de tranchant quasi similaire entre le bord gauche et le bord droit. Un éclat déroge à cette règle (pièce n°280) mais il est fracturé en partie distale sur le bord gauche ne permettant pas une prise de mesures cohérentes. Les longueurs des tranchants des éclats sont comprises entre 167 et 193 mm pour les bords gauches et 160 et 199 mm pour les bords droits.

La symétrie de la pièce par la confrontation graphique des contours

Suite à la recherche du centroïde de chaque éclat, deux observations ont été faites. Premièrement, deux éclats montrent une symétrie quasiment parfaite selon l'axe vertical (Figure 66). Deuxièmement, la base de chaque éclat est systématiquement identique dans sa morphologie (symétrie selon l'axe vertical passant par le centroïde) (Figure 67). Une morphologie particulière de la base est recherchée. Les parties distales sont, quant à elles, différentes, aucune symétrie ou morphométrie particulière n'a été notée.

Une dernière observation a attiré notre attention. Chaque éclat Levallois présente sur l'un de ses bords adjacents au talon une zone de petites retouches marginales. Ses dimensions sont toujours comprises entre 15 et 25 mm (Tableau 13 et Figure 68). Existe-t-il une corrélation entre leur présence et l'utilisation de l'éclat comme cela a été prouvé sur le gisement d'Hermies ? (Vallin et al., 2006). C'est ce que tentera de démontrer l'analyse tracéologique. L'un des éclats est aménagé en racloir double (retouches scalariformes).

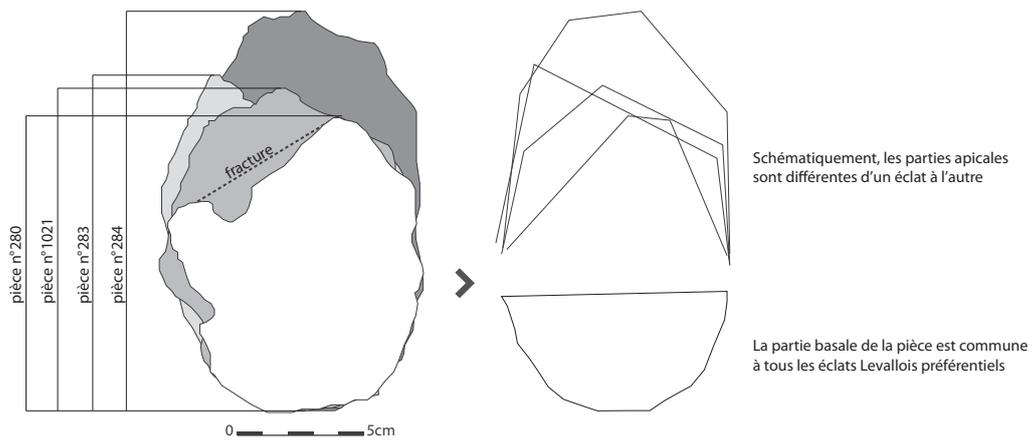


Figure 67 - Havrincourt - secteur 1 – N3 : comparaison de la morphologie des parties basales et distales des éclats Levallois préférentiels de grandes dimensions.



Figure 68 - Havrincourt - secteur 1 – N3 : éclat Levallois préférentiel, détail de la retouche adjacente au bulbe (cliché : D. Glikzman).

n° de pièce	état	dimensions (mm)			talon	masse (en gr)	Longueur des tranchants (mm)		retouche «bulbaire» (adjacente au talon)		symétrie d'ensemble de la pièce ?	outil	
		Longueur	largeur	épaisseur			Longueur tranchant gauche	Longueur tranchant droit	localisation	longueur (mm)			
249	entier	65	50	6	chapeau de gendarme	27	abs	abs.	non	non	non	racloir double	
éclats Levallois préférentiels de grandes dimensions	1022	entier	85	60	9	facetté	54	latéral droit (face sup.) légèrement maqué	12	non	racloir simple	non	non
	1006	entier	75	66	16	facetté	94	abs	abs.	oui	encoche en partie distale (18 mm)	oui (allongée)	non
	291	entier	72	55	5	dièdre	22	abs	abs.	oui	non	oui	non

Tableau 14 - Havrincourt - secteur 1 – N3 : comparaisons des critères caractérisant les éclats Levallois.

Les autres éclats Levallois

La série Hav.1-N3 se compose également de quatre éclats Levallois dont deux préférentiels. Les talons sont facettés, la percussion est rentrante, réalisée au percuteur dur. Deux éclats témoignent d'une préparation centripète, les deux autres d'une préparation bipolaire. Ces quatre éclats sont deux fois moins longs et larges que les précédents éclats Levallois préférentiels de grandes dimensions (Figure 69). Leurs dimensions sont relativement homogènes (Tableau 14) [L. moy. = 74 mm, l. moy. = 58 mm, ép. moy. = 9 mm], comme l'attestent les faibles écarts-type à la moyenne ($\sigma_{\text{Longueur}} = 8,3$; $\sigma_{\text{largeur}} = 6,9$; $\sigma_{\text{épaisseur}} = 4$). Le coefficient de variation (écart-type / moyenne) renforce le caractère homogène de la population ($C.V._{\text{Longueur}} = 0,11$; $C.V._{\text{largeur}} = 0,12$; $C.V._{\text{épaisseur}} = 0,44$). Les masses sont assez différentes (masse 1 = 27 g ; masse 2 = 54 g ; masse 3 = 94 g ; masse 4 = 22 g). Quelle place ont eu ces éclats dans la panoplie des hommes venus à Havrincourt ? Sont-ils complémentaires des éclats Levallois préférentiels de grandes dimensions décrits précédemment ? Deux d'entre eux sont symétriques par rapport à l'axe vertical passant par le centroïde des pièces. Deux éclats sont retouchés, l'un est un racloir simple, l'autre possède une encoche réalisée en partie distale dont le diamètre fait 18 mm. Aucun de ces éclats ne présente de retouches adjacentes au talon comme cela a été observé sur les éclats Levallois de grandes dimensions.

Les éclats découverts lors de la fouille de Hav.1 relèvent tous d'une seule méthode de débitage et de deux schémas de production différents. Deux catégories d'éclats Levallois ont été apportées puis abandonnées sur le site, ils se distinguent principalement par leur gabarit. Dans les deux cas, des critères techno-morphologiques très homogènes semblent recherchés tant dans leurs dimensions, que dans la recherche d'un équilibre parfait de la pièce. Concernant les éclats les plus grands, leur base est quasiment interchangeable alors que des variations morphologiques sont perceptibles dans la partie distale de la pièce (Figure 67). Quel sens peut avoir cette particularité ? Ces deux groupes d'éclats Levallois préférentiels sont morphométriquement identiques, qu'en est-il de leurs fonctions ?

Ont-ils été apportés sur le site pour remplir des fonctions différentes ? L'étude tracéologique menée par E. Claud et présentée dans la suite de ce chapitre tentera d'apporter des éléments de réponses.

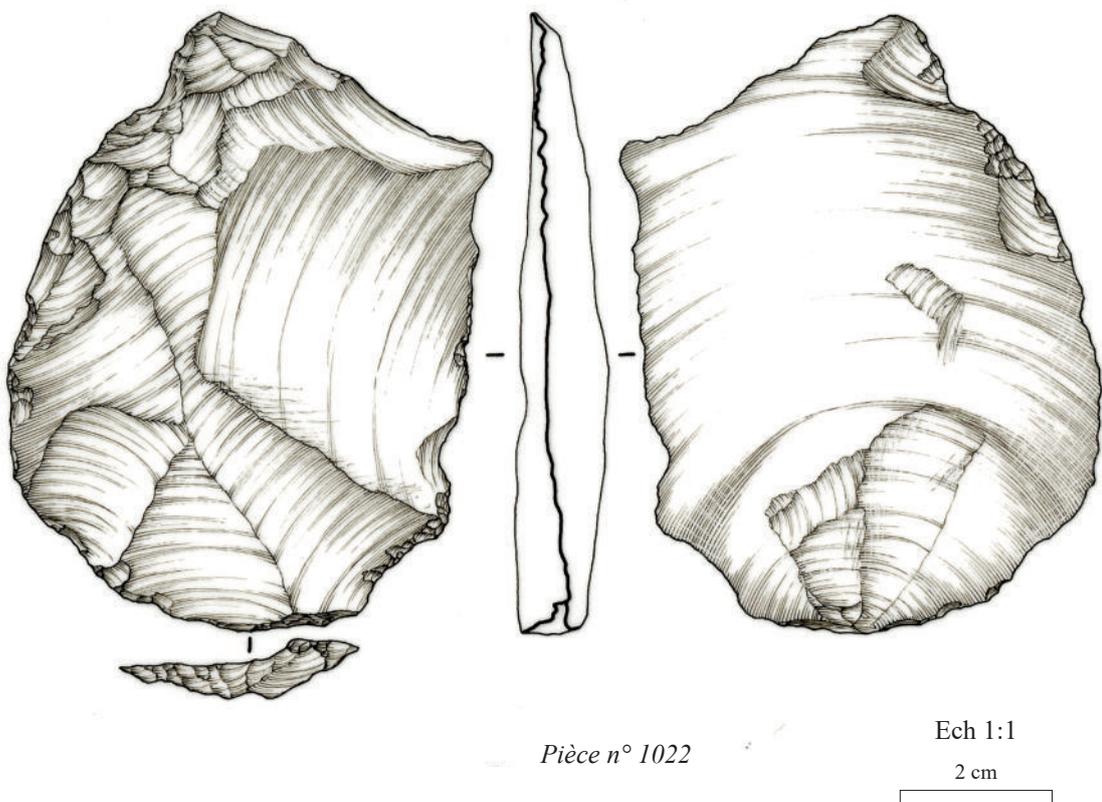
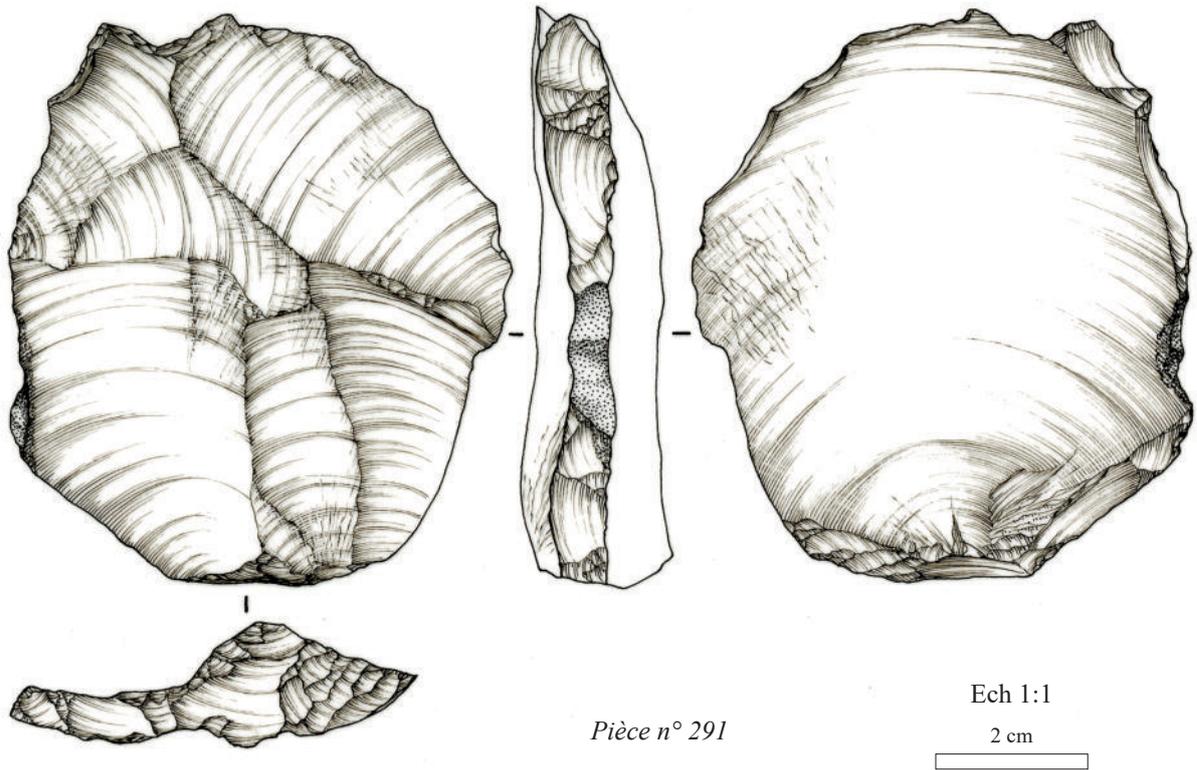


Figure 69 - Havrincourt - secteur 1 - N3 : éclats Levallois préférentiels n° 291 et n° 1022 (dessin : E. Boitard-Bidaut).

Exemples de comparaisons régionales

Le niveau 2 du gisement d'Attily «Bois de la Bocquillière»

Le gisement d'Attily est situé dans l'Aisne, à une dizaine de kilomètres à l'ouest de Saint-Quentin et à une trentaine de kilomètres au sud d'Havrincourt. La fouille du niveau 2 d'Attily s'est déroulée sous forme de sondages extensifs, réalisés en 1996, par une équipe de l'AFAN. Plusieurs niveaux paléolithiques ont été découverts dont deux sont corrélables au Pléniglaciaire moyen du Weichselien (Locht *et al.*, 2013). Le niveau 2, qui nous intéresse plus particulièrement ici, se trouve au sein de limons bruns homogènes (Locht *et al.*, 2013). Ces limons bruns semblent être corrélables à ceux d'Havrincourt, Hav.1. Les limites de l'occupation du niveau 2 n'ont pas été atteintes. L'échantillon recueilli se compose de 74 artefacts dont 12 éclats Levallois préférentiels (Locht et Guerlin, 1997). Quatre d'entre eux sont de grandes dimensions et identiques en de nombreux points à ceux d'Havrincourt, secteur 1.

Les dimensions des éclats d'Attily sont homogènes (L. moy. = 125 mm, l. moy. = 87 mm, ép. moy. = 20 mm) ainsi que leurs masses (m. moy. = 250 g) (Tableau 15).

Les calculs de l'écart type et du coefficient de variation renforcent cette analyse ($\sigma_{\text{Longueur}} = 8,3$; $\sigma_{\text{largeur}} = 15,6$; $\sigma_{\text{épaisseur}} = 5$; C.V._{Longueur} = 0,1 % ; C.V._{largeur} = 0,2 % ; C.V._{épaisseur} = 0,3 %). Ces résultats sont très proches de ceux obtenus sur les éclats d'Havrincourt. Deux éclats Levallois préférentiels montrent une symétrie quasiment parfaite selon l'axe vertical passant par le centroïde de la pièce. Comme pour les éclats d'Havrincourt, la recherche d'une morphologie particulière de la base semble être de mise. Ces observations sont corroborées par les mesures des longueurs des tranchants de chacun de ces éclats (Tableau 15). Enfin, l'observation la plus troublante est sans doute la présence de retouches marginales adjacentes au talon de l'éclat sur l'un des bords, voire les deux bords. Ces dernières sont présentes sur trois éclats sur quatre et mesurent entre 13 et 26 mm (Tableau 15). Les éclats Levallois préférentiels découverts à Attily sont identiques en de nombreux points à ceux d'Havrincourt. Afin d'affirmer ou d'infirmer une utilisation spécifique, ces éclats Levallois préférentiels d'Attily ainsi que trois autres de gabarit plus petit, similaires à ceux retrouvés à Havrincourt, ont été soumis à une étude tracéologique.

n° de pièce	état	dimensions (mm)			talon	masse (en gr)	longueur des tranchants (mm)		retouche «bulbaire» (adjacente au talon)		symétrie d'ensemble de la pièce ?	outil		
		longueur	largeur	épaisseur			longueur tranchant gauche	longueur tranchant droit	localisation	longueur (mm)				
90	entier	142	82	21	facetté	274	182.7	176.8	difficilement identifiable car ret. en continue		oui (allongée)	racloir double convexe		
éclats Levallois préférentiels de grandes dimensions	68	entier	120	73	17	facetté	183	166.4	169.8	latéral gauche et droit (face sup.)		12 et 24	oui (allongée)	non
	76	entier	121	82	16	facetté	222	161.5	162.7	latéral droit (face sup.) légèrement marqué		10	non	racloir double droit-concave
	1	entier	115	109	24	facetté	321	230.2	170.3	latéral gauche et droit (face sup.)		22 et 26	non	racloir double déjeté

Tableau 15 - Attily –N2 : Comparaisons des critères caractérisant les éclats Levallois préférentiels de grandes dimensions.

Le gisement d'Hermies «Tio Marché»

Le gisement d'Hermies "Tio Marché" est localisé à moins d'un kilomètre à vol d'oiseau au sud-est de celui d'Havrincourt. Plusieurs niveaux paléolithiques ont été découverts dont l'un est corrélé au complexe de sols de St. Acheul / Villiers-Adam (Vallin et Masson, 2003). Dans un article paru en 2006 intitulé « L'outil idéal. Analyse du standard Levallois des sites moustériens d'Hermies (nord de la France) », L. Vallin et ses collaborateurs réalisèrent une analyse statistique sur 91 éclats Levallois préférentiels «provenant des horizons attribués au stade isotopique 3» (Vallin *et al.*, 2006, p. 239).

À Hermies, l'ensemble de la chaîne opératoire est présente sur le site. Certains remontages attestent de la production de ces éclats Levallois préférentiels sur place. L'éclat Levallois a parfois été retrouvé dans ou en dehors du poste de débitage où il a été produit (Vallin *et al.*, 2006). Dans certains cas, le nucléus est présent sur le site et l'éclat Levallois préférentiel produit n'a pas été retrouvé dans les limites de la zone fouillée. À l'inverse, certains éclats préférentiels abandonnés sur le site ont été importés depuis un lieu de production non localisé (Vallin *et al.*, 2006).

Les dimensions des éclats Levallois préférentiels sont légèrement inférieures à celles de leurs homologues d'Havrincourt et d'Attilly (L. moy. = 97,1 mm, périmètre moyen = 246 mm). La masse moyenne d'un éclat est de 151 g. Néanmoins, l'étude repose sur une population statistique plus importante (103 éclats mesurés) que dans le cas des séries d'Havrincourt et d'Attilly. Certains éclats ont des dimensions plus importantes que ceux mis au jour à Havrincourt. Si l'analyse de la superposition des contours des éclats Levallois préférentiels d'Hermies «soulignent une certaine homogénéité morphologique d'ensemble» (Vallin *et al.*, 2006, p. 259), la présence d'une partie proximale identique n'a pas été mise en évidence, bien que le gabarit général soit assez calibré (forme ovale) et qu'ils « possèdent en commun une certaine symétrie d'ensemble » (Vallin *et al.*, 2006, p. 268).

Conformément aux observations faites sur les éclats d'Havrincourt et d'Attilly, «Une retouche sur les portions de bords adjacentes au talon est présente [...] sa position est systématiquement opposée au tranchant utilisé pour ne pas entailler la paume» (Vallin *et al.*, 2006, p. 268).

Les données tracéologiques

Emilie CLAUD

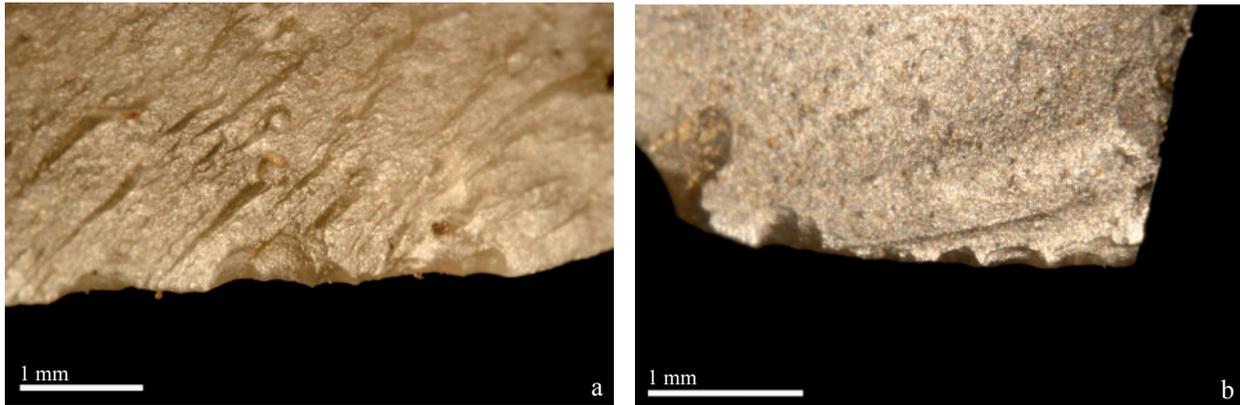
L'ensemble des pièces appartenant aux séries Hav.2-N1 et Hav.1-N3, et comportant des stigmates résultant clairement d'une utilisation ou pouvant avoir une origine fonctionnelle ont fait l'objet d'une analyse tracéologique détaillée. Etant donné l'importance des problématiques soulevées par la découverte des éclats Levallois préférentiels de grandes dimensions du niveau Hav.1-N3, une étude à but comparative a également été réalisée sur les éclats préférentiels des sites d'Attilly et d'Hermies.

L'occupation Hav.2-N1

Les six pièces ayant retenu notre attention lors de l'étude de Hav.2-N1 n'ont pas toutes livré des traces d'utilisation diagnostiques. Quatre d'entre elles en portent, tandis qu'un exemplaire présente des traces d'origine indéterminée (peut-être dues à la coupe de matière tendre à mi-dure) et qu'une dernière ne présente finalement aucune trace possiblement liée à l'utilisation. Les pièces portant des traces d'utilisation sont un éclat Levallois, un éclat semi-cortical, un fragment mésial de support indéterminé et une pointe.

Les deux premières pièces portent des esquillements liés à la coupe d'une matière tendre (peau ou viande) et la troisième présente des traces légèrement plus marquées témoignant d'une utilisation pour découper une matière tendre à mi-dure, vraisemblablement dans le cadre d'une activité de boucherie (Figure 70). Sur l'une des deux pièces utilisées pour couper une matière tendre, les esquillements sont associés à un micro-poli de coalescence fluide, bifacial et brillant qui pourrait indiquer qu'il s'agit d'une matière carnée, mais le risque d'une convergence avec la patine brillante n'a pas pu être écarté (Figure 48 - h).

La pointe n° 1024 porte sur son bord gauche de petits esquillements témoignant d'une utilisation pour découper une matière tendre à mi-dure tels que ceux observés classiquement sur les couteaux de boucherie (Figure 71 - a). En plus de ces derniers, elle présente dans sa partie disto-latérale de grands esquillements parfois superposés, couvrants, présentant une initiation en cône et une terminaison en escalier, et rendant le tranchant irrégulier (Figure 71 - b à d). Ils indiquent des contacts ponctuels mais en force contre des matières dures, probablement organiques, selon un mouvement parallèle à l'axe longitudinal de la pièce. Ils évoquent ceux produits lors de l'impact d'une pointe utilisée en armature, notamment les endommagements des bords des pointes Levallois expérimentales utilisées en arme d'hast ou en dague illustrés par Plisson et Beyries (1998). Ils sont également comparables à ceux documentés sur une pointe du site paléolithique moyen de Bettencourt-Saint-Ouen dans la Somme, interprétée comme pointe d'hast (Caspar *in* Loch et al., 2002), et sur des pointes moustériennes d'Angé (Loir-et-Cher) considérées comme des armatures d'hast ou de lance (Soressi & Loch, 2010).



photographies prises faces inférieures

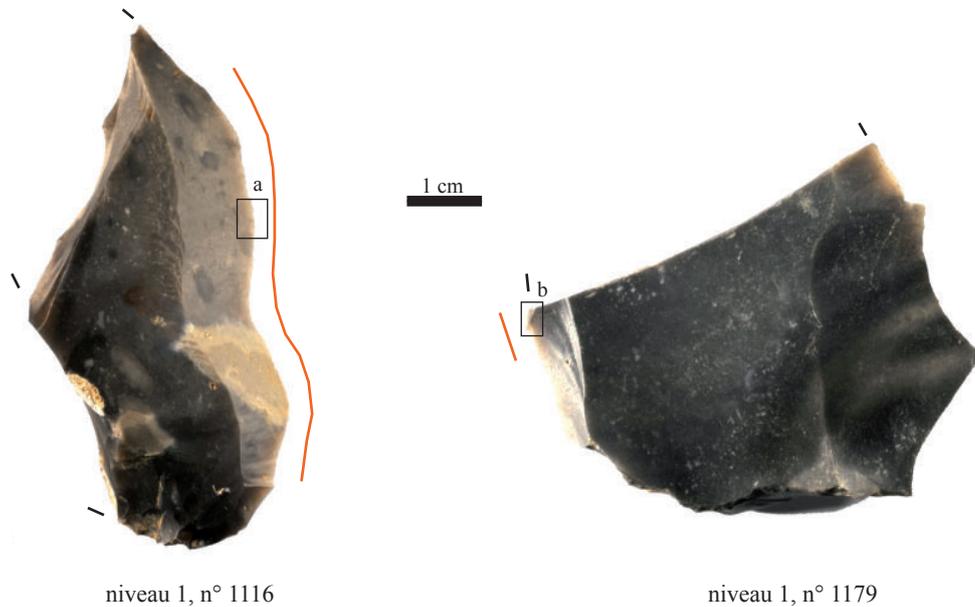


Figure 70 - Havrincourt – secteur 2 – N1 : localisation et photographies des esquillements portés par deux éclats utilisés pour couper une matière tendre.

Néanmoins, cette pointe paraît courte et surtout très robuste dans sa partie proximale pour avoir été emmanchée et donc avoir ainsi servi comme armature, même si les pointes de Bettencourt-Saint-Ouen et d'Angé (au moins certaines d'entre elles), plus élancées, semblent également avoir conservé leur bulbe et donc une certaine épaisseur en partie proximale. Ces aspects morphologiques, en plus de l'impossibilité de documenter d'éventuelles traces d'emmanchement en raison d'une mauvaise conservation et de l'absence de fractures classiquement reconnues comme diagnostiques d'une utilisation en armature (*spin off fracture*, *step terminating bending fracture*, enlèvements burinants, cf. Fisher *et al.*, 1984 ; Geneste & Plisson, 1990, O'Farrell, 2004 et Sano 2009) ne nous permettent pas d'être affirmatifs quant à cette hypothèse de fonctionnement.

La même question d'interprétation s'est posée pour plusieurs pointes pseudo-Levallois courtes et épaisses du site paléolithique moyen de Beauvais (Oise), qui portent également des enlèvements localisés en partie distale.

S'appuyant sur la construction et l'étude d'un référentiel spécifique aux pointes du gabarit de celle du Paléolithique moyen (Coudenneau, 2013), l'auteur de l'étude interprète ces stigmates comme résultant d'un impact lié à une utilisation comme armature axiale, malgré la morphologie *a priori* assez inadaptée des pointes à un tel mode de fonctionnement. De notre côté, la présence d'une autre pièce, mais issue de la couche G (n° 1359), portant des esquillements comparables sur son extrémité distale alors que celle-ci n'est pas pointue mais convexe en plan, nous a plutôt incité à rester prudents vis-à-vis de l'hypothèse d'un mode de fonctionnement en armature pour la pièce précédente.

Celle-ci porte en effet le même type d'esquillements (grande taille, couvrants, initiation en cône et terminaison en flexion), mais ces derniers sont plus nombreux, superposés, et ont une distribution continue, ce qui indique des contacts répétés en percussion lancée contre une matière dure organique telle que l'os. Cette pièce, tout comme la précédente, pourrait avoir par exemple été utilisée pour désarticuler en force en utilisant un geste lancé, son mode de préhension restant indéterminé.

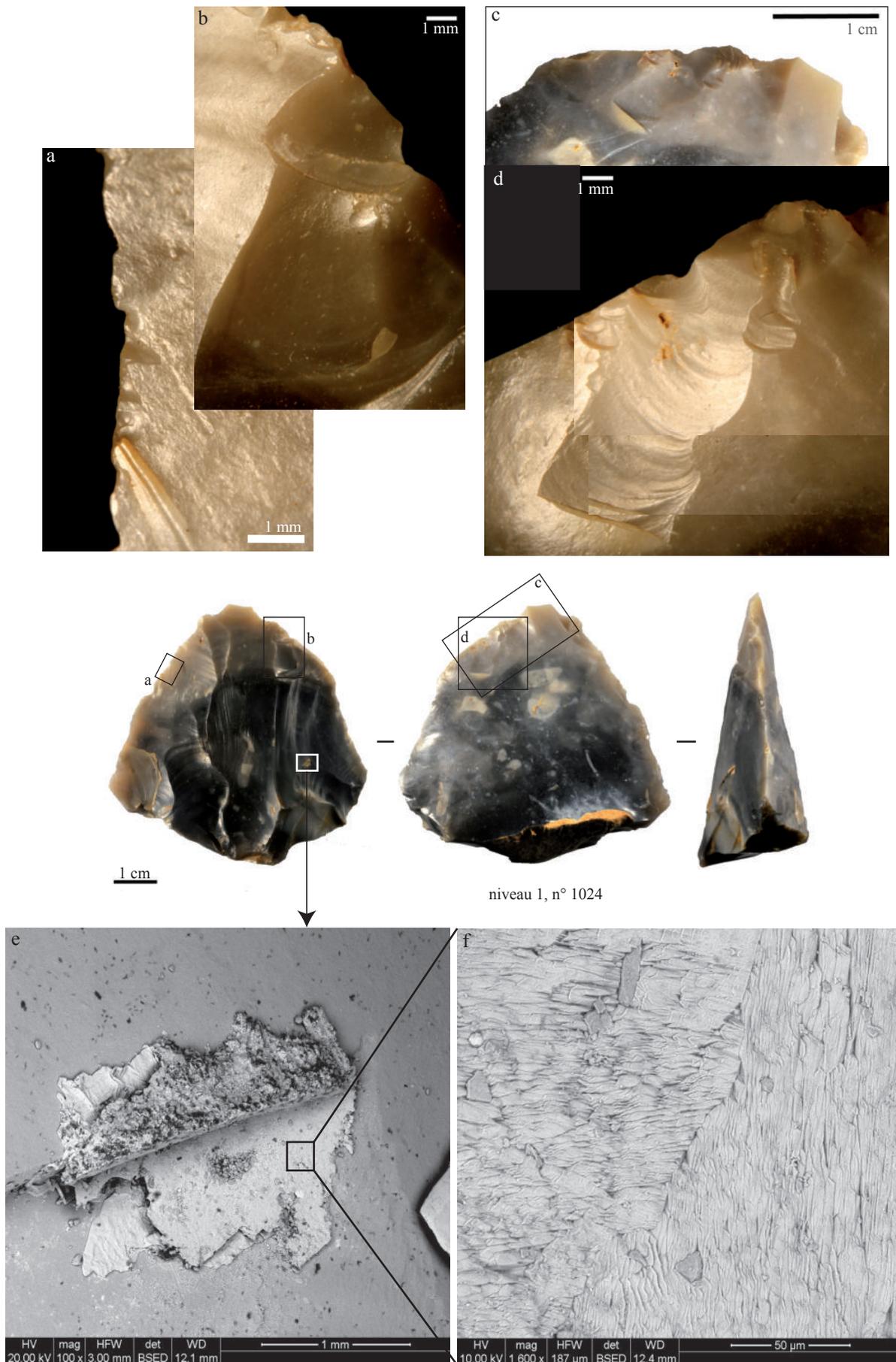


Figure 71 - Havrincourt - secteur 2 – N1: pointe portant des traces de découpe de matière tendre à mi-dure sur son bord gauche et des enlèvements de nature indéterminés (impacts liés à une utilisation en percussion lancée ?) sur son bord distal gauche, ainsi qu'un résidu en partie proximale, caractérisé au MEB comme étant de nature minérale (calcite ?).

En effet aucune des pièces analysées ne porte de traces clairement liées à la préhension. Celle-ci a pu se faire à main nue ou par l'intermédiaire d'une gaine ou d'un manche.

Sur la pointe, des résidus de nature et d'origine indéterminée avaient été observés à la loupe binoculaire. Leur localisation, sur une arête en partie proximale, donc située à l'opposé de la zone active, pouvait suggérer leur possible appartenance à un dispositif d'emmanchement (résine, brai de bouleau ?). Dans le doute, nous avons procédé à des analyses de morphologie et de composition au MEB environnemental (laboratoire LCTS Université de Bordeaux, **Figure 71** - e et f). Le résidu, de couleur claire, organisé sous forme de plaques superposées et d'apparence cristalline, se compose de calcium (23 %), d'oxygène (48 %) et de carbone (21 %) (absence de phosphate), composition compatible avec un minéral tel que la calcite ou l'aragonite (CaCO_3). De nature minérale, ce résidu est donc très probablement d'origine sédimentaire et ne peut nous renseigner sur le mode de préhension de cet objet.

L'étude tracéologique de l'industrie de Hav.2-N2 apporte donc des résultats limités étant donné que seules quatre pièces s'avèrent porter des traces d'utilisation, ce qui représente un pourcentage très faible par rapport à l'industrie dans son ensemble. Les stigmates présents sur la pointe sont problématiques à interpréter, la présence d'une pièce portant de possibles traces d'impact doit donc simplement être signalée. Il existe probablement un déficit de pièces portant des traces de coupe de matière tendre (viande ?) en raison de la conservation différentielle des traces d'utilisation, l'émoussé naturel parfois intense pouvant totalement remanier le fil et faire disparaître les esquillements de petite taille. En effet, ce mode de fonctionnement a été identifié uniquement sur des éclats présentant une très bonne qualité de conservation, sans aucun émoussé macroscopique. De la même manière, on ne peut pas exclure que des travaux de traitement de la peau aient pu être effectués sur le site grâce à l'outillage lithique, car l'émoussé naturel, bien développé sur une partie des pièces du niveau Hav.2-N1 et qui touche toute la surface et les tranchants des pièces concernées, a pu empêcher d'identifier un émoussé d'origine fonctionnel (localisé sur la zone active seulement).

L'occupation Hav.1-N3

Sur les huit pièces analysées, trois portent des traces d'utilisation certaines, deux présentent des traces indéterminées, peut-être d'origine fonctionnelle, et trois ne portent aucune trace d'utilisation. Au sein de ces dernières, l'une (n° 191) est très altérée, il est donc possible qu'elle ait été utilisée sans que des traces ne soient conservées. La pièce n° 249 est au contraire intacte d'un point de vue macroscopique, il est donc envisageable que l'absence de traces corresponde à une absence d'utilisation. La pièce n° 1006 est quant à elle dans un état de conservation intermédiaire, car elle présente d'assez nombreux esquillements naturels ; il n'est cependant pas possible de déterminer si elle a été utilisée ou non.

Les trois pièces portant des traces d'utilisation sont des éclats Levallois préférentiels de grandes dimensions.

Les traces d'utilisation consistent en des esquillements, les éventuels micro-polis observés pouvant résulter d'une convergence entre polis d'utilisation et patine brillante. Le caractère bifacial et alternant des esquillements ainsi que leur orientation oblique par rapport aux tranchants indiquent un fonctionnement en coupe. Leur morphologie est semi-circulaire, parfois triangulaire ou trapézoïdale, leur terminaison est fine ou en escalier et leur initiation souvent en flexion (**Figure 72** - a à d). Sur la pièce n° 280 et la partie mésiale de la pièce n° 283 les esquillements sont de dimensions variables, ce qui indique la découpe de matière de dureté variable, de tendre à mi-dure (**Figure 72** - c et d). Ces esquillements sont similaires à ceux qui se produisent sur les pièces expérimentales utilisées pour la boucherie, impliquant des contacts avec des matières tendres telles que la viande et les tendons, mais aussi des matières plus dures comme le cartilage et les os. Les éventuels polis d'utilisation qui n'ont pas été «retenus» en raison des risques de convergence avec la patine brillante sont par ailleurs comparables à ceux qui se produisent sur les tranchants ayant servi comme couteaux de boucherie. La pièce n° 280 montre en partie distale des esquillements superposés d'assez grande dimension, ce qui pourrait indiquer ponctuellement une utilisation selon un mode d'action un peu différent, peut-être un mouvement en percussion lancée (**Figure 72** - e). Dans sa partie proximale les esquillements sont continus, orientés transversalement et superposés ; il est possible que cette zone ait servi selon un mouvement de raclage (**Figure 72** - f), par exemple pour retirer les restes de viande sur un os.

La pièce n° 284 ainsi que la partie distale de la pièce n° 283 portent des esquillements de plus petite dimension, qui témoignent plutôt du travail d'une matière tendre, telles que la viande ou la peau, ou tout du moins des contacts moins fréquents ou moins intenses avec des matières dures telles que l'os et le cartilage (**Figure 72** - a et b). La partie distale du tranchant gauche de la pièce n° 284 étant altérée par des enlèvements et esquillements anciens et récents, il n'est pas possible de savoir si la zone active se poursuivait dans cette zone. Il en est de même du tranchant situé entre les deux zones actives de la pièce n° 283, qui porte de nombreux esquillements et cassures mais qui pourrait avoir également servi.

Une des pièces dont les traces ont été considérées comme indéterminées (n° 1021) pourrait également avoir servi à découper une matière tendre. Les esquillements, petits, semi-circulaires, présentant une initiation en flexion et une terminaison fine, n'ont pas été considérés comme suffisamment diagnostiques en raison de leur caractère plutôt unifacial et de leur nombre réduit. Enfin, un éclat de dimensions plus modestes (n° 1022) porte sur son bord gauche des esquillements bifaciaux de grande dimension, superposés, obliques, avec une terminaison en escalier et une initiation en cône.

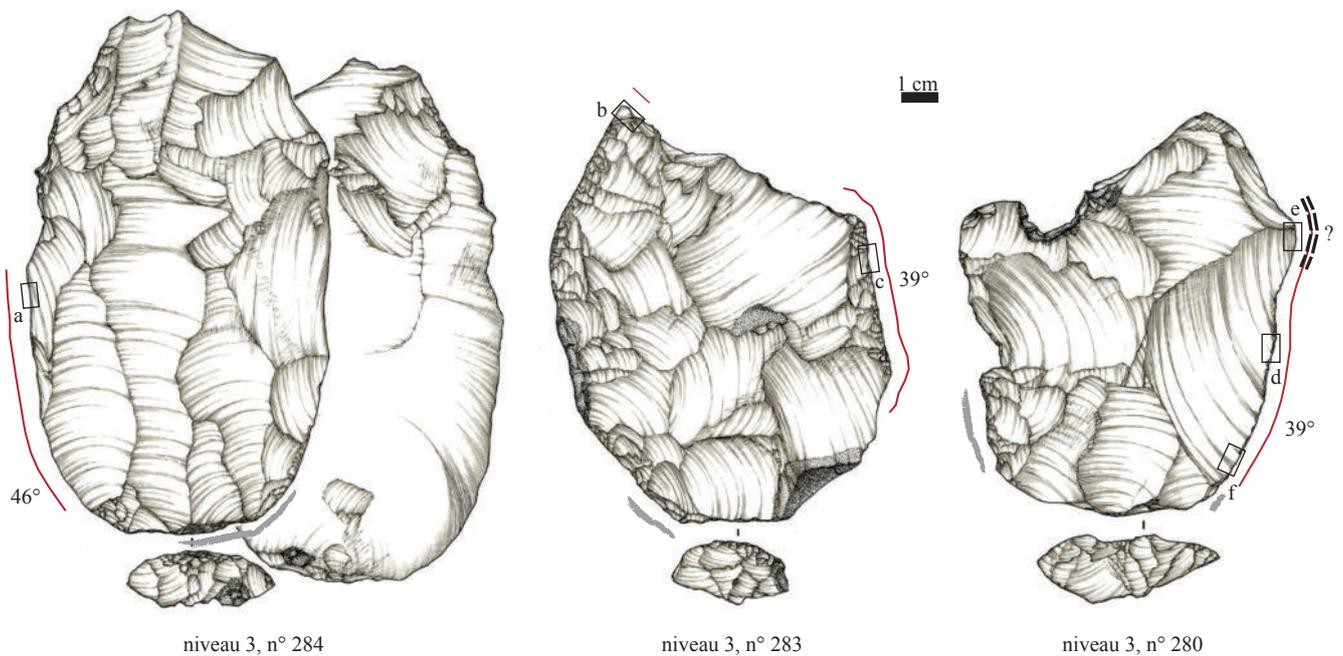
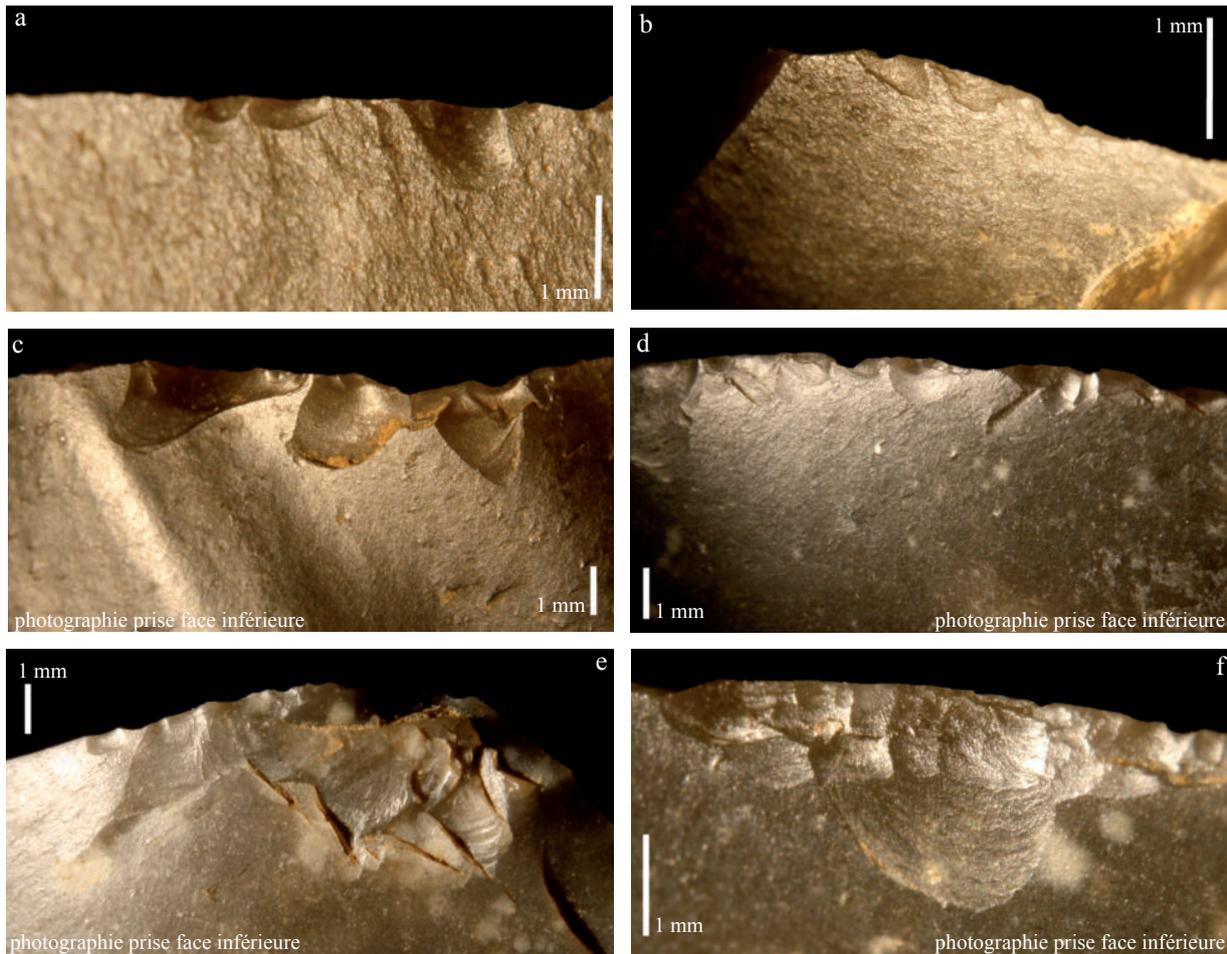


Figure 72 - Havrincourt - secteur 1 - N3 : localisation et photographies des traces observées sur les trois éclats portant des traces d'utilisation claires. a et b. petits esquillements discontinus liés à la coupe de matière tendre à mi-dure (boucherie), c et d. esquillements discontinus et obliques de plus grande dimension liés à la coupe de matière tendre à mi-dure (boucherie), e. esquillements de grande dimension superposés (percussion lancée dans le cadre de la boucherie ?), f. esquillements continus, superposés et perpendiculaires (raclage ?). En gris : écrasements. La mesure de l'angle de coupant correspond à une moyenne des angles mesurés le long de la zone active.

Ces esquillements n'ont pas les caractéristiques d'une retouche ni d'enlèvements naturels. Ils pourraient résulter de la percussion d'une matière dure organique, mais la morphologie de cet éclat et son épaisseur ne paraissent pas vraiment adaptés à un tel mode de fonctionnement, à moins qu'il n'ait été emmanché, ce qu'il ne nous a pas été permis de démontrer étant donné l'état de conservation assez médiocre de cette pièce.

En effet, probablement en raison d'un état de conservation insuffisant, aucune trace d'emmanchement ni de préhension à main nue ou par l'intermédiaire d'une gaine n'a été observée sur cette série de pièces. Si aucun argument tracéologique ne peut être apporté pour discuter du mode de préhension de ces éléments, on peut supposer une utilisation à main nue des pièces n° 280 et 283 car le bord opposé à la zone active a en totalité ou en partie subi des modifications le rendant non coupant, grâce à des retouches semi-abruptes se terminant par des écrasements (zones grisées, **Figure 72**). La pièce n° 283 présente en outre un dos composé en partie proximale d'une zone retouchée semi-abrupte, en partie mésiale d'une zone corticale et en partie distale d'une zone abrupte liée au caractère débordant de l'éclat. Ce mode de préhension à main nue paraît moins évident, bien que possible, pour la pièce n° 284, car la ou les zones ayant pu servir à tenir l'outil sont restées coupantes. Seule la présence de petits écrasements en partie proximale du bord droit a été notée, qui permettraient éventuellement d'y poser l'index dans le cas où la pièce serait tenue à l'envers, bulbe en avant (**Figure 73**).

La préhension à main nue d'un tel éclat brut peut tout à fait être envisagée dans le cas d'une utilisation délicate et contrôlée, qui ne sera pas blessante pour la main. Etant donné le mode de fonctionnement identifié pour cette pièce (coupe de matière tendre), nous pensons que ce mode de préhension ne peut donc être exclu.

Au terme de l'étude de cet échantillon de la série Hav.1-N3 d'Havrincourt, on peut retenir que trois pièces présentent des traces d'utilisation certaines, qu'elles résultent de la coupe de matière tendre et tendre à mi-dure, et que malgré l'absence de micro-poli conservé, ces outils sont, d'après les caractéristiques des esquillements, plutôt à mettre en relation avec une activité de boucherie. Deux pièces supplémentaires pourraient avoir été utilisées, l'une pour couper une matière tendre comme la peau ou la viande et l'autre pour percuter des matières dures organiques, modes de fonctionnement qui seraient donc vraisemblablement en lien avec le traitement des matières animales. L'utilisation de plusieurs des pièces analysées -voire de la majorité- pour la boucherie est tout à fait cohérente avec la mise au jour de restes fauniques témoignant vraisemblablement de l'exploitation de carcasses sur le site, d'autant que l'ensemble des pièces portant des esquillements significatifs ont été retrouvées à proximité des restes d'équidés (cf. *supra*).



Figure 73 - Illustration de l'utilisation et du mode de préhension supposé de l'éclat Levallois préférentiel n° 284, bulbe dirigé vers le haut (dessin : C. Font).

Etude comparative : les grands éclats préférentiels d'Attily « Bois de la Bocquillière »

L'étude de sept pièces de la série issue des fouilles du site d'Attily « Bois de la Bocquillière » (Aisne, Lochet & Guerlin, 1997), comparable d'un point de vue technologique et chronologique, a été réalisée en complément de celle d'Havrincourt. Des éclats bruts et retouchés en racloirs ont été analysés à faible et à fort grossissement.

L'état de conservation est moyennement bon, avec des bords et des surfaces plutôt bien conservés à l'échelle macroscopique (rares esquillements et émoussés naturels) et, au contraire, un état de surface microscopique assez médiocre (patine brillante, émoussés naturels des zones exposées comme les tranchants et les arêtes, spots brillants, stries). Ainsi, seule l'échelle macroscopique nous a permis d'observer des traces d'utilisation diagnostiques, sous forme d'esquillements. De possibles poliss de découpe de matières carnées ou cutanées ont été détectés, mais en raison du risque de convergence entre ces poliss et les traces naturelles, ils n'ont pas été retenus pour les interprétations fonctionnelles.

Sur les sept pièces étudiées, trois portent des traces d'utilisation, trois présentent des traces d'origine indéterminées possiblement liées à l'utilisation et une ne présente pas de trace d'utilisation.

Les modes d'action, identifiés grâce à la présence d'esquillements sur les tranchants, consistent en des actions de coupe sur deux pièces (trois zones actives) et de percussion sur une pièce. Les matières découpées sont de dureté variable : tendres, tendres à mi-dures, et mi-dures à dures. Un grand racloir double biconvexe (pièce n° 90) a servi sur ses bords droit et gauche à couper une matière tendre comme la viande ou la peau (Figure 74 - a). Les esquillements, plus nombreux et plus développés (plus grands, parfois superposés) sur le bord gauche, indiquent vraisemblablement des contacts ponctuels avec une matière plus dure (Figure 74 - b). De tels esquillements sont plutôt caractéristiques d'une activité de boucherie, la fréquence des contacts avec les parties dures de la carcasse (cartilage, os) induisant des différences dans le nombre et la dimension des esquillements. La présence d'enlèvements inverses irréguliers postérieurs à la retouche directe en partie distale du bord gauche nous empêche de vérifier si cette partie du bord a également été utilisée.

Un second racloir (n° 73) porte des esquillements indiquant son utilisation pour couper une matière mi-dure à dure sur son bord distal gauche. Ces derniers sont de dimension moyenne à grande, bifaciaux, superposés, semi-circulaires, trapézoïdaux ou triangulaires, obliques, de terminaison fine, réfléchie ou en escalier, et d'initiation en cône et en flexion (Figure 74 - c). De tels esquillements se produisent expérimentalement lors de contacts répétés avec des matières dures animales comme le bois de cervidé ou l'os. Cette pièce pourrait donc avoir servi pour réaliser une étape de la boucherie impliquant de nombreux contacts avec ce type de matières, par exemple lors de la désarticulation, ou bien, pourquoi pas, pour la récupération de matières animales résistantes (tendons, corne, sabots, bois, os).

La pièce utilisée en percussion est un racloir double convexo-concave (n° 76, Figure 74). Elle porte sur son bord droit des esquillements indiquant des contacts avec une matière dure : ils sont bifaciaux, de grande dimension, semi-circulaires, perpendiculaires à obliques, avec une terminaison en escalier et une initiation en cône (Figure 74 - d et e). Le fil n'est pas régularisé par de nombreux écrasements, ce qui indique des contacts avec une matière dure organique plutôt que minérale. Il est possible que cette pièce soit également intervenue dans le cadre d'une activité de boucherie, par exemple pour désarticuler en force, ou bien pour décarner, l'utilisateur ayant commencé son geste par un mouvement ample, lancé.

Les trois pièces portant des traces indéterminées sont également des racloirs. Les esquillements qu'ils portent ne sont pas suffisamment caractéristiques (en nombre, distribution ou morphologie) pour les retenir comme étant des éléments diagnostiques d'une utilisation. Il est possible qu'ils aient servi à couper des matières tendres, et pour une pièce à percuter des matières dures, sans pouvoir l'affirmer.

Comme dans le cas de la série Hav.1-N3 d'Havrincourt, aucune trace de préhension ou d'emmanchement n'a pu être identifiée sur les pièces d'Attily. Le racloir double de grande dimension (n° 90) pose les mêmes questions que l'éclat n°284 d'Havrincourt, car les extrémités proximales (portions de bord adjacentes au talon) ont été écrasées et arrondies. Ces deux pièces, de belle facture et de module similaire, ont par ailleurs toutes deux été utilisées pour couper des matières tendres, et témoignent d'une utilisation plutôt délicate par rapport aux autres pièces sur lesquels les esquillements sont de plus grande dimension, qu'elles aient servi en coupe (matière tendre à mi-dure ou mi-dure à dure) ou en percussion (matière dure). La pièce n° 73, qui a été utilisée pour couper des matières mi-dures à dures, présente quant à elle des écrasements et un arrondi sur la partie proximale de son bord gauche (Figure 74 - f et g). Cette modification marquée du bord, liée à une action de raclage contre une matière dure minérale abrasive, pourrait tout à fait faciliter la préhension de cette pièce, si ce n'est que la zone active détectée est située non pas sur le bord opposé à la zone écrasée mais en partie distale de celle-ci. Il reste néanmoins possible que ces modifications aient eu pour objectif l'aménagement d'une zone préhensive, mais en rapport avec l'utilisation du bord droit, qui n'a certes pas livré de traces mais qui a pu être utilisé antérieurement aux dernières retouches. Enfin le racloir double convexo-concave n° 76 ne présente que de faibles écrasements et arrondis sur sa partie proximale, qui pourraient de plus s'être produits avant le détachement de l'éclat du nucléus. Le bord opposé à la zone active, retouché en racloir convexe ne présente pas d'aménagement pouvant faciliter la préhension à main nue ou la mise en place d'un emmanchement.

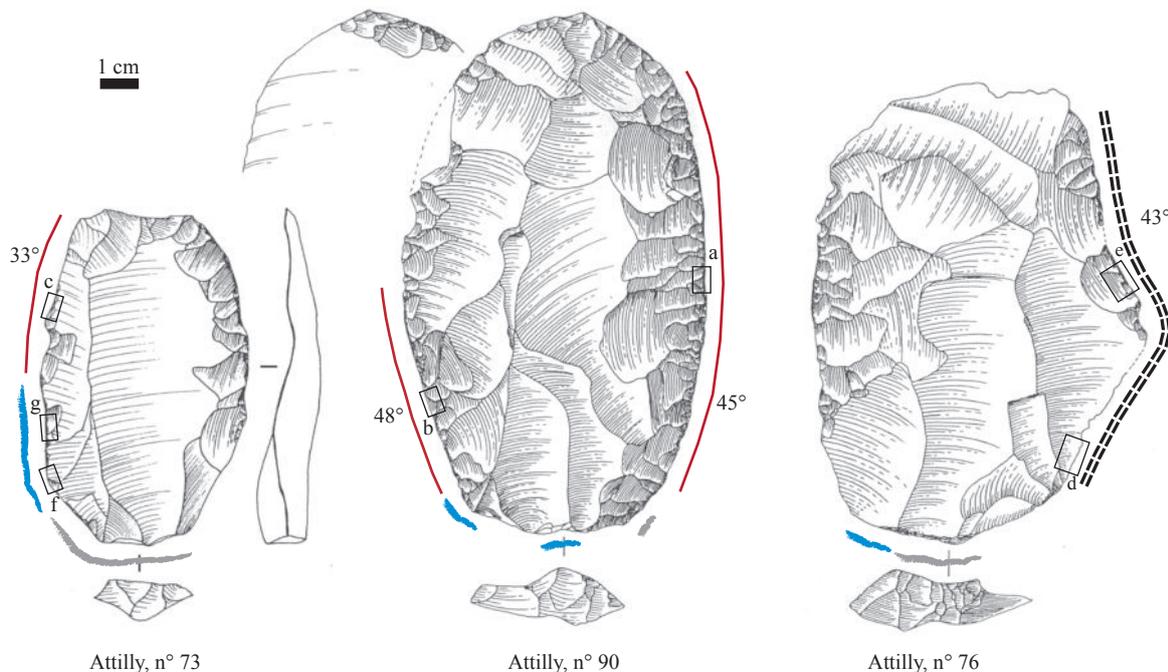
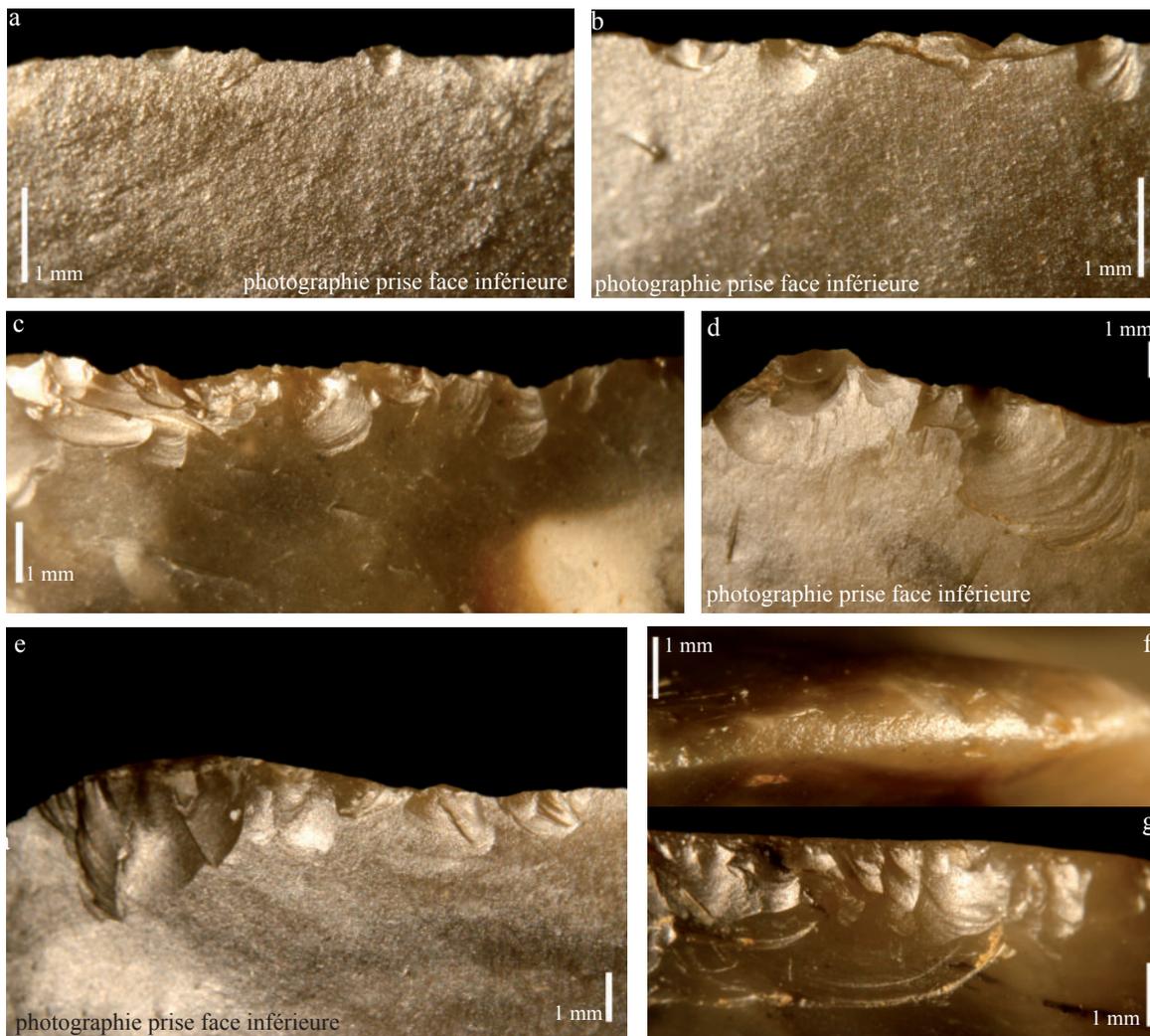


Figure 74 - Attilly – N2 : localisation et photographies des traces observées sur les trois éclats retouchés portant des traces d'utilisation claires. a. esquillements liés à la coupe de matière tendre (viande ou peau), b. esquillements liés à la coupe de matière tendre à mi-dure (boucherie), c. esquillements liés à la coupe de matière mi-dure à dure (boucherie probablement), d et e. esquillements liés à la percussion contre une matière dure organique (boucherie en force ?), f et g. esquillements perpendiculaires, écrasements et arrondi du bord lié au probable aménagement d'une zone préhensive. En bleu : arrondi, en gris : écrasements. La mesure de l'angle de coupant correspond à une moyenne des angles mesurés le long de la zone active (dessins : J.-L. Locht et C. Swinnen.).

Les modes de fonctionnement mis en évidence sur l'échantillon d'Attily rejoignent donc ceux de la série Hav.1-N3 d'Havrincourt, avec des actions de coupe (matières tendres et mi-dures à dures) et de percussion lancée sur des matières dures organiques, les pièces ayant servi très probablement dans le cadre de la boucherie ou plus largement du traitement des matières animales.

Etude comparative : les grands éclats préférentiels d'Hermies

L'étude menée par J.-P. Caspar (Vallin *et al.*, 2006) sur les éclats Levallois préférentiels des sites d'Hermies «Tio Marché» et «Champ Bruquette», ainsi que les nouvelles observations réalisées plus récemment (E. C.) sur un échantillon de 11 pièces¹ provenant de ces sites, montrent que les mêmes registres de fonctionnement sont représentés, à savoir la découpe de matière tendre et tendre à mi-dure carnée et la percussion contre une matière dure organique (Figure 75). Au «Tio Marché», un éclat de très grande dimension a probablement servi en percussion directement sur une matière dure organique comme de l'os ou du bois de cervidé, alors que sur d'autres éclats, les usures seraient plutôt compatibles avec un travail de décarnisation ou de désarticulation, impliquant des contacts répétés mais accidentels avec l'os, qu'avec un véritable travail sur os.

Selon J.-P. Caspar, les traces de percussion, parfois situées sur deux zones opposées comme sur les pièces esquillées, pourraient résulter d'une percussion directe ou bien indirecte, vraisemblablement sur des matières dures organiques, l'hypothèse de «fendoir d'os long», ayant pour but d'extraire la moelle, ayant été avancée. Nos observations ne nous ont pas permis d'identifier un tel mode d'action, peut-être en raison de la non-sélection de ces pièces au sein de l'échantillon examiné. Néanmoins il existe des techniques d'extraction de la moelle plus simples à mettre en œuvre que le fendage, comme la percussion lancée directe avec un galet ou un autre os. De plus, l'utilisation d'un tranchant d'éclat pour fracturer ou fendre un os produit un grand nombre d'esquilles de silex qui se retrouvent dans la moelle qui ne pourra ainsi pas être directement consommée.

Aucune trace d'emmanchement claire n'a pu être mise en évidence. La présence de poli pouvant être lié à des frottements contre du bois a été notée par J.-P. Caspar sur les arêtes proximales de trois éclats utilisés en coupe pour la boucherie mais leur possible origine taphonomique ne permet pas de conclure positivement quant à l'utilisation d'un manche. Les retouches adjacentes au talon, fréquentes sur les éclats, notamment ceux utilisés (Vallin *et al.*, 2006), ont, comme dans le cas d'Attily et d'Havrincourt, du jouer un rôle dans les modalités de préhension des éclats.

Si une prise à main nue des éclats utilisés pour décarniser ou désarticuler, en coupe ou en percussion, n'est pas problématique et même bien adaptée à ce type d'activité, le mode de préhension du très grand éclat utilisé en percussion lancée directe sur une matière dure organique (os ?) pose question car il n'y a pas de zone préhensive confortable située à l'opposé. Ce dernier a pu être emmanché ou bien maintenu dans une gaine, mais l'état de conservation insuffisant de la série ne permet pas la préservation donc la recherche de traces liées à ces dispositifs.

Enfin, concernant la morphologie des pièces utilisées et leur destination fonctionnelle, L. Vallin et ses collaborateurs ont démontré que les éclats sélectionnés pour être utilisés à Hermies étaient ceux présentant un profil rectiligne et régulier, morphologie qui caractérise également les éclats portant des traces d'utilisation à Havrincourt et à Attily. À Hermies, malgré l'existence d'un certain recouvrement morphométrique, il semble que les éclats les plus petits étaient utilisés pour la découpe de viande tandis que les plus grands fonctionnaient en percussion (Figure 75), ce qui s'inscrit plutôt en opposition avec les premiers résultats obtenus sur Havrincourt et Attily, puisque, sur ces sites, les plus grandes pièces ont servi pour des coupes délicates.

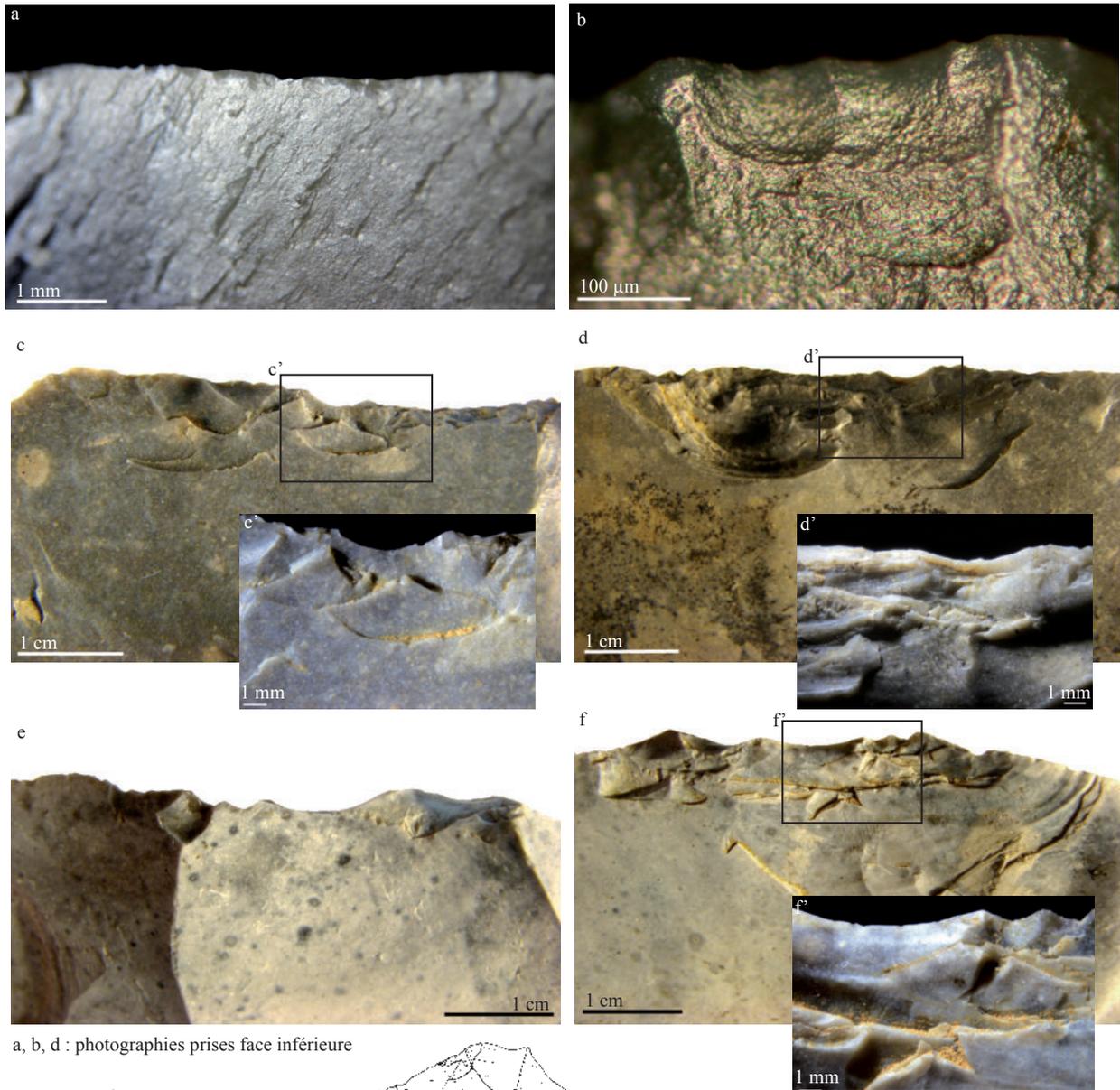
Essai de synthèse sur les données tracéologiques

Les données fonctionnelles sur les éclats Levallois à débitage préférentiel sont rares, et si cette étude, ainsi que celle menée par J.-P. Caspar, apportent de premières informations sur trois sites, le nombre de pièces portant des traces d'utilisation est faible, ce qui ne permet pas aujourd'hui d'avoir une vision synthétique satisfaisante des modes de fonctionnement de ce type d'éclats. De plus, l'état de conservation imparfait des trois séries n'a pas non plus permis d'accéder à un niveau de précision important, puisque le mode de préhension n'a pas pu être déterminé tracéologiquement parlant, ainsi que, dans certains cas, la nature exacte des matières travaillées.

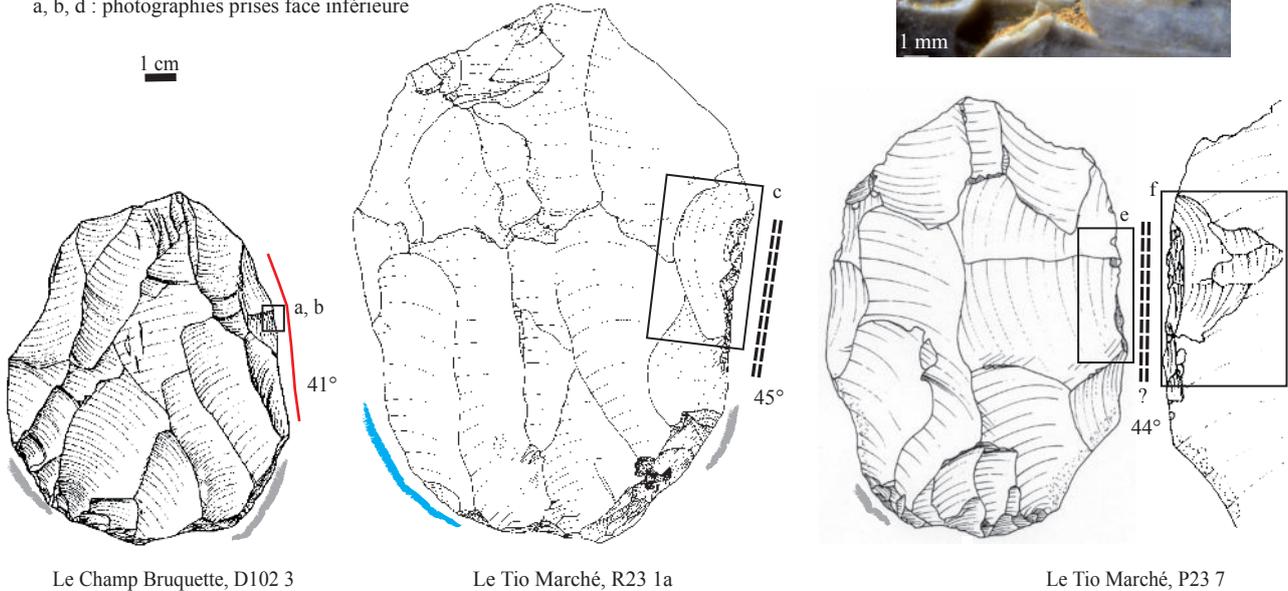
Néanmoins, l'analyse des éclats d'Havrincourt et la comparaison des données avec les séries d'Attily et d'Hermies ont permis d'aboutir aux résultats suivants :

- Les mêmes modes de fonctionnement ont été identifiés sur les éclats provenant des trois sites, avec d'un côté la découpe de matière tendre à mi-dure carnée ou probablement carnée, et d'un autre la percussion lancée directe contre une matière mi-dure à dure organique, correspondant probablement aussi à une activité de boucherie (désarticulation, décarnisation en percussion). Un grand éclat d'Hermies porte quant à lui des stigmates indiquant des contacts répétés et très intenses contre une matière dure organique, peut-être dans le but de la transformer (fracturation ou tronçonnage d'os ou de bois de cervidé ?).

¹ Le matériel étudié se compose de onze éclats Levallois à débitage préférentiel, dix provenant de "Tio Marché" et un de "Champ Bruquette". Cet échantillon a été sélectionné par L. Vallin en prenant en compte différents critères : leur parenté morphologique et technologique avec les éclats préférentiels d'Havrincourt, leur état de fraîcheur apparente, la présence de traces d'utilisation macro- ou microscopiques vues par J.-P. Caspar, la présence de retouches adjacentes au talon et enfin la présence éventuelle de traces d'emmanchement.



a, b, d : photographies prises face inférieure



Le Champ Bruquette, D102 3

Le Tio Marché, R23 1a

Le Tio Marché, P23 7

Figure 75 - Hermies "Tio Marché" : localisation et photographies des traces observées sur trois éclats. a. esquillements liés à la coupe de matière tendre, b. micro-poli lié à la coupe de matière carnée, c. à d'. esquillements liés à la percussion lancée directe contre une matière dure organique, vus à l'œil nu (c et d) et à la loupe binoculaire (c' et d'), e et f. esquillements probablement liés à la percussion lancée directe contre une matière mi-dure à dure organique, vus à l'œil nu (e et f) et à la loupe binoculaire (f'). En bleu : arrondi, en gris : écrasements. La mesure de l'angle de coupant correspond à une moyenne des angles mesurés le long de la zone active ou aux extrémités de celles-ci dans le cas où les esquillements d'utilisation ont fortement augmenté l'angle de coupant (dessins tirés de Vallin *et al.* 2006).

Cette dernière pourrait également s'intégrer à l'activité de boucherie au sens large, puisqu'elle pourrait avoir servi à extraire la moelle, ou encore à récupérer les bois ou bien les cornes, par tronçonnage de ces éléments ou par fracturation du crâne. Il semble donc que ces éclats aient servi, d'après les données disponibles pour l'instant, exclusivement dans le cadre de l'activité de boucherie, ou plus largement de l'acquisition et la transformation des matières animales, aucune trace relative au travail des végétaux n'ayant été détectée. Cette absence d'évidence n'est en outre pas liée à une conservation différentielle des traces car les esquillements et les micro-polis liés au travail du bois sont, d'après les quelques études expérimentales disponibles (Plisson & Mauger, 1988), plus résistants que les stigmates résultant de la découpe bouchère. Si cette tendance se confirme dans les années à venir, grâce à la découverte et l'étude de nouveaux sites, cela signifierait que les éclats Levallois à débitage préférentiel n'ont *a priori* pas été fabriqués pour travailler selon un mode de fonctionnement qui leur est spécifique, étant donné que l'activité de boucherie a été pratiquée avec un nombre très varié de supports et d'outils au Paléolithique moyen (cf. par ex. Geneste & Plisson, 1996 ; Lemorini, 2000 ; Pasquini 2008 ; Claud, 2008 ; Claud *et al.*, 2012 ; Coudenneau, 2013 ; Thiébaud *et al.* 2014). Cela n'exclut pas que leur fonction ait pu être spécifique, de par le contexte social ou même technique de leur utilisation (pour découper un animal en particulier, à un moment particulier ou encore par un utilisateur particulier, cf. Sigaut, 1991).

- Si à Hermies les éclats les plus grands ont plutôt servi en percussion alors que les plus petits ont fonctionné en découpe, malgré un certain recouvrement morphométrique (Vallin *et al.*, 2006), les éclats d'Attilly et d'Havrincourt ne montrent pas la même tendance, car les deux plus grands supports (un éclat brut et un racloir double) ont été utilisés pour une action longitudinale, le faible développement des esquillements indiquant en outre une découpe délicate de tissus tendres, les contacts avec les os étant rares ou absents.
- L'ensemble des éclats portant des traces d'utilisation présentent également une retouche adjacente au talon, qui s'étend plus ou moins vers la partie mésiale du bord latéral (Figure 72, Figure 74 et Figure 75). Cette retouche consiste en des enlèvements semi-abrupts à abrupts, directs mais aussi parfois inverses, associés à des écrasements supprimant le caractère coupant du bord, aboutissant, lorsque les écrasements sont très nombreux, à un arrondi du bord. Sur un éclat d'Attilly, il n'y a pas véritablement d'enlèvements mais de forts écrasements et un arrondi sont visibles.

Ce type de modification, qu'elle soit limitée à la zone adjacente au talon ou qu'elle se développe davantage le long d'un bord, a par ailleurs été observé sur des éclats de façonnage (utilisés principalement pour couper des matières tendres à mi-dures dans le cadre de la boucherie) et sur un éclat issu du débitage (utilisé pour percuter une matière dure organique) du site paléolithique moyen récent du «Bas du Mont des Bruyères» (Saint-Amand-les-Eaux, Nord, fouille Inrap Ph. Feray, Claud, 2014). Dans 12 cas sur 15, elles sont situées sur le bord opposé à la zone active, c'est en partie pourquoi elles ont été considérées comme liées à l'aménagement d'une zone préhensive. Dans un autre contexte géographique, ces retouches ont aussi été observées au sein d'industries attribuées à une phase récente du Paléolithique moyen : sur des pointes pseudo-Levallois de Bayonne dans les Pyrénées Atlantiques (Avenue du Prissé et Chemin de Jupiter, Colonge *et al.*, 2017 et Colonge, en cours), ainsi que sur plusieurs éclats du Moustérien à Denticulés de Saint-Césaire en Charente (Thiébaud, 2005). En ce qui concerne les éclats Levallois préférentiels du nord de la France, L. Vallin et ses collaborateurs indiquent qu'à Hermies cette retouche est systématiquement située sur le bord opposé au tranchant utilisé, mais elle est en réalité parfois aussi présente en partie proximale du bord utilisé sur ce site et à Attilly.

Selon ces auteurs cette modification pourrait être considérée comme la marque du tailleur, ou être liée à «l'emmanchement ou au confort d'utilisation à main nue». Nous sommes également d'avis que ces retouches pourraient résulter, sur la plupart des pièces au moins, d'un aménagement en vue d'améliorer le confort de préhension à main nue. L'utilisation à main nue d'éclats pour la décarnisation ou la désarticulation, en découpe voire en percussion, est envisageable voire la mieux adaptée, car l'utilisation d'un manche limiterait la pénétration dans les tissus et celle d'une gaine ne permettrait pas de maintenir l'outil fermement car elle deviendrait glissante en s'humidifiant au contact des tissus. Par contre, l'utilisation d'un grand éclat comme celui identifié à Hermies pour percuter une matière dure organique dans le but de la fracturer ou de la tronçonner peut difficilement s'envisager sans le recours à un manche ou une gaine, d'autant que les retouches attribuées à l'aménagement d'une zone préhensive restent cantonnées à la partie adjacente au talon et n'occupent pas la totalité du bord opposé à la zone utilisée. Hélas, la série n'est pas suffisamment bien conservée pour autoriser l'identification claire de traces liées à l'emmanchement ou à la présence d'une gaine, c'est pourquoi le mode de préhension de cette pièce reste indéterminé.

Pour conclure, plusieurs perspectives sont à envisager afin de mieux cerner les modes de fonctionnement des grands éclats Levallois préférentiels de la fin du Paléolithique moyen du nord de la France. Il s'agira d'augmenter le corpus de données disponibles en découvrant et en étudiant d'autres séries comparables d'un point de vue technologique et chronologique afin :

- de confirmer ou non l'utilisation privilégiée de ces éclats lors des activités de boucherie ;
- de préciser à quelle(s) fin(s) ont été utilisées les pièces ayant fonctionné en percussion (désarticulation, fracturation, etc.), éventuellement par le recours à des expérimentations comparatives ;
- d'identifier les éventuels choix de certaines formes d'outils (dimension, morphologie, retouche, etc.) en fonction des modes d'action (découpe *versus* percussion par exemple) ;
- ou encore de mieux cerner les modes de préhension des outils.

Espèces animales présentes et traitement des restes de faune

Patrick AUGUSTE

Les trois niveaux d'occupation humaine du Paléolithique moyen, Hav.2-N0, Hav.2-N1 et Hav.1-N3 ont livré 90 vestiges mammaliens (Tableau 16). La diversité taxinomique est relativement élevée avec au minimum huit espèces identifiées.

Taxon / Niveaux	Hav.1-N3	Hav.2-N0	Hav.2-N1	Total
Bison des steppes, <i>Bison priscus</i>	4	1	0	5
Cheval, <i>Equus</i> sp.	13	2	3	18
Rhinocéros laineux, <i>Coelodonta antiquitatis</i>	3	0	0	3
Grand herbivore	4	0	5	9
Arvicolidé	2	0	0	2
Marmotte, <i>M. marmota primigenia</i>	2	3	0	5
Spermophile, <i>Spermophilus superciliosus</i>	36	0	3	39
Non déterminé	6	0	3	9
Total	70	6	14	90

Tableau 16 - Havrincourt : inventaire et dénombrement des espèces identifiées pour les occupations du Paléolithique moyen.

L'occupation Hav.2-N0

Le niveau Hav.2-N0 (unité sédimentaire 16 - Saalien) n'a livré que trois éléments de grand mammifère, correspondant au cheval (deux pièces) et au bison. Le cheval est un jeune individu, le bison un adulte. Ce matériel est associé à une industrie du Paléolithique moyen saalienne (Antoine *et al.*, 2014). Trois ensembles d'ossements de marmotte ont été retrouvés au sein de terriers, indiquant la postériorité du dépôt et la non-contemporanéité avec ces trois vestiges. Il apparaît très difficile de dissenter sur si peu de restes, mais soulignons néanmoins que ces deux espèces sont présentes également dans les niveaux supérieurs.

L'occupation Hav.2-N1

Le niveau archéologique Hav.2-N1 (unité sédimentaire 12) est en position chronostratigraphique comparable à celle du niveau Hav.1-N3. Il est caractérisé par une industrie à éclats Levallois. Seules 14 pièces ont été découvertes dans ce niveau, mais 20 autres restes fauniques ont été retrouvés en position stratigraphiquement très proches (unités G et G2 en position secondaire, cf. taphonomie, biochronologie, paléoécologie et présentation du cortège faunique, p. 77). C'est le cheval qui est la seule espèce identifiée dans ce niveau, peut être associé avec le bison (unité G). L'animal présente une morphologie similaire à celui du niveau Hav.1-N3. Sa denture supérieure montre des protocônes très développés (Figure 76), comme cela s'observe par exemple pour le cheval pléniglaciaire de Beauvais et différant très nettement des chevaux des phases tempérées du stade isotopique marin 5 (Auguste, 2002).

Les dents inférieures montrent aussi des caractéristiques et des dimensions comparables à celles de chevaux du Pléistocène supérieur (Figure 77).

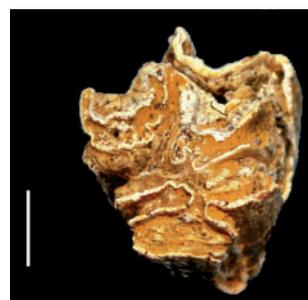


Figure 76 - Havrincourt - secteur 2 - N1 : prémolaire ou molaire supérieure droite de cheval (1381, Hav.2-N1). Vue occlusale. Échelle : 1 cm (cliché : P. Auguste).

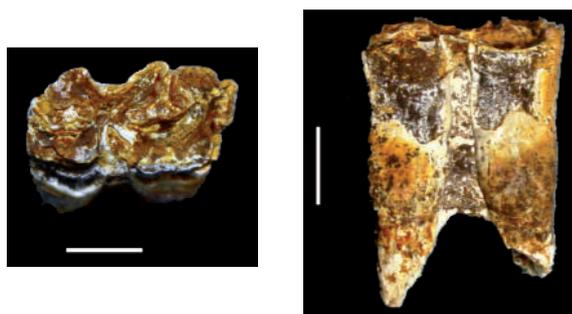


Figure 77 - Havrincourt - secteur 2 – N1 : prémolaire ou molaire inférieure droite de cheval (1097, Hav.2-N1). A gauche vue occlusale, à droite vue vestibulaire. Échelle : 1 cm (clichés : P. Auguste).

Une portion mandibulaire de cheval portant deux déciduales s'avère extrêmement intéressante. En effet, les deux dents lactéales sont à peine usées et indiquent donc que le jeune poulain a été abattu alors qu'il n'était âgé que de 30 à 45 jours, d'après l'estimation fournie par Guadelli (1998). En prenant pour référence une naissance en mai, cette pièce témoigne donc de l'occupation humaine au début de l'été (**Figure 78**). Les dimensions de ces deux lactéales apparaissent plus élevées que le cheval du stade isotopique marin 3 de Jaurens et témoigneraient d'un animal de plus forte stature (**Tableau 17**).

Cheval / D inf	D2	
	L	I
Havrincourt	37.9	13
Jaurens (1)	5 ; 34,54 ; 32,5-38,3	4 ; 14,75 ; 14,2-15,4

Cheval / D inf	D3	
	L	I
Havrincourt	33.7	12.5
Jaurens (1)	3 ; 30,3 ; 29,7-30,7	3 ; 15,93 ; 15,8-16,0

Tableau 17 - Dimensions comparées des déciduales inférieures du cheval d'Havrincourt avec celles du cheval de Jaurens. (1) : Mourer-Chauviré, 1980.

L'occupation Hav.1-N3

Le matériel découvert au sein du secteur 1 correspond à 30 restes de grande faune (*Coelodonta antiquitatis*, *Bison priscus*, *Equus* sp.) et 40 restes de micromammifères (*Marmota marmota primigenia*, *Spermophilus superciliosus*. et arvicolidé).

Parmi les 30 pièces de grands mammifères découvertes dans le secteur 1, seuls 16 restes sont clairement associés au niveau archéologique Hav.1-N3 contenu dans l'unité sédimentaire 12 et sub-contemporain du niveau Hav.2-N1 du secteur 2 (**Tableau 16**).

Le rhinocéros laineux (*Coelodonta antiquitatis*) est représenté en particulier par deux os retrouvés proches l'un de l'autre, pouvant anatomiquement appartenir au même individu, un métatarsien III droit et un tibia droit (**Figure 79**). Ces deux os montrent que la forme présente à Havrincourt est le rhinocéros laineux typique du Pléistocène supérieur, que ce soit pour le métatarsien III (**Figure 80**) ou le tibia (**Figure 81**). Le tibia de l'individu de Hav.1-N3 apparaît plus gracile que celui provenant du secteur 2, il pourrait caractériser une femelle, mais tous les deux s'insèrent parfaitement au sein des variations notées. Ces deux os ont pu être mesurés et montrent que la forme présente à Havrincourt est très proche des moyennes notées pour le rhinocéros laineux typique du Pléistocène supérieur, que ce soit pour le métatarsien III (**Tableau 18**) ou le tibia (**Tableau 19**).

La présence du rhinocéros laineux associé au bison des steppes témoigne d'un contexte écologique caractéristique, en l'occurrence un paysage de steppe sous un climat continental froid et sec. Le renne n'est pas présent, ce qui s'observe également pour le niveau paléolithique moyen Hav.2-N1 et pourrait indiquer soit une occupation durant une phase peu froide, soit durant une saison où celui-ci n'est pas présent sur le territoire.

Il est à noter la présence de rongeurs intrusifs au sein de la séquence, en l'occurrence des animaux fouisseurs comme la marmotte, le spermophile et un arvicolidé. Même si ceux-ci sont déconnectés d'un point de vue chronostratigraphique, ils témoignent toutefois de conditions identiques à celles présentes lors de la formation des niveaux encaissants.

D'un point de vue paléontologique, il est à noter qu'aucun des vestiges fauniques du secteur 1 ne porte de stigmates permettant de mettre en évidence une action anthropique. Il est donc délicat d'interpréter en terme comportemental une telle accumulation.



Figure 78 - Havrincourt - secteur 2 – N1 : hémimandibule gauche (avec D2 et D3) de cheval (877, unité G, proche Hav.2-N1). En haut, vue linguale, au milieu vue vestibulaire, en bas vue occlusale. Échelle : 5 cm (clichés : P. Auguste).



Figure 79 - Havrincourt - secteur 1 – coupe ouest : métatarsien III et tibia droits de rhinocéros laineux *in situ* (cliché : E. Goval).



Figure 80 - Havrincourt - secteur 1 – coupe ouest : métatarsien III droit de rhinocéros laineux. En haut à gauche, vue dorsale, au centre vue plantaire, à droite vue proximale. Échelle : 5 cm (clichés : P. Auguste).



Figure 81 - Havrincourt - secteur 1 – coupe ouest : tibia droit de rhinocéros laineux. Vue dorsale à gauche, vue plantaire au centre, vue distale à droite. Échelle : 5 cm (clichés : P. Auguste).

Rhinocéros / Métatarsien III	L	DT prox	DDP prox	DT dia	DT dist	DT art dist	DDP dist
Havrincourt, Hav.1 - coupe ouest	164	57	43.8	49	55.1	50.4	44
Havrincourt - <i>C. antiquitatis</i> , Europe (1)	77 ; 166,54 143,5-183,0	84 ; 57,21 48,0-65,0	73 ; 47,42 38,0-55,5	80 ; 47,16 39,5-57,0	76 ; 54,91 48,0-65,5	76 ; 49,64 42,0-56,0	74 ; 45,35 38,0-51,5

Tableau 18 - Dimensions comparées du métatarsien III du rhinocéros laineux d'Havrincourt avec celles d'une moyenne de différents animaux européens. Les dimensions sont en millimètres, la première valeur correspond au nombre d'individus, la deuxième à la moyenne, puis les deux autres sont les minimums et maximums. L = longueur ; DT prox = diamètre transverse proximal ; DDP prox = diamètre dorso-plantaire proximal ; DT dia = diamètre transverse de la diaphyse ; DT dist = diamètre transverse distal ; T art dist = diamètre transverse articulaire distal ; DDP dist = diamètre dorso-plantaire distal. (1) : Guérin, (1980).

Rhinocéros / tibia	L	DT dia	DT dist	DDP dist
Havrincourt, Hav.1 - coupe ouest	375	67.6		82.3
Havrincourt, 1708, B			109.2	89
<i>C. antiquitatis</i> , Europe (1)	67 ; 381,12 323,5-433,0	85 ; 70,07 59,0-82,5	88 ; 106,76 92,0-127,0	88 ; 82,27 70,0-98,0

Tableau 19 - Dimensions comparées des tibias du rhinocéros laineux d'Havrincourt avec celles d'une moyenne de différents animaux européens. (1) : Guérin, (1980).

Les répartitions spatiales lithique / faune

L'occupation Hav.2-N1

L'ensemble des vestiges se localisent sur environ 100 m². Les pièces du remontage n°50 se situent dans un rayon très restreint (**Figure 82**). La répartition des éclats Levallois est éparse. Dans le niveau Hav.2-N1, un fragment de diaphyse d'os long de grand herbivore présente les paramètres caractéristiques d'une percussion dynamique sur un os frais avec production d'une fracturation de type hélicoïdal. Cet os, localisé au nord, se situe non loin d'une pièce portant des traces de coupe de matière tendre à mi-dure (**Figure 82**). Malheureusement, le peu de restes présents ne permet pas de tirer d'informations plus complètes.

L'occupation Hav.1-N3

De prime abord, le niveau Hav.1-N3 ne présente pas d'élément discriminant concernant la répartition spatiale des vestiges lithiques et fauniques. La densité des pièces au mètre carré est très faible (8 pièces lithiques et 16 restes osseux sur 2 000 m²), néanmoins, quelques éléments sont à mettre en avant.

Une zonation existe entre les éclats Levallois préférentiels et les éléments de faune. Deux grandes zones (Nord – Sud), comportant elles-mêmes des ensembles distincts, se dessinent (**Figure 83**). Dans la partie ouest du décapage, trois éclats Levallois préférentiels se trouvent à proximité immédiate de deux dents de cheval, un calcaneum de bison et un fragment osseux indéterminable (**Figure 83**). L'analyse tracéologique de ces éclats Levallois a mis en avant des traces d'utilisation de découpe de matière de dureté variable, de tendre à mi-dure, correspondant probablement à une activité de boucherie.

L'état de surface des ossements ne permet pas de constater une intervention anthropique sur ces derniers.

Dans la partie est du décapage, treize dents de cheval sont localisées à proximité immédiate de deux éclats Levallois. Ces derniers ne portent pas de traces d'utilisation particulière. Etant donné le nombre important de dents retrouvées sur une aire aussi restreinte (quelques m²), d'autres restes fauniques devaient être présents au moment de leur abandon par l'homme. Dans la partie nord-est de la fouille, un éclat Levallois est situé à proximité immédiate d'un os long et d'un fragment osseux. Enfin, deux éclats Levallois ont été découverts de manière isolée, l'un d'entre eux porte des stigmates de la percussion d'une matière dure organique, aucun reste faunique n'a été découvert à proximité (**Figure 83**).

Synthèse et discussion

L'occupation Hav.2-N0

Les indices d'occupations humaines constituées par le niveau Hav.2-N0 sont indiscutables et marquent le passage des Hommes il y a plus de 130 000 ans. Néanmoins, leur ténuité ne permet pas d'aller au-delà de la confirmation de leur passage.

L'occupation Hav.2-N1

L'occupation Hav.2-N1 est contenue au sein des limons bruns, corrélés au Pléniglaciaire moyen du Weichselien. À l'époque de l'implantation humaine, le paysage est dominé par la steppe et le climat est continental.

De par sa position stratigraphique, l'occupation Hav.2-N1 peut être considérée comme étant sub-contemporain de l'occupation Hav.1-N3, néanmoins la composition de l'industrie lithique est totalement différente. En effet, si dans le secteur 1, le niveau Hav.1-N3 a révélé la présence quasi-exclusive d'éclats Levallois préférentiels de grandes dimensions, le niveau Hav.2-N1 met en évidence «un spot» de débitage dans le paysage, tourné vers l'obtention d'éclats Levallois centripètes de dimensions plus restreintes. L'ensemble des éléments de la chaîne opératoire est présent. Pour des raisons d'ordre taphonomique et de limite de fouille, il semble évident que le niveau Hav.2-N1 est un échantillon d'une occupation qui devait s'étendre plus largement. Certains artefacts montrent des traces d'utilisation. Si la majorité d'entre elles témoigne d'actions de coupe sur des matières tendres à mi-dures, une pointe pseudo-Levallois porte les traces d'une percussion contre une matière dure organique. Quatorze restes de faune sont associés à ces artefacts. L'état de surface des ossements est trop altéré pour mener une analyse précise du traitement des carcasses.

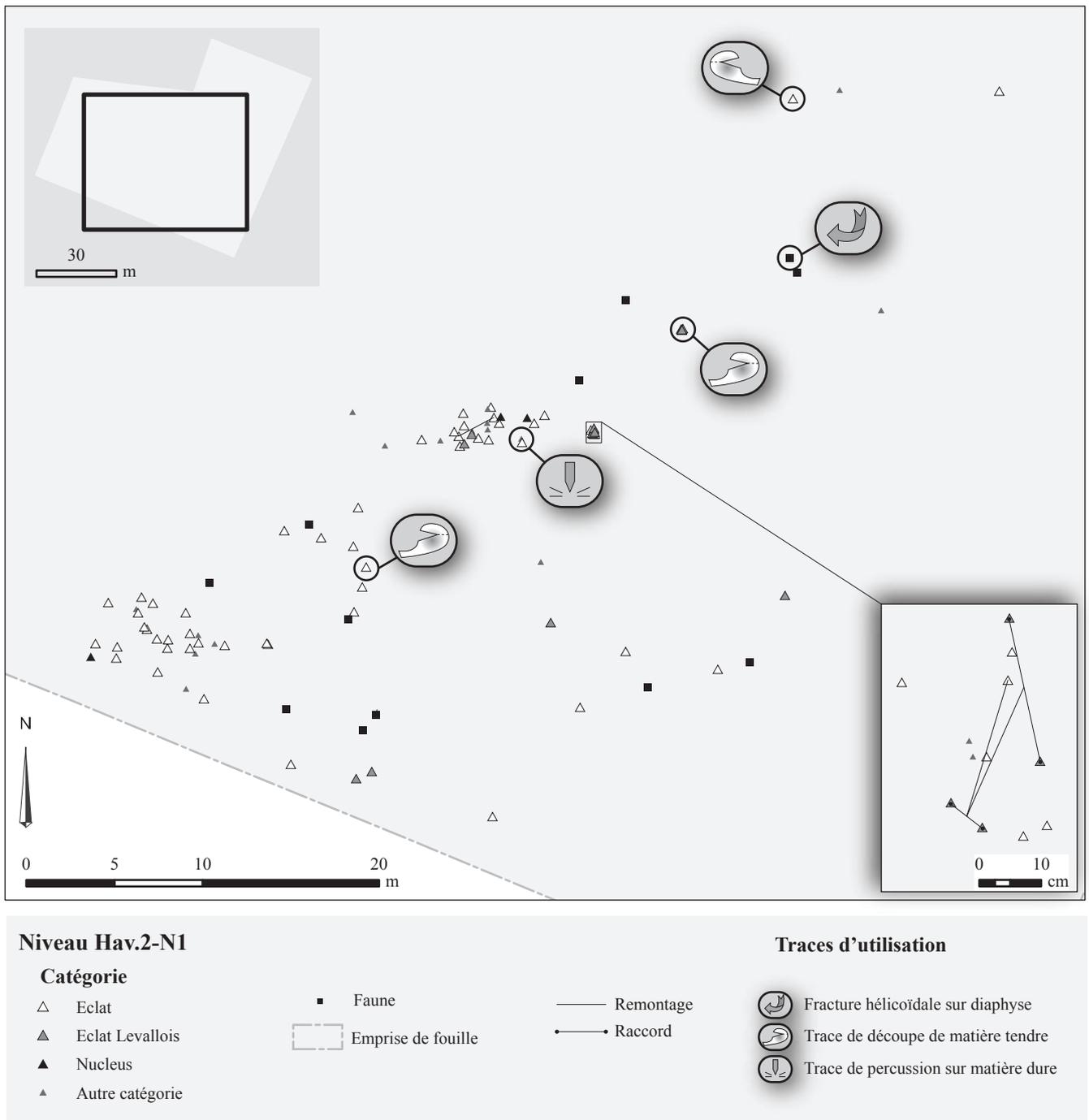


Figure 82 - Havrincourt, secteur 2 – N1 : Répartition spatiales des artefacts lithiques, des restes fauniques et mise en évidence des pièces portant des traces d'utilisation (DAO : C. Font).

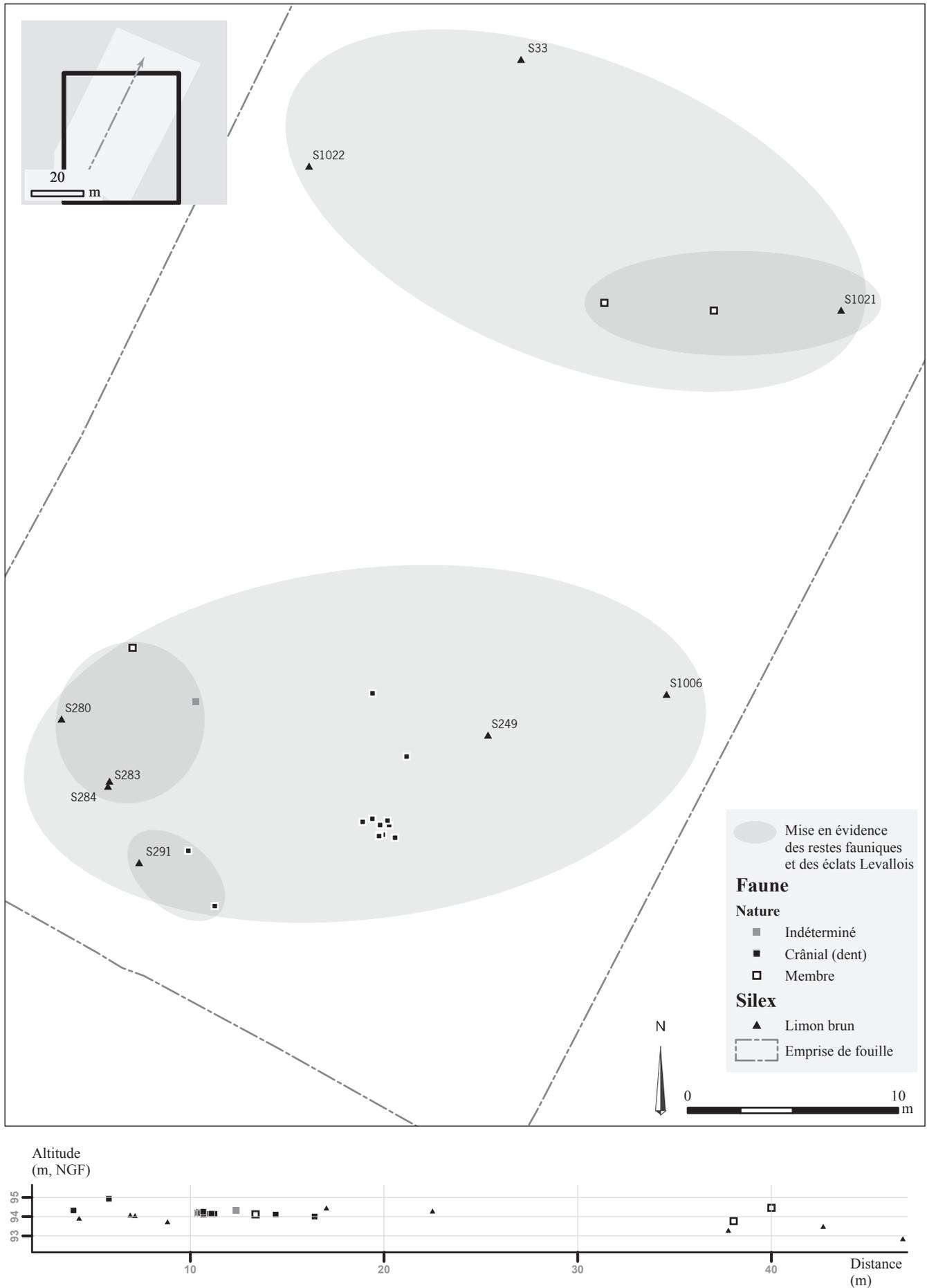


Figure 83 - Havrincourt, secteur 1 - N3 : Plan synthétique des éléments de faune et de silex (DAO : C. Font).

Cependant, l'analyse des restes dentaires a permis de déterminer la saison estivale comme la période de l'occupation humaine. Ainsi, le niveau Hav.2-N1 témoigne d'actions humaines brèves à la saison estivale où l'hypothèse d'une halte où ont été menées des activités de débitage en vue de réaliser des activités de boucherie peut être posée.

Comme pour la série Hav.1-N3, le gisement d'Attilly situé à une trentaine de kilomètres au sud d'Havrincourt a permis la découverte de plusieurs niveaux paléolithiques dont deux sont corrélables au Pléniglaciaire moyen du Weichselien (Locht & Guerlin, 1997). Le niveau 2 d'Attilly a montré de fortes ressemblances avec le niveau Hav.1-N3. À Attilly, le niveau 2 possède également de nombreuses ressemblances avec le niveau Hav.2-N1 d'Havrincourt. En effet, à Attilly, ce niveau situé dans des limons bruns argileux, est corrélable au Pléniglaciaire moyen du Weichselien (Locht & Guerlin, 1997). De façon comparable au niveau Hav.2-N1 d'Havrincourt, le niveau 1 d'Attilly a livré un petit poste de débitage essentiellement tourné vers l'obtention d'éclats Levallois (n = 452 artefacts). Quelques outils retouchés sont également présents (Locht & Guerlin, 1997).

À quelques kilomètres au sud du gisement d'Attilly, la fouille du site de Savy a permis la découverte d'une occupation attribuable au Pléniglaciaire moyen du Weichselien, dans une unité stratigraphique comparable à celle du niveau Hav.2-N1 d'Havrincourt. À Savy, quatre niveaux archéologiques ont été découverts, seul le niveau N1 est corrélable aux niveaux Hav.2-N1 d'Havrincourt et au niveau 2 d'Attilly.

Le niveau N1 à Savy est localisé à la base de la pédogénèse de l'unité formée par un limon brun feuilleté, de type sol brun boréal (Locht *et al.*, 2006). Le niveau N1 n'est constitué que de trois artefacts : un éclat débordant, un éclat de moins de 2 cm et un casson (Locht *et al.*, 2006). Quatre fragments de dents jugales supérieures (molaire ou prémolaire) d'un grand Equidé, ont été trouvés dans l'unité stratigraphique sous-jacente (N2). Des datations ont ainsi pu être réalisées (Locht *et al.*, 2006). La combinaison des dates obtenues par thermoluminescence et uranium-thorium / RPE indique un âge moyen de 51 ± 3 ka pour le niveau N2 sous-jacent du niveau N1 (Locht *et al.*, 2006).

La découverte et l'analyse du niveau Hav.2-N1 d'Havrincourt permet d'enrichir nos connaissances sur les occupations humaines du début du Pléniglaciaire moyen dans le nord de la France. Ces traces d'occupations de groupes néandertaliens sont encore peu attestées. À l'instar de découvertes comme celles d'Attilly ou de Savy, le niveau Hav.2-N1 d'Havrincourt permet de documenter les derniers Néandertaliens dans nos régions.

L'occupation Hav.1-N3

D'un point de vue chronologique et environnemental, cette découverte apporte des indices inédits dans la compréhension de la séquence stratigraphique du Pléniglaciaire moyen du Weichselien pour le nord de la France. Le climat, l'environnement et les communautés animales sont globalement caractéristiques de la «steppe à Mammouth» (Guthrie, 1982) mais il semble que les occupations humaines soient contemporaines de courtes phases d'amélioration climatique (interstades) (Locht *et al.*, 2014).

À l'issue de la fouille de l'occupation Hav.1-N3, force est de constater que les objets laissés sur place par les Néandertaliens ne sont guère nombreux. Ces témoignages vont dans le sens d'une occupation de courte durée sur le site. Les hommes n'ont laissé *in situ* que des éclats Levallois, pour certains préférentiels et de dimensions remarquables.

Autrement dit, aucune action liée à la taille du silex n'a été réalisée sur place. Les hommes sont venus avec ces outils «en poche», ils les ont utilisés (ou ré-utilisés), puis abandonnés sur place. Ces pièces sont de belle facture et témoignent de la maîtrise et du savoir-faire de ces Hommes. En raison de l'acidité du sédiment du niveau archéologique, peu de restes de faune ont été conservés. Certains de ces éclats Levallois ont été utilisés en tant que couteaux de boucherie, comme l'indique l'étude tracéologique. Ces éclats sont normalisés, la recherche d'un gabarit spécifique est attestée. Ils ont été produits hors de la zone de fouille (2 000 m²) et utilisés sur place (ou à proximité immédiate). L'interprétation de ce site comme une halte de chasse semble être la plus probable même si la seule présence de pièces tranchantes marquées par de la boucherie laisse le champ possible à d'autres interprétations (aire de dépeçage, de décarnisation).

CHAPITRE 5

L'OCCUPATION DU PALÉOLITHIQUE SUPÉRIEUR ANCIEN

Clément PARIS, David HÉRISSEON, Patrick AUGUSTE, Emilie CLAUD, Caroline FONT, Emilie GOVAL

Présentation générale de l'industrie, acquisition de la matière première et faune

Présentation de l'industrie et de la faune Hav.2-N2

La série Hav.2-N2 se compose de 6 400 artefacts lithiques associés à 238 restes fauniques (Tableau 20 et Tableau 21). Les artefacts ont été récoltés dans l'unité sédimentaire 6 et fouillés sur 4 100 m². Malgré l'importante surface explorée, le matériel lithique et les restes de faune associés se concentrent principalement en quatre *lovi* répartis sur 620 m². Bien que certaines spécificités existent entre ces concentrations, l'ensemble du matériel est très homogène dans l'aspect physique et dans les caractéristiques techniques.

La particularité de cette série repose sur l'absence d'outils retouchés, sur la qualité médiocre de la matière première et sur le fort impact du gel sur les artefacts de manière post-dépositionnelle. Les remontages du matériel lithique témoignent de la réalisation d'activités de débitage sur place. La chaîne opératoire dominante est tournée vers l'obtention de lamelles et de lames de petites dimensions.

Les 238 restes de faune découverts au sein de l'unité sédimentaire 6 sont directement liés à l'occupation humaine. Les espèces identifiées dans ce niveau sont : le bison des steppes, le cheval, un cheval de petite taille, le renne, le rhinocéros laineux, un grand herbivore (bison ou cheval) et un petit herbivore (le renne très probablement).

Origine de la matière première

La matière première disponible dans l'environnement immédiat des hommes venus s'installer il y a environ 30 000 ans à Havrincourt, est peu abondante et de mauvaise qualité. Il s'agit de blocs de petites dimensions et souvent gélifs. La présence de ressources minérales de bonne facture ne semble pas être le critère déterminant dans le choix d'implantation des hommes dans le paysage.

Les blocs sont de provenance locale même s'ils n'étaient pas directement disponibles sur le site.

La matière première utilisée est quasi-exclusivement du silex de la craie. Deux fragments et un petit bloc de grès ont également été recensés. La part de fragmentation du matériel lithique est importante, elle représente 45 % de l'industrie. Le matériel lithique du niveau Hav.2-N2 d'Havrincourt est affecté par une intense fracturation causée par le gel. Cette fracturation apparaît lors de l'exploitation de blocs de matière première de mauvaise qualité comportant de nombreuses fissures de gel, mais elle résulte également d'un épisode de gel intense post-dépositionnel qui affecte le niveau archéologique.

Cet état de conservation a sensiblement compliqué la reconnaissance des comportements techniques des tailleurs préhistoriques et a rendu indispensable un important travail de remontage de l'ensemble du matériel lithique. Sans ce travail effectué par O. Guerlin (Inrap), il aurait été très difficile, voire impossible, d'aller plus loin dans l'étude technologique de la série Hav.2-N2. Cette fracturation intense a également pour conséquence d'augmenter fortement le décompte du matériel. En effet, il n'est pas rare qu'une lamelle soit fracturée en cinq ou six fragments.

Taxon / Niveau	Hav.2-N2
Bison des steppes, <i>Bison priscus</i>	7
Cheval, <i>Equus</i> sp.	21
"petit cheval", <i>Equus</i> sp.	2
Renne, <i>Rangifer tarandus</i>	12
Rhinocéros laineux, <i>Coelodonta antiquitatis</i>	4
Grand herbivore	40
Petit herbivore	16
Marmotte, <i>M. marmota primigenia</i>	1
Non déterminé	135
Total	238

Tableau 20 - Havrincourt : inventaire et dénombrement des espèces identifiées pour l'occupation du Paléolithique supérieur ancien.

PHASES	Nombre	pourcentage
Acquisition		
roggons, bloc non-testé, fragment de bloc	77	1.20
roggons, bloc testé	7	0.11
Décortilage		
éclat d'entame	3	0.05
éclat cortical	87	1.36
éclat semi-corticaux	208	3.25
éclat de plein débitage (< à 3 cm)	271	4.23
Cassons et éclats de petites dimensions		
éclat de moins de 3 cm	293	4.58
esquilles	5065	79.14
cassons	231	3.61
Nucléus		
nucléus entier	2	0.03
fragment de nucléus	27	0.42
Entretien		
tablette et fragment de tablette	31	0.48
élément de recintringe	18	0.28
lame à crête	6	0.09
Produit laminaire	31	0.48
Produit lamellaire	43	0.67
TOTAL	6400	100.00

Tableau 21 - Hav.2-N2 : décompte général de l'industrie lithique.

Analyse technologique de l'industrie lithique

Clément PARIS

Après remontage, la série se compose de onze blocs de silex débités ou testés et quelques nodules de plus petites dimensions. Six blocs ont été véritablement exploités avec une réelle volonté (et possibilité) de poursuivre le débitage pour obtenir les produits souhaités. Les autres blocs ont été abandonnés très tôt lors de leur mise en forme suite à leur fracturation.

L'objectif des tailleurs est l'obtention de produits allongés que l'on pourrait qualifier de petites lames/lamelles. Toutefois, la conduite du débitage a été fortement conditionnée par la mauvaise qualité de la matière première.

La sélection des blocs

L'acquisition des blocs n'est pas conditionnée par des critères particuliers tels que la régularité du bloc, son aptitude à la taille, ou encore la recherche d'un gabarit allongé du bloc de départ. Les blocs utilisés par les préhistoriques sont de dimensions moyennes, souvent comprises entre 10 et 20 cm (Figure 84 à Figure 94). Ils sont de formes assez variées et relativement irrégulières, avec des excroissances et des concavités fréquentes. Il est possible d'affirmer à partir des remontages, que quelques blocs ont pu être testés rapidement sur le lieu d'acquisition avec l'enlèvement d'un ou de deux éclats de grandes dimensions (Figure 84). Toutefois, cette phase de test est peu développée, ce qui explique les nombreux abandons liés à la mauvaise qualité de la matière première lors du débitage sur le site.

Ainsi, l'ensemble des étapes du débitage ont été réalisées sur place, de la mise en forme (éclats corticaux) à l'abandon des nucléus.

Les étapes de la mise en forme

La mise en forme des blocs s'est heurtée de manière systématique aux problèmes de fracturation de la matière première. Le tailleur a dû s'adapter continuellement en réorientant les surfaces de débitage en fonction des nouveaux volumes disponibles (Figure 84, Figure 87 et Figure 89).

Ainsi, la mise en forme des blocs peut-être résumée en deux étapes. La première correspond à l'intention originelle du tailleur avec les proportions initiales des blocs. Elle s'observe grâce aux premiers enlèvements qui ont pour but d'ouvrir un plan de frappe et de préparer la future table d'extraction. Cette dernière est souvent placée de sorte à pouvoir bénéficier de la plus grande longueur du bloc (fréquemment supérieure à 10 cm) et d'une surface relativement régulière nécessitant un minimum de régularisation. La mise en forme se résume souvent à l'enlèvement de grands éclats pour l'ouverture du plan de frappe puis à la création d'une nervure permettant l'initialisation du débitage laminaire. Cette nervure guide est obtenue grâce à des enlèvements allongés corticaux extraits à partir du plan de frappe, ou des éclats transversaux se rapprochant parfois d'une crête sommaire.

C'est lors de cette première étape de mise en forme que les blocs se fracturent en plusieurs morceaux à cause des différentes surfaces géoliffractées. Dès lors, une deuxième phase de mise en forme peut être menée si le tailleur juge qu'un des fragments de bloc a des dimensions suffisantes pour poursuivre le débitage. Dans le cas contraire, les fragments de bloc sont abandonnés. Cette deuxième mise en forme suit des principes identiques à la première : l'objectif est d'implanter une table laminaire sur la plus grande longueur disponible en faisant appel aux convexités les plus favorables. Un cintrage assez marqué semble recherché avec des flancs perpendiculaires à la surface d'exploitation. Si celui-ci n'est pas satisfaisant, un éclat débité à partir du plan de frappe ou du dos du nucléus peut être extrait (Figure 85). Afin de régulariser la convexité longitudinale de la future table, un deuxième plan de frappe peut également être créé. Le reste du bloc n'est pas mis en forme et reste cortical.

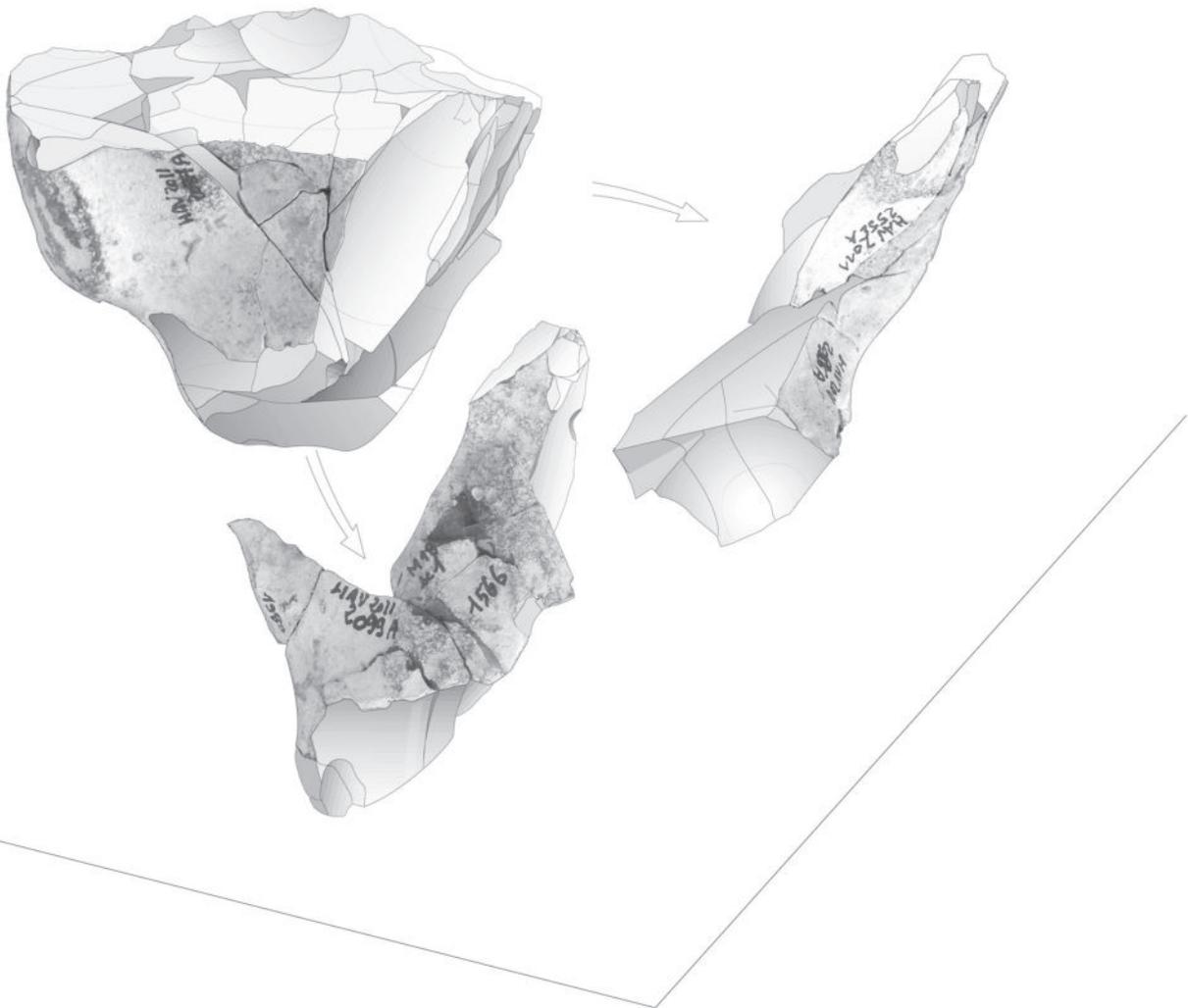
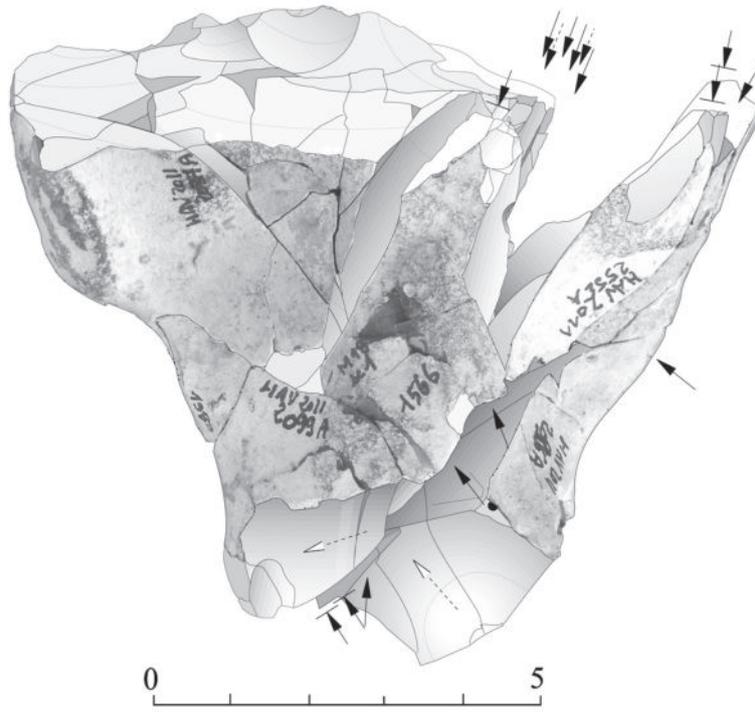


Figure 85 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Remontage 20. Illustration de la deuxième et de la troisième séquence de débitage (DAO : J. Airvaux).

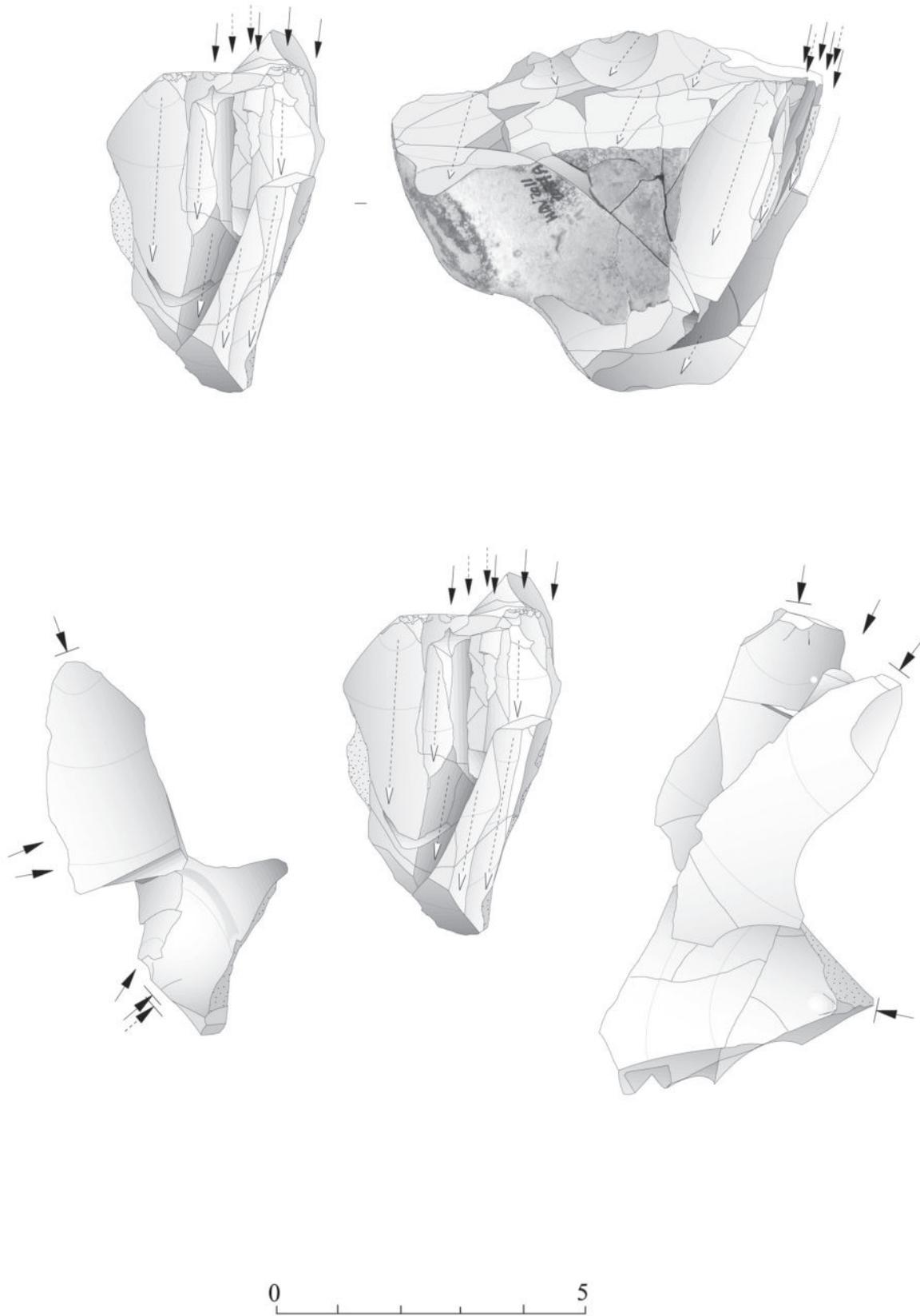


Figure 86 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Remontage 27. Illustration de l'ensemble du bloc remonté (DAO : J. Airvaux).

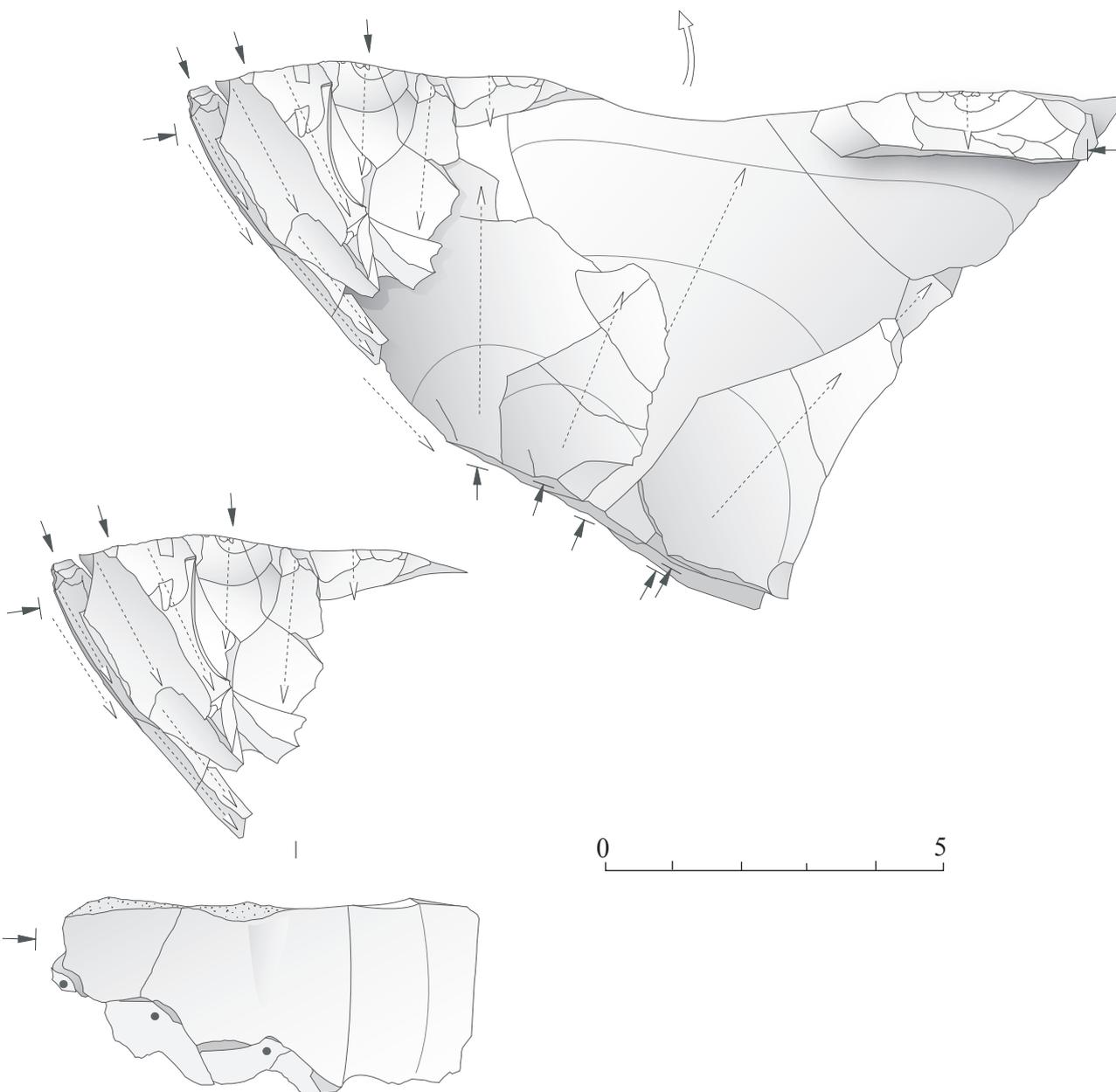


Figure 88 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Remontage 29. Illustration des premières séquences de débitage, et illustration de l'entretien des convexités (DAO : J. Airvaux).

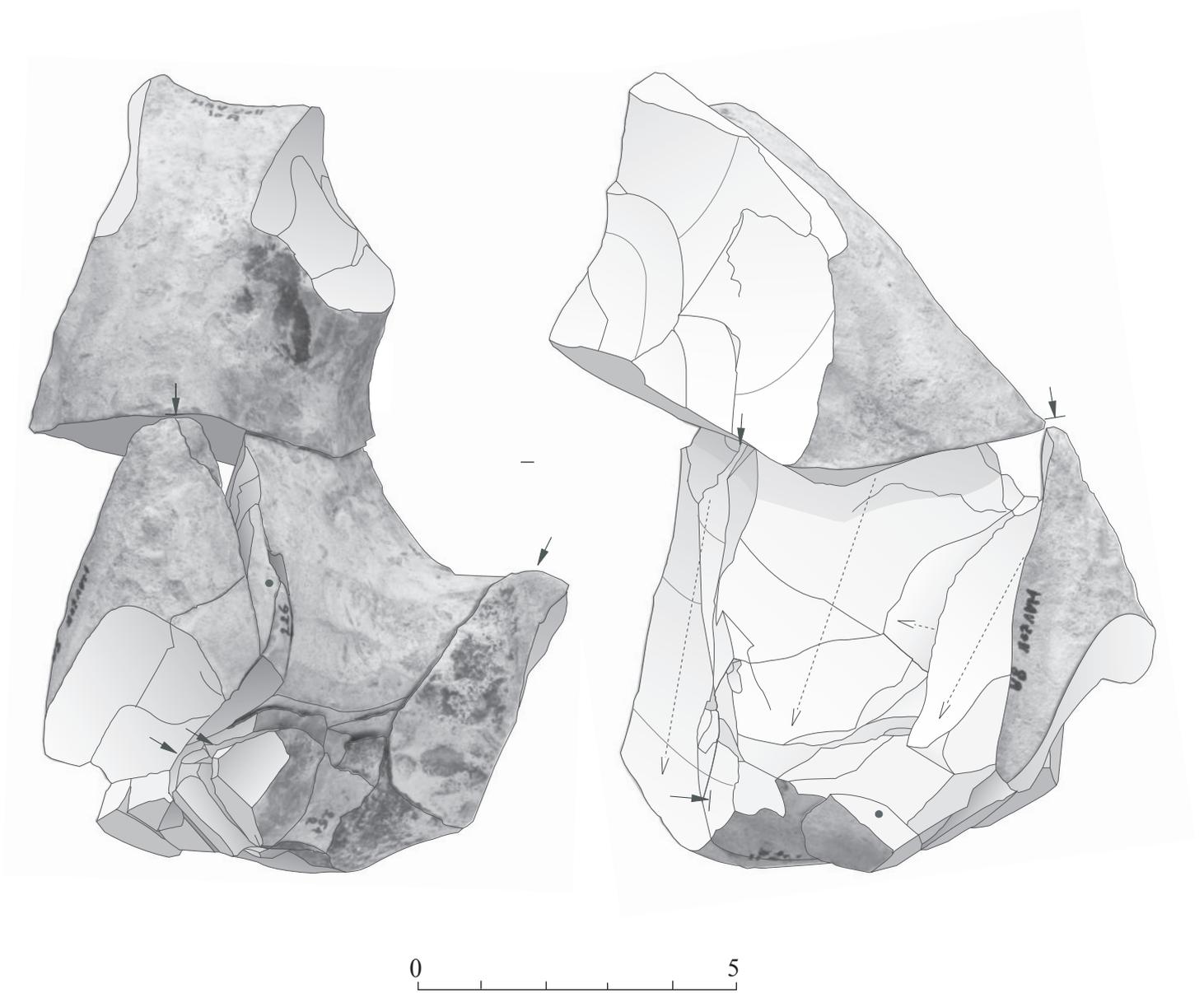


Figure 89 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Remontage 26. Illustration de la première phase d'épannelage du bloc (DAO : J. Airvaux).

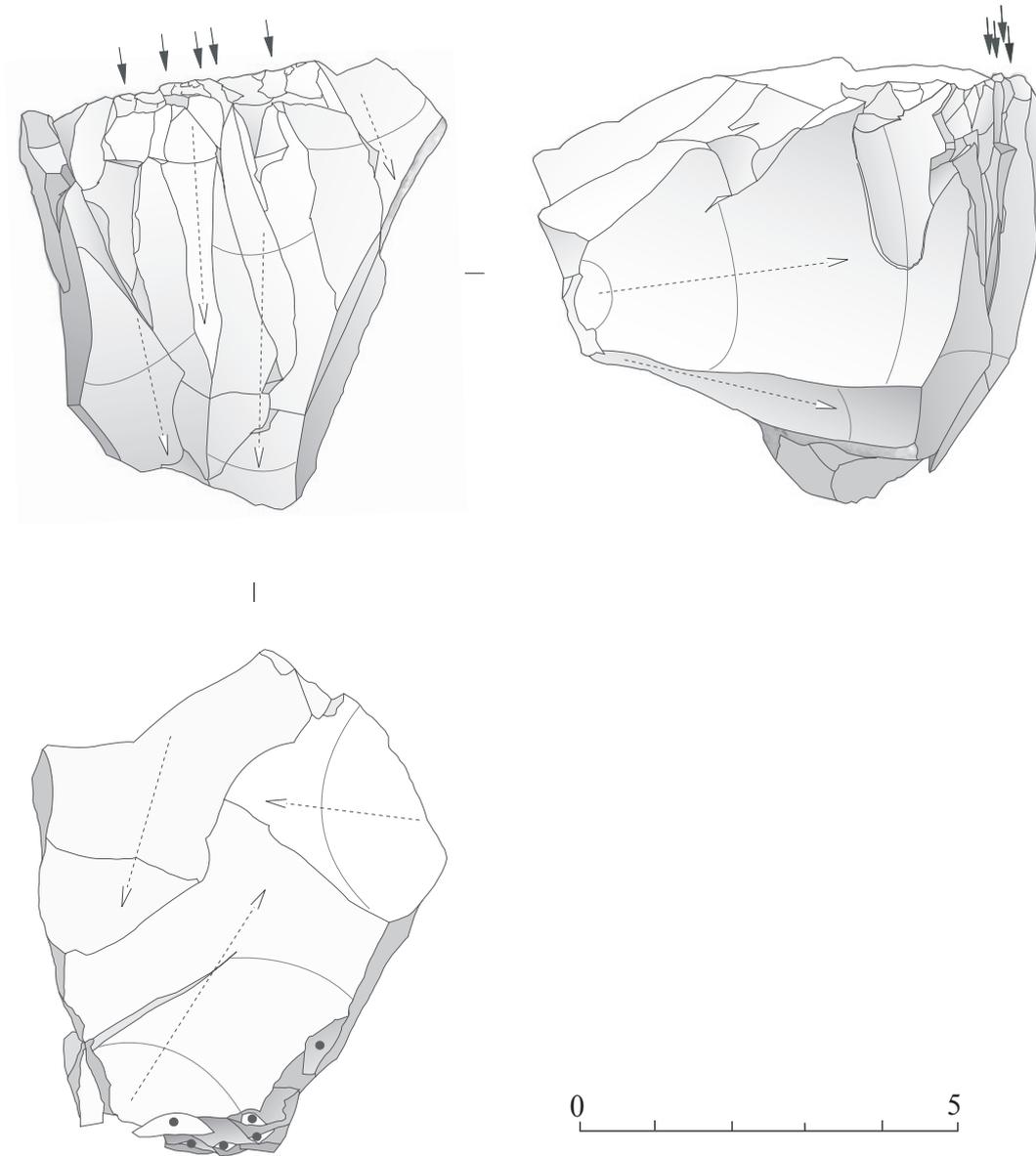


Figure 90 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Remontage 26. Illustration de la dernière séquence de débitage avant l'abandon du nucléus (DAO : J. Airvaux).

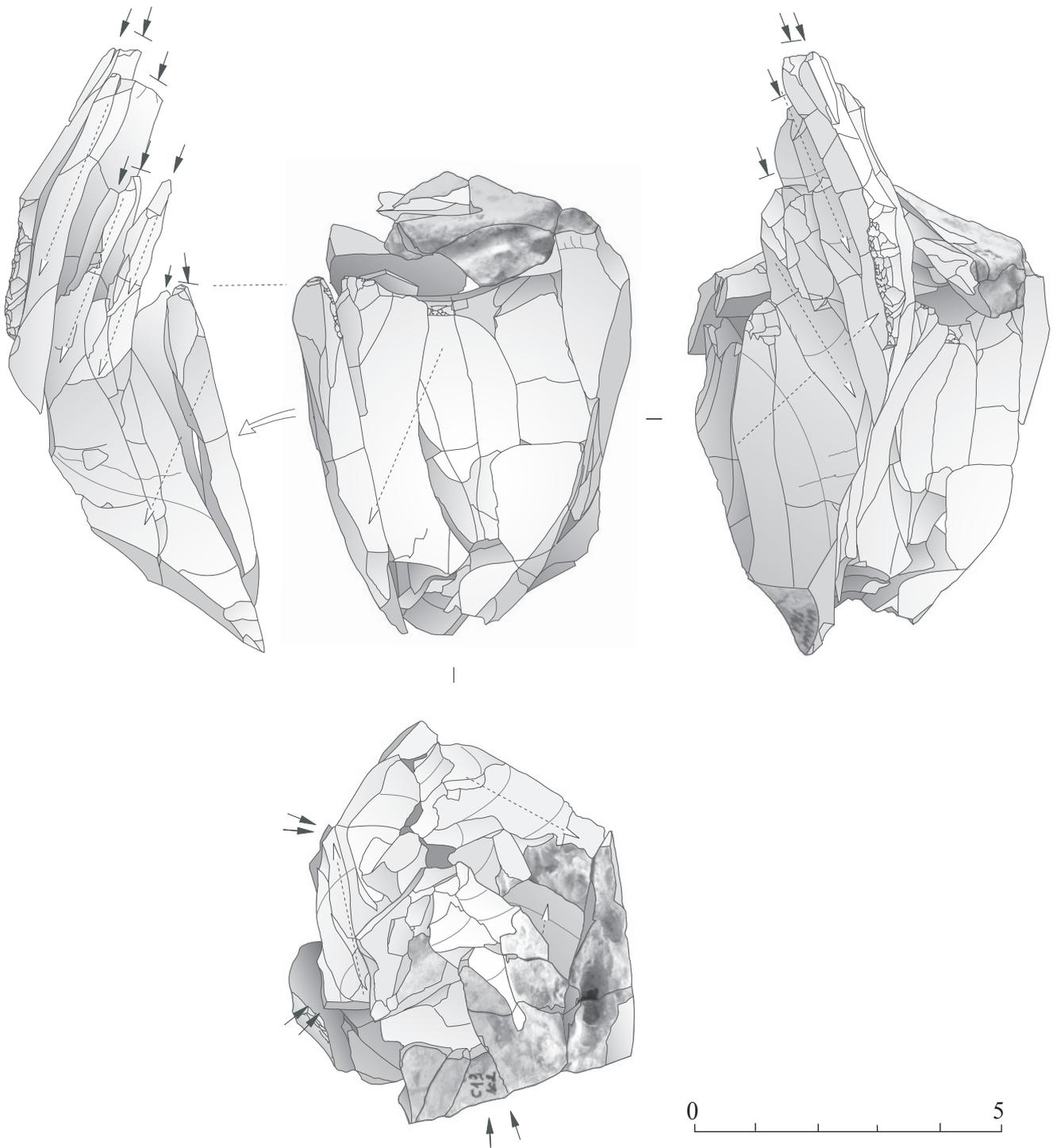


Figure 91 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Remontage 13. Illustration de l'entretien des convexités et de la production de supports laminaires (DAO : J. Airvaux).

Le plein débitage

Le plein débitage débute lorsqu'une nervure ou une convexité naturelle le permet. Dans trois cas, une régularisation partielle de la nervure-guide a été nécessaire, créant ainsi une crête à un versant (**Figure 91**).

La production de lames s'effectue à partir d'un plan de frappe principal. Le recul du débitage est frontal et n'affecte que rarement les flancs (**Figure 92** et **Figure 93**).

Avant le détachement des lames, une préparation par abrasion de la corniche est effectuée. Les différents stigmates de percussion plaident pour l'utilisation d'un percuteur de pierre tendre. Des talons fins punctiformes ou filiformes, avec une petite lèvre et un point d'impact souvent visible sont fréquemment observés. D'autres présentent une épaisseur plus importante avec une percussion rentrante. Deux talons sont également pourvus d'un esquille du bulbe, accident évocateur de ce type de percussion (Pélegrin, 2000).

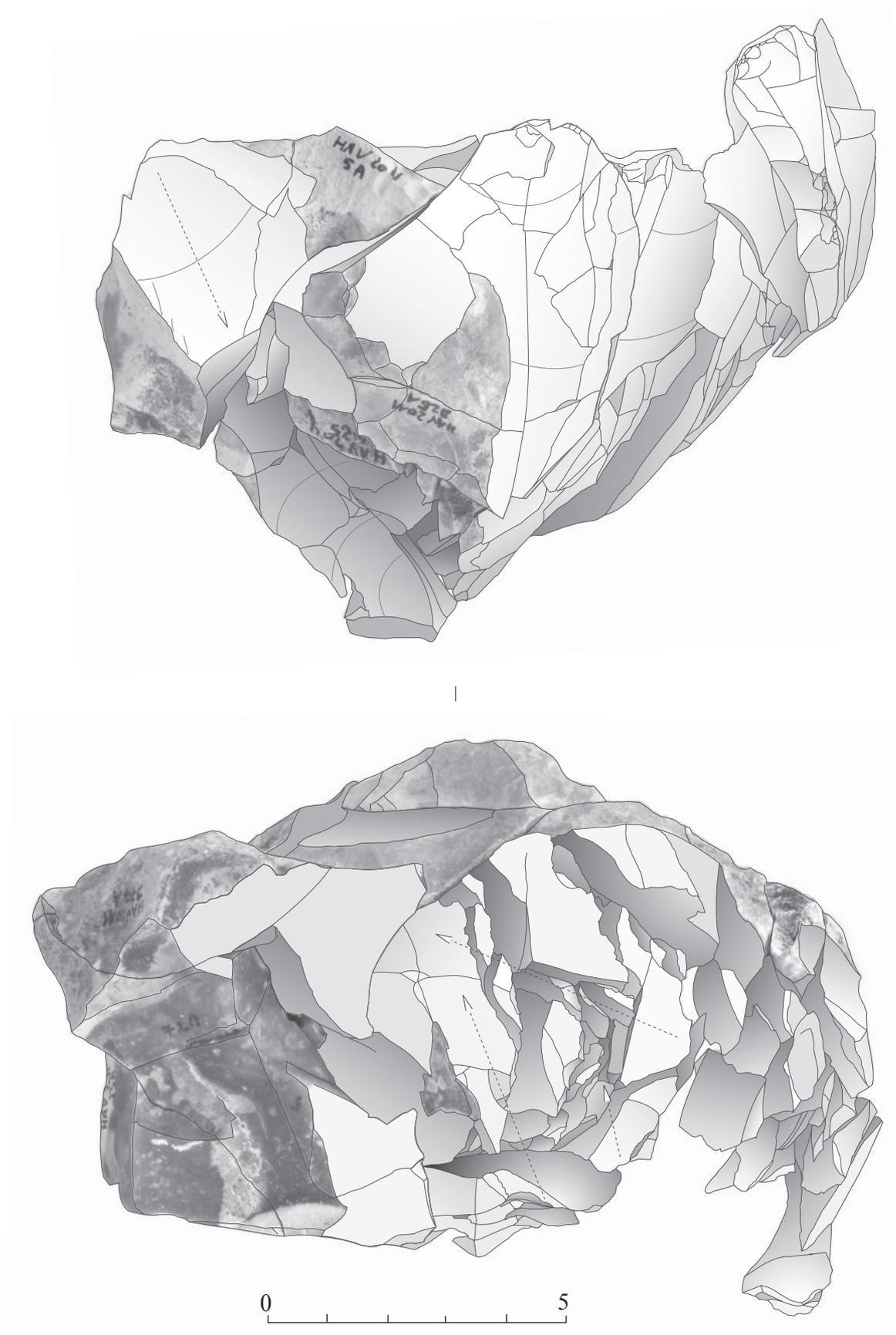


Figure 92 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Remontage 27. Illustration de l'ensemble du bloc remonté (DAO : J. Airvaux).

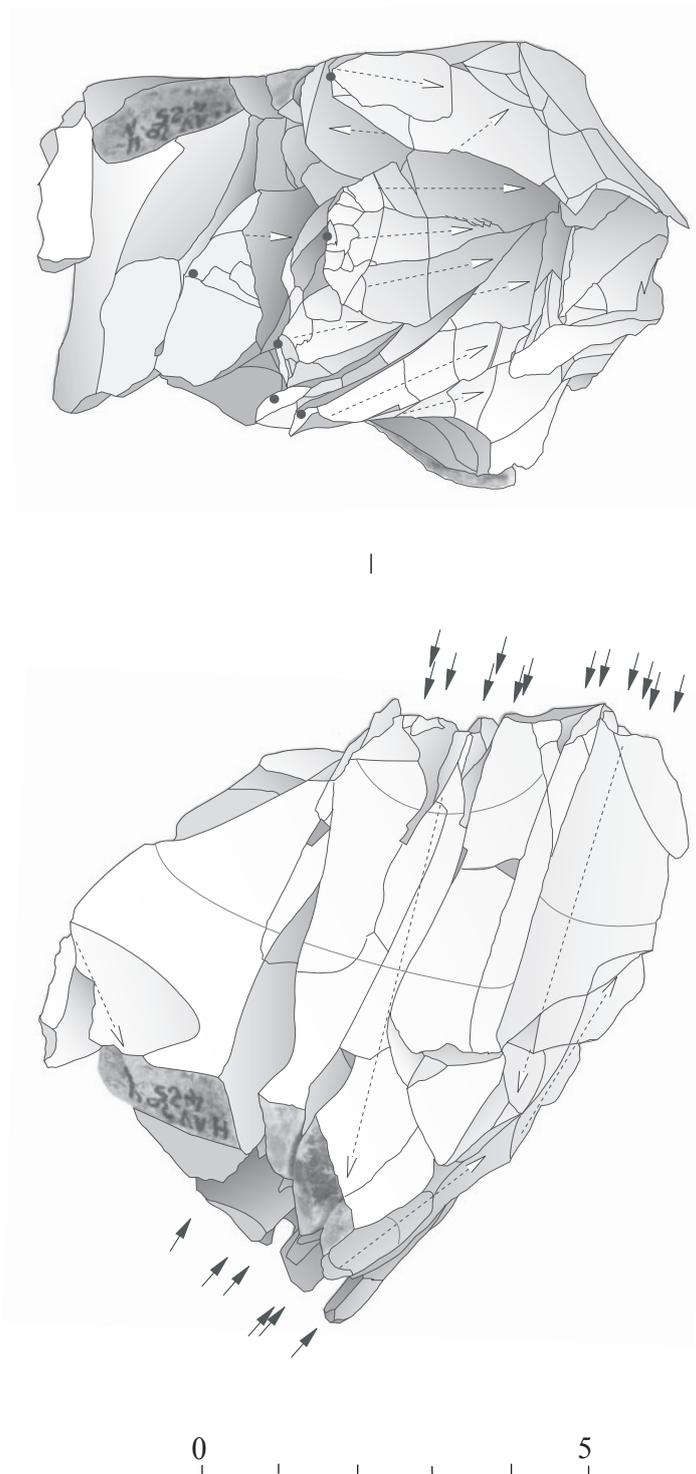


Figure 93 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Remontage 27. Illustration de la production de supports laminaires (DAO : J. Airvaux).

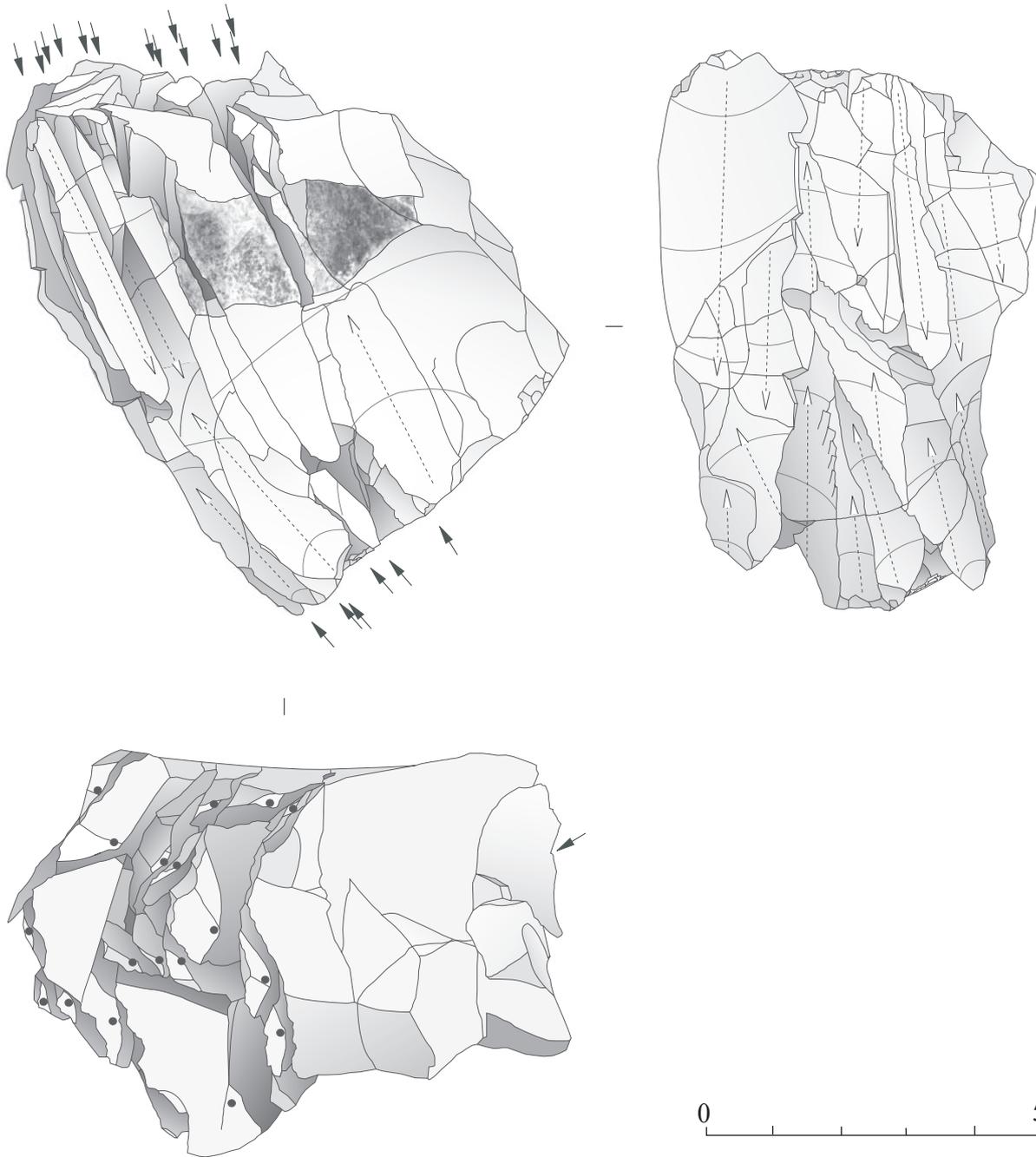


Figure 94 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Remontage 27. Illustration de la production de supports laminaires (DAO : J. Airvaux).

Enfin, même s'ils ne présentent pas de traces d'impact, les deux fragments de grès mis au jour dans le locus 1 pourraient être un argument supplémentaire pour l'utilisation de ce type de matériau comme percuteur.

Le plein débitage se heurte très vite à différents problèmes de convexité que les tailleurs ont essayé de résoudre. D'abord, l'angle entre la table laminaire et le plan de frappe est fréquemment corrigé lorsque celui-ci devient trop ouvert, grâce à l'enlèvement de tablette d'avivage souvent partielle. L'angle de bord recherché est idéalement compris entre 75° et 90°.

Le cintrage de la surface d'extraction est effectué par l'enlèvement de lames ou d'éclats laminaires à la jonction de la table et du flanc. Les convexités longitudinales font également l'objet d'une attention constante. En effet, la rectitude de la table laminaire apparaît très tôt dans le débitage. Pour y remédier, deux techniques ont été mises en œuvre.

La plus courante est l'utilisation d'un second plan de frappe qui permet d'intervenir sur la base et le centre de la table laminaire. Cela donne la possibilité au tailleur de redonner une carène satisfaisante et d'intervenir sur un accident comme un réfléchissement. Ce second plan de frappe peut être créé dès la phase de mise en forme (1 cas) ou plus généralement après l'extraction d'une première série d'enlèvements laminaires (**Figure 92, Figure 95, Figure 96**).

Si sa fonction principale est l'entretien de la table d'exploitation, quelques lames ont également pu être extraites de ce second plan de frappe. Le plan de frappe principal reste néanmoins privilégié tout au long du débitage. Une autre technique a été observée dans deux cas. Il s'agit d'enlèvements laminaires outrepassés débités au centre de la table. Leur localisation dans la séquence de débitage permet d'écarter un éventuel accident. Il s'agit donc d'une réelle volonté du tailleur de recréer des convexités longitudinales favorables afin de poursuivre le débitage.

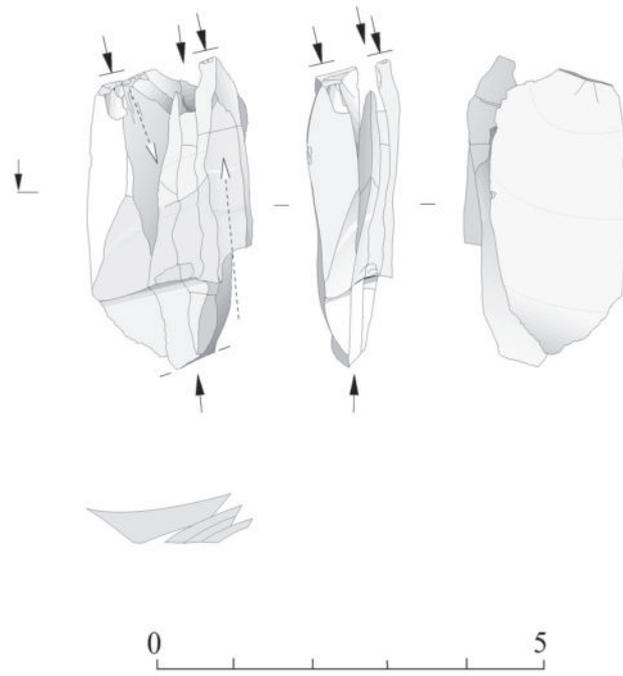


Figure 95 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Remontage 31. Illustration de la production de supports lamellaires (DAO : J. Airvaux).

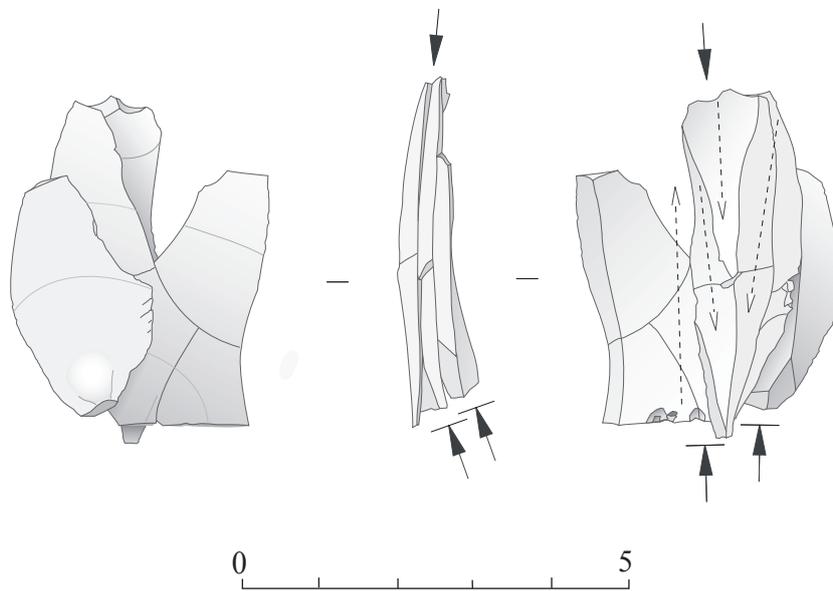


Figure 96 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Remontage 41 (DAO : J. Airvaux).

L'abandon des nucléus

Sur les onze blocs rapportés sur le site, la moitié sont abandonnés dès les premiers enlèvements à cause de la fracturation intense du bloc. Un autre a été abandonné car la mise en place de convexités pour débiter le débitage semblait peu rentable. Pour les autres, les causes d'abandon des blocs ayant produit des lames sont souvent liées à des problèmes de convexités qui engendrent surtout des réfléchissements. Sur les six nucléus exploités, la taille de la table d'extraction lors de l'abandon avoisine 50 mm (entre 44 et 58 mm) pour une largeur qui oscille entre 30 et 39 mm. Même si l'effectif est réduit, cette longueur de 40-50 mm semble être un seuil de longueur minimal recherché. En effet, les accidents de taille présents sur les tables auraient pu dans certains cas être régularisés par une correction des convexités.

Les produits obtenus

Les supports laminaires produits sont assez peu standardisés, tant en termes de dimensions que dans le profil et la régularité. Après l'étude des remontages, 58 produits entiers ou fragmentés ont été considérés comme éléments recherchés et ont fait l'objet d'une étude morphométrique. Il s'agit de supports allongés, désignés comme lames, mais dont les définitions typologique et dimensionnelle englobent des lames de petites dimensions (longueur et largeur minimales traditionnellement retenues : 40 mm de long pour 10 mm de large), des lamelles (largeur inférieures à 10 mm) ou des éclats laminaires (largeur plus importante). Seules trois lames sont entières, mais les nombreux raccords ont permis de remonter entièrement 41 autres lames permettant d'avoir un échantillon assez représentatif pour la longueur. Comme pour les blocs, cette intense fracturation est liée à la mauvaise qualité de la matière première et à la gélifraction post-dépositionnelle, mais peut résulter également d'accidents au débitage ou éventuellement de piétinement.

Les longueurs des produits oscillent entre 10 et 80 mm, avec une majorité de produits compris entre 30 et 60 mm de long (Figure 97 - a). Le plus grand produit, une lame outrepassée, fait 80 mm de long. La largeur s'échelonne de 6 mm à plus de 20 mm de large sans qu'aucun pic ne se distingue réellement (Figure 97 - b). Le constat est identique avec les épaisseurs qui varient de 1 à 10 mm avec plus de la moitié des produits compris entre 2 et 4 mm (Figure 97 - c).

D'un point de vue morphologique, seul un tiers des lames est régulier (nervures et bords parallèles), le reste des supports n'ayant que les nervures ou les bords parallèles. Enfin, en majorité, le profil des lames est légèrement courbe.

Les dimensions des blocs et les différents remontages montrent donc que la production de supports laminaires de dimensions modestes, qualifiés de "petites lames/lamelles", est volontaire. La recherche de ce type de support est manifeste : choix de fragments de blocs permettant d'obtenir les dimensions souhaitées, abandon des nucléus lorsque la longueur devient trop petite (40 mm env.).

Les deux remontages les plus productifs (12 et 11 lames extraites) montrent également que la longueur des produits recherchés oscille dans cette catégorie de dimensions (Figure 97 - d) tout au long du débitage.

Toutefois, lors de l'examen de la série, un autre type de produit s'est distingué et pose la question d'une éventuelle seconde production. Il s'agit d'une dizaine de lamelles de plus petites dimensions, comprises entre 10 et 20 mm de long et quelques millimètres de large. Les différents remontages et négatifs d'enlèvements montrent que ces produits de petites dimensions s'intercalent dans la production laminaire et sont débités au profit d'une nervure guide. Ils ne proviennent donc pas d'une production autonome. S'agit-il pour autant d'une production intentionnelle ? Un argument permet d'en douter. En effet, de nombreux blocs gélifractés de petites dimensions auraient pu fournir ce type de support alors qu'ils ont été laissés de côté au bénéfice de blocs plus grands permettant l'obtention de lames supérieures à 40 mm. Tout comme les lames, les lamelles n'ont pas été retouchées et leur utilisation brute pour de la boucherie par exemple semble difficile à concevoir en raison de leurs faibles dimensions. Une possible armature mise en avant par l'étude tracéologique (E. Claud, ce volume) pourrait correspondre à ce type de support. Toutefois, nous restons prudents sur son interprétation en raison de sa position stratigraphique dans le gley et de la faible intensité des retouches. Ainsi, sans autre élément, il est difficile de trancher entre une possible production intercalée ou le résultat d'un geste technique entrant dans la conduite du débitage (abrasion de la corniche ou régularisation de la partie proximale de la table par exemple).

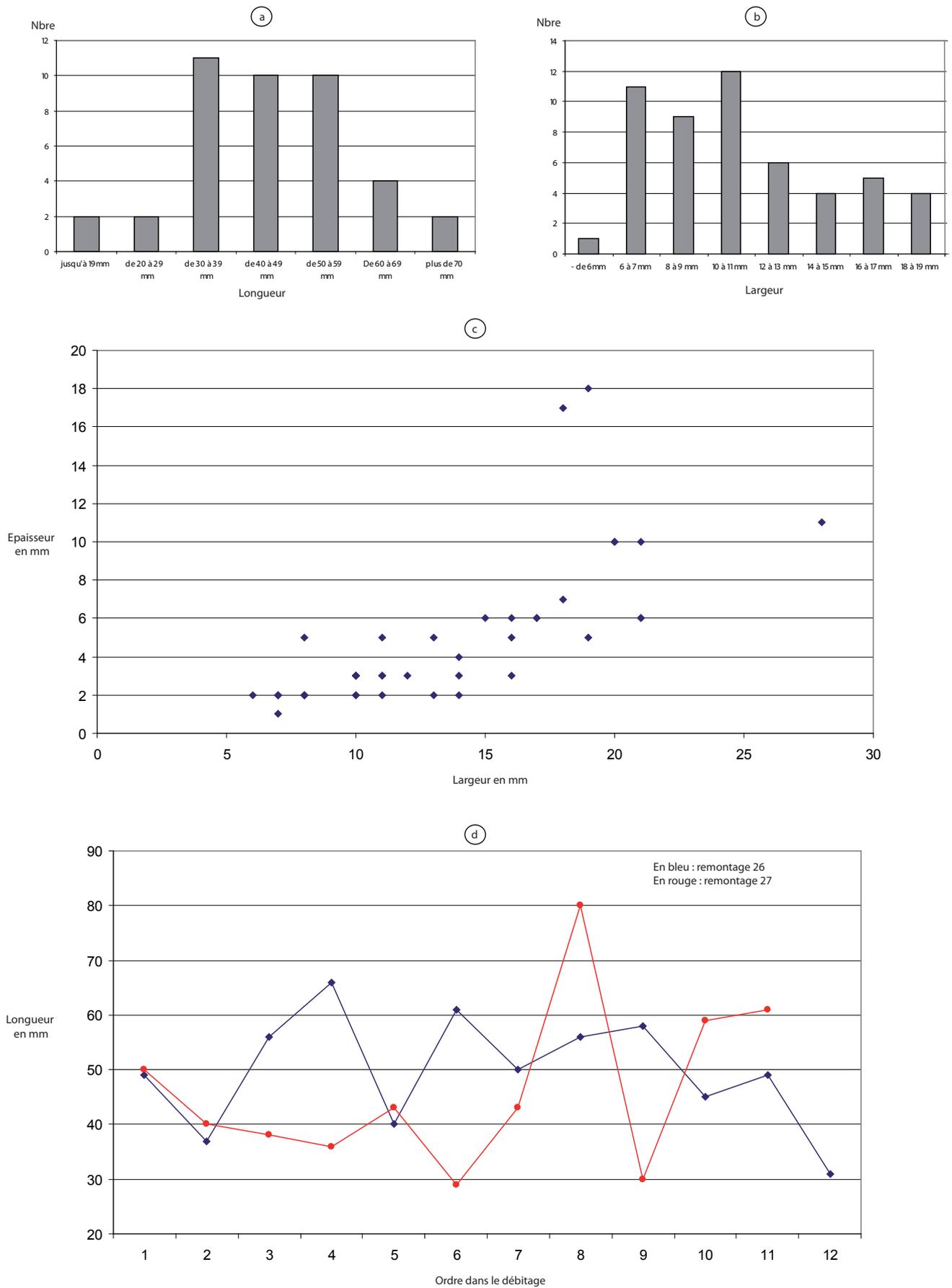


Figure 97 - a : histogramme des classes de longueurs des lames entières ; b : histogramme des classes de largeurs de l'ensemble des lames ; c : module largeurs/épaisseurs de l'ensemble des lames ; d : longueurs des produits laminaires dans l'ordre de leur extraction pour les remontages 26 (en bleu) et 27 (en rouge).

La question de l'emport de pièces

Les bonnes conditions taphonomiques et les remontages exhaustifs permettent de vérifier l'éventuel emport d'une partie du matériel en dehors de la zone fouillée. En effet, certaines pièces sont absentes dans les remontages. Certes, dans la plupart des cas, ces vides correspondent à une ou deux pièces de différentes natures (lames, éclats, etc) et ne semblent pas liés à un emport, mais plutôt à des pièces non remontées.

Néanmoins, deux exceptions méritent d'être signalées. La première est l'absence d'une série de produits laminaires sur le remontage 27 (**Figure 92**). Ils sont localisés sur le flan gauche du nucléus et sont issus des premières phases du plein débitage. L'absence d'une importante phase de cette séquence de débitage pourrait s'expliquer par un emport des quelques pièces en dehors de la zone fouillée. La seconde exception est plus probante. Il s'agit de l'absence du nucléus pour le remontage 29 (**Figure 88**). Cette absence est d'autant plus curieuse qu'il s'agit d'une pièce volumineuse, plus «facilement» repérable et raccordable au sein des fragments géolifracés non remontés, à l'inverse des produits laminaires. L'hypothèse d'un emport du nucléus en dehors de la zone fouillée est donc ici probable. Avant ce déplacement, le nucléus a été mis en forme et les premières lames ont été débitées sur place.

Synthèse de l'étude technologique

L'objectif des tailleurs d'Havrincourt est l'obtention de produits laminaires. Néanmoins, la mauvaise qualité de la matière première sélectionnée dans l'environnement proche du site a fortement conditionné la conduite du débitage et la morphométrie des supports en réduisant notamment les possibilités dimensionnelles. Les lames produites sont donc de dimensions modestes et peu régulières alors que l'intention première des tailleurs semblait beaucoup plus ambitieuse avec des choix de modules de blocs supérieurs à 10 cm. Un seuil dimensionnel minimum de 40 mm semble se dégager. Le débitage est relativement simple, unipolaire, et mené à l'aide d'un percuteur minéral tendre.

Si la matière première a joué un rôle majeur dans la conduite du débitage, la simplicité de celui-ci et l'apparent manque de soin relatif peuvent aussi s'expliquer par l'objectif fonctionnel des produits laminaires. En effet, aucun des produits n'a été retouché et les remontages sont tous de courte distance. Si les produits ont été utilisés, ils étaient bruts et employés dans l'environnement proche du lieu de taille.

Les données tracéologiques

Émilie CLAUD

Soulignons en préambule que la totalité de l'industrie lithique, y compris issue du tri des refus de tamis (plus de 6000 pièces) a été examinée à la loupe binoculaire afin d'évaluer la qualité de conservation et de rechercher d'éventuelles traces d'utilisation. Malgré une conservation satisfaisante de l'industrie, seules huit pièces se sont avérées porter des traces liées de manière possible ou certaine à leur utilisation. Elles proviennent des loci 1, 2 et 3 et l'une d'entre elles est hors locus. Suite à des observations plus poussées à l'aide d'une loupe binoculaire plus puissante et d'un microscope métallographique, il s'avère qu'une seule pièce, voire deux, portent des traces d'utilisation.

La première pièce est un fragment mésial de lame (S2420) présentant des esquillements caractéristiques d'une découpe de matière tendre à mi-dure (Figure 98 - a et b). Les esquillements, de petite taille, sont discontinus, bifaciaux, obliques, semi-circulaires, triangulaires et trapézoïdaux. L'initiation est en flexion ou en cône et ils se terminent en escalier pour la plupart. Aucun micro-poli d'utilisation n'a pu être identifié de manière claire, ce qui s'explique probablement par la présence d'une patine brillante microscopique hélas assez développée sur cette pièce. Néanmoins les esquillements étant similaires à ceux produits sur des couteaux de boucherie expérimentaux il est possible de proposer l'utilisation de cette pièce dans le cadre de la boucherie. La seconde est un fragment mésial de lamelle retrouvée dans le locus 2. Cette lamelle présente sur son bord droit de petits enlèvements continus unifaciaux directs superposés et perpendiculaires au fil pouvant être interprétés comme un bordage ou une retouche marginale et peu élaborée de ce bord (Figure 98 - e). Ce type d'enlèvements n'est pas présent sur le reste de l'industrie, ce qui nous a amené à le considérer comme une modification anthropique.

La fracture proximale est une fracture transverse se terminant en escalier et recoupant la retouche (Figure 98 - d), celle-ci est donc diagnostique d'un impact d'après les critères que nous avons retenus (cf. **présentation et méthodes d'étude**, p. 17). La partie distale montre une fracture burinante se développant sur le bord droit et recoupant clairement la retouche (Figure 98 - c). Celle-ci est suivie par une fracture s'initiant depuis le bord gauche et se terminant en escalier au niveau du bord droit, qui a pu, d'après sa direction, se former de manière simultanée à la fracture burinante. Encore une fois, d'après les critères de Sano (Sano, 2009), cette fracture peut être considérée comme diagnostique d'un impact. Néanmoins, cette lamelle a été retrouvée dans le gley, sédiment compact qui est responsable du développement de fractures sur les pièces en silex, en lien avec l'alternance des cycles gel-dégel.

À notre connaissance il n'existe pas d'expérimentation effectuée sur ce type de sol en contexte périglaciaire (qu'il soit naturel ou reproduit en laboratoire), qui permettrait de documenter les altérations qu'il est susceptible de provoquer. En effet, si un grand nombre d'expérimentations a porté sur l'influence du piétinement humain ou animal sur la conservation des industries lithiques et notamment sur les types de fractures ou d'esquillements obtenus (Tringham *et al.*, 1974 ; Shea & Klenck, 1993 ; Mc Brearty *et al.*, 1998 ; Sano, 2009 ; Thiébaud *et al.*, 2010 ; Pargeter, 2011), rares sont celles qui se sont intéressées aux effets des conditions périglaciaires sur la conservation du matériel lithique, les sédiments utilisés n'étant, de plus, pas des gleys. La première a été réalisée dans le cadre du programme « Transit » (« Transfert de référentiels actuels de l'étage nival aux sites paléolithiques ») : H. Plisson (*in* Texier *et al.*, 1999) a déposé en surface une douzaine d'outils en silex dans la partie aval d'une coulée de solifluxion à matrice limoneuse faiblement carbonatée située sur le site expérimental périglaciaire de la Mortice, dans les Hautes-Alpes, mais ces pièces, exposées pendant quatre ans, n'ont montré aucune modification post-dépositionnelle. Un autre projet d'expérimentation *in vivo* a été mis en œuvre quelques années après dans les Pyrénées (parc d'Ordesa y Monte Perdido) dans le cadre du projet « Études taphonomiques en contexte périglaciaire actuel » (Bertran *et al.*, 2009) au sein de l'ACR « Paléolithique moyen en Aquitaine septentrionale » coordonnée par J.-P. Texier. Les silex expérimentaux déposés sur une coulée de solifluxion, dans le sédiment local carbonaté, n'ont, au bout de deux ans d'exposition, pas non plus montré de modifications (Claud & Bertran, 2010). Cette expérimentation est encore en cours puisqu'une quinzaine d'éclats sont encore sur le site, depuis 2005. En parallèle, des éclats en silex ont été exposés sur le même versant, mais dans un sédiment loessique apporté sur place pour l'occasion par L. Vallin et B. Masson. Ces derniers, avec d'autres collègues du nord de la France et de Belgique, ont également réalisé des expérimentations de gel-dégel en laboratoire dans des loess, mais aucune fracture n'a été détectée sur les pièces expérimentales (Vallin *et al.*, 2013). Malgré l'absence de fracture sur les pièces issues de ces différentes expérimentations, en l'absence d'études spécifiques sur le gley, il est difficile d'être absolument certain que les fractures portées par la lamelle en question sont liées à un impact et ne peuvent pas résulter d'altérations naturelles. Néanmoins, un autre argument pourrait être avancé en faveur de l'utilisation de cette lamelle comme armature. En effet, sur le bord droit, le dos présente un état de surface microscopique peu brillant, en face supérieure comme en face inférieure (Figure 98 - f). Au contraire, le bord gauche, brut, porte de nombreux esquillements obliques ainsi qu'un micro-poli de coalescence douce grenue très brillant qui souligne le tranchant et le fil de manière discontinue, orienté parallèlement au bord (Figure 98 - a et b).



Figure 98 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Lamelle retouchée (e) présentant des fractures (c et d) et un état de conservation différentiel entre le bord gauche et le bord droit (a, b et f) pouvant résulter d’une utilisation comme armature de projectile (cliché et DAO : E. Claud).

Cet état de surface et de bord différentiel entre le bord gauche et le bord droit pourrait s’expliquer par un emmanchement latéral de la lamelle, le dos étant fixé dans la hampe et le bord gauche étant en contact avec les proies, un éventuel carquois, etc. En effet, une telle dissymétrie entre les deux bords peut difficilement s’expliquer par une altération naturelle, qui toucherait tous les bords de manière aléatoire. Nous n’avons hélas détecté aucune micro-trace linéaire d’impact (MLIT : *Microscopic linear impact trace*, Odell, 1978 ; Moss, 1983), mais ces traces, diagnostiques, ne se produisent que rarement sur les armatures.

Ainsi, malgré l’absence d’étude portant sur les altérations post-dépositionnelles induites par les gleys, notamment en contexte périglaciaire, il y a des présomptions en faveur de l’utilisation de cette lamelle à retouche marginale comme armature de chasse.

Trois pièces fragmentées portent des esquillements dont l’origine est très douteuse. Les esquillements, unifaciaux, orientés perpendiculairement au bord, continus ou superposés, résultent d’un contact transversal avec une matière mi-dure ou dure, mais l’irrégularité du fil et/ou le faible nombre d’esquillements les distinguent d’esquillements liés à l’utilisation. De plus, aucun poli d’utilisation n’a été détecté sur les bords esquillés alors que la patine brillante est très peu intense voire absente sur ces pièces. Il est ainsi fort probable que les esquillements soient naturels. Enfin, deux fragments (de lame et d’éclat ?) présentent des traces qui pourraient sans certitude être liées à la découpe de matières tendres à mi-dures (Figure 99 - c à f).

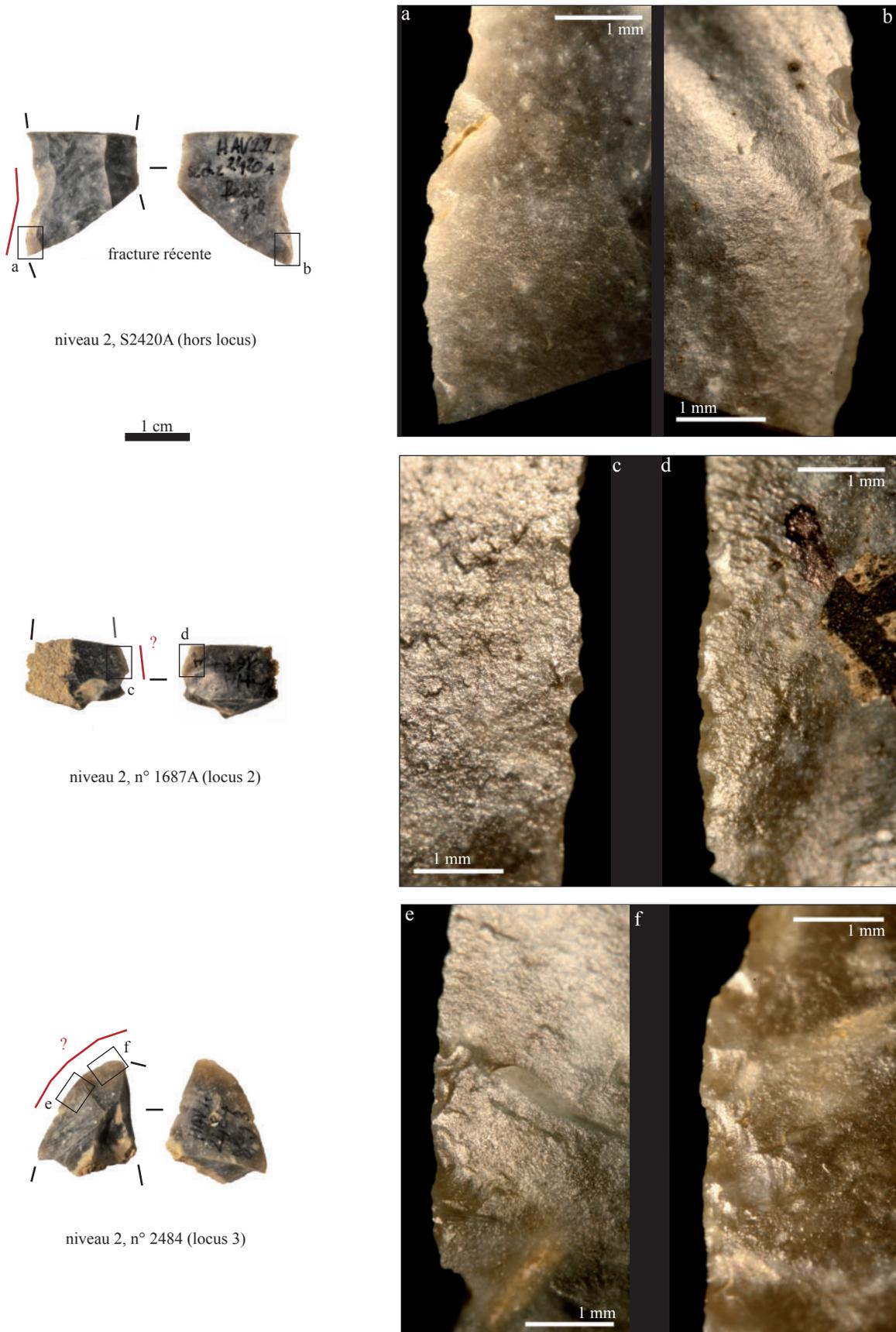


Figure 99 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Fragment de lame portant des esquillements d'utilisation liées à la coupe d'une matière tendre à mi-dure, très probablement dans le cadre de la boucherie (haut) ; et autres fragments de pièces portant des esquillements pouvant également résulter d'un tel fonctionnement, avec moins de certitude (cliché et DAO : E. Claud).

Il s'agit d'esquilles comparables à ceux observés sur le fragment S2420, mais ces derniers sont moins caractéristiques de par leur distribution (une face surtout), leur morphologie (absence de triangulaires) ou leur terminaison (rarement en escalier). De plus, la portion de tranchant concernée est vraiment courte en raison de la fragmentation de la pièce, ce qui ne facilite pas l'interprétation des stigmates.

Cette étude met en évidence un très petit nombre de pièces portant des traces d'utilisation : deux, et peut-être deux supplémentaires, sur un total de plusieurs milliers de pièces analysées. Etant donné l'état de conservation macroscopique propice à ce genre d'approche, il nous semble que cette faible fréquence de traces d'utilisation ne résulte pas d'un biais de conservation et peut donc être retenue comme un fait archéologique lié au type d'occupation du site.

Ainsi, hormis l'activité de taille, peu d'activités susceptibles de laisser des traces sur l'industrie lithique auraient ainsi été effectuées *in situ*. Le fragment de lame utilisé dans le cadre de la boucherie pourrait correspondre au déroulement d'une activité de boucherie ponctuelle ou plus importante, mais principalement menée avec des outils conservés par les hommes préhistoriques et non abandonnés sur le site. La lamelle retouchée fracturée pourrait quant à elle avoir été rapportée au sein des fragments de carcasses exploitées sur le site. Ces données fonctionnelles vont donc plutôt dans le sens d'une occupation brève du site, notamment dans le but de tenter de produire des supports en silex, avec en parallèle la conduite d'une activité de boucherie *a priori* peu intense. Les pièces portant des traces d'utilisation claires ou douteuses proviennent notamment du locus 2 (la lamelle retouchée, un fragment peut-être utilisé pour la boucherie), au sein duquel les restes de faune présentant des traces anthropiques ont été retrouvés, ce qui est cohérent avec nos interprétations fonctionnelles et argumenterait en faveur de la présence d'une zone d'activité dédiée à l'exploitation de portions de carcasses.

Espèces animales présentes, traitement des restes et esquisses paléthnographiques

Patrick AUGUSTE

Le niveau Hav.2-N2 est le plus riche d'Havrincourt en termes de faune mammalienne, avec 238 restes découverts correspondants à cinq espèces (cf. **Tableau 10**, p. 86). L'association faunique comprend par ordre d'importance décroissante le cheval, le renne, le bison des steppes, le rhinocéros laineux et un petit cheval. L'intérêt très particulier de ce niveau est d'avoir livré cette faune en association avec une industrie du Paléolithique supérieur, découverte comparable à celle réalisée à Renancourt (Paris *et al.*, 2013). La grande majorité des restes provient du niveau archéologique Hav.2-N2 représentant 238 restes au total (incluant plusieurs loci identifiés lors des fouilles). Ces 238 éléments sont *a priori* contemporains voire directement tributaires de l'occupation humaine.

Le cheval est l'espèce dominante à Havrincourt. Il est représenté dans le niveau Hav.2 - N2 par 21 restes dentaires et osseux. L'animal présente au niveau dentaire les caractéristiques caballines et peut être rapporté à une des formes connues durant le Pléistocène supérieur (**Figure 100**). Les éléments dentaires du cheval d'Havrincourt, en particulier les dents supérieures, ont permis de les comparer avec ceux d'autres chevaux du Pléistocène supérieur, mais malheureusement, la seule dent supérieure intacte et mesurable ne peut pas être attribuée de manière certaine au niveau Hav.2-N2 (**Figure 101**, **Tableau 22**).

Ces dents apparaissent ainsi proches de *E. germanicus* de Combe Grenal et divergent des *E. gallicus* anciens ou plus récents. C'est en particulier la faiblesse de l'indice protoconique qui amène à ce constat.

Les vestiges osseux post crâniens témoignent d'un animal peu massif, mais comparable à ce qui s'observe durant le Pléistocène supérieur (**Figure 102** et **Figure 103**).

Il est toutefois apparu au cours de l'analyse du matériel caballin de ce niveau que trois pièces (deux bien localisées stratigraphiquement et une plus difficile à positionner) se distinguaient par rapport aux autres du point de vue de leur massivité. Ces pièces, un talus et deux fragments de métacarpiens sont en effet sensiblement plus petites, mais elles n'atteignent pas non plus la gracilité caractéristique du petit équidé non caballin *Equus hydruntinus*. Il est délicat de vouloir attribuer ces éléments à une espèce différente de celle présente par ailleurs. Un phénomène de dimorphisme sexuel particulièrement bien marqué et/ou des différences de croissance osseuse liées à l'âge pouvant potentiellement être avancés. Nous avons préféré garder identifié ce taxon sous la dénomination de « petite forme ».

Deux talus d'équidé ont été ainsi comparés pour le niveau Hav.2 - N2, rapportés par leur taille l'un à la « petite forme » l'autre au cheval commun (**Figure 102**). Les dimensions de ces deux pièces s'avèrent en fait assez proches et les deux os apparaissent plus graciles que pour d'autres chevaux (**Tableau 23**).



Figure 100 - Havrincourt, secteur 2 – Prémolaire ou molaire inférieure droite de cheval (2409, Hav.2 - N2, rampe, loc 5). A gauche vue occlusale, à droite vue linguale. Échelle : 1 cm (clichés P. Auguste).

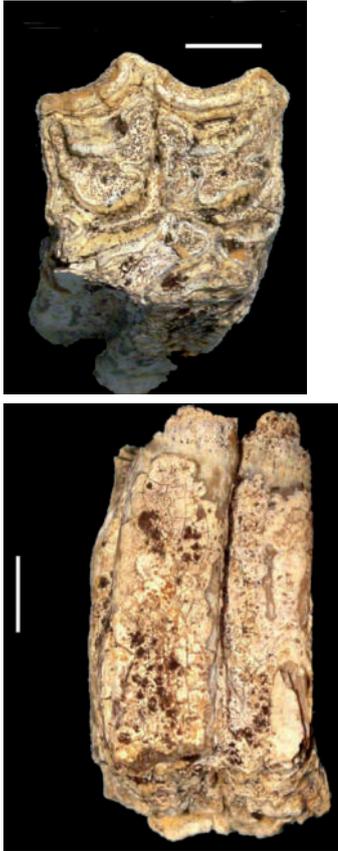


Figure 101 - Havrincourt, secteur 2 : Troisième ou quatrième prémolaire supérieure droite de cheval (hors niveaux archéologiques), en haut, vue linguale, en bas, vue occlusale. Échelle : 1 cm (cliché P. Auguste).

Cheval / P3-4 sup	Loc	L p oc	l oc	LP	IP oc	IP P
Havrincourt, 1529	29,4	12,3	28,2	28,8	41,84	42,71
<i>Equus germanicus</i>	73 ; 30,28	72 ; 13,79	67 ; 28,33	42 ; 28,94	71 ; 45,74	40 ; 45,01
Combe Grenal (1)	27,0-33,5	11,0-18,0	26,0-31,0	26,0-32,0	36,10-62,10	33,3-62,0
<i>E. gallicus</i> Camiac (1)	22 ; 28,80 27,0-30,3	22 ; 13,08 11,5-15,0	22 ; 27,87 26,0-30,0	19 ; 27,89 26,5-29,0	22 ; 45,48 40,26-55,26	19 ; 45,93 38,62-55,15
<i>E. gallicus</i> Jaurens (2)			36 ; 27,27 24,9-29,4			36 ; 45,5 35,5-56,4
<i>E. gallicus</i> Solutré (3)	20 ; 28,6 26,5-31,0	20 ; 13,54 12,0-15,7	19 ; 27,4 23,2-30,0	9 ; 27,26 26,2-28,6	20 ; 47,42 40,65-56,07	9 ; 50,48 ; 46,10-58,40

Tableau 22 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Comparaison des mesures de la prémolaire supérieure du cheval d'Havrincourt avec celles de chevaux du Pléistocène supérieur. Loc = longueur au niveau occlusal ; L p oc = longueur du protocône au niveau occlusal ; l oc = largeur au niveau occlusal ; IP oc = indice protoconique occlusal ; IP P = indice protoconique au point P. (1) : Guadelli (1987) ; (2) : Mourer-Chauviré (1980) ; (3) : Guadelli (1991).



Figure 102 - Havrincourt, secteur 2 – Radius droit de cheval (29, Hav.2-N2). En haut à gauche, vue palmaire, à droite vue dorsale. Échelle : 5 cm. En bas, vue proximale. Échelle : 1 cm (clichés P. Auguste).



Figure 103 - Havrincourt, secteur 2 – Phalange proximale de cheval (1546, Hav.2 - N2, loc 2). Vue dorsale. Échelle : 5 cm (cliché P. Auguste).



Figure 104 - Havrincourt, secteur 2 – Talus gauches de cheval, « petite forme » à gauche (1751, Hav.2 - N2), « grande forme » à droite (1545, Hav.2 - N2, loc 2). Vues proximales. Échelle : 5 cm (cliché P. Auguste).

Cheval / Talus	L max	Lmax cd md	l tro	DT max	DT art dist	DDPmax méd	DT dist tro
Havrincourt, 1751, A			27,7				40,2
Havrincourt, 1545, A	60,4	60,8	29,5	57,7	48,8	49,1	40,2
<i>Equus germanicus</i>	34 ; 62,33	34 ; 65,01			34 ; 57,7		34 ; 46,7
Pair-non-Pair (1)	57,0-68,5	59,0-69,5			52,0-62,0		43,0-51,0
<i>E. gallicus</i>	32 ; 60,88	31 ; 63,15		29 ; 57,77			31 ; 44,39
Jaurens (2)	56,5-65,3	58,0-67,7		53,6-62,8			41,0-48,0
<i>E. gallicus</i>	49 ; 60,53	47 ; 61,61	49 ;	44 ;	44 ; 55,30	38 ; 53,66	48 ; 44,99
Solutré (3)	56,5-66,0	55,0-67,5	32,07	64,93	50,5-58,3	47,0-59,0	41,0-49,0
			29,0-38,4	59,0-72,0			

Tableau 23 - Comparaison des mesures des talus du cheval d'Havrincourt avec celles de chevaux du Pléistocène supérieur. L max = longueur maximum ; Lmax cd md = longueur maximum du condyle médian ; l tro = largeur de la trochlée ; DT max = diamètre transverse maximum ; DDP max méd = diamètre dorso plantaire maximum médian ; DT dist tro = diamètre transverse distal de la trochlée. (1) : Prat, 1968 ; (2) : Mourer Chauviré, 1980 ; (3) : Guadelli, 1991.



Figure 105 - Havrincourt, secteur 2 : Quatrième prémolaire inférieure droite de renne (hors niveau archéologique). A gauche vue vestibulaire, à droite vue occlusale. Échelle : 1 cm (clichés P. Auguste).

Renne / P4 inf	Lcol	Icol
Havrincourt, 989	15	12
Romain-la-Roche (1)	4 ; 15,42 ; 15,1-15,9	4 ; 10,52 ; 9,6-11,4
Jaurens (2)	17 ; 15,0 ; 13,0-16,5	17 ; 11,1 ; 10,0-11,5

Tableau 24 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Dimensions comparées de la prémolaire inférieure du renne d'Havrincourt avec celles de rennes pléistocènes. (1) : Auguste, 2010 ; (2) : Valli et Guérin, 2000.

Le renne n'est présent qu'au sein du niveau Hav.2 - N2 en association avec le matériel lithique du Paléolithique supérieur et quelques unités dénuées de présence humaine, il est absent durant les occupations du Paléolithique moyen. Douze restes ont été identifiés et seize peuvent *a priori* lui être attribués également (petit herbivore) (cf. **Tableau 20**, p. 125). Seuls des éléments post crâniens ont été retrouvés, témoignant de la présence d'au moins deux individus, un faon et un adulte. Le matériel découvert, fragmentaire et parfois mal conservé, ne permet pas de caractériser la stature de l'animal. Un reste dentaire a également été découvert au sein d'une unité stratigraphique dénuée de présence humaine, une prémolaire inférieure montrant bien les caractères diagnostiques de l'espèce (**Figure 105**). La dimension de cette dent montre une longueur comparable à celle d'autres rennes pléistocène, tandis que la largeur est plus importante (**Tableau 24**).

Le bison n'est représenté que par sept restes, uniquement des éléments des membres et tous fragmentaires. Dans la plupart des cas, les ossements de bovidés identifiés n'ont pas été déterminés, mais attribués au bison plutôt qu'à l'aurochs, le contexte écologique et les cortèges fauniques connus pour le Pléistocène supérieur en France septentrionale plaident pour cette attribution (Auguste, 2009, 2012). Les dimensions relevées sur les dents de ce bison apparaissent proches de celles de Marcamps, en demeurant plus faibles (**Tableau 25**).

Le rhinocéros laineux est présent dans le niveau Hav.2 - N2. Il a pu être identifié de par la morphologie caractéristique de plusieurs ossements et éléments dentaires, comme un talus ou encore un pyramidal. Le talus montre en particulier une morphologie typique pour cette espèce (**Figure 106**). Ses deux os ont permis la prise de mesures, mettant en évidence la proximité morphométrique avec les moyennes des rhinocéros laineux européens (**Tableau 26**, **Tableau 27** et **Figure 106**).

Bison / M sup	M1	
	Lcol	lcol
Havrincourt, 2553, G2	23.3	28.1
Marcamps (1)	8 ; 26,15 ; 24,5-27,5	7 ; 25,94 ; 24,0-27,5

Bison / M sup	M2	
	Lcol	lcol
Havrincourt, 2553, G2	28.3	28.3
Marcamps (1)	10 ; 30,71 ; 29,0-33,0	9 ; 28,62 ; 26,5-31,5

Bison / M sup	M3	
	Lcol	lcol
Havrincourt, 2553, G2	29.7	28.1
Marcamps (1)	5 ; 33,18 ; 30,0-35,0	4 ; 28,08 ; 27,3-30,0

Tableau 25 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Dimensions comparées des molaires supérieures du bison d'Havrincourt avec celles du bison de Marcamps. Lcol = longueur au collet ; lcol = largeur au collet. (1) : Slott Moller (1990).

Rhinocéros / talus	DT	Ht	Dlèvres	DT art dist	DT dist max	DDP méd
Havrincourt, 876, A	100,5	87	70	83	87,7	66,5
<i>C. antiquitatis</i> , Europe (1)	112 ; 95,72 84,0-112,0	112 ; 86,96 77,0-102,0	104 ; 70,58 60,0-83,0	107 ; 80,93 68,0-91,0	108 ; 85,11 75,0-97,0	102 ; 62,45 52,0-72,0

Tableau 26 - Dimensions comparées du talus du rhinocéros laineux d'Havrincourt Hav.2 - N2 avec les moyennes des animaux du Pléistocène européen. Dlèvres = diamètre entre les deux lèvres. (1) : Guérin (1980).

Durant les premières phases d'occupation du territoire par Néandertal, l'environnement est typiquement steppique, particulièrement favorable à l'expansion des faunes de grands mammifères et de rongeurs. Progressivement le milieu devient plus froid, laissant place au Renne et à l'Homme anatomiquement moderne.

L'absence du renne au sein des niveaux paléolithiques moyens est intéressante car elle pourrait témoigner d'un climat plus clément que pour les niveaux du Paléolithique supérieur, tout en demeurant continental caractérisé par un paysage dominé par la steppe.

Une différence de saisonnalité d'occupation n'est pas à exclure, mais le manque de donnée au sein du niveau HAV2 - N2 empêche d'aller plus loin dans l'interprétation.



Figure 106 - Havrincourt, secteur 2 – Talus gauche de rhinocéros laineux (876, Hav.2 N2). A gauche vue proximale, à droite vue dorsale. Échelle : 5 cm (clichés P. Auguste).

Rhinocéros / pyramidal	DDP	Ht
Havrincourt, 830	47	55
<i>C. antiquitatis</i> , Europe (1)	32 ; 47,63 ; 41,0-58,0	34 ; 54,74 ; 46,0-65,0

Tableau 27 - Dimensions comparées du pyramidal du rhinocéros laineux d'Havrincourt Hav.2 - N2 avec les moyennes des animaux du Pléistocène européen. DDP = diamètre dorso palmaire ; Ht = hauteur. (1) : Guérin (1980).

Quand l'espace s'anime : les répartitions spatiales lithique / faune

Emilie GOVAL, David HERRISSON, Caroline FONT

Quatre concentrations ont été individualisées lors de l'opération de terrain de Hav.2-N2. Bien que l'unité stratigraphique 6 soit conservée sur les 4 100 m² fouillées, les quatre loci se situent dans la partie orientale de la fouille représentant une superficie de 620 m². Quelques restes de faune se localisent en partie occidentale hors de la zone précédemment décrite (Figure 102). L'occupation est donc clairement circonscrite dans l'espace. À l'ouest, la limite de l'occupation humaine est identifiée. À l'est et au nord, l'unité stratigraphique 6 est progressivement érodée, jusqu'à sa disparition totale. Ainsi, soit l'occupation n'est plus présente pour des raisons taphonomiques, soit les limites de l'occupation étaient de toutes façons atteintes. Au sud de l'emprise, la limite de l'occupation humaine semble identifiée, quelques artefacts se dispersent jusqu'à leur disparition. Plusieurs critères d'identification permettent de juger du caractère en place de ces concentrations.

- une accumulation de produits associant des éclats de toutes dimensions et de natures variées (esquilles, éclats, nucléus, blocs, etc.)
- un réseau dense de remontages à courtes distances (Audouze et al., 1981)
- une répartition limitée dans l'espace (Goval, 2012)
- une association claire entre les vestiges lithiques et fauniques

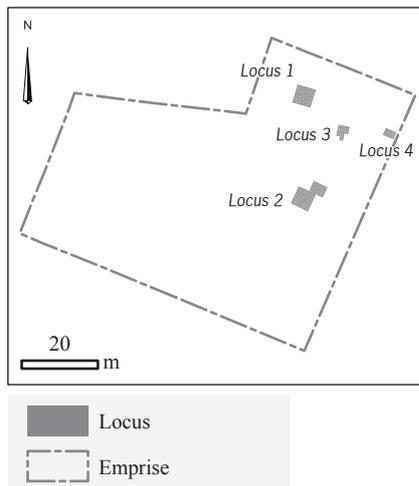


Figure 107 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Répartition des locus sur l'ensemble de l'emprise (DAO : C. Font).

Dans le cas de Hav.2-N2, les esquilles et les éclats de moins de trois centimètres se répartissent de manière homogène. Leur association aux restes des éléments de débitage au sein des concentrations permet d'identifier des postes de débitage en place (Figure 102). Malgré la présence du réseau de fentes de gel, aucun tri granulométrique ne semble avoir été opéré (Figure 108 et Figure 109).

Cette répartition spatiale des éléments est associée à de nombreux remontages localisés au sein d'aires circonscrites dans l'espace (Figure 110). Il est évident, comme nous l'avons souligné à plusieurs reprises, que la localisation de certains vestiges a été perturbée par des déformations post-dépositionnelles (cf. **taphonomie, biochronologie, paléoécologie et présentation du cortège faunique**, p. 77), l'éparpillement de quelques artefacts est bien visible sur l'analyse spatiale de certains remontages. Néanmoins, même si la position des artefacts ne correspond plus exactement à leur localisation originelle, leur déplacement reste mineur (inférieur à 30 cm).

Apparaît également très nettement une répartition non aléatoire des vestiges fauniques, en étroite association avec les artefacts lithiques (Figure 111).

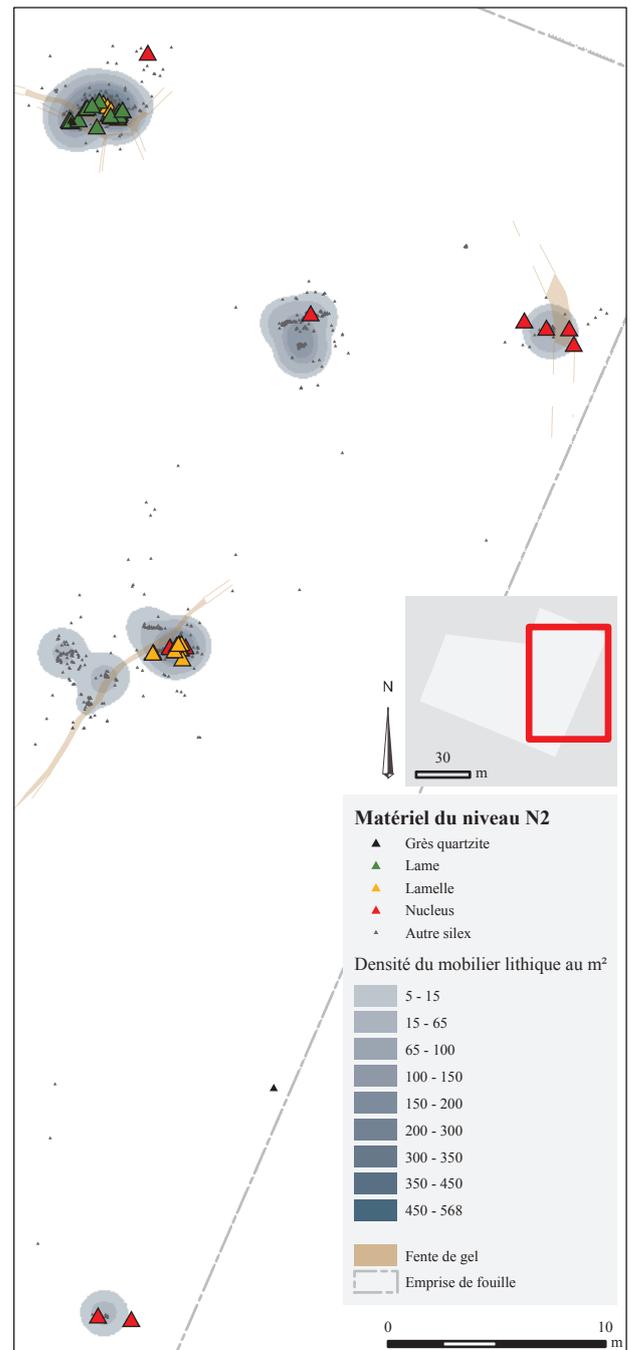


Figure 108 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Plan d'isodensité de l'ensemble des artefacts lithiques (DAO : C. Font).

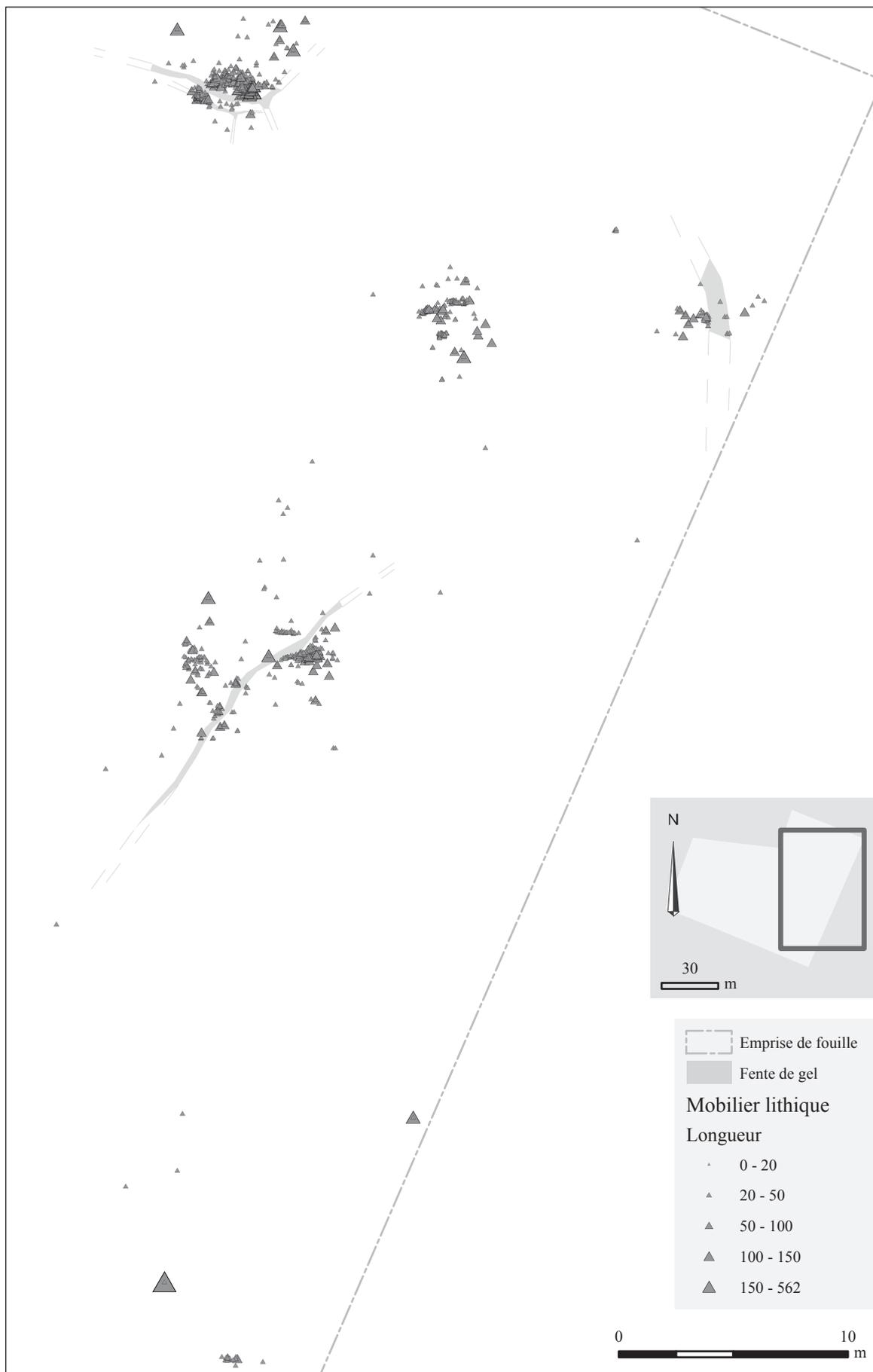


Figure 109 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Répartition du matériel lithique en fonction de la longueur des artefacts (DAO : C. Font).



Figure 110 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Répartition spatiale des principaux remontages (DAO : C. Font).

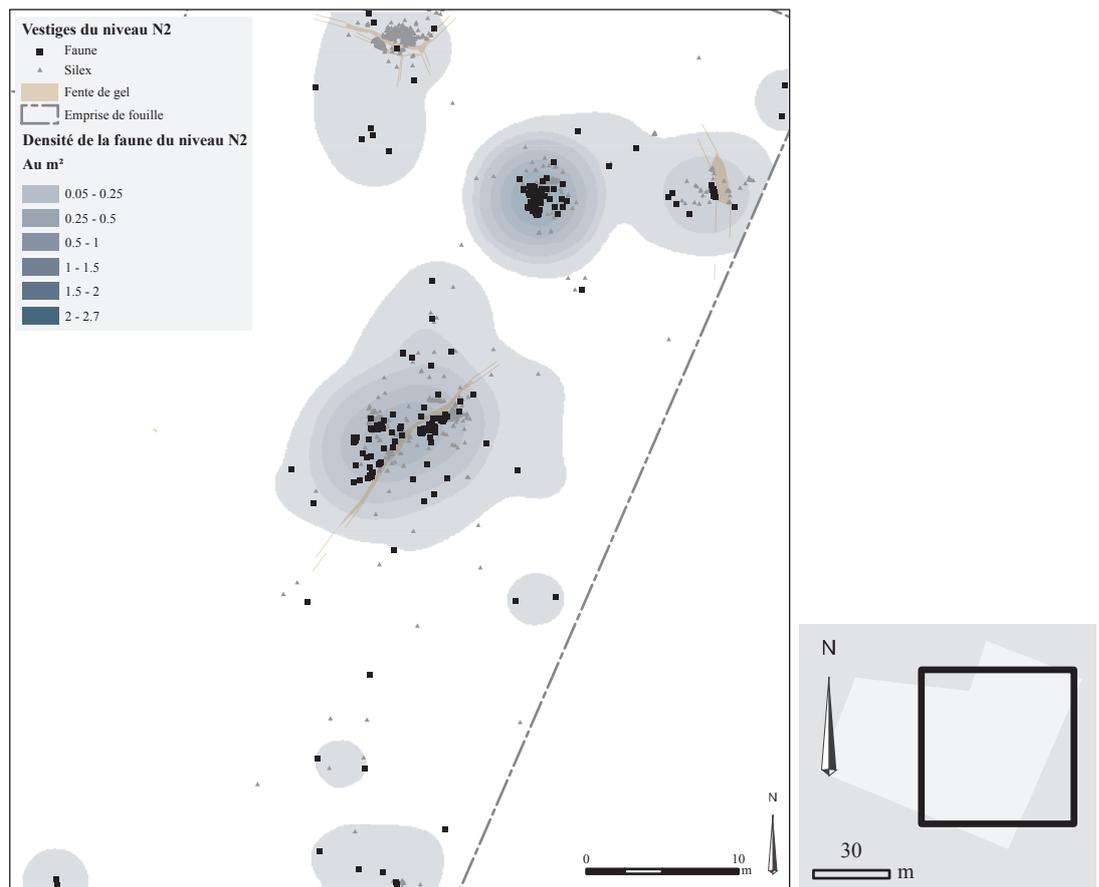


Figure 111 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : Répartition spatiale de l'ensemble des artefacts lithiques et des restes fauniques (DAO : C. Font).

Description des concentrations

Le locus 1

Ce premier locus se compose de 2865 artefacts, dont 2407 esquilles (produits de moins de 15 mm), 458 produits bruts, 6 restes de faune, répartis sur environ 9 m² (Figure 112). Les restes de faune sont des fragments d'ossements indéterminés, ne portant pas de stigmates particuliers. Deux petits morceaux de grès sont également présents (L. = 26 et 27 mm, l. = 24 et 33 mm, ép. = 14 et 20 mm). C'est parfois plus de 300 esquilles qui ont été récoltées par quart de mètre carré (Figure 113). Ces esquilles sont associées à des éclats, des nucléus mais aussi à des tablettes et des lames à crête. Le rapport des esquilles sur les produits bruts s'élève à 5,3 esquilles / produits bruts. La présence de ces différents éléments confirme la succession au sein de ce locus de différentes séquences de débitage. À plus grande échelle, la répartition par densité des artefacts met en évidence la présence de trois concentrations au sein de ce locus (Figure 114). Cette observation doit être nuancée par la présence de fentes de gel ayant pour conséquence directe une dilatation horizontale de part et d'autre de la fente. Chacune de ces concentrations n'est pas le fruit du débitage d'un unique bloc de matière première. En effet, ces trois concentrations sont le fruit d'au moins 5 et au maximum 8 blocs de matière première.

Quinze remontages ont été dénombrés dans le locus 1. Chaque amas est donc le résultat cumulé de plusieurs moments de débitage de plusieurs blocs de matière première.

Seules 236 pièces n'ont pas été remontées ; il s'agit principalement d'esquilles et de quelques lamelles. 92 % des pièces de ce locus ont donc été inclus dans un remontage. En l'absence de restes de faune probants au sein de ce locus, c'est l'analyse technologique de ces remontages couplée à l'approche spatiale qui permet d'identifier les activités et potentiels déplacements qui s'y sont déroulés. Les remontages 13, 26 et 27 sont les plus complets au sein du locus. Le remontage 13 s'étend sur une surface de 7,63 m². Les distances entre les différentes séquences de débitage ne dépassent que rarement les trois mètres (Figure 115).

Le locus 1 est circonscrit dans l'espace et reflète clairement des actions de débitage que les remontages ont permis d'individualiser. La quantité de déchets formant cette concentration et occupant une surface relativement restreinte, illustre des activités brèves et intenses. L'ensemble des éléments de la production se situe au sein de ce locus. En effet, aucune pièce appartenant à un remontage n'a été localisée en dehors du locus. Si la plupart de ces remontages témoignent du déroulement de l'ensemble des séquences de débitage au sein de la concentration, seules les dernières phases de la séquence sont présentes pour le remontage 13. La finalité des productions de cette concentration est exclusivement tournée vers l'obtention de lames. La plupart des lames produites semble abandonnée sur place.

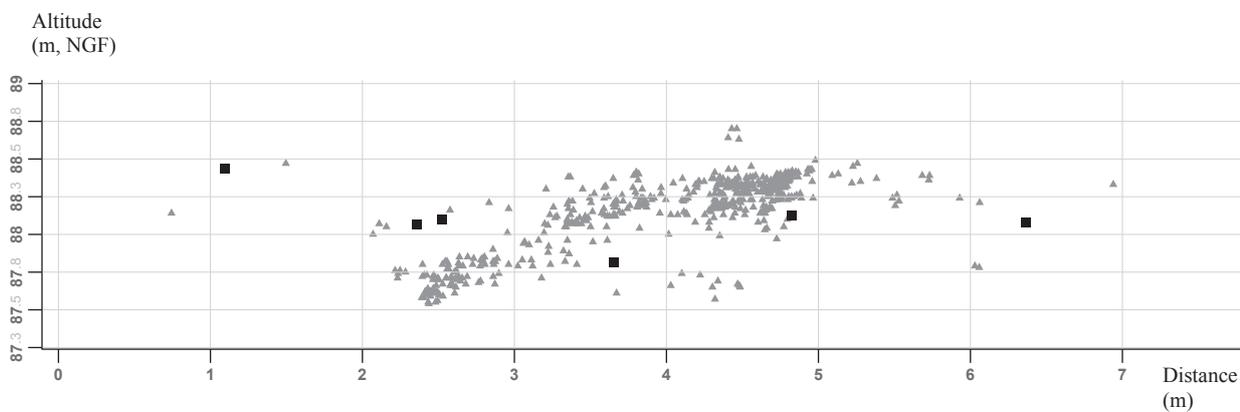
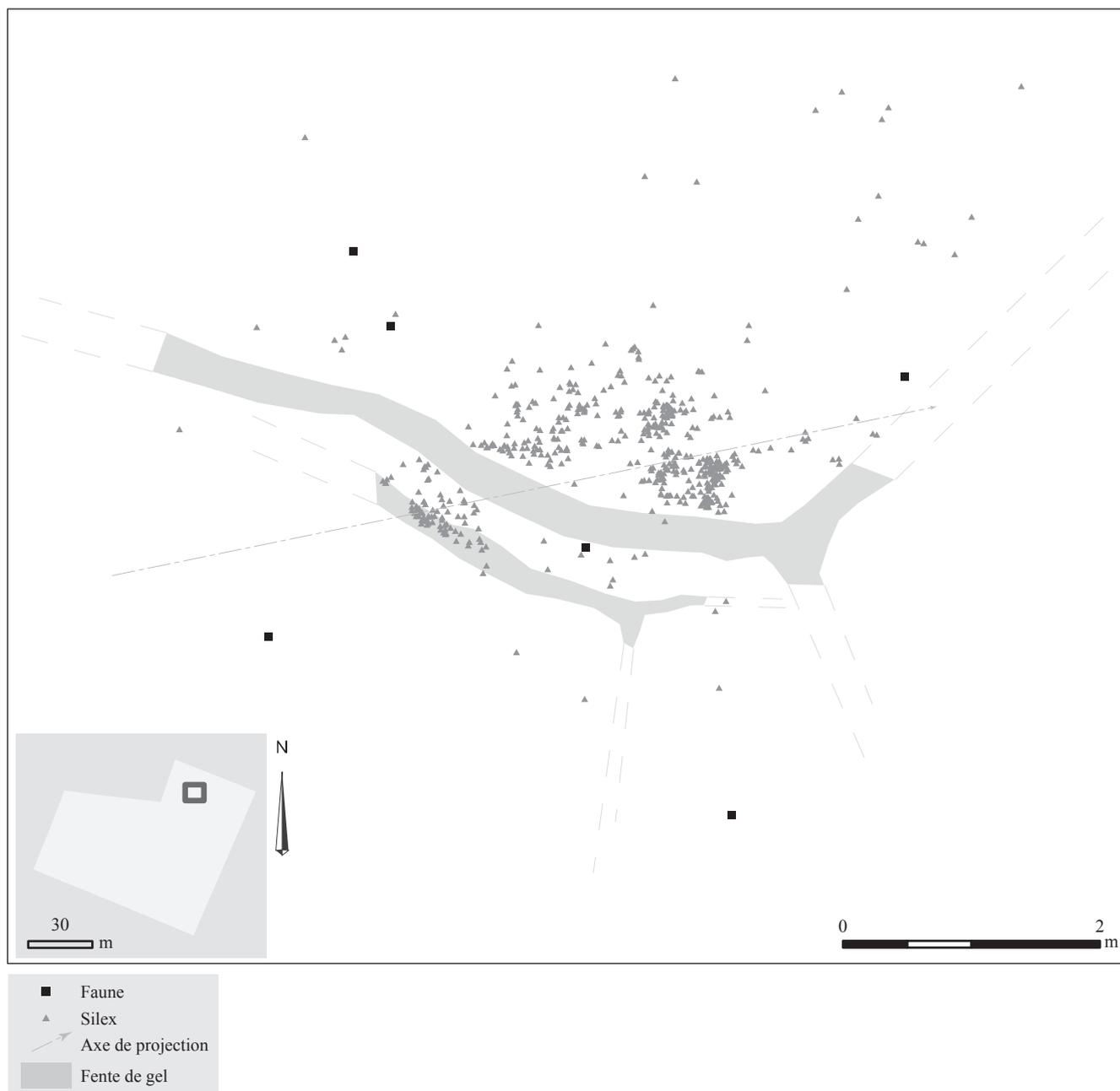


Figure 112 - Havrincourt, secteur 2 - N2, locus 1 : répartition spatiale de l'ensemble des artefacts lithiques et des restes fauniques (DAO : C. Font).

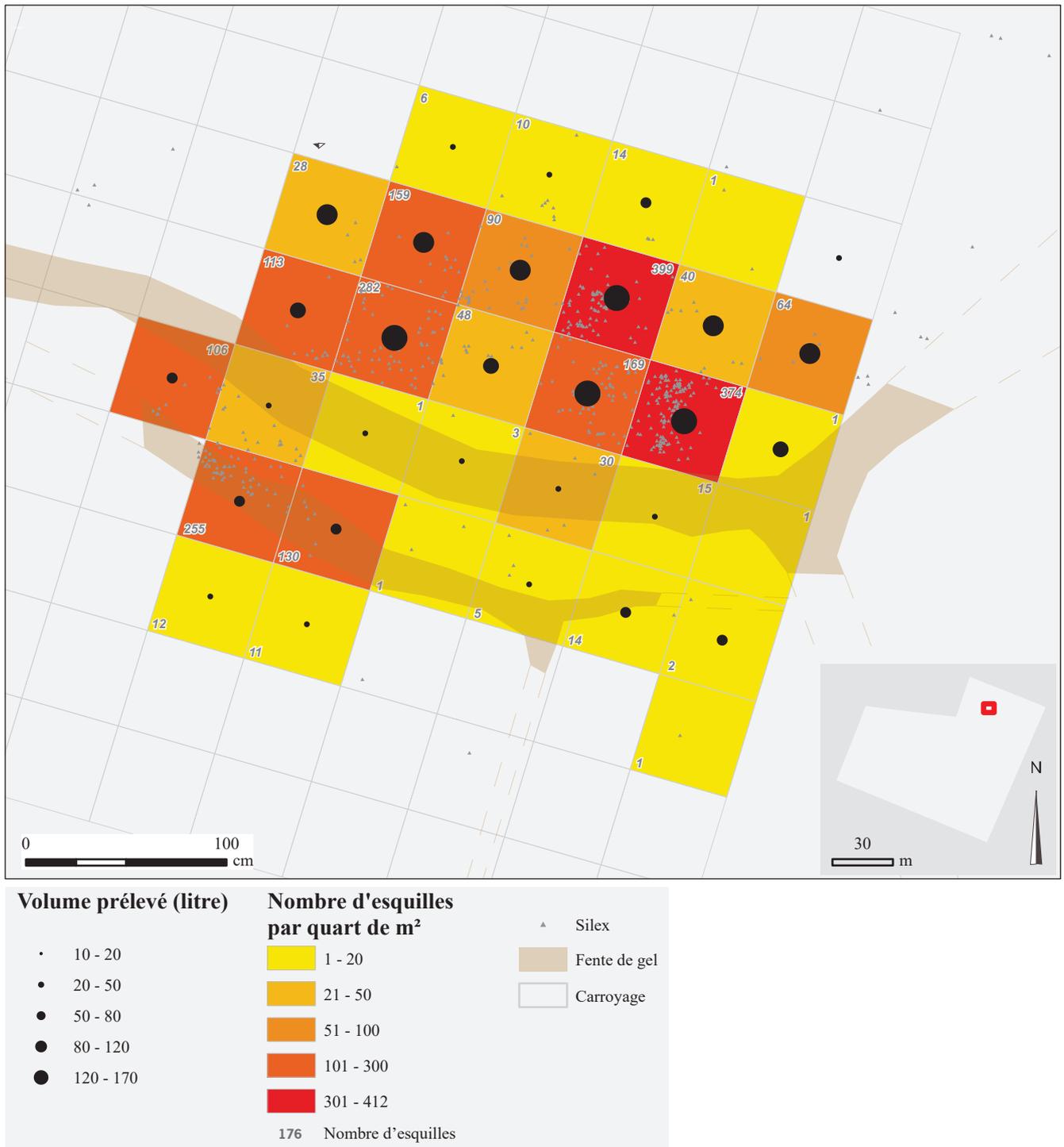


Figure 113 - Havrincourt, secteur 2 – N2, locus 1 : plan de densité du nombre d'esquilles par quart de mètre carré (fouille manuelle et tri de refus de tamis) en fonction du volume de sédiments prélevés et tamisés (DAO : C. Font).

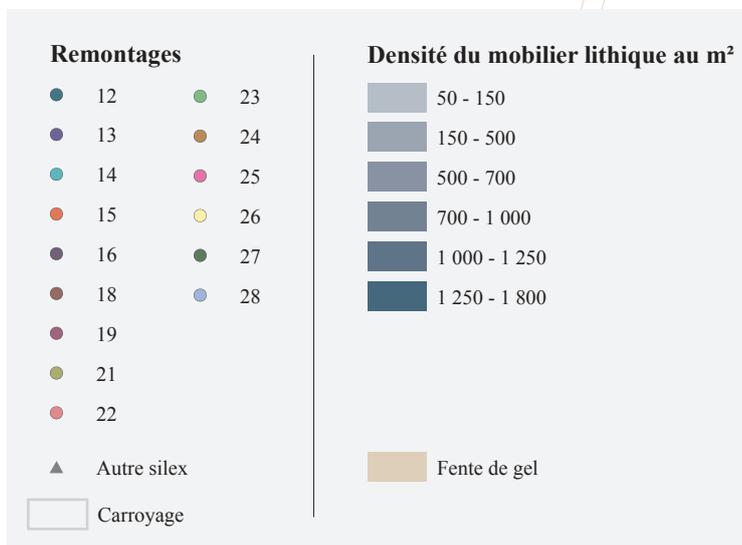
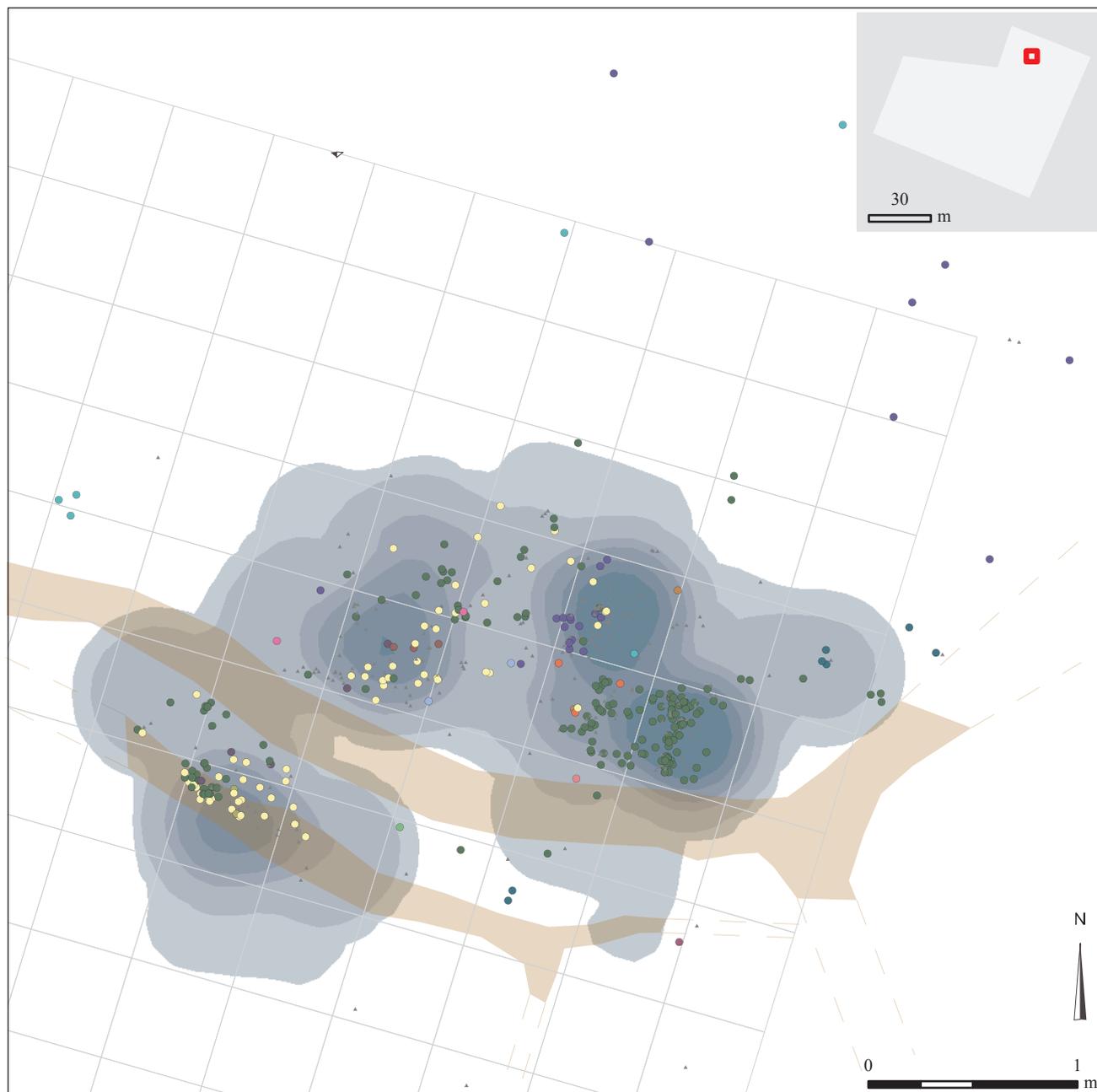
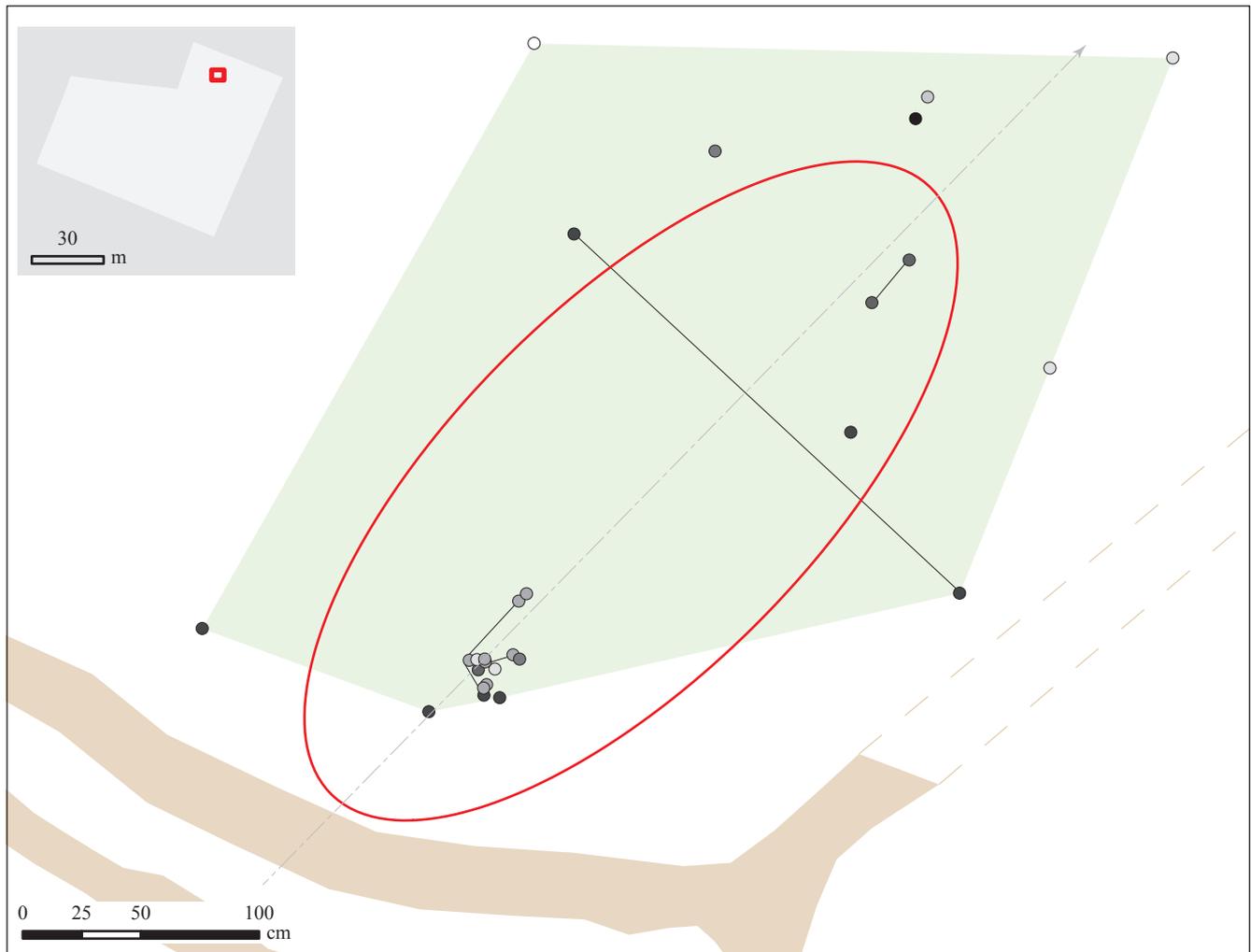


Figure 114 - Havrincourt, secteur 2 – N2, locus 1 : plan d'isodensité de l'ensemble des artefacts lithiques et mise en évidence des remontages réalisés (DAO : C. Font).



Remontage 13 (33 silex)

Ordre (nombre)

○ 1 (1)	● 6 (3)
○ 2 (4)	● 7 (3)
○ 3 (1)	● 8 (11)
○ 4 (8)	● 9 (1)
○ 5 (1)	

— Raccord
 ↗ Axe de projection
 ■ Surface du remontage (7,63 m²)
 ○ Ellipse de déviation standard
 Ecart-type :
 Petit axe : 0,77 m
 Grand axe : 1,81 m
 Axe : 44°
 ■ Fente de gel

Statistiques de distances sur le remontage

Ordre	Nombre de correspondance	Distance minimale (m)	Distance maximale (m)	Distance moyenne (m)	Ecart-type	Variance
1->2	4	2.58	2.70	2.65	0.05	0.00
2->3	4	1.05	3.06	2.10	1.10	1.21
3->4	8	2.71	3.14	2.98	0.16	0.03
4->6	16	0.03	2.49	1.25	1.11	1.24
6->7	6	0.18	2.42	1.49	0.94	0.88
7->8	21	0.11	3.37	1.71	0.98	0.96
8->9	7	1.36	3.71	2.57	0.92	0.85

Les silex qui concernent l'ordre 5 n'ont pas été topographiés car ils sont issus des refus de tamis.

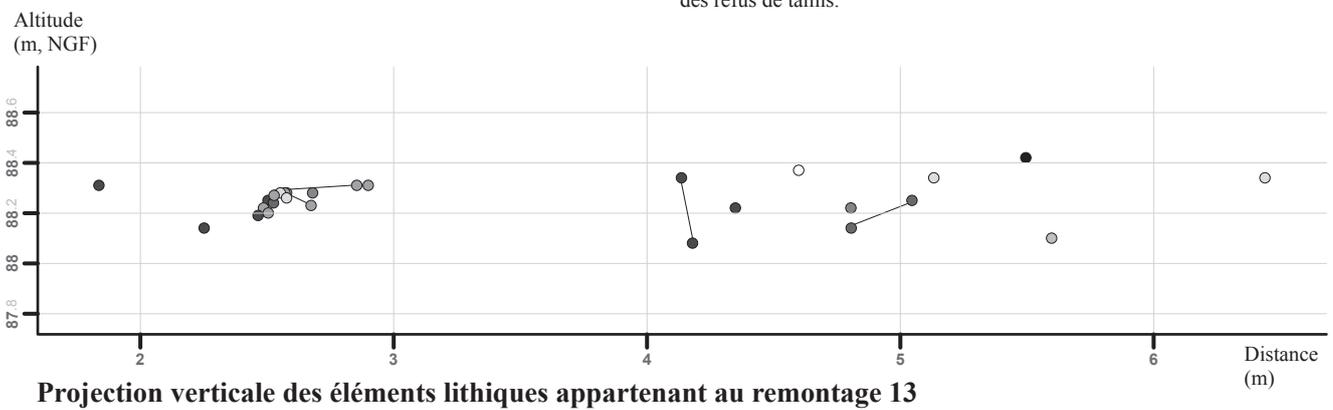
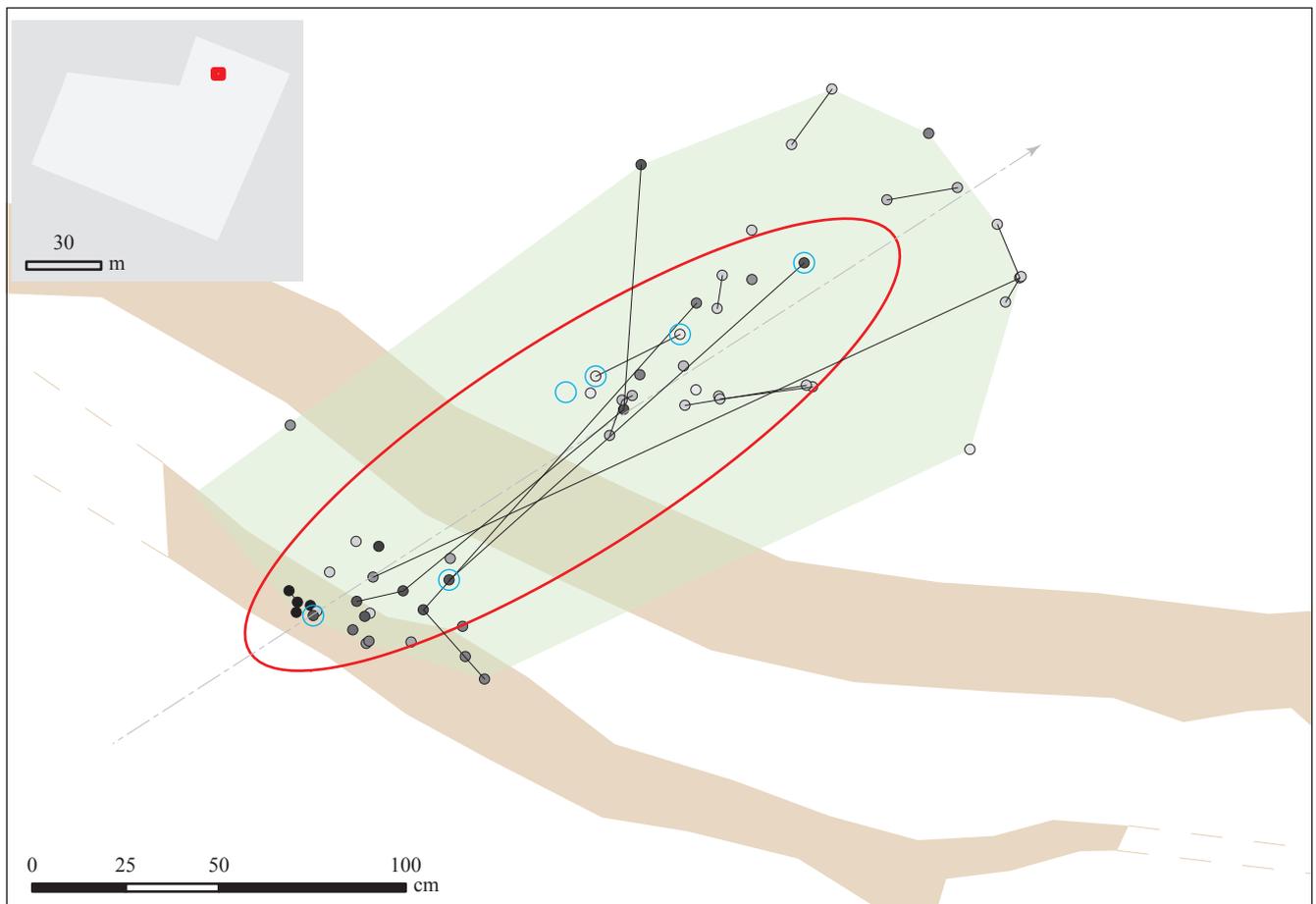


Figure 115 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : répartition spatiale des artefacts composant le remontage 13 par séquence de débitage (DAO : C. Font).



Remontage 26 (92 silex)

Ordre (nombre)

- 0 (9) ● 6 (10)
- 1 (9) ● 7 (1)
- 2 (19) ● 8 (15)
- 3 (9) ● 9 (1)
- 4 (2) ● 10 (5)
- 5 (12) ○ 11 (1)
- 12 (1)

○ **Lame**

— Raccord

→ Axe de projection

■ Surface du remontage (1,96 m²)

○ Ellipse de déviation standard

Ecart-type :
Petit axe : 0,29 m
Grand axe : 1,03 m
Axe : 60°

■ Fente de gel

Statistiques de distances sur le remontage

Ordre	Nombre de correspondance	Distance minimale (m)	Distance maximale (m)	Distance moyenne (m)	Ecart-type	Variance
1->2	85	0.05	1.81	0.72	0.39	0.16
2->3	102	0.11	2.06	0.74	0.45	0.20
3->4	12	0.54	1.91	1.09	0.49	0.24
4->5	10	0.12	1.91	0.82	0.66	0.43
5->6	35	0.01	2.04	0.96	0.60	0.36
6->7	7	0.05	2.05	0.77	0.71	0.51
7->8	9	0.05	1.56	0.54	0.62	0.38
8->9	9	0.14	1.37	0.50	0.49	0.24
9->10	4	0.24	0.28	0.27	0.02	0.00

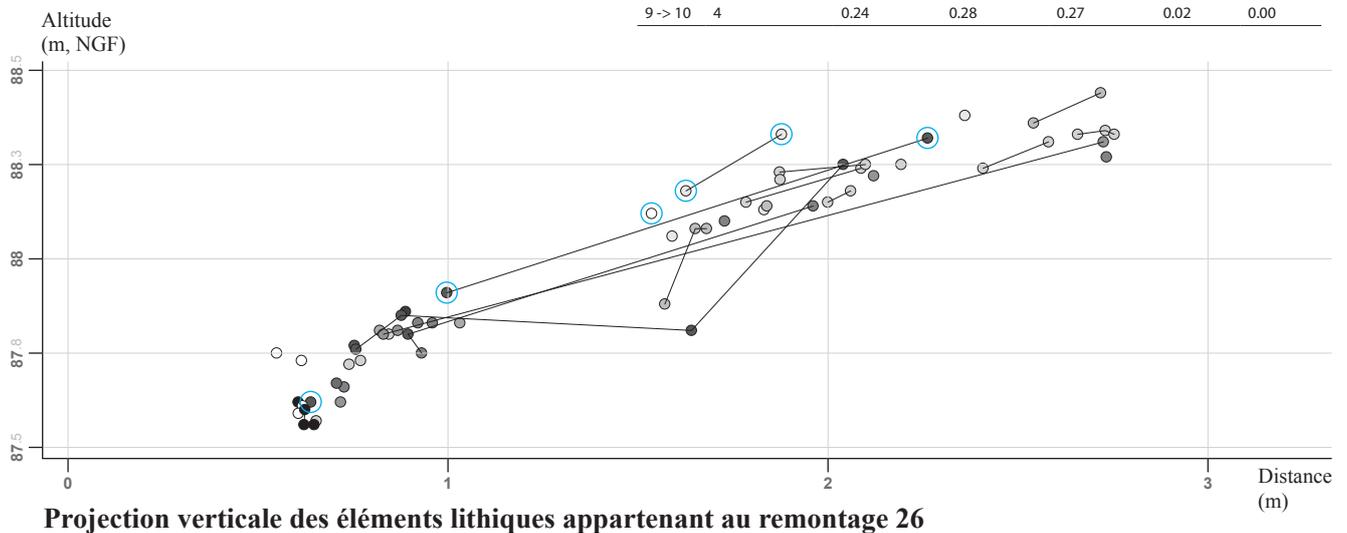


Figure 116 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : répartition spatiale des artefacts composant le remontage 26 par séquence de débitage (DAO : C. Font).

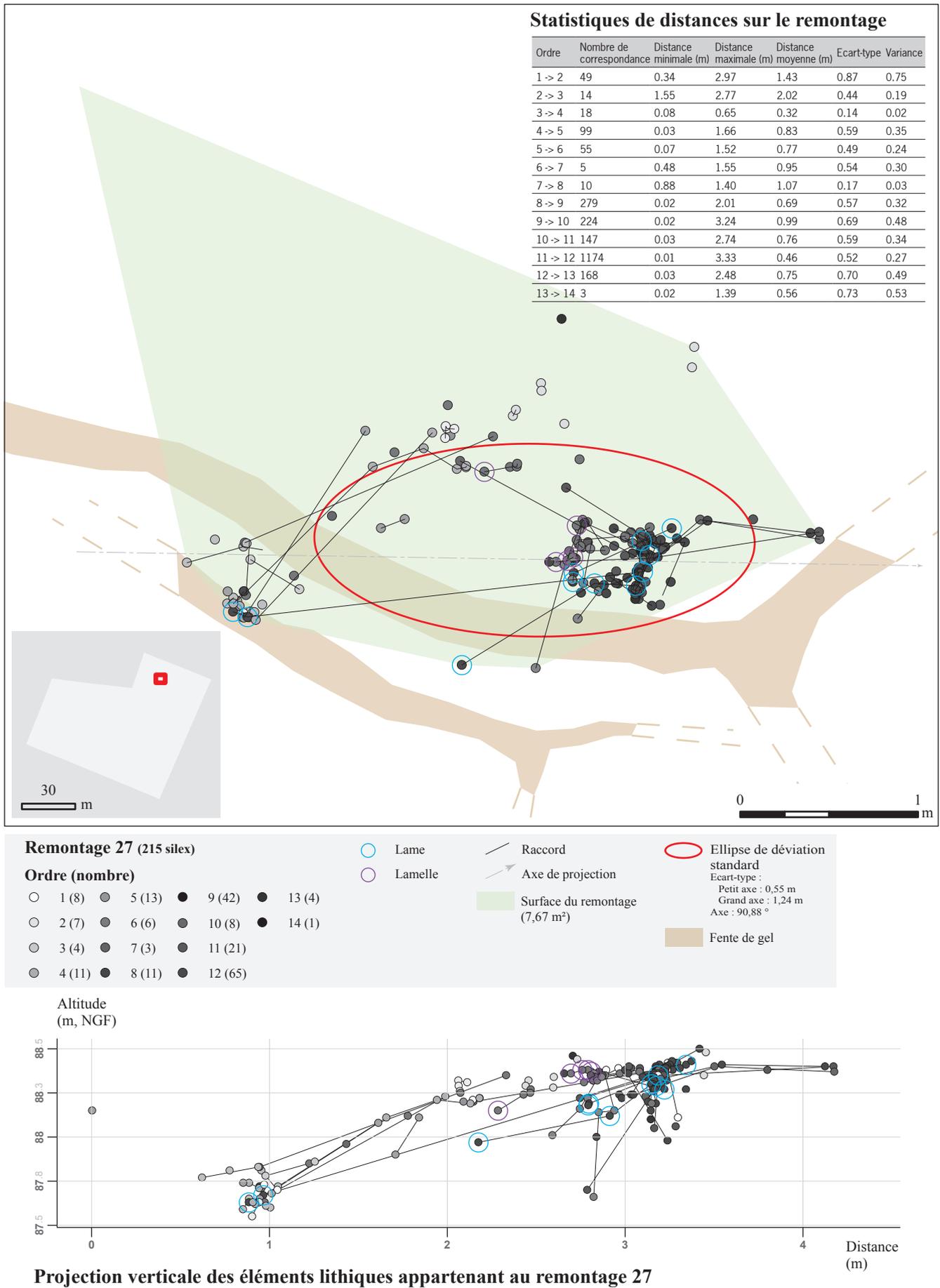
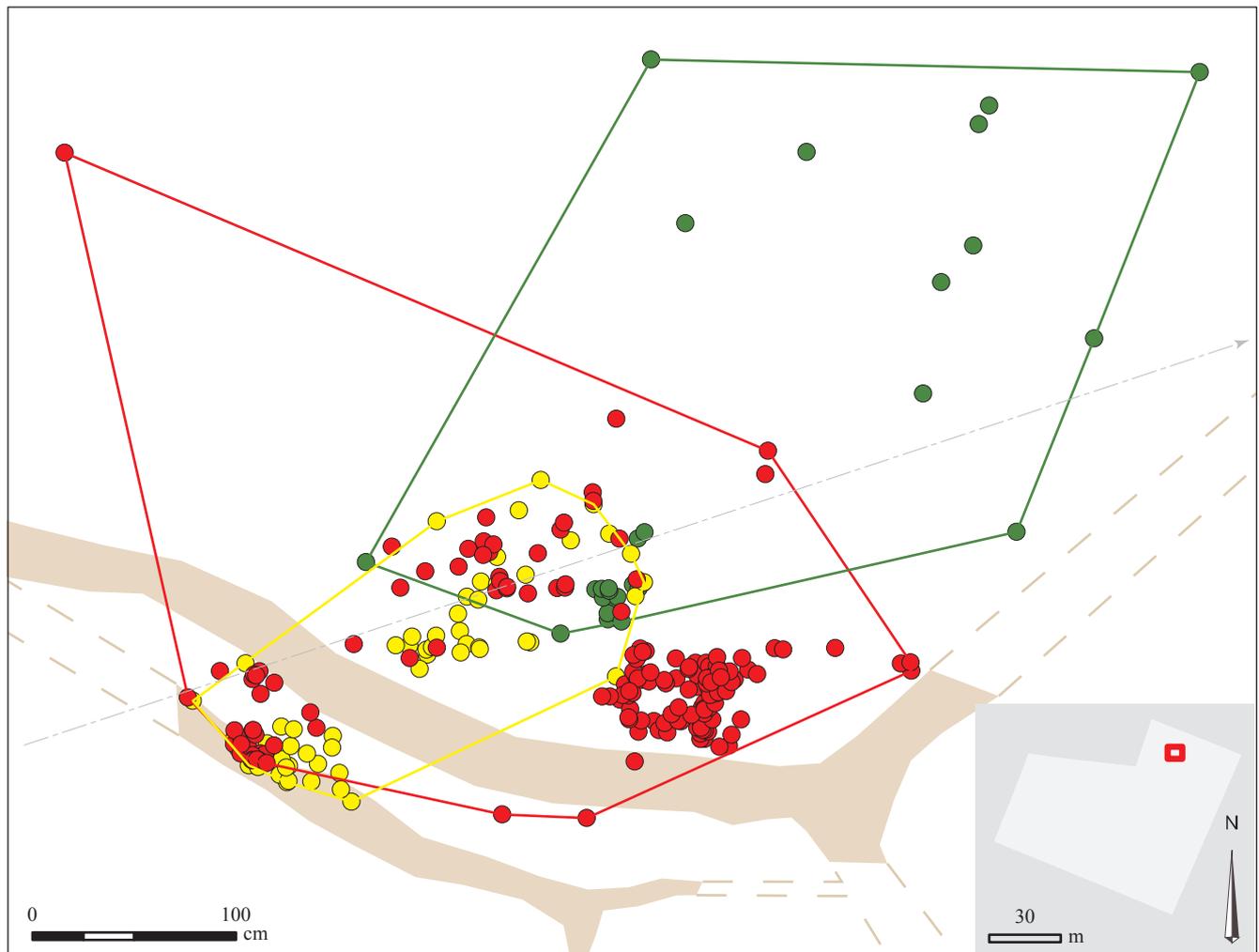


Figure 117 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : répartition spatiale des artefacts composant le remontage 27 par séquence de débitage (DAO : C. Font).



Remontages			
N°	Surface (m ²)		
● 13	13 (7,63)	—	Raccord
● 26	26 (1,96)	—	Axe de projection
● 27	27 (7,32)	■	Fente de gel

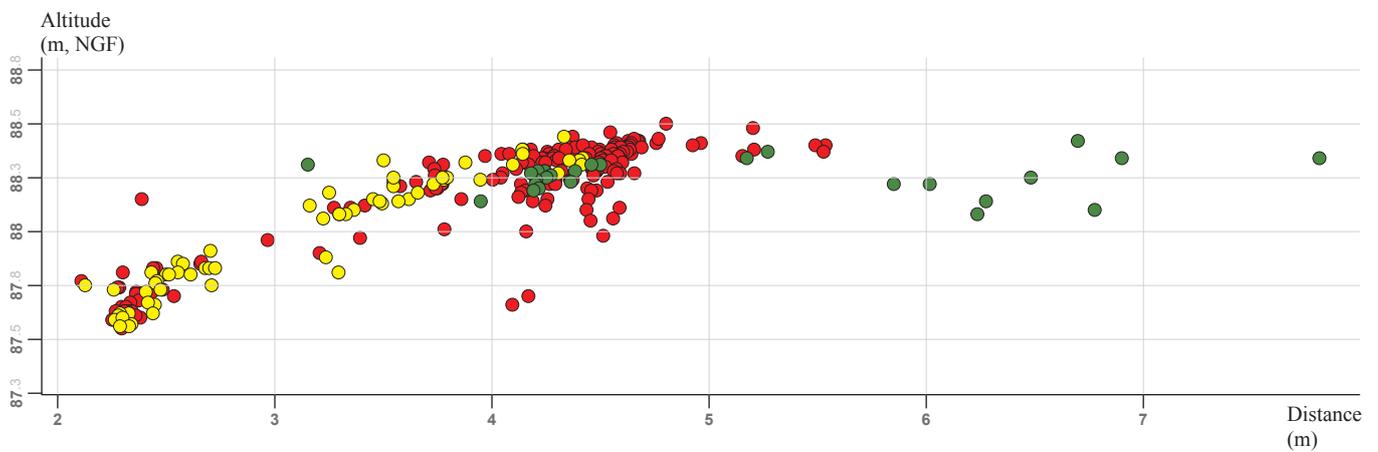
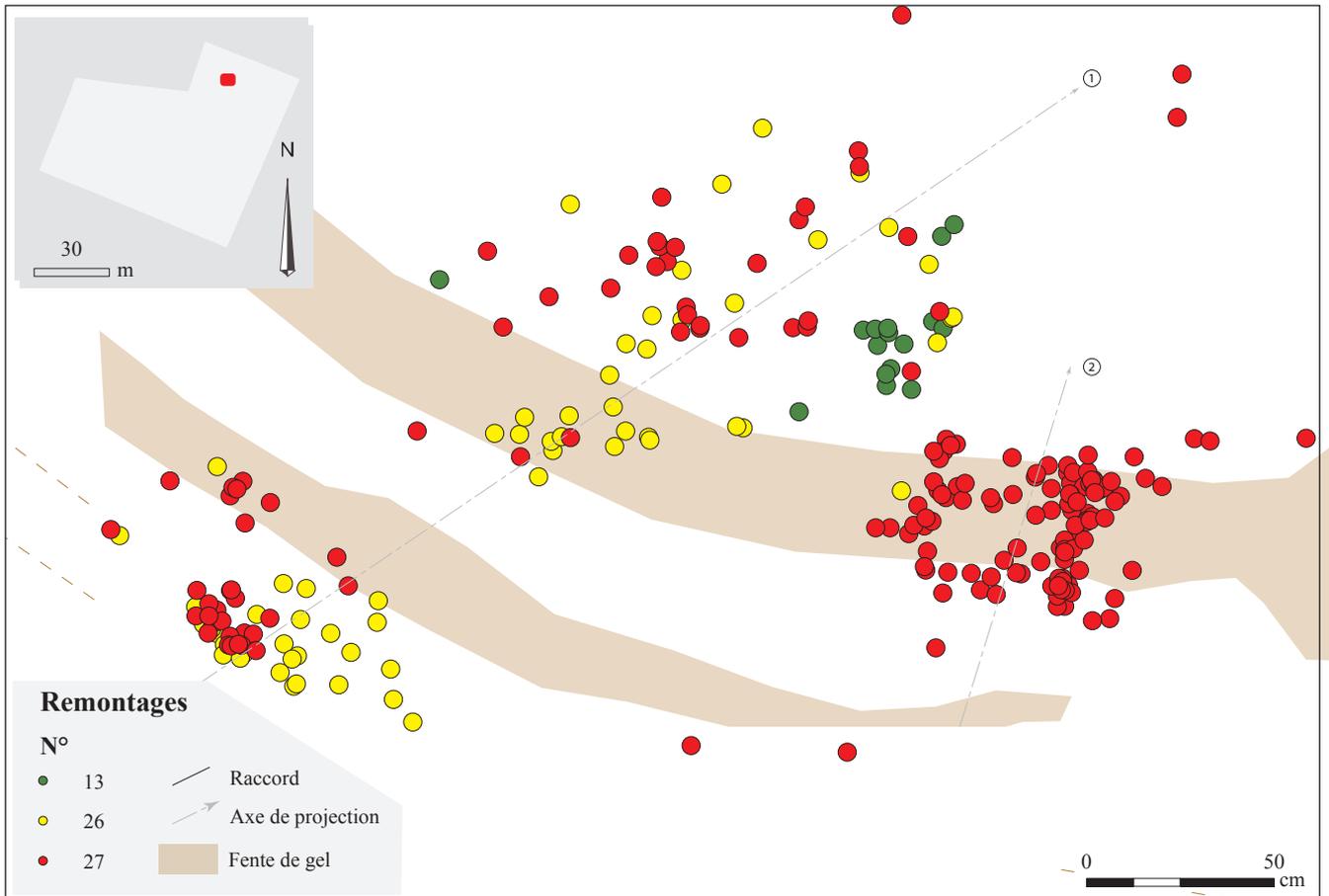
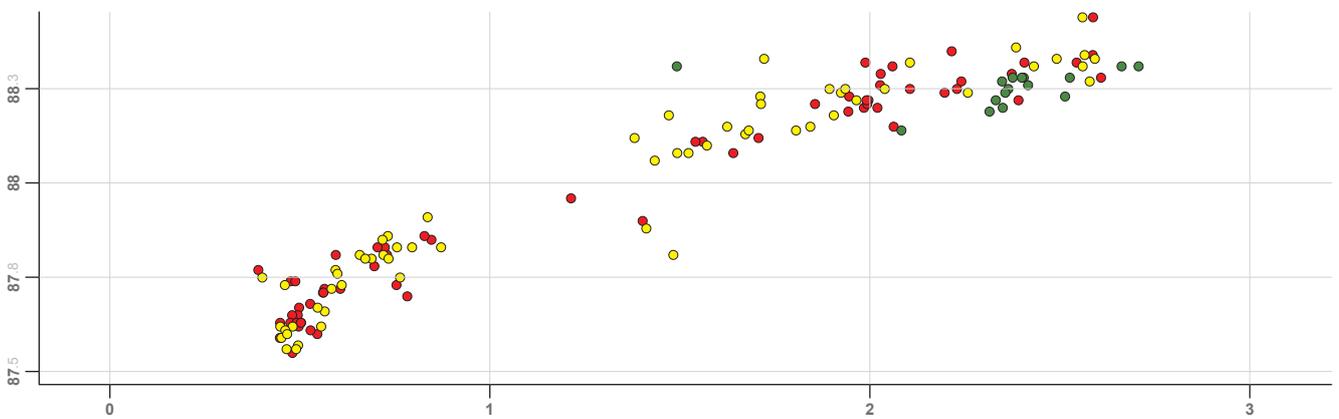


Figure 118 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : répartition spatiale des artefacts composant les remontages 13, 26 et 27 et projection verticale des éléments lithiques les composant (DAO : C. Font).



①
Altitude
(m, NGF)



②
Altitude
(m, NGF)

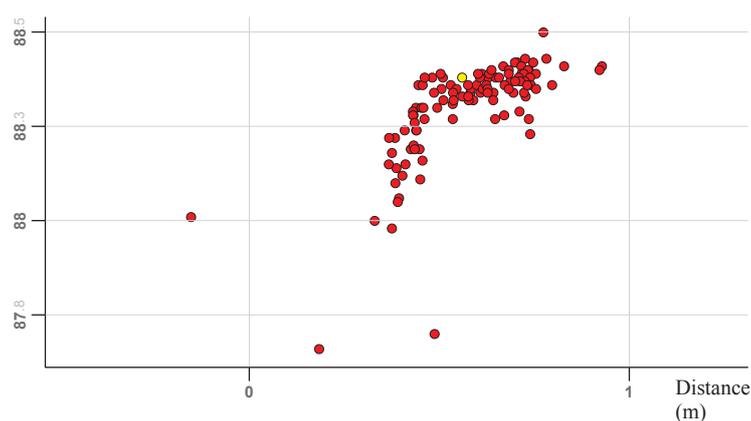


Figure 119 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : répartition spatiale des artefacts composant les remontages 13, 26 et 27 et projections verticales des éléments lithiques mettant en évidence la dispersion du matériel au sein des fentes de gel (DAO : C. Font).

Le locus 2

Ce second locus se compose de 1674 artefacts dont 1284 esquilles (produit de moins de 15 mm), 390 produits bruts, et 98 restes de faune répartis sur environ 50 m² (Figure 120). C'est parfois plus de 300 esquilles qui ont été récoltées pour un quart de mètre carré (Figure 121). Ainsi le ratio entre la proportion d'esquilles et le reste des artefacts se situe dans une moyenne «classique» (3,3 esquilles / produit brut). La présence de ces différents éléments confirme la succession, au sein de ce locus, de différentes séquences de débitage de la mise en forme du bloc jusqu'à l'obtention des produits recherchés. Au sein de ce locus plusieurs petites concentrations distinctes, dont la répartition est dictée par les remontages, ont pu être mises en évidence (Figure 122). A l'exception d'un amas localisé au nord-est du locus, chaque amas semble être le résultat du débitage d'un bloc de silex (Figure 122). Dix-huit remontages ont été réalisés et localisés au sein de ce locus, incluant 230 artefacts. Les remontages 20 et 29 sont les exemples les plus significatifs au sein de ce locus.

Le remontage 20 se répartit sur une surface de 7,61 m² (Figure 123). L'ensemble des artefacts est localisé sur une superficie restreinte, témoin d'une activité brève et d'un non remaniement post-dépositionnel (Figure 123). À l'observation du remontage, certains éléments de la séquence d'épannelage semblent avoir été enlevés *ex situ*. Les séquences d'initialisation, d'entretien et de production des lames sont réalisées au sein du locus sur une surface restreinte (Figure 123). Seul un fragment de tablette a été récolté à une distance de 4 mètres. Quelques éléments de très petites dimensions sont absents du remontage mais il n'est pas possible de prouver leur emport hors du locus.

En considérant que l'objectif de production est le support laminaire, il ne semble pas que ces lames soient emportées mais plutôt abandonnées sur place.

Le remontage 29 se répartit sur une surface de 3,25 m² (Figure 124). La répartition spatiale des éléments est déformée de part et d'autre de l'ouverture des fentes de gel (Figure 124). L'épannelage du bloc a été effectué sur place. Il consiste au débitage de séries d'éclats corticaux de grandes dimensions gélivés permettant d'éliminer les parties gélivées et de conserver la partie saine du bloc. Cette première séquence permet l'ouverture de deux plans de frappe opposés. Sur une partie du bloc, une première série d'éclats courts et de lames sont produits, la mauvaise qualité de la matière première ne permet pas l'obtention de produits très allongés. À l'opposé du bloc, une tablette est débitée afin d'asseoir une production de produits laminaires. L'ensemble de cette phase de production est absente au sein de la concentration. Dans le cas de ce remontage, une importante part de la production n'est plus présente dans le locus et n'a pas été retrouvée ailleurs sur le site.

Les quinze remontages restants sont constitués en moyenne de 2 à 4 artefacts. Les séquences sont courtes et il est fort probable que certains remontages s'insèrent au sein d'autres blocs remontés. Deux précisions doivent être apportées à ces observations.

Le remontage 45 se compose d'un grand nombre d'artefacts qui, à la vue de leur répartition spatiale, témoigne d'une importante production. Dans les faits, ce remontage ne se compose que de cinq artefacts, les pièces comportant de nombreux raccords. Quant au remontage 48, il s'agit d'un bloc gélivé qui, dès les premières phases d'épannelage, s'est fragmenté en de nombreux cassons.

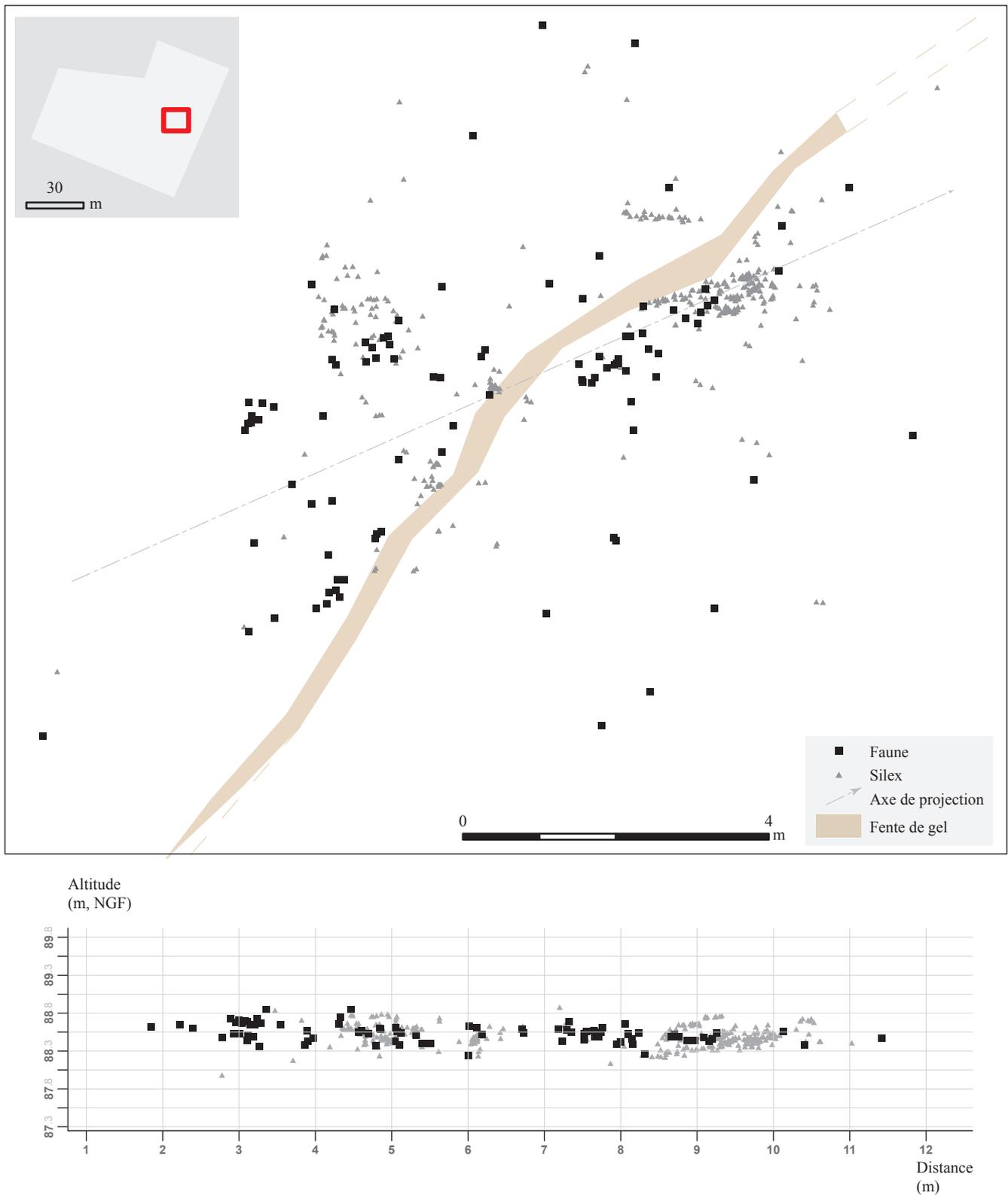


Figure 120 - Havrincourt, secteur 2 – N2, locus 2 : répartition spatiale de l'ensemble des artefacts lithiques et des restes fauniques (DAO : C. Font).

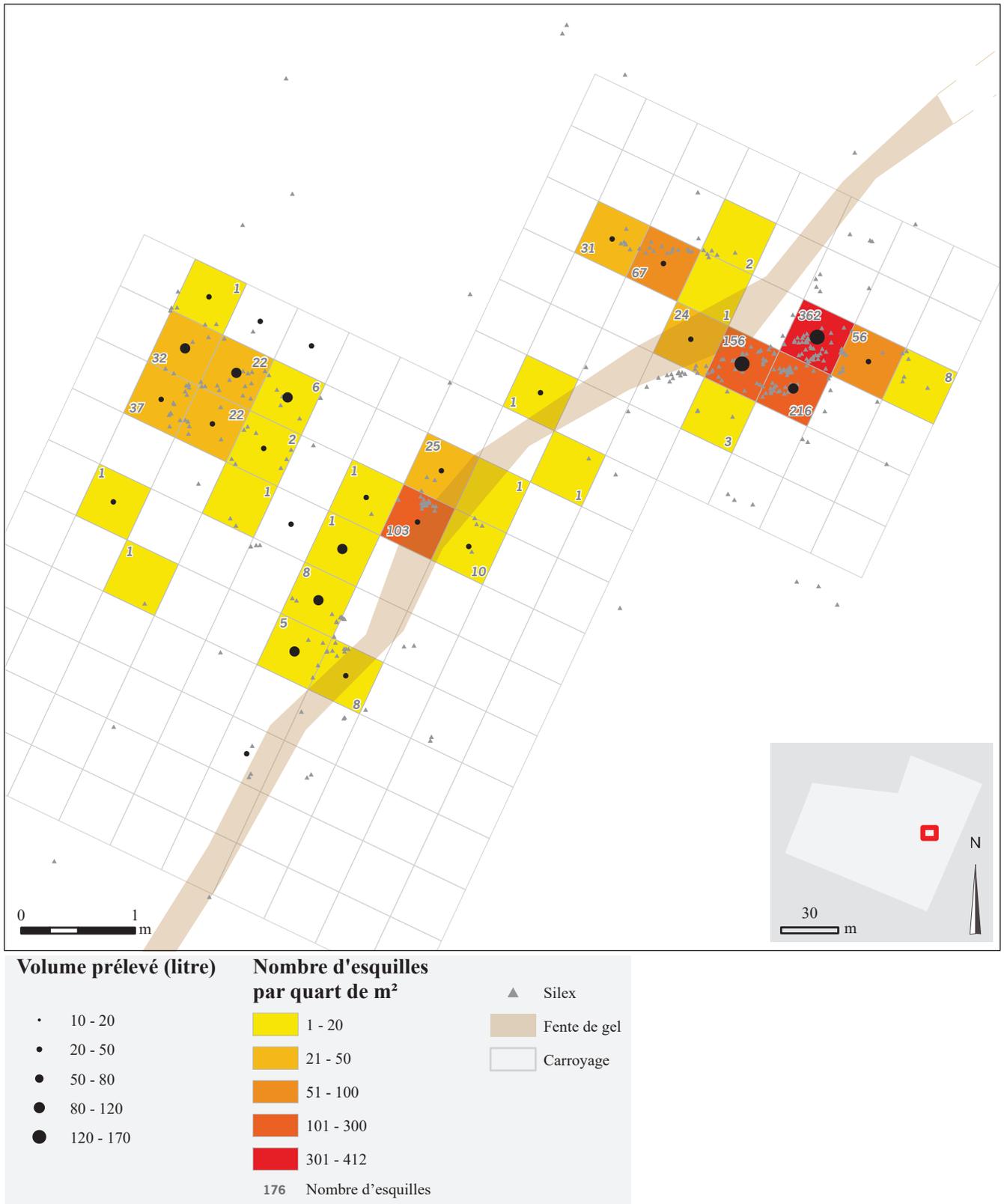


Figure 121 - Havrincourt, secteur 2 – N2, locus 2 : plan de densité du nombre d'esquilles par quart de mètre carré (fouille manuelle et tri de refus de tamis) en fonction du volume de sédiments prélevés et tamisés (DAO : C. Font).

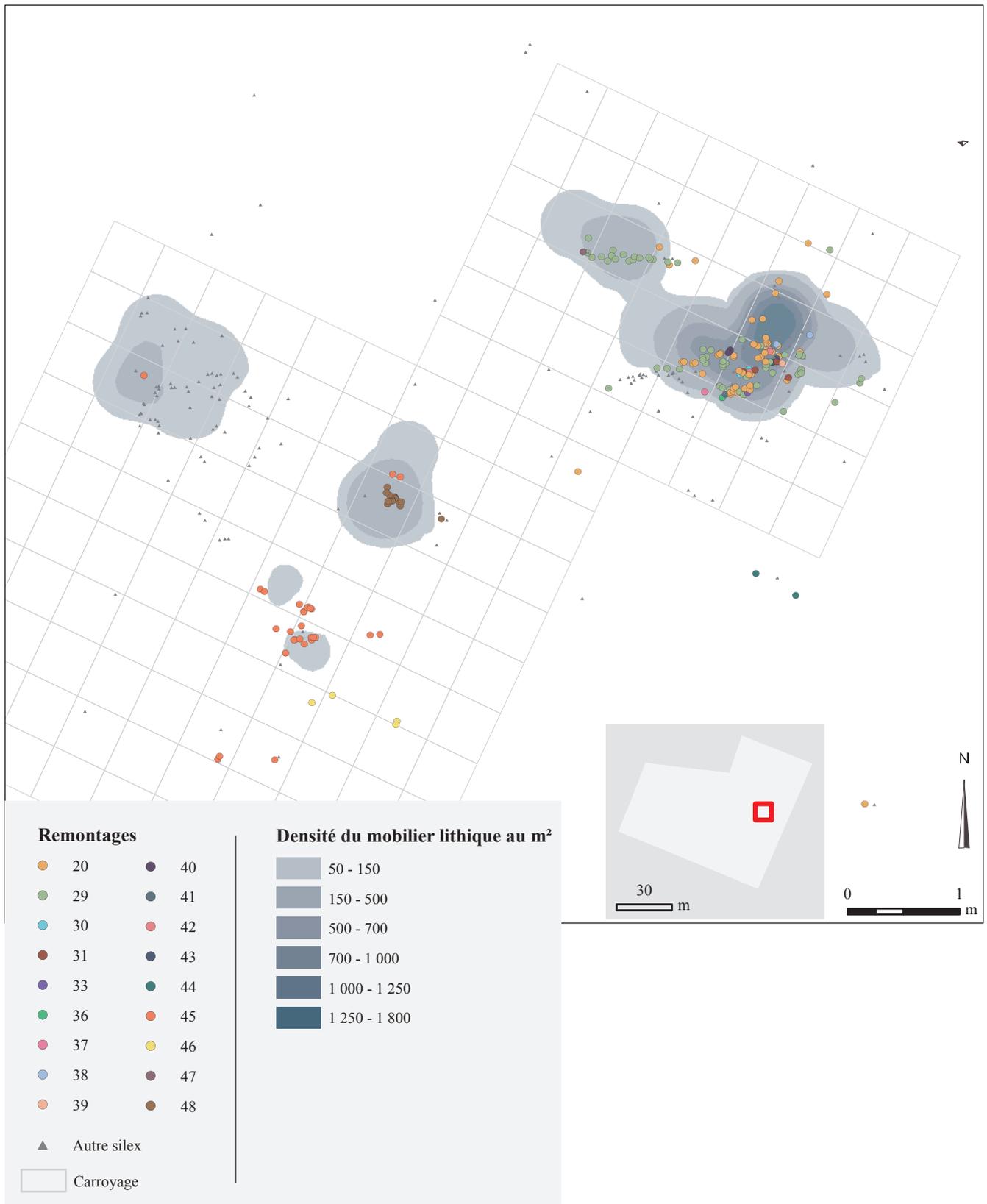
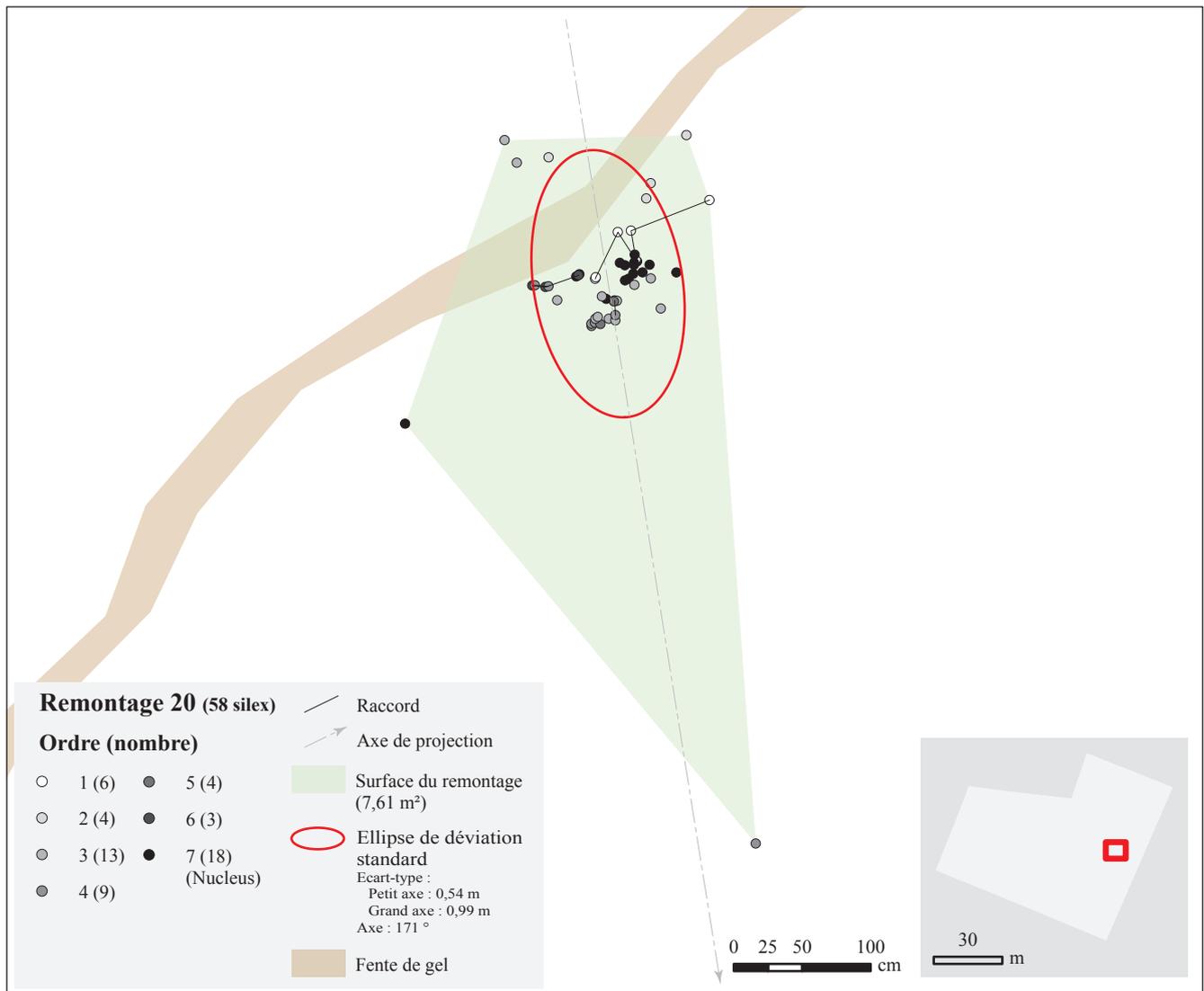


Figure 122 - Havrincourt, secteur 2 – N2, locus 2 : plan d'isodensité de l'ensemble des artefacts lithiques et mise en évidence des remontages réalisés (DAO : C. Font).



Statistiques de distances sur le remontage

Ordre	Nombre de correspondance	Distance minimale (m)	Distance maximale (m)	Distance moyenne (m)	Ecart-type	Variance
1 -> 2	20	0.26	1.25	0.75	0.28	0.08
2 -> 3	48	0.24	1.54	1.06	0.28	0.08
3 -> 4	85	0.02	1.52	0.49	0.42	0.18
4 -> 5	14	0.01	0.59	0.24	0.20	0.04
5 -> 6	6	0.32	0.61	0.48	0.11	0.01
6 -> 7	45	0.01	1.06	0.56	0.23	0.05

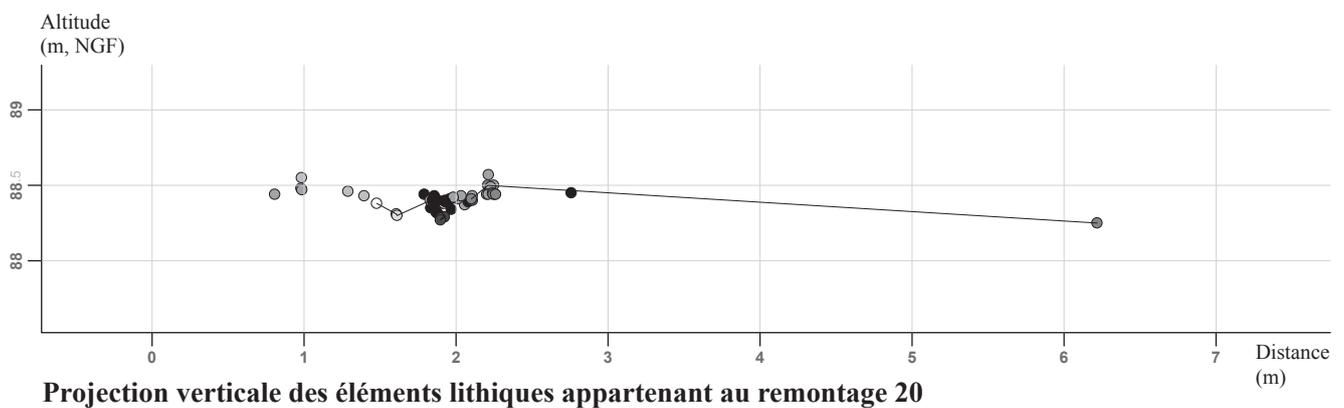
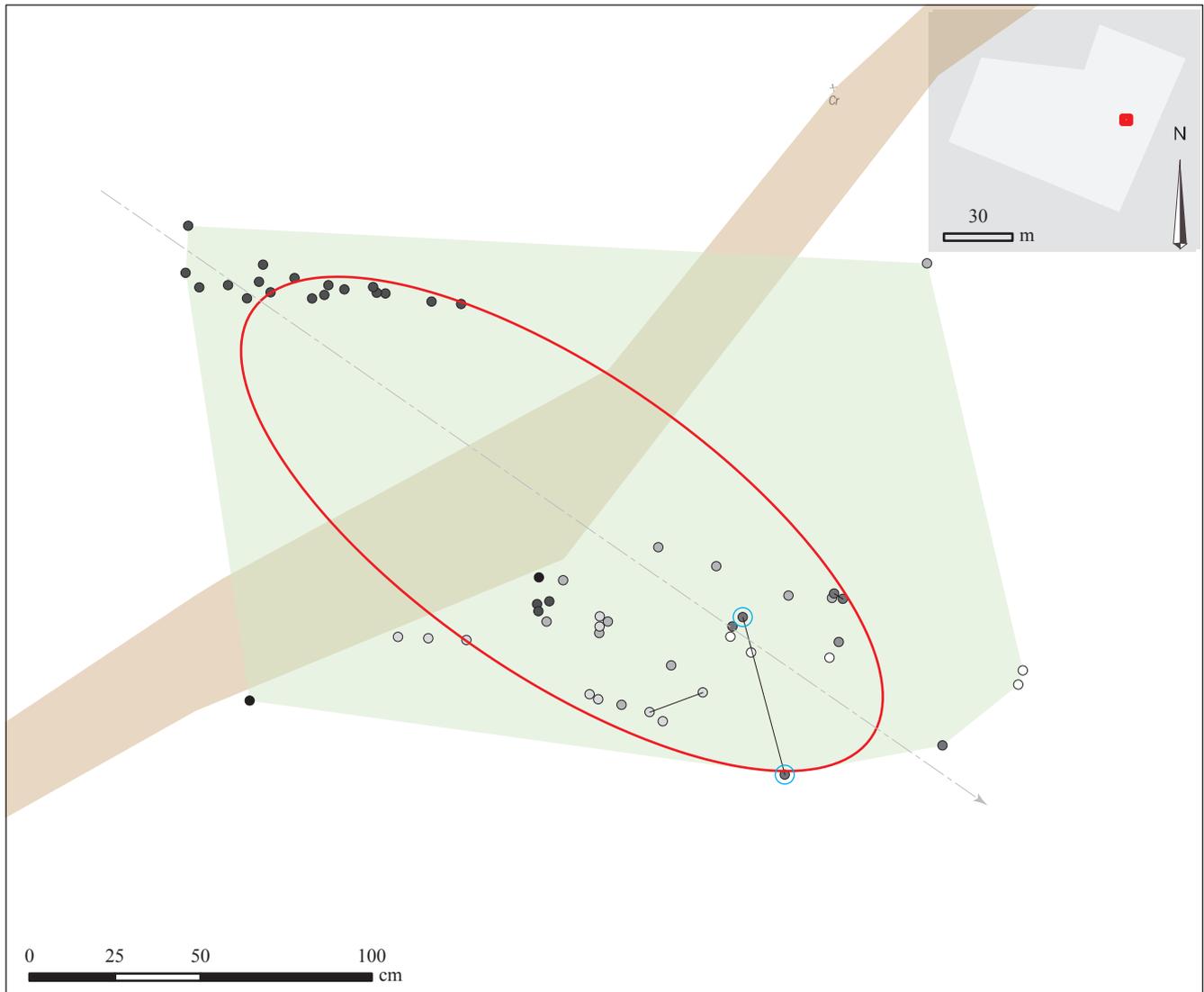


Figure 123 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : répartition spatiale des artefacts composant le remontage 20 par séquence de débitage (DAO : C. Font).



Remontage 29 (70 silex)

Ordre (nombre)

- 1 (5) ● 5 (9)
- 2 (11) ● 6 (24)
- 3 (17) ● 7 (2) (Nucleus)
- 4 (1)
- Lamelle

— Raccord
 → Axe de projection
 ■ Surface du remontage (3,25 m²)
 ○ Ellipse de déviation standard
 Ecart-type :
 Petit axe : 0,44 m
 Grand axe : 1,10 m
 Axe : 125°
 ■ Fente de gel

Statistiques de distances sur le remontage

Ordre	Nombre de correspondance	Distance minimale (m)	Distance maximale (m)	Distance moyenne (m)	Ecart-type	Variance
1 > 2	50	0.18	1.83	0.90	0.46	0.21
2 > 3	98	0.02	1.90	0.53	0.40	0.16
3 > 4	11	0.13	1.14	0.61	0.29	0.09
4 > 5	6	0.13	0.43	0.29	0.13	0.02
5 > 6	126	0.54	2.69	1.72	0.47	0.23
6 > 7	42	0.04	1.46	1.08	0.32	0.10

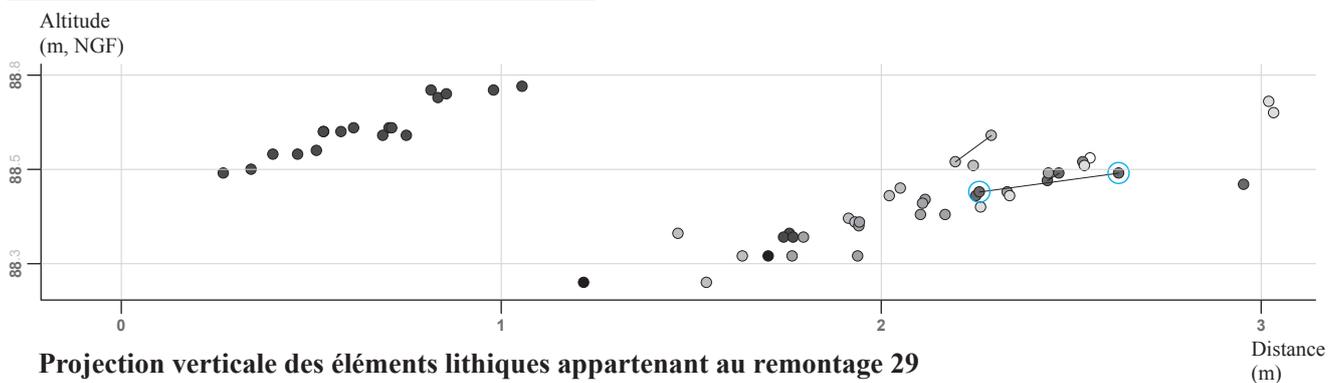


Figure 124 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : répartition spatiale des artefacts composant le remontage 29 par séquence de débitage (DAO : C. Font).

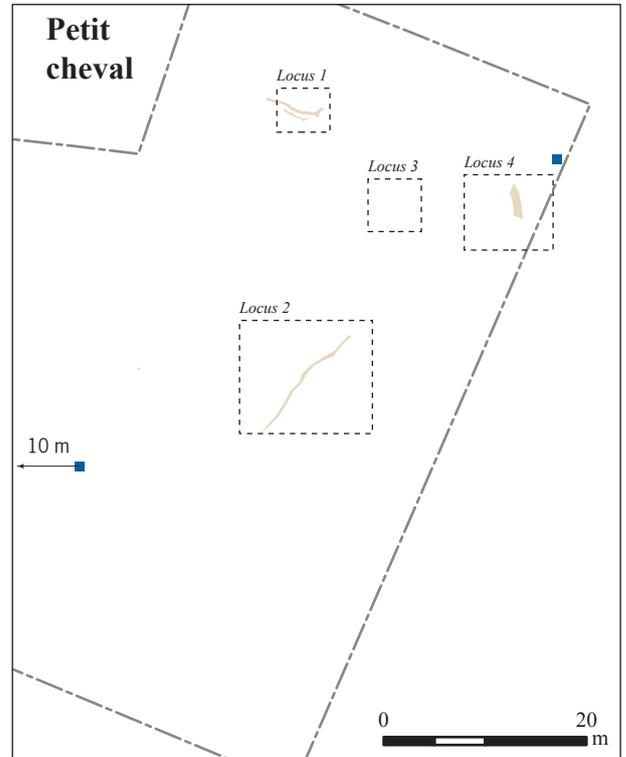
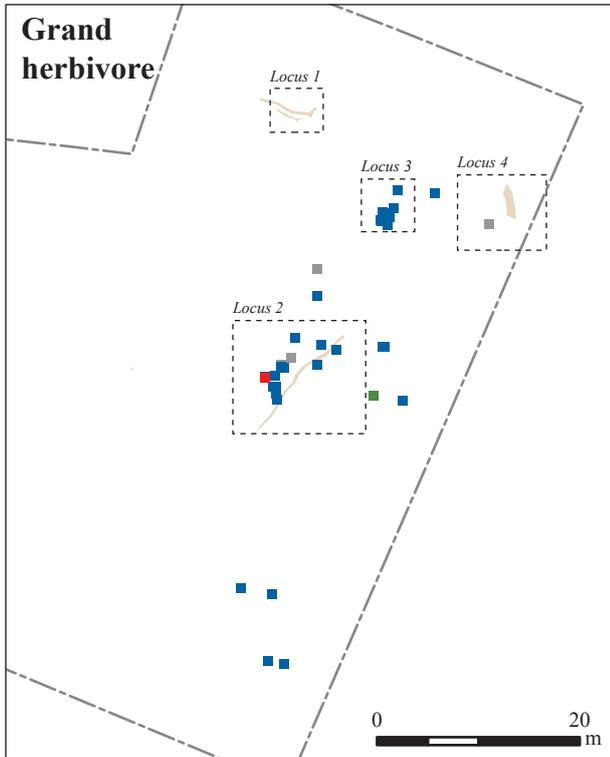
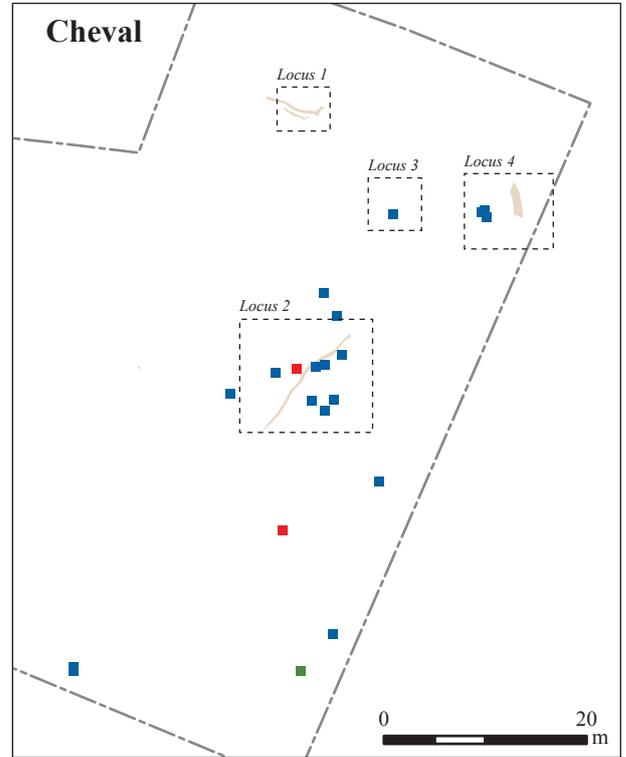
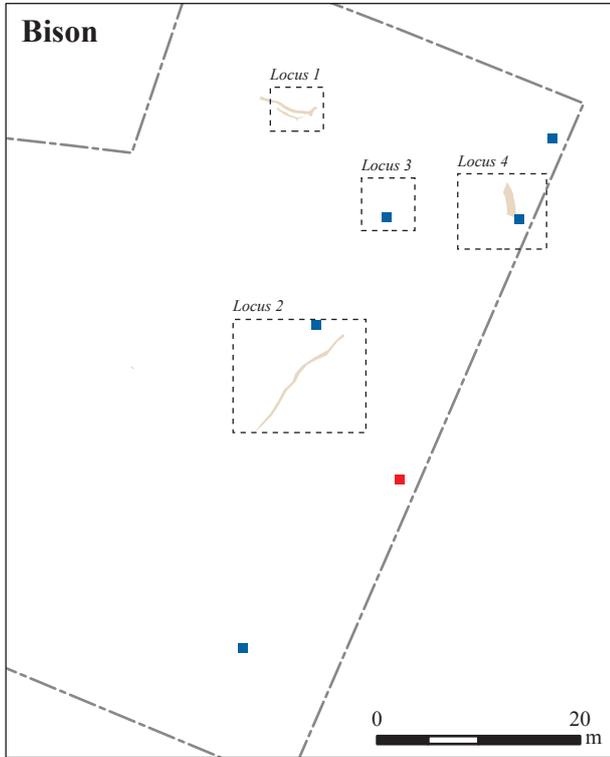
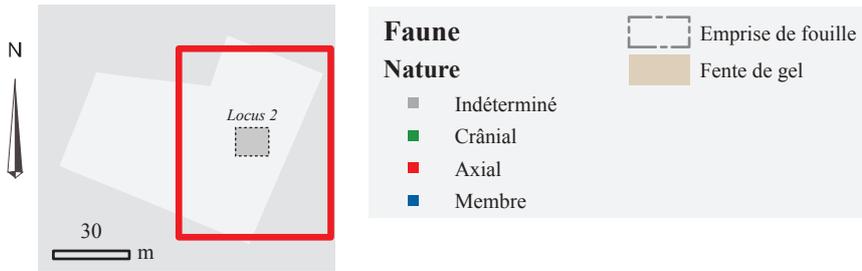




Figure 125 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : répartition des restes fauniques par espèces et par type de restes (DAO : C. Font).

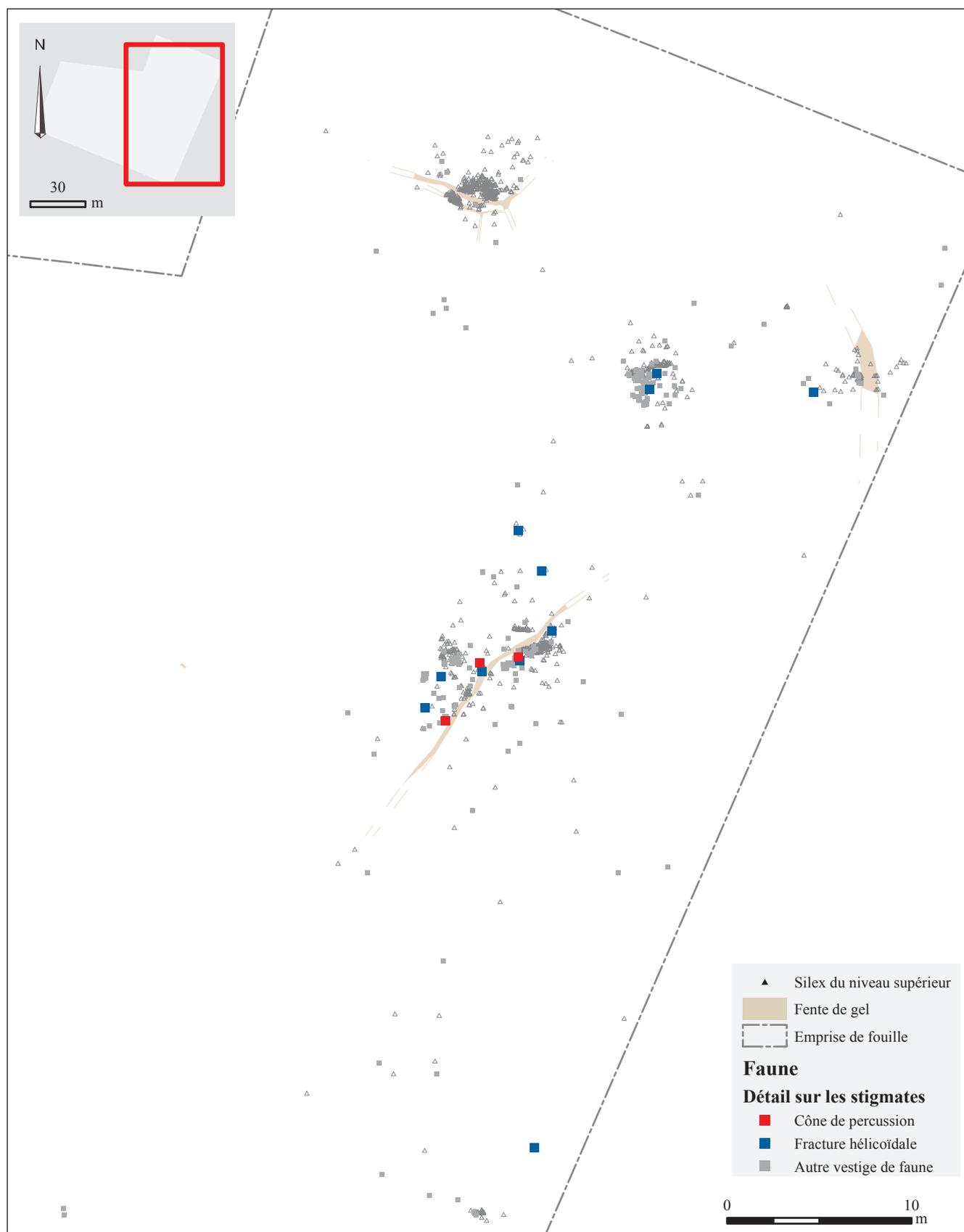


Figure 126 - Havrincourt, secteur 2 – N2 : répartition des restes fauniques par types de stigmates (DAO : C. Font).

Le locus 3

Le troisième locus se compose de 1233 artefacts dont 986 esquilles (produits de moins de 15 mm), 237 produits bruts, et 75 restes de faune répartis sur environ 12 m² (Figure 127). La répartition des esquilles est très disparate, si la moyenne est approximativement d'une cinquantaine d'esquilles par quart de mètre carré, l'un d'entre eux comporte plus de 400 esquilles (Figure 128).

Le ratio esquilles / produits bruts est ainsi à relativiser devant ces disparités spatiales, il s'élève à 4,1 esquilles par produit brut. Contrairement aux locus 1 et 2, outre des esquilles, la composition de ce locus 3 est surtout marquée par des cassons et des fragments de blocs de silex. Seul un nucléus a été dénombré, pour une cinquantaine d'éclats. À plus grande échelle, la répartition par densité des artefacts met en évidence la présence de deux concentrations au sein de ce locus (Figure 129).

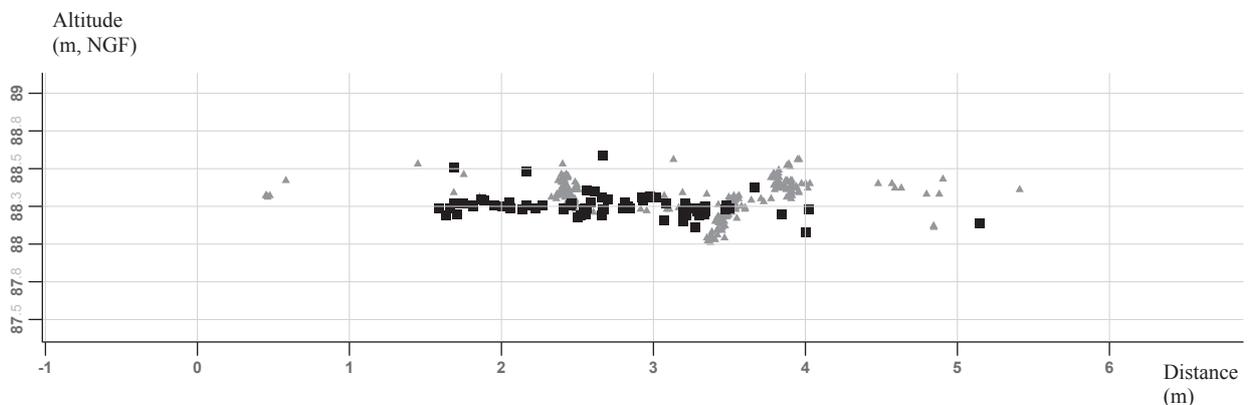
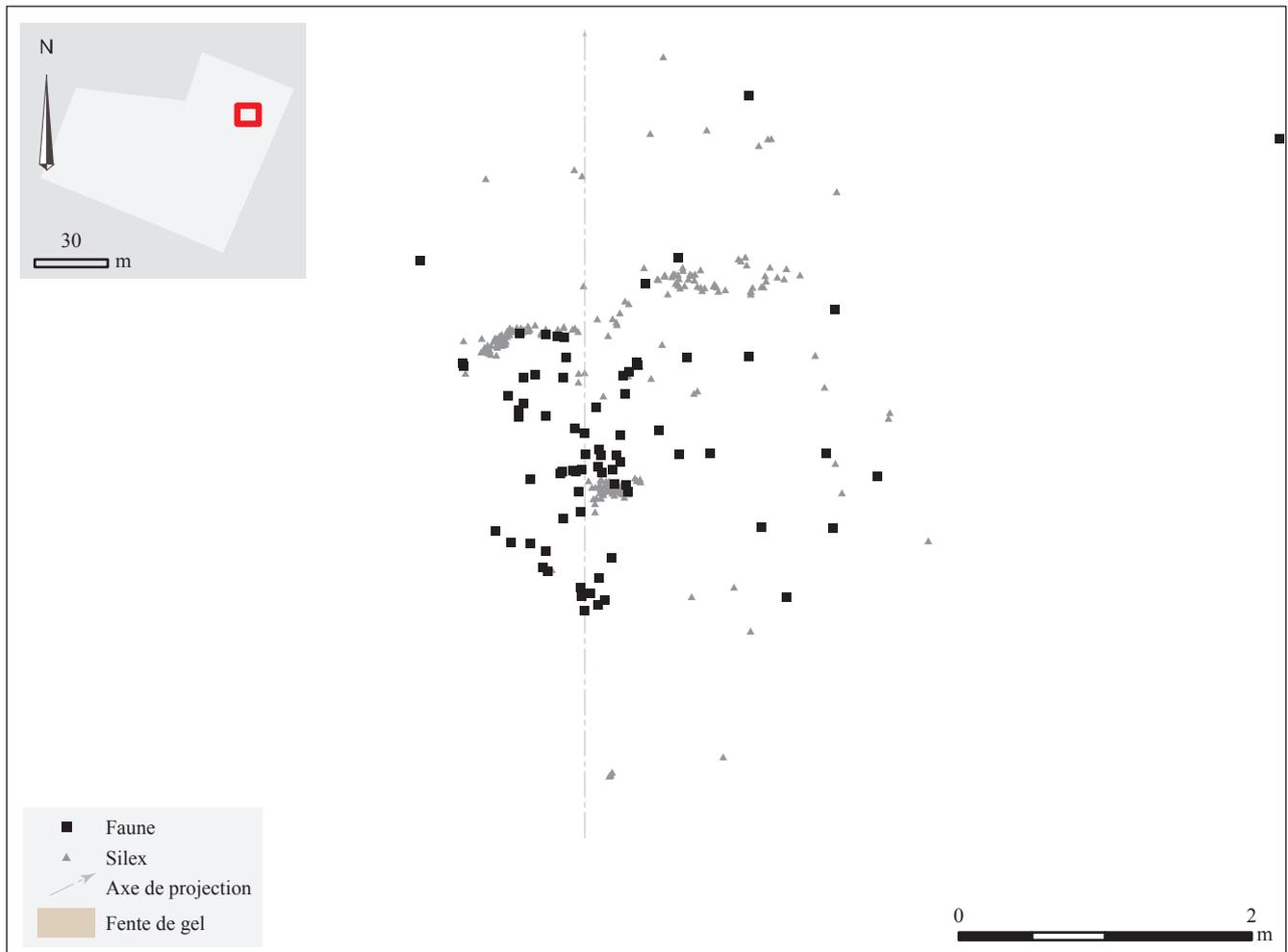


Figure 127 - Havrincourt, secteur 2 – N2, locus 3 : répartition spatiale de l'ensemble des artefacts lithiques et des restes fauniques (DAO : C. Font).

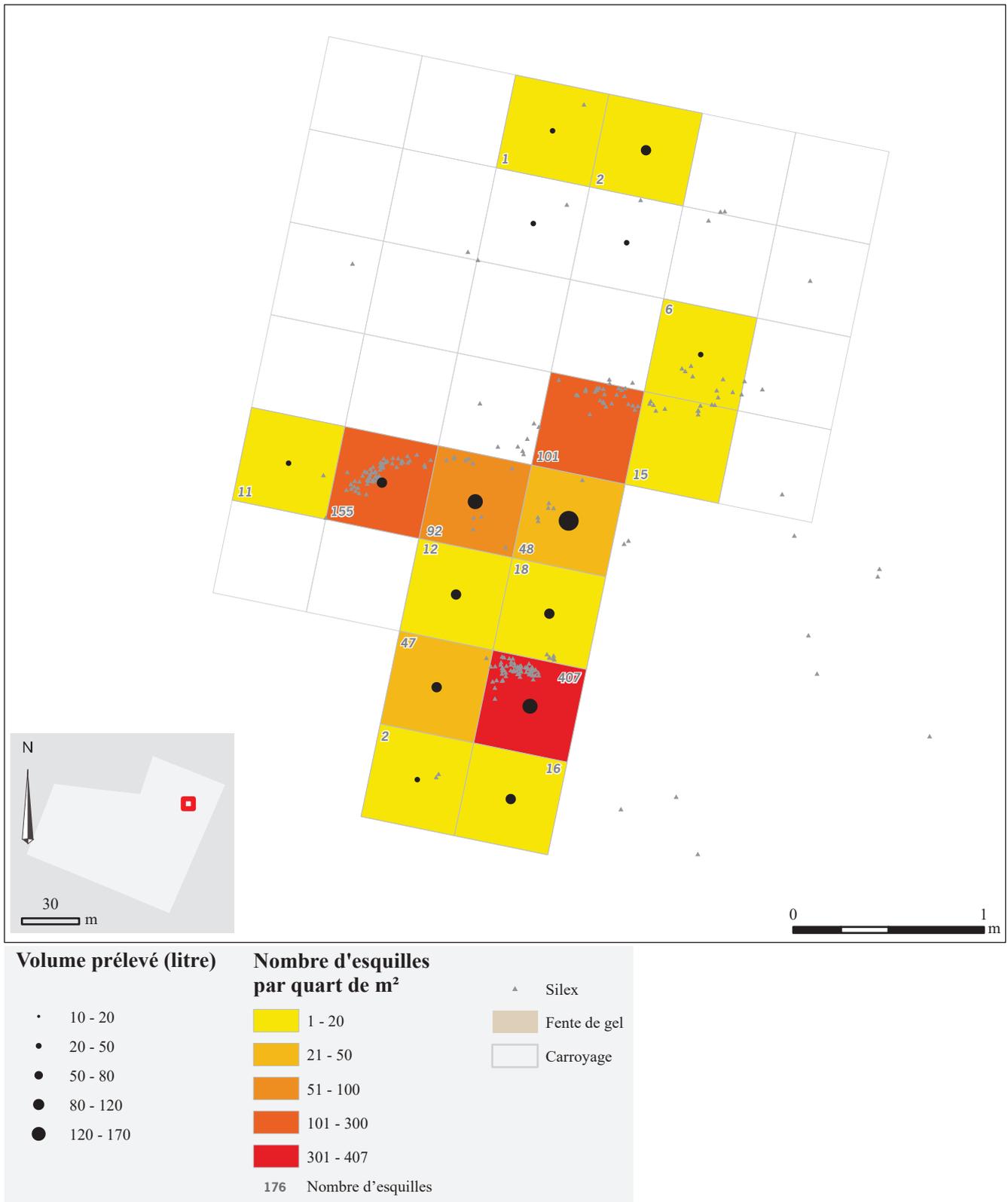


Figure 128 - Havrincourt, secteur 2 – N2, locus 3 : plan de densité du nombre d'esquilles par quart de mètre carré (fouille manuelle et tri de refus de tamis) en fonction du volume de sédiments prélevés et tamisés (DAO : C. Font).

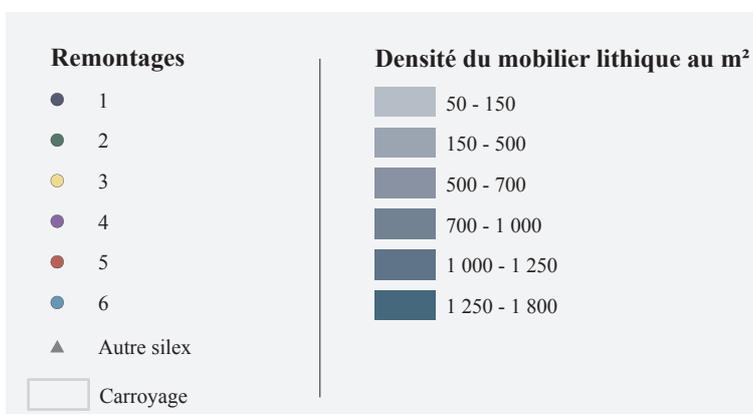
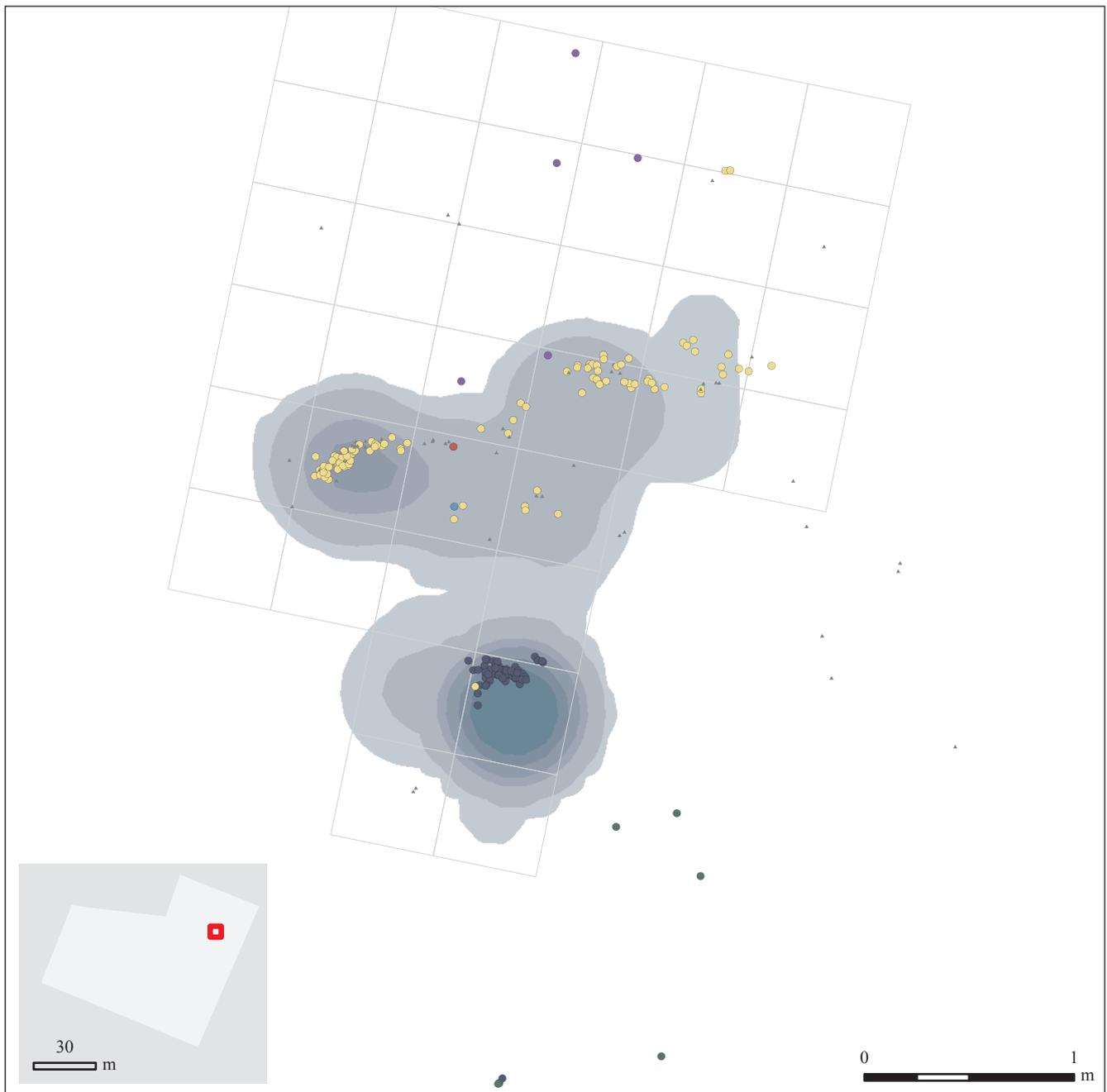


Figure 129 - Havrincourt, secteur 2 – N2, locus 3 : plan d'isodensité de l'ensemble des artefacts lithiques et mise en évidence des remontages réalisés (DAO : C. Font).

Chacune de ces concentrations est le résultat du débitage d'un unique bloc de matière première. Six remontages ont été dénombrés dans le locus 3, incluant 211 artefacts. L'analyse et la répartition des artefacts témoignent du débitage au sein de ce locus d'au minimum trois blocs de silex, au maximum de cinq. Les remontages 1 et 3 sont les plus complets et les plus représentatifs de ce locus.

La disparition de l'ensemble des éléments a été déformée de manière post-dépositionnelle par le gley sus-jacent ayant pour conséquence une répartition verticale particulière des vestiges (Figure 130).

Trois espèces ont été identifiées au sein du locus 3 : le bison, le cheval et le renne (Figure 125). Quatre fragments d'os longs de grand herbivore portant des fractures hélicoïdales ont été mis au jour (Figure 126). Ce constat renforce l'idée de l'origine anthropique de l'apport de ces espèces et d'un traitement de boucherie systématique. Contrairement au locus 2 où des parties axiales du squelette de certaines espèces sont présentes, dans le locus 3, ce sont uniquement des membres antérieurs et postérieurs qui ont été apportés.

Le locus 4

Le quatrième et dernier locus est numériquement le moins important puisqu'il se compose de 387 artefacts dont 276 esquilles, 111 produits bruts et 13 restes de faune, répartis sur environ 3 m² (Figure 131 et Figure 132). Les esquilles se répartissent principalement sur un quart de mètre carré, lieu de débitage d'un bloc de silex gélif, ayant pour conséquence la production d'une vingtaine de cassons (remontage 9). Un nucléus dont le support est un casson gélivé a permis la production d'un éclat, puis a été abandonné (remontage 8).



Figure 130 - Havrincourt, secteur 2 – N2, locus 3 : conséquence de la reprise des pièces lithiques par le gley sus-jacent.

De façon surprenante et alors qu'aucun éclat n'est propice à une quelconque utilisation, 13 restes de faune sont associés à ce locus. Il s'agit de restes de bison et de cheval (Figure 125). Majoritairement, ce sont des os longs de membres postérieurs fracturés. Un fragment de fémur de cheval présente une fracture hélicoïdale et atteste de la recherche possible de moelle.

Les artefacts lithiques et les restes fauniques en dehors de ces quatre loci

Six mille quatre-cent artefacts ont été dénombrés au sein du niveau N2 dont 96 % (n = 6159) ont été localisés dans un des quatre locus décrits précédemment, identifiés en tant que tel sur le terrain. Les pièces localisées en dehors des locus sont rarement éloignées de plus de cinq mètres de ces derniers, exception faite d'une vingtaine de pièces localisées à environ vingt-cinq mètres au sud du locus 2. Suite au traitement post-fouille, il s'avère que huit pièces sur la vingtaine, participent à deux remontages et que les seaux de sédiments prélevés sur le terrain recélaient 180 esquilles. La proportion d'esquilles face au nombre d'artefacts semble particulièrement élevée sans qu'aucune explication certaine puisse être avancée. Aucune pièce caractéristique n'est présente en dehors du locus (lamelle, lame, tablette).

Si deux petits morceaux de grès ont été récoltés au sein du locus 1, un bloc de grès aux dimensions plus importantes (L. = 92 mm, l. = 80 mm, ép. = 47 mm) était isolé à une quinzaine de mètres au sud du locus 2 (Figure 108).



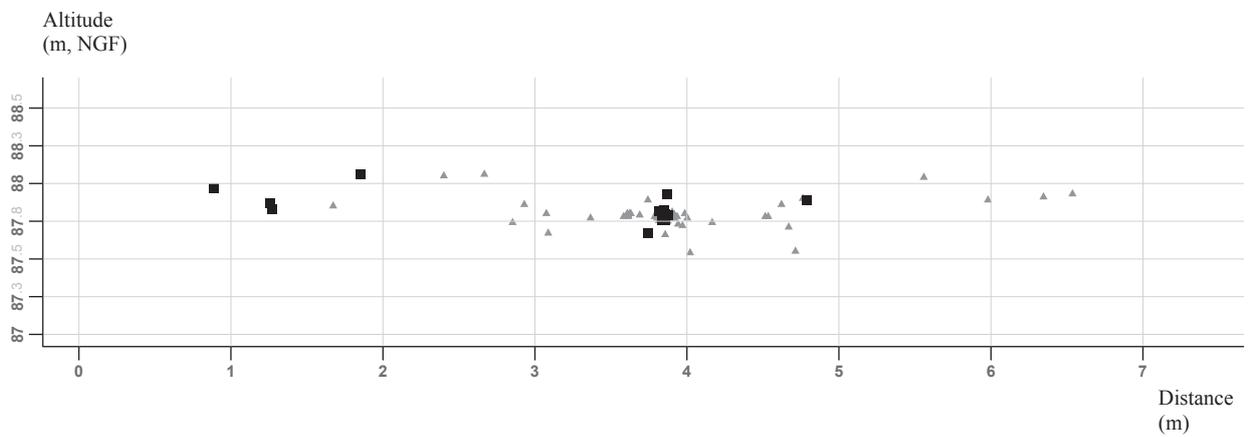
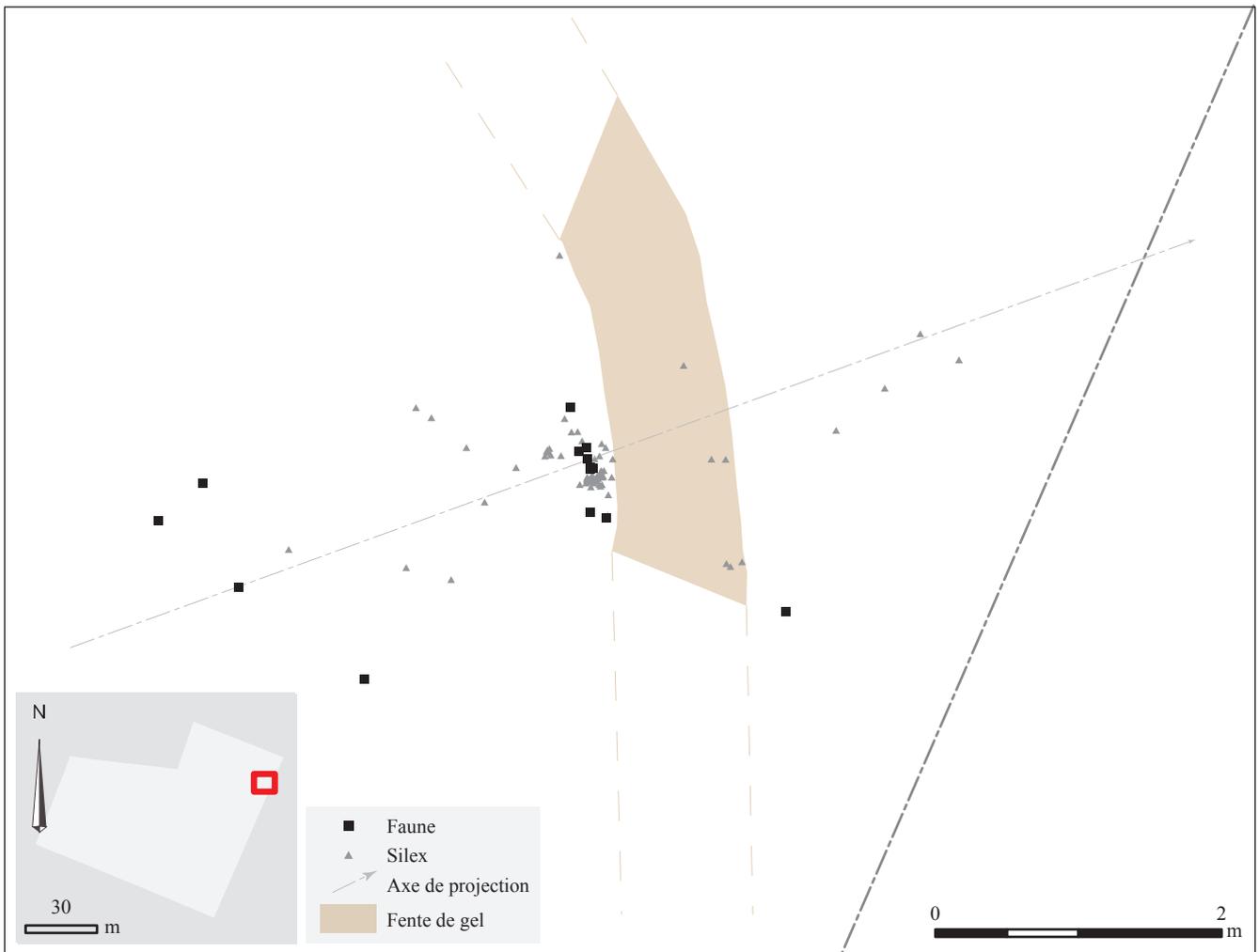


Figure 131 - Havrincourt, secteur 2 – N2, locus 4 : répartition spatiale de l'ensemble des artefacts lithiques et des restes fauniques (DAO : C. Font).

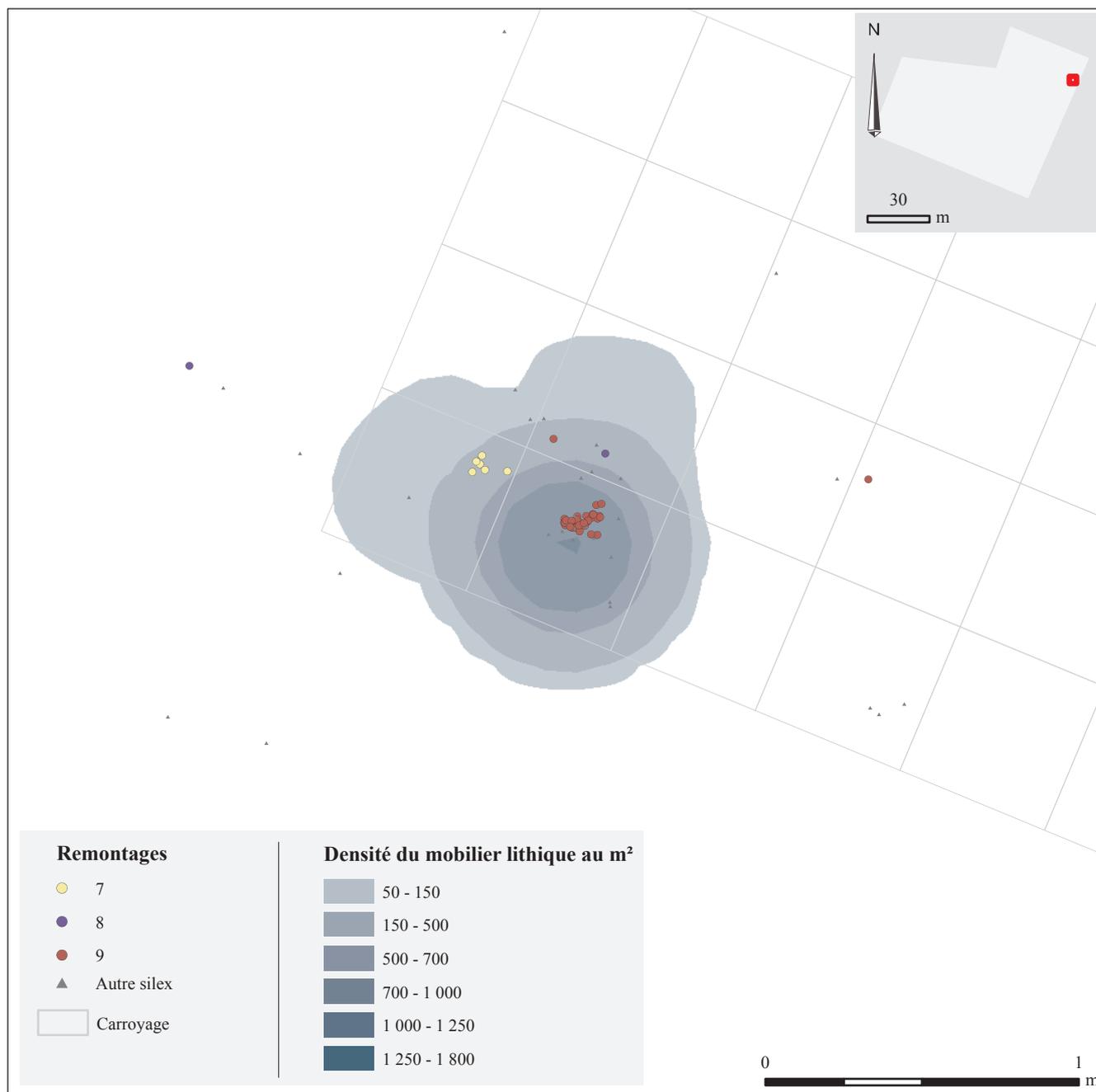


Figure 132 - Havrincourt, secteur 2 – N2, locus 4 : plan d'isodensité de l'ensemble des artefacts lithiques et mise en évidence des remontages réalisés (DAO : C. Font).

Exemples de comparaisons synchroniques dans le Nord-Ouest européen et attribution chronoculturelle

Clément PARIS

Les dates radiocarbone et OSL placent la série lithique Hav.2-N2 dans une fourchette chrono-culturelle qui englobe la fin de l'Aurignacien et le début du Gravettien (Tableau 2). Toutefois, malgré ce calage chronologique précis, l'attribution chrono-culturelle se heurte à un manque d'éléments typo-technologiques pertinents (outils ou armatures par exemple). Cela peut s'expliquer d'une part par le statut particulier du site (activités spécifiques et occupation sans doute de courte durée) qui se traduit par un besoin immédiat de lames utilisées brutes. D'autre part, la mauvaise qualité de la matière première et les nombreuses contraintes qui en résultent ont pu masquer les éventuels traits culturels qui auraient pu se dégager dans le débitage. En effet, les quelques spécificités observées sur l'industrie lithique sont relativement ubiquistes pour ce qui est de la production laminaire, ce qui complique sensiblement les comparaisons. On notera tout de même qu'il s'agit d'un débitage relativement simple, à tendance unipolaire, et mené à l'aide d'un percuteur minéral tendre.

Au niveau régional, la découverte d'un niveau en place attribuable au Paléolithique supérieur ancien dans un contexte stratigraphique développé est exceptionnelle. En effet, jusqu'au début des années 2000, cette période était particulièrement mal représentée dans le nord de la France avec seulement quelques sites hors contexte ou avec des séries quantitativement réduites (Fagnart, 1988 ; Fagnart *et al.*, 2013 ; Paris *et al.*, 2017). Cette lacune a longtemps contrasté avec les nombreuses découvertes de gisements effectuées depuis le XIX^e siècle, dans des pays limitrophes comme la Belgique ou l'Angleterre.

Les découvertes de sites du Paléolithique supérieur ancien se sont toutefois multipliées ces dernières années, grâce notamment à l'archéologie préventive, avec les fouilles des sites comme Amiens-Renancourt 1 et 2 (Somme) (Paris *et al.*, 2013), Catigny (Oise) et Havrincourt Hav.2-N2 (Pas-de-Calais). Aujourd'hui, une dizaine de sites peuvent être attribués à cette période, allant de simples indices issus de ramassages de surface à des gisements aux conditions de conservation exceptionnelles et en contexte stratigraphique. La fouille du niveau N2 d'Havrincourt s'insère donc dans une nouvelle dynamique de recherche sur les modalités de peuplement de la région durant cette période.

Parmi ces gisements, deux offrent des comparaisons particulièrement intéressantes. Le premier est situé à quelques kilomètres seulement d'Havrincourt, dans la commune d'Hermies au lieu-dit «le Cimetière» (Fagnart *et al.*, 2013). Il s'agit d'un petit lot de silex taillés contenu dans un gley de Toundra fortement cryoturbé. Une datation par thermoluminescence sur silex chauffé a livré un âge de $31,3 \pm 2,1$ ka BP (datation de N. Debenham, Fagnart *et al.*, 2013). Malgré une marge d'erreur assez importante, cette date se rapproche de celles obtenues à Havrincourt.

Toutefois, l'unité stratigraphique contenant l'industrie d'Hermies-Cimetière (gley de toundra) se différencie nettement de celle d'Havrincourt (sol de prairie arctique) et pourrait donc être légèrement diachronique (corrélation avec le gley supérieur ?).

Le deuxième rapprochement s'effectue avec le gisement d'Amiens-Renancourt 2. Découvert et fouillé récemment (2011-2012) dans le quartier Renancourt à Amiens, il se rapproche sur plusieurs aspects du niveau Hav.2-N2 d'Havrincourt. Bien que l'étude ne soit pas totalement achevée, on peut d'ores et déjà effectuer de multiples parallèles qui seront à approfondir (Font *et al.*, 2016). Comme Havrincourt Hav.2-N2, il s'agit d'un gisement très étendu, fouillé sur plus de 1 800 m², et composé de multiples petites concentrations avec des vestiges lithiques (principalement des zones de débitage) et osseux. La production est tournée vers l'obtention de lames rectilignes et élancées obtenues à l'aide d'un percuteur minéral tendre, sur des nucléus unipolaires et relativement cintrés. Si beaucoup de supports ont été emportés en dehors de la zone fouillée, une partie des lames produites a été utilisées sur place pour des travaux de boucherie. A ce propos, trois espèces animales sont identiques à Hav.2-N2 et à Renancourt 2. Le renne est majoritaire, suivi du cheval et de quelques éléments de bison.

Les datations radiocarbone placent l'occupation entre 28 500 BP et 27 000 BP, soit dans la même fourchette chronologique que le niveau Hav.2-N2 d'Havrincourt. Les positions stratigraphiques sont également assez similaires (sol de prairie arctique sous un gley de toundra). Toutefois, pour les mêmes raisons qu'à Havrincourt (statut du site/activités spécialisées dans la boucherie et la taille du silex), les «fossiles directeurs» sont absents. L'abondance et la bonne qualité de la matière première ont néanmoins offert plus de possibilités aux tailleurs avec un débitage mieux maîtrisé et l'obtention de lames standardisées. Les éléments technologiques sont, de ce fait, plus significatifs qu'à Havrincourt et permettent de proposer avec prudence un rapprochement avec la culture gravettienne sur des bases chronologiques et typo-technologiques.

C'est également vers la culture gravettienne que les comparaisons chronostratigraphiques avec les sites du nord-ouest de l'Europe nous orientent. En Belgique, le niveau archéologique le plus récent du site de Maisières-Canal présente des datations proches de celles d'Havrincourt, aux alentours de 28 000 BP (Jacobi *et al.*, 2010). Fouillé par de Heinzelin en 1966 et 1967 (de Heinzelin, 1973, Haesaerts et de Heinzelin, 1979), il a livré une occupation conservée dans un limon humifère qui se développe lors d'un court épisode interstadiaire froid médium (Haesaerts et de Heinzelin, 1979). P. Haesaerts nomme cet épisode «oscillation de Maisières» et le corrèle avec le GI-5 de la courbe de GRIP (Jacobi *et al.*, 2010). L'industrie est assez originale. Elle est composée de nombreux burins, mais surtout d'outils pédonculés et de pointes à retouches plates appelées «pointes de Maisières» (Haesaerts et de Heinzelin, 1979 ; Otte, 1979). La production est tournée vers l'obtention de lames larges et massives, extraites au percuteur de pierre tendre (Pesesse et Flas, 2012), de manière unipolaire ou bipolaire.

Le cortège faunique est classique pour cette époque : cheval, bison, renne et mammouth (Haesaerts et de Heinzelin, 1979). La place de cette industrie originale reste difficile à définir. M. Otte (Otte, 1979 ; Otte et Noiret, 2007) l'a rapprochée du Gravettien par la présence de pièces pédonculées qui sont observables dans des ensembles gravettiens plus récents. D'autres auteurs préfèrent la distinguer par un terme spécifique : Périgordien hennuyer pour de Heinzelin (1973), ou Maisérien pour Campbell (1980), et plus récemment Pesesse et Flas (2012). Sur ce même gisement, une reprise de fouilles en 2000 par M. Otte a mis au jour une occupation plus ancienne «l'atelier de taille aurignacien», attribuée à une phase moyenne ou récente de l'Aurignacien (Miller *et al.*, 2004). Aucune datation absolue n'a été réalisée mais P. Haesaerts propose par corrélation stratigraphique de placer l'occupation vers 32 000 BP (Haesaerts, 2004).

En Grande-Bretagne, les gisements en grottes ou abris qui ont été fouillés anciennement offre un contexte souvent lacunaire et des mélanges fréquents. On notera toutefois les dates récentes (Jacobi et Higham, 2008) de la sépulture de la «Red lady» aux alentours de 29 000 BP. Cette inhumation a été rapprochée de la culture gravettienne par son style et son mode de dépôt qui est similaire aux sépultures gravettiennes d'Europe centrale. Cette date concorde avec la fin de l'Aurignacien que certains auteurs placeraient vers 29 000 ou 30 000 BP dans le nord-ouest de l'Europe (Dinnis, 2013 ; Flas, 2004).

Dans le sud du Bassin parisien, deux gisements présentent des dates proches de celles d'Havrincourt : la Grande grotte à Arcy-sur-Cure, connue pour ses peintures pariétales, et le gisement des Bossats à Ormesson (Bodu *et al.*, 2011). Ils sont tous les deux rapprochés d'une phase ancienne ou moyenne du Gravettien, alors que les seuls gisements aurignaciens datés semblent pour l'instant beaucoup plus anciens (couche VII de la grotte du renne à Arcy-sur-Cure (Bodu *et al.*, 2013), Mareuil-sur-Cher (Kildea *et al.*, 2013). Un peu plus loin, dans le Jura souabe, de nombreux sites du Paléolithique supérieur ancien ont été mis au jour. Là encore, dans l'intervalle chronologique entre 29 000 BP et 27 000 BP, quelques sites attribués au Gravettien ancien (Moreau, 2012) se rapprochent des sites de la même période dans la région du sud-ouest de la France (percussion minérale tendre majoritaire, micro-gravettes nombreuses, etc...) (Pesesse, 2008).

Ainsi, malgré les difficultés d'attribution déjà évoquées pour Havrincourt N2, ce tour d'horizon régional et extra-régional montre des comparaisons possibles sur des bases chronologiques intéressantes avec des sites attribués à la culture gravettienne au sens large (Maisérien compris). Ce rapprochement concorde également avec les rares éléments technologiques significatifs observés sur l'industrie comme l'utilisation exclusive de la percussion minérale tendre qui, bien qu'elle soit reconnue sur des séries aurignaciennes (Michel, 2010), n'est majoritaire ou exclusive que sur des industries gravettiennes (Pesesse, 2008 ; Pesesse et Flas, 2012).

Toutefois, ce rapprochement reste aujourd'hui relativement fragile et une attribution générale au Paléolithique supérieur ancien sera préférée en attente de nouvelles données extrinsèques susceptibles de confirmer cette attribution.

Quoiqu'il en soit, le niveau Hav.2-N2 d'Havrincourt s'insère dans un contexte très lacunaire et apparaît aujourd'hui comme un gisement exceptionnel réunissant des données aux qualités solides : datations absolues, stratigraphie développée et détaillée, bonne conservation des vestiges lithiques et osseux et possibilité d'étude paléolithologique.

CHAPITRE 6

COMPORTEMENTS DES HOMMES ET MODES DE VIE AU PLÉISTOCÈNE SUPÉRIEUR À HAVRINCOURT

Emilie GOVAL, Patrick AUGUSTE, David HERRISON

L'Europe du nord-ouest connaît au Pléistocène supérieur des conditions climatiques et environnementales relativement favorables aux peuplements humains et animaux. La multiplication des découvertes et la qualité de la documentation qui en découle témoignent d'une intensification des passages et des échanges humains. Elles témoignent également d'une accélération des évolutions techniques et adaptatives.

Cette phase chronologique dans laquelle s'insèrent les occupations d'Havrincourt est une période clé dans laquelle s'inscrit progressivement le remplacement de Néandertal par *Homo sapiens*, deux groupes humains présentant de multiples différences. Les analyses réalisées dans le cadre de cette fouille permettent la mise en parallèle des occupations d'un même territoire par deux types humains. La richesse et la quantité des données amassées nous autorisent de manière unique à aborder les comportements techniques et sociaux, les moments de vie de ces hommes de passage à de nombreuses reprises sur un territoire restreint.

Si la grande diversité des études aboutit à la mise en exergue d'un cadre stratigraphique, paléoclimatique et géochronologique permettant d'appréhender de manière singulière l'évolution du territoire ; l'association des restes fauniques et lithiques couplée aux observations tracéologiques nous autorise à proposer des scénarios sur les activités et le mode de vie de ces hommes. L'ensemble des observations permet de discuter des systèmes de mobilité et des degrés de planification des groupes humains et ainsi d'alimenter la thématique générale des différences comportementales entre néandertaliens et hommes modernes. Ainsi, bien qu'il paraisse audacieux de proposer une reconstruction paléothnographique du site, la qualité et l'abondance des résultats permettent *a minima* de proposer certaines hypothèses.

Un enregistrement pédosédimentaire remarquable

À Havrincourt, les dépôts particulièrement épais des Pléniglaciaires moyen et supérieur du Weichselien permettent de suivre l'enregistrement pédosédimentaire du dernier cycle interglaciaire-glaciaire, moins connu dans la région, à un degré de finesse jamais égalé pour cette période. Le site se localise sur un versant en pente douce, cette position topographique a favorisé le piégeage des loess par le biais d'un enfouissement rapide des artefacts. L'étude multidisciplinaire des séquences loessiques montre que cet enregistrement doit désormais être considéré comme la référence pour le début du Pléniglaciaire inférieur et le Pléniglaciaire moyen du nord de la France, périodes généralement très mal enregistrées dans cette aire géographique.

L'un des caractères les plus remarquables est la succession inédite de cinq horizons périglaciaires : cinq réseaux de fentes associés à des gleys de toundra, dont deux dégradés associés à des structures de fusion (chenaux de fonte / thermokarst SF-1 et SF-2) ont été déterminés. Cette succession, datée par OSL et ^{14}C , constitue une première séquence régionale de référence qui, en ce qui concerne les niveaux principaux, présente de fortes analogies avec celles des régions loessiques limitrophes comme la Normandie, le nord du Bassin parisien ou la Belgique.

Les résultats des datations OSL et radiocarbone confirment ainsi l'enregistrement dans les environnements loessiques régionaux d'une réponse aux variations climatiques rapides, de l'ordre du millénaire. Le recours au traitement bayésien confirme ces résultats en permettant l'établissement de la chronologie globale du site. Les essais novateurs de modélisation de l'âge des différentes strates stratigraphiques par ce type de traitement se sont révélés particulièrement intéressants mettant en évidence une longue période de formation pour l'unité 12, contenant les industries Hav.2 -N1 et Hav.1-N3. A l'opposé, celle de l'unité 5 s'effectue dans un temps de formation très court, corroborant un recouvrement rapide de la couche 6 sus-jacente contenant l'industrie Hav.2-N2.

Un nouveau canevas géochronologique régional pour le Dernier Glaciaire est ainsi proposé.

Le schéma pédostratigraphique et chronoclimatique régional est affiné pour la période des Pléniglaciaires inférieur et moyen (~ 65-35 ka) et met en évidence des corrélations avec les séquences du Dernier Glaciaire du nord-ouest en Europe, essentiellement en Belgique et en Allemagne.

Les données paléontologiques

Cette synthèse est l'occasion de présenter les résultats fauniques en relation avec les données tracéologiques pour chaque niveau d'occupation et d'aboutir ainsi à une interprétation diachronique de l'ensemble des occupations humaines. Comme nous l'avons précisé, toute la faune mammalienne découverte à Havrincourt n'est pas liée à une intervention anthropique. Pour le secteur 1 malheureusement, il n'y a aucun indice permettant avec certitude de relier les éléments conservés avec les activités humaines. Pour le secteur 2, mis à part le niveau Hav.2-N0 avec bien trop de peu de pièces, plusieurs éléments au contraire témoignent de manière pertinente et documentée d'activités de boucherie au sein du niveau du Paléolithique moyen Hav.2-N1 mais surtout du niveau Hav.2-N2 Paléolithique supérieur. 23 os portent des marques de boucherie, en l'occurrence des indices de fracturation.

L'état de surface des os ne permet pas en effet d'identifier des stries éventuelles. Seule une pièce provenant du niveau Hav.2-N0 présente la marque de l'intervention d'un carnivore de petite taille.

Nous avons réalisé la même grille d'analyse pour les quatre niveaux paléolithiques identifiés à Havrincourt, en examinant successivement le dénombrement et la conservation anatomique par taxon ainsi que l'inventaire des os présentant des stigmates. La répartition spatiale des vestiges n'a été prise en compte que pour le niveau Hav.2-N2 qui permet une réelle lecture des potentielles aires d'activité ou en tout cas de zonation non aléatoires des vestiges fauniques.

Niveau Hav.1-N3

Les trois espèces identifiées au sein de l'assemblage faunique du niveau Hav.1-N3 montrent des conservations anatomiques distinctes (**Figure 133** et **Tableau 28**).

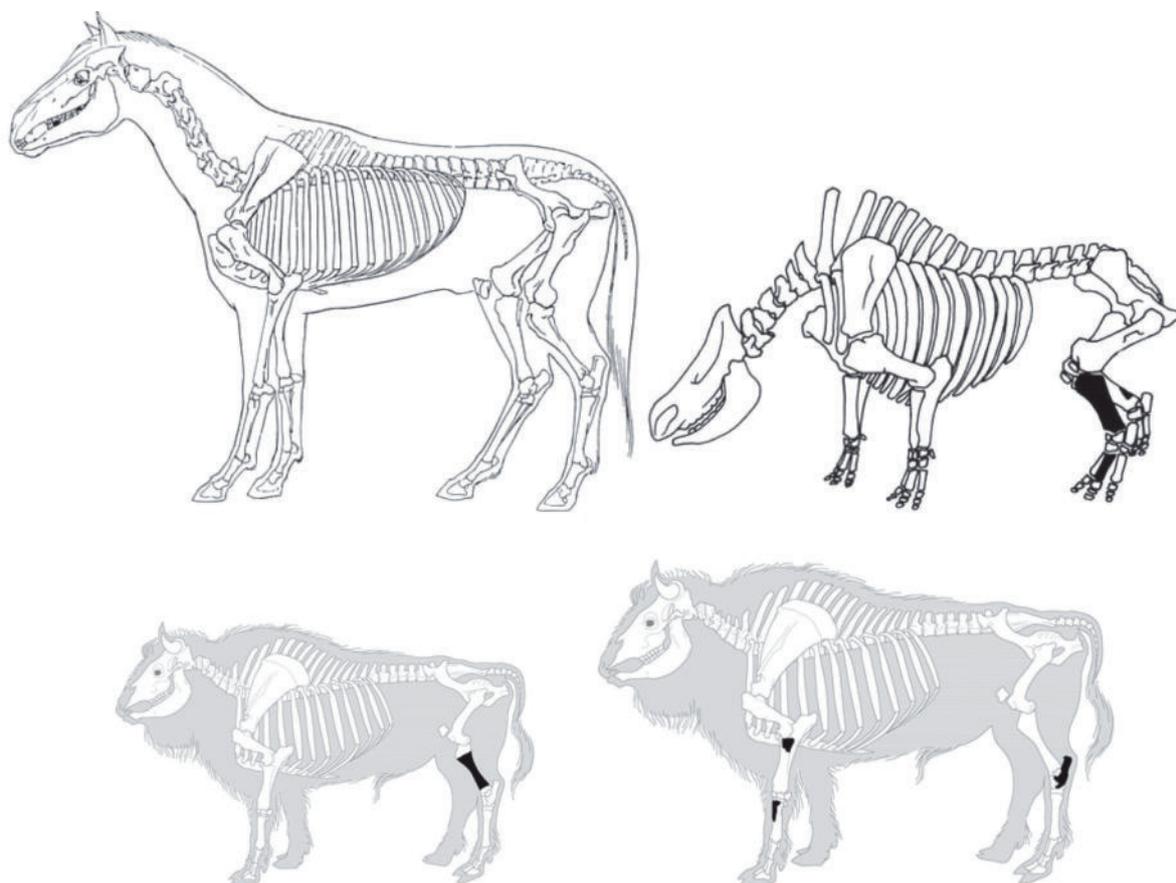


Figure 133 - Profils de la représentation anatomique des espèces du niveau Hav.1-N3 : le cheval adulte, le rhinocéros adulte, le jeune bison et le bison adulte (sources des modèles d'animaux : cheval, Barone (1976) ; rhinocéros, Scott (1986) ; bison, dessin Michel Coutureau, ArcheoZoo.org).

Dénombrement par taxon Éléments anatomiques	Bison		Cheval		Rhinocéros		Autres taxons		Total	
	NR	NMIc	NR	NMIc	NR	NMIc	NR	NMIc	NR	NMIc
Bois de chute										
Bois										
Os du crâne										
Mandibules										
Déclivales										
Labiales										
Jugales définitives supérieures			8	1					8	1
Jugales définitives inférieures			3	1					3	1
Dents indéterminées			2	1			5	2	7	3
Hyoïdes										
Sous-total crânien			13	1			5	2	18	3
Sternèbres										
Vertèbres							1	1	1	1
Sacrum										
Coxaux										
Côtes										
Cartilages costaux										
Scapula										
Humérus										
Radius	1	1							1	1
Ulna										
Radio-ulna										
Carpiens										
Métacarpiens	1	1							1	1
Fémurs										
Patella										
Tibia	1	1			2	1			3	2
Fibula										
Malléolaires										
Tarsiens	1	1							1	1
Métatarsiens					1	1			1	1
Phalanges										
Sésamoïdes										
Métapodiens										
Os longs							4	1	4	1
Os							40	4	40	4
Sous-total post-crânien	4	2			3	1	45	5	52	8
Total	4	2	13	1	3	1	50	5	70	8

Tableau 28 - Inventaire de la conservation anatomique des espèces du niveau Hav.1-N3.

Le bison est représenté uniquement par des éléments post-crâniens des membres antérieurs et postérieurs. Deux individus sont présents, un veau et un adulte. Le cheval est par contre identifié uniquement au travers des restes dentaires attribuables à un seul individu adulte. Le rhinocéros est représenté par quelques éléments d'une même patte postérieure appartenant à un adulte. Les autres taxons présents sont les rongeurs intrusifs.

Il existe donc une énorme déperdition de matériel osseux entre les quelques éléments présents pour ces trois espèces et le nombre d'éléments anatomiques attendus. Toutefois, l'effet masse des animaux concernés, deux grands herbivores et un méga-herbivore, pourrait avoir joué un rôle non négligeable comme cela s'observe dans de nombreux gisements paléolithiques (Auguste, 2008), leur poids de plusieurs centaines de kilos empêchant tout transport total du cadavre, avec un import sur le site de quelques portions des animaux abattus (ou charognés). Selon ce scénario, seuls les éléments des membres pour les bisons et le rhinocéros auraient été amenés. Par contre pour le cheval, c'est la partie crânienne qui aurait alors été privilégiée. Il est impossible de conclure en l'état actuel des données disponibles, d'autant plus qu'aucun stigmate d'intervention anthropique n'a été décelé sur les ossements du niveau Hav.1-N3.

Par contre, l'analyse tracéologique menée par E. Claud démontre pour ce niveau l'utilisation de pièces lithiques comme éléments ayant participé à une activité de découpe bouchère, avec des indices témoignant d'un contact avec des matières « tendres », « mi-dures » et « dures » organiques, soit la peau, la viande, les os ou encore les cartilages, c'est-à-dire à plusieurs phases de la chaîne opératoire du traitement des animaux.

Niveau Hav.2-N0

Parmi les stigmates taphonomiques observés sur les os d'Havrincourt du secteur 2, 24 correspondent à des marques liées à un prédateur, humain et animal. Seul un os provenant du niveau Hav.2-N0 porte des marques de croc d'un carnivore de taille peu importante.

Deux espèces ont été identifiées dans ce niveau, le cheval et le bison (Figure 134 et Tableau 29).

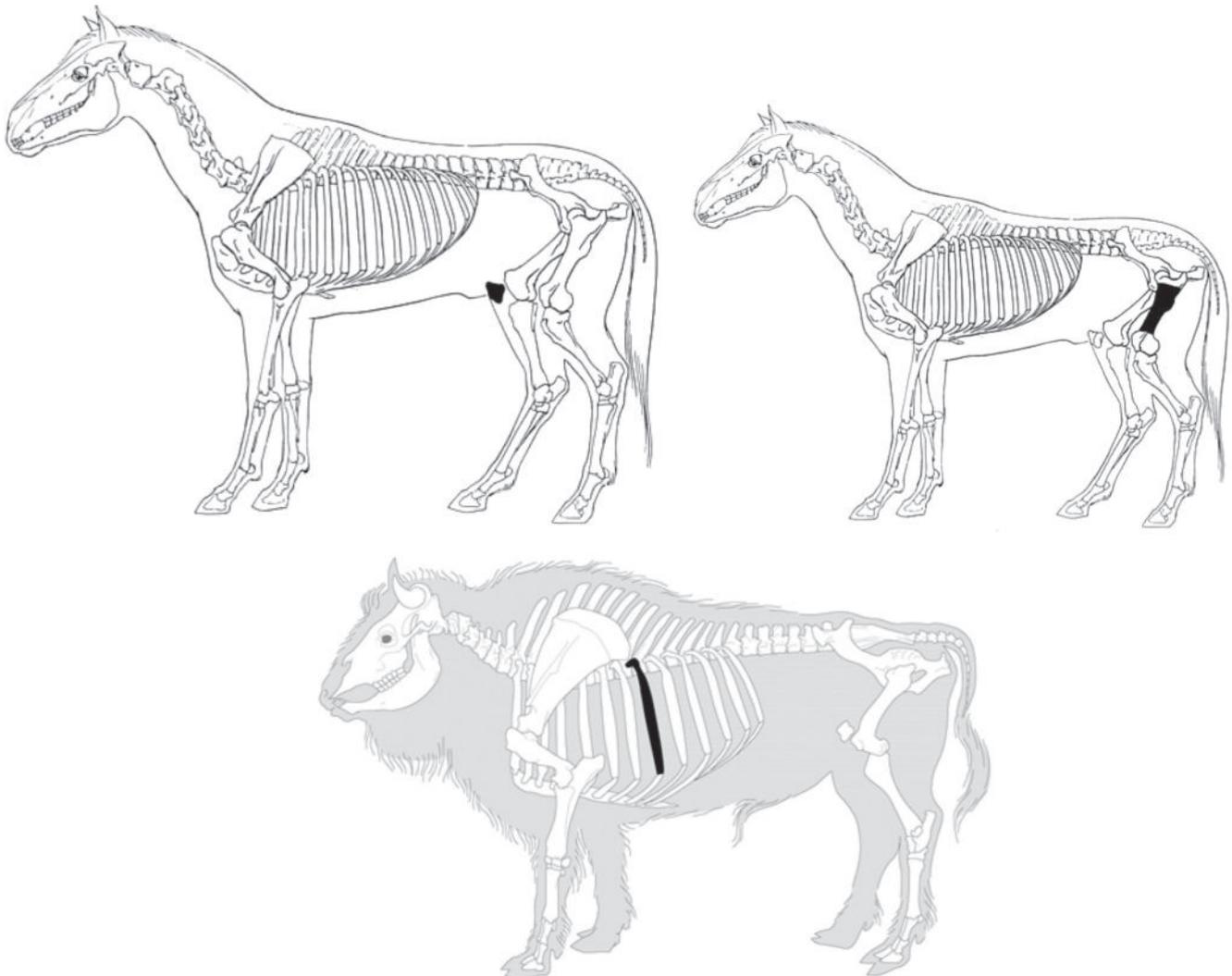


Figure 134 - Profils de la représentation anatomique des espèces du niveau Hav.2-N0 : le cheval adulte, le poulain, le bison adulte (sources des modèles d'animaux : cheval, Barone (1976) ; bison, dessin Michel Coutureau, ArcheoZoo.org).

Dénombrement par taxon Éléments anatomiques	Bison		Cheval		Autres taxons		Total	
	NR	NMIc	NR	NMIc	NR	NMIc	NR	NMIc
Bois de chute								
Bois								
Os du crâne								
Mandibules								
Déciduales								
Labiales								
Jugales définitives supérieures								
Jugales définitives inférieures								
Dents indéterminées								
Hyoïdes								
Sous-total crânien								
Sternèbres								
Vertèbres								
Sacrum								
Coxaux								
Côtes	1	1					1	1
Cartilages costaux								
Scapula								
Humérus								
Radius								
Ulna								
Radio-ulna								
Carpiens								
Métacarpiens								
Fémurs			1	1			1	1
Patella			1	1			1	1
Tibia								
Fibula								
Malléolaires								
Tarsiens								
Métatarsiens								
Phalanges								
Sésamoïdes								
Métapodiens								
Os longs								
Os					3	3	3	3
Sous-total post-crânien	1	1	2	2				
Total	1	1	2	2	3	3	6	6

Tableau 29 - Inventaire de la conservation anatomique des espèces du niveau Hav.2-N0.

Le matériel faunique de ce niveau est trop mal conservé pour permettre la moindre interprétation, une grande partie des vestiges ayant du souffrir du contexte taphonomique post-dépositionnel. Ainsi, trois individus sont identifiés à partir de trois restes : un bison adulte, un cheval adulte et un poulain. Les autres restes sont des rongeurs intrusifs.

Dénombrement par taxon Éléments anatomiques	Cheval		Autres taxons		Total	
	NR	NMIc	NR	NMIc	NR	NMIc
Bois de chute						
Bois						
Os du crâne						
Mandibules						
Déciduales						
Labiales						
Jugales définitives supérieures	1	1			1	1
Jugales définitives inférieures	2	1			2	1
Dents indéterminées						
Hyoïdes						
Sous-total crânien	3	2?			3	2
Sternèbres						
Vertèbres						
Sacrum						
Coxaux						
Côtes						
Cartilages costaux						
Scapula						
Humérus			2	1	2	1
Radius						
Ulna						
Radio-ulna						
Carpiens						
Métacarpiens						
Fémurs						
Patella						
Tibia						
Fibula						
Malléolaires						
Tarsiens						
Métatarsiens						
Phalanges						
Sésamoïdes						
Métapodiens						
Os longs			3	1	3	1
Os			6	4	6	4
Sous-total post-crânien			11	4	11	4
Total	3	2?	11	4	14	6/5?

Tableau 30 - Inventaire de la conservation anatomique des espèces du niveau Hav.2-N1.

Niveau Hav.2-N1

Les pièces rapportées avec certitude au niveau Hav.2-N1 sont très peu nombreuses, et seule une espèce a été identifiée, le cheval (**Tableau 30** et **Figure 135**).

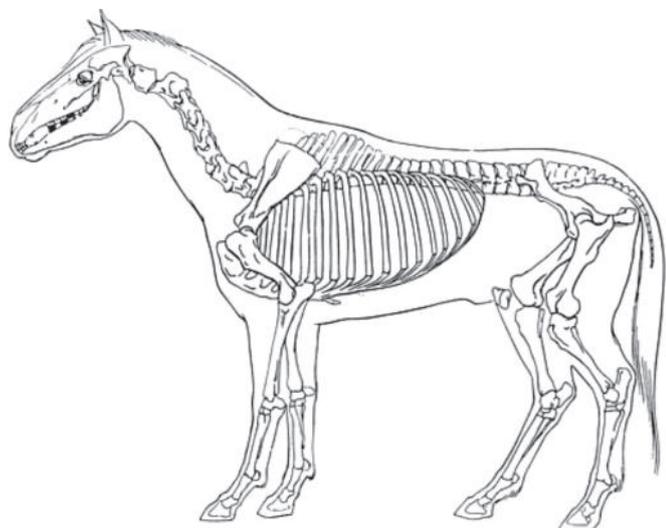
Le cheval est la seule espèce identifiée dans le niveau Hav.2-N1 et uniquement à partir de vestiges dentaires, mais les restes de grands mammifères présents sont très probablement à lui attribuer. Il existe une incertitude quant au nombre d'individus déduit d'après les usures dentaires, un adulte ou bien un adulte et un adulte âgé, les dents étant fragmentaires et difficilement positionnables d'un point de vue anatomique. Même si on ajoute les éléments attribués au grand herbivore, la représentation anatomique de ce cheval est toujours très en deçà de ce qui est attendu, et on rejoint ainsi les incertitudes pour le niveau sub-contemporain Hav.1-N3.

La portion d'hémi-mandibule de poulain découverte dans un contexte stratigraphique délicat à relier concrètement au niveau Hav.2-N1 pourrait être rajoutée à l'inventaire.

Parmi les 23 pièces présentant une fracturation hélicoïdale, seule une provient du niveau Hav.2-N1. Il s'agit d'un fragment de diaphyse d'os long de grand herbivore (donc très probablement du cheval) présentant les paramètres caractéristiques d'une percussion dynamique sur un os frais avec production d'une fracturation de type spirale.

Ce niveau demeure donc très difficile à interpréter au point de vue de la gestion de la matière première d'origine animale. Il apparaît néanmoins que la présence de l'Homme soit liée à celle du ou des chevaux présents, avec une occupation très brève au début de l'été.

Cette interprétation est renforcée par la mise en évidence de traces d'utilisation sur quelques pièces lithiques de ce niveau, témoignant d'activité bouchère de décharnement voire de traitement de la peau (dépouillage).



Niveau Hav.2-N2

Le niveau Hav.2-N2 est le niveau d'Havrincourt qui a livré le plus de vestiges. Parmi les 238 pièces découvertes, quatre espèces de grands mammifères ont été identifiées : le bison, le cheval, le renne, le rhinocéros et un petit cheval au statut incertain (**Tableau 31** et **Figure 136**).

Le niveau Hav.2-N2 est le seul niveau archéologique d'Havrincourt qui offre l'opportunité d'approcher un peu mieux les comportements de subsistance des occupants du site, en l'occurrence un groupe humain du Paléolithique supérieur. Les quatre espèces reconnues demeurent néanmoins représentées par un faible nombre de restes. Le bison ne comprend que 7 pièces correspondant à un adulte. Il s'agit exclusivement de matériel des membres. Le cheval est représenté par 21 restes, avec une plus grande répartition des vestiges témoignant de la présence de toutes les parties du squelette, crânien, axial et appendiculaire. Tous les os et dent retrouvés peuvent être attribués à un seul individu adulte. Le renne est identifié dans ce seul niveau à Havrincourt par 12 vestiges, uniquement post-crâniens. Au moins deux individus sont dénombrés, un adulte et un faon. Le rhinocéros ne comprend que 4 restes mais incluant des dents et deux os du tarse. Le petit cheval est représenté par deux restes un fragment de métacarpien III et un talus, correspondant à un seul individu.

Comme pour les autres niveaux d'Havrincourt, le nombre d'individus est très faible. Il témoigne, compte-tenu de la disparition très probable d'une grande quantité de vestiges fauniques pour des raisons taphonomiques, d'une activité potentiellement assez restreinte dans le temps correspondant au moins au traitement de boucherie du gibier. Les animaux ont visiblement une histoire dynamique différente suivant leur nature, avec un import sur le site de parties sélectionnées. La taille des animaux justifierait amplement cette interprétation, mais la question se pose toutefois avec les deux rennes de ce niveau sans parties crânienne et dentaire présente. Il est difficile de concevoir un effet transport pour ces animaux de petite taille.

Figure 135 - Profils de la représentation anatomique des espèces du niveau Hav.2-N1 : le cheval adulte (sources des modèles d'animaux : cheval, Barone (1976)).

Dénombrement par taxon Éléments anatomiques	Bison		Cheval		Renne		Rhinocéros		Autres taxons		Total	
	NR	NMIc	NR	NMIc	NR	NMIc	NR	NMIc	NR	NMIc	NR	NMIc
Bois de chute												
Bois												
Os du crâne												
Mandibules							1	1				
Déciduales												
Labiales												
Jugales définitives supérieures							1	1				
Jugales définitives inférieures			1	1								
Dents indéterminées									1	1		
Hyoïdes												
Sous-total crânien			1	1			2	1	1	1	4	3
Sternèbres												
Vertèbres			1	1							1	1
Sacrum												
Coxaux												
Côtes			1	1					5	2	6	3
Cartilages costaux												
Scapula												
Humérus	2	1	1	1					2	1	5	3
Radius			2	1							2	1
Ulna			1	1							1	1
Radio-ulna			1	1							1	1
Carpiens	1	1									1	1
Métacarpiens									1	1	1	1
Fémurs			5	1	1	1			1	1	7	3
Patella												
Tibia	1	1	4	1	1	1					6	3
Fibula												
Malléolaires					1	1					1	1
Tarsiens	1	1	1	1	4	2	2	1	1	1	9	6
Métatarsiens	2	1			2	2					4	3
Phalanges			1	1							1	1
Sésamoïdes												
Métapodiens			1	1	2	2					3	3
Os longs			1	1	1	1			63	2	65	4
Os									120	2	120	2
Sous-total post-crânien	7	1	20	1	12	2	2	1	193	3	234	8
Total	7	1	21	1	12	2	4	1	194	3	238	8

Tableau 31 - Inventaire de la conservation anatomique des espèces du niveau Hav.2-N2.

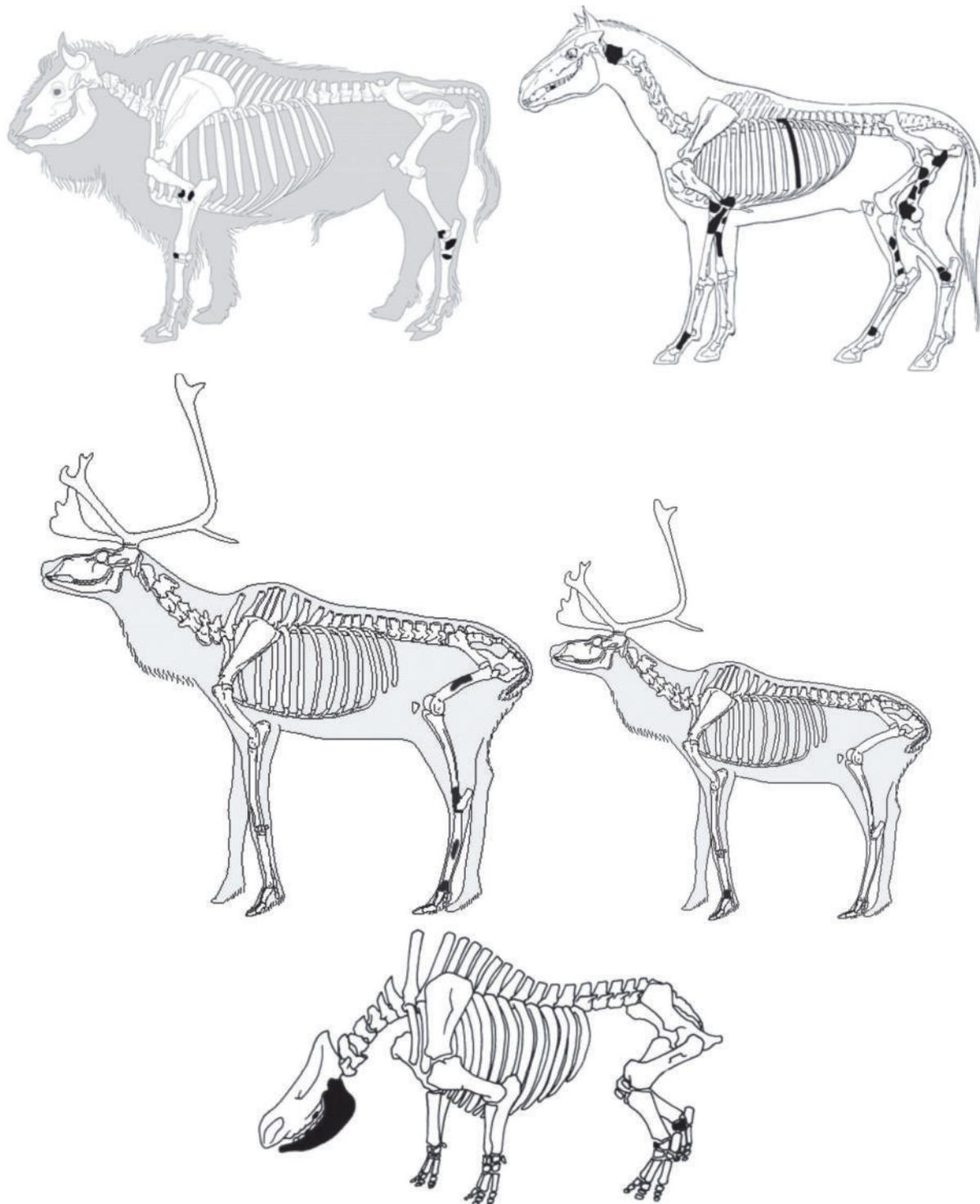


Figure 136 - Profils de la représentation anatomique des espèces du niveau Hav.2-N2 : le bison adulte, le cheval adulte, le renne adulte, le faon et le rhinocéros (sources des modèles d'animaux : cheval, Barone (1976) ; bison, dessin Michel Coutureau, ArcheoZoo.org ; rhinocéros, Scott (1986) ; renne, dessin Cédric Beauval et Michel Pastoureau).

Le niveau Hav.2-N2 associé avec l'industrie lithique du Paléolithique supérieur a livré 18 pièces présentant des stigmates de boucherie, uniquement des indices de fracturation d'os longs. C'est le cheval qui est le plus concerné avec 6 os présentant cette fracturation hélicoïdale, un humérus (Figure 137), deux tibias (Figure 138), deux fémurs (Figure 139) et un os long (Figure 140).

Le renne n'a livré que deux os présentant une fracturation hélicoïdale, un fragment d'os long, et une portion de tibia. Un seul os présentant ce type de fracturation a été identifié pour le bison, un métatarsien, mais situé hors contexte archéologique (limon brun flué).

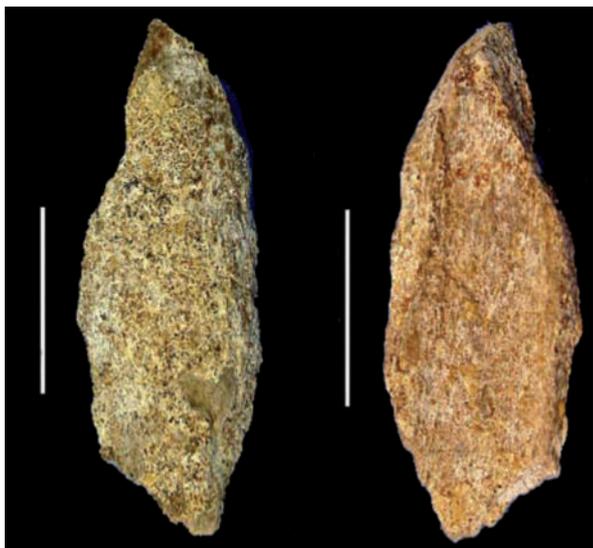


Figure 137 - Havrincourt, secteur 2 – fragment de diaphyse d'humérus de cheval (1590, Hav.2-N2) présentant une fracturation hélicoïdale. Vue corticale à gauche, vue médullaire à droite. Échelle : 3 cm (clichés P. Auguste).



Figure 138 - Havrincourt, secteur 2 – fragment de diaphyse de tibia de cheval (1598, Hav.2-N2) présentant une fracturation hélicoïdale. Vue corticale à gauche, vue médullaire à droite. Échelle : 3 cm (clichés P. Auguste).



Figure 139 - Havrincourt, secteur 2 – fragment de diaphyse de fémur de cheval (1830, Hav.2-N2) présentant une fracturation hélicoïdale. Vue médullaire à gauche, vue corticale au centre, vue cortico-médullaire à droite. Échelle : 3 cm (clichés P. Auguste).

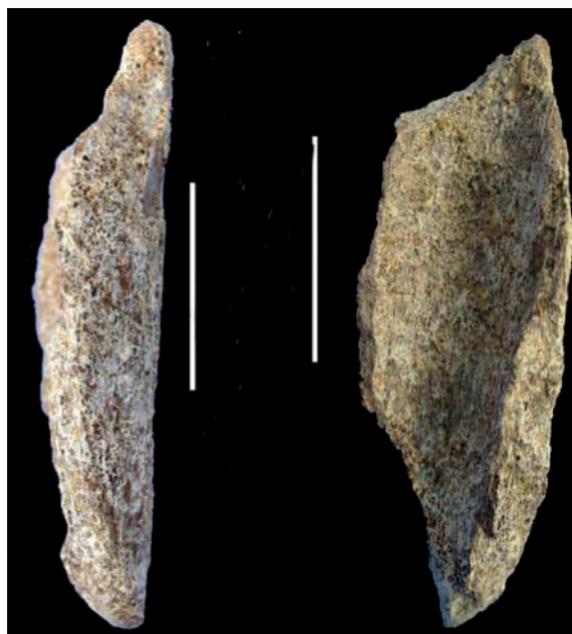


Figure 140 - Havrincourt, secteur 2 – fragment de diaphyse d'os long de cheval (1801, Hav.2-N2, loc 2) présentant une fracturation hélicoïdale. Vue corticale à gauche, vue médullaire à droite. Échelle : 3 cm (clichés P. Auguste).



Figure 141 - Havrincourt, secteur 2 – Cônes de percussion sur fragments de diaphyses d'os longs de grand herbivore (à gauche : J24, 1510, Hav.2-N2, loc 2 ; à droite : L19, 1815, Hav.2-N2, loc 2). Vues corticales. Échelle : 1 cm (cliché P. Auguste).

Neuf fragments d'os longs de grands herbivores (bison ou très probablement cheval) portent ce stigmate de boucherie témoignant de la récupération de la moelle, 7 dans le niveau Hav.2-N2 et 2 hors niveau paléolithique (1 dans le gley 4 et 1 dans le limon brun).

Un os long d'un animal indéterminé présente enfin cette fracturation au sein du niveau Hav.2-N2.

Outre ces os longs, 3 pièces très intéressantes ont été identifiées. Il s'agit de 3 éclats osseux diaphysaires correspondant à des cônes de percussion produits au niveau du point d'impact du percuteur (Figure 141). Ces 3 os ont été retrouvés dans le niveau Hav.2-N2, 2 sont sur os long de grand herbivore, 1 sur un os long d'un animal indéterminé.

Au sein des 4 locus identifiés lors de la fouille du niveau Hav.2-N2, 8 des pièces fracturées dont les 3 cônes de percussion proviennent du locus 2, 5 du locus 3 et 1 du locus 4.

Toutes les pièces décrites ci-dessus témoignent donc d'une activité de boucherie importante avec fracturation des os longs pour en extraire la moelle. L'absence de la possibilité d'observer d'éventuelles marques de découpe nuit à une lecture d'autres phases de la chaîne opératoire de traitement des cadavres, la récupération de la viande est toutefois très fortement probable. C'est le cheval qui est la cible prioritaire des Hommes de ce niveau, suivi du renne et du bison. Le rhinocéros ne porte aucun stigmate d'une intervention humaine. C'est ce dernier qui présente par ailleurs le plus grand nombre d'os longs non fracturés à Havrincourt, ceci étant corrélé toutefois avec la très faible quantité de moelle aisément accessible par la fracturation comme c'est le cas chez les autres herbivores (la cavité médullaire est très réduite).

Comme pour les autres niveaux d'Havrincourt, les études tracéologiques mettent en évidence l'utilisation d'outils en silex en tant que probable couteaux (E. Claud, ce volume), mais seule une pièce est indubitablement concernée. Cette très faible quantité de pièces lithiques présentant des stigmates d'utilisation bouchère détonne avec le plus grand nombre d'os ayant subi des interventions anthropiques par rapport au niveau Hav.1-N3 ou Hav.2-N1.

L'analyse de la répartition spatiale des vestiges fauniques du secteur 2 d'Havrincourt permet d'apporter également des éléments d'interprétation des activités anthropiques.

Pour le niveau Hav.2-N1, le peu de restes ne permet pas malheureusement de tirer d'information sur la répartition des vestiges.

Pour le niveau Hav.2-N2, il apparaît par contre une très nette répartition non aléatoire des vestiges fauniques, ceux-ci étant globalement étroitement associés aux artefacts lithiques. Par ailleurs, les 4 locus identifiés lors des fouilles montrent très clairement des zones de concentration de matériaux, témoignant de zones d'activités humaines. C'est surtout le locus 2 qui s'avère le plus intéressant, les locus 3 et 4 étant moins informatifs. Le locus 1 n'a par contre livré quasiment aucun vestige de faune.

La répartition par espèce montre également une zonation particulière. Ainsi, le mammouth et en grande partie le rhinocéros ne semblent pas être associés aux locus et de manière plus générale aux activités anthropiques. Il est fort probable qu'ils ne fassent pas partie du gibier. Par contre, le bison, le cheval et le renne sont eux directement associés aux locus et à l'industrie lithique, ce qui va donc dans le même sens que la mise en évidence de la fracturation des os longs subie par ces trois mêmes taxons. Ce constat implique donc une très probable origine anthropique pour ces espèces et en tout cas un traitement de boucherie avéré et systématique.

Ce point est par ailleurs encore renforcé par l'étude de la répartition spatiale des os portant des stigmates de boucherie. Il apparaît ainsi que les pièces fracturées se retrouvent presque exclusivement au sein du locus 2 puis du 3, anecdotiquement le 4. Enfin, les 3 cônes de percussion identifiés se situent tous les trois dans le locus 2. Le locus 2 apparaît donc comme une zone majeure d'activité de boucherie. Cette activité touche en premier lieu le renne dans ce locus 2, le cheval est concerné pour les locus 2 et 4 ainsi que les os attribués à un grand herbivore, permettant de penser qu'ils doivent très probablement être rapportés au cheval. Le faible nombre de restes concernés ne permet pas de relier entre eux les locus, ce qui est comparable à ce que nous apprend l'étude de l'industrie lithique.

Il semble toutefois clair que chaque locus ne correspond qu'à un nombre d'individus faible. Pour le locus 2 par exemple, on ne peut dénombrer qu'un bison, un cheval, un renne adulte et un faon. Ces locus ont donc du correspondre à de très courts épisodes temporels (quelques heures ?), centrés autour d'activité de boucherie (récupération probable de la viande puis de la moelle).

La faune mammalienne découverte à Havrincourt au sein de quatre niveaux paléolithiques corrobore ces observations. Le contexte écologique se caractérise par un climat froid, sec et continental, la faune correspond à l'assemblage typique connu durant les périodes froides du Pléistocène supérieur. Les conditions ont du être moins clémentes pour les Hommes du Paléolithique supérieur, mais ceux-ci démontrent toutefois leur capacité à survenir à leurs besoins alimentaires par la gestion de la nourriture carnée fournis par quelques rares herbivores.

Les Néandertaliens présents dans la région ont ciblé leurs activités cynégétiques et bouchères vers deux espèces seulement, le bison et le cheval, au début de l'été. Leurs successeurs anatomiquement modernes ont eux un panel de gibier plus important, avec le cheval, le renne, le bison et très ponctuellement le rhinocéros. Dans tous les cas, très peu d'individus sont concernés par les activités humaines, témoignant de concert avec l'industrie lithique de très courtes haltes axées vers la récupération de matériaux alimentaires d'origine animale.

Esquisse des moments de vie des Hommes de passage à Havrincourt

La récurrence des occupations humaines à Havrincourt durant plusieurs millénaires amène à s'interroger sur les raisons de l'attraction qu'a pu exercer ce lieu à des moments où le bestiaire et l'environnement étaient pourtant différents. Aptes à la chasse et fins connaisseurs de leur environnement, les hommes de passage à Havrincourt ont su faire preuve à plusieurs reprises d'une importante capacité d'adaptation à différents milieux et aux conditions climatiques difficiles. Les analyses menées sur les séries lithiques Hav.2-N0, Hav.1-N3, Hav.2-N1, Hav.2-N2 sont l'occasion d'apporter de nouveaux éléments de réflexion sur la manière dont Néandertal et *Homo sapiens* chassaient et exploitaient leur territoire. La découverte de restes fauniques en association avec les industries lithiques, couplée à la tracéologie, permet d'esquisser quelques moments de vie de ces Hommes.

Le niveau Hav.2-N0, daté d'environ 140 000 ans, est extrêmement lacunaire, seuls quelques témoins ténus nous sont parvenus. Néanmoins, la découverte de ces indices d'occupations conforte l'idée d'un territoire parcouru et sans doute exploité dès cette époque.

Au sein de cette succession d'occupations, **le niveau Hav.1-N3**, daté d'environ 70 000 ans, a livré des éléments riches d'enseignement. Sur les 2 000 m² fouillés, seuls huit éclats Levallois étaient associés à des restes fauniques. Ces éclats, remarquables par leurs grandes dimensions ont été apportés sur le site. Ils proviennent certainement d'ateliers de production extérieurs, à l'image du site d'Hermies (Vallin *et al.*, 2006), situés dans la vallée, à proximité immédiate des blocs de matière première. Les éclats de haute facture ont été soigneusement préparés par de nombreux enlèvements centripètes et par un facetage attentionné. Le détachement des éclats s'effectue au percuteur dur en percussion rentrante comme l'atteste la proéminence des bulbes et les stigmates de percussion. Le soin porté à la préparation des éclats permet d'obtenir des produits standardisés et symétriques selon le plus grand axe, aux tranchants des bords droits et gauches similaires.

Élément rare, une morphologie similaire de la base des éclats a attiré notre attention. Au terme de l'étude tracéologique, trois éclats présentent des traces d'utilisation résultant d'activités de découpe en boucherie. Deux autres éclats auraient été utilisés, l'un pour couper une matière tendre comme de la peau ou de la viande et l'autre, pour percuter des matières dures organiques. C'est donc au traitement de carcasses animales qu'ont servi les éclats Levallois d'Havrincourt.

Sur l'aire de fouille, seize restes de grands herbivores ont été retrouvés. Le rhinocéros laineux (*Coelodonta antiquitatis*) est représenté par deux os (un métatarsien et un tibia droit) appartenant probablement au même individu, dont la présence semble sans lien évident avec les éclats. Cependant, la majorité des restes fauniques, treize dents de cheval, est localisée à proximité immédiate de deux éclats Levallois. Ces dents sont les seuls témoins ayant survécu à l'acidité du sol, mais d'autres restes de carcasse de cheval devaient joncher le sol au moment de l'abandon du site par Néandertal. La tracéologie a montré que la base des éclats et la retouche adjacente au talon sont des aménagements destinés à assurer une bonne préhension de la pièce pour s'en servir en tant que couteau.

L'ensemble de ces données permet de reconstituer pour **le niveau Hav.1-N3** un moment de vie d'un groupe de Néandertaliens il y a 70 000 ans. Munis d'éclats Levallois de grandes dimensions produits dans la vallée, ils sont venus chasser des chevaux dans la plaine steppique d'Havrincourt. Après avoir découpé des carcasses de chevaux, ils repartent du site en abandonnant sur place une partie de leurs couteaux de boucherie.

Seuls quelques millénaires se sont écoulés entre les occupations du niveau Hav.1-N3 et **le niveau Hav.2-N1**. Ce dernier ne constitue malheureusement qu'un faible reflet d'une occupation plus intense et d'un territoire plus largement investi. Les conditions de préservation de cette unité stratigraphique ne nous ont pas permis d'aborder cette occupation dans son intégralité.

Les restes parvenus jusqu'à nous se caractérisent par quelques moments de débitage tournés vers l'obtention de produits Levallois. Des restes de faune sont néanmoins associés à cette occupation, dont les restes dentaires sont susceptibles de nous renseigner sur la saison d'occupation.

A la saison estivale, un groupe néandertalien passant par Havrincourt s'est arrêté un temps (indéterminable dans le cadre de cette étude), produisant des éclats Levallois en vue sans doute de mener des activités de boucherie diverses.

Il y a 28 000 ans, ce territoire alors parfaitement maîtrisé et exploité à de multiples reprises par Néandertal devient à nouveau une terre hospitalière pour de nouveaux groupes humains. Le niveau Hav.2-N2 est non seulement l'occupation la plus riche quantitativement, tant les restes lithiques et fauniques sont nombreux, mais elle est également la découverte la plus exceptionnelle compte tenu de sa rareté.

Les hommes ont eu recours à une matière première de mauvaise qualité, se heurtant systématiquement à une importante fracturation des blocs. Le temps passé sur le site est de courte durée à en croire le faible nombre de blocs de matière première exploités, six tout au plus.

L'objectif de production principal des tailleurs est l'obtention de produits allongés, qualifiés de lames de petites dimensions/lamelles. L'espace s'organise autour de quatre locus très bien circonscrits où se mêlent vestiges lithiques et restes fauniques. Les locus sont de superficies restreintes, de 3 m² pour le plus petit à 50 m² pour le plus grand. Bien qu'il semble peu probable que chaque locus soit le résultat d'une occupation différente, aucun remontage ne prouve le contraire. La contemporanéité des locus n'est donc pas avérée, en revanche, la composition de chaque locus plaide pour une relative complémentarité.

Le locus 1 peut se définir comme une aire de débitage vouée à l'obtention de produits laminaires, en d'autres termes à la confection des outils nécessaires au traitement à venir de la faune. Au sein du locus 2, l'association faune-«panoplie instrumentale» est la plus remarquable. Cet espace d'une cinquantaine de m² s'apparente à un lieu de prélèvement de la viande sur des éléments anatomiques particuliers, ceux livrant le plus de nourriture. Le traitement des portions de carcasses s'effectue probablement à partir d'un lieu d'abattage à proximité.

Un fragment de lame porte les traces d'une utilisation dans le cadre d'activité de boucherie. Certains outils produits, dont ceux ayant servi aux activités quotidiennes de dépeçage des bêtes, semblent avoir été emportés (abandonnés ?) hors du site. Une lamelle à dos fracturée pourrait quant à elle avoir été abandonnée suite à la réparation d'une arme de chasse au moment du passage des hommes sur le site.

Le locus 3 et le locus 4 comportent des restes fauniques provenant de diverses espèces apportées par l'Homme. Néanmoins, l'exploitation de blocs de matière première de mauvaise qualité n'a pas permis de mener à terme l'obtention des produits escomptés. Ces deux locus sont des aires secondaires dans l'exploitation du territoire.

Les Hommes anatomiquement modernes de passage à Havrincourt il y a 28 000 ans ont probablement investi l'espace munis de pièces de gibier pour leur repas et d'un outillage varié (**niveau Hav2-N2**). Quelques blocs de silex ramassés à proximité immédiate du site leur permettent de renouveler la panoplie nécessaire à l'exploitation du gibier. Ce n'est pas la qualité de la matière première qui intéressait ces hommes mais bien le bestiaire. En effet, ces groupes humains avaient un panel de gibier important à leur disposition (le cheval, le renne, le bison et très ponctuellement le rhinocéros laineux). Dans tous les cas, très peu d'individus sont concernés par les activités humaines, témoignant de concert avec l'industrie lithique à la présence de très courtes haltes axées vers la récupération de matériaux alimentaires d'origine animale.

Conclusion

La fouille du gisement d'Havrincourt apporte de nombreuses nouvelles données tant sur le plan de la chronostratigraphie régionale, que des cultures matérielles présentes à la fin du Paléolithique moyen et au début du Paléolithique supérieur, ou des types d'occupations dans le territoire. La fouille d'Havrincourt, dont les trois niveaux d'occupation principaux sont corrélés au Pléniglaciaire moyen du Weichselien, est d'autant plus importante qu'elle s'inscrit dans un cadre chronologique relativement pauvre en découvertes démontrant l'importance de ce secteur géographique, favorable à cette phase chronologique.

L'étude du cadre chronostratigraphique particulièrement cohérent (Antoine *et al.*, 2014) et la découverte dans les mêmes lieux à des millénaires de distance d'occupations humaines néandertaliennes et gravettiennes comprenant des industries lithiques et des vestiges mammaliens font d'Havrincourt une nouvelle référence régionale pour suivre la dynamique de l'occupation des territoires au cours du Paléolithique.

BIBLIOGRAPHIE

- Adam W. (1960) – *Mollusques. Tome 1 : Mollusques terrestres et dulcicoles*. Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Bruxelles, 402 p.
- Adamiec G., Aitken M. (1998) – Dose-rate conversion factor: update. *Ancient TL* 16, p. 37-50.
- Aitken M.-J. (1985) – *Thermoluminescence dating*, Academic Press London, p. 331-351.
- Anderson-Gerfaud P. (1981) – *Contribution méthodologique à l'analyse des microtraces d'utilisation sur les outils préhistoriques*. Thèse de 3^{ème} cycle, Université de Bordeaux, 314 p.
- Anderson R. (2005) – An annotated list of the non-marine Mollusca of Britain and Ireland. *Journal of Conchology* 38, p. 607-637.
- Antoine P. (1988) – Contribution à l'étude des loess du Pléistocène supérieur du bassin de la Somme. *Revue Archéologique de Picardie* 1-2, p. 25-44.
- Antoine P. (1990) – Chronostratigraphie et environnement du Paléolithique du bassin de la Somme. *Publications du Centre d'Etudes et de Recherches Préhistoriques* 2, p. 1-231.
- Antoine P. (1991) – Nouvelles données sur la stratigraphie du Pléistocène supérieur de la France septentrionale, d'après les sondages effectués sur le tracé du TGV Nord. *Publications du Centre d'Etudes et de Recherches Préhistoriques* 3, p. 9-20.
- Antoine P., Munaut A.-V., Sommé J. (1994) – Réponse des environnements à l'évolution climatique du Début Glaciaire weichsélien : données de la France du Nord Ouest. *Quaternaire* (3-4), p. 151-156.
- Antoine P., Rousseau D.-D., Zöller L., Lang A., Munaut A.-V., Hatté C., Fontugne M. (2001) – High-resolution record of the last Interglacial-glacial cycle in the Nussloch loess-palaeosol sequences, Upper Rhine Area, Germany. *Quaternary International* 76/77, p. 211-229.
- Antoine P., Frechen M., Loch J.-L., Depaepe P., Munaut A.-V., Rousseau D.-D., Sommé J. (2002a) – Eemian and Weichselian early glacial pedosedimentary records in northern France: the background of middle palaeolithic occupations during OIS 5 and early OIS 4. *Publications du Centre d'Etudes et de Recherches Préhistoriques* 8, p. 75-88.
- Antoine P., Rousseau D.-D., Hatté C., Zöller L., Lang A., Fontugne M., Moine O. (2002b) – Evénements éoliens rapides en contexte loessique : l'exemple de la séquence du pléniglaciaire supérieur weichsélien de Nussloch (vallée du Rhin, Allemagne). *Quaternaire* 3-4, p. 199-208.
- Antoine P., Auguste P., Bahain J.-J., Coudret P., Depaepe P., Fagnart J.-P., Falguères N., Fontugne M., Frechen M., Hatté C., Lamotte A., Laurent M., Limondin-Lozouet N., Loch J.-L., Mercier N., Moigne A.-M., Munaut A.-V., Ponel P., Rousseau D.-D. (2003a) – Paléoenvironnements pléistocènes et peuplements paléolithiques dans le bassin de la Somme (nord de la France). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 100 (1), p. 5-28.
- Antoine P., Bahain J.-J., Debenham N., Frechen M., Gauthier A., Hatté C., Limondin-Lozouet N., Loch J.-L., Raymond P., Rousseau D.-D. (2003b) – Nouvelles données sur le Pléistocène du Nord du Bassin Parisien : les séquences loessiques de Villiers-Adam (Val d'Oise, France). *Quaternaire* 1-4, p. 219-235.
- Antoine P., Catt J., Lautridou J.-P., Sommé J. (2003c) – The loess and coversands of northern France and southern England. *Journal of Quaternary Science* 18, p. 309-318.
- Antoine P., Marchiol A., Brocandel M., Gros Y. (2005) – Découverte de structures périglaciaires (sand-wedges et composite-wedges) sur le site de stockage de déchets radioactifs de l'Aube (France). *Comptes Rendus Géosciences* 337, p. 1462-1473.
- Antoine P., Limondin-Lozouet N., Auguste P., Loch J.-L., Galheb B., Reyss J.-L., Escude E., Carbonel P., Mercier N., Bahain J.-J., Falguères 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(4), p. 281-320.

- Antoine P., Rousseau D.-D., Moine O., Kunesch S., Hatté C., Lang A., Tissoux H., Zöller L. (2009) – Rapid and cyclic aeolian deposition during the Last Glacial in European loess: a high resolution record from Nussloch, Germany. *Quaternary Science Reviews* 28, p. 2955-2973.
- Antoine P., Moine O., Hatté C. (2013) – *Les processus thermokarstiques : marqueurs d'épisodes de réchauffement climatique rapides au cours du Dernier Glaciaire dans les séquences loessiques ouest-européennes / Thermokarst processes: evidences for rapid climatic warming events during the Last Glacial in west-European loess series.* In: French Arctic Initiative's inaugural symposium "Arctic: the major scientific issues", Collège de France, Paris, 3-5 juin 2013. http://www.chantierarctique.fr/en/uploads/Permafrost_4_Antoine.pdf.
- Antoine P., Loch J.-L., Limondin-Lozouet N., Auguste P., Bahain J.-J., Fagnart J.-P., Debenham N., Ducrocq T. (2014a) – Quaternaire et géoarchéologie de la Préhistoire : le modèle de la vallée Somme (France) et des régions avoisinantes. In : N. Carcaud G., Arnaud-Fassetta (eds.). *La géo archéologie française au XXI^e siècle*. CNRS Éditions, Paris.
- Antoine P., Goval E., Jamet G., Coutard S., Moine O., Hérisson D., Auguste P., Guérin G., Lagroix F., Schmidt E., Robert V., Debenham N., Meszner S., Bahain J.-J. (2014b) - Les séquences loessiques Pléistocène supérieur d'Havrincourt (Pas-de-Calais, France) : stratigraphie, paléoenvironnements, géochronologie et occupations paléolithiques. *Quaternaire* 25 (4), p. 321-368.
- Audouze F., Cahen D., Keeley L.-H., Schmider B. (1981) – Le site magdalénien du Buisson Campin à Verberie (Oise). *Gallia Préhistoire* 24 (1), p. 99-143.
- Auguste P. (1995) – De la taphocénose à la paléobiocénose : reconstitution des paléoenvironnements pléistocènes de la France septentrionale à l'aide des mammifères. *Geobios* 18, Mémoire spécial, p. 9-16.
- Auguste P. (2002) – Les vestiges fauniques. In : J.L. Loch (dir.) : Bettencourt-Saint-Ouen (Somme) : Cinq occupations paléolithiques au début de la dernière glaciation. *Document d'Archéologie Française* 90, Maison des sciences de l'homme, Paris, p. 39-47 et 136-137.
- Auguste P. (2008) - La faune. In : D. Cliquet (dir.) Le site pléistocène moyen final de Ranville (Calvados-France) dans son contexte environnemental : analyse du fonctionnement d'une aire de boucherie soutirée par un réseau karstique, *Études et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège* 119, Liège, p. 75-119.
- Auguste P. (2009) – Évolution des peuplements mammaliens en Europe du Nord-Ouest durant le Pléistocène moyen et supérieur. Le cas de la France septentrionale. *Quaternaire* 20 (4), p. 527-550.
- Auguste P. (2010) – Les Cervidae (Mammalia, Cetartiodactyla) du gisement pléistocène moyen final de l'Aven de Romain-la-Roche (Doubs, France). *Revue de Paléobiologie* 29 (2), p. 619-653.
- Auguste P. (2012) – *L'homme et l'animal au Pléistocène en France septentrionale. Un quart de siècle de recherches paléontologiques et archéozoologiques dans le nord de la France.* Habilitation à Diriger des Recherches, Université Lille 1, 2 volumes, 251 p.
- Auguste P., Patou-Mathis M. (1999) – Beauvais (Oise) : un nouveau gisement du Paléolithique moyen dans le Bassin parisien. In : Actes du colloque international - The role of early Humans in the accumulation of European Lower and Middle Palaeolithic bone assemblages, Neuwied (1995). *Monography Rom.-Germany Zentrum Museum Mainz*, 42, p. 343-366.
- 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, p. 245-250.
- Bahain J.-J., Laurent M., Falguères C., Voinchet P., Farkh S., Tissoux H. (2002) – Datation par résonance paramagnétique électronique (RPE) des formations fluviales pléistocènes et des gisements archéologiques ou paléontologiques associés. *Quaternaire* 13, p. 91-103.
- Bank R. A., Falkner, G., Von Proschwitz T. (2001) – Clecomproject. A revised checklist of the non-marine Mollusca of Britain and Ireland. *Heldia* 5, p. 41-72.
- Barone R. (1976) - *Anatomie comparée des Mammifères domestiques. Tome 1, Ostéologie*. Vigot, Paris, 2 vol., 296 p., 428 p.
- Black R.-F. (1976) – Periglacial Features Indicative of Permafrost: Ice and Soils Wedges. *Quaternary Research* 6, p. 3-26.
- Bertran P., Bordes J.-G., Barré A., Lenoble A., Mourre V. (2006) – Fabrique d'amas de débitage : données expérimentales. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 103 (1), p. 33-47.
- Bertran P., Beauval C., Boulogne S., Brenet M., Chrzavzez J., Claud E., Costamagno S., Laroulandie V., Lenoble A., Malaurent P., Masson B., Mallye J.-B., Sin P., Thiébaud C., Vallin L. (2009) – Dynamique sédimentaire et taphonomie des abris sous roche et des porches de grotte en milieu périglaciaire. Le programme Gavarnie. *Les Nouvelles de l'Archéologie* 118, p. 11-16.
- Bodu P., Bignon O., Dumarcay O. (2011) – Le gisement des Bossats à Ormesson, région de Nemours (Seine-et-Marne) : un site gravettien à faune dans le Bassin parisien. In : Goutas N., Klaric L., Pesesse D., Guillermin P. (dir.), A la recherche des identités gravettiennes, *Mémoire de la Société Préhistorique Française* 52, p. 259-272.

- Bodu P., Bon F., Teyssandier N., Paris C. (2013) – L'Aurignacien et les faciès à pièces carénées entre Yonne et Yvelines. In Bodu P., Chehmana L., Klaric L., Mevel L., Soriano S., Teyssandier N. (dir.), *Le Paléolithique supérieur ancien de l'Europe du Nord-Ouest Réflexions et synthèses à partir d'un projet collectif de recherche sur le centre et le sud du Bassin parisien - Actes du colloque de Sens (15-18 avril 2009)*, Paris. *Mémoire de la Société Préhistorique Française* 56, p. 37-61.
- Boëda E., Pelegrin J. (1985) – Les amas lithiques de la zone N19 du gisement magdalénien de Marsangy : approche méthodologique par l'expérimentation. *Archéodrome*, cahier n°1, Association pour la promotion de l'archéologie de Bourgoigne, 59 p.
- Bond G., Broecker W., Johnsen S., McManus J., Labeyrie L., Jouzel J., Bonani G. (1993) – Correlations between climate records from North Atlantic sediments and Greenland ice. *Nature* 365 (6442), p. 143-147.
- Bøtter-Jensen L., Bulur E., Murray A.-S., Poolton N.-R.-J. (2002) – Enhancements in luminescence measurement techniques. *Radiation Protection Dosimetry* 101, p. 119-124.
- Brennan B.-J., Rink W.-J., Mc Guirl E.-L., Schwarcz H.-P., Prestwitt W.-V. (1997) – Beta doses in tooth enamel by "One Group" theory and the Rosy ESR dating software. *Radiation Measurements* 27, p. 307-314.
- Campbell J.-B. (1980) – Le problème des subdivisions du Paléolithique supérieur britannique dans son cadre européen. *Bulletin de la Société Royale Belge d'Anthropologie et de Préhistoire* 91, p. 39-77.
- Chaline J. (1972) – Les rongeurs du Pléistocène moyen et supérieur de France (systématique, biostratigraphie, paléoclimatologie). CNRS, Paris. *Cahiers de Paléontologie*, 410 p.
- Claud E. (2008) – *Le statut fonctionnel des bifaces au Paléolithique moyen récent dans le Sud-Ouest de la France. Étude tracéologique intégrée des outillages des sites de La Graulet, La Conne de Bergerac, Combe Brune 2, Fonseigner et Chez-Pinaud / Jonzac*. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux 1, 546 p.
- Claud E. (2014) – The use of biface manufacturing flakes. Functional analysis of three Middle Palaeolithic assemblages from southwestern and northern France. In : Vaquero M., Barkai R., Lemorini C. (eds.), *The Origins of Recycling: A Paleolithic Perspective*. Workshop organized in Tel Aviv, October 2013. *Quaternary International*, p. 131-141.
- Claud E. et Bertran P. (2010) – Comprendre l'effet de la solifluxion sur les traces d'utilisation des outils lithiques : mise en place d'une expérimentation « in vivo » à Gavarnie (Hautes-Pyrénées, France). In : Coumont M.-P., Thiébaud C. et Averbough A. (Eds.), *Mise en commun des approches en taphonomie*. Actes du Workshop 16, XVIème Congrès de l'UISPP, Lisbonne, septembre 2006. *Paléo*, supplément n°3, p. 31-42.
- Claud E., Soressi M., Jaubert J. et Hublin J.-J. (2012) – Étude tracéologique de l'outillage moustérien de type Quina du bonebed de Chez-Pinaud à Jonzac (Charente-Maritime). Nouveaux éléments en faveur d'un site de boucherie et de traitement des peaux. *Gallia Préhistoire* 54, p. 3-32.
- Cogné, J.-P. (2003) – PaleoMac: A Macintosh TM application for treating paleomagnetic data and making plate reconstructions. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 4 (1), 8 p., 1007, doi : 10.1029/2001GC000227 (2003).
- Colonge D., Bertran P., Busseuil N., Castets A., Bernard L., Bernoux G., Capo E. (2017) – Avenue du Prissé – une séquence paléolithique de plein air sur les hauteurs de Bayonne. Rapport Final d'Opération de fouille préventive, INRAP Grand Sud Ouest, SRA Nouvelle Aquitaine, 433 p.
- Colonge D. (dir.) (en cours) – Chemin de Jupiter (Bayonne, Pyrénées-Atlantiques). Rapport Final d'Opération de fouille préventive, INRAP Grand Sud Ouest, SRA Nouvelle Aquitaine.
- Coudenneau A. (2013) – *Éléments triangulaires et armes de chasse au Paléolithique moyen. Constats et réflexions à travers l'étude techno-morpho-fonctionnelle de quatre séries d'Europe occidentale*. Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille, 365 p.
- de Heinzelin, J. (1973) – L'industrie du site paléolithique de Maisières-Canal. Brussels, *Mémoires de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique* 171.
- Dinnis R. (2013) – L'Aurignacien de Grande-Bretagne. In : P. Bodu, L. Chehmana, L. Klaric, L. Mevel et S. Soriano (org.), *Le Paléolithique supérieur ancien de l'Europe du Nord-Ouest. Réflexions et synthèses à partir d'un projet collectif de recherche sur le Paléolithique supérieur ancien du Bassin parisien*, séance de la Société préhistorique française, Sens, 15-18 avril 2009. *Mémoire de la Société Préhistorique Française*.
- Di Salvo M., Gadais M., Roche-Woillez G. (2005) – *L'estimation de la densité par la méthode du noyau*, Rapports d'étude du programme Acteur Certu, [en ligne], 2010, 25 p. http://www.observationurbaine.certu.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_cle29b5232.pdf
- Fagnart J.-P. (1988) – Les industries lithiques du Paléolithique supérieur ancien dans le Nord de la France. *Revue Archéologique de Picardie*, numéro spécial 7, 153 p.
- Fagnart J.-P., Coudret P., Antoine P., avec la collaboration de Vallin L., Sellier N., Masson B. (2013) – Le Paléolithique supérieur ancien dans le Nord de la France. In : P. Bodu, L. Chehmana, L. Klaric, L. Mevel, S. Soriano (org.), *Le Paléolithique supérieur ancien de l'Europe du Nord-Ouest. Réflexions et synthèses à partir d'un projet collectif de recherche sur le Paléolithique supérieur ancien du Bassin parisien*, séance de la Société préhistorique française, Sens, 15-18 avril 2009. *Mémoire de la Société Préhistorique Française*.

- Falkner G., Ripken T.-E.-J., -Falkner M. (2002) – Mollusques continentaux de France. Liste de Référence annotée et Bibliographie. *Patrimoines naturels* 52, p. 1-350.
- Fischer A., Vemming Hansen P., Rasmussen P. (1984) – Macro and micro wear traces on lithic projectile points. Experimental results and prehistoric examples. *Journal of Danish Archaeology* 3, p. 19-46.
- Flas D. (2004) – L'atelier de débitage de Maisières dans le contexte de l'aurignacien du nord-ouest de l'Europe. In : Miller R., Haesaerts P., Otte M. (dir.), L'atelier de taille aurignacien de Maisières-Canal (Belgique). *Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège* 110, Liège.
- Font C., Coutard S., Paris C., Hérissou D., Goval E., Loch J.-L. (2016) – Formations superficielles et occupations paléolithiques en France septentrionale : développement et premières applications d'un Système d'Information Géographique (SIG). *Revue Archéologique de Picardie* 1-2, p. 41-68.
- Frechen M., Schweitzer U., Zander A. (1996) – Improvements in sample preparation for the fine grain technique. *Ancient TL* 14, p. 15–17.
- Frechen M., Van Vliet-Lanoë B., Van Den Haute P. (2001) – Upper Pleistocene loess record at Harmignies/Belgium, high resolution terrestrial archive of climate forcing. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 173 (3-4), p. 175-195.
- Frechen M., Oches E.A., Kohfeld K.E. (2003) – Loess in Europe—mass accumulation rates during the Last Glacial Period. *Quaternary Science Reviews* 22 (18-19), p. 1835-1875.
- French H. M. (2007) – *The Periglacial Environment*, Third Edition. John Wiley and Sons Ltd., Chichester, U.K., 458 p.
- French H.-M., Shur Y. (2010) – The principles of cryostratigraphy. *Earth-Science Reviews* 101, p. 190-206.
- Geneste, J.-M., Plisson, H. (1990) – Technologie fonctionnelle des pointes à cran solutréennes : l'apport des nouvelles données de la grotte de Combe Saunière (Dordogne). *Feuilles de Pierre : les Industries à pointes foliacées du Paléolithique Supérieur Européen* 42, p. 293–320.
- Geneste J.-M., Plisson H. (1996) – Production et utilisation de l'outillage lithique dans le Moustérien du Sud-Ouest de la France : Les Tares à Sourzac, Vallée de l'Isle, Dordogne. *Quaternaria Nova* VI, p. 343-367.
- Germain L. (1930-1931) – Mollusques terrestres et fluviatiles. *Faune de France* 21-22. Librairie de la Faculté des Sciences, Paris, 2 vol., 893 p.
- Goval É. (2012) – Peuplements néandertaliens dans le nord de la France : territoires, industries lithiques et occupations humaines durant la phase récente du Paléolithique moyen. *Recherches Archéologiques* 4. CNRS Éditions et INRAP, Paris, 312 p.
- Goval É., Hérissou D. (2006) – Coexistence des chaînes opératoires Levallois et laminaires au sein des assemblages C12 et C de Riencourt-lès-Bapaume (Pas-de-Calais, France). *Notae Praehistoricae* 26, p. 25-39.
- Goval É., Loch J.-L. (2009) – Remontages, systèmes techniques et répartitions spatiales dans l'analyse du site weichselien ancien de Fresnoy-au-Val (Somme, France). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 106 (4), p. 653-678.
- Grün, R. (1989) – Electron spin resonance (ESR) dating. *Quaternary International* 1, p. 65-109.
- 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, p. 237-241.
- Grün, R., Katzenberger-Apel O. (1994) – An alpha irradiator for ESR dating. *Ancient TL* 12, p. 35-38.
- Guadelli J.-L. (1987) – *Contribution à l'étude des zoocénoses préhistoriques en Aquitaine (Würm ancien et interstade würmien)*. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux I, 3 tomes, 568 p., 163 p., 424 p.
- Guadelli J.-L. (1991) – Les chevaux de Solutré (Saône et Loire, France). In : Datation et caractérisation des milieux pléistocènes. Actes symposium 11e RST, Clermont-Ferrand, 1986. *Cahier du Quaternaire* 16, p. 261-336.
- Guadelli J.-L. (1998) – Détermination de l'âge des chevaux fossiles et établissement des classes d'âge. *Paléo* 10, p. 87-93.
- Guérin C. (1980) – Les Rhinocéros (*Mammalia, Perissodactyla*) du Miocène terminal au Pléistocène supérieur en Europe occidentale. Comparaison avec les espèces actuelles. *Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon* 79(1-3), p. 1-1185.
- Guérin G., Mercier N., Adamiec G. (2011) – Dose-rate conversion factors: update. *Ancient TL* 29 (1), p. 5-8.
- Guérin G., Valladas H. (2014) – Cross-calibration between beta and gamma sources using quartz OSL: Consequences of the use of the SAR protocol in optical dating. *Radiation Measurements* 68, p. 31-37.
- Guthrie R. D. (1982) – Mammals of the mammoth steppe as paleoenvironmental indicators. *Paleoecology of Beringia*, 370, 326 p.
- Haesaerts, P. (2004) – Cadre stratigraphique. In : Miller R., Haesaerts P., Otte M. (dir.), L'atelier de taille aurignacien de Maisières-Canal (Belgique). *Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège* 110, Liège.

- Haesaerts P., Van Vliet Lanoë B. (1973) – Evolution d'un permafrost fossile dans les limons du dernier glaciaire à Harmignies (Belgique). *Quaternaire* 10 (3), p. 151-164.
- Haesaerts P., De Heinzelin J. (1979) – Le site paléolithique de Maisières-Canal. Bruges, *Dissertationes Archaeologicae Gandenses* 19.
- Haesaerts P., Juvigné É., Kuyl O., Mûcher H., Roebroeks W. (1981) – Compte rendu de l'excursion du 13 Juin 1981, en Hesbaye et au Limbourg Néerlandais, consacrée à la chronostratigraphie des loess du Pléistocène supérieur. *Annales de la Société Géologique de Belgique* 104, p. 223-240.
- Haesaerts P., Mestdagh H., Bosquet D. (1999) – The sequence of Remicourt (Hesbaye, Belgium): new insights on the pedo- and chronostratigraphy of the Rocourt soil. *Geologica Belgica* 2 (3-4), p. 5-27.
- Hayden B. (dir.) (1979) – *Lithic use-wear analysis*. Proceedings of the Conference held at Department of Archaeology, Burnaby, Canada 16-20 march 1977. Academic Press, New York, 413 p.
- Hérisson D. (2012) – *Étude des comportements des premiers Néandertaliens du Nord de la France. Les occupations saaliennes des gisements de Biache-Saint-Vaast et de Therdonne*, Thèse de doctorat, Université de Lille, 504 p.
- Hext G.R. (1963) – The estimation of second-order tensors, with related tests and designs. *Biometrika* 50 (3-4), p. 353-373.
- Ivanovitch M., Harmon R.-S. (1992) – *Uranium-series Disequilibrium : Applications to Earth, Marine and Environmental Sciences*. 2nd Edition. Oxford, Clarendon Press.
- Jacobi R. M., Higham T. F. G. (2008) – The 'Red Lady' ages gracefully: New ultrafiltration AMS determinations from Paviland. *Journal of Human Evolution* 55, p. 898-907.
- Jacobi R.M., Higham T.F.G., Haesaerts P., Jadin I., Basell L.S. (2010) – Radiocarbon chronology for the Early Gravettian of northern Europe: new AMS determinations for Maisières-Canal, Belgium. *Antiquity*, vol. 84, n°323, p. 26-40.
- Jamet G. (2011) – *La séquence loessique d'Havrincourt (Pas-de-Calais) : Approche analytique d'un enregistrement pédosédimentaire du dernier cycle climatique interglaciaire-glaciaire*, Mémoire de Master 2, Université de Bourgogne, 81 p.
- Jelinek V. (1976) – The statistical theory of measuring anisotropy of magnetic susceptibility of rocks and its application. *Geophysika*, Brno, 88 p.
- Jelinek V. (1981) – Characterization of the magnetic fabric of rocks. *Tectonophysics* 79 (3-4), p. 63-67.
- Juvigné E., Tallier E. Haesaerts P., Pirson S. (2008) – Un nouveau stratotype du Téphra de Rocourt dans la carrière de Romont (Eben/Bassenge, Belgique). *Quaternaire* 19(2), p. 133-139.
- Kadereit A., Kind C.-J., Wagner G.-A. (2013) – The chronological position of the Lohne Soil in the Nussloch loess section – reevaluation for a European loess-marker horizon. *Quaternary Science Reviews* 59, p. 67-86.
- Keeley L.-H., Newcomer M.-H. (1977) – Microwear analysis of experimental flint tools: a test case. *Journal of Archaeological Science* 4, p. 29-62.
- Kerney M.P., Cameron R.A.D., Jungbluth J.H. (1983) – *Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas*, Verlag Paul Parey, Hamburg et Berlin, 384 p.
- Kildea F., Griselin S., Lang L. Souffi B. (2013) – Le Paléolithique supérieur ancien aux marges méridionales du Bassin parisien : le site de la Croix-de-Bagneux à Mareuil-sur-Cher (Loir-et-Cher). In : P. Bodu, L. Chehmana, L. Klaric, L. Mevel et S. Soriano (org.), *Le Paléolithique supérieur ancien de l'Europe du Nord-Ouest. Réflexions et synthèses à partir d'un projet collectif de recherche sur le Paléolithique supérieur ancien du Bassin parisien*, séance de la Société préhistorique française, Sens, 15-18 avril 2009. *Mémoire de la Société Préhistorique Française*.
- Krystufek B., Vohralik V. (2013) – Taxonomic revision of the Palaearctic rodents (Rodentia). Part 2. *Sciuridae: Urocitellus, Marmota and Sciurotomias*, *Lynx* 44, p. 27-138.
- Lagroix F., Banerjee S.K. (2002) – Paleowind directions from the magnetic fabric of loess profiles in central Alaska. *Earth and Planetary Science Letters* 195 (1-2), p. 99-112.
- Lagroix F., Banerjee S.K. (2004) – The regional and temporal significance of primary aeolian magnetic fabrics preserved in Alaskan loess. *Earth and Planetary Science Letters* 225 (3-4), p. 379-385.
- Lanos P., Philippe A. (2015) – *Event model : a robust Bayesian tool for chronological modeling*. HAL Archives ouvertes, 26 p.
- Lanos P., Philippe A., Lanos H., Dufresne P. (2016) – *Chronomodel : Chronological Modelling of Archaeological Data using Bayesian Statistics* (version 1.5), 21 p.
- Lanos P., Philippe A. (2017) – Hierarchical Bayesian Modeling for Combining Dates in Archaeological Context. *Journal de la Société Française de Statistique*, vol. 158 (2), p. 72-88.
- Lautridou J.-P. (1987) – *Le cycle périglaciaire pléistocène en Europe du Nord-Ouest et plus particulièrement en Normandie*, Thèse de Doctorat d'État, Université de Caen, 2 vol., 908 p.
- Legendre S. (1989) – Les communautés de mammifères du Paléogène (Éocène supérieur et Oligocène) d'Europe occidentale : structures, milieux et évolution. *Münchener Geowissenschaftliche Abhandlungen*, (A), 16, p. 1-110.

- Lemorini C. (2000) – Reconnaître des tactiques d'exploitation du milieu au Paléolithique Moyen. La contribution de l'analyse fonctionnelle. *British Archaeological Reports. International Series* 858. 127 p.
- Levi Sala I. (1986) – Use Wear and Post-depositional Surface Modification: A Word of Caution. *Journal of Archaeological Science* 13, p. 229-244.
- Locht, J.-L. (2004) – *Le gisement paléolithique moyen de Beauvais (Oise)*, Thèse de doctorat, Université des Sciences et Technologies de Lille, Villeneuve-d'Ascq.
- Locht J.-L. (2005) – Le Paléolithique moyen en Picardie : état de la recherche. *Revue Archéologique de Picardie* 3-4, p. 27-35.
- Locht J.-L., Guerlin O. (1997) – *Le gisement paléolithique moyen du Bois de la Bocquillère à Attilly (Aisne)*, Rapport d'évaluation, Service Régional de l'Archéologie de Picardie, 51 p.
- Locht J.-L., Antoine P., Auguste P., Caspar P., Depaepe P., Engelmann A., Frechen M., Michel V., Munaut A.-V., Révillon S., Swinnen C. (2002) – Le site de Bettencourt-Saint-Ouen (Somme), cinq occupations du Paléolithique moyen au début de la dernière glaciation. Paris, éd. de la Maison des sciences de l'homme. *Documents d'Archéologie Française* 90, 168 p.
- Locht J.-L., Antoine P., Bahain J.-J., Dwirila G., Raymond P., Limondin-Lozouet N., Gauthier A., Debenham N., Frechen M., Rousseau D.-D., Hatté C., Haesaerts P., Metsdagh H. (2003) – Le gisement paléolithique moyen et les séquences pléistocènes de Villiers-Adam (Val d'Oise, France) : chronostratigraphie, environnement et implantations humaines. *Gallia Préhistoire* 45, p. 1-111.
- Locht J.-L., Antoine P., Auguste P., Bahain J.-J., Debenham N., Falguères C., Farkh S., Tissoux H. (2006) – La séquence loessique pléistocène supérieur de Savy (Aisne, France) : stratigraphie, datations et occupations paléolithiques. *Quaternaire* 17 (3), p. 269-275.
- Locht J.-L., Coutard S., Antoine P., Sellier N., Ducrocq T., Paris C., Guerlin O., Kieffer D., Defaux F., Deschodt L., Limondin-Lozouet N. (2013) – Données inédites sur le Quaternaire et le Paléolithique du nord de la France. *Revue Archéologique de Picardie* 3(4), p. 5-70.
- Locht J.-L., Goval E., Antoine P., Coutard S., Auguste P., Paris C., Hérisson D. (2014) – *Palaeoenvironments and prehistoric populating interactions between the Eemian Interglacial and the end of the Weichselian Middle Pleniglacial in northern France*, acte du colloque de Durham, p. 70-78.
- Ložek V. (1964) – Quartärmollusken der Tschechoslowakei. *Rozprawy Ústředního ústavu geologického* 31, p. 1-374.
- Mallye J.-B., C. Guérin (2002) – Le gisement pléistocène supérieur de la grotte de Jaurens à Nespouls, Corrèze, France : les Mustelidae (Mammalia, Carnivora). *Cahiers scientifiques du Muséum de Lyon* 1, p. 15-53.
- Mansur-Francomme M.-E. (1986) – Microscopie du matériel lithique préhistorique : traces d'utilisation, altérations naturelles, accidentelles et technologiques. Exemples de Patagonie. *Cahiers du Quaternaire* 9. 286 p.
- Marcott S.A., Clark P.U., Padman L., Klinkhammer G.P., Springer S.R., Liu Z., Otto-Bliesner B.L., Carlson A.E., Ungerer A., Padman J., He F., Cheng J., Schmittner A. (2011) – *Ice-shelf collapse from subsurface warming as a trigger for Heinrich events*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 108 (33), p. 13415-13419.
- Matsuoka N. (2011) – Climate and material controls on periglacial soil processes: Toward improving periglacial climate indicators. *Quaternary Research* 75, p. 356-365.
- McBrearty S., Bishop L., Plummer T., Dewar R., Conard N. (1998) – Tools Underfoot: Human Trampling as an Agent of Lithic Artifact Edge Modification. *American Antiquity* 63, 1, p. 108-129.
- Michel A. (2010) – *L'Aurignacien récent (post-ancien) dans le Sud-Ouest de la France : variabilité des productions lithiques. Révision taphonomique et techno-économique des sites de Caminade-Est, abri Pataud, Roc-de-Combe, le Flageolet I, La Ferrassie et Combemenué*, Thèse de doctorat, Université Bordeaux 1, 600 p.
- Miller R., Haesaerts P., Otte M. (dir.) (2004) – L'atelier de taille aurignacien de Maisières-Canal (Belgique). *Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège* 110, Liège.
- Moine O. (2008) – West-European malacofauna from loess deposits of the Weichselian Upper Pleniglacial: compilation and preliminary analysis of the database. *Quaternaire* 19, p. 11-29.
- Moine O. (2011) – Rapport sur la malacofaune des loess du Pléniglaciaire weichsélien moyen et supérieur de Languevoisin (80), INRAP Nord-Picardie, Amiens, 8 p.
- Moine O. (2014) – Weichselian Upper Pleniglacial environmental variability in north-western Europe reconstructed from terrestrial mollusc faunas and its relationship with the presence/absence of human settlements. *Quaternary international* 337, p. 90-113.
- Moine O., Rousseau D.-D., Antoine, P. (2005) – Terrestrial molluscan records of Weichselian Lower to Middle Pleniglacial climatic changes from the Nussloch loess series (Rhine Valley, Germany): the impact of local factors. *Boreas* 34, p. 363-380.
- Moine O., Rousseau D.-D., Antoine P. (2008) – The impact of Dansgaard-Oeschger cycles on the loessic environment and malacofauna of Nussloch (Germany) during the Upper Weichselian. *Quaternary Research* 70, p. 91-104.

- Moine O., Antoine P., Deschodt L., Sellier-Segard N. (2011) – Enregistrements malacologiques à haute résolution dans les loess et les gleys de toundra du Pléniglaciaire weichselien supérieur : premiers exemples du nord de la France. *Quaternaire* 22 (4), p. 307-325.
- Moreau L. (2012) – Le gravettien ancien d'Europe centrale revisité: mise au point et perspectives. *L'anthropologie* 116 (5) p. 609-638.
- Moss, E. (1983) – The functional analysis of flint implements. Pincevent and Pont-d'Ambon, two case studies from the french final Paleolithic. *British Archaeological Reports. International Series*, Oxford 177, 249 p.
- Mourer-Chauviré C. (1980) – Le gisement Pléistocène supérieur de la grotte de Jaurens à Nespouls (Corrèze, France) : les Equidés (*Mammalia, Perissodactyla*). *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon*, 18, p. 17-60.
- Murray A.-S., Wintle A.-G. (2003) – The single aliquot regenerative dose protocol: potential for improvements in reliability. *Radiation Measurements* 37, p. 377-381.
- Murton J.B. (2007) – Periglacial landforms/Ice wedges and icewedges casts. In : Elias, S.A. (ed.). *Encyclopedia of Quaternary Science*, Elsevier, p. 2153-2170.
- Odell G.-H. (1978) – Préliminaires d'une analyse fonctionnelle des pointes microlithiques de Bergumermeer (Pays-Bas). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 75, p. 37-49.
- O'Farrell M. (2004) – Approche fonctionnelle des pointes de la Gravette de Corbiac (Dordogne, France) : fonction du site et modes de chasse. In : Approches fonctionnelles en Préhistoire. Bodu P. et Constantin C. (dir.). Actes du XXVème Congrès Préhistorique de France, Nanterre 24-26 novembre 2000. *Mémoire de la Société Préhistorique Française*, p. 121-138.
- Otte M. (1979) – Le paléolithique supérieur ancien en Belgique, musées royaux d'Art et d'Histoire. *Monographie d'Archéologie Nationale* 5, 684 p.
- Otte M., Noiret P. (2007) – Le Gravettien du nord-ouest de l'Europe. In : Rigaud J.-P. (dir.), Le Gravettien : entités régionales d'une paléoculture européenne. *Paléo* 19.
- Pargeter, J. (2011) – Assessing the macrofracture method for identifying Stone Age hunting weaponry. *Journal of Archaeological Science* 38, p. 2882-2888.
- Paris C., Fagnart J.-P., Coudret P. (2013) – Du Gravettien final dans le Nord de la France ? Nouvelles données à Amiens-Renancourt. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 110 (1), p. 123-126.
- Paris C., Deneuve E., Fagnart J.-P., Coudret P., Antoine P., Peschaux C., Lacarrière J., Coutard S., Moine O., Guérin G. (2017) – Premières observations sur le gisement gravettien à statuettes féminines d'Amiens-Renancourt 1 (Somme), *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 114 (3), p. 423-444.
- Pasquini, A. (2008) – Functional inferences of flint implements of the Mousterian site at La Mouline (St-Astier, Dordogne, France), In : L., Longo (Ed.), Prehistoric Technology 40 years later: Functional studies and the Russian Legacy. Actes du Colloque de Vérone, 20-23 avril 2005. *British Archaeological Reports. International Series*, 1783, p. 497-501.
- Pelegrin J. (2000) – Les techniques de débitage laminaires au Tardiglaciaire : critères de diagnose et quelques réflexions. In : Valentin B., Bodu P., Christensen M., L'Europe centrale et septentrionale au Tardiglaciaire. Actes de la table ronde internationale de Nemours, 14-16 mai 1997. *Association pour la Promotion de la recherche Archéologique en Ile-de-France (A.P.R.A.I.F.)*, Nemours, p. 73-86.
- Pesesse D. (2008) – *Les premières sociétés gravettiennes. Analyse comparée des systèmes lithiques de la fin de l'Aurignacien aux débuts du Gravettien*. Thèse de doctorat, Université d'Aix-en-Provence. 2 vols.
- Pesesse D., Flas D. (2012) – The Maisierian, at the Edge of the Gravettian. *Proceedings of the Prehistoric Society* 78, 2011, p. 95–109.
- Pissart A. (1987) – *Géomorphologie Périglaciaire*, Texte des leçons de la Chaire Franco-belge 1987. Edition du laboratoire de Géomorphologie et Géologie du Quaternaire de l'Université de Liège, 135 p.
- Plisson H., Mauger M. (1988) – Chemical and mechanical alteration of microwear polishes: an experimental approach. *Helinium* XXVIII (1), p. 3-16.
- Prat F. (1968) – *Recherches sur les Équidés pléistocènes en France*, Thèse Doctorat État, Université de Bordeaux, 4 tomes, p. 1-663.
- Prescott J.-R., Stephan L.-G. (1982) – The contribution of cosmic radiation to the environmental Dose for Thermoluminescent Dating, Latitude, Altitude and Depth Dependences. *PACT Journal* (Council of Europe), 6, p. 17-25.
- Prescott J.-R., Hutton J.-T. (1994) – Cosmic ray contribution to dose rates for luminescence and ESR dating: large depths and longterm time variations. *Radiation Measurements* 23, p. 497–500.
- Puisségur J.-J. (1978) – Les mollusques des séries lœssiques à Achenheim. *Recherches géographiques à Strasbourg* 7, p. 71-96.
- Rees-Jones J., Tite M.-S. (1997) – Optical dating results for British archaeological sediments. *Archaeometry* 39 (1), p. 177-187.

- Reimer P.J., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Blackwell L.P.G., Bronk Ramsey C., Buck C.E., Cheng H., Edwards R.L., Friedrich M., Grootes P.M., Guilderson T.P., Haffidason H., Hajdas I., Hatté C., Heaton T.J., Hoffmann D.L., Hogg A.G., Hughen K.A., Kaiser K.F., Kromer B., Manning S.W., Niu M., Reimer R.W., Richards D.A., Scott E.M., Southon J.R., Staff R.A., Turney C.S.M., Van Der Plicht J. (2013) - Intcal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon* 55 (4), p. 1869-1887.
- Révillion S., Tuffreau A. (dir.) (1998) – Les industries laminaires au Paléolithique moyen : actes de la table ronde internationale organisée par l'ERA 37 du CRA-CNRS à Villeneuve-d'Ascq, 13 et 14 novembre 1991. *Dossier de documentation archéologique* 18. CNRS Éditions, Paris, 193 p.
- Robert C., Casella G. (2009) – *Introducing Monte Carlo Methods*, R. Springer Science and Business Media.
- Rocroi J.-P., Bichain J.-M., Gargominy O. (2007) – De Trichia à Trochulus (Gastropoda, Hygromiidae). *MalaCo* 4, p. 150.
- Rots V. (2004) – Prehensile Wear on Flint Tools. *Lithic Technology* 29 (1), p. 7-32.
- Rots V. (2010) – *Prehension and Hafting Traces on Flint Tools: A Methodology*. Leuven University Press, 304 p.
- Rottländer R. (1975) – The formation of patina on flint. *Archaeometry* 17, p. 106-110.
- Sano, K. (2009) – Hunting evidence from stone artefacts from the Magdalenian cave site Bois Laiterie, Belgium: a fracture analysis. *Quartar* 56, p. 67-86.
- Schiermeyer J. (2002) – *Würmzeitliche Lössmollusken aus der Eifel*, Unpublished Doctoral thesis, Universität Düsseldorf.
- Scott K. (1986) – The large mammal fauna. In : P. Callow & J.M. Cornford (eds.), *La Cotte de St-Brelade 1961-1978, Excavations by C.B.M. Mc Burney*. *Geobooks*, Cambridge, 109-137.
- Sellier N., Marcy T., Coutard S., Auguste P., Goval E. (2009) – Havrincourt (Pas-de-Calais), résultats des sondages profonds, Rapport de diagnostic de la ZP-7 du Canal Seine-Nord Europe, Inrap Nord-Picardie, Service Régional de l'Archéologie de Picardie, 45 p.
- Semenov S.-A. (1964) – *Prehistoric technology ; an experimental study of the oldest tools and artefacts from traces of manufacture and wear*. Cory, Adams et Mackay, London. 211 p.
- Shao Q., Bahain J.-J., Fajguères C., Dolo J.-M., Garcia T. (2012) – A new U-uptake model for combined ESR/U-series dating of tooth enamel. *Quaternary Geochronology* 10, p. 406-41.
- Shao Q., Bahain J.-J., Dolo J.-M., Falguères C. (2014) – Monte Carlo approach to calculate US-ESR ages and their uncertainties. *Quaternary Geochronology* 22, p. 99-106.
- Shea J. et Klenck J. D. (1993) – An Experimental Investigation of the Effects of Trampling on the Results of Lithic Microwear Analysis. *Journal of Archaeological Science* 20, p. 175-194.
- Sigaut F. (1991) – Un couteau ne sert pas à couper, mais en coupant. Structure, fonctionnement et fonction dans l'analyse des objets. In : 25 ans d'Etudes Technologiques en Préhistoire : bilan et perspectives. Actes des XI^{ème} Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Juan-les-Pins 18-20 octobre 1990. *Association pour la promotion et la diffusion des connaissances archéologiques*, Sophia Antipolis, p. 21-34.
- Sima A., Kageyama M., Rousseau D.-D., Ramstein G., Balkanski Y., Antoine P., Hatté C. (2013) – Modeling dust emission response to North Atlantic millennial-scale climate variations from the perspective of East European MIS 3 loess deposits. *Climate of the Past* 9, p. 1385-1402.
- Slott-Moller R. (1990) – La faune. In : J. Jaubert et al. (dir.) « *Les chasseurs d'Aurochs de la Borde. Un site du Paléolithique moyen (Livernon, Lot)* ». *Documents d'Archéologie Française* 27, p. 33-68.
- Sommé J., Paepe R., Lautridou J.-P. (1980) – Principes, méthodes et système de la stratigraphie du Quaternaire dans le nord-ouest de la France et la Belgique. In : Chaline J., éd., *Problèmes de stratigraphie quaternaire en France et dans les pays limitrophes. Quaternaire* 1, Dijon, p. 148-162.
- Soressi M., Locht J.-L. (2010) – Les armes de chasse de Neandertal. Première analyse des pointes moustériennes d'Angé. *Archéopages* 28, p. 6-11.
- Texier J.-P., Bertran P., Coutard J.-P., Francou B., Gabert P., Guadelli J.-L., Ozouf J.-C., Plisson H., Raynal J.-P., Vivent D., (1999) – Transit, an Experimental Archaeological Program in Periglacial Environment Problem: Methodology, First Results. *Geoarchaeology* 13 (5), p. 433-473.
- Thiébaud C. (2005) – *Le Moustérien à denticulés : Variabilité ou diversité techno-économique ?*, Thèse de doctorat, Université de Provence, 870 p.
- Thiébaud C., Costamagno S., Coumont M.-P., Mourre V., Provenzano N., Théry-Parisot I. (2010) – Approche expérimentale des conséquences du piétinement des grands herbivores sur les vestiges lithiques et osseux. In : Coumont M.-P., Thiébaud C. et Averbouh A. (éds.), *Mise en commun des approches en taphonomie*. Actes du Workshop 16, XVI^{ème} Congrès de l'UISPP, Lisbonne, septembre 2006. *Paléo*, supplément n°3, p. 109-129.
- Thiébaud C., Claud E., Deschamps M., Discamps E., Soulier M.-C., Mussini C., Costamagno S., Rendu W., Brenet M., Colonge D., Coudenneau A., Gerbe M., Griggo C., Guibert P., Jaubert J., Laroulandie V., Mallye J.-B., Maureille B., Mourre V., Santos F. (2014) – Diversité des productions lithiques du Paléolithique moyen récent (OIS 4 – OIS 3) : enquête sur le rôle des facteurs environnementaux, fonctionnels et culturels. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, p. 281-298.

Tringham R., Cooper G., Odell G., Voytek B., Whitman A. (1974) – Experimentation in the Formation of Edge Damage. A New Approach to Lithic Analysis. *Journal of Field Archaeology* 1 (2), p. 171-196.

Valli A., Guérin C. (2000) – Le gisement pléistocène supérieur de la grotte de Jaurens à Nespouls, Corrèze, France : les Cervidae (Mammalia, Artiodactyla). *Cahiers Scientifiques du Muséum de Lyon* 1, p. 41-81.

Vallin L., Masson B. (2003) – Le gisement moustérien d'Hermies – Le tío Marché. Rapport de fouille programmée, campagne 2002, SRA Nord-Pas-de-Calais, Villeneuve d'Ascq, 34 p.

Vallin L., Masson B., Caspar J.-P., Depiereux E. (2006) – L'outil idéal. Analyse du standard Levallois des sites moustériens d'Hermies (Nord de la France). *Paleo* 18, p. 237-272.

Vallin L., Caspar J.-P., Guillemet G., Masson B., Ozouf J.-C. (2013) – Altérations des artefacts préhistoriques en silex par les processus périglaciaires : présentation des expériences conduites au centre de géomorphologie du CNRS de Caen. *Quaternaire* 24 (3), p. 259-266.

Van Vliet-Lanoë B. (1987) – Dynamique périglaciaire actuelle et passée: Apport de l'étude micromorphologique et de l'expérimentation. *Quaternaire* 3, p. 113-132.

Van Vliet-Lanoë B. (1990) – Le pédocomplexe de Warneton : où en est-on ? Bilan paléopédologique et micromorphologique. *Quaternaire* 1 (1), p. 65-76.

Van Vliet-Lanoë B., Fagnart J.-P., Langhor R., Munaut A.-V. (1992) – Importance de la succession des phases écologiques anciennes et actuelles dans la différenciation des sols lessivés de la couverture lössique d'Europe occidentale : argumentations stratigraphique et archéologique. *Sciences du Sol* 30 (2), p. 75-93.

Vibet M.-A., Philippe A., Lanos P., Dufresne P. (2016) – ChronoModel V1.5 User's manuel.

Wang X.L., Wintle A.G., Du J.H., Kang S.G., Luy .C. (2011) – Recovering laboratory doses using fine-grained quartz from Chinese loess. *Radiation Measurements* 46 (10), p. 1073-1081.

Zaninetti J.-M. (2005) – *Statistique spatiale : méthodes et applications géomatiques*. Lavoisier, Paris, 320 p.

Zilch A., Jaekel S.G.A. (1962) – *Mollusken. Die Tierwelt Mitteleuropas* 2 (1). Quelle & Meyer, Leipzig, 294 p.

RÉSUMÉS

LES CHASSEURS DES STEPPES DURANT LE DERNIER GLACIAIRE EN FRANCE SEPTENTRIONALE

PALÉOENVIRONNEMENT, TECHNO-ÉCONOMIE, APPROCHE FONCTIONNELLE ET SPATIALE DU GISEMENT D'HAVRINCOURT

Chapitre 1 – Présentation et méthodes d'étude

Emilie GOVAL, David HERISSON, Pierre ANTOINE, Sylvie COUTARD,
Olivier MOINE, France LAGROIX, Emilie CLAUD, Caroline FONT

Le site d'Havrincourt se localise dans le nord de la France, en position de versant, à proximité d'un vallon sec appartenant au bassin hydrographique de l'Escaut. Découvert en 2009 dans le cadre des travaux préalables à la construction du canal Seine-Nord Europe, le gisement a fait l'objet de deux fouilles préventives, réalisées par l'Inrap, en 2010 et 2011. Plus de 6 000 m² ont été fouillés permettant la découverte de près de 6 500 artefacts lithiques et 500 restes de faune et éléments de micro-faune. L'objectif de ce premier chapitre est de situer les opérations dans leur contexte géographique et géologique, de présenter les différentes méthodes mises en œuvre sur le terrain et en laboratoire en insistant sur les protocoles d'analyses pour chaque domaine de compétence.

Chapitre 2 – Stratigraphie, paléoenvironnements et chronostratigraphie

Pierre ANTOINE, Guillaume JAMET, Sylvie COUTARD, Olivier MOINE,
Gilles GUERIN, France LAGROIX, Esther SCHMIDT, Vincent ROBERT,
Nick DEBENHAM, Sascha MESZNER, Jean-Jacques BAHAIN, Qungfeng SHAO,
Christophe FALGUERES, Anne-Marie VIBET, Anne PHILIPPE

Sur les deux fouilles, quatorze profils stratigraphiques ont fait l'objet d'un relevé systématique permettant la caractérisation de dix-sept unités sédimentaires principales. Leur analyse a permis la mise en évidence d'une épaisse formation quaternaire, dont l'épaisseur cumulée totale atteint environ 7,50 mètres. Les études multidisciplinaires engagées aboutissent à la mise en évidence d'une nouvelle séquence pédostratigraphique de référence pour le nord de la France, notamment en ce qui concerne le début du Pléniglaciaire inférieur et le Pléniglaciaire moyen.

Ainsi complété, le schéma pédostratigraphique et chronoclimatique régional a permis d'établir des corrélations avec les séquences du Dernier Glaciaire en Europe du Nord-Ouest, principalement la Belgique et l'Allemagne. Les études menées ont également pour conséquence la caractérisation des occupations d'un point de vue environnemental. Ce dernier se révèle typiquement steppique dans la première moitié du Pléniglaciaire moyen, favorable à l'expansion des faunes de grands mammifères et de rongeurs ; plus froid et plus ouvert à l'extrême fin du Pléniglaciaire moyen.

Chapitre 3 – Taphonomie, biochronologie, paléoécologie et présentation du cortège faunique

Emilie GOVAL, David HERISSON, Patrick AUGUSTE, Emilie CLAUD

Trois niveaux d'occupation humaine corrélés au Paléolithique moyen et un niveau corrélé au Paléolithique supérieur ancien ont été découverts lors de la fouille du site d'Havrincourt. Leur localisation sur un versant en pente douce favorisant le piégeage des loess et l'enfouissement rapide des artefacts a favorisé la bonne conservation des assemblages lithique et faunique. Les analyses menées dans le cadre de ce troisième chapitre font le point sur l'état de conservation des pièces lithiques et des restes fauniques. Malgré certains biais taphonomiques identifiés, de nombreux vestiges ont pu nous parvenir permettant une identification anatomique et spécifique sur plus d'une centaine d'ossements. Pour le matériel lithique, l'état de conservation est différent selon les niveaux d'occupation. Si dans certains cas, la recherche et l'interprétation de macro-traces voire de micro-traces d'utilisation est assez aisée, ce n'est pas toujours le cas, le fort développement d'éboulements naturels rendant parfois illisible certaines traces d'utilisation.

Chapitre 4 – Les occupations du Paléolithique moyen

Emilie GOVAL, David HÉRISSEON, Emilie CLAUD, Patrick AUGUSTE,
Jean-Luc LOCHT, Luc VALLIN, Caroline FONT

Trois séries lithiques associées à des éléments fauniques ont été mises au jour à Havrincourt et corrélée au Paléolithique moyen. Elles sont dénommées : Hav.2-N0, Hav.2-N1 et Hav.1-N3, en fonction du secteur de fouille d'où elles proviennent. Bien que ces séries soient numériquement faibles, elles apportent de précieuses indications sur les modes de vie des chasseurs-cueilleurs du début de la dernière glaciation. De par leur position stratigraphique, l'occupation HAV.2-N1 peut être considérée comme étant sub-contemporaine de l'occupation Hav.1-N3, néanmoins la composition de l'industrie lithique est différente en tout point. La première met en évidence un spot de débitage dans le paysage tourné vers l'obtention d'éclats Levallois centripètes, la seconde est caractérisée par la présence exclusive d'éclats Levallois de grandes dimensions sans qu'aucun autre élément de la chaîne opératoire ne nous soit parvenu. L'occupation Hav.2-N1 est interprétée comme une brève halte de débitage à la saison estivale. L'occupation Hav.1-N3 est caractéristique d'une halte de chasse.

Chapitre 5 – L'occupation du Paléolithique supérieur ancien

Clément PARIS, David HÉRISSEON, Patrick AUGUSTE, Emilie CLAUD,
Caroline FONT, Emilie GOVAL,

La série Hav.2-N2 se compose de 6 400 artefacts lithiques associés à 238 restes de faune. Malgré l'importante surface explorée (4 100 m²), le matériel se localise sur 620 m² représenté par quatre concentrations spatialement distinctes. Les espèces fauniques principalement identifiées sont le bison des steppes, le cheval, le renne et le rhinocéros laineux. Les dates radiocarbones et OSL placent la série lithique Hav.2-N2 dans une fourchette chronologique qui, culturellement, englobe la fin de l'Aurignacien et le début du Gravettien. Malgré ce calage chronologique précis, l'attribution chrono-culturelle se heurte à un manque d'éléments typo-technologique. En effet, la particularité de cette série repose sur l'absence d'outils retouchés, sur la qualité médiocre de la matière première. Néanmoins, un important travail de remontage a été effectué permettant l'identification d'activités de débitage *in situ* et d'une chaîne opératoire dominante tournée vers l'obtention de lamelles et de lames de petites dimensions.

Chapitre 6 – Comportements des hommes et modes de vie au Pléistocène supérieur à Havrincourt

Emilie GOVAL, Patrick AUGUSTE, David HÉRISSEON

L'étude du cadre chronostratigraphique particulièrement cohérent (Antoine *et al.*, 2014) et la découverte dans les mêmes lieux à des millénaires de distance d'occupations humaines néandertaliennes et gravettiennes comprenant des industries lithiques et des vestiges mammaliens font d'Havrincourt une nouvelle référence régionale pour suivre la dynamique de l'occupation des territoires au cours du Paléolithique. Ce chapitre est l'occasion de réaliser la synthèse des résultats fauniques en relation avec les données tracéologiques pour chaque niveau d'occupation et aboutis ainsi à une interprétation diachronique de l'ensemble des occupations humaines.

AUTEURS ET ILLUSTRATEURS

AIRVAUX Jean
DAO Lithique
76, route de Bouresse, Mazerolles, 86 320 Lussac-les-Châteaux.
airvaux.jean@wanadoo.fr

ANTOINE Pierre
Laboratoire de géographie physique - Environnements
Quaternaires et Actuels
1 place Aristide Briand, 92 125 Meudon
UMR 8591 CNRS
pierre.antoine@cncs-bellevue.fr

AUGUSTE Patrick
Laboratoire Evolution, Ecologie et Paléontologie
Université de Lille - Sciences et Technologies
59 655 Villeneuve d'Ascq
UMR 8198 CNRS
patrick.Auguste@univ-lille1.fr

BAHAIN Jean-Jacques
Département de Préhistoire du Muséum National
d'Histoire Naturelle
Institut de Paléontologie Humaine
1, rue René Panhard, 75 013 Paris
UMR 7194 CNRS, Paris
bahain@mnhn.fr

BOITARD-BIDAUT Eve
Institut National de Recherches Archéologiques Préventives
18 rue de la Chapelle, 89 510 Passy
eve.boitard-bidaut@inrap.fr

CLAUD Emilie
Institut National de Recherches Archéologiques Préventives
140 avenue du Maréchal Leclerc, CS50036,
33 323 Bègles Cedex 210
UMR 5199 CNRS, PACEA, Pessac
emilie.claud@inrap.fr

COUTARD Sylvie
Institut National de Recherches Archéologiques Préventives
32 avenue de l'Etoile du Sud, 80 440 Glisy
UMR 8591 CNRS, Meudon
sylvie.coutard@inrap.fr

DEBENHAM Nick
Quaternary TL Surveys
19, Leonard Avenue, NG5 2LW Nottingham, Angleterre
n.debenham@qtls.globalnet.co.uk

FALGUERES Christophe
Département de Préhistoire du Muséum National
d'Histoire Naturelle
Institut de Paléontologie Humaine
1, rue René Panhard, 75 013 Paris
UMR 7194 CNRS, Paris
falguere@mnhn.fr

FONT Caroline
Institut National de Recherches Archéologiques Préventives
525 av Pomme de Pin, 45 590 Saint-Cyr-en-Val
caroline.font@inrap.fr

GOVAL Emilie
Drac Hauts-de-France
Service régional de l'archéologie – site d'Amiens
5 rue Henri Daussy, 80 000 Amiens
UMR 7194 CNRS, Paris
emilie.goval@culture.gouv.fr

GUERIN Gilles
Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement
Orme des Merisiers, 91 190 Saint-Aubin
UMR 8212 CNRS, Saint-Aubin
gilles.guerin@lsce.ipsl.fr

HERISSON David
Maison de l'Archéologie et de l'Ethnologie
AnTET
21 allée de l'Université, 92023 Nanterre
UMR 7041 ArScAn
david.herisson@cnrs.fr

JAMET Guillaume
SARL GéoArchEon
30 rue de la Victoire, 55 210 Viéville-sous-les-Côtes
UMR 8591 CNRS, Medon
guillaume.jamet@geoarcheon.fr

LAGROIX France
Institut de Physique du Globe de Paris
1 rue Jussieu, 75 238 PARIS
lagroix@ipgp.fr

LOCHT Jean-Luc
Institut National de Recherches Archéologiques Préventives
32 avenue de l'Etoile du Sud, 80 440 Glisy
UMR 8591 CNRS, Meudon
jean-luc.locht@inrap.fr

MESZNER Sascha
Lehrstuhl Physische Geographie, Institut für Geographie
TU Dresden, DE-01 062 Dresden, Allemagne
sascha.meszner@tu-dresden.de

MOINE Olivier
Laboratoire de géographie physique - Environnements
Quaternaires et Actuels
1 place Aristide Briand, 92 125 Meudon
UMR 8591 CNRS
Olivier.moine@cnrs-bellevue.fr

MONNET Claude
Laboratoire Evolution, Ecologie et Paléontologie
Université de Lille - Sciences et Technologies
59 655 Villeneuve d'Ascq
UMR 8198 CNRS
claudemonnet@univ-lille1.fr

PARIS Clément
Institut National de Recherches Archéologiques Préventives
Parc d'activités, Avenue du Parc, 60 400 Passel
UMR 7041 CNRS, Paris
clement.paris@inrap.fr

PHILIPPE Anne
UFR Sciences et techniques
Département de Mathématiques
2 rue de la Houssinière, 44322 Nantes
Anne.Philippe@univ-nantes.fr

ROBERT Vincent
Laboratoire de géographie physique - Environnements
Quaternaires et Actuels
1 place Aristide Briand, 92 125 Meudon
UMR 8591 CNRS
vincent.robert@cnrs-bellevue.fr

SCHMIDT Esther
Laboratoire des Sciences du Climat et l'Environnement
Domaine du CNRS, avenue de la Terrasse
91 198 Gif-sur-Yvette
esther.schmidt@lscce.ipsl.fr

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

VALLIN Luc
Drac Hauts-de-France
Service régional de l'archéologie – site de Lille
3 rue Lombard, 59 000 Lille
luc.vallin@culture.gouv.fr

VIBET Anne-Marie
UFR Sciences et techniques
Département de Mathématiques
2 rue de la Houssinière, 44322 Nantes
Marie-Anne.Vibet@univ-nantes.fr