



**HAL**  
open science

## La minière de Ri (Orne)

Emmanuel Ghesquiere, Cyril Marcigny, François Charraud

► **To cite this version:**

Emmanuel Ghesquiere, Cyril Marcigny, François Charraud (Dir.). La minière de Ri (Orne) : Extraction de silex et production de haches au Néolithique moyen. Inrap. CNRS Éditions, 418 p., 2021, Recherches archéologiques 20, 978-2-271-13716-6. hal-03462985

**HAL Id: hal-03462985**

**<https://inrap.hal.science/hal-03462985>**

Submitted on 20 Feb 2023

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

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

# La minière de Ri (Orne)

## Extraction de silex et production de haches au Néolithique moyen

Sous la direction d'Emmanuel Ghesquière,  
Cyril Marcigny et François Charraud





RECHERCHES ARCHÉOLOGIQUES  
20

*sous la direction de*  
Emmanuel Ghesquière, Cyril Marcigny et François Charraud

# La minière de Ri (Orne)

Extraction de silex et production de haches  
au Néolithique moyen

**INRAP**

121, rue d'Alésia – 75014 Paris

**CNRS ÉDITIONS**

15, rue Malebranche – 75005 Paris

La collection « Recherches archéologiques » publie, à destination de la communauté scientifique, des monographies et des synthèses issues d'opérations d'archéologie préventive menées par l'Institut national de recherches archéologiques préventives. Ces travaux se distinguent par le caractère majeur des sites étudiés, leur aspect novateur, en termes méthodologiques ou scientifiques, ou encore l'ampleur du territoire pris en compte.

#### Comité éditorial

Marc Bouiron (Inrap), Ivan Ferrareso (Inrap), Catherine Chauveau (Inrap), Thérèsia Duvernay (Inrap), François Fichet de Clairfontaine (ministère de la Culture), Dominique Garcia (Inrap), un représentant de CNRS Éditions.

#### Comité de lecture

Véronique Abel (Inrap), Reginald Auger (université Laval de Montréal), Marie-Christine Bailly-Maitre (CNRS), Jean-François Berger (CNRS), Geertrui Blancquaert (SRA Champagne-Ardenne), Élise Boucharlat (ministère de la Culture), Françoise Bostyn (Université de Paris I), Jean Bourgeois (université de Gand), Dominique Castex (CNRS), André Delpuech (musée de l'Homme), Matthieu Honegger (université de Neuchâtel), Gilbert Kaenel † (université de Lausanne), Jacques Jaubert (université de Bordeaux), Florence Journot (université de Paris I), Sophie Liegard (département de l'Allier), Foni Le Brun-Ricalens (Musée du Luxembourg), Élisabeth Lorans (université de Rouen), Claude Mordant (université de Bourgogne), Claude Raynaud (CNRS), Gilles Sauron (université de Paris IV), Stéphane Sindonino (Inrap), Marc Talon (ministère de la Culture), Jacques Tarrête, Laurence Tranoy (université de La Rochelle), Boris Valentin (université de Paris I), Christian Verjux (ministère de la Culture), Eugène Warmenbol (université libre de Bruxelles).

#### Inrap

Dominique Garcia, président exécutif  
Daniel Guérin, directeur général délégué  
Marc Bouiron, directeur scientifique et technique  
Thérèsia Duvernay, directrice du développement culturel et de la communication

#### Direction éditoriale

Catherine Chauveau, Inrap

#### Secrétariat d'édition

Marie-Agnès Jassionnesse

#### Mise au net des figures et mise en page

Virginie Teillet

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie, 20 rue des Grands Augustins, F – 75006 Paris.

© Inrap/CNRS ÉDITIONS, Paris, 2021

ISBN : 978-2-271-00000-0

ISSN : 2118-6472

# Sommaire

.....

|  |    |
|--|----|
| Auteurs, contributeurs et collaborateurs.....                              | 7  |
| Chapitre 1. CADRE DE L'ÉTUDE.....  | 9  |
| <b>La fouille préventive de Ri</b> .....                                   | 10 |
| Problématique de l'étude.....  | 10 |
| Caractéristiques de la fouille.....  | 10 |
| <b>Contexte archéologique</b> .....  | 13 |
| La plaine d'Argentan au Néolithique.....                                   | 13 |
| Les mines en Normandie: rappel historiographique.....                      | 22 |
| <b>Modalités de l'intervention</b> .....                                   | 27 |
| Mise en œuvre sur le terrain.....  | 27 |
| Le décapage.....   | 28 |
| La fouille et l'étude.....   | 29 |
| Les expérimentations.....  | 33 |
| <b>Contexte géologique général</b> .....                                   | 35 |
| Les formations superficielles quaternaires.....                            | 36 |
| Les formations alluviales.....   | 36 |
| Les formations colluviales.....  | 36 |
| Les formations éoliennes.....  | 37 |
| Les formations résiduelles.....  | 37 |
| Les résultats des études de terrain.....                                   | 37 |
| Méthodologie.....  | 37 |
| Les deux coupes réalisées dans la zone centrale.....                       | 37 |
| <b>Une lecture stratigraphique macroscopique</b> .....                     | 41 |
| La succession stratigraphique.....   | 41 |
| Les divers types de blocs de silex.....                                    | 44 |
| La grande coupe stratigraphique.....                                       | 44 |
| Corrélations stratigraphiques.....   | 57 |
| <b>Le silex de Ri: caractérisation par l'analyse pétro-mécanique</b> ..... | 59 |
| L'analyse pétro-structurale.....   | 59 |
| Les qualités mécaniques et les structures.....                             | 62 |
| Synthèse.....  | 63 |

|   |           |
|---|-----------|
| Chapitre 2 – CONTRAINTES, TECHNIQUES ET CHRONOLOGIE DE L'EXTRACTION . . . . .                 | 65        |
| <b>Les structures d'extraction . . . . .</b>  | <b>65</b> |
| Les fosses . . . . .  | 66        |
| Les fosses d'extraction à ciel ouvert . . . . .   | 67        |
| Les fosses d'extraction à chambre . . . . .   | 67        |
| Les puits de profondeur moyenne . . . . .   | 71        |
| Les puits profonds . . . . .  | 77        |
| Les puits très profonds . . . . .   | 79        |
| Le réseau d'extraction . . . . .  | 80        |
| Les remplissages . . . . .  | 83        |
| Les foyers . . . . .  | 85        |
| Les amas de débitage . . . . .  | 89        |
| Les amas en tête de puits . . . . .   | 89        |
| Les amas dans les chablis . . . . .   | 90        |
| Les amas dans la couche limoneuse . . . . .   | 90        |
| L'amas « principal » . . . . .  | 93        |
| <i>Encadré. Expérimentation: le façonnage des haches</i> . . . . .                            | 96        |
| <b>L'outillage minier . . . . .</b>   | <b>98</b> |
| <i>Encadré. Expérimentation: les traces laissées par les outils en bois de cerf</i> . . . . . | 100       |
| Une forte représentation des outils en bois de cerfs . . . . .                                | 101       |
| Corpus . . . . .  | 101       |
| Méthodologie de fouille . . . . .   | 102       |
| Méthodologie d'étude . . . . .  | 102       |
| État de conservation . . . . .  | 103       |
| État général des bois . . . . .   | 103       |
| Traces biologiques affectant les bois . . . . .   | 103       |
| Étude des outils . . . . .  | 104       |
| Choix des supports, origine des outils sur bois et latéralisation . . . . .                   | 104       |
| Typologie . . . . .   | 108       |
| Les outils utilisés en percussion lancée . . . . .  | 109       |
| <i>Encadré. Expérimentation: la réalisation des outils en bois de cerf</i> . . . . .          | 118       |
| Les outils utilisés en percussion posée . . . . .   | 120       |
| Les outils passifs . . . . .  | 124       |
| Les chutes . . . . .  | 125       |
| Chaîne opératoire de fabrication des bois de cerf . . . . .                                   | 125       |
| Traces associées aux techniques de transformation . . . . .                                   | 125       |
| Traces de façonnage . . . . .   | 129       |
| Répartition des outils . . . . .  | 131       |
| Dans les puits . . . . .  | 140       |
| Par section dans la minière . . . . .   | 140       |
| Conditions d'abandon . . . . .  | 142       |
| Comparaisons . . . . .  | 144       |
| Bois de chute ou bois de massacre . . . . .   | 144       |
| Latéralité . . . . .  | 145       |
| Traces de débitage par sectionnement . . . . .  | 146       |
| Outillage minier . . . . .  | 147       |



|  |     |
|--|-----|
| <b>Les vestiges archéozoologiques</b> .....  | 149 |
| La méthodologie mise en œuvre .....  | 149 |
| L'identification ostéologique .....  | 149 |
| Les méthodes de quantification .....   | 150 |
| Estimation de l'âge et de la stature des individus .....                                       | 150 |
| L'analyse des restes osseux .....  | 151 |
| Les animaux domestiques .....  | 151 |
| Les espèces sauvages .....   | 151 |
| La répartition anatomique des restes osseux .....  | 152 |
| Les parties anatomiques de mouton .....  | 152 |
| Étude de la malacofaune terrestre .....  | 153 |
| <b>La datation des puits</b> .....   | 155 |
| Les éléments céramiques .....  | 155 |
| Les datations isotopiques .....  | 156 |
| Résultats .....  | 157 |
| Interprétations chronologiques .....   | 158 |
| Approche spatiale des datations .....  | 158 |
| <b>Conclusions</b> .....   | 160 |
| <br>   |     |
| <b>Chapitre 3 – LA PRODUCTION ISSUE DE LA MINIÈRE</b> .....                                    | 163 |
| <b>Les études lithiques en contexte minier: un premier bilan documentaire</b> .....            | 163 |
| <b>Méthode d'étude des industries lithiques</b> .....  | 167 |
| Principe et mise en œuvre .....  | 168 |
| Gestion du mobilier sur le terrain .....   | 168 |
| Gestion du mobilier à la post-fouille .....  | 169 |
| Analyse des déchets de production .....  | 169 |
| Classification des ébauches de hache .....   | 169 |
| Classification des éclats de façonnage de haches .....   | 172 |
| Reconnaissance des techniques de fracturation .....  | 173 |
| <i>Encadré. Expérimentation: la technique d'ouverture des rognons dits « réguliers »</i> ..... | 176 |
| Classification des outils miniers .....  | 180 |
| Un outillage expédient .....   | 180 |
| Vocabulaire descriptif .....   | 180 |
| Moyens d'observation et traitement des vestiges .....  | 181 |
| <b>Le façonnage des haches</b> .....   | 181 |
| Composition de l'assemblage étudié .....   | 181 |
| Déroulement du façonnage, du nodule à la préforme .....  | 182 |
| L'obtention des supports d'ébauches .....  | 182 |
| Le façonnage des ébauches .....  | 184 |
| <i>Encadré. Expérimentation: la production d'une hache à partir d'un éclat</i> .....           | 186 |
| <i>Encadré. Expérimentation: le façonnage d'une hache sur pan latéral</i> .....                | 189 |
| La finition .....  | 193 |
| Caractères des éclats de façonnage .....   | 194 |
| Une production d'éclats .....  | 208 |
| Niveau technique et organisation sociale .....   | 212 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>L'outillage en silex</b> .....   | 214 |
| Les ébauches et préformes bifaciales. ....  | 216 |
| Les traces d'usure. ....  | 216 |
| <i>Encadré. Expérimentation: la question des pièces impliquées dans le creusement:</i>                  |     |
| <i>critères expérimentaux de diagnose fonctionnelle</i> .....   | 220 |
| Bilan fonctionnel des ébauches et préformes .....   | 221 |
| Les outils liés à l'extraction .....  | 222 |
| Les pièces esquillées .....   | 222 |
| Les enveloppes corticales retouchées, un outil inédit .....   | 223 |
| Les pièces à retouches latérales. ....  | 231 |
| Autres outils sur éclats .....  | 234 |
| Les outils de percussion .....  | 237 |
| Quelques outils particuliers .....  | 241 |
| Conclusions .....   | 244 |
| Fonction des outils lithiques dans le complexe minier .....   | 244 |
| Déterminisme environnemental et choix culturels .....   | 245 |
| Un outillage spécifique au contexte minier .....  | 246 |
| <b>Répartition des vestiges lithiques</b> .....   | 247 |
| <br>Chapitre 4 – STRUCTURE, ÉCONOMIE ET STATUT DES PRODUCTIONS ET DE LA MINIÈRE.....                    | 253 |
| <b>Statut de la minière de Ri dans le phénomène minier au Néolithique</b> .....                         | 253 |
| Ri et les autres minières de Normandie .....  | 253 |
| Les ensembles miniers de Bretteville-le-Rabet/Soignolles et Olendon .....                               | 254 |
| Les « Mines de Soumont » .....  | 255 |
| La minière de Ri en Europe .....  | 257 |
| Comparaison des modes de creusement .....   | 257 |
| Comparaison des outils et procédés d'extraction .....   | 258 |
| <b>Rendement de l'extraction et de la production</b> .....  | 260 |
| Le rendement de l'exploitation. ....  | 260 |
| <i>Encadré. Expérimentation: la production de préformes de haches sur une douzaine de rognons</i> ..... | 261 |
| Évaluation de la production à l'échelle de la minière .....   | 265 |
| Caractéristiques des produits finis .....   | 267 |
| Le polissage et la diffusion des haches .....   | 270 |
| <b>La structuration de la production des haches au sein du complexe minier</b> .....                    | 272 |
| <i>Encadré. Les creusements expérimentaux</i> .....   | 274 |
| <b>Conclusion</b> .....   | 280 |
| <br>Bibliographie .....   | 281 |
| Catalogue raisonné des bois de cerfs .....  | 287 |
| Catalogue descriptif des puits. ....  | 311 |

## Auteurs

Emmanuel GHESQUIÈRE, Inrap Grand Ouest, UMR 6566-CReAAH

Cyril MARCIGNY Inrap Grand Ouest, UMR 6566-CReAAH

François CHARRAUD, Inrap Grand Ouest, UMR 8215 Trajectoires

### Avec les contributions de :

Anna BAUDRY (archéozoologie), Inrap Grand Sud-Ouest, UMR 6566-CReAAH

Valérie DELOZE (géologie), Inrap Grand Ouest, UMR 6566-CReAAH

Catherine DUPONT (malacologie), CNRS, UMR 6566-CReAAH

Nicolas FROMONT (expérimentation creusement des puits), Inrap Grand Ouest, UMR 8215-Trajectoires

Erik GALLOUIN (photographies de terrain et des bois de cerfs du catalogue)

David GIAZZON (étude des puits), Inrap Grand Ouest

Sébastien GIAZZON (expérimentation lithique), Inrap Grand Ouest

Laurent JUHEL (étude lithique), Inrap Grand Ouest, UMR 6566-CReAAH

Jean LADJADJ (expérimentation creusement des puits), ATIPIC

Rodrigue TSOBGOU-AHOUE (géologie et pétrographie), Inrap Grand Ouest

### Avec les collaborations de :

Stéphanie CLÉMENT-SAULEAU, Inrap Grand Ouest (gestion du mobilier et remontage céramique)

Laurent VIPARD, Inrap Grand Ouest (topographie et géomatique)

Jean-Marc PALLUAU, Inrap Grand Ouest (dessins)

Dominique PROST, Inrap Grand Ouest, UMR 6566-CReAAH (dessins lithiques)

Erik GALLOUIN, Inrap Grand Ouest (photographies de terrain)

Johanne LAUTRIDOU, Inrap Grand Ouest (corrections textes et figures)





# Chapitre 1

## Cadre de l'étude

.....

François Charraud, Emmanuel Ghesquière, Cyril Marcigny  
Avec la collaboration de Valérie Deloze (géologie)  
et de Rodrigue Tsobgou-Ahoupe (statigraphie et minéralogie)

La découverte à Ri, sur le tracé de l'autoroute A88 (Caen – Sées), d'une vaste minière de silex datée du Néolithique (diagnostic Emmanuel Ghesquière, Inrap) a nécessité la réalisation d'une fouille archéologique sur deux hectares avant la destruction des vestiges par l'aménagement routier (fouille conduite par Cyril Marcigny, Inrap). Dans tous les sens, cette fouille est le chantier de la mesure, avec ses 600 puits de mines (sur un total estimé entre 5 000 et 7 000), des plus modestes aux plus imposants. Contrairement à d'autres minières fouillées en France, la fouille totale du site était l'objectif que nous nous étions fixé et auquel nous nous sommes tenus. Cinquante puits ont ainsi été fouillés à la main et 450 à la pelle mécanique; plus de 250 ont fait l'objet d'un relevé de coupe. Le mobilier se ressent de cette fouille intégrale avec la découverte de 427 éléments en bois de cerf, outils de creusement ou chutes, souvent fragmentés du fait de la fouille mécanique mais dans l'immense majorité identifiables. Les amas de débitage, au nombre de 70 dans les bouchons des puits, ont fait l'objet d'une fouille pour une cinquantaine d'entre eux, permettant le traitement en simultané, au centre archéologique de Bourguébus, de plus de 11 tonnes de silex, dont 6 tonnes ont été étudiées et dont seule une partie sera conservée après la postfouille. À l'issue de leur étude, près de 400 ébauches de hache à des stades divers de finition ont été identifiées et plus de 500 outils utilisés dans le cadre de l'exploitation. De nombreuses expérimentations ont également pu être réalisées sur place durant la fouille (creusement de puits, taille d'ébauches de hache, débitage de bois de cerf) dans le cadre, mais pas seulement, d'une journée portes ouvertes qui a attiré près de 2 000 visiteurs sur ce site en pleine campagne. Cette fouille a donné l'opportunité rare de caractériser sur une grande échelle un système d'extraction minière néolithique ainsi que la production d'outils qui s'y rapporte. L'étude du site s'est employée à croiser les compétences nécessaires pour restituer dans toutes ses composantes une part primordiale du système technique néolithique. Cela a impliqué non seulement une étude des puits ainsi que de la minière dans son ensemble mais également de tous les éléments mobiliers afférents, qu'il s'agisse des outils de creusement (bois de cerf, silex) ou de destination de la minière (ébauches de hache). Le volet expérimental vient par ailleurs proposer des pistes de réflexion par rapport à l'ensemble des éléments exhumés, qu'il s'agisse de l'extraction comme de la réalisation d'ébauches de hache.

## La fouille préventive de Ri

### Problématique de l'étude

Le renouveau des études consacrées à l'économie des premiers agriculteurs, et plus particulièrement aux comportements vis-à-vis des matières premières minérales, tend à placer la minière de Ri comme l'un des rares jalons susceptibles d'apporter un éclairage nouveau sur les phénomènes de production de masse et de diffusion du silex tant vers l'Armorique que le Bassin parisien. L'importance du site au regard des problématiques actuelles a conduit à réaliser une fouille préventive de l'ensemble des structures sur la totalité de l'emprise affectée par les travaux d'aménagement. Ainsi le parti pris a été de fouiller la quasi-intégralité des puits découverts lors du décapage, à l'exception de ceux incomplets en limite d'emprise dont la fouille risquait de déstabiliser les surfaces situées en dehors de l'emprise des travaux autoroutiers.

La fouille de Ri a permis de caractériser une minière néolithique de Normandie avec des moyens, propres à l'archéologie préventive, inédits à l'époque des travaux de B. Edeine (1961, 1963) et de J. Desloges (1986) sur les mines de silex de la plaine de Caen. Si l'on tient compte de la surface explorée, de la qualité et de la quantité des échantillons, on conçoit pourquoi Ri est rapidement devenu un référentiel essentiel des études de sites miniers. Il était également essentiel de mener à bien l'édition de cette monographie. L'étude de Ri se confronte aux questionnements habituels aux contextes miniers, énoncés par d'autres chercheurs (Binder *et al.* 1990; Pelegrin 1995) : il s'agit de déterminer les procédés d'acquisition de la matière première et comment celle-ci est taillée et acheminée vers les habitats.

L'ampleur et l'impact du phénomène minier sont considérables au Néolithique, reflétant des modalités spécifiques d'occupation des territoires, modalités également reflétées par la répartition des productions au sein des différents sites plus ou moins éloignés des gîtes, eux-mêmes de statut fonctionnel varié. À plus forte raison, les plaines jurassiques bas-normandes sont un territoire privilégié pour l'étude de ce phénomène, où plusieurs complexes miniers ont pu être circonscrits sur des dizaines d'hectares (Charraud 2013).

Caractériser l'exploitation minière suppose : de déterminer ce qui a motivé l'extraction (qualité, abondance, résistance ou aptitude à la taille des matériaux extraits) ; d'évaluer les contraintes géologiques, géographiques et techniques de l'extraction ; de définir les modalités techniques de l'extraction (morphologie des structures d'extraction, stratégies d'exploitation/creusement, caractérisation de l'outillage minier) ; de caractériser les productions associées. Ce dernier objectif doit faire face à une propriété quasi invariable des sites de production : les produits recherchés sont absents. Ils sont indirectement représentés par les déchets et pièces techniques, ébauches ou produits brisés lors du débitage ou du façonnage. À Ri, ils trahissent une activité exclusive de façonnage de haches.

### Caractéristiques de la fouille

Le tracé de l'A88 contourne l'agglomération d'Argentan par l'ouest, sur la bordure nord-ouest du Massif armoricain à son contact avec le Bassin de Paris représenté ici par les campagnes<sup>1</sup> d'Écouché et d'Argentan. Ces dernières correspondent à une série de plateaux façonnés sur les calcaires jurassiques qui apparaissent disséqués par des vallées sèches à des altitudes s'échelonnant

.....  
1. Campagne : pays de champs ouverts, par opposition au bocage cloisonné de haies (Ménillet, Gérard 1997).

Fig. 1. Localisation du site et implantation topographique (crédits L. Vipard, Inrap).

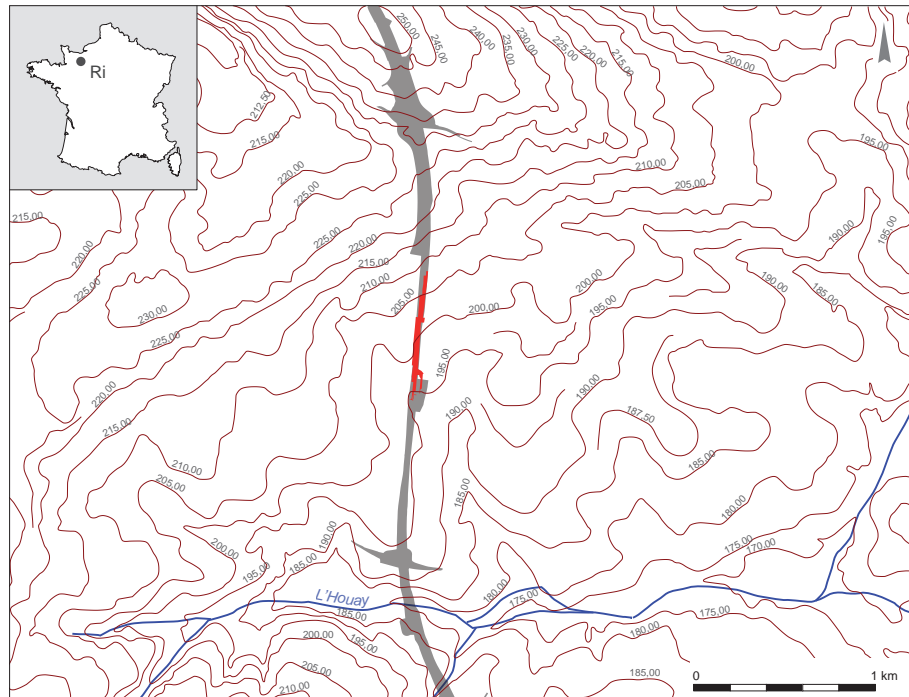
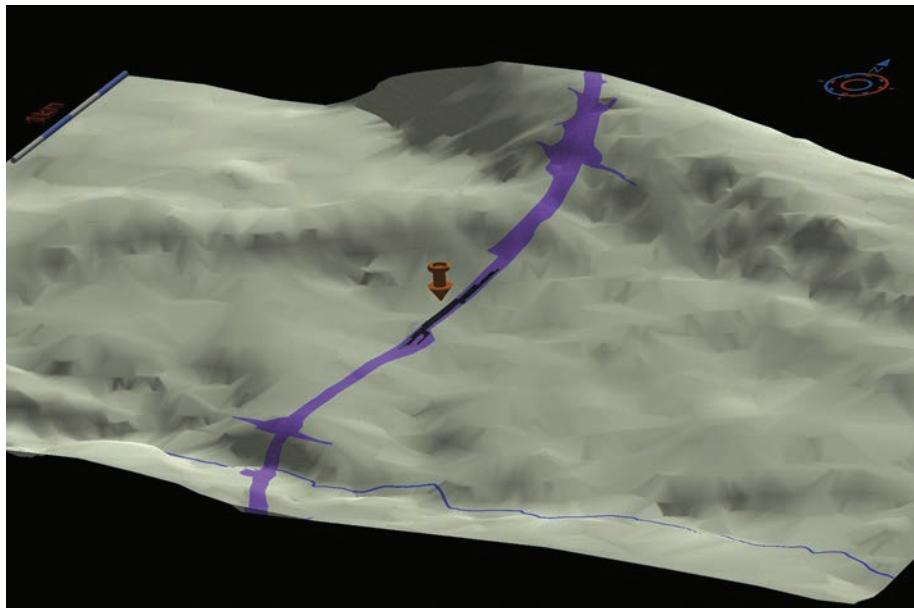


Fig. 2. Implantation du fuseau routier et de la zone de fouille sur une modélisation 3D de la topographie du site (crédits L. Vipard, Inrap).



.....  
 2. Surface de grandes dimensions à peu près plane, parcourue par des cours d'eau à faible pente, et qui résulte de l'action prolongée de l'érosion et en constitue le stade final en l'absence de rajeunissement du relief (Foucault, Raoult 1992).

entre +165 et +230 m NGF (Ménillet *et al.* 1997). Cette partie de la plaine sédimentaire présente un relief peu accusé à l'exception de la vallée de l'Orne (fig. 1 et 2) et apparaît même déprimée par rapport aux paléoreliefs formés par les grès paléozoïques de la zone bocaine au nord et de la forêt d'Écouves au sud. La faiblesse du relief dans cette partie de la pénéplaine<sup>2</sup> hercynienne est ancienne et a permis aux transgressions jurassiques d'avancer largement sur le socle (Kuntz *et al.* 1989).





*Fig. 3. Vue aérienne de la fouille (crédits H. Paitier, MCC).*



La zone de fouille couvre presque 2 hectares à environ 1 km au nord-est de Ri (Orne)<sup>3</sup>. Elle recoupe un versant dont les altitudes sont comprises entre +200 et +205 m NGF et dont la pente est inclinée vers le sud-est, en direction de la vallée de l'Houay, affluent de rive droite de l'Orne avec laquelle il conflue un peu plus au sud. L'opération de fouilles a consisté en un décapage de 730 m de long et de 40 à 50 m de large; la surface totale ouverte est de 22 300 m<sup>2</sup> (fig. 3 à 5). La mine de silex n'était jusque-là connue que par des prospections pédestres (P. Lorren, Fromont 2004). Les résultats ont alimenté une très large problématique sur l'acquisition en matière première siliceuse au cours de la Préhistoire, abondée à l'échelle européenne par les nombreuses mines de silex fouillées depuis près d'un siècle (fig. 6) et documentée à l'échelle de la région par les travaux menés par Jean Desloges depuis les années 1980.

## Contexte archéologique

### La plaine d'Argentan au Néolithique

La fouille de la minière de Ri s'inscrit dans la lignée de la fouille de plusieurs sites du Néolithique moyen II autour d'Argentan ces dernières années (Ghesquière *et al.* 2012). La mise en évidence de ces sites a entraîné une réflexion sur l'occupation de cet espace géographique au Néolithique moyen II (Ghesquière, Marcigny 2014). Les sites collectifs (minière, enceinte, mégalithes) semblent agréger les occupations en deux groupes distincts, le premier exploitant le silex dans le cadre de la fabrication de haches, le second exploitant les roches vertes, dolérite et cornéenne (fig. 7). La proximité de ces deux groupes, leur regroupement chacun dans un rayon de quelques kilomètres autour de leur structure d'exploitation surprend sur un espace aussi réduit (120 km<sup>2</sup>) enserré par des zones naturelles structurantes sous-tendues de terres aux potentialités agricoles limitées (forêt, Massif armoricain, Orne).

La plaine d'Argentan nord est une entité géographique reconnue, qui est le prolongement de la plaine de Caen/Falaise et qui se prolonge ensuite vers les plaines plus étroites de Sées et d'Alençon. Elle présente des reliefs peu prononcés et un recouvrement limoneux important qui en fait actuellement une terre de grandes cultures (céréales, colza, lin), avec des accumulations de limon de plus d'un mètre d'épaisseur. Ce secteur est limité par plusieurs frontières naturelles qui créent un espace triangulaire d'une douzaine de kilomètres de côté. Le côté ouest/nord-ouest est limité par la bordure du Massif armoricain qui prend la forme d'un encaissement prononcé de la vallée de l'Orne (« Suisse normande ») et de l'Houay (collines du Houlme). Le sud est limité par la vallée de l'Orne faiblement encaissée et partiellement marécageuse. Enfin, le nord/nord-est est limité par une remontée gréseuse sur laquelle s'est implantée une forêt (forêt de Gouffern, bois de Saint-André). Quelques rivières affluentes de l'Orne et la dépression de Vaux-le-Bardoult constituent également des éléments remarquables dans cette entité. Actuellement, ce secteur est occupé par des villages entre lesquels les habitats (fermes) sont isolés et peu nombreux. Les pentes affectant cette plaine sont généralement limitées à 1 %, sauf au contact direct des cours d'eau, ces derniers étant un peu plus encaissés.

.....  
3. L'opération, prescrite par l'État (dossier suivi par J. Desloges, SRA), a été réalisée par L'Inrap en six mois.

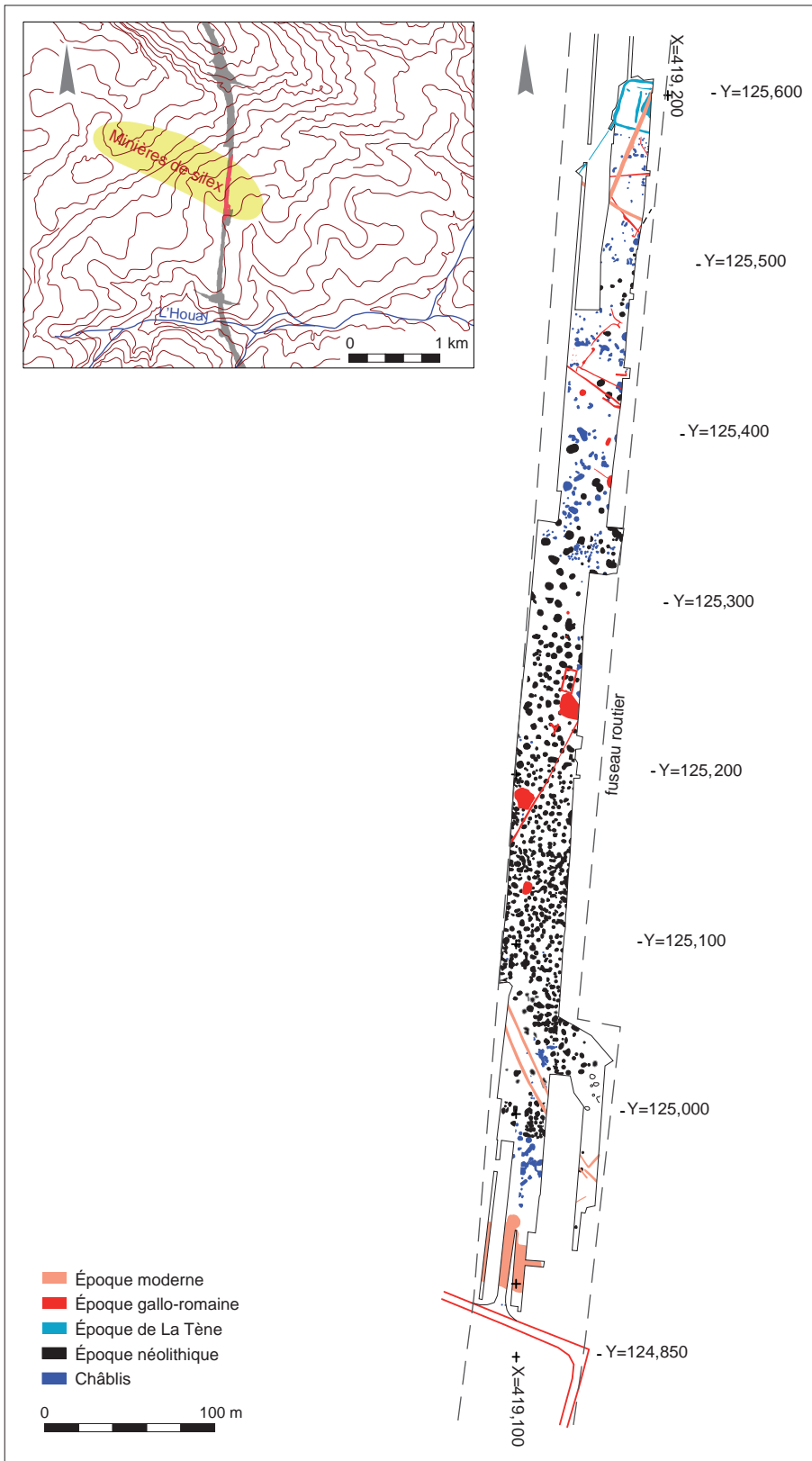
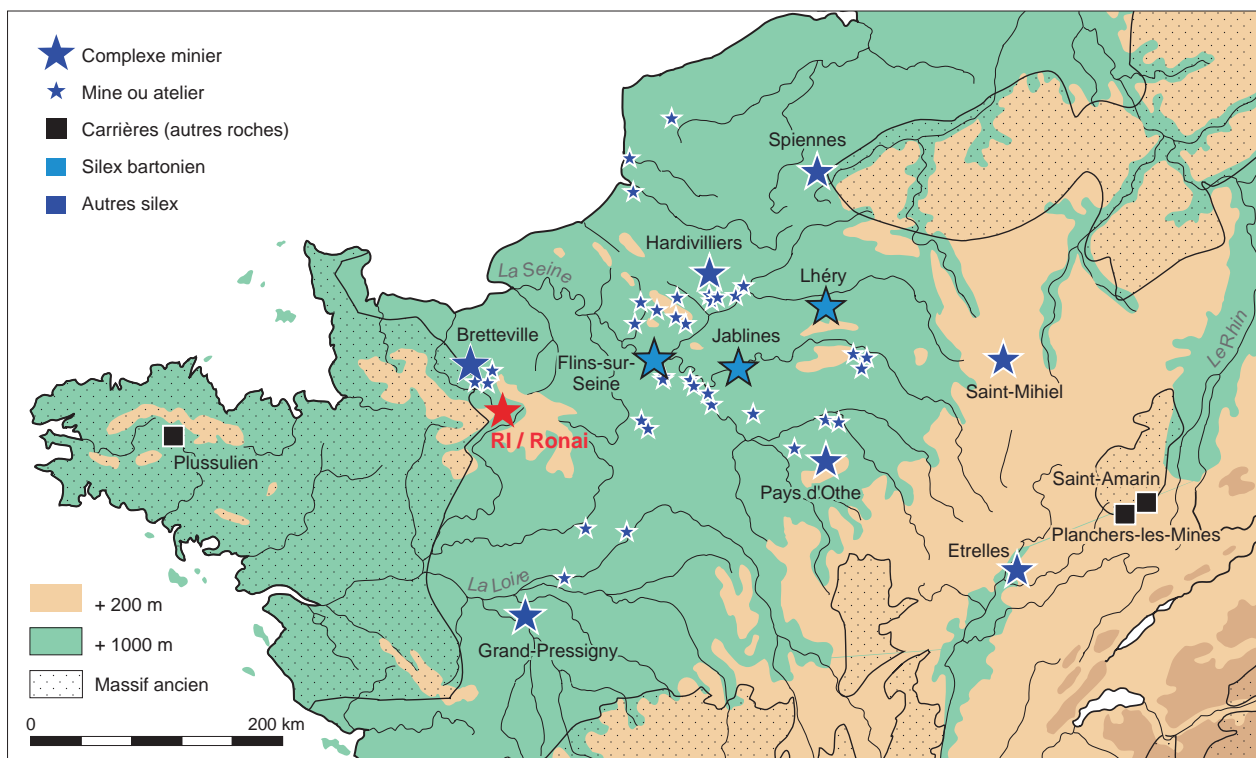
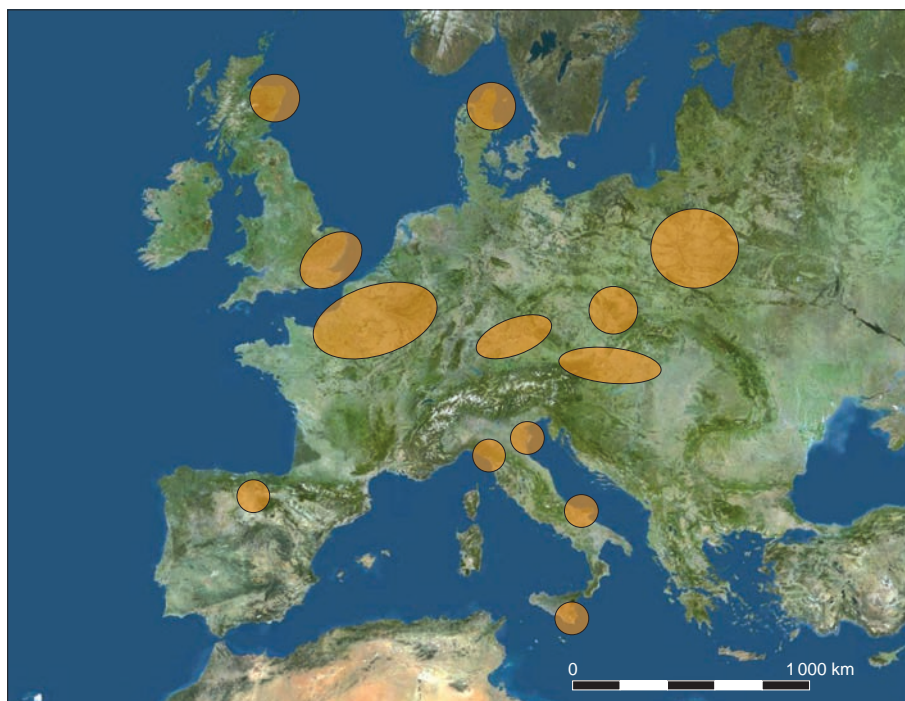


Fig. 4 (ci-dessus). Vue aérienne de la fouille (crédits J. Desloges, MCC).

Fig. 5 (ci-contre). Plan de masse toutes périodes confondues (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

Fig. 6. Implantation des mines de silex en Europe (crédits C. Marcigny, Inrap) et dans le nord de la France (crédits F. Giligny).



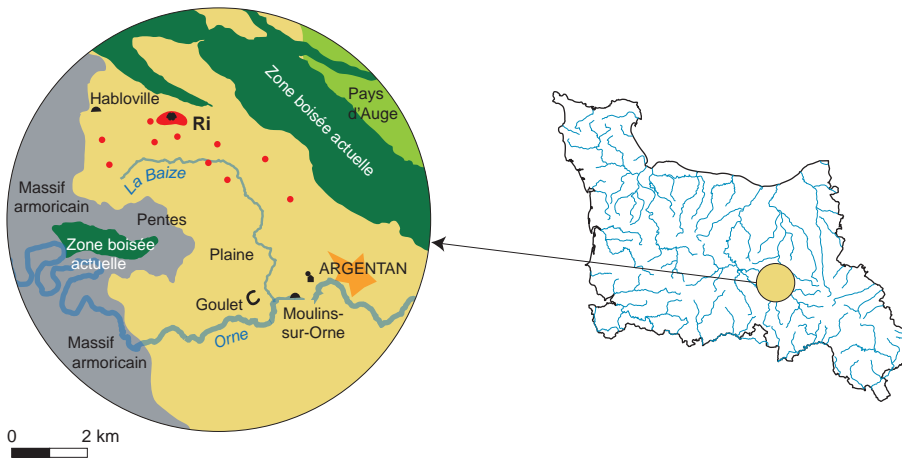
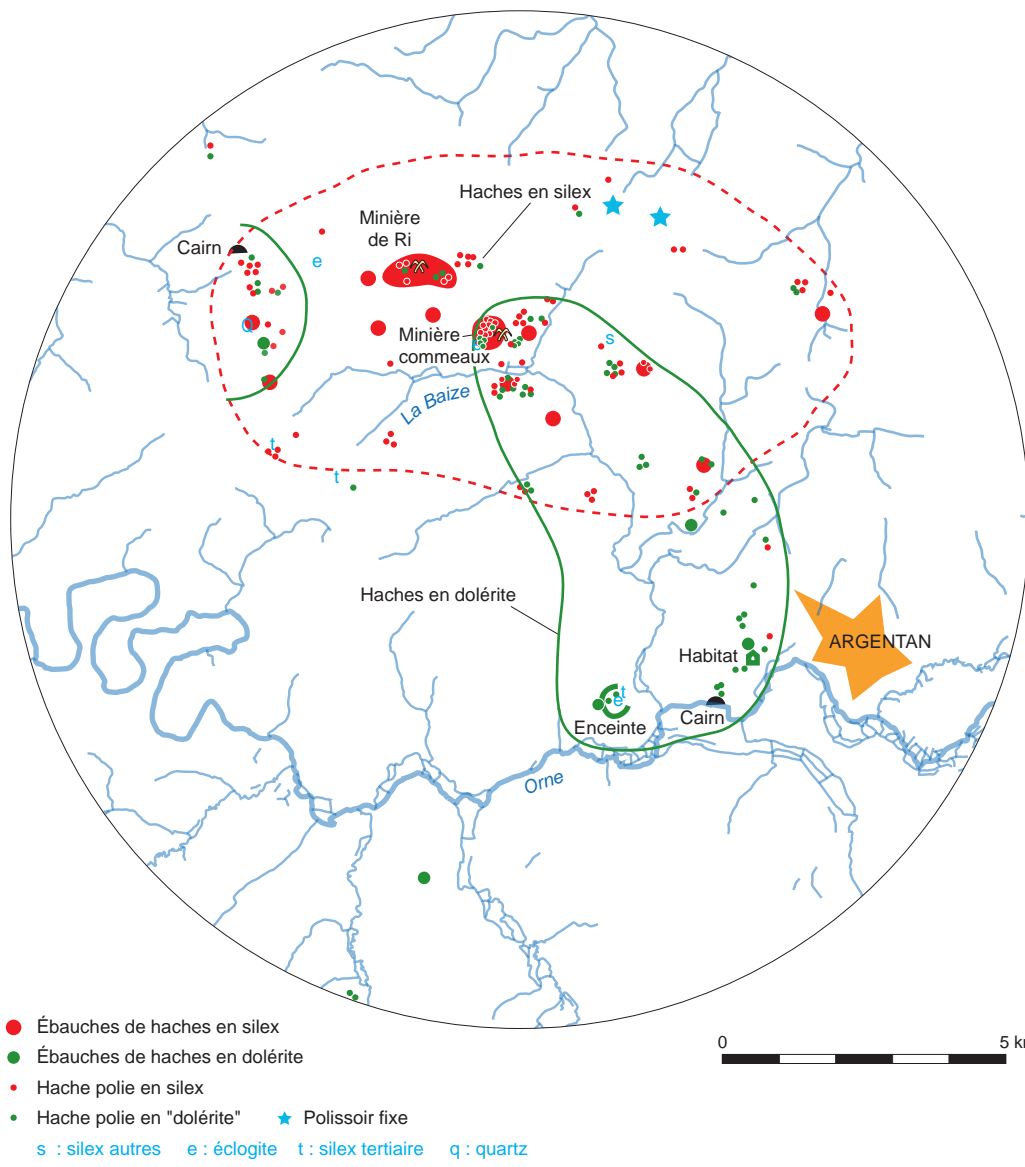


Fig. 7. Répartition des sites néolithiques dans la plaine nord d'Argentan (crédits E. Ghesquière, Inrap).





Le sous-sol est constitué de calcaire bathonien sous différentes formes, parfois en plaquettes aptes à la construction, en niveaux compacts de calcaire coquillier, aptes à la réalisation de linteaux (Occagnes) ou plus fréquemment de calcaire plus ou moins décomposé (comme à Ri). Plusieurs types de silex sont présents dans l'horizon bathonien. Ils se concentrent sous la forme de rognons sphériques entre 1 et 4 m de profondeur sous la surface du sol au niveau de la minière de Ri, de cubes au niveau de la probable minière de Commeaux. Ces silex sont aptes à la taille dans le cadre de la fabrication de haches ou d'outils communs mais trop grenus et tenaces pour un débitage laminaire régulier. D'importantes formations résiduelles d'argile sont également présentes à l'interface des limons et du substrat calcaire. Elles emballent entre autres des blocs de silex « sursilicifié » et des blocs de « roche dure ». Ces blocs sont en règle générale de petite dimension (on en voit à Goulet « Le Mont » et Ri « Le Fresne » ; Ghesquière, Marcigny 2014) mais peuvent parfois également être exploitables comme à partir d'Écouché et vers le sud-est, en bordure de la zone géographique concernée. Les gisements exploitables de roche dure (dolérite, cornéenne...) n'ont pas encore été repérés, mais la présence d'éclats de façonnage de hache, comme sur les sites d'Argentan « Arma-Maquette » (Leroy 1991) Goulet ou Écouché (Charraud 2013) confirment une production *in situ* et ce, dès le Néolithique ancien, bien que les objets finis fassent encore défaut dans les maigres corpus de cette période.

Ce territoire reste encore largement à l'écart des grands travaux d'aménagement du territoire, à l'exception de la commune d'Argentan et des travaux liés à l'autoroute A88. Le secteur a fait l'objet d'une prospection particulièrement poussée par plusieurs prospecteurs, dont P. Lorren en particulier. Les travaux de N. Fromont (Lorren, Fromont 2004) concernant le Néolithique ancien, ont déjà largement profité des travaux de ce prospecteur. À partir de la découverte de bracelets de schiste, N. Fromont a ainsi pu mettre en évidence le rôle privilégié que joue le fleuve Orne pour l'approvisionnement et la diffusion des bracelets. La circulation à travers la Plaine (du sud au nord) est fortement négligée au profit de la diffusion est-ouest, la plaine nord d'Argentan étant partie prenante de l'itinéraire entre le Massif armoricain (secteur de Flers/Condé-sur-Noireau) et le Bassin parisien.

C'est à partir des données de la Carte archéologique, qui s'appuie sur les séries de prospection de P. Lorren et de plusieurs autres prospecteurs moins dynamiques (M. J. Leportier, M. Beauvais...) ainsi que des résultats des fouilles et sondages effectués, que nous avons pu dresser une première cartographie des sites attribués au Néolithique au sens large et plus particulièrement ceux du IV<sup>e</sup> millénaire, sur lesquels la production de haches en silex était manifeste (nombreuses ébauches découvertes... ; fig. 7). Cinq sites majeurs sont présents dans le périmètre et complètent les données de la prospection. Trois d'entre eux ont fait l'objet d'une fouille (Ri-Ronai, Goulet « le Mont », Argentan « Grand Beaulieu »), deux autres d'explorations limitées (nécropole mégalithique de Moulins-sur-Orne et Habloville ; Ghesquière, Marcigny 2014).

L'enceinte de Goulet « Le Mont » a été fouillée également dans le cadre de la construction de l'autoroute A88 (fig. 8 ; Ghesquière *et al.* 2012 ; Billard *et al.* 2014). Elle se présente sous la forme d'un fossé interrompu constitué de gélules accolées les unes aux autres pour constituer un espace interne d'une vingtaine d'hectares. Topographiquement, le site est installé sur une faible pente (1 %) et adossé à la rivière l'Houay, à 500 m de sa confluence avec l'Orne. Trois phases majeures de creusement des fossés ont pu être identifiées lors de la fouille qui a concerné le côté ouest de l'enceinte. La profondeur et la longueur des gélules

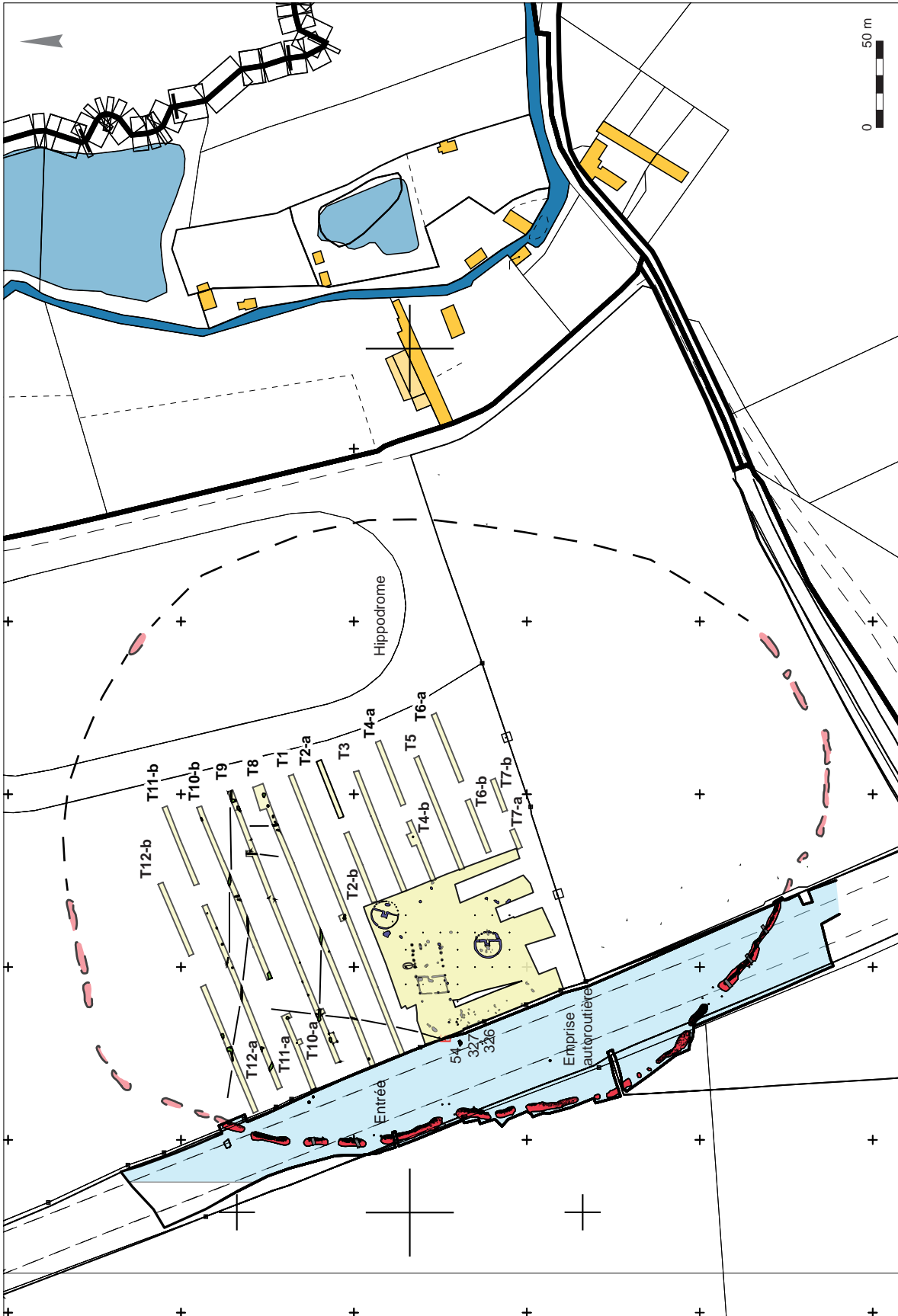


Fig. 8. Plan synthétique de l'enceinte de Goulet, portion fouillée dans le cadre des travaux de l'autoroute A88 en bleu, et emprise de la fouille programmée de C. Billard (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

sont variables, entre 0,6 et 3 m de profondeur, pour une ouverture moyenne de 6 m. Le mobilier est pauvre dans le fossé et consiste semble-t-il en petits dépôts particuliers : crâne humain, de bovin, concentrations lithiques, vases isolés, bloc d'opale résinite... L'assemblage céramique renferme des éléments appartenant au NMII régional (profils en S non décorés, coupe à socle, pied de statuette). Plusieurs témoins de façonnage de hache en dolérite sont présents. Une série de dix datations absolues place le site dans une occupation longue, entre 4400 et 3500 BC. Des colonnes de prélèvement dans les fossés ont permis la reconnaissance dans les couches profondes du remplissage de cultures céréalières à proximité de l'enceinte. Les fréquentes interruptions de fossé et le caractère très peu profond de certains segments démentent le caractère défensif d'un tel ouvrage, au profit d'une vocation collective pourquoi pas transcommunautaire. Trois bâtiments au moins sont présents à l'intérieur de cette enceinte, deux circulaires et un rectangulaire.

Les carrières d'Argentan « le Grand Beaulieu » ont été fouillées dans le cadre d'un diagnostic (Ghesquière, Marcigny 2004). Il s'agit selon toute vraisemblance de fosses carrières destinées à l'exploitation de plaquettes calcaires, de taille moyenne et non gélives. Les fosses mesurent environ 3 m de diamètre pour 1,5 m de profondeur. Chacune d'elles a livré dans son remplissage une couche détritique contenant de très nombreux silex, tessons et ossements de faune. Le mobilier lithique (tranchets bitronqués, grattoirs) et céramique (profils en S, coupes à socle cubiques et cylindriques) orientent vers le NMII régional (4400-3800 BC). Les sept haches découvertes dans les structures sont en roche dure. Quelques éclats suggèrent par ailleurs la fabrication d'outils bifaciaux *in situ*. Plusieurs constatations s'imposent à partir de ce site. La première est que ces carrières se placent dans un cadre domestique. Même si aucun plan de bâtiment n'est identifié lors du décapage, la quantité de mobilier découvert atteste de la proximité de l'habitat. La seconde est que le matériau extrait présente toutes les qualités pour être utilisé dans le cadre de la construction d'un cairn, seule superstructure construite en pierre à cette période dans la région. La proximité de l'ensemble mégalithique de Moulins-sur-Orne (800 m) permet à titre d'hypothèse de proposer une exploitation de plaquettes au Grand Beaulieu en contexte domestique, et un apport sur le site d'élévation du/des cairns de Moulins.

La nécropole mégalithique de Moulins-sur-Orne était jusqu'à 1972 un des sites les mieux conservés de Normandie puisque l'intérieur d'une chambre funéraire était, semble-t-il, encore accessible. C'est hélas ce qui a provoqué sa destruction au bulldozer en 1972. Le monument est installé dans la basse vallée de l'Orne, sur la première terrasse non inondable. Des sondages pratiqués dans les années 1990 par H. Lepaumier, dans le cadre du PCR d'A. Chancerel, ont permis de reconnaître certaines des constituantes des monuments : une chambre semi-mégalithique avec son niveau d'ossements partiellement conservé, un paléosol NMI/NMII antérieur à l'élévation et plusieurs parements. Ces derniers ne dessinent pas une forme compréhensible et l'hypothèse de plusieurs monuments distincts est privilégiée. Le relevé altimétrique du terrain (fig. 9) et les tranchées de sondage suggèrent la présence d'un monument allongé et celle d'un monument circulaire/ovale (Lepaumier, Chancerel 1993). Un troisième pourrait être présent mais totalement effacé. La datation de tels monuments se place au niveau régional dans le NMII, entre 4300 cal BC (plus généralement 4000 cal BC) et 3800 cal BC. Son utilisation a dû perdurer, comme le suggère la découverte d'un gobelet à fond plat (S.O.M.) dans la chambre restée ouverte (par un des enfants du village). Installé sur les terrasses limoneuses de l'Orne, le matériau de construction n'est pas exploitable à moins de 500 m du monument.

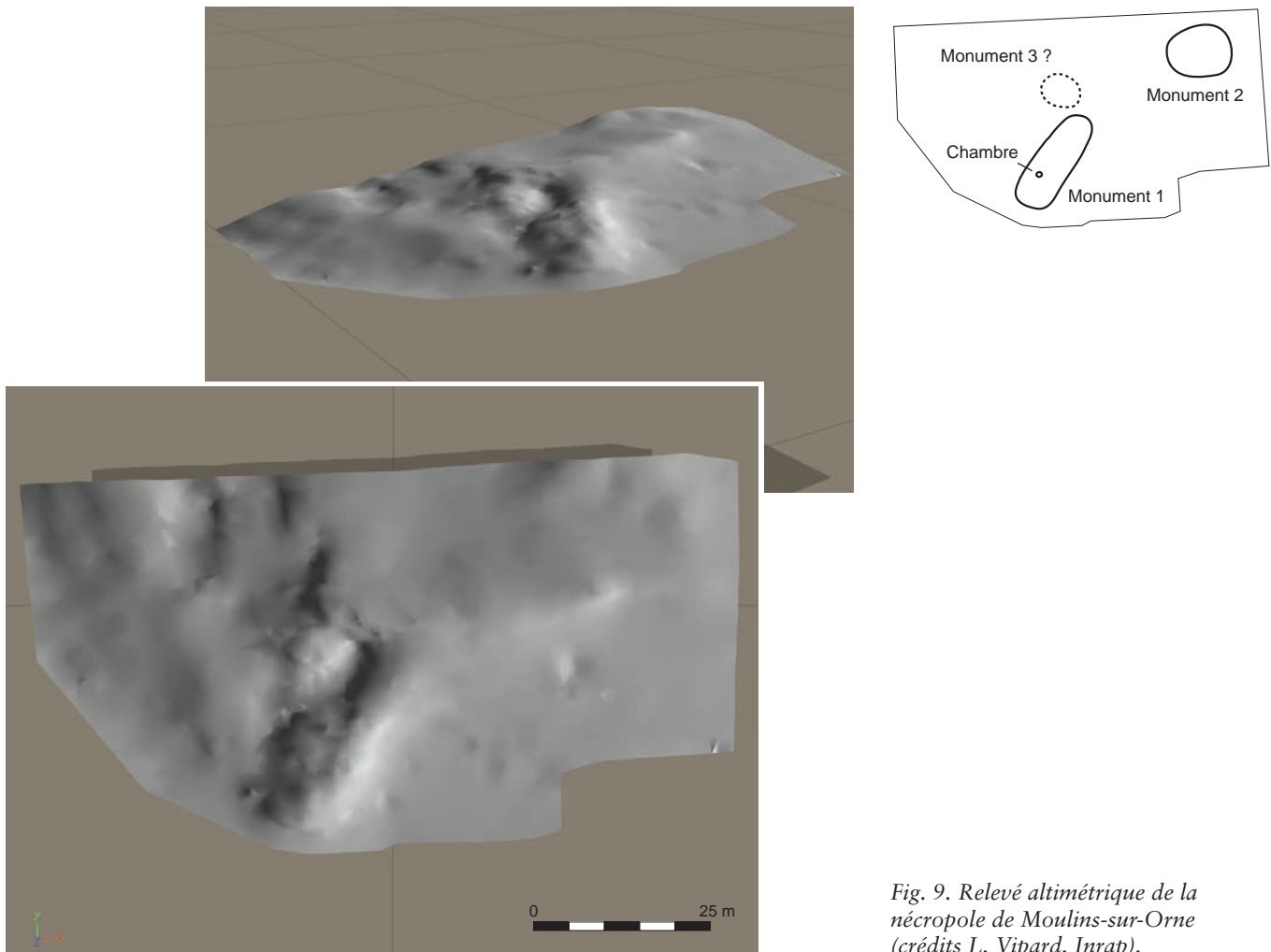


Fig. 9. Relevé altimétrique de la nécropole de Moulins-sur-Orne (crédits L. Vizard, Inrap).

La nécropole mégalithique d'Habloville est un ensemble qui comprend aussi plusieurs monuments distincts et bien identifiés. Le plus évident est un dolmen à couloir, dont le cairn est encore partiellement conservé sur plus de 2 m de hauteur. Le second est un tertre allongé (*long barrow?*), encore conservé sur plus d'1,5 m de hauteur (fig. 10). Le dernier, arasé, correspondrait également à un monument allongé. L'absence de fouilles d'ampleur, en préservant de façon exceptionnelle la nécropole, n'a pas permis de dater avec précision les différentes phases de construction et d'utilisation des mégalithes. Toutefois, leur type se rattache au niveau régional au NMII, entre 4300 cal BC (plus généralement 4000 cal BC) et 3800 cal BC.

Le site d'Argentan « Arma-Maquette » complète ce petit corpus. Il a été découvert lors de la fouille d'un locus mésolithique par D. Leroy en 1990 (Leroy 1991) une occupation qui consiste en une structure de combustion creusée, qui a piégé une moitié de bol à profil en S, et quelques éclats résultant de la taille d'un galet de roche verte. Cette occupation est rattachée au Néolithique moyen II.

Enfin, les séries de surface viennent abondamment améliorer notre vision du secteur. Contrairement aux occupations précédemment décrites, les séries de ramassage s'inscrivent résolument dans la diachronie. Elles ne livrent en effet

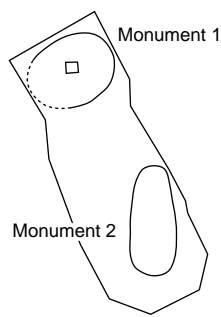


Fig. 10. Relevé altimétrique de la nécropole d'Habloville (crédits L. Vipard, Inrap).

aucun élément permettant leur attribution chronoculturelle, contrairement par exemple aux séries à bracelets de schiste (Lorren, Fromont 2004). La caractéristique de ces séries est de livrer un large panel d'outils communs et/ou des ébauches de hache en silex. Ces dernières sont de même facture que celles provenant de la minière de Ri (du ramassage de surface ou de la fouille). La plupart de ces pièces sont courtes et frustes, rapidement abandonnées. Quelques-unes témoignent d'un travail beaucoup plus avancé et sont plus longues (plus de 20 cm; fig. 11). L'ensemble des outils communs témoigne quant à lui d'une occupation de type domestique. Le phénomène de palimpseste est probable pour la plupart des séries de ramassage situées à moins de 2 km de la minière. Leur intérêt réside dans un assemblage de données associant outils communs et ébauches de hache dans une bande de 7 km sur 2 km (avec la minière presque au centre), orientée NO/SE, juste au sud de la forêt actuelle (déterminisme





Fig. 11. Choix de lames de hache de grand module découvertes en prospection (coll. P. Lorren; crédits E. Gallouin, Inrap).

géographique par proximité avec les bois de cerf?), et l'absence d'ébauches hors de la plaine nord d'Argentan, sauf à atteindre un des autres secteurs miniers de la plaine de Caen-Falaise (Soumont-Saint-Quentin, Bretteville-le-Rabet...). La minière de silex concentre plusieurs très grandes stations dans un maximum de 5 km autour d'elle.

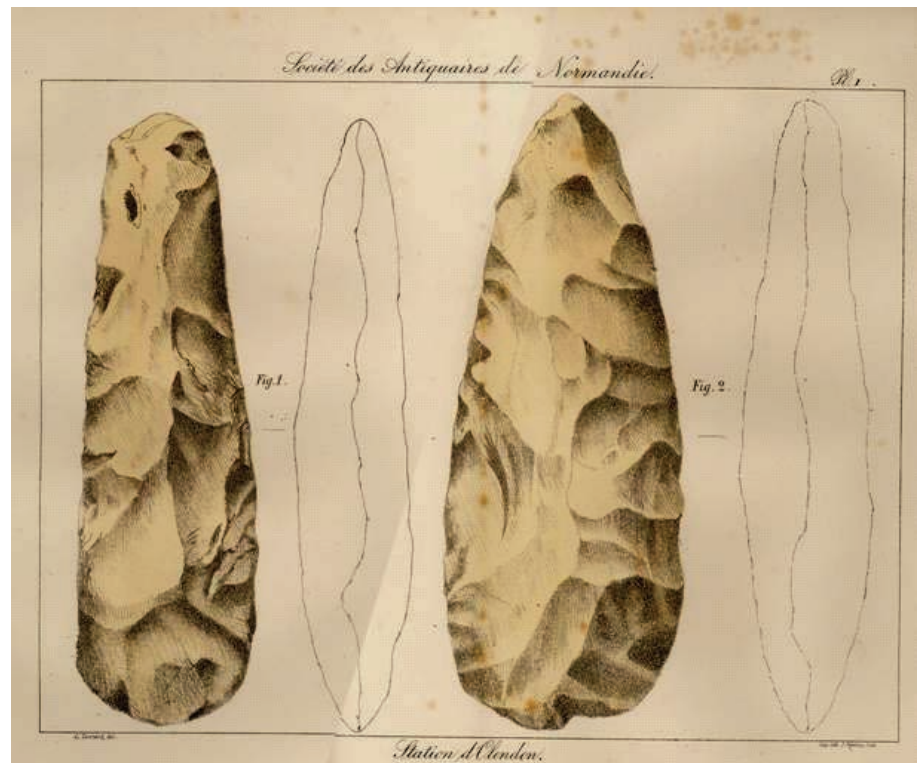
Des sites à vocation communautaire pourraient s'étendre sur des surfaces de l'ordre de quelques dizaines de kilomètres carrés, au nord et au sud de la plaine d'Argentan, si l'on en juge par l'agrégation de stations de surface et de sites collectifs. Ces domaines comprennent un espace à vocation économique (exploitation de silex et/ou dolérite/cornéenne) et une nécropole mégalithique. Entre les deux domaines soupçonnés ou plutôt suggérés, une zone tampon vide de sites est pressentie par les ramassages. La complémentarité de ces espaces semble évidente de par leur situation géographique.

### Les mines en Normandie : rappel historiographique

L'intérêt des archéologues pour les structures d'extraction de silex peut être retracé de longue date. On peut citer par exemple, dès le XIX<sup>e</sup> s., la découverte d'une structure minière à Bas-Meudon par Cuvier et Brogniart en 1835 (Cheynier 1952), celles de Spiennes en 1867 (Loë, Munck 1889) et Champignolles (Fouju 1891). La minière de Spiennes fait d'ailleurs l'objet de fouilles dès cette époque. Les minières de Grime's Graves en Grande-Bretagne sont également découvertes et étudiées très anciennement (Mercer 1976).



Fig. 12. Illustration tirée d'un atlas de la Société des antiquaires de Normandie, alors que le site d'Olendon livrait profusion de haches et d'ébauches de hache; le site des Longrais ne fournissait aux prospecteurs que des éclats et tranchets.



En Basse-Normandie, l'histoire des problématiques concernant les minières et l'exploitation des silex jurassiques régionaux est étroitement liée à celle des recherches menées, à partir du XIX<sup>e</sup> s., autour du Mont-Joly. Le site a d'abord été fouillé par F. Galeron (vers 1835), puis par C. Costard et H. Foucher (années 1870) et R. Doranlo (vers 1920). Les données issues de ces travaux n'ont fait l'objet que de notes d'information succinctes (Doranlo 1926). Les polissoirs fixes de Bons-Tassilly et Soumont-Saint-Quentin sont identifiés dans la vallée du Laizon à proximité du Mont-Joly à partir des années 1910.

Les industries lithiques régionales, de toutes les époques, suscitent également l'intérêt des milieux intellectuels dès le XIX<sup>e</sup> s. Le territoire de Soumont-Saint-Quentin et Olendon est très tôt repéré par les collectionneurs qui récoltent de grandes quantités de silex taillés dans les labours. La plaine d'Olendon est si riche en silex que la Société préhistorique française créera par la suite « l'Olendonien » dans la chronologie du « Néolithique inférieur » (Eudes-Deslongchamps, 1876). L'existence de ce terme montrait déjà une spécificité des industries en silex jurassique de Normandie. Ce secteur d'Olendon était connu pour livrer des haches et des pics trièdres (fig. 12), tandis que la zone des Longrais était déjà réputée pour ne livrer que des tranchets.

Les recherches sur le Néolithique se sont ensuite multipliées dans cette zone durant la première moitié du XX<sup>e</sup> s., mais une grande partie de la documentation constituée à cette époque était entreposée à Falaise et a été entièrement détruite en 1944 lors de la Libération. À partir de la seconde moitié du XX<sup>e</sup> s. avec les recherches de B. Edeine, l'archéologie régionale prend une autre dimension et la carte des sites d'extraction minière s'étoffe (fig. 13). Dans l'inspiration des méthodes de fouille mises au point par A. Leroi-Gourhan dont il fut l'élève, B. Edeine fouille le Mont-Joly entre 1954 et 1970. Le site livre au fil des ans une

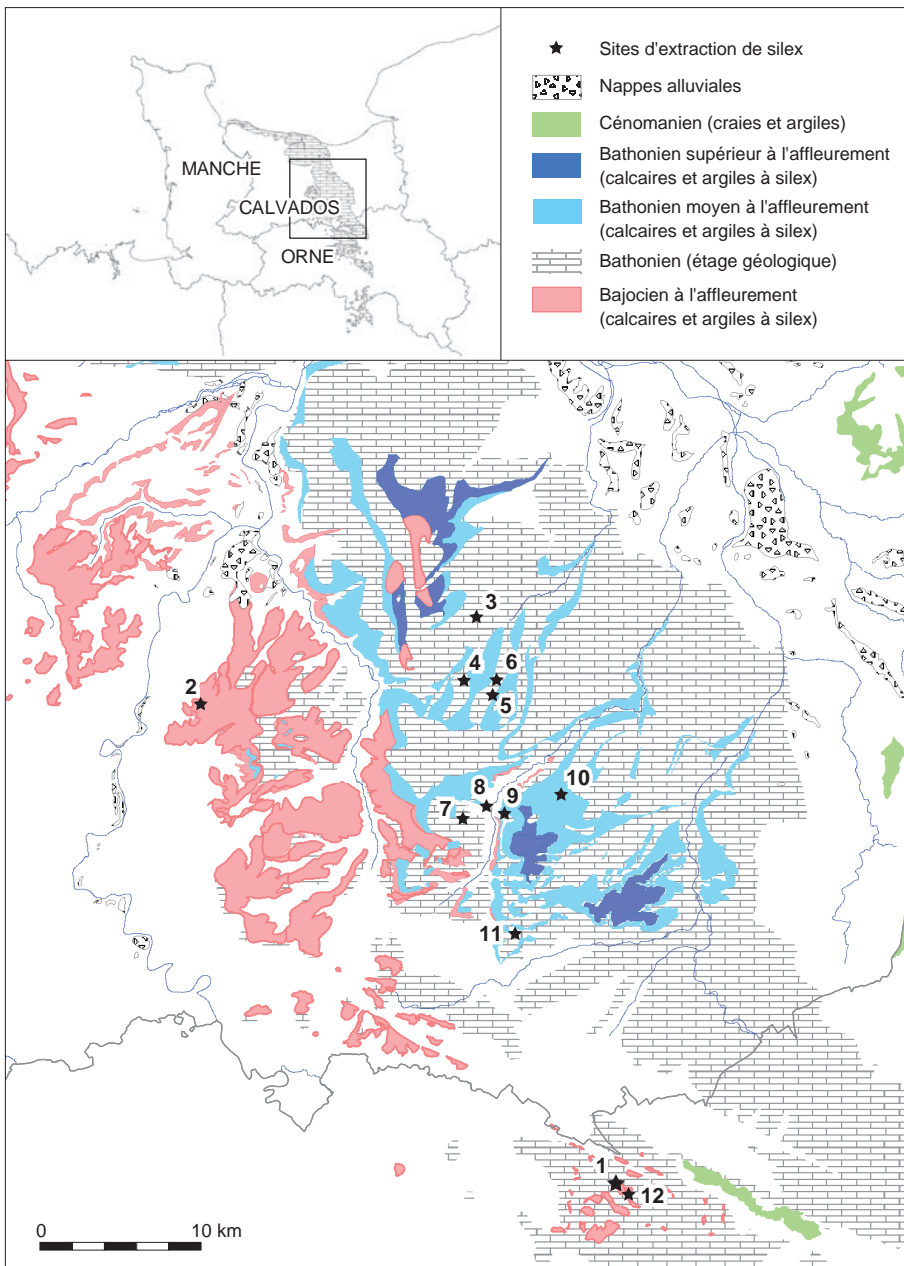


Fig. 13. Les mines de silex en Basse-Normandie (crédits A. Ropars, MCC).  
 1 : Ri ; 2 : Les Moutiers-en-Cinglais ;  
 3 : Saint-Sylvain ; 4 : Bretteville-le-Rabet ; 5 : Soignolles, Les Monneries ;  
 6 : Soignolles, Les Moutiers ;  
 7 : Potigny ; 8 : Soumont-Saint-Quentin, Les Carrières ; 9 : Soumont-Saint-Quentin, Les Longrais ; 10 : Olendon ;  
 11 : Falaise ; 12 : Commeaux

masse d'informations considérable (Edeine 1965, 1966). Cependant, celles-ci sont le plus souvent lacunaires, partiellement conservées, aujourd'hui en grande partie inexploitable. Malgré tout, c'est avec la fouille des Longrais réalisée à partir de 1955 puis pendant les années 1960 que B. Edeine crée les bases des questionnements sur les industries en silex jurassique, tandis que sont proposées les premières synthèses sur le Néolithique du Bassin parisien (Bailloud 1964). Aux Longrais, B. Edeine fouille plusieurs fosses remplies de silex taillé. Ces fosses, d'abord qualifiées de foyers, puis d'ateliers, ont été avérées comme structures d'extraction du silex, d'une profondeur maximale de 1,50 m. Les recherches sur le site des Longrais, alors jugées de peu d'intérêt, sont ensuite interrompues. Il reste aujourd'hui peu de documentation sur ces fouilles :

une partie du mobilier archéologique a été jetée en décharge en plein air et très peu de documentation de terrain subsiste dans les archives du Service régional de l'archéologie. Le mobilier des Longrais, qualifié de « danubo-campignien » n'a fait l'objet que de notes succinctes (Edeine 1963). Il en va de même pour d'autres découvertes de puits d'extraction effectuées à cette époque à Soignolles et Potigny (Edeine 1961).

Un diagnostic réalisé en 2008 par C. Marcigny (Desloges *et al.* 2010) a apporté la confirmation d'une zone d'extraction à Soumont-Saint-Quentin « Les Longrais », déjà pressentie par B. Edeine dans les années 1960. Celle-ci est dense (fig. 14). Dans le cadre du diagnostic, près de 40 puits ont pu être examinés en surface et plus rarement en fouille (9 puits fouillés à 50 %). Ils se répartissent sur une surface couvrant un peu plus de la moitié de l'emprise du projet, ce qui porterait de 200 à 300 puits l'ensemble de la minière si elle était décapée dans ce secteur. Cette mine avait pour objet l'exploitation du silex bathonien inclus dans les argiles de recouvrement du site (dans des cuvettes de dissolution ou en nappe), ou en dessous dans le calcaire (entre 1 m et 1,50 m de profondeur sous le sol actuel : fig. 15). Ce silex est très proche de celui caractérisé sur le plateau du Cinglais (Charraud 2013). La spécificité de la minière des Longrais est que deux productions différentes y sont associées. La production de lames par percussion indirecte, est conforme à ce qui a été caractérisé dans les cultures danubiennes du Bassin parisien (Bostyn 1994 ; Allard 2002). Les différentes étapes techniques de la production sont représentées sur le site, seules les lames de plein débitage ont été prélevées et emportées ailleurs. Elles n'ont pas été utilisées sur place, l'outillage lithique minier est expédient et réalisé sur éclat (Charraud 2015). La production de tranchets bifaciaux est caractérisée sur la base du mobilier de la fosse 2 fouillée par B. Edeine (Charraud 2013). Ces tranchets oblongs et issus d'un façonnage complexe sont conformes à ceux qui ont été décrits pour le tout début du Cerny à Condé-sur-Ifs (Dron *et al.* 2010). Ce n'est que pendant les années 1980 qu'un véritable programme de recherches de terrain est consacré exclusivement à l'extraction minière et à l'usage des silex jurassiques, sous la direction de J. Desloges. Le travail principal alors réalisé est la fouille entre 1979 et 1987 de la minière de Bretteville-le-Rabet, découverte par J. Desloges en 1962, associée à la production de haches. À l'issue de ces recherches ne sera proposée qu'une seule publication exhaustive (Desloges 1986), suivie de quelques notes (Desloges 1999 ; Desloges, Ghesquière 2007). Cette publication est pourtant l'une des premières en France à proposer la lecture d'un site minier en tant que système à part entière.

Un cas semblable se posa avec la fouille, également sans suite, du petit atelier de taille des Moutiers-en-Cinglais en 1988, non suivie d'une publication. Seul un rapport d'étude du mobilier lithique a été rédigé (Ghesquière *et al.* 1999). Le gisement n'a plus fait l'objet d'études jusqu'à la découverte de la minière d'Espins (Charraud 2015). Cette minière est datée du Néolithique ancien : elle exploite le silex du Cinglais présent dans les argiles à silex locales, pour la production de lames débitées par percussion indirecte. Les découvertes de surface alentour suggèrent l'extension de cette minière sur plusieurs hectares.

En effet, c'est réellement à partir de 2007 qu'une série d'opérations impulsées par les recherches préventives sur l'A88 avec Ri ont réactualisé un sujet essentiel à la compréhension des comportements socio-économiques accompagnant la néolithisation, dans l'inspiration des recherches préventives menées à Jablines (Bostyn, Lanchon 1992) et sur le tracé de l'autoroute A5 (Labriffe, Thébault 1995). Nous avons déjà cité le diagnostic préventif aux Longrais (Desloges *et al.* 2011), ainsi que la découverte de la minière d'Espins (Charraud 2015), ainsi



Fig. 14. Soumont-Saint-Quentin « Les Longrais » : plan général des faits archéologiques (crédits E. Ghesquière, d'après Ghesquière et al., 2008).

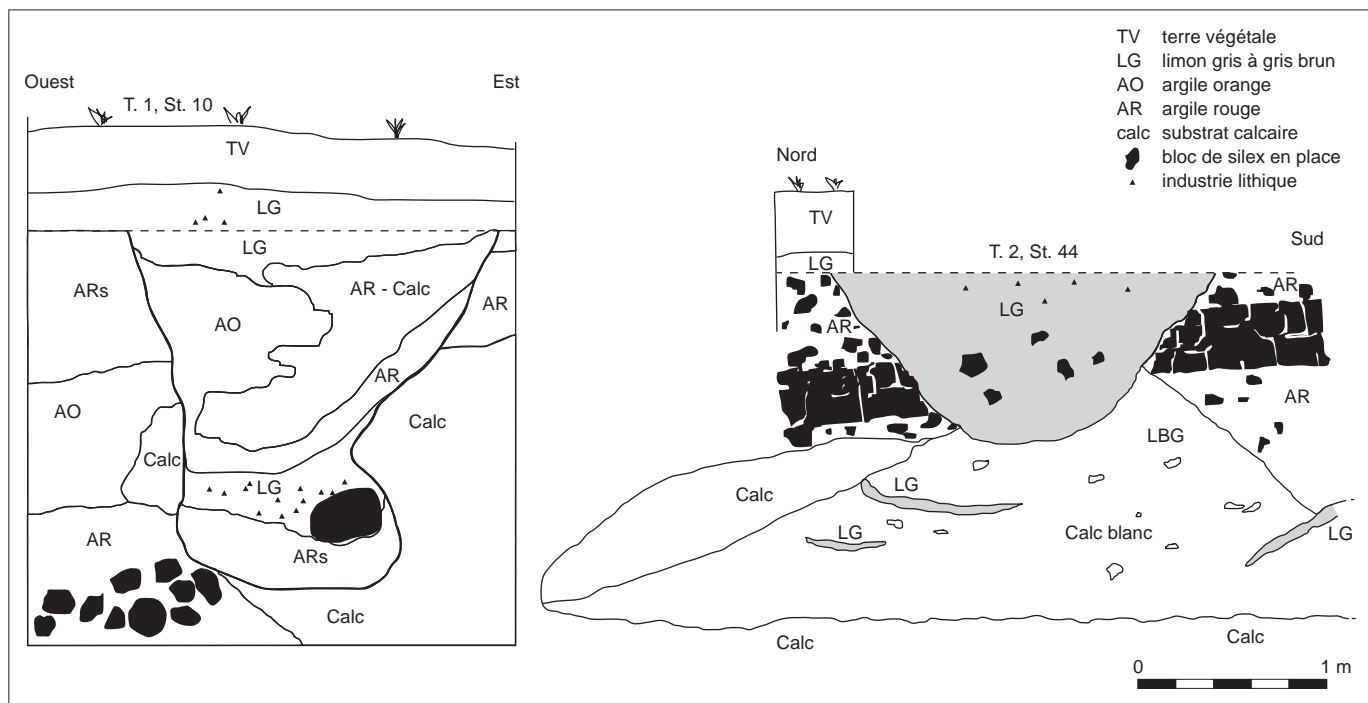


Fig. 15. Types de structures d'extraction relevées sur la minière de Soumont-Saint-Quentin « Les Longrais », montrant l'extraction simultanée de nodules de silex issus des argiles à silex et de la couche de calcaire sous-jacente (crédits E. Ghesquière, d'après Ghesquière et al., 2008).

que d'une structure d'extraction apparemment isolée à Soumont-Saint-Quentin « La Mine » (Charraud 2014).

La fouille de la minière de Ri s'inscrit donc dans le cadre des recherches sur l'exploitation des roches au Néolithique, mises en place de longue date, à l'échelle régionale comme à l'échelle européenne. La problématique de cette étude dépasse donc largement le cadre normand pour se rattacher au vaste courant nord-européen des minières néolithiques.

## Modalités de l'intervention

### Mise en œuvre sur le terrain

La fouille de Ri s'est déroulée du 4 juin au 30 novembre 2007 avec une équipe moyenne de dix archéologues. Elle a permis d'appréhender la minière néolithique sur près de deux hectares. Sa fouille a permis de rassembler une documentation exceptionnelle pour la recherche minière en France et en Europe. En effet, de par le nombre de structures fouillées et l'importance du mobilier recueilli, elle est destinée à définir un échantillon de référence pour la recherche sur les minières préhistoriques.

S'il fallait que l'on juge sur les chiffres, on pourrait le faire de cette manière : plus de 500 puits fouillés, plus de 200 coupes de puits relevées, plus de 430 outils en bois de cerf, plus de 1000 outils en silex, 11 tonnes de déchets de taille de hache... D'aucuns diront que ces chiffres ne sont que le reflet d'une fouille presque exclusivement mécanique, très destructrice. Ce serait méconnaître l'usage qui peut être fait des grands engins de terrassement et l'expérience qu'a acquis le personnel de l'Inrap dans ce domaine. Le criblage des déchets de creusement et les qualités du pelleteur (Michel Lavieille, entreprise Beaussire) sont



parmi les éléments déterminants les plus importants dans la méthodologie de fouille adoptée. Étant donné l'importance du nombre de puits décapés sur l'emprise, il était de toute façon exclu de recourir à une fouille manuelle exclusive, permettant au mieux d'appréhender une cinquantaine de puits et aucun des plus profonds (entre 30 et 60 m<sup>3</sup>), pour des raisons de volume autant que de sécurité. Bien que conscients que la fouille mécanique est plus destructrice qu'une fouille manuelle, nous revendiquons ainsi l'emploi de cette méthode sur la minière de Ri, qui seule présentait la possibilité de fouiller l'intégralité des puits.

### Le décapage

Le décapage du site, estimé à environ deux mois et demi, a concerné l'ensemble de la zone prescrite à laquelle a été rajoutée une zone complémentaire de manière à suivre la minière sur une emprise plus importante (après accord des instances scientifiques et de l'aménageur). Au final, le décapage dépasse les 2,2 ha. Celui-ci a été effectué par passes fines jusqu'au niveau d'apparition des premiers éléments mobiliers ou architecturaux (trous de poteaux, puits, foyers). Un nettoyage manuel de la surface décapée a ensuite été réalisé de manière à appréhender la totalité du site, dans toutes ses composantes (fig. 16 et 17). Cette phase de décapage a mobilisé une pelle mécanique ainsi que trois archéologues pour le décapage et le premier nettoyage des structures, et une seconde pelle destinée à récupérer les terres stockées en merlon le long de l'emprise routière. Le reste de l'équipe s'est, durant ce laps de temps, consacré aux travaux de nettoyage, de délimitation et de numérotation des structures. Cette étape a visé à inventorier et à dénombrer de manière exhaustive les vestiges du site afin d'asseoir les principes méthodologiques et les choix de la fouille. En parallèle, un premier plan d'ensemble a été dressé, sous la responsabilité de L. Vipard, topographe (Inrap), afin d'alimenter et de favoriser cette première étape de la réflexion.



Fig. 16. Vue générale de la zone centrale en cours de fouille (crédits T. Sagory).

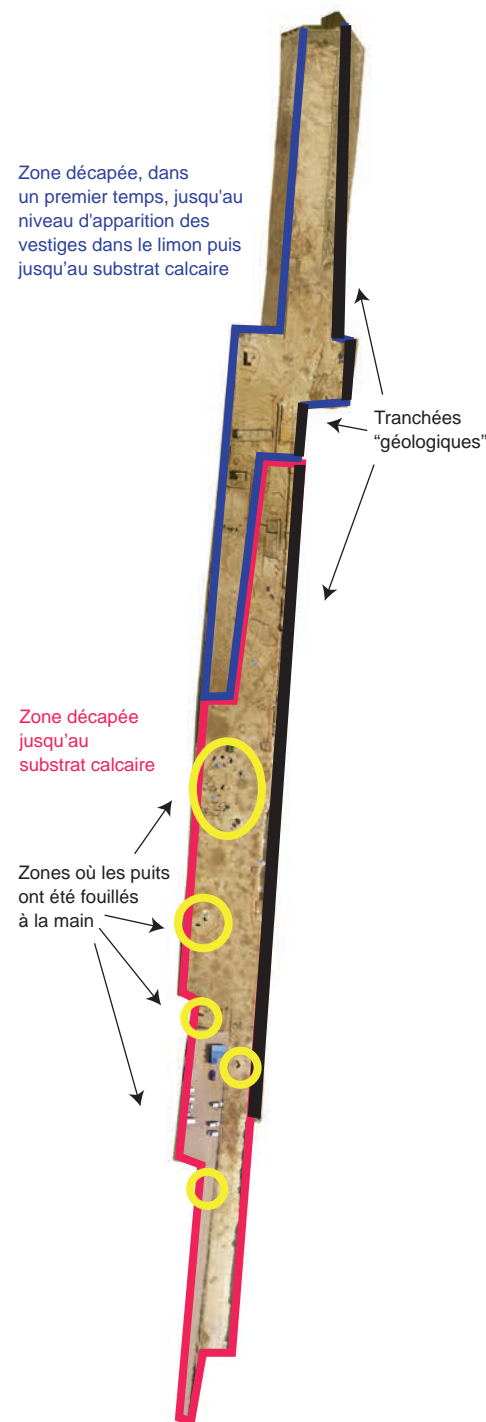


Fig. 17. Différentes approches archéologiques menées conjointement lors de la fouille (crédits T. Sagory).



### *La fouille et l'étude*

Les structures ont fait l'objet de coupes systématiques puis d'une fouille exhaustive avec relevé des vestiges en 3D, afin de réaliser une étude stratigraphique et taphonomique des artefacts. Lors du diagnostic du site de Ri, le nombre de puits avait été estimé entre 30 et 50. L'opération avait donc été montée en fonction de ces éléments. À l'issue du décapage et des premiers sondages mécaniques, les méthodes de fouille ont été ajustées en fonction des nouvelles données. La quantité de têtes de puits mise en évidence (environ 550) et surtout le volume d'une partie de ces puits ont obligé à des choix drastiques compte tenu du temps alloué à la fouille. Après concertation avec les services de l'État, il a été décidé de mener la fouille suivant plusieurs axes conjoints.

Les caractéristiques géologiques du chantier ont tout d'abord été identifiées grâce à la réalisation d'une tranchée exploratoire réalisée le long de l'emprise, à l'est (fig. 17). Ce travail, véritable préalable à la fouille, a permis de reconnaître précisément le contexte géologique du site<sup>4</sup> (travaux conduits par V. Deloze et R. Tsobgou-Ahoupe) et de comprendre les relations entre les puits et le substrat sur l'ensemble de l'emprise. À partir de données issues de la tranchée « géologique », une série de puits a été sélectionnée pour la réalisation d'une fouille manuelle (fig. 17, 18 et 19). Ils se répartissent en trois secteurs au sud où les fosses sont les moins profondes, au centre en privilégiant une grande zone, et deux zones plus petites. Au total, une quarantaine de puits a été fouillée à la main, pour des profondeurs inférieures à 1,3 m sous le niveau de décapage pour respecter les impératifs de sécurité. Ils ont fait l'objet d'un relevé en plan et en coupe au vingtième, où sont reportés le mobilier (en plan et en coupe) et les couches. La zone centrale a aussi fait l'objet d'un relevé à l'aide d'un scanner 3D de manière à obtenir une image la plus fidèle possible de ce secteur, à des fins d'étude et d'archivage (*cf. infra*).

Les amas de débitage présents dans les bouchons des puits ont fait l'objet d'une fouille manuelle pour une cinquantaine d'entre eux (fig. 20). Les autres ont fait uniquement l'objet d'un prélèvement du silex pour l'étude lithique. Plusieurs amas ont également été mis en évidence au sein des limons dans le secteur central (zone qui a fait l'objet d'un double décapage, *cf. infra*). Une partie a fait l'objet d'une fouille par niveau avec relevé manuel, électronique ainsi qu'avec un scanner 3D (*cf. infra*); le reste n'a fait l'objet que d'un relevé avant démontage. Les petits foyers identifiés par la présence de blocs de calcaire rubéfiés lors du décapage des puits ont tous fait l'objet d'une fouille manuelle et d'un relevé au vingtième en plan et en coupe.

La fouille de la totalité des structures était un des objectifs que nous nous étions fixés en amont de la fouille. La fouille manuelle ne permettant d'appréhender qu'une partie minime des puits, il a été décidé de procéder à une fouille mécanique, à l'aide de la même pelle de 20 tonnes (godet de 2 mètres utilisé lors du décapage). Celle-ci a été effectuée sur toute la durée de l'opération postérieure au décapage, à raison de cinq puits par jour en moyenne, encore une fois suivant une méthodologie définie en amont et respectée durant toute la durée de la fouille (fig. 23 à 25); pour une analyse détaillée des points positifs et négatifs de la méthode nous renvoyons le lecteur vers Bostyn *et al.* 2014. Elle consiste à couper les puits par leur centre, dans la mesure du possible étant donné la proximité des puits les uns par rapport aux autres. Un relevé de coupe est alors effectué avant de fouiller l'autre moitié. Chaque demi-coupe a fait l'objet d'une investigation suivant les mêmes principes.

.....  
4. Travaux conduits par V. Deloze et R. Tsobgou-Ahoupe, Inrap.



Fig. 18. Vue générale de la zone centrale en cours de fouille (crédits H. Paitier, Inrap).

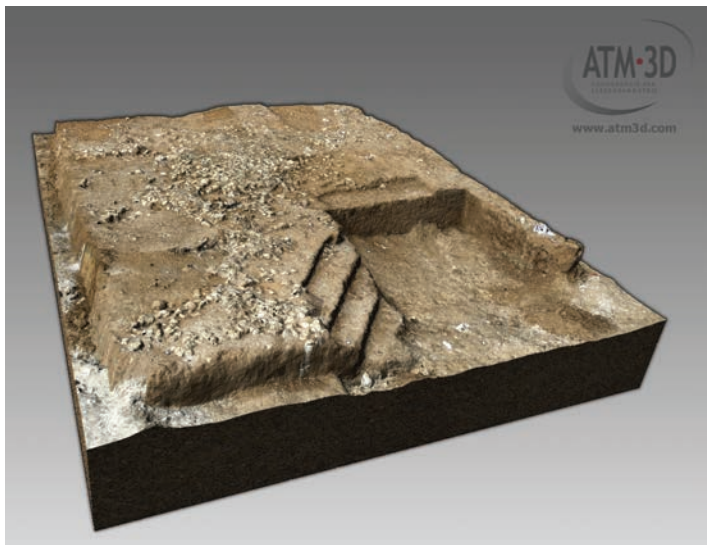
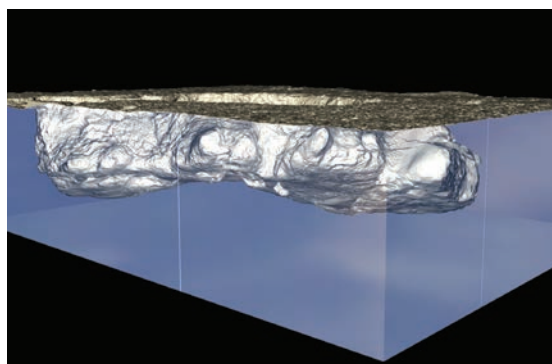
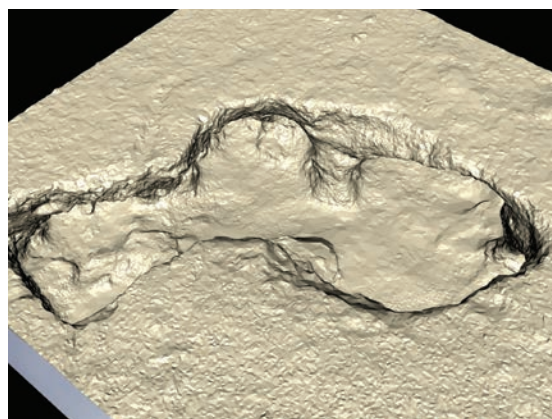


Fig. 19. Vue d'un puits en cours de fouille dans la zone centrale (crédits H. Fautier, Inrap).



Fig. 20. Fouille d'un amas dans la tête d'un puits (crédits E. Gallouin, Inrap).





*Fig. 21. Mise en place du Scan D (société ATM3D) pour le relevé d'un puits. En bas, exemple de scan d'amas de silex ou de puits (vue de face et de profil). Le scan permet ensuite de travailler les images à volonté. Trente puits ont fait l'objet d'un traitement de ce type (crédits E. Gallouin, Inrap).*



*Fig. 22. Image brute du relevé au scanner 3D de la zone centrale de la fouille (crédits société ATM3D).*





Fig. 23. Décapage en pyramide inversée d'un très grand puits (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 24. Fouille mécanique de deux très grands puits (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 25. Relevé de stratigraphie d'un très grand puits (crédits E. Gallouin, Inrap).



Les premières couches des structures ont été décapées sous forme de couches fines de 2 à 3 cm d'épaisseur. Elles concernent les couches sommitales limoneuses, dans lesquelles les amas de silex peuvent être inclus (prélevés alors manuellement ou fouillés). Sous ces premières couches, le remplissage à forte dominante de calcaire pulvérulent a nécessité le recours à une méthode différente. Le sédiment « sableux » a permis le décapage de couches plus épaisses (10 à 15 cm), systématiquement « criblées » à la pelle, en secouant le godet de façon à ce qu'un mince rideau de sédiment s'échappe, lequel retombant sur la surface oblique des déblais permet la vision immédiate des éléments en bois de cerf et en silex par le pelleteur, qui assurait un premier contrôle au sein de l'intérieur du godet, et par deux archéologues devant le godet. Lorsque des fragments sont ainsi retrouvés, le pelleteur reprenait ces déblais soigneusement identifiés et repassait de la même manière. Des problèmes particuliers ont été rencontrés lors du décapage de couches de calcaire indurées, qui ont obligé à un fractionnement à la pelle. Cette technique consiste, pour les archéologues, à avoir une vision simultanée de la zone décapée sur laquelle les bois étaient découverts au fur et à mesure des passes, et une vision par vidage/criblage du godet.

Au fur et à mesure de la découverte de mobilier dans le remplissage et de l'extension/réduction surfacique de l'excavation, ces éléments ont été relevés sur un plan au centième coté en altitude. Plusieurs cavités lacunaires présentaient encore des traces d'outils utilisés pour leur creusement (fig. 26 à 28). En plus d'un inventaire photographique exhaustif de ces traces, trois grands moulages et deux petits ont été effectués in situ<sup>5</sup>. Deux autres essais de tirage ont été réalisés lors de la phase d'étude à la base Inrap de Bourguébus. L'emploi de plâtre a été testé, sans pouvoir éviter l'aspect bullé de surface. De nouvelles approches sont actuellement à l'étude avec l'emploi de polymères de synthèse. Des lacunes observées dans le comblement des puits ont aussi fait l'objet d'un relevé d'empreinte à l'aide de polyuréthane. Il a ainsi été possible de relever plusieurs pièces en bois dont les empreintes étaient conservées dans le remplissage des puits (fig. 29 et 30).

Dès l'achèvement de la phase de terrain, une réunion entre l'équipe de fouille, le SRA (J. Desloges, MCC) et l'AST en charge de la Basse-Normandie (M. Baillieu, Inrap) a permis d'apprécier l'adéquation des moyens à la finalité de l'étude et de proposer une réorientation d'une partie de ceux-ci. En effet, compte tenu des résultats de la fouille, des études plus particulières ont pu être envisagées, bien que non programmées initialement.

## Les expérimentations

Plusieurs protocoles expérimentaux ont été conduits afin d'appréhender le fonctionnement de la minière et la destination des blocs extraits. Ainsi, sur le terrain, le creusement de puits expérimentaux en limite sud de l'exploitation a permis de définir les capacités de creusement dans ce type de substrat avec différents types d'outils<sup>6</sup> (fig. 31).

Le travail expérimental réalisé à partir du silex extrait avait pour objectif de restituer les différentes chaînes opératoires possibles et de répondre à trois interrogations : comment les boules de silex ont-elles été fracturées ? Quels sont les types de façonnage employés sur ce type de silex ? Quel nombre de haches peut-on produire à partir de ce matériau ? Ces trois aspects ont pu être traités dans de bonnes conditions à la base de Bourguébus à partir de matériaux issus des sondages entre les puits<sup>7</sup>.

.....  
5. S. Clément-Sauleau, Inrap.

6. J. Ladjadj, N. Fromont, L. Juhel et F. Charraud, Inrap.

7. Sous la direction de S. Giazon, avec les collaborations de M. Biard, L. Juhel, F. Charraud et J. Pelegrin





Fig. 26. Exemple de moulage d'une paroi d'une galerie présentant des traces d'outils: la paroi est enduite de latex (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 27. Exemple de moulage d'une paroi d'une galerie présentant des traces d'outils: la galerie est comblée de polyuréthane (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 28. Exemple de moulage d'une paroi d'une galerie présentant des traces d'outils: après séchage, démoulage du négatif de la galerie (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 29. Moulage d'éléments en bois. Les lacunes ont été comblées de polyuréthane puis après séchage les positifs sont fouillés à la main (crédits E. Gallouin, Inrap).

En ce qui concerne le matériel en bois de cerf, seuls quelques essais ont été entrepris en parallèle du creusement expérimental des puits par Laurent Juhel. L'étude du mobilier a bénéficié des nombreux travaux expérimentaux réalisés par Yolaine Maigrot dans le cadre de sa thèse (Maigrot 2003), et dans une moindre mesure de ceux réalisés par l'équipe de François Giligny dans le cadre de l'étude de la minière de Flins (fractionnement par le feu; Giligny, Bostyn 2016).

Fig. 30 (ci-contre). Moulage d'éléments en bois. Ici une des pièces en bois dont le négatif était particulièrement bien conservé (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 31 (ci-dessous). Protocoles expérimentaux mis en place à Ri: creusement expérimental de deux puits d'extraction (crédits N. Fromont, Inrap).



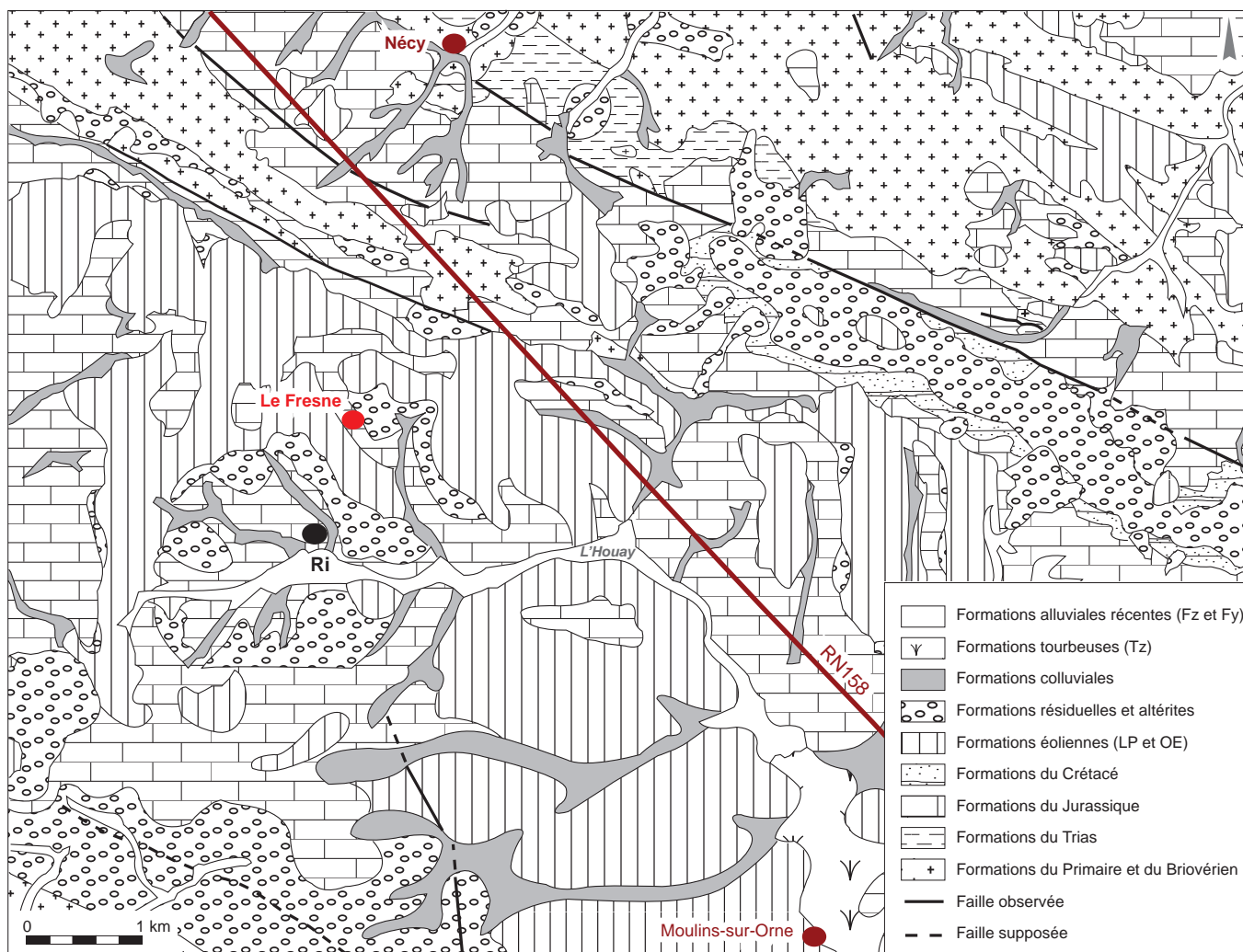
## Contexte géologique général

Dresser le contexte géologique précis de la zone d'étude a été un travail préalable à toute action de fouille et a formé un des volets les plus importants des recherches entreprises sur le site.

À la hauteur de la minière, le substrat correspond au calcaire de Caen (J3Ca) daté du Bathonien inférieur à moyen, représenté par un calcaire bioclastique fin, de teinte blanche ou beige, tendre, poreux et peu fossilifère, puissant de 10 à 12 m (Gigot *et al.* 1999). Les accidents siliceux se développent à des niveaux variables selon les endroits, sous la forme de gros silex gris foncé à cortex blanchâtre et à esquilles translucides, où la silicification laisse apparaître la structure initiale de la roche et où de nombreux spicules de spongiaires sont bien préservés. Très cryoclastée, cette formation livre souvent en surface des plaquettes indurées. Sinon, il s'agit d'une succession de bancs d'aspect massif, dont l'épaisseur varie de 0,2 m à 1 m, lenticulaires à l'échelle de plusieurs dizaines de mètres. Ce calcaire est une pelmicrite à biopelsparite, présentant une texture de packstone à wackstone formée d'un ensemble de pelloïdes de 0,1 mm en moyenne et de petits bioclastes micritisés. De nombreux foraminifères<sup>8</sup> y ont été identifiés (*ibid.*). Les autres faciès calcaires affleurant dans le secteur de Ri sont au nombre de quatre: calcaire de Fresné-la-Mère (J2) daté du Bajocien supérieur, calcaire de Bon-Mesnil (J3M) daté du Bathonien moyen, calcaires du Faciès d'Olendon (J3O) datés du Bathonien moyen et calcaire de Langrune (J3La) daté du Bathonien supérieur. Les faciès distincts de ces terrains jurassiques ont tous été regroupés sous un même figuré dans un souci de simplification de la carte géologique (fig. 32).

.....  
8. Nodosaridés, textularidés.





## Les formations superficielles quaternaires

### ▮ Les formations alluviales

Au sud du site, la vallée de l'Houay est comblée au sommet par des alluvions fines holocènes Fz, silto-argileuses et silto-sableuses, de teinte grise à brunâtre, souvent hydromorphes en profondeur, contenant parfois de minces lits riches en matière organique et des niveaux tourbeux. À la base, la nappe weichsélienne Fy, épaisse de 0,5 à 1 m dans les vallées secondaires, est plutôt graveleuse (Gigot *et al.* 1999).

### ▮ Les formations colluviales

Les colluvions (fig. 32) sont cantonnées dans les petits vallons adjacents et comblent en particulier celui situé à l'est du site. Limoneuses et épaisses de 1,5 à 3 m, elles proviennent surtout du démantèlement de la couverture lœssique, avec incorporation de graviers dispersés résultant de la désagrégation des roches locales (Gigot *et al.* 1999). Elles sont généralement d'âge holocène, voire historique pour la partie supérieure<sup>9</sup>.

Fig. 32. Cadre géologique général de la mine de Ri « Le Fresne » (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

.....  
9. Mise en culture gallo-romaine et médiévale.

#### ► Les formations éoliennes

Elles affleurent très largement sur les plateaux dominant les vallées de l'Houay et de l'Orne, induisant donc une extension vers le sud de la large couverture lœssique de la campagne de Caen (Gigot *et al.* 1999). Ces lœss décarbonatés (OE), rapportés au Weichsélien<sup>10</sup>, sont signalés, sur une épaisseur de 2 à 4 m sur les plateaux, à plus de 5 m sur les versants.

#### ► Les formations résiduelles

Les formations résiduelles issues de la décarbonatation des craies jurassiques (RJ) apparaissent en place ou largement solifluées sur de nombreux versants entre Falaise et Argentan. Il s'agit de silex autochtones dérivant du calcaire de Caen emballés dans une matrice argileuse à argilo-silteuse dont les teintes varient du jaune à l'ocre-rouille (Gigot *et al.* 1999).

### Les résultats des études de terrain

#### *Méthodologie*

L'étude d'une minière de silex passe par une étude des conditions géologiques, mais aussi des facteurs géologiques et topographiques. Elle a donc été abordée par une approche finement descriptive des différentes formations superficielles et des assises calcaires composant la stratigraphie. Ces descriptions ont été effectuées à l'extrémité sud de l'emprise (CP1 et CP2, relevés V. Deloze; fig. 35 et 36) et sur la totalité de la grande coupe N/S longue de 600 m (relevée par l'équipe archéologique), mais aussi à la faveur de 15 sondages ponctuels d'environ 3 m de long pour 2 m de profondeur, réalisés à la pelle mécanique sur le décapage (relevés R. Tsobgou). En complément, une étude géologique macroscopique et microscopique des blocs de silex a été réalisée, couplée à l'analyse de leur répartition dans la stratigraphie (étude R. Tsobgou).

#### *Les deux coupes réalisées dans la zone centrale*

##### ► La coupe géologique CP1

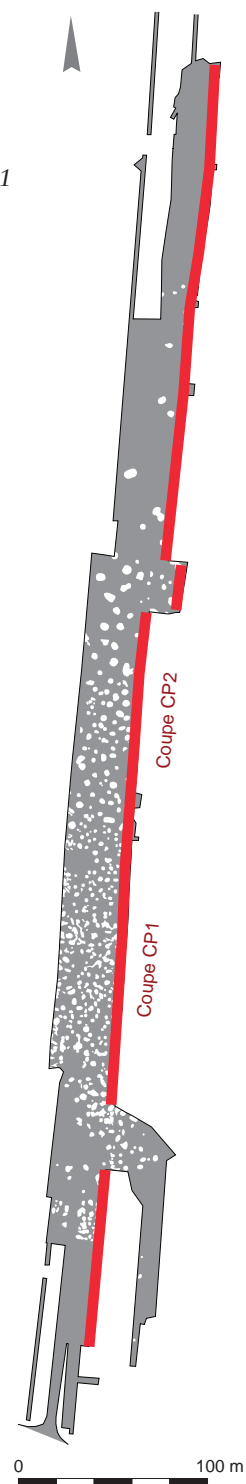
Relevée dans les 48 premiers mètres à l'extrémité sud de l'emprise, la coupe CP1 (fig. 35) a permis de distinguer sept couches sédimentaires sur des hauteurs variant de 1,5 à 2,6 m. Le recouvrement superficiel, d'origine colluviale, comprend ici les couches 1 et 2, correspondant respectivement à la terre végétale limono-argileuse brun foncé à nombreux fragments calcaires (1) dont l'épaisseur varie de 20 à 30 cm, et à un limon argileux brun-orangé à granules calcaires de taille centimétrique (2) dont l'épaisseur passe de 5 cm au sud à 30 cm vers le nord. Les couches 3 à 7 sous-jacentes se rapportent toutes à différents faciès du substrat calcaire. Le premier (3) correspond à un niveau de grosses plaquettes calcaires souvent géoliffractées, dont l'épaisseur décroît du sud vers le nord, passant de 80 cm à 20-40 cm, et atteint 40 à 60 cm au centre du profil. En parallèle, on constate qu'au sud, le toit de ce faciès est quasi affleurant sous les niveaux superficiels, alors qu'au nord, il plonge à plus de 1,6 m de profondeur. La longueur moyenne de ces plaquettes est de 10 à 20 cm, pour une épaisseur de 3 à 5 cm, alors qu'à l'extrémité nord, il y a localement des plaquettes calcaires de plus petit module (longueur < 10 cm). Le faciès suivant, nettement plus tendre et meuble et régionalement appelé « chaussein », est sableux brun-jaune à rosé (4).

.....  
10. Dernière glaciation du Pléistocène.



Fig. 33 (à gauche). Vue d'ensemble de la grande coupe stratigraphique (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 34 (à droite). Localisation de la grande coupe stratigraphique de référence (en rouge) et des coupes CP1 et CP2 (crédits J.-M. Palluau, Inrap).



Sur une grande partie de la coupe, il repose directement sous les colluvions superficielles, excepté à l'extrémité nord où il est plutôt imbriqué sous et dans la couche 3 à plaquettes calcaires. L'épaisseur de cette couche 4, très irrégulière, est comprise entre 10 et 50 cm à l'extrémité sud, et entre 20 et 100 cm ailleurs. Au-dessous se développent de petites plaquettes calcaires, cryoclastées<sup>11</sup>, plus ou moins indurées et litées (5), plaquettes dont l'épaisseur est centimétrique et la longueur pluricentimétrique. Ce faciès apparaît à deux niveaux: le premier, épais de 20 à 60 cm, se limite à la moitié sud de la coupe où son toit plonge du sud au nord de 1 m à 1,9 m; le deuxième, épais de 30 à 90 cm, se cantonne dans la moitié nord où son toit plonge de 0,7 à 1,3 m de profondeur. Ils présentent par endroits des ondulations résultant probablement des phénomènes de gel.

La base de la stratigraphie se caractérise par la présence d'un faciès calcaire dur et franc, d'aspect sableux et de teinte blanc-rosé (6), mais sans débitage en blocs, qui pointe en quatre endroits de la coupe. Si son épaisseur totale est inconnue, on constate en revanche que son toit se développe entre 1,2 et 1,6 m à l'extrémité sud, alors qu'au nord, il n'apparaît que vers 2 m.

La couche 7 correspond à des poches à blocs calcaires durs et à rares éléments siliceux, présents surtout dans la moitié nord de la coupe directement sous les colluvions superficielles et dont l'épaisseur varie de 10 à 60 cm. Elles ne renferment pas de matrice et leurs formes très variables semblent résulter des phénomènes de gel.

Aucune structure archéologique n'a été repérée au niveau de cette portion de coupe, malgré la présence de deux types de silex. Il s'agit soit d'éléments épars, soit de blocs volumineux généralement fragmentés sur place, probablement sous les effets du gel et des autres phénomènes météorologiques; dans ce dernier cas, leur volume total est pourtant pluri-décimétrique<sup>12</sup>. Ils sont surtout rencontrés dans la partie médiane de la coupe, en particulier dans les couches 3

11. Cryoclastie: désagrégation des roches (poreuses ou fissurées) imbibées d'eau sous l'action du gel (Lozet, Mathieu 1990).

12. Taille maximale observée en coupe: 40 x 70 cm.



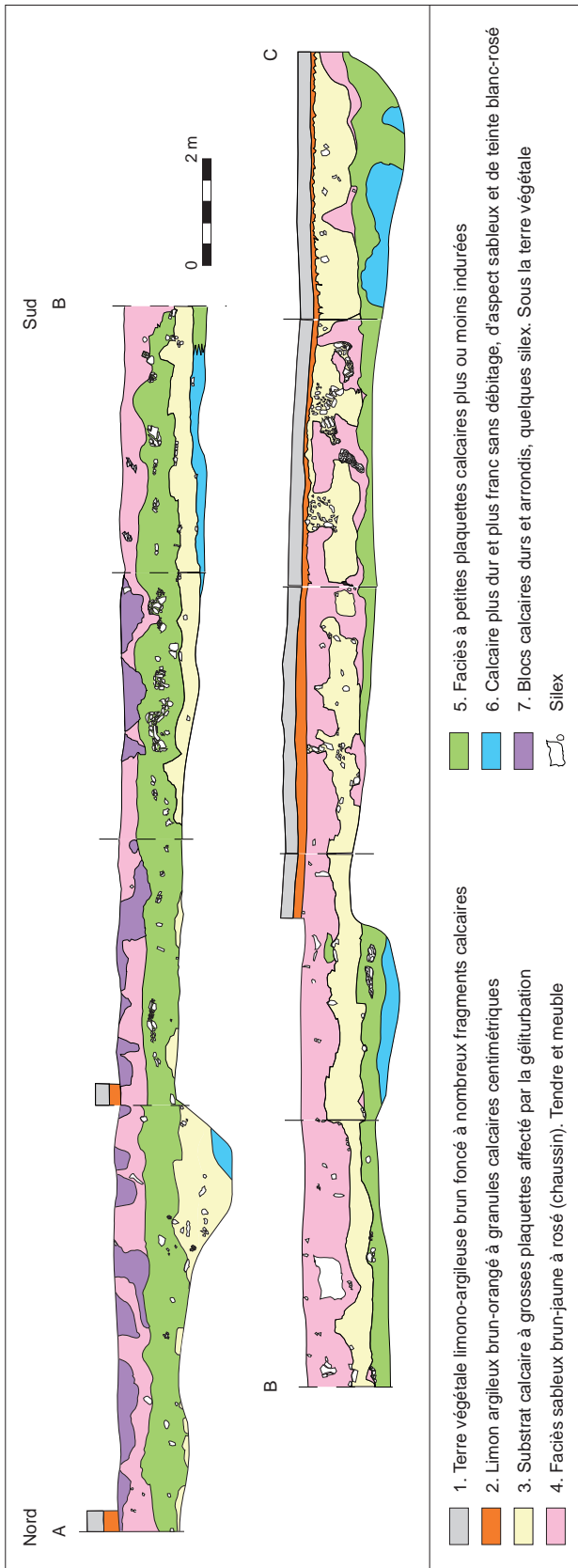


Fig. 35. Coupe géologique CP1 (crédits V. Deloze, Inrap).

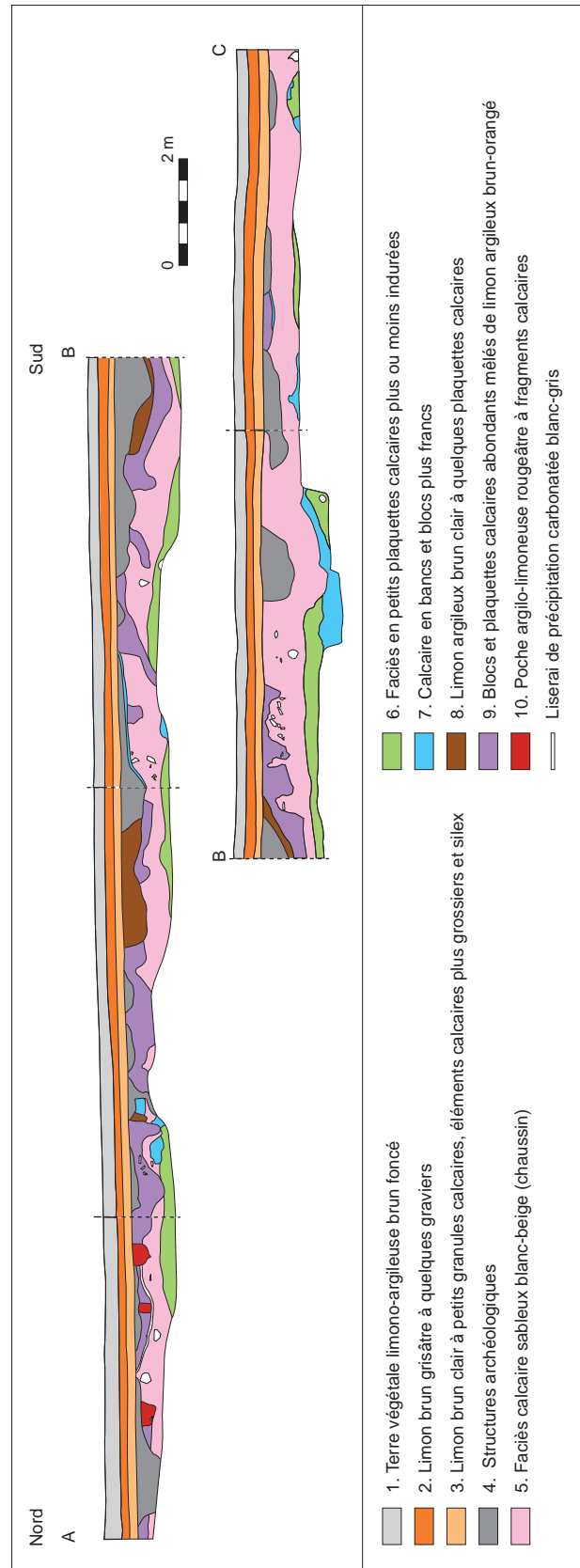


Fig. 36. Coupe géologique CP2 (crédits V. Deloze, Inrap).

et 4, et surtout dans la partie supérieure de la couche 5 où ils forment un lit quasiment continu dans la moitié nord. Ces éléments siliceux sont toutefois totalement absents des couches 6 et 7. Ils n'intéressaient donc probablement pas les mineurs néolithiques.

#### ► La coupe géologique CP2

La coupe CP2 a été relevée dans le prolongement nord de CP1 sur 37 m de long et sur une hauteur comprise entre 0,9 et 2 m (fig. 36). La partie supérieure de la stratigraphie se scinde ici en trois couches distinctes d'origine colluviale dont l'épaisseur totale n'excède guère 60 cm. La couche sommitale correspond à la terre végétale limono-argileuse brun foncé (1) épaisse ici de 16 à 30 cm selon les endroits. La couche intermédiaire (2), dont l'épaisseur varie de 10 à 22 cm, est de nature limoneuse et de teinte grisâtre, et renferme quelques graviers siliceux et calcaires. Enfin, la couche basale de même épaisseur que la couche (2) se compose d'un limon brun clair à granules calcaires, mais aussi à quelques éléments calcaires et siliceux plus grossiers (3). Quelques structures archéologiques<sup>13</sup> (4) identifiées sur cette portion de coupe apparaissent immédiatement sous la couche 3, avec une profondeur conservée qui ne dépasse pas 10 à 70 cm. Au-dessous se développe le « chaussin », faciès sableux calcaire assez meuble de teinte blanc-beige (5), sur une épaisseur variant de 10 à 100 cm<sup>14</sup>. Son épaisseur moyenne diminue du sud (entre 50 et 60 cm) vers le nord (de 20 à 40 cm). La couche sous-jacente correspond à un autre faciès calcaire débité en petites plaquettes plus ou moins indurées (6), pointant en général de manière discontinue à la base de CP2 sur une épaisseur maximale de 40 cm. Sur ou sous ces plaquettes, et même parfois imbriqué dedans, on rencontre par intermittence un troisième faciès calcaire à blocs et bancs nettement plus francs (7), sur 20 à 40 cm d'épaisseur, essentiellement dans la moitié sud du profil. Les couches 8 à 10 ont été observées plutôt sous la forme de poches au sommet du « chaussin », directement sous la couverture superficielle. Ainsi, des limons argileux brun clair à plaquettes calcaires (8) forment localement des poches n'excédant pas 50 cm de profondeur, qui semblent de surcroît recoupées par certaines des structures archéologiques (traduisant des tentatives d'extraction au sein de ces poches?). D'autres poches plus abondantes se composent de blocs et plaquettes calcaires contenus dans une matrice argileuse brun-orangé (9) sur une épaisseur maximale de 60 cm. Elles apparaissent affectées par le gel et développent par endroits à leur base, un mince liserai de précipitation carbonatée d'origine secondaire<sup>15</sup>. Enfin, à l'extrémité nord de CP2 se développent trois petites poches à remplissage argilo-limoneux rougeâtre renfermant quelques fragments calcaires (10) dont le diamètre et la profondeur n'excèdent pas 30 cm, et qui pourraient correspondre à des poches d'argiles de décarbonatation<sup>16</sup>.

L'essentiel des éléments siliceux est contenu dans le chaussin (5) sous la forme de blocs siliceux noirs dont le module n'excède pas 20 cm de diamètre. Sinon, ils apparaissent de manière épisodique dans les couches 6, 9 et 10 avec parfois des modules encore plus petits. Quant aux structures observées, leur profondeur n'excède justement pas celle du chaussin. La raréfaction des silex sur la coupe pourrait s'expliquer non seulement par le plongement de la couche 3 observée en CP1 sous la stratigraphie de CP2, mais aussi probablement par le fait que les principaux nodules contenus dans le chaussin auraient été extraits par les mineurs néolithiques.

La mine de Ri montre une succession stratigraphique quasi constante, où les formations superficielles colluviales et éoliennes s'épaississent du sud au nord. La sédimentation carbonatée jurassique s'opère en plusieurs phases,

.....

13. De type fosses.

14. Avec un maximum observé entre 8 et 16 m à partir de l'extrémité sud.

15. Probablement une calcrète: croûte ici friable d'accumulation calcaire dont l'origine est pédologique (Campy, Macaire 2003).

16. Les roches calcaires soumises à l'altération perdent une grande partie de leurs carbonates à proximité de la surface du sol. Cette altération limitée conduit à un matériau composé de minéraux résiduels de la roche calcaire auxquels s'ajoutent des minéraux de néogène et souvent une fraction détritique allochtone (Campy, Macaire 2003).

auxquelles succèdent des phases d'altération qui ont donné naissance en particulier à un limon sableux fin très oxydé appelé « chaussin ». Ce dernier contient non seulement des plaquettes issues de la désagrégation du calcaire de Caen, mais aussi un nombre d'ovoïdes ou de nodules de silex variable suivant les sondages et l'épaisseur du limon. Les volumes les plus grands sont observés dans la zone axiale de la fouille. Les différentes catégories de silex répertoriées au cours de cette étude montrent aussi que la qualité de la matière première est meilleure dans la zone axiale de la fouille, qui concentre essentiellement les silex de catégorie 3.

Selon la position des sondages, on observe une forte variation d'épaisseur du limon argileux brun soliflué qui recouvre les couches sous-jacentes. C'est lui que l'on retrouve par moments soit à la surface, soit mélangé à l'horizon organique arable sous l'action des labours (couche 8). Ce limon argileux constitue, avec l'argile (couche 2), la formation notée Rj en cartographie (Gigot *et al.* 1999) dont l'épaisseur semble croître vers le nord-est de la fouille. Au nord et au sud du décapage, la rareté des puits et des fosses d'extraction est liée à la rareté des silex en position haute, mais sans doute aussi à la position profonde des silex de bonne facture. On peut également supposer une extension de la minière dans sa partie est, en continuité avec la zone axiale de la sédimentation carbonatée du Jurassique.

## Une lecture stratigraphique macroscopique

Les structures d'extraction mises au jour à Ri sont de différents types et leurs formes et profondeurs sont, bien entendu, conditionnées par la nature du *substratum* et la place stratigraphique qu'occupent les couches contenant des matières siliceuses. Une étude précise de la géométrie de ces différentes couches a donc été menée en complément de l'analyse géologique générale lancée en début de campagne de fouille. Cette analyse stratigraphique avait pour objet la reconnaissance et la maîtrise de la densité et de la qualité des blocs de silex sur toute la surface du site. Ces informations devaient permettre, par comparaison avec les analyses des fabriques des roches, de mieux appréhender la disposition des ateliers ou des amas de débitage qui jalonnent l'ensemble du décapage, et de mettre en évidence de possibles déplacements des matériaux de certains puits vers des zones particulières, spécialisées ou non. Afin de définir la succession stratigraphique exacte de la minière, 15 sondages notés S1 à S15, d'environ 3 m de long et 2 m de profondeur, ont été réalisés sur toute la largeur et la longueur du décapage (fig. 37). L'analyse de ces sondages s'effectuera donc du sud vers le nord de la surface décapée.

### La succession stratigraphique

Au sein des 15 sondages effectués, la densité des structures archéologiques traversant la stratigraphie est apparue croissante du sud vers le nord, exception faite de la partie la plus septentrionale du site. Ce constat est également lié à l'épaisseur croissante du sud vers le nord des couches limoneuses superficielles, au sein desquelles apparaissent les blocs de silex principalement ovoïdes, sans aucune rupture de cette élévation d'épaisseur dans la partie nord de la fouille. La stratigraphie générale du site montre en outre une constance de la nature et du nombre de couches sédimentaires, avec au total cinq grandes couches sédimentaires à forte variation d'épaisseur et de granulométrie (fig. 38).

► Le substrat du calcaire de Caen représenté par trois faciès distincts (couches 4 et 4', 5 et 6):

- un calcaire gréseux plus ou moins sain ou frais (5) qui, au sud du site, apparaît entre 0,8 m et 2,1 m de profondeur (S1 à S5), alors qu'il n'a pas été atteint dans les sondages au nord;
- un calcaire gréseux compact (4 et 4') qui contient parfois de nombreuses et volumineuses boules de silex, notamment au nord du site (S5 et S8). Il s'agit de la transition entre les limons sableux sus-jacents (3) et le calcaire sain (5). La couche 4 contient des blocs plus volumineux et nombreux et les seules traces d'exploitation s'observent en contrebas de S14 où elle semble remonter. Dans la partie sud (S1 et S2) où l'altération est très faible, les boules de silex sont rares;
- un calcaire lité et induré, en microplaquettes sans bloc de silex (6). Son induration résulte du transfert de silice depuis les couches limono-sableuses sus-jacentes. Il s'observe également à la base des fosses d'extraction comblées de sédiment argilo-sableux brun foncé à blocs de calcaire et de silex.

► Un limon argileux brun (couche 8)

Observé essentiellement dans la partie nord à nord-est du site, il mêle une fraction limoneuse provenant des lœss weichséliens et une fraction argileuse issue de la couche 2, et suggère des phénomènes de solifluxion<sup>17</sup>. La stratigraphie révèle donc des sédiments issus de l'altération *in situ* du calcaire de Caen (couche 3) recouverts par une coulée de solifluxion orientée du nord-ouest au sud-est, en conformité avec la topographie locale.

► Un limon sableux brun-ocre (couche 3)

Ce limon sableux contient des microplaquettes calcaires et des boules de silex sur une épaisseur variant de 0,4 m en S1 à près de 1,50 m en S3, en passant par 0,8 à 0,9 m en S6 à S14. Les sondages S3 et S4 sont situés dans l'axe ouest-est de la sédimentation carbonatée. L'horizontalité des plaquettes calcaires contenues dans ce limon montre qu'elles dérivent de l'altération du calcaire de Caen (4, 4', 5 et 6). Sa partie supérieure contient rarement des plaquettes de calcaires silicifiés, mais plutôt des microblocs de 4 à 5 cm d'épaisseur en moyenne. On y observe aussi de nombreux transferts d'oxydes de fer ocre-rouille (hématite). La quantité, le volume et le degré de maturité ou de gélifraction des silex varient énormément suivant la position des sondages et le volume de sédiment qui les contient. Dans la partie sud (S1 et S2), le nombre de blocs de silex est restreint. Ces derniers sont également fortement gélifractés dans la partie sud (S1) et dans les parties nord et nord-est (S14 et S15).

► Une argile brun-rougeâtre à microplaquettes calcaires (couche 2)

Cette argile indique un transfert de la fraction argileuse des sédiments issus de l'altération du calcaire de Caen sur une épaisseur de 0,1 à 0,25 m. Elle est uniquement présente au sud du décapage (S1 et S3) et constitue l'essentiel du remplissage des fosses d'extraction.

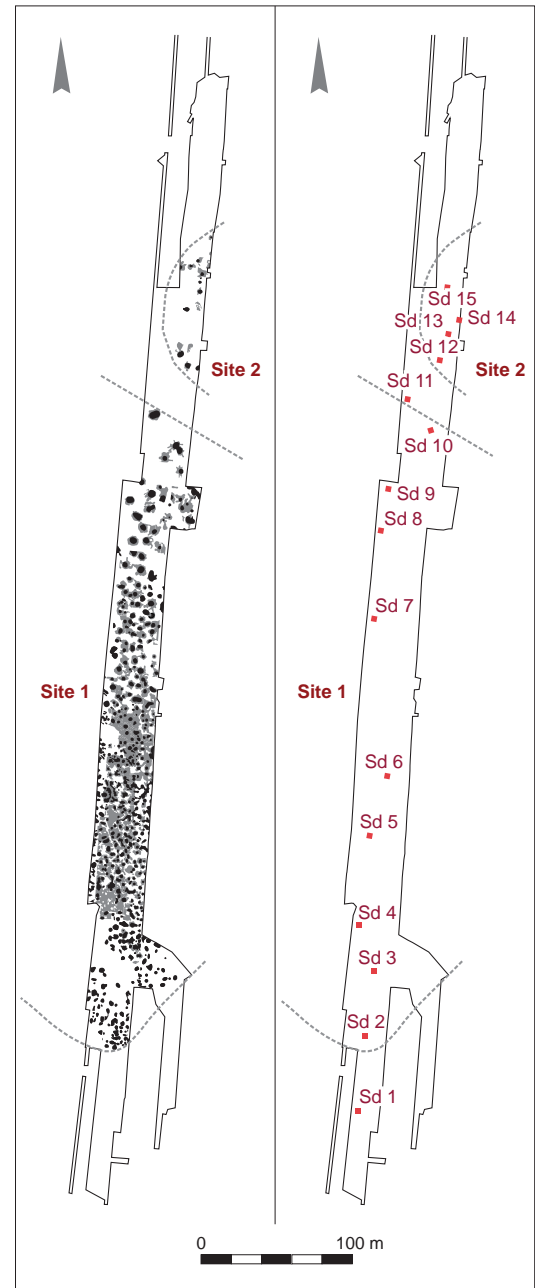


Fig. 37. Plan général de la minière avec les deux concentrations et plan de répartition des sondages « stratigraphiques » (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

.....  
17. Solifluxion : glissement peu rapide de sédiments sur un versant, dû au fait que les terrains sont gorgés d'eau et s'écoulent comme une masse boueuse à partir d'une niche de décollement (Foucault, Raoult 1992).



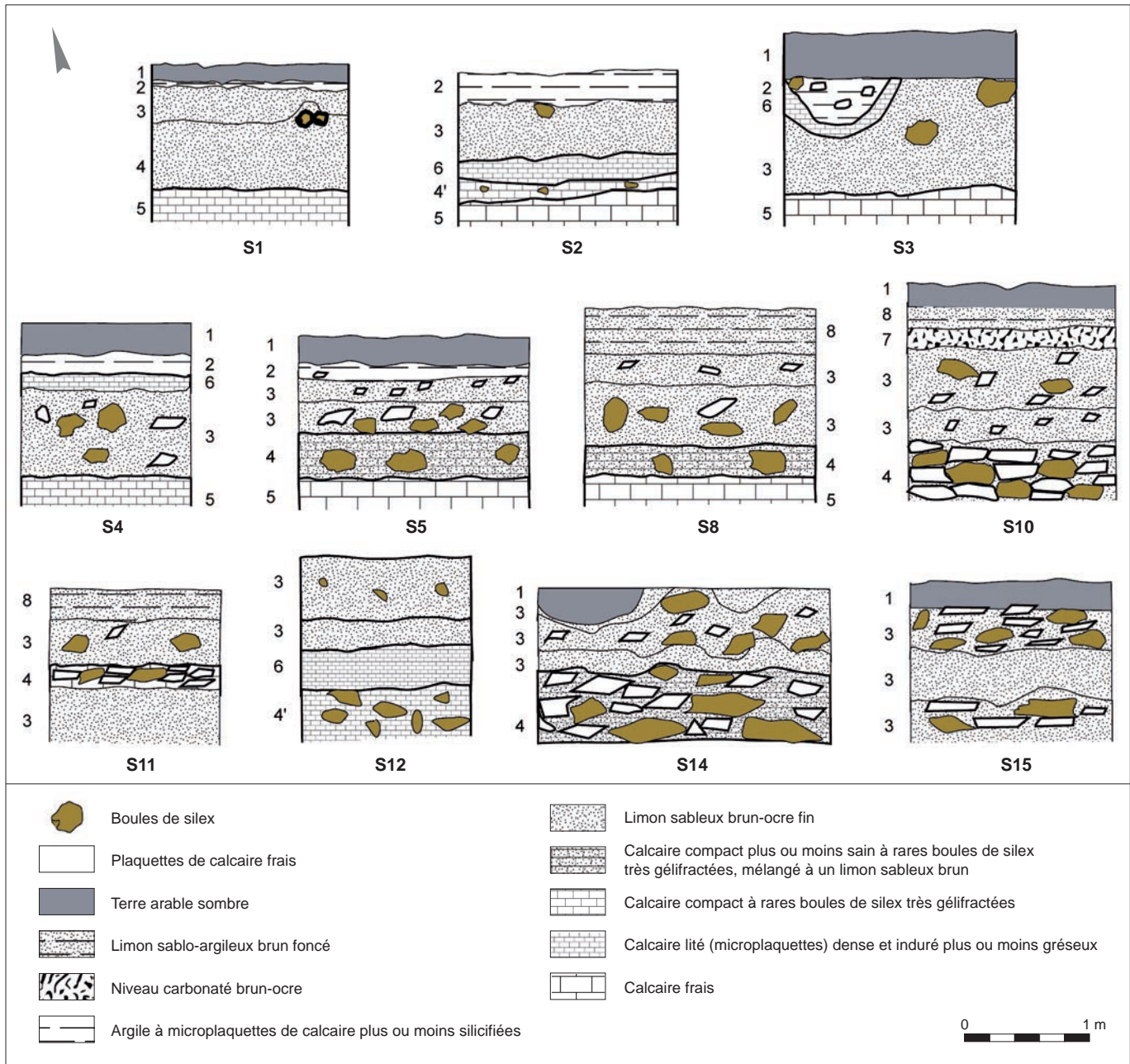


Fig. 38. Stratigraphie des quinze sondages ponctuels de la mine de Ri (crédits R. Tsoygou-Aboupe, Inrap).

► La terre arable argilo-limoneuse (couche 1)

Au sud du site, les fosses d'extraction se développent à très faible profondeur sous ce niveau sommital, par exemple à 0,6 m en S3<sup>18</sup>. Plus au nord-est (S14), les fosses ont une profondeur moyenne de 0,4 m et des restes de débitage y sont conservés.

.....  
18. Pour une largeur de 1,4 m.

## Les divers types de blocs de silex

Les silex gris foncé contenus dans le calcaire de Caen se situent à des niveaux variables selon les endroits et peuvent être répartis en trois catégories<sup>19</sup> selon leur nature et le nombre de cœurs<sup>20</sup> et de cortex rencontrés.

### ► Catégorie 1

Les silex à cortex unique et double cœur (fig. 39) possèdent un cortex grésocrayeux et un cœur à partie interne très siliceuse et à partie externe grésosiliceuse. La désilicification de la partie la plus externe du cœur n'étant pas très intense, la fraction siliceuse est plus importante que la gréseuse. Les blocs sont fortement gélifracés et une cristallisation de la calcite est observée sur les surfaces de gélifraction, ainsi que des géodes de microquartz prismatique. Les blocs de cette catégorie sont plutôt situés au sud (S1), au nord et au nord-est du site (S10, S11, S13, S14 et S15).

### ► Catégorie 2

Les silex à double cortex et double cœur (fig. 40) présentent un cortex interne fortement gréseux, tandis que l'externe est plutôt grésocrayeux. Le double cœur, interne et externe, montre qu'il y a donc deux phases de silicification. Si la première cristallisation siliceuse est fine, la seconde est gréseuse. Seuls S6 et S12, situés au sein des zones de transition entre les blocs de catégorie 1 et 3, ont révélé ce type de blocs.

### ► Catégorie 3

Les silex à double cortex très crayeux et double cœur (fig. 41) ont un cortex interne grésocrayeux à l'inverse de ceux de la catégorie 2. La seconde cristallisation est courte comme pour la catégorie 1. Le cœur interne est soit très homogène, soit très désilicifié. Tous les sondages qui les contiennent sont situés dans la zone médiane du site (S3, S4, S5, S7, S8), là où s'observent sur le terrain la majorité des puits et fosses d'extraction, mais aussi les grands amas de débitage. Les silex de catégorie 3 peuvent être divisés en trois sous-catégories 3A, 3B et 3C, où le degré de désilicification du cœur interne est croissant des blocs 3A aux blocs 3C. Seuls les sondages contenant les blocs 3A et 3B contiennent des structures d'extraction, car le volume, la qualité et le nombre de blocs contenus dans les limons y sont élevés.

## La grande coupe stratigraphique

L'équipe archéologique a effectué, en parallèle à la fouille du site archéologique, le relevé intégral d'un profil géologique N/S long de près de 600 m sur la bordure à l'est de l'emprise de fouille (fig. 34). Ce profil, non présentable en l'état, a été découpé du sud au nord en transects notés ab à op.

### ► Transect ab

Il correspond en fait à la coupe CP2 évoquée ci-dessus (fig. 36).

### ► Transect bc

Long de près de 82 m pour une profondeur variant de 1,1 à 1,6 m, cette portion de coupe (fig. 42) a révélé au sommet une couverture superficielle majoritairement limoneuse comprenant trois couches (1, 2 et 8) dont l'épaisseur totale est comprise entre 0,3 et 0,5 m. Le substrat apparaît ici sous la forme de « chaus-sin » (couche 4), c'est-à-dire un faciès sableux calcaire, épais d'environ un mètre,

.....  
19. Les catégories ont été définies en prenant en compte l'ensemble des silex étudiés dans tous les sondages.

20. Partie interne du silex représentant une phase de dépôt de silice.

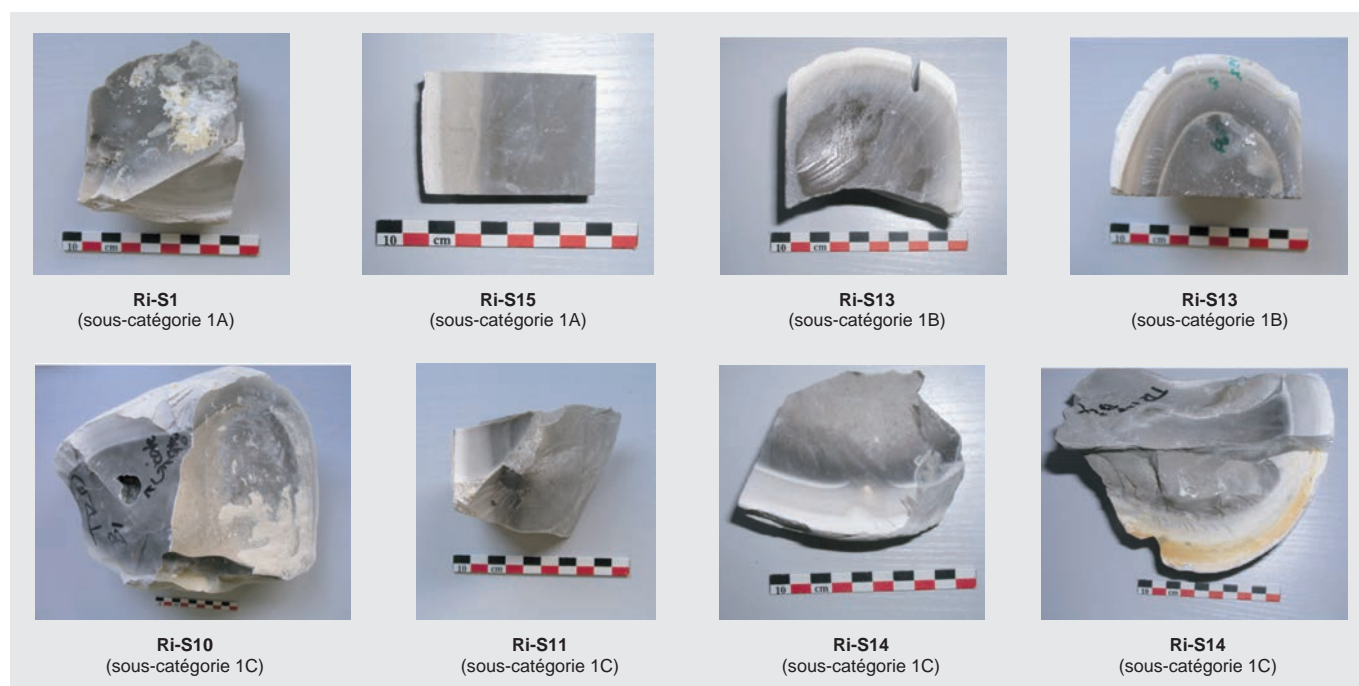
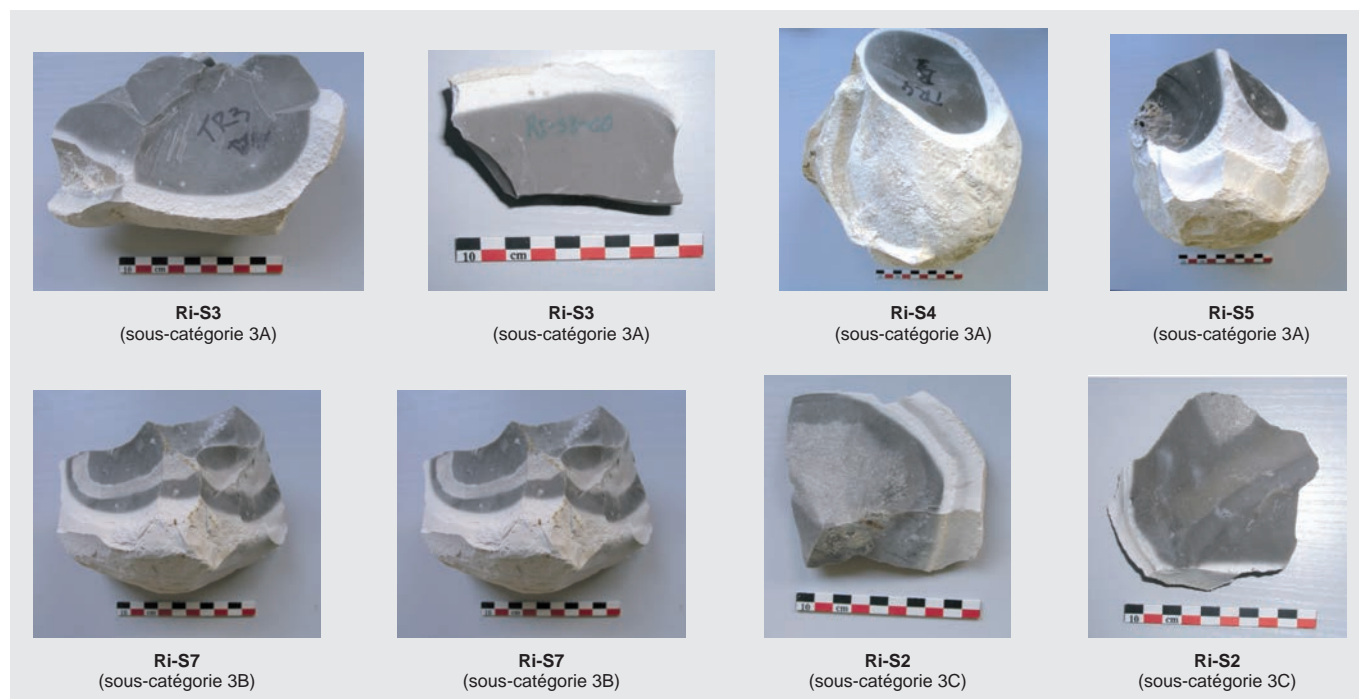
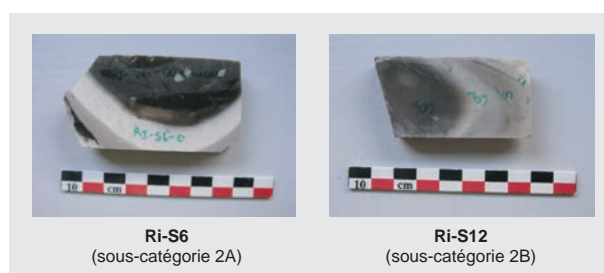


Fig. 39 (ci-dessus). Photographies des silex de la catégorie 1 (crédits R. Tsobgou-Ahoupe, Inrap).

Fig. 40 (ci-contre). Photographies des silex de la catégorie 2 (crédits R. Tsobgou-Ahoupe, Inrap).

Fig. 41 (ci-dessous). Photographies des silex de la catégorie 3 (crédits R. Tsobgou-Ahoupe, Inrap).



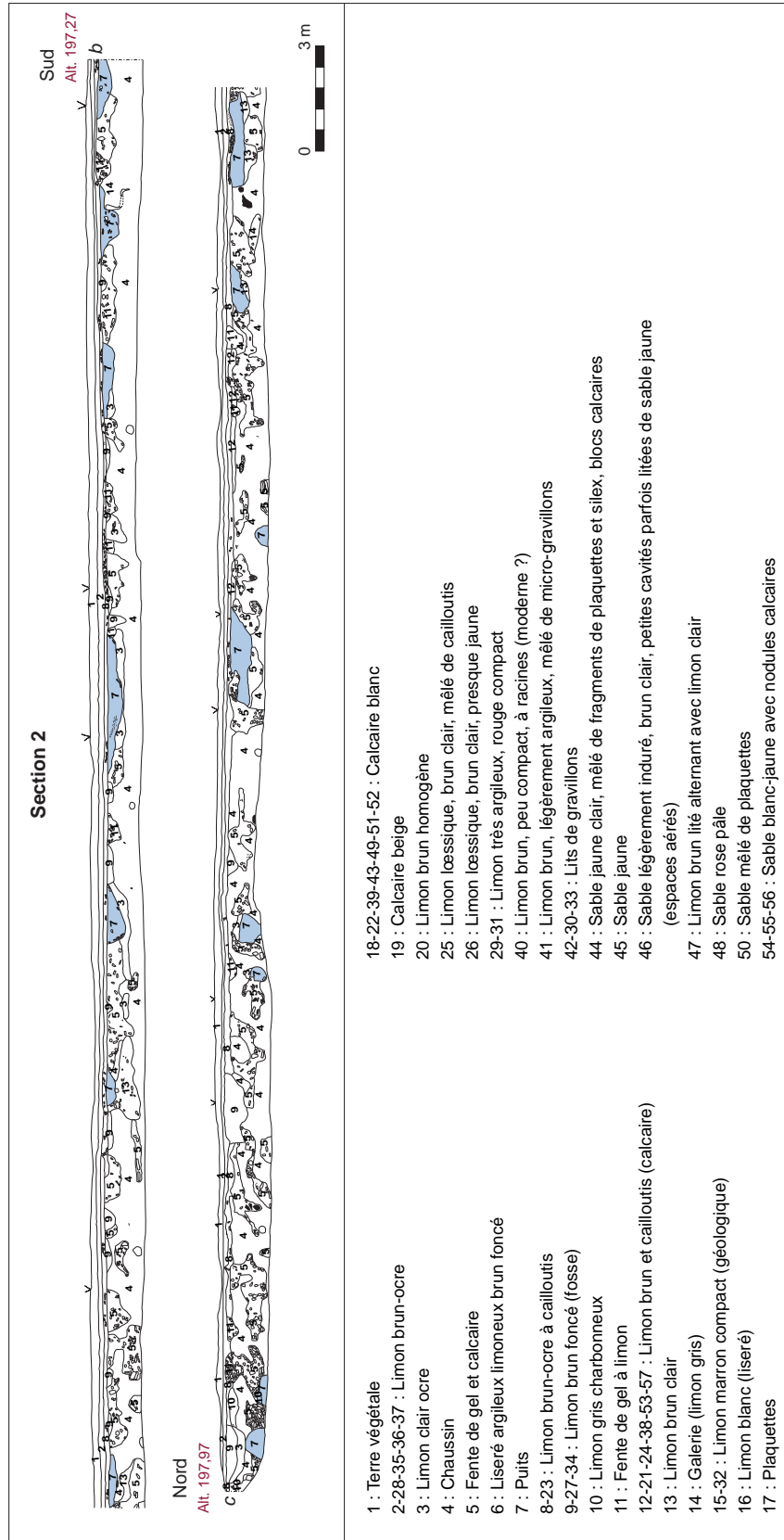


Fig. 42. Transect bc de la grande coupe géologique (crédits J.-M. Palluau, Inrap).



fortement affecté et perturbé à son sommet par des structures et des poches de géliturbation comblées d'éléments calcaires et de limon ocre (couches 3, 5, 11, 12 et 13). Les phénomènes de gel apparaissent moins profonds et moins abondants dans la moitié sud du transect, contrairement à la moitié nord où ils peuvent descendre jusqu'à 1 m de profondeur. Les structures archéologiques (7, 9 et 14) correspondent ici à de simples fosses, assez nombreuses et n'excédant pas 0,6 m de profondeur dans la moitié sud, mais aussi à quelques galeries atteignant plus d'un mètre de profondeur dans la moitié nord. Les silex ont donc été extraits du chaussin (4), mais peut-être aussi des poches solifluées (5, 13).

#### ► Transect cd

Ce court transect de 22 m de long pour 1 à 1,7 m de profondeur (fig. 43) est très similaire au précédent avec une couverture limoneuse épaisse de 0,4 à 0,5 m (couches 1, 2 et 8) recouvrant 1 à 1,4 m de substrat de type chaussin (4). Ce dernier apparaît toujours affecté par les phénomènes de gel sur toute son épaisseur et recoupé environ tous les 4 à 5 m par des fosses d'extraction qui descendent jusqu'à 0,3-0,9 m sous les limons superficiels.

#### ► Transect de

Tout comme le précédent, ce transect long de 23,5 m et profond de 0,8 à 1,7 m (fig. 43) présente une couverture limoneuse n'excédant pas 0,4 m et reposant sur un substrat sablo-calcaire dont l'épaisseur est comprise entre 1 et 1,2 m. Il s'y développe des structures de gel, mais aussi environ deux fosses d'extraction tous les 5 m, descendant jusqu'à 0,6/0,8 m sous la couverture limoneuse superficielle.

#### ► Transect efg

Long de 68 m et profond de 1,6 à 2,2 m (fig. 44), ce profil présente peu de différence avec le précédent : les limons superficiels subdivisés en trois niveaux et épais de 0,4 à 0,5 m sont superposés à des structures de gel ne descendant pas sous 1,2 m de profondeur et comblées de limons, calcaires et parfois silex. À ces poches de gel se rajoutent des poches contenant du limon marron compact (15) correspondant probablement à l'horizon de décarbonatation au sommet du calcaire, qui se présente ici toujours majoritairement sous un faciès sableux de type chaussin. On notera toutefois l'apparition en quelques points de zones à plaquettes calcaires (17) sur quelques décimètres d'épaisseur. Sur ce transect, une structure d'extraction se développe tous les 5 m entre 10 et 20 m, et deux structures tous les 5 m entre 35 et 60 m et au-delà de 65 m<sup>21</sup>, alors qu'ailleurs il n'y en a pas.

#### ► Transect gh

À partir de ce transect (long de 51,5 m et profond de 1 à 2,4 m), on note une hausse significative d'épaisseur des formations limoneuses superficielles en direction du nord (fig. 45). Elles passent en effet d'un total de 0,5 m à 1,1 m à l'extrémité nord de ce transect, la couche 2 s'épaississant plus que la terre végétale (1). À leur base se développe par intermittence un mince liseré argilo-limoneux brun foncé (6), d'origine très proche de la couche 15 sous-jacente (cf. transect précédent) qui apparaît ici systématiquement présente au toit du substrat calcaire (chaussin) sur une épaisseur croissante du sud (0,4 m) au nord (1 m). Le substrat sableux calcaire plonge en profondeur du sud vers le nord de ce transect, en parallèle avec l'augmentation d'épaisseur des formations superficielles. Seules quatre structures d'extraction s'y développent : trois dans les quinze premiers mètres de l'extrémité sud et une à 30 m de cette même extrémité.

.....  
21. Les distances sont mesurées du sud vers le nord de chaque transect.

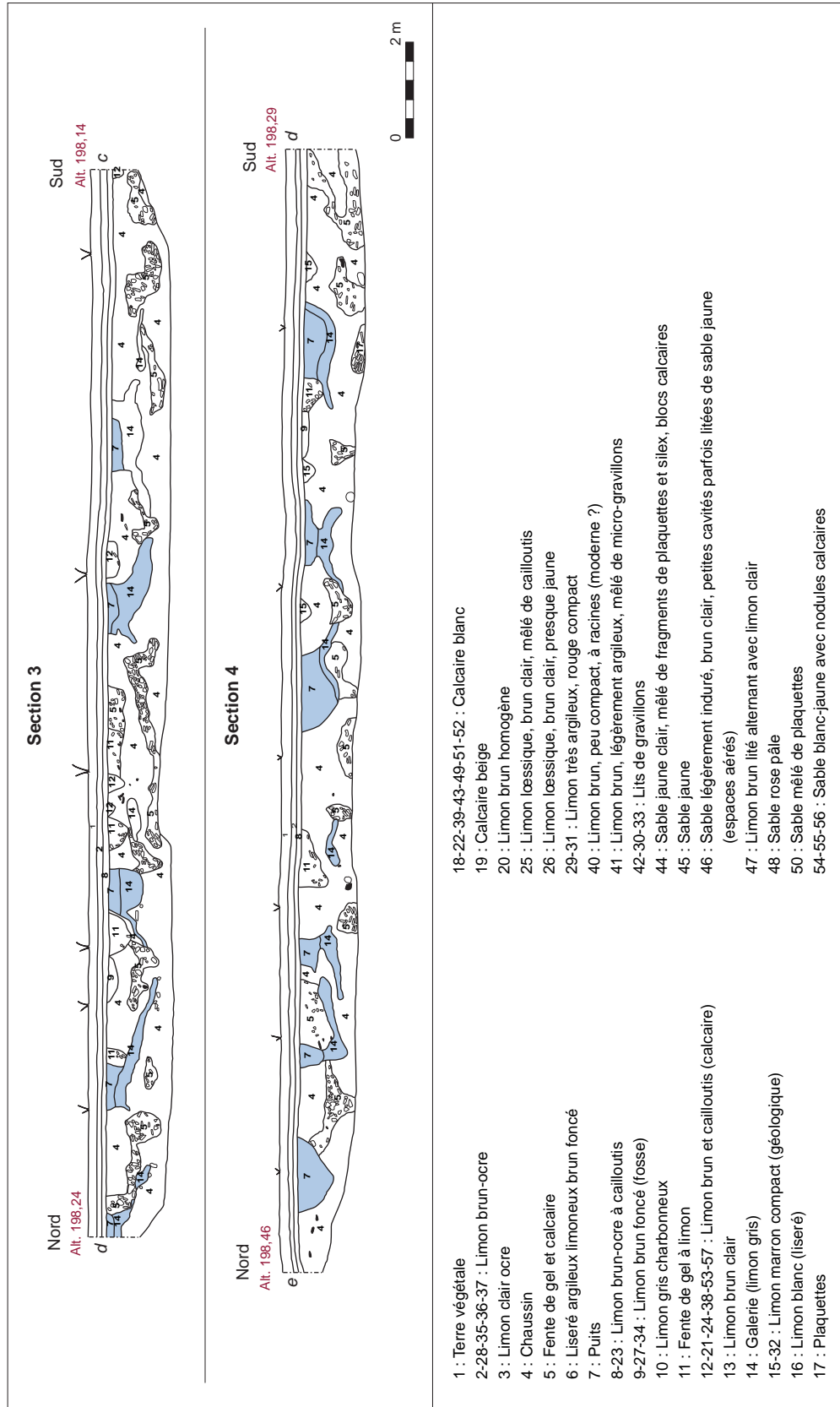


Fig. 43. Transect cde de la grande coupe géologique (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

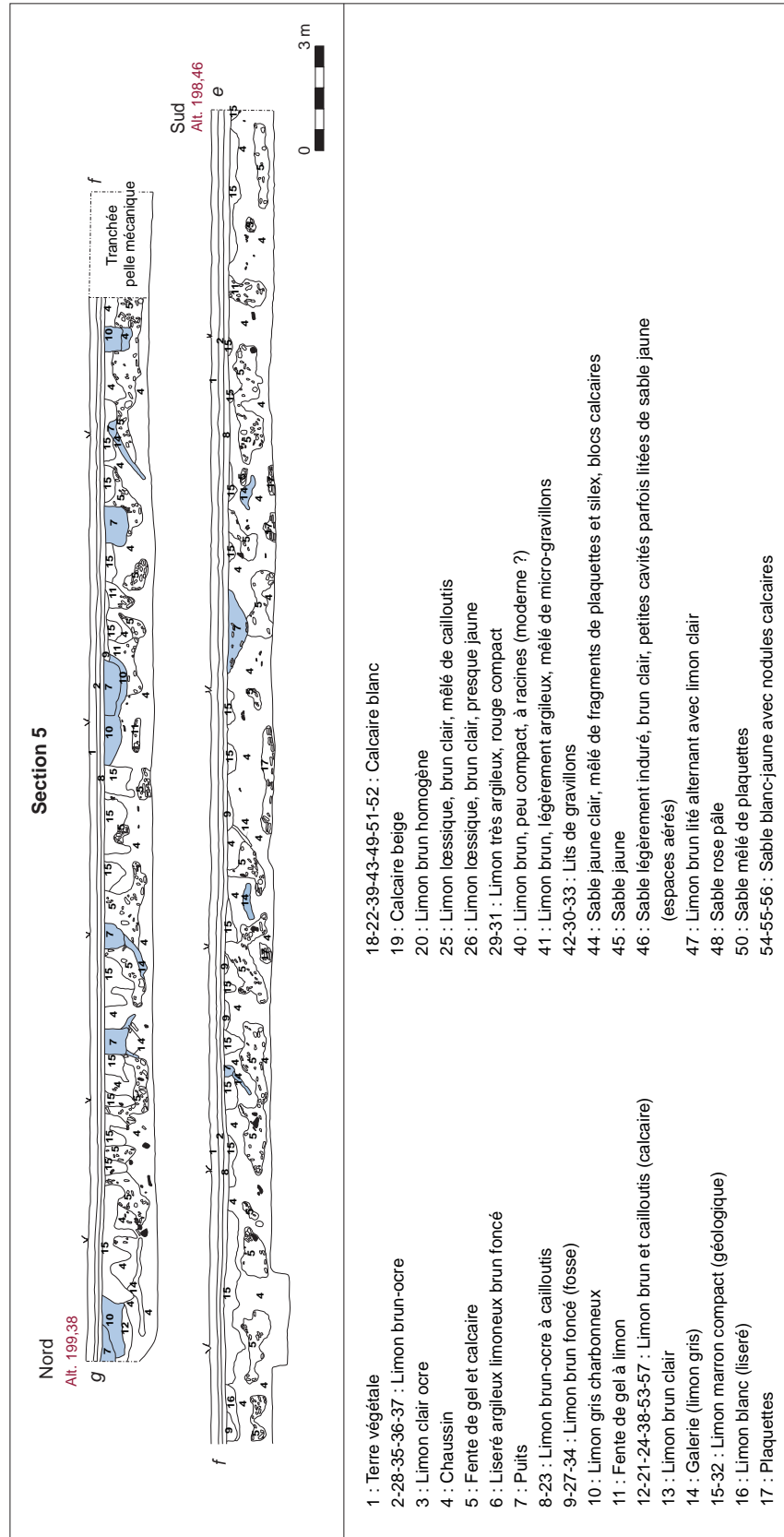


Fig. 44. Transect ef et fg de la grande coupe géologique (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

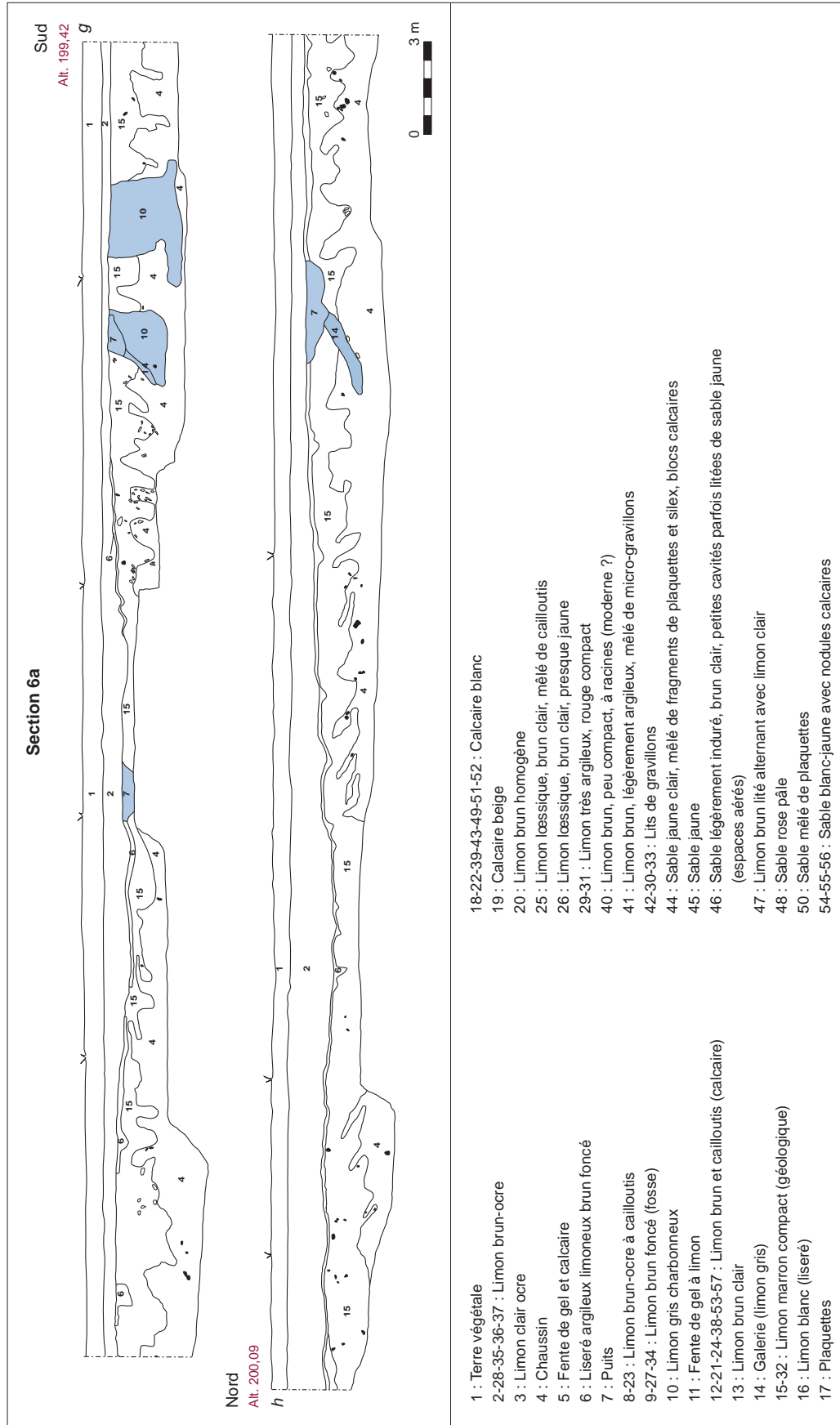


Fig. 45. Transect *gh* de la grande coupe géologique (crédits J.-M. Palluau, Irrap).



#### ► Transect hi

Ce court profil (14 m de long) a permis d'observer la stratigraphie sur une épaisseur comprise entre 2 et 2,4 m (fig. 46). Les formations superficielles limoneuses (1 et 2) retrouvent une amplitude modeste voisine de 0,6 m, au-dessus des poches solifluées irrégulières de limon brun compact (15). Quant au substrat sableux calcaire (chaussin), il est épais de 0,1 à 1,4 m. Ce transect est recoupé dans sa moitié nord par une carrière descendant jusqu'à 2,4 m de profondeur et par une unique galerie développée dans le chaussin.

#### ► Transect jk

Long de 54 m pour une profondeur variant de 1,8 à 3,5 m, cette portion de la stratigraphie (fig. 46) se caractérise tout d'abord par une forte hausse d'épaisseur des limons superficiels (1 et 2) atteignant jusqu'à 1,8 m au total, mais aussi par un net changement de faciès du substrat. En effet, mis à part dans la moitié nord de ce transect où le chaussin est apparent sur 0,3 à 1 m, on observe la superposition d'un calcaire beige (19) s'épaississant du sud (0,1 m) vers le nord (environ 1 m) sur un calcaire blanc (18) révélant un niveau de silex à une profondeur comprise entre -2,5 et -3 m. Ces derniers ont été exploités au moyen de puits et galeries espacés tous les 10 m environ, qui apparemment disparaissent vers le nord quand réapparaît le chaussin.

#### ► Transect lm

Au milieu de ce profil long de 55 m pour une hauteur de 0,6 à 2 m (fig. 47) apparaît une seule structure, carrière ou grande fosse (?), large de 7 m et profonde de 1,3 m. Elle recoupe une stratigraphie où les formations superficielles limoneuses n'excèdent pas 0,7 m d'épaisseur au sud et 0,3 m au nord. Au-dessous, sous un fin liseré d'argile de décalcification (29) rencontré dans les 20 premiers mètres au sud, le substrat calcaire est majoritairement sableux et de teinte variable (couches 45 et 46) avec développement en poches solifluées irrégulières (de 0,1 à 0,9 m). Entre 27 et 55 m à partir de l'extrémité sud, se développe un sable calcaire jaune clair (44) épais de 0,1 à 0,6 m accompagné de fragments de plaquettes calcaires et de silex. Le niveau sous-jacent correspond plutôt à un sable blanc-jaune à nodules calcaires (54-55-56) épais de 0,3 à 0,8 m, alors qu'à la base de l'extrémité nord apparaît vers 2 m de profondeur le toit d'une dalle calcaire dure. L'absence de puits d'extraction suggérerait ici un niveau de silex trop profond pour être exploité.

#### ► Transect mn

Sur 87,5 m de long et une profondeur de 1,8 à 2,3 m (fig. 48), ce profil montre une légère augmentation d'épaisseur des limons superficiels (1 et 2) passant de 0,4 m au sud à 0,8 m au nord. Au-dessous, le substrat calcaire est, soit de sableux jaune (45) à l'extrémité sud sur 0,6 à 0,8 m, soit sableux à nodules calcaires (54) au milieu du transect (entre 30 et 65 m) sur une épaisseur de 0,6 à 1,5 m. Le calcaire blanc et dur (43 et 51) est généralement rencontré sous les sables calcaires, excepté vers 35/40 m de l'extrémité sud où il affleure directement sous les formations superficielles sur 0,4 m d'épaisseur. La base du transect est constituée par le calcaire blanc (43) épais de 0,3 à 1 m, alors que le faciès sableux à plaquettes calcaires (44) n'apparaît qu'au-delà de 40 m sur une épaisseur maximale de 0,7 m qui diminue vers le nord. Au sein des formations sablo-calcaires du substrat, les nombreux nodules siliceux dessinent un lit quasi continu qui plonge de -0,9 m de profondeur au sud à -1,5 m à 30 m au nord de l'extrémité sud et à plus de 2 m de profondeur dans la moitié nord de la coupe. Ces silex ont été exploités par l'intermédiaire de structures d'extraction dont la base s'arrête sur le substrat calcaire dur et qui descendent jusqu'à -1,5/2 m.

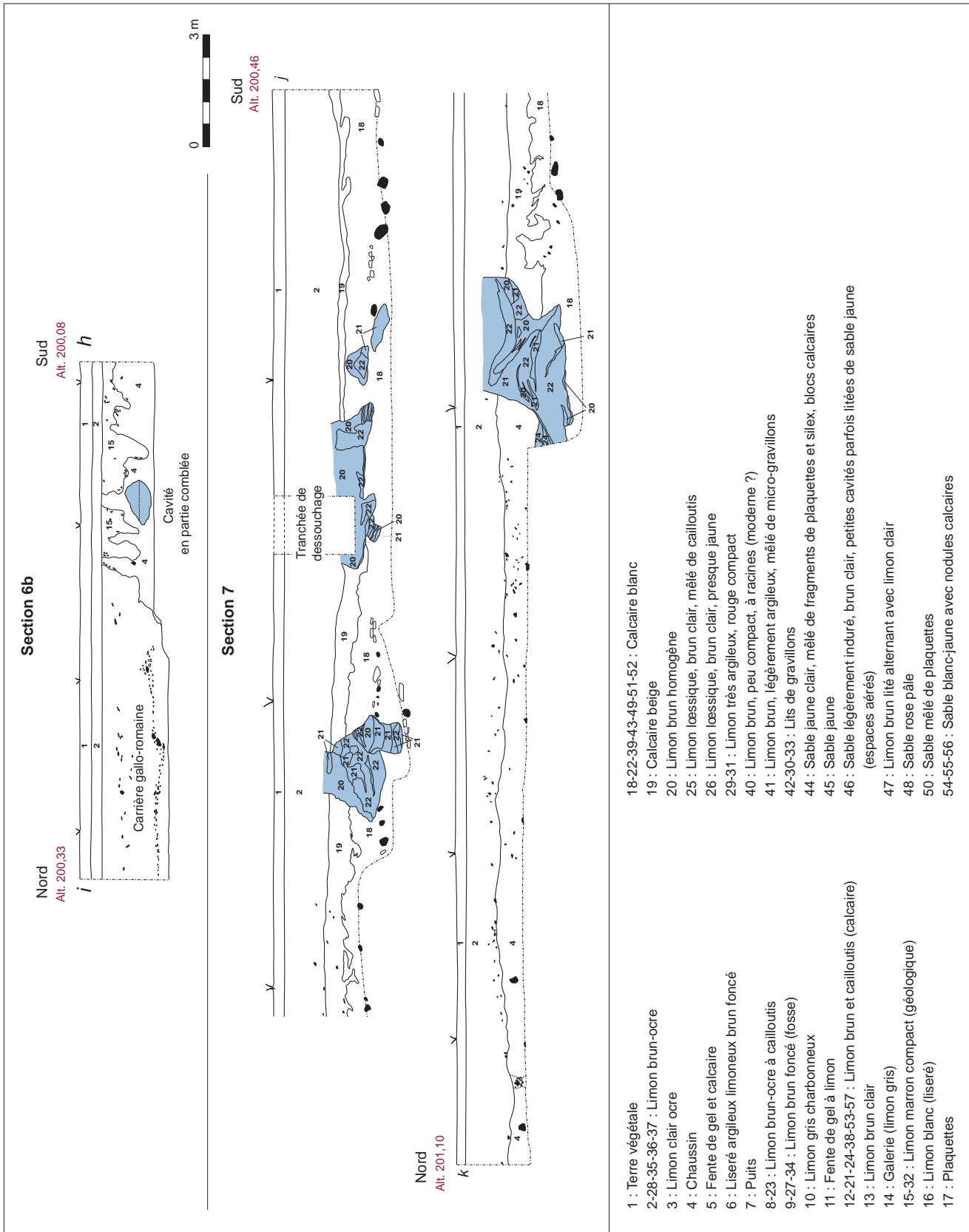


Fig. 46. Transect hi et jk de la grande coupe géologique (crédits J.-M. Palluau, Imrap).

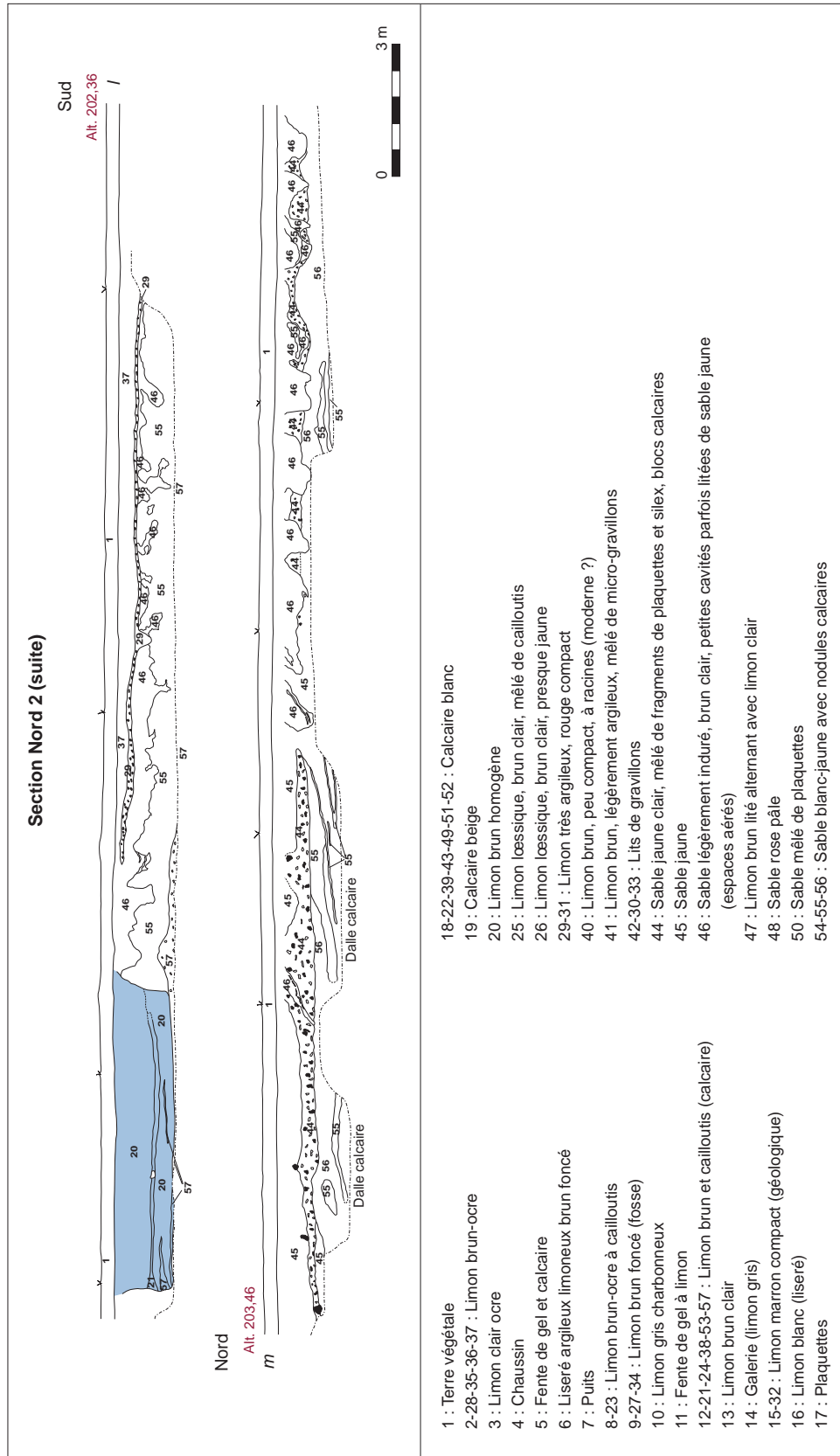


Fig. 47. Transect lm de la grande coupe géologique (crédits J.-M. Palluau, Imrap).

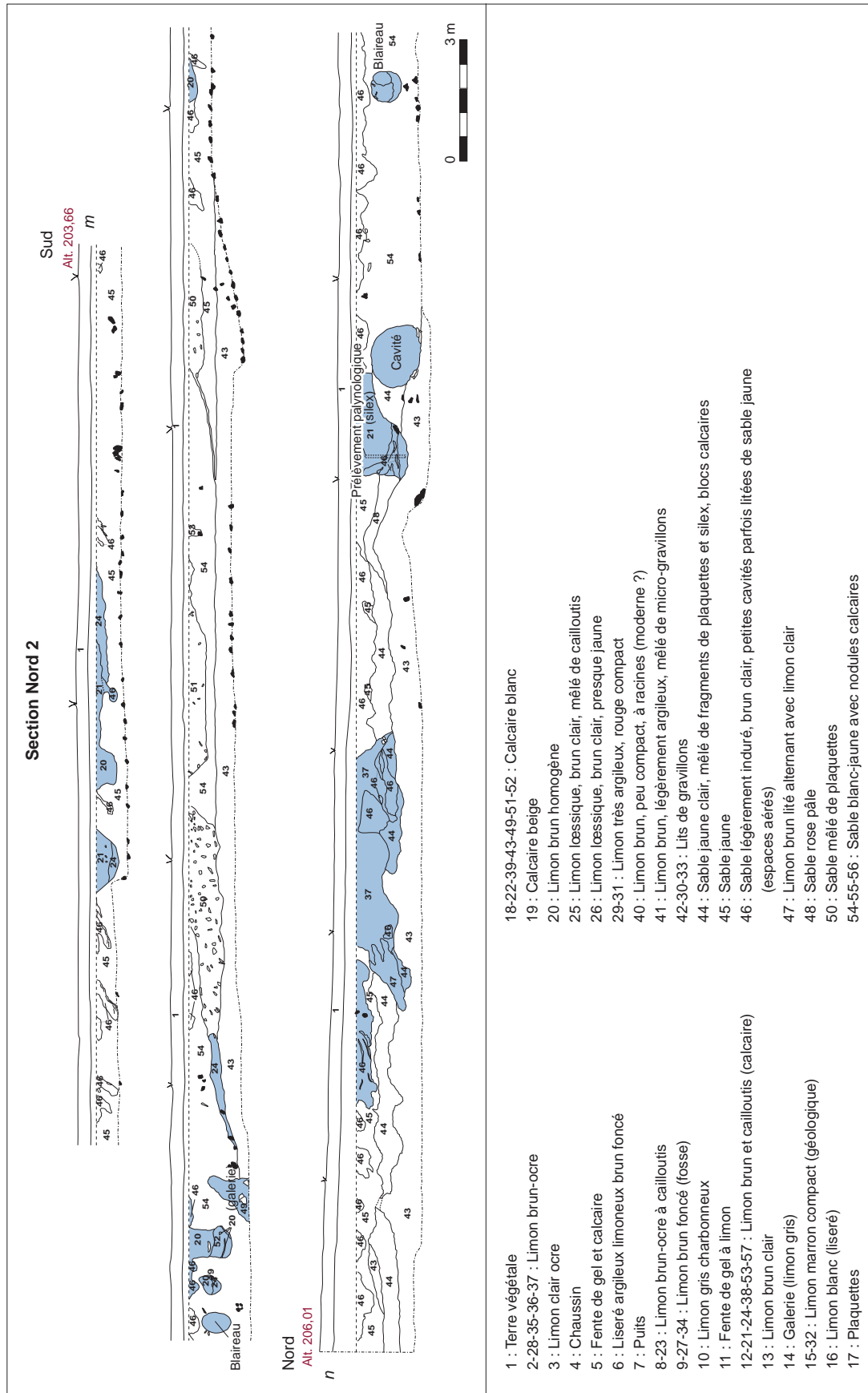


Fig. 48. Transect nm de la grande coupe géologique (crédits J.-M. Palluau, Imrap).



#### ► Transect op

Ce profil (fig. 49), long de 103 m et profond de 1 à 2 m, se caractérise par le plongement en profondeur des assises sablo-calcaires du substrat, qui n'ont été rencontrées qu'à la base (vers -1,8 m) de l'extrémité nord sous la forme du faciès chaussin (4). Par conséquent, les lits de silex potentiellement exploitables n'ont été rencontrés qu'à des profondeurs croissantes du sud (2,3 m) vers le nord (3 m) à la faveur de puits et/ou de sondages ponctuels profonds. À l'opposé, les formations superficielles sus-jacentes voient leur épaisseur considérablement augmenter vers le nord pour atteindre près de 3 m. Cette couverture majoritairement limoneuse se compose du haut vers le bas de l'horizon de terre végétale (1) épais de 0,3 m, puis d'un limon rouge compact (29) qui passe de 0,25 m au sud à 0,9 m au nord. Au-dessous se développent sur 0,3 à 0,8 m d'épaisseur des limons brun clair (13) et des limons bruns homogènes (20), mais aussi des limons, parfois argileux, à granules calcaires (38 et 41) entre 30 et 60 m de l'extrémité sud. Enfin, entre 70 et 100 m de l'extrémité sud, apparaissent sur 0,8 m d'épaisseur des limons brun clair d'origine lœssique, mêlés de cailloutis (25) ou non (26); il s'agit des dépôts caractéristiques de la stratigraphie observée à l'extrémité nord de la minière<sup>22</sup>.

Cette grande coupe géologique montre essentiellement une hausse d'épaisseur des formations limoneuses superficielles depuis 0,3 à 0,5 m au sud jusqu'à 3 m environ au nord. Ces dernières sont principalement d'origine colluviale et éolienne (limons lœssiques), auxquelles se mêlent des matériaux d'altération issus de la décarbonatation des calcaires. L'interface entre celles-ci et le substrat calcaire montre le développement de nombreuses poches résultant des phénomènes de géliturbation et de solifluxion, phénomènes suffisamment intenses pour avoir affecté aussi les faciès calcaires. En parallèle, le sommet des différents faciès du substrat calcaire plonge en profondeur et évidemment, les structures d'extraction passent d'une profondeur inférieure à 1 m au sud à plus de 3 m par endroits pour atteindre le calcaire blanc (18), avec des profondeurs intermédiaires de 1,5 à 2 m pour atteindre les faciès sablo-calcaires à plaquettes. Tout à fait au nord, les silex sont d'ailleurs trop profonds pour voir le développement de puits d'extraction. Quant aux nodules siliceux extraits, ils semblent provenir du chaussin (4), et peut-être des poches solifluées (5 et 13) dans la moitié sud, mais aussi du calcaire blanc (18 et 43) et des faciès sableux à nodules calcaires (54) dans la moitié nord.

.....  
22. Cette séquence lœssique aurait mérité une étude nettement plus poussée, mais faute de temps et de disponibilité des personnes compétentes, elle n'a pas pu être réalisée.

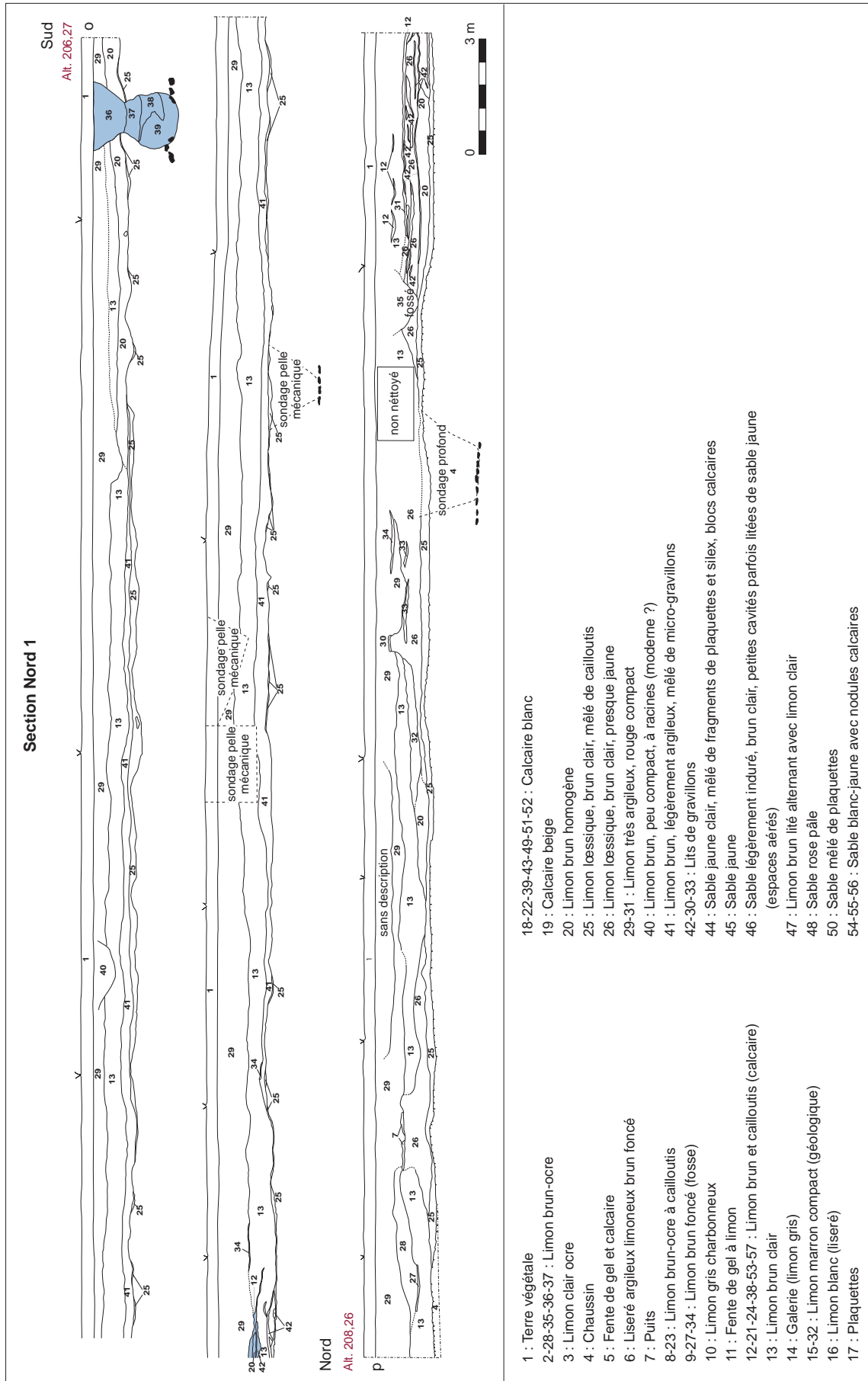


Fig. 49. Transect *op de la grande coupe géologique* (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

| CP01 | CP02 | Description   | Sondages ponctuels | Description   | Grande coupe        | Description                            |
|------|------|---|--------------------|---|---------------------|--|
| 1    | 1    | TV limon argileux brun foncé à granules calcaires                           | 1                  | Terre arable  | 1                   | Terre végétale                         |
| 2    | 2    | Limon gris à brun-orangé et graviers calcaires                              | 8                  | Limon argileux brun soliflué et affecté par les phénomènes de gel       | 2-3-5-8-11-12-13-20 |  |
|      | 3    | Limon brun clair à granules et blocs calcaires, mais aussi nodules de silex |                    |   |                     |  |
|      | 4    | Structures archéologiques   |                    |   | 7-9-10-14-20-21-22  | Structures d'extraction                |
|      | 8    | Limon arg. à quelques plaquettes calcaires                                  |                    |   | 15-38-41            | Limon argileux marron                  |
| 7    | 9    | Blocs calcaire et silex mêlés de limon argileux brun-orangé                 |                    |   |                     |  |
|      |      |   |                    |   | 25 et 26            | Niveaux loessiques                     |
|      | 10   | Argilo-limoneux rougeâtre à fragments calcaires                             | 2                  | Argile brun-rougeâtre à plaquettes calcaires                            | 6 et 29             | Argile limoneuse brun foncé à rouge    |
| 4    | 5    | Faciès calcaire sableux (chaussin)  | 3                  | Limon sableux brun-ocre à micro-plaquettes calcaires et boules de silex | 4-44-45-46          | Chaussin et sables calcaires jaunâtres |
| 3    |      | Calcaire à grosses plaquettes affecté par le gel                            | 4 et 4'            | Calcaire gréseux compact à boules de silex                              |                     |  |
| 5    | 6    | Calcaire à petites plaquettes plus ou moins indurées                        | 6                  | Calcaire lité et induré à micro-plaquettes                              | 17                  | Calcaire en plaquettes                 |
| 6    | 7    | Calcaire dur et franc   | 5                  | calcaire gréseux plus ou moins sain et franc                            | 18-19-43-51         | Calcaire en dalles blanc ou beige      |

Tab. 1. Tableau de corrélation des différentes couches stratigraphiques (crédits E. Gallouin, Inrap).

## Corrélations stratigraphiques

Des corrélations stratigraphiques ont été réalisées entre les couches identifiées sur les profils CP01 et CP02, les 15 sondages profonds et sur la grande coupe géologique, ce qui a permis d'élaborer le tableau de corrélation (tab. 1), malgré des degrés de précision assez différents. Quatre grands ensembles sédimentaires ont été ainsi distingués du bas vers le haut de la stratigraphie.

Le substrat calcaire est apparu sous différents faciès plus ou moins affectés par les phénomènes de gel. Au moins quatre faciès principaux semblent pouvoir être extraits de toutes les observations : le calcaire dur et franc généralement en dalles, le calcaire à grosses plaquettes, le calcaire à petites plaquettes plus ou moins indurées et enfin, tous les niveaux sablo-calcaires jaunâtres à bruns.

Les niveaux argileux à argilo-limoneux rougeâtres à éléments calcaires fragmentés, qui coiffent généralement le toit du substrat, correspondent à des horizons d'altération du substrat calcaire jurassique résultant des phénomènes de décarbonatation. Ils forment des formations résiduelles (RJ) apparaissant en place ou largement solifluées sur de nombreux versants où elles se mêlent aux autres matériaux remaniés.

Des limons lœssiques d'origine éolienne, mais auxquels se mêlent tout de même parfois de petits cailloutis (couche 25 de la grande coupe géologique) ce qui suggère que leur dépôt n'est pas à 100 % d'origine éolienne ont été observés en place uniquement à l'extrémité nord de l'emprise, mais sous une assez épaisse couverture.

Une couverture de formations superficielles de nature généralement limoneuse, parfois limono-argileuse, de teinte brun à orangé, contient, selon les niveaux, des granules et blocs calcaires, mais aussi des plaquettes calcaires, et enfin des nodules siliceux. La fraction limoneuse majoritaire provient des lœss weichséliens par remaniement et colluvionnement, alors que la fraction argileuse qui s'y mêle est issue de l'altération *in situ* du calcaire. Ces formations de couverture ont été aussi le siège de phénomènes de gel et de solifluxion, conduisant à l'élaboration d'une coulée de solifluxion orientée du nord-ouest au sud-est. Son épaisseur va croissant du sud vers le nord.

Les structures d'extraction, de type fosses et de type puits et galeries, ont été observées principalement dans la zone médiane de la minière et elles sont creusées au travers d'une partie des formations meubles de couverture. Les plus sommitales de ces dernières ne sont en revanche pas recoupées par ces structures et il est alors possible d'en proposer une datation relative « post-néolithique ». Toujours dans la zone médiane, la présence de structures d'extraction semble pouvoir être mise en relation avec l'apparition de lentilles limono-argileuses là où les lœss weichséliens remaniés se mêlent à la fraction argileuse pour former la coulée de solifluxion recouvrant les sédiments issus de la décarbonatation *in situ* du calcaire de Caen. Doit-on envisager une conservation différentielle des silex directement liée à la présence de ces argiles ?

Si l'absence de structures d'extraction au sud de l'emprise peut s'expliquer par l'intensité de la gélifraction dans cette zone induisant un silex gélifracté et donc non exploitable, au nord c'est plutôt l'approfondissement du substrat sous l'épaisse couverture de formations superficielles qui limite l'accès aux nodules siliceux rencontrés entre - 2,5 et 3 m.

D'une manière plus générale, le silex extrait dans la minière de Ri « Le Fresne » appartient à la formation du calcaire de Caen (J3ca) représenté par un calcaire bioclastique fin, de teinte blanche à beige, tendre, poreux et peu fossilifère, puissant de 10 à 12 m. La microfaune observée au sein de ces silex montre que l'on ne peut plus limiter son âge au Bathonien inférieur à moyen (Gigot *et al.* 1999) : son dépôt semble s'étendre jusqu'à l'Oxfordien (base du Jurassique supérieur) du fait de la présence de *Rhynchonella*.

Cette sédimentation carbonatée jurassique s'est opérée en plusieurs phases, auxquelles ont succédé plusieurs phases d'altération aboutissant non seulement à un faciès argileux brun-rougeâtre de décarbonatation, mais aussi à un faciès d'altération sablo-calcaire appelé chaussin, qui contient un nombre variable d'accidents siliceux. Ce substrat plus ou moins altéré est coiffé partout par une couverture de formations superficielles limoneuses, principalement d'origine colluviale et éolienne, auxquelles se mêlent des matériaux d'altération issus de la décarbonatation des calcaires. Sur l'emprise, cette couverture se caractérise par une épaisseur croissante de 0,5 m au sud à plus de 3 m au nord, mais aussi par des phénomènes de géliturbation et de solifluxion.

Les silex semblent avoir été extraits principalement du chaussin, mais aussi des poches solifluées au sud et du calcaire blanc et des faciès sableux à nodules calcaires au nord. Les niveaux siliceux plongent en profondeur globalement du sud au nord, parallèlement à l'épaisseur croissante de la couverture, ce qui rend leur accès plus difficile au nord. Mais la rareté des structures d'extraction aux extrémités nord et sud n'est pas liée seulement à la rareté des silex en position haute, mais aussi à la meilleure qualité des silex en position profonde.



Sur le plan textural, les silex présents dans la zone majeure d'exploitation de la minière (zone médiane) ont une texture de mudstone, alors que le calcaire de Caen originel présente une texture de packstone à wackstone. Les zones externes de la minière (sud et nord), là où les silex ont la même fabrique que l'encaissant, sont le siège, quant à elles, de peu de structures d'extraction. Parmi les trois catégories de silex distinguées, les silex à double cortex très crayeux et double cœur (cat. 3), concentrés essentiellement dans la zone axiale du site, présentent la meilleure qualité. Parmi eux, les sous-catégories 3a et 3b, dont le degré de désilicification du cœur interne est moindre, sont les plus exploitées.

Les qualités clastiques des silex sont apparues en corrélation avec la nature sédimentologique des strates qui les renferment et leur position topographique : il y a ainsi une décroissance des qualités, liée au débitage et à l'usure des silex, des couches superficielles vers les plus profondes. Si la qualité du silex extrait de la minière de Ri permet de fabriquer des haches d'une ténacité élevée, la forme des blocs constitue une limite à une production importante, que vient compenser la quantité de blocs présents dans les couches géologiques.

## Le silex de Ri : caractérisation par l'analyse pétro-mécanique

Sur la totalité de la minière décapée, les observations ont permis de noter une certaine constance dans la nature des couches sédimentaires, mais surtout dans la variation latérale d'épaisseur des couches, liées aux actions simultanées de l'altération météorique et de la solifluxion (*cf. supra*). La sériation des silex extraits selon la nature et le nombre de phases de cristallisation (cœur) et corticales (cortex) a révélé une surreprésentation de deux types de blocs, les catégories 1 et 3, qui se concentrent respectivement dans les zones externe et axiale du site.

### L'analyse pétro-structurale

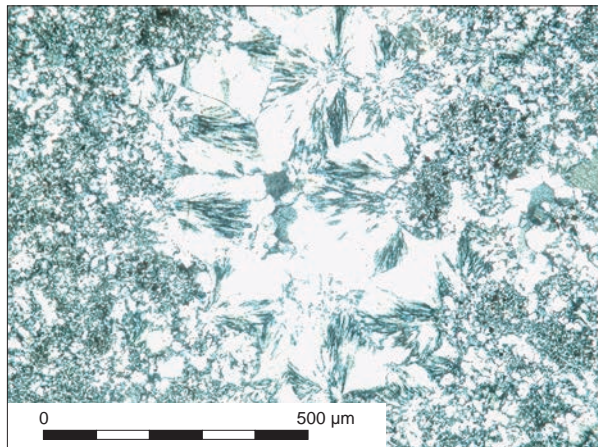
Appelée également pétro-fabrique, elle désigne la composition minéralogique et l'agencement des éléments constitutifs de la roche<sup>23</sup>. Elle permet d'observer et de différencier d'éventuels éléments ou caractères pouvant être en lien avec la nature de la stratigraphie et des blocs extraits au sein de la minière. L'observation au microscope de lames minces de roches en lumière naturelle permet rarement de relever la forme et la taille des minéraux présents, d'où l'utilisation de la lumière polarisée.

#### ► La minéralogie

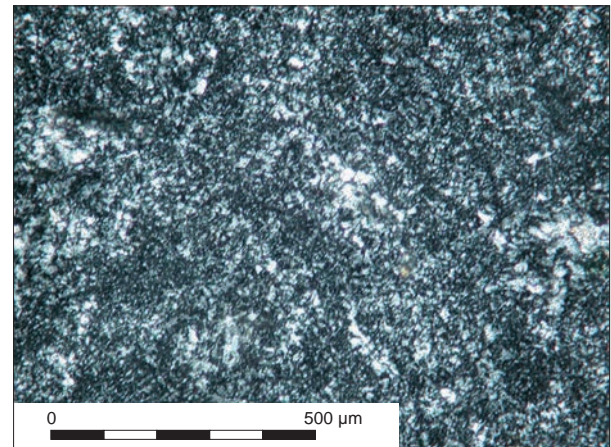
La minéralogie des silex est assez constante. Les formes minéralogiques les plus représentées sont le quartz microcristallin et la calcédoine fibroradiée (calcédonite). Les microquartz, de taille comprise en moyenne entre 5 et 20  $\mu\text{m}$  (fig. 50 et 51) constituent la majeure partie de la matrice et ils sont en général xénomorphes<sup>24</sup>. Les mégaquartz de taille comprise entre 20 et 50  $\mu\text{m}$  (fig. 50) sont rares. On note juste quelques quartz détritiques atteignant 100  $\mu\text{m}$ . La périphérie des cristaux de quartz montre une croissance de la calcédonite aux dépens de ces derniers (fig. 8). Lorsque cette dissolution-recristallisation est complète, on n'observe plus les cristaux de mégaquartz.

.....  
23. Structure ou fabrique.

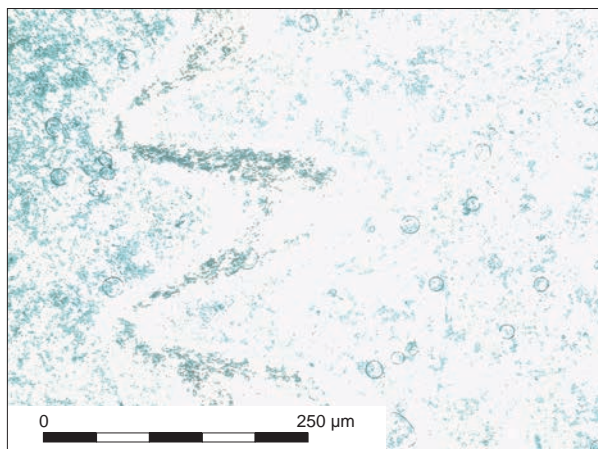
24. Se dit d'un minéral qui, bien que cristallisé, présente une forme quelconque, les faces caractéristiques du système cristallin n'ayant pu se développer (Foucault, Raoult 1992).



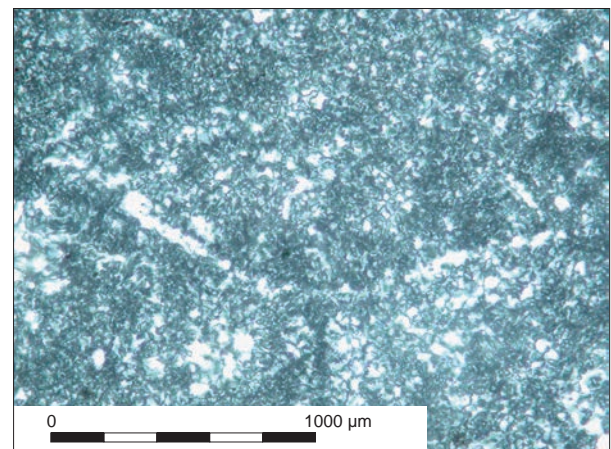
50



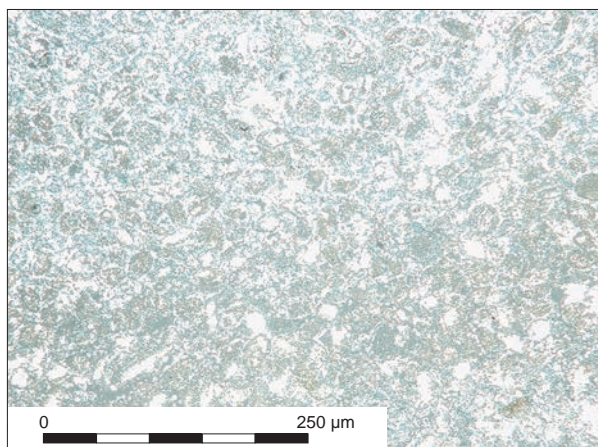
51



52



53



54

Fig. 50. Croissance de la calcédoine fibro-radiée autour de mégaquartz au sein d'une structure de mudstone à matrice de microquartz (silex sondage 7, lumière polarisée) (crédits R. Tsobgou-Ahoupe, Inrap).

Fig. 51. Silex du sondage S1 montrant une structure de mudstone à wackstone et contenant des micropaillettes de muscovite (lumière polarisée) (crédits R. Tsobgou-Ahoupe, Inrap).

Fig. 52. Coquille de brachiopode Rynchonellidé du Jurassique supérieur (Oxfordien à Portlandien) observée au sein de silex du sondage S7 (lumière polarisée) (crédits R. Tsobgou-Ahoupe, Inrap).

Fig. 53. Silex du sondage S6 présentant une structure de mudstone et un microfossile de bryozaire (lumière polarisée) (crédits R. Tsobgou-Ahoupe, Inrap).

Fig. 54. Restes de structure de biopelsparite montrant de nombreuses oolithes au sein des silex du sondage S15 (lumière polarisée) (crédits R. Tsobgou-Ahoupe, Inrap).

Les micropaillettes de muscovite dont la taille est inférieure à 5  $\mu\text{m}$  (fig. 51) sont plutôt rares (quantité de micropaillettes très faible au sein des silex de S.3 à S.8). De nombreux grands cristaux de muscovite sont en revanche présents, notamment au sein des silex de S.11 où ils atteignent parfois 210  $\mu\text{m}$ . Ces muscovites constituent avec les quartz détritiques les éléments les plus marquants de l'altération *in situ* du calcaire de Caen. Quelques rares cristaux de plagioclase altérée en petites muscovites s'observent au sein des blocs de S12. Les oxydes de fer sont floclés et représentés par l'hématite et la goethite (perles).

#### ► Les fossiles

La microfaune est essentiellement représentée par de nombreux oolithes, pellets et foraminifères (nodosaridés, textularidés), mais aussi par de nombreux spicules de spongiaires. Les macrofossiles sont difficilement observables au sein des silex en raison de la très faible taille des cristaux et de leur nombre restreint au sein du calcaire originel. On observe cependant quelques restes de bivalves (*Entolium corneolium*) et de brachiopodes (Zeilléridés, Rhynchonellidés). La coquille de brachiopode observée au sein d'un silex du sondage S.7 (fig. 52) ne montre ni pseudopunctuations, ni endopunctuations. L'observation de ce *Rhynchonella* permet d'étendre les âges proposés pour le calcaire de Caen, du Bathonien inférieur à l'Oxfordien. On observe également quelques rares bryozoaires type *Fenestra* (fig. 53) et des gastéropodes type *Physa* (Jurassique-Actuel).

#### ► Les textures

La texture la plus rencontrée au sein des silex de la minière est celle d'un mudstone<sup>25</sup>, en particulier au sein des sondages S.1 à S.10 (fig. 50 et 53). Les textures de packstone<sup>26</sup> et de wackstone<sup>27</sup> du calcaire d'origine s'observent essentiellement au sein des blocs des sondages S.11 à S.15 (fig. 54). Le tri, c'est-à-dire la taille et la distribution des grains de la roche, est en général bon, mais avec une décroissance en qualité de S.7 à S.15. Nous notons par conséquent une structure fortement carbonatée (fig. 52).

### Les qualités mécaniques et les structures

Les paramètres élastiques mesurés sont le module d'élasticité (E), le coefficient de poisson ou d'isotropie ( $\nu$ ), le module de cisaillement ( $\mu$ ) et le module de compressibilité (K). Les paramètres de résistance mesurés sont la dureté (dureté Vickers:  $H_v$ ), la ténacité ( $K_{IF}$  par indentation Vickers), la résistance des arêtes ou des tranchants (M) et l'énergie de fracturation ou d'éclatement ( $G_{IF}$ ) (Tsobgou 2007<sup>28</sup>; Marchand, Tsobgou 2008).

Les valeurs de masse volumique (tab. 2) sont classiques par rapport à l'ensemble des roches de la croûte terrestre ( $\rho \approx 2,5 \text{ g.cm}^{-3}$ ). Les modules d'élasticité, de compressibilité, de cisaillement et le coefficient d'isotropie ne permettent pas de différencier les silex des divers sondages (tab. 2). À l'inverse des paramètres élastiques, les paramètres de résistance semblent, tout comme les qualités texturales, diviser la minière en deux zones où les blocs de silex présentent des résistances à la pénétration (dureté) et à la fissuration (ténacité) un peu différentes. En effet, dans la partie nord du site minier (S.12 à S.14), la dureté des silex est presque toujours supérieure à 8 GPa (tab. 3), alors qu'elle est inférieure à cette valeur dans la moitié sud du site (S.1 à S.11), sauf pour S.6. À l'inverse de la dureté, la ténacité des silex (résistance à la propagation des fissures) est un peu plus élevée dans la partie sud ( $K_{IF} \geq 3 \text{ MPa.m}^{-1/2}$ ) que dans la partie nord ( $K_{IF} \geq 2,5 \text{ MPa.m}^{-1/2}$ ). Néanmoins, ces deux paramètres ont aussi des valeurs très élevées dans la zone comprise entre S.3 et S.8.

.....  
25. Texture à grains non jointifs et à plus de 10 % de boue (Foucault, Raoult 1992).

26. Texture à grains jointifs (Foucault, Raoult 1992).

27. Texture à grains non jointifs et à moins de 10 % de boue (Foucault, Raoult 1992).

28. p. 304-312, p. 365.



| Sondages | Échantillon | $\rho$ (g.cm <sup>-3</sup> ) | E (Gpa) | $\nu$ | $\mu$ (Gpa) | K (Gpa) | H <sub>v</sub> (Gpa) | K <sub>IF</sub> (Mpa.m <sup>-1/2</sup> ) | Couche | Texture             |
|----------|-------------|------------------------------|---------|-------|-------------|---------|----------------------|--|--------|---------------------|
| S1       | Cortex      | 2,5                          | 54      | 0,1   | 25          | 22      | 6,2                  | 1,4                                      | 3-4    | Mudstone            |
| S2       | Cœur        | 2,6                          | 74      | 0,1   | 37,5        | 31      | 7                    | 3,8                                      | 3-4    | Mudstone            |
| S3       | Cœur        | 2,6                          | 91      | 0,1   | 43          | 34,5    | 7,3                  | 2,9                                      | 3      | Mudstone            |
| S4       | Cœur        | 2,6                          | 91      | 0,1   | 43          | 34,5    | 7,3                  | 2,9                                      | 3      | Mudstone            |
| S5       | Cœur        | 2,6                          | 85      | 0,2   | 35          | 50      | 6,4                  | 3,9                                      | 3-4    | Mudstone            |
| S6       | Cœur        | 2,6                          | 78,8    | 0,1   | 37          | 30      | 8,3                  | 3,5                                      | 3      | Mudstone            |
| S7       | Cœur        | 2,6                          | 83,5    | 0,2   | 35          | 43,5    | 7,4                  | 3,2                                      | 3      | Mudstone            |
| S8       | Cœur        | 2,6                          | 83,5    | 0,2   | 35          | 43,5    | 7,4                  | 3,2                                      | 3      | Mudstone            |
| S11      | Cœur        | 2,6                          | 79      | 0,2   | 34          | 41      | 7                    | 2,4                                      | 3-4    | Mudstone-Wackstone  |
| S12      | Cœur        | 2,6                          | 80      | 0,1   | 35          | 37      | 8,2                  | 1,7                                      |        | Wackstone-Packstone |
| S13      | Cœur        | 2,5                          | 75      | 0,2   | 32          | 40      | 8,3                  | 2,6                                      | 3-4    | Wackstone-Packstone |
| S14      | Cœur        | 2,6                          | 88      | 0,2   | 38          | 49      | 8,2                  | 2,5                                      | 3-4    | Wackstone-Packstone |

| Sondages                            | S1   | S2   | S3   | S4   | S5   | S6    | S7    | S8    | S11 | S12 | S13    | S14 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-----|-----|--------|-----|
| M (Pa°)                             | 81,7 | 62,6 | 47   | 47   | 36,3 | 92,1  | 58    | 58    | 55  | 86  | 101,65 | 71  |
| G <sub>F</sub> (J.m <sup>-2</sup> ) | 36,3 | 195  | 94,4 | 92,4 | 179  | 155,5 | 122,6 | 122,6 | 73  | 36  | 90     | 71  |

Les valeurs d'énergie d'éclatement et de résistance des arêtes (tab. 2) confirment aussi l'existence de ces deux grandes zones à matériaux de qualité différente. Un graphique (fig. 55), permettant d'observer la relation qui existe entre ces deux paramètres, montre que les sondages situés dans la zone axiale de la fouille possèdent des qualités de résistance très voisines. Ce sont également ces sondages qui possèdent les ténacités les plus élevées (et une exploitation minière maximum, de l'ordre de 90 % du filon).

Une comparaison de ces valeurs (Tsobgou 2007<sup>29</sup>) avec celles obtenues sur les silex provenant de la couche argileuse 8 permet de préciser que les propriétés de résistance des silex provenant des couches limoneuses et calcaires de la mine sont plus fortes que celles des couches argileuses. En effet, les silex de la couche 8 sont moins tenaces ( $K_{Ic} \approx 2,3 \text{ MPa.m}^{-1/2}$ ) et nécessitent moins d'énergie au débitage ( $G_{Ic} \approx 66 \text{ J.m}^{-2}$ ).

Ces résultats peuvent toutefois être discutés en raison de la nature même des tests effectués. En effet, les résultats pour les propriétés de résistance ont été obtenus par la méthode de l'indentation, alors que les autres l'ont été par la méthode de compression<sup>30</sup> (Tsobgou 2007). Dans le premier cas, une partie de l'énergie fournie au matériau au moment du test sert à l'entame de la fissuration, alors que dans le second cas, toute l'énergie ne sert qu'à la fissuration. Cette différence entraîne alors des valeurs de résistance légèrement plus grandes. L'entame de la fissuration nécessite néanmoins très peu d'énergie, d'où une différence minime en termes d'interprétation.

Tab. 2 (en haut). Valeurs des propriétés d'élasticité et de résistance des silex de la mine néolithique (crédits R. Tsobgou-Ahoupe, Inrap).

Tab. 3 (en bas). Valeurs des résistances des arêtes et de l'énergie de fracturation des silex de la mine en fonction du sondage (crédits R. Tsobgou-Ahoupe, Inrap).

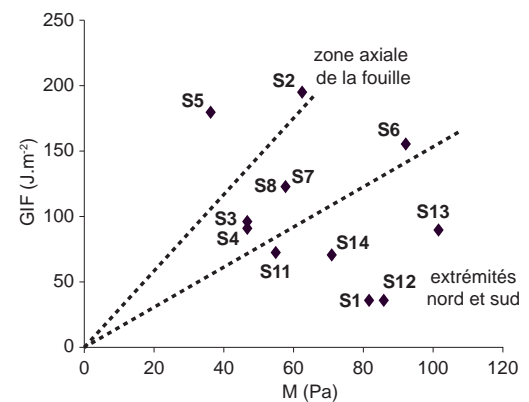


Fig. 55. Graphique des indices de performance des silex de la mine de Ri suivant les sondages effectués (crédits R. Tsobgou-Ahoupe, Inrap).

29. p. 355 et 521.

30. Flexion trois points.



## Synthèse

L'analyse stratigraphique de la mine et des dépôts sédimentaires présents, ainsi que l'étude de la nature macroscopique des blocs associés ont révélé trois catégories de silex, alors que l'analyse des pétrofabriques n'a révélé que de deux catégories de texture: de type mudstone et de type wackstone à packstone. Ainsi, les blocs des sondages S6 et S12, rattachés à la catégorie 2, appartiennent respectivement aux textures de type mudstone et de type wackstone à packstone. À l'exception de ces deux sondages, tous les autres dont les blocs de silex appartiennent aux catégories 1 et 2 restent distincts. Il semble alors que les calcaires du sud de la mine ont subi une intense dissolution de la silice, tandis que les silex de la partie nord montrent encore une partie de la structure du calcaire de Caen.

Il a été démontré en outre une forte corrélation entre la nature sédimentologique des couches (calcaires, argiles, limons) et les qualités clastiques des silex contenus dans ces strates. Des couches superficielles vers les plus profondes, il y a une décroissance des qualités liées au débitage et à l'usure des silex, également liée à la position topographique des couches exploitées. Certes, ces observations et conclusions sont vérifiées, mais quel lien ont-elles avec la nature, la quantité et la qualité des amas de débitage observés sur le site? Existe-t-il également un lien de causalité avec la nature ou la quantité de haches produites?

Il est possible d'envisager une utilisation différenciée des produits provenant des deux zones suscitées de la mine, du fait de leurs qualités structurales et mécaniques distinctes. Si une difficulté à l'usinage des silex provenant de la zone axiale (S2 à S8) est démontrée, elle attribue peut-être aux haches produites, une valeur économique ou commerciale forte. À l'inverse, les silex extraits des zones externes, nord et sud, de la mine pourraient bien avoir une utilité purement minière. Il est cependant très imprudent d'y voir une vérité, en raison de la quantité très élevée de silex et donc d'une possible économie de la matière première en vue d'accroître la production.

Le lien pouvant exister entre la taille des amas de débitage et les silex provenant des sondages de la même zone tend à montrer que l'espace compris entre les sondages S2 et S8 contient la majorité des amas de débitage (*cf.* observations de terrain). La profondeur et la largeur des puits proches de S5, S8 et S11 sont très élevées, et incontestablement liées à l'épaisseur du limon argileux 8 ici plus grande. Cette zone est également celle où se concentre la majorité des structures archéologiques.



*Piochon en bois de cerf  
(crédits E. Collado, Inrap).*

## Chapitre 2

# Contraintes, techniques et chronologie de l'extraction

---

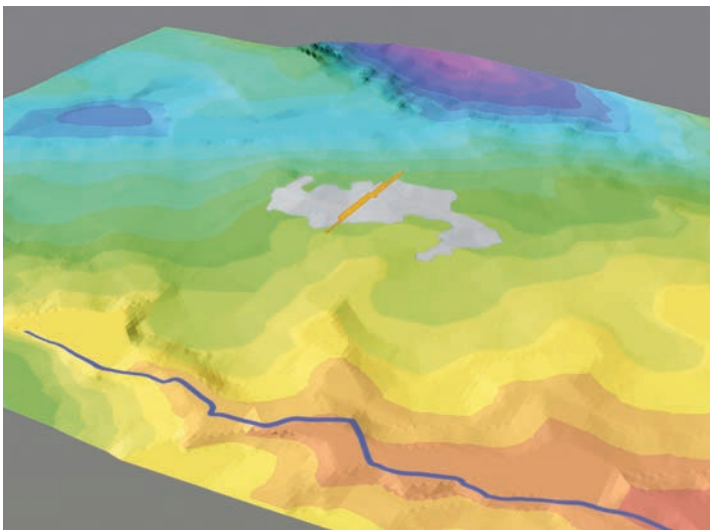
Emmanuel Ghesquière, Cyril Marcigny

Avec la collaboration de David Giazon (stratigraphie des puits)  
et de Anna Baudry (archéozoologie)

À l'issue du décapage, près de 550 têtes de puits ont pu être observées (fig. 37). Elles se répartissent en deux concentrations : une première, la plus importante, au sud de notre zone d'étude (site 1), la seconde au nord (site 2). Ces structures sont de différents types.

## Les structures d'extraction

*Fig. 56. Relevé altimétrique de l'environnement de la mine. En grisé, extension présumée de la mine d'après les ramassages de surface; la fouille a porté sur à peine 10% de la mine (crédits J.-M. Palluau, Inrap).*



Une prospection pédestre menée autour de notre zone d'étude a permis d'estimer entre 25 et 30 hectares la surface occupée par la mine de Ri-Ronai (si l'on considère que la présence d'ébauches de hache est un bon élément diagnostic pour reconnaître l'emprise d'un site d'exploitation). Le transect réalisé à l'occasion des travaux d'archéologie préventive recoupe cette surface du nord au sud (dans sa largeur; fig. 56) et offre une surface d'étude d'un peu plus de 2 hectares, soit un peu moins de 10% de la mine. Nous avons donc un

bon échantillon statistique que l'on peut considérer comme représentatif de l'utilisation de la mine. L'option a donc été prise de pratiquer une fouille la plus exhaustive possible (cf. chap. 1 et fiches d'inventaire des puits).

Parmi les quelque 550 structures découvertes (cf. *le catalogue des puits*) plusieurs types d'exploitation ont été identifiés appartenant à une même grande famille de puits associant un accès de plan circulaire plus ou moins profond et des diverticules, formant des chambres d'exploitation ou des galeries au niveau de la couche livrant les silex. Ces espaces ont été comblés parfois de façon méthodique (fig. 57), la plupart sont toutefois restés lacunaires et seul le puits d'accès fait l'objet systématiquement d'un comblement très soigné. Les risques inhérents à une activité minière semblent donc avoir été très bien maîtrisés et évités durant l'exploitation.

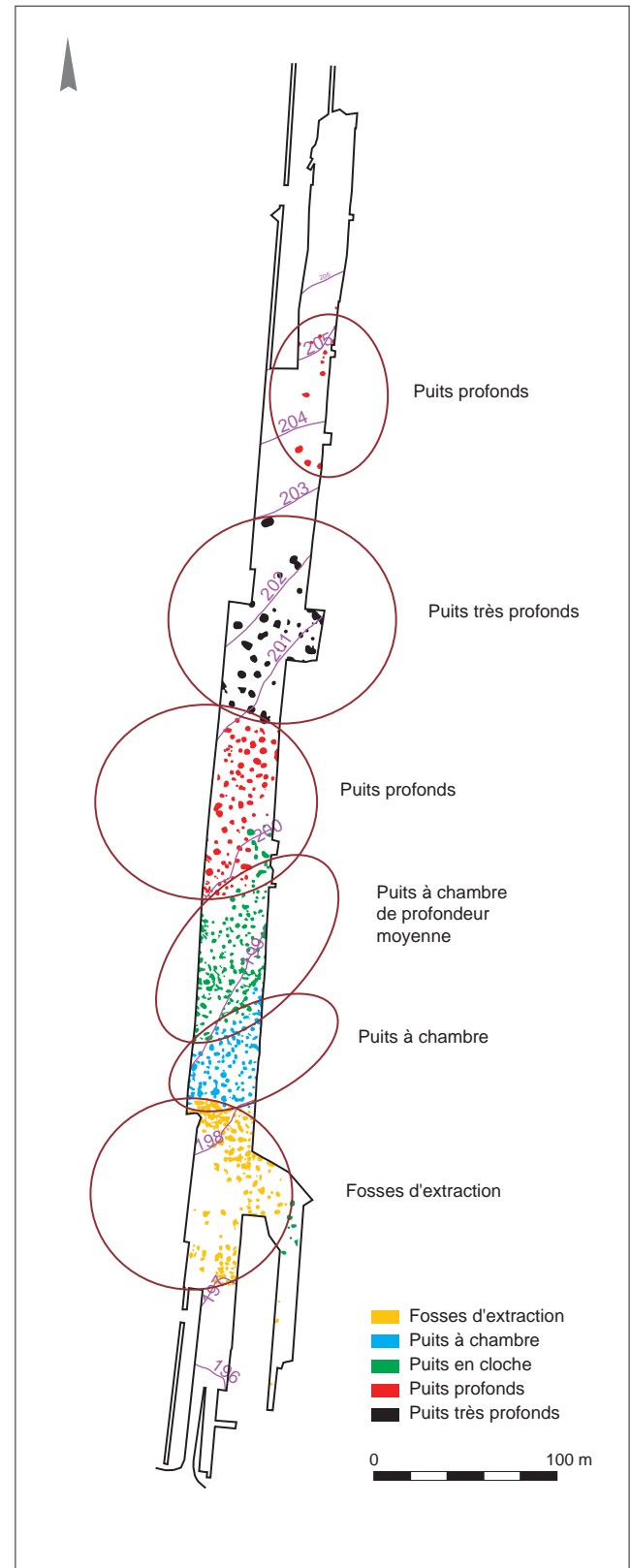


Fig. 57 (ci-dessus). Différents types de comblements. En haut : galerie soigneusement comblée du puits St. 126; en bas : galerie non comblée du puits St. 689 (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 58 (ci-contre). Les différents types de puits (les courbes de niveau sont exprimées en mètres) (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

## Les fosses

Cinq types de structures d'extraction ont été rencontrés sur la zone étudiée dont il convient de définir les termes (fig. 58). La terminologie appliquée s'inspire des travaux de F. Bostyn et Y. Lanchon à Jablines (Bostyn, Lanchon 1992). La pente sur laquelle est implantée la minière joue un rôle prépondérant dans l'acte minier, le banc d'exploitation qui est quasi horizontal se trouve à des profondeurs variables en fonction de l'altimétrie; les façons de l'atteindre et de l'exploiter en dépendent.





### *Les fosses d'extraction à ciel ouvert*

Le premier type rencontré se situe dans la partie basse du site à une altitude de 197 m NGF. Il s'agit des fosses d'extraction à ciel ouvert. Elles ne possèdent pas de contours répondant à un gabarit précis, mais sont au contraire de tout acabit. Certaines sont circulaires et possèdent des diamètres de 1,30 à 1,7 m, d'autres, oblongues, en croissant ou en forme de huit peuvent mesurer jusqu'à 5 m de long et être larges de 2 à 3 m. Cette exploitation à ciel ouvert est également menée sur une surface relativement vaste à la manière d'un réseau de fosses reliées par des tranchées dans la roche ne laissant que peu de calcaire en place (fig. 59). La profondeur de ces fosses, souvent située autour de 0,60 m, atteint parfois le mètre. Le banc de silex dans cette zone du site apparaît à 0,40 m sous la surface de décapage. Les parois des fosses sont le plus souvent verticales, cependant certaines d'entre elles possèdent un profil légèrement en cloche (fig. 60 et 61). La structure St. 502 cumule ces données (fig. 62). Elle est circulaire, possède un diamètre de 2 m, une profondeur de 0,60 m et un profil vertical d'un côté et légèrement en cloche de l'autre. Le remplissage de cette fosse est constitué de trois couches. La couche du fond est composée de « calcaire tendre », un calcaire réduit en poudre et dont la densité est aérée. La seconde couche est composée de limon brun mêlé de plaquettes calcaires. Ce sédiment n'est pas très compact. La première couche est composée de limon brun mêlé de plaquettes calcaires et d'éclats de silex.

### *Les fosses d'extraction à chambre*

La seconde catégorie de puits rencontrée, puits situés à une altitude de 198 m, se définit comme structures d'extraction à chambre (fig. 63). Cette catégorie comprend des structures de plan plutôt circulaires, aux diamètres allant de 2 à 2,80 m et dont la zone d'exploitation souterraine s'étend au moins dans une direction sous la forme d'une cavité suffisamment grande pour qu'un mineur puisse y travailler à genoux (fig. 64 et 65). La profondeur de ces structures est de l'ordre de 1,20 m. La hauteur des chambres se situant en moyenne à 0,80 m (fig. 65), les puits d'accès, verticaux, mesurent rarement plus de 0,40 m. Le banc de silex est atteint à une profondeur de 0,80 m. Dans ce cas la surface explorée est plus vaste que l'aire du puits à son ouverture. Le puits St. 299 illustre ce type de structure d'extraction (fig. 66). Il s'agit d'un puits à ouverture ovale dont la longueur est de près de 3 m et la largeur de 1,30 m.

Ce puits a fait l'objet d'une coupe transversale. La profondeur maximale atteinte par ce creusement est de 1,20 m, la partie la plus profonde ne se trouvant pas à l'aplomb de l'axe du puits. Le creusement est effectué dans un calcaire pulvérulent et le fond repose sur « la dalle », un matériau calcaire plan et dur. Le comblement du puits est constitué cette fois de quatre couches. La couche du fond (celle qui comble la chambre) est composée de calcaire induré. Le sommet de cette couche n'est pas en cuvette mais en dôme. Cette couche atteint 0,80 m d'épaisseur à son point culminant, au milieu de la chambre. Ce profil témoigne d'un rebouchage artificiel du puits. La seconde couche se compose de calcaire tendre mêlé de quelques plaquettes. Cette couche s'est installée dans le creux créé au pied du cône de remblais de la première couche. La troisième couche est constituée de limon et de calcaire et enfin la dernière est composée de limon fortement mêlé d'éclats de silex. Les silex présents dans cette dernière couche sont issus de la chaîne opératoire de la taille des haches. Ils possèdent un pendage en cuvette supposant une activité de taille au-dessus même du puits en cours de rebouchage.

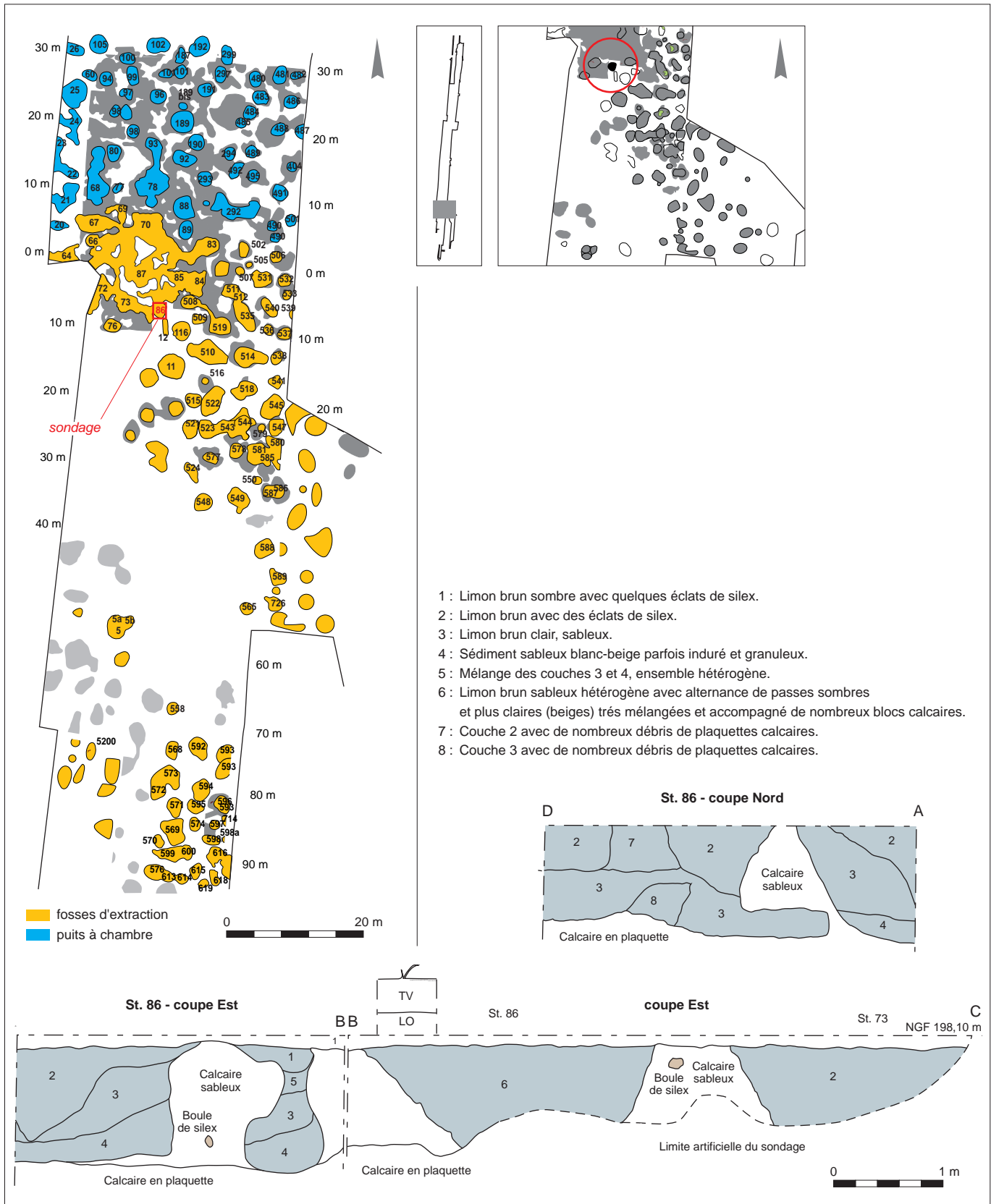


Fig. 59. Coupes d'un réseau de fosses d'extraction au niveau des puits St. 73 et St. 86 (crédits J.-M. Palluau, Inrap).



Fig. 60. Coupe de la structure St. 577 (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 61. Coupe de la structure St. 548 (crédits E. Gallouin, Inrap).

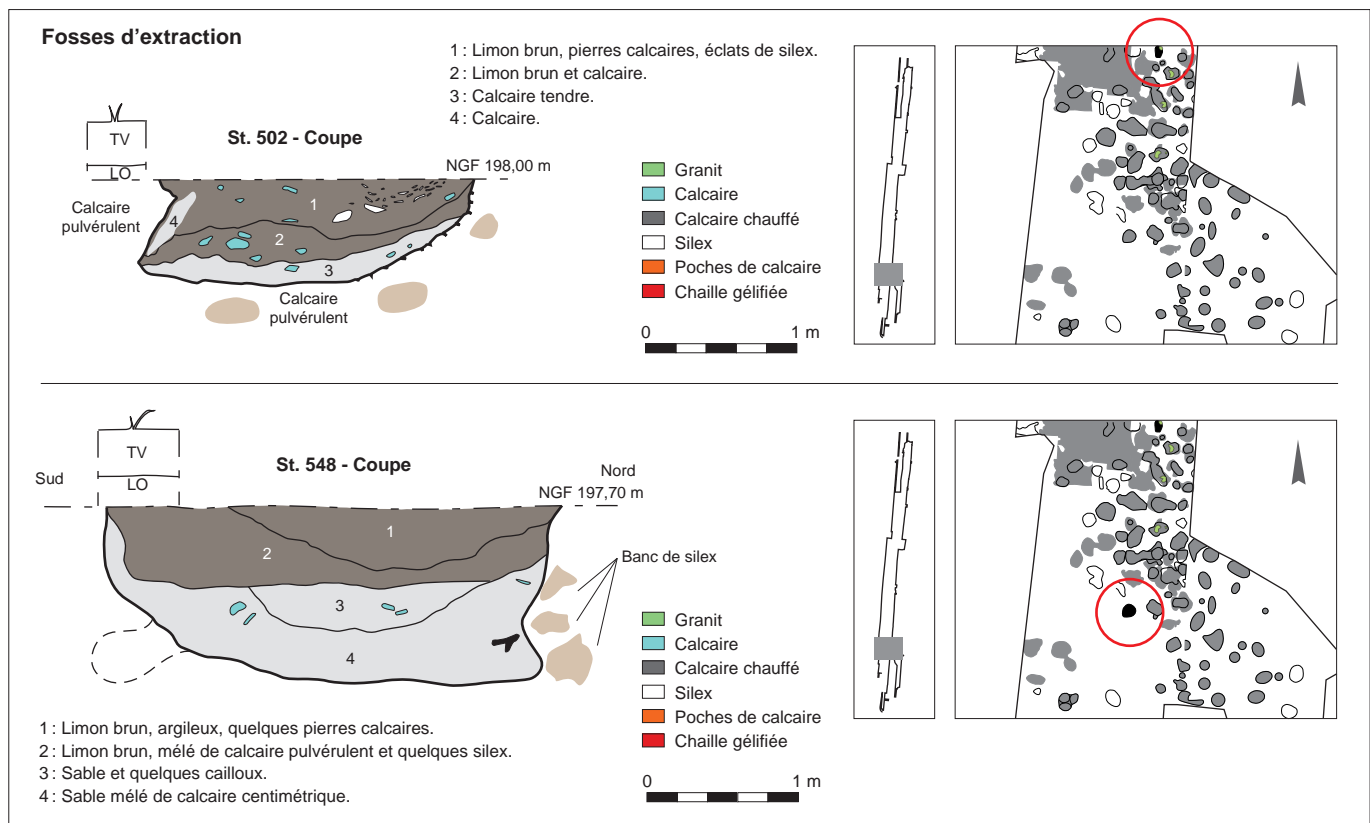


Fig. 62. Les fosses d'extraction St. 502 et St. 548 (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

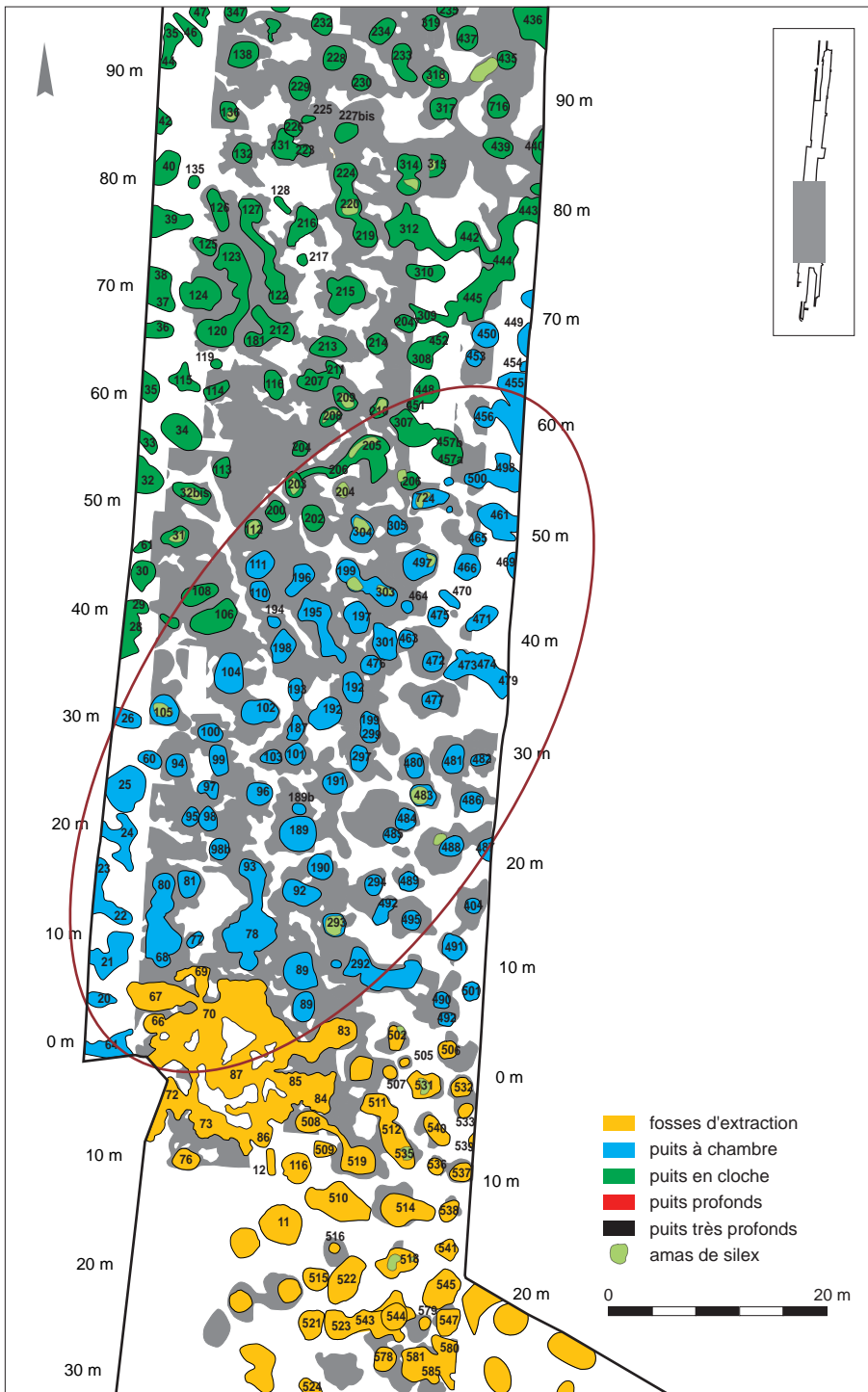


Fig. 63. Plan de localisation des puits d'extraction à chambre (crédits J.-M. Palluau, Inrap).





Fig. 64. Coupe d'entrée de galerie du puits St. 94 (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 65. Vue générale de la chambre du puits St. 215 (crédits E. Gallouin, Inrap).

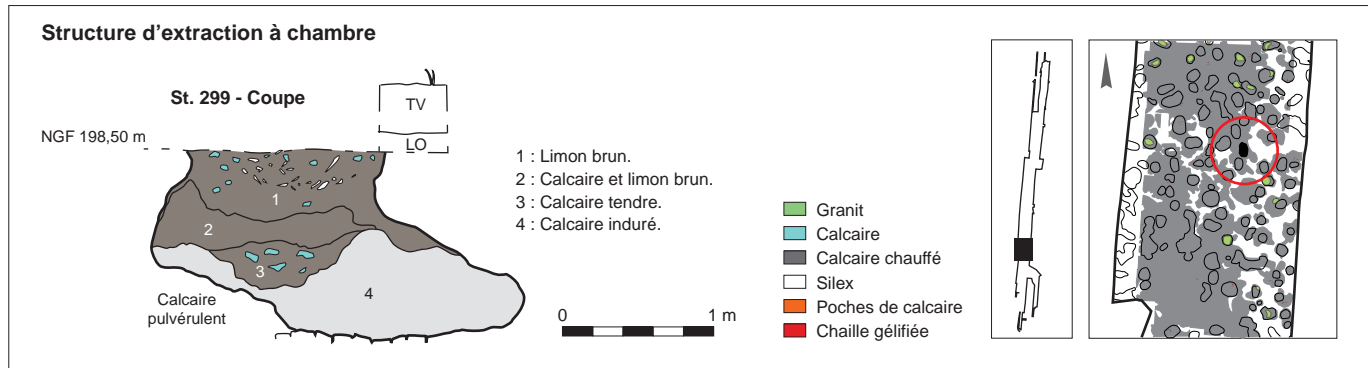


Fig. 66. Exemple de structure d'extraction à chambre (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

### Les puits de profondeur moyenne

La troisième catégorie correspond aux puits à profondeur moyenne (fig. 67) situés à une altitude de 199 à 200 m. Elle regroupe les puits dont la profondeur dépasse 1,30 m et atteint un maximum de 1,70 m. La plupart des puits entrant dans cette catégorie (fig. 68) sont en forme de « cloche », c'est-à-dire que quel que soit l'axe d'une coupe, le profil de la zone d'exploitation est toujours le même. Le puits d'accès est creusé verticalement (fig. 68), il est doté d'un diamètre de 2 m en moyenne, la surface exploitée possède un diamètre de 5 m et une hauteur de 0,50 m, correspondant à l'épaisseur du banc de silex. La profondeur « horizontale » de la cloche atteint parfois 2 m depuis l'axe du puits, soit plus d'un mètre creusé en sape. À plusieurs reprises des galeries ont été creusées au bout de la cloche, parfois une seule, parfois plusieurs sur 1 ou 2 m de long, permettant tout juste à un adulte de se faufiler à plat ventre les bras en avant. Les puits St. 239 et St. 320 ont été fouillés en un seul et même sondage (fig. 69). La coupe passe par l'axe des deux ouvertures sommitales.

Le diamètre du puits St. 239 est de 1,55 m et celui du puits St. 320 est de 1,30 m. Ils sont distants d'axe en axe de 4 m. La profondeur de ces puits est de 1,30 m (soit 2 m sous le niveau de terre végétale). Le fond est plan et les creusements

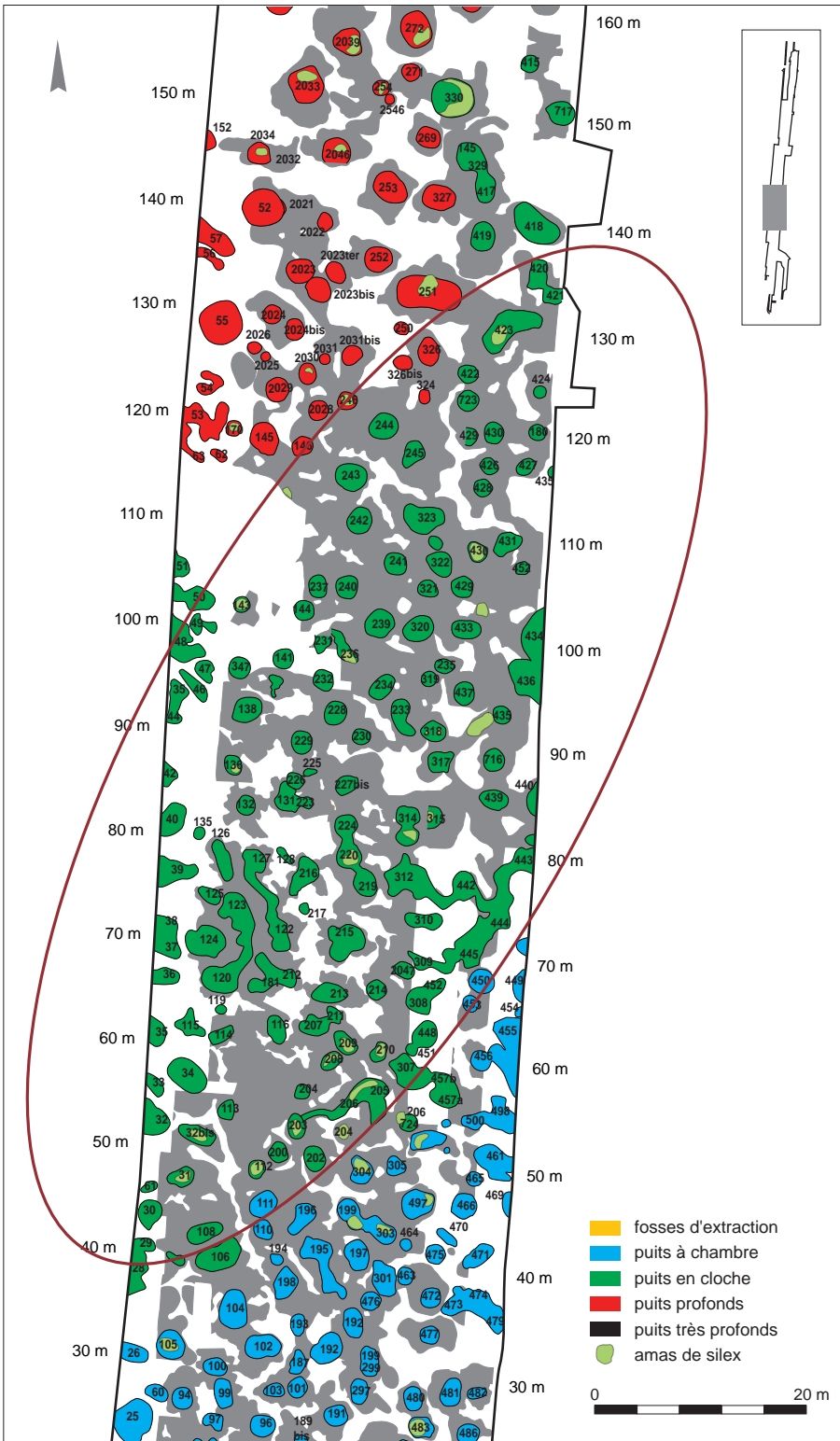


Fig. 67. Plan de localisation des structures d'extraction de profondeur moyenne (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

Fig. 68. Coupe d'un puits à cloche de profondeur moyenne (crédits E. Gallouin).

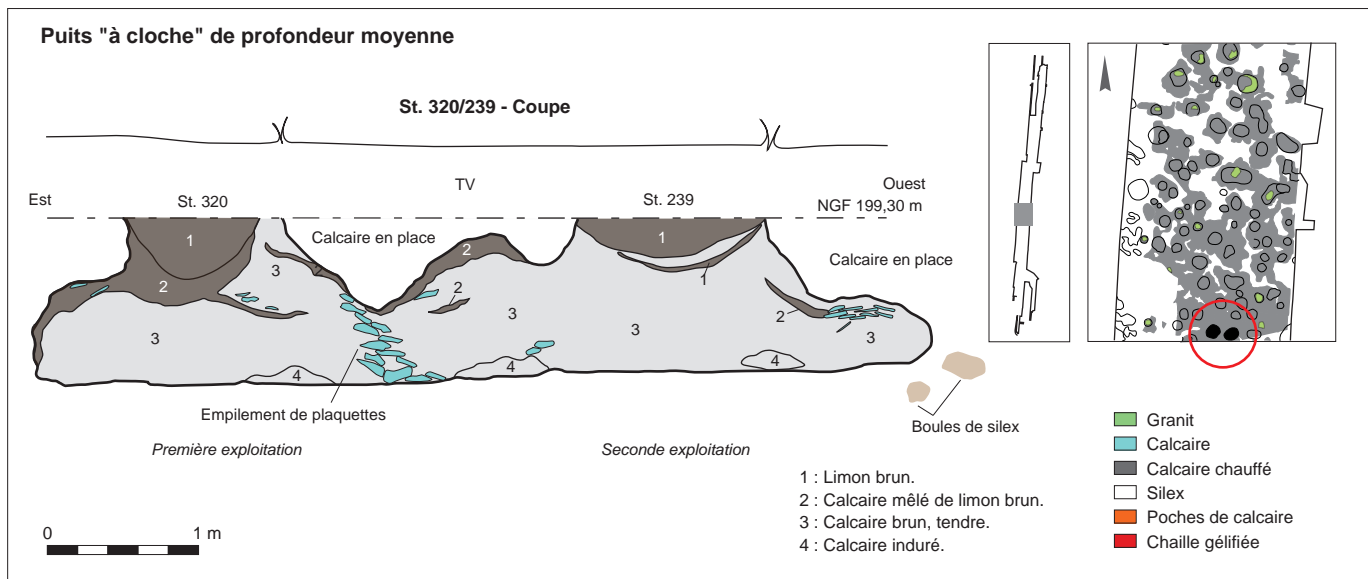


Fig. 69. Exemple de puits à cloche de profondeur moyenne (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

se rejoignent. Ces deux puits ont des profils en cloche. Les ouvertures des puits sont presque verticales sur une hauteur de 0,50 m, épaisseur à perforez avant d'atteindre le banc de silex, ensuite le creusement devient envahissant sur une épaisseur qui peut atteindre près d'un mètre (épaisseur du banc ou confort de travail?). L'exploitation s'interrompt (en profondeur) quand les mineurs atteignent la « dalle ». Les remplissages témoignent d'une gestion des déblais et d'un hiatus chronologique entre les deux creusements. En effet, le premier qui a été creusé est le puits St. 320. Après ouverture de ce premier puits, l'exploitation s'organise en plusieurs étapes. On peut supposer que le mineur commence par une exploitation verticale jusqu'à atteindre le fond du banc de silex. Ensuite, il se dirige dans un sens jusqu'aux limites de sa sécurité et aussi peut-être jusqu'aux limites de sa visibilité (luminosité insuffisante plus on s'éloigne de l'accès).



Cette phase de l'exploitation nécessite l'évacuation des déblais. Quand cette partie du travail est réalisée, le mineur entame l'exploitation dans une autre direction et stocke ses déblais dans la cavité déjà exploitée. En ce qui concerne le puits St. 320, l'exploitation a débuté à l'ouest (fig. 69). Une accumulation de plaquettes calcaires sous forme d'empilement oblique apparaît nettement dans la coupe de ce côté. La ligne oblique représentée par ces plaquettes prolonge la limite du bord du puits à son sommet, les plaquettes ont été stockées là méthodiquement dans le fond de la cavité. Cette ligne suit la limite du creusement originel du puits, elle n'a pas été interrompue, les mineurs du Néolithique en creusant le puits St. 239 ont rencontré cette limite artificielle et se sont arrêtés à son contact sachant que la partie située au-delà avait d'ores et déjà été exploitée.

Au fond des deux puits quelques lambeaux de calcaire induré ont été repérés, il s'agit probablement de zones de piétinement de déblais non évacués. Une grande partie du comblement de ces puits est composée de calcaire tendre, non compacté, c'est dans ce sédiment que se trouvent les plaquettes de calcaire empilées. Sur les parois à l'approche de la bouche du puits de fines couches de calcaire mêlé de limon brun recouvrent le calcaire tendre. Enfin les deux puits ont pour comblement final un bouchon de limon brun. Le bouchon du puits St. 320 n'obstrue pas la totalité de l'ouverture du puits. Ceci résulte probablement d'effondrements de parois par le dessous jusqu'à l'écroulement d'une partie de la voûte. Cette coupe étant débordante le contexte du creusement a pu être relevé. Des « nodules sphériques » de silex en place dans le substrat sont visibles à hauteur du fond des puits indiquant que l'extraction concerne plus probablement le fond des puits, la hauteur de la salle d'exploitation tient peut-être au confort des mineurs. À Jablines une autre technique a été utilisée, l'extraction a été conduite par gravité, le creusement a été fait sous le banc de silex afin de décrocher et de faire tomber les blocs (*ibid.*).

Dans cette catégorie des puits à profondeur moyenne, un type à part se dégage. Il s'agit des puits d'extraction en tranchée (fig. 70, 71, 72). Ce mode d'extraction entre dans ce registre car la profondeur atteinte est la même et leur situation géographique également. Ces puits sont conçus comme un réseau de galeries à ciel ouvert. Le secteur dans lequel ces puits ont été découverts a été partiellement fouillé à la main. Au moins deux puits de ce type ont été identifiés dans cette zone. Ils se tiennent l'un à côté de l'autre et sont sensiblement parallèles. Ils mesurent une dizaine de mètres de long. La tranchée la plus à l'ouest (St. 120, 123) se présente sous la forme de deux puits circulaires reliés par un segment dont la largeur dépasse rarement 1 m (fig. 71). Ces deux puits ont un diamètre compris entre 2,5 et 3 m.



Fig. 70 (en haut). Coupe de la tranchée d'extraction St. 126 (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 71 (en bas). Ortho-photographie du puits d'extraction en tranchée St. 123 (crédits E. Gallouin, Inrap).



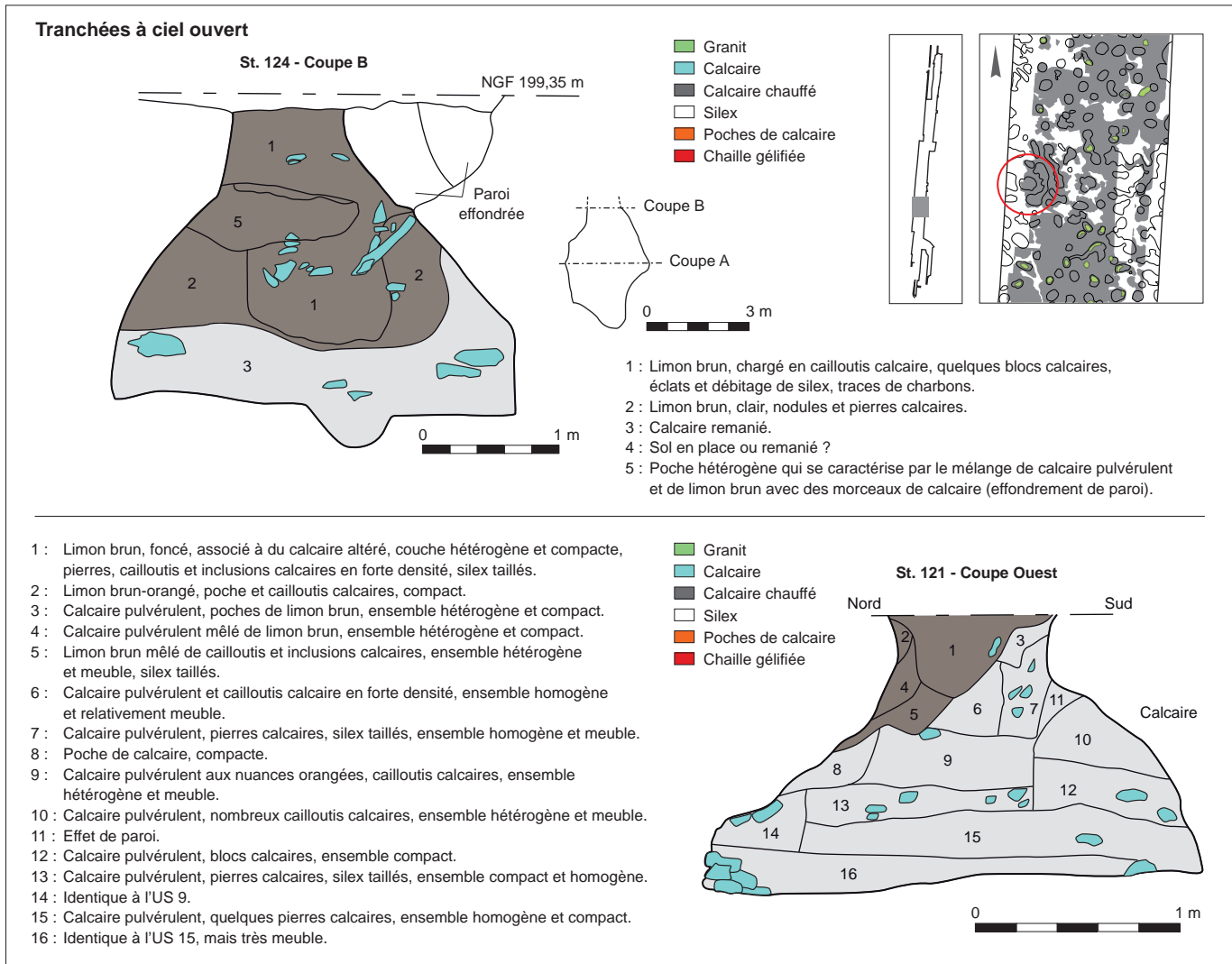


Fig. 72. Exemples de tranchées à ciel ouvert (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

Distante d'un peu plus d'un mètre vers l'est, la seconde tranchée (St. 122, 127) est conçue selon le même modèle. Ces deux tranchées, ainsi que les têtes de puits, communiquent en réseau souterrain, c'est-à-dire que, bien qu'à ciel ouvert, elles constituent dans un même temps des accès à une exploitation souterraine. Ces tranchées, inscrites au cœur d'une exploitation en puits circulaires, témoignent d'une adaptation du mineur à son contexte. L'ensemble du réseau créé par ces puits et tranchées a permis une exploitation optimale de cette zone, près de 90 % du banc de silex a pu être extrait. Cet espace de la mine est probablement un des plus exploités, la roche en place n'étant plus constituée que par de frêles piliers calcaires. L'encaissant et les remplissages sont difficiles à discerner l'un de l'autre, aussi lors de la fouille des doutes se sont installés chez les fouilleurs. Il est possible que certains de ces piliers soient des vestiges de remplissages d'exploitations antérieures; la quasi-totalité du sous-sol a donc pu être exploitée dans ce secteur.



### *Les puits profonds*

La quatrième catégorie regroupe les puits profonds (fig. 73). Ces puits ont été rencontrés à une altitude de 200 à 201 m et à une altitude de 204 m (soit 200 m plus au nord). Ils sont, en effet, situés sur deux zones distinctes, éloignées de 200 m du nord au sud. Le gisement le plus au nord présente une exploitation dispersée, le silex issu de ces puits possède un grain plus fin, néanmoins les blocs sont très géolifracés. Ce secteur annexe n'a été que peu exploité. Les structures entrant dans cette catégorie apparaissent sous la forme de puits circulaires ou subcirculaires aux diamètres de 2 à 3 m et dont les profondeurs se situent entre 1,70 et 2 m (fig. 74, 75). Le niveau d'exploitation est d'une épaisseur de 0,50 à 0,60 m.

Les puits d'accès au banc de silex sont coniques et desservent des salles circulaires d'où partent une ou plusieurs galeries, dans l'épaisseur du banc. Le puits St. 290 entre dans cette catégorie (fig. 75). Il possède un diamètre au niveau du décapage de 3,50 m, si bien que sous un couvert de limons d'un mètre d'épaisseur, le puits étant en cône, le diamètre d'ouverture de ce dernier au niveau de la terre végétale est estimé à 4,50 m. Le niveau d'apparition du banc de silex est situé à plus de 2 m sous le niveau de terre végétale, le fond du puits atteint 2,60 m de profondeur. Dans l'axe du puits, à titre anecdotique, un surcreusement a été réalisé pour tenter peut-être d'atteindre un banc de silex situé plus bas. Cette tentative a échoué après un creusement de 0,50 m qui atteint la « dalle ». En coupe, ce puits s'illustre par un cône d'accès desservant une vaste salle d'exploitation. La hauteur des plafonds de cette salle est inégale, 0,50 m d'une part et plus d'un mètre de l'autre côté. La partie basse prend la forme d'une galerie, la partie haute est équivoque. Il semble, en effet qu'il s'agisse d'une galerie ou encore d'une chambre dont le plafond se serait effondré, agrandissant les volumes. Des lentilles de calcaire brun s'intercalent dans le calcaire tendre. La roche dans laquelle est creusé ce puits est constituée de ce calcaire brun (sur une épaisseur d'un mètre). Les effondrements successifs du plafond sont entrecoupés de rejets de calcaire tendre, ces écroulements auraient eu cours pendant l'exploitation d'autres secteurs de ce puits.

Fig. 74. Coupe du puits St. 263 (crédits E. Gallouin, Inrap).



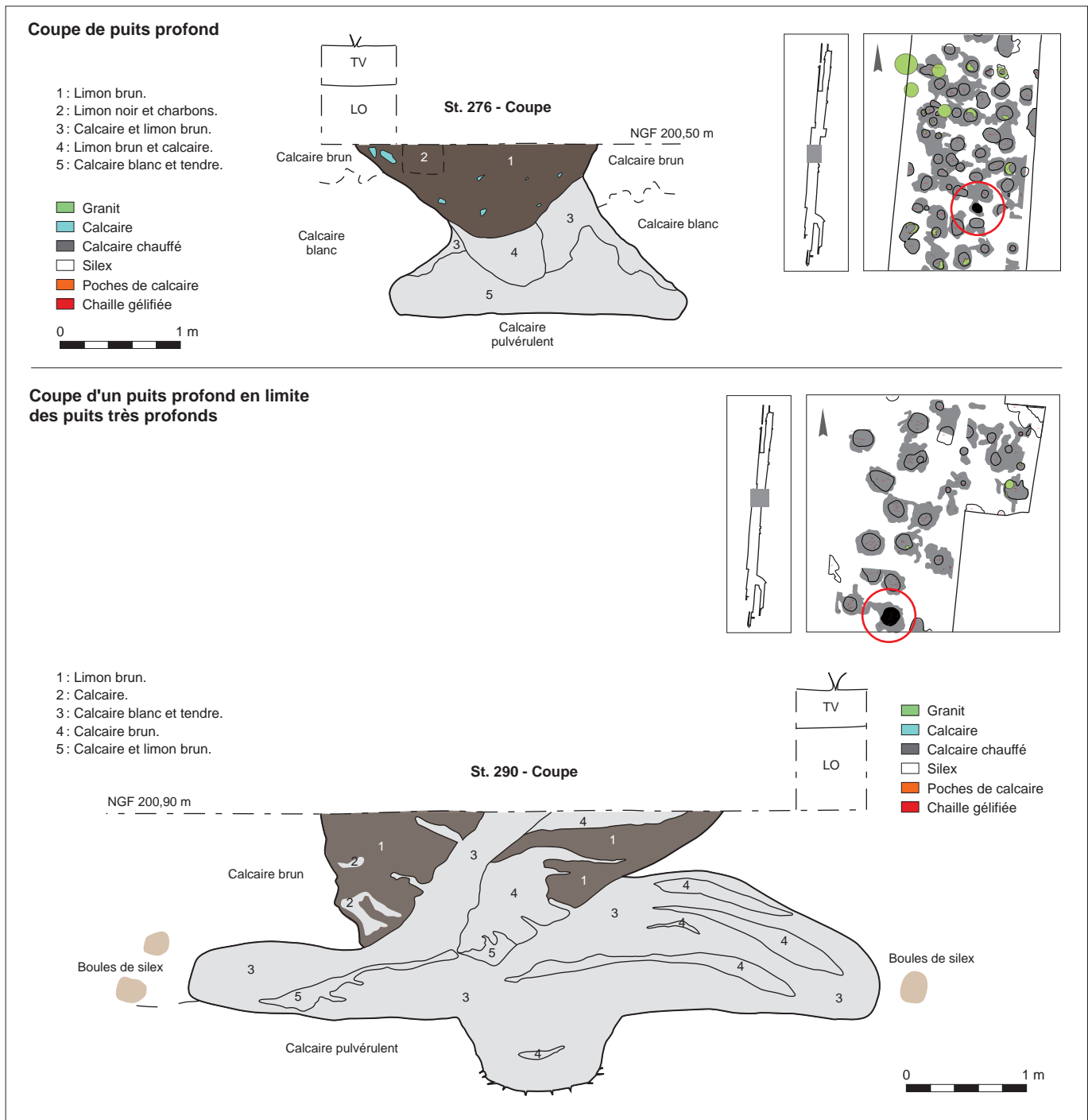


Fig. 75. Exemples de coupes de puits profonds St. 276 et 290 (crédits J.-M. Palluau, Inrap).



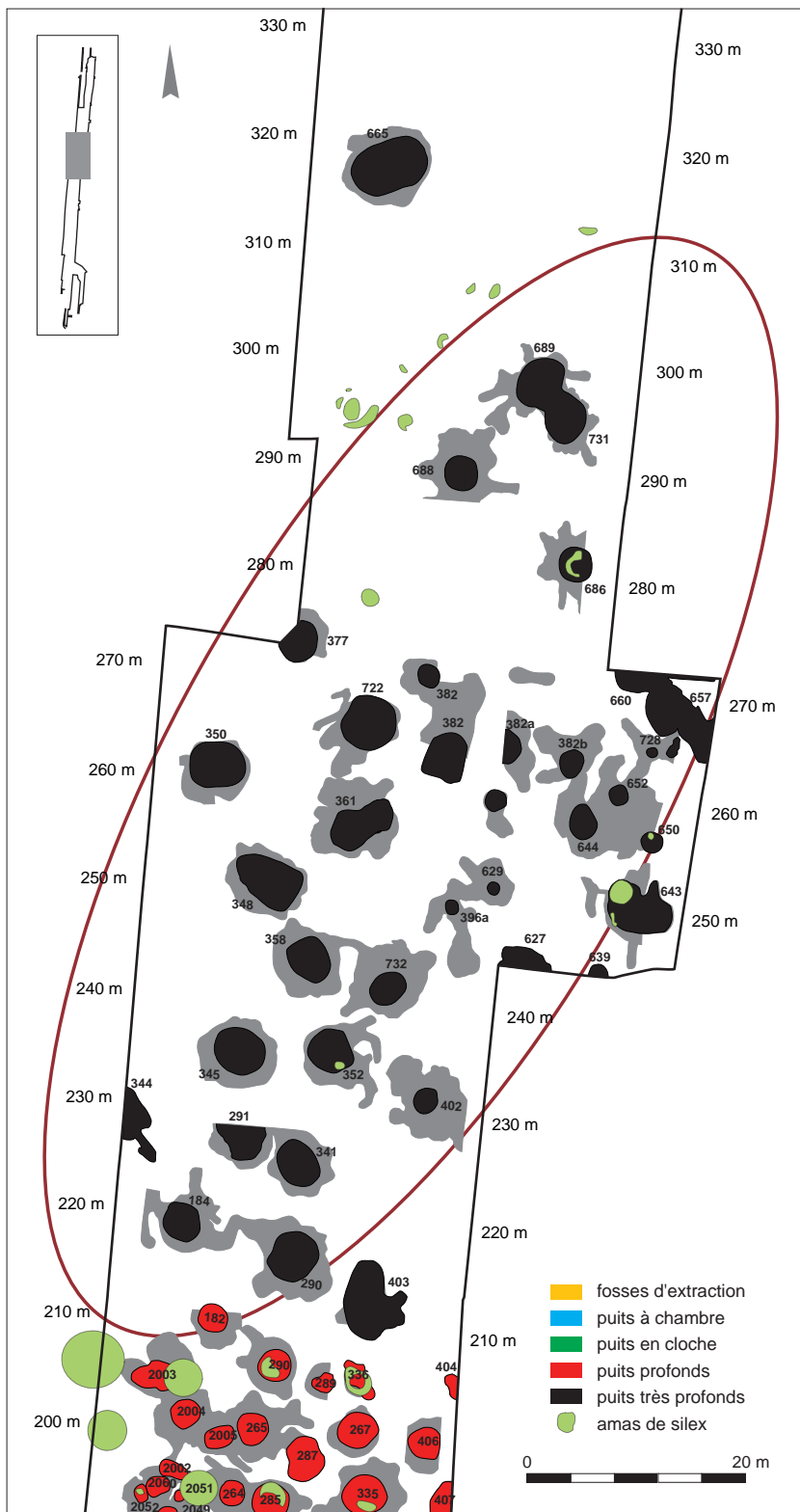


Fig. 76. Plan de localisation des puits très profonds (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

### Les puits très profonds

La cinquième et dernière catégorie de structures d'extraction est constituée des puits très profonds (environ 20 puits). Ils sont situés à une altitude (NGF) de 201 à 203 m (fig. 76). Au niveau du décapage ces structures subcirculaires peuvent avoir un diamètre de près de 5 m. La profondeur moyenne de ces puits est de 2,30 m, les plus profonds atteignant jusqu'à 4 m (St. 643). Le banc de silex apparaît à une profondeur de 1,60 m et possède une épaisseur de l'ordre de 0,60 m. Le puits d'accès au banc de silex est en forme de cône, le matériau n'est pas suffisamment stable pour une ouverture en cylindre (fig. 77).

L'exploitation du banc de silex s'opère en salles de grandes dimensions pourvues de galeries multiples (fig. 78, 79), disposées en éventail autour de l'axe du puits (« pétale de fleur »). Le premier banc de silex exploité, les mineurs se sont, au moins dans un cas, employés à prélever le silex d'un banc inférieur (fig. 78, 80) (d'où la profondeur de 4 m atteinte dans le puits St. 643). Le second forage est alors réalisé dans l'axe du puits avec un diamètre d'accès de l'ordre d'un mètre et une salle d'exploitation de 2 à 3 m de diamètre (fig. 80). Des zones « charnières » laissent cohabiter deux types d'exploitation; on rencontre alors en un seul sondage un puits dont l'exploitation vise le premier banc de silex, et un autre puits dont l'exploitation concerne le banc de silex situé plus bas (fig. 81).



Fig. 77. Coupe du puits St. 689 (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 78. Puits avec exploitation sur deux niveaux (St. 643) (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 79. Salle d'exploitation et galeries rayonnantes du puits St. 665 (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 81. Deux puits différents exploitant deux horizons (crédits E. Gallouin, Inrap).

### *Le réseau d'extraction*

La plupart des structures rencontrées sur le site de Ri communiquent en réseau souterrain avec une ou plusieurs structures voisines (cette observation ne se prête évidemment pas aux fosses d'extraction à ciel ouvert qui, par définition, ne constituent pas de réseaux souterrains). Pourtant ces puits semblent individuels. La conception des puits en cloche, à chambre(s), ou encore à galerie(s) et l'exploitation maximale du banc ont mené les mineurs à se rencontrer d'un puits à l'autre. Une vision en trois dimensions du réseau souterrain fouillé à la main montre, à la base des puits, un horizon plan, qui correspond au fond du banc de silex, parsemé de piliers dont la base est rongée par l'exploitation. Ces piliers se rejoignent pour former un plafond voûté. Ces voûtes ont fonctionné comme des arches et ont empêché le plafond de s'effondrer.

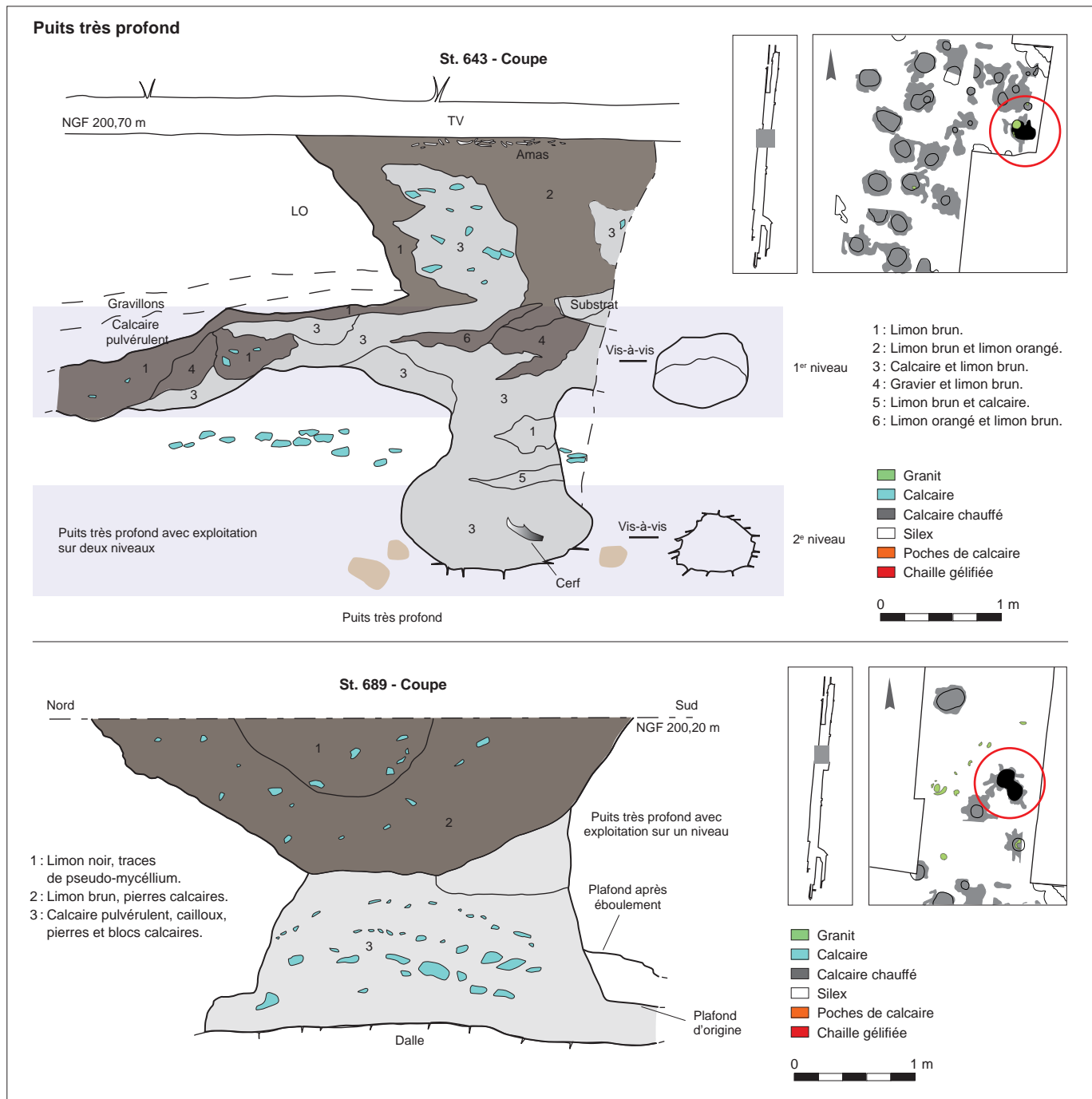


Fig. 80. Exemples de puits très profonds (crédits J.-M. Palluau, Inrap).





Fig. 82. Galerie exploitée dans le puits St. 689 (crédits E. Gallouin, Inrap).

Les contacts entre les puits ne révèlent pas nécessairement des exploitations synchrones. Lors de la campagne de fouilles, il a été difficile de différencier les remplissages de la roche encore en place. Pour exemple, en bordure du décapage, deux puits expérimentaux ont été entrepris. Les actuels mineurs, qui pour accéder au banc de silex ont choisi un endroit sans creusement apparent en surface, se sont rendu compte en atteignant la zone d'exploitation qu'ils se trouvaient dans un remplissage de puits à la faveur de la découverte d'un bois de cerf daté du Néolithique. Ce cas de figure a pu se produire entre le début et la fin de l'exploitation minière de ce site.

Certains comportements de gestion des déblais ont été reconnus. Des empilements de plaquettes calcaires (issues du sol en place) ont été découverts. Ces plaquettes ont parfois été si bien disposées qu'elles évoquent un geste de maçonnerie à sec (renforcement des piliers ou des voûtes), mais elles ont plus certainement été entreposées pour en éviter l'évacuation tout en conservant le plus de place possible. À plusieurs reprises, au fond des chambres ou des galeries des plaquettes ont été jetées, encore dans l'intention de limiter l'évacuation des déblais. Dans ces galeries il n'y a parfois pas de sédiment, et cela explique que l'on ait retrouvé des chambres ou des galeries avec un comblement très lacunaire, le plafond et les parois étant conservées dans l'état d'abandon (fig. 82). Des « boules » de silex (souvent de petite taille) laissées sur place montrent une première sélection des matériaux sur le lieu même de l'extraction, certaines ont même semble-t-il été testées sur place.

Les puits ont quant à eux fait l'objet d'un rebouchage systématique, un cône de rejet dans l'axe du puits d'accès est nettement visible dans de nombreuses coupes. Le choix de combler les chambres et les galeries a parfois été fait pour limiter le transport des stériles. Quand il n'a pas été fait elles restent lacunaires, présentant parfois des traces d'outils. Il s'agit de traces laissées parfois par des outils d'extraction en silex et plus souvent par un outillage élaboré à partir de





*Fig. 83 (à gauche). Traces d'outil dans une galerie du puits St. 689 (crédits E. Gallouin, Inrap).*

*Fig. 84 (à droite). Traces d'outil sur le plafond d'une chambre de la structure St. 212 (crédits E. Gallouin, Inrap).*

bois de cerf ou d'éventuels outils en bois non conservés (fig. 83, 84). Les stigmates d'exploitation avec du silex sont caractérisés par des traces anguleuses aux arêtes vives dont le fond est lisse. A contrario ceux imprimés par les matériaux tendres sont marqués par des traces arrondies (fig. 83). À chaque type de roche correspond un outillage particulier. Ainsi, quand il s'agit de procéder à l'extraction en contexte de plaquettes calcaires, les outils « durs » sont les plus appropriés, en revanche quand le sédiment se compose de calcaire pulvérulent, l'usage d'un outillage plus tendre et plus léger s'avère plus efficace (*cf.* chap. 4.2).

### Les remplissages

Les remplissages rencontrés dans les puits fouillés à Ri montrent de fortes similitudes quel que soit le type du puits. En effet, ils ont tous été volontairement rebouchés. Les remplissages des fosses d'extraction sont conformes à la stratigraphie naturelle du site. L'encaissant dans ce secteur est constitué de calcaire pulvérulent sous une couche d'une épaisseur de 0,30 m constituée de limon orangé et de terre végétale. Le silex apparaît dans cette couche de calcaire dès les premiers centimètres sous la forme de boules enrobées de cortex blanc.

Le fond des fosses est comblé de calcaire tendre, puis de limon brun mêlé de ce même calcaire et enfin de limon brun parfois fortement mêlé d'éclats de silex. La couche du fond résulte probablement du grattage de la roche pour dégager les boules de silex sans nécessairement évacuer les déblais de fond de fosse. La seconde couche, dont le sommet est légèrement bombé, témoigne du déversement du calcaire après l'exploitation du puits, auquel se mêle du limon brun provenant des couches supérieures (terre végétale). Cette couche devait combler complètement la fosse, la dépression laissée par le tassement des sédiments se trouve naturellement comblée de limon brun. Ces dépressions ont parfois piégé de nombreux éclats de silex; en coupe, ces concentrations d'éclats forment une cuvette (fig. 85, 86). Le comblement sommital d'un bon nombre de puits est ainsi fortement mêlé d'éclats de silex. Ces amas sont parfois si denses qu'il n'y a presque pas de terre entre les pièces. Les tailleurs pour ne pas disperser les déchets de taille ont pu utiliser ces cuvettes comme atelier ou comme fosse de rejet.



Les autres types de puits ont fait l'objet du même traitement, cependant leur plus grande capacité et l'exploitation plus vaste liée à leur dimension a provoqué, sur les déblais non évacués de l'exploitation d'un puits en cours, un piétinement répété du calcaire pulvérulent parfois mêlé de plaquettes. Les mineurs extrayant de la matière première tout en stockant les déblais, en chambre, en galerie ou jusque sous leurs pieds, ont été amenés à tasser involontairement les sédiments. Cette couche atteint parfois 0,50 à 0,60 m d'épaisseur, le plus souvent au niveau de l'axe du puits. Ce piétinement s'ajoutant au tassement naturel des sédiments du dessus a transformé le calcaire pulvérulent en bloc compact, comme cimenté. Cette couche a donné du mal aux fouilleurs qui ont d'abord cru qu'il s'agissait du fond des puits. La couche du dessus qui correspond à l'acte volontaire de rebouchage est constituée de calcaire tendre. La forme pyramidale de ces déblais dont les sommets sont situés à l'aplomb de l'axe des puits ne permet pas de combler les fonds des chambres et des galeries. Les structures les plus profondes et n'ayant pas été comblées par les mineurs ne sont parfois obstruées qu'à l'entrée, tout le fond de la galerie étant intact, laissant apparaître des traces d'outils sur les parois et les plafonds et aussi des boules de silex en cours d'extraction, plusieurs puits ont même révélé des outils en bois de cerf qui reposaient sur le sol des chambres ou galeries restées lacunaires (oubli ou abandon ?) (*cf. infra*). Des effondrements de plafonds en chambre ou galerie restée lacunaire ont été repérés.

Outre l'oubli ou l'abandon de ces outils, des restes fauniques, rares, ont été rencontrés. La plupart de ces vestiges est représentée par les restes de petits animaux, rongeurs et batraciens, ensevelis sous les déblais de rebouchage. Lors de notre intervention sur le terrain, les mêmes animaux se piégeaient eux-mêmes en descendant au fond des puits sans pouvoir en ressortir. Les restes de ces petits vertébrés ne constituent pas l'intégralité de la faune. Un ovin en connexion partiellement conservée a été découvert dans la couche sommitale d'un puits (*cf. infra*), un autre puits a livré deux os longs d'un jeune cervidé. Des traces de fousseurs ont également été mises en évidence notamment dans les galeries, à des profondeurs qui dépassent parfois le mètre sous le niveau actuel de terre végétale. Ces traces se présentent sous la forme de griffures sur les parois et de lustrés ocres sur la roche. Elles sont dues aux passages répétés de blaireaux. Ces derniers ont, semble-t-il, régulièrement emprunté les creusements anciens et leur comblement de calcaire tendre.

Fig. 85 (à gauche). Vue en plan de l'amas fouillé dans l'ouverture du puits St. 2044 (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 86 (à droite). Vue de l'amas de silex dans la coupe du puits St. 131 (crédits E. Gallouin, Inrap).

## Les foyers

Près de 30 puits, lors de leur fouille et même dès le décapage, se sont révélés pourvus d'un foyer. Ces foyers ne sont pas présents à part égale sur tout le décapage, ils semblent plus concentrés sur certaines zones. La majorité de ces foyers est installée dans le creux des têtes de puits (fig. 87, 88), creux parfois dus au tassement des sédiments des niveaux inférieurs. Les foyers installés dans les dépressions des têtes de puits sont circulaires, possèdent un diamètre d'un mètre environ et une épaisseur ne dépassant que très rarement 0,20 m. Ils sont constitués de blocs calcaires chauffés disposés en cercle reposant sur les horizons de silex débités. Les pierres calcaires sont bleuies et emballées dans un sédiment grisâtre cendreau.

Les autres types de foyers ont fait l'objet d'un creusement ultérieur. Les mineurs ont recreusé dans les remplissages des puits pour y aménager leurs foyers (fig. 89, 90, 91). Ces derniers ont des parois verticales, sont circulaires et possèdent un diamètre moyen de 0,50 m. Les profondeurs sont variables, elles dépendent du niveau de comblement du puits au moment de la mise en place du foyer en question. Quand une cuvette est encore présente au sommet du puits lors du nouveau creusement, ces foyers sont recouverts par une épaisseur variable de sédiments correspondant à la profondeur de la dépression contemporaine de l'installation du foyer.

La plupart de ces foyers à pierres chauffées sont situés dans la partie médiane du site, à mi-pente. Un autre secteur a été identifié dans la zone des fosses d'extraction, vers le bas du site. Ces deux zones sont sans doute les témoins d'exploitations successives de secteurs, les foyers de types domestiques constituent les traces des campements situés à proximité de l'activité minière. Il peut également s'agir de foyers utilisés dans le cadre du façonnage des outils en bois de cerf (*cf.* chap. 2.3), les deux activités étant compatibles.

La structure St. 131 est un bon exemple de foyers disposés dans les dépressions de couche sommitale de puits (sans surcreusement). Le foyer mesure un mètre de diamètre et sa profondeur, au centre, est de 0,20 m. Il est constitué de blocs calcaires bleus disposés en cercle trahissant un aménagement (fig. 90). Ces pierres apparaissent juste sous le niveau de décapage, l'érosion occasionnée par les labours aura arraché quelques-uns de ces blocs. Dans le cas de la structure St. 131 le foyer repose sur un lit d'éclats de silex, emplacement probable d'un atelier de taille de haches (fig. 91).

La structure St. 184 fait partie des foyers installés dans un creusement postérieur au comblement final d'un puits. Ce foyer ne semble pas être aménagé avec des pierres brûlées. Le remplissage est principalement constitué de limon brun fortement mêlé de charbons de bois (le limon est aussi faiblement rubéfié). Le creusement accueillant le foyer est en cuvette, il mesure 0,60 m de diamètre, est profond de 0,20 m et possède un fond relativement plat. Seuls deux blocs calcaires, dont le plus gros mesure 0,10 m de long, se trouvent au fond de ce creusement. Ce foyer visible dans le sommet du puits dès le niveau de décapage a peut-être subi l'érosion de surface, où se trouvaient les pierres chauffées.

Sur le site de Ri, la présence de foyers indique une occupation, qui à défaut d'être prolongée, n'en reste pas moins avérée. Il s'agit probablement d'occupations temporaires liées directement aux exploitations minières successives.





Fig. 87. Plan de répartition des foyers dans la fenêtre de fouille (crédits J.-M. Palluau, Inrap).



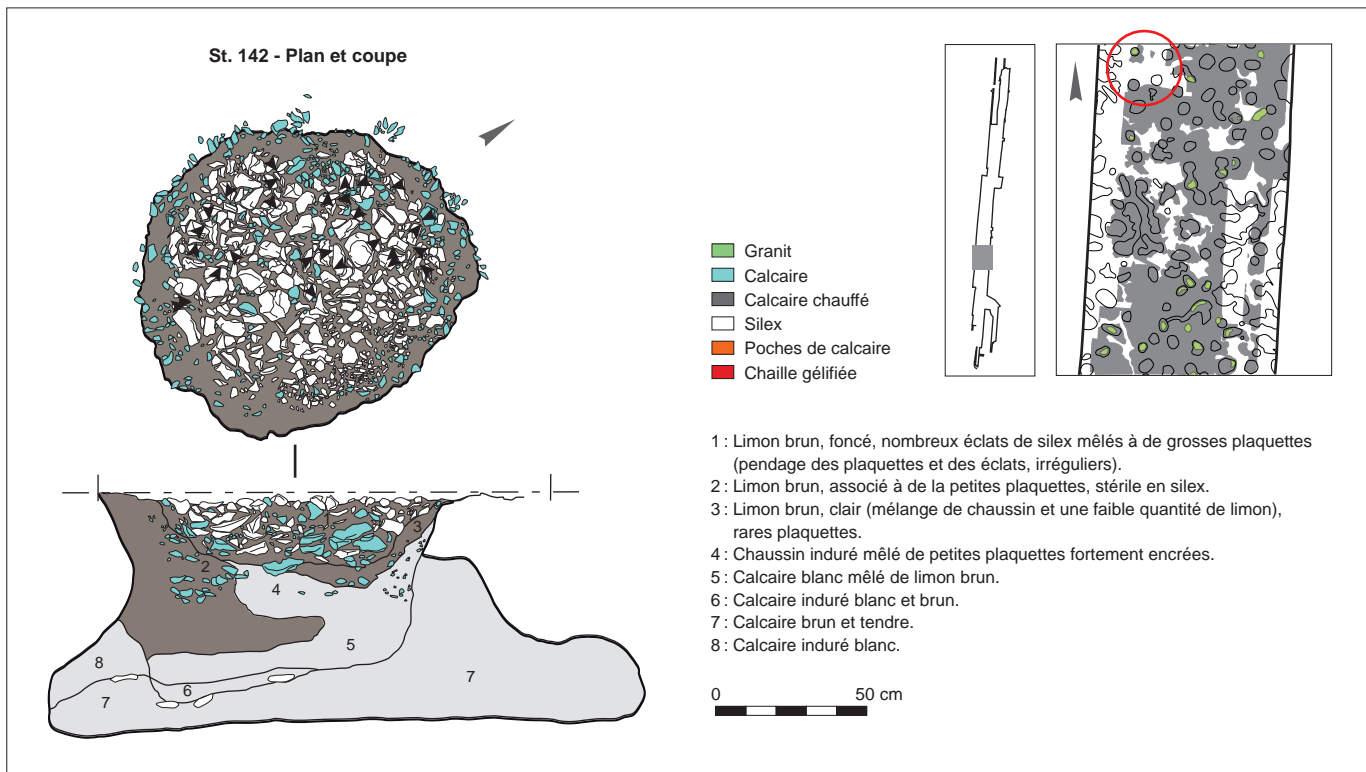


Fig. 88. Foyer dans le comblement sommital du puits St. 142 (crédits J.-M. Palluau, Inrap).



Fig. 89. Foyer dans le remplissage du puits St. 402 (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 90. Foyer en surface du puits St. 131 (crédits E. Gallouin, Inrap).

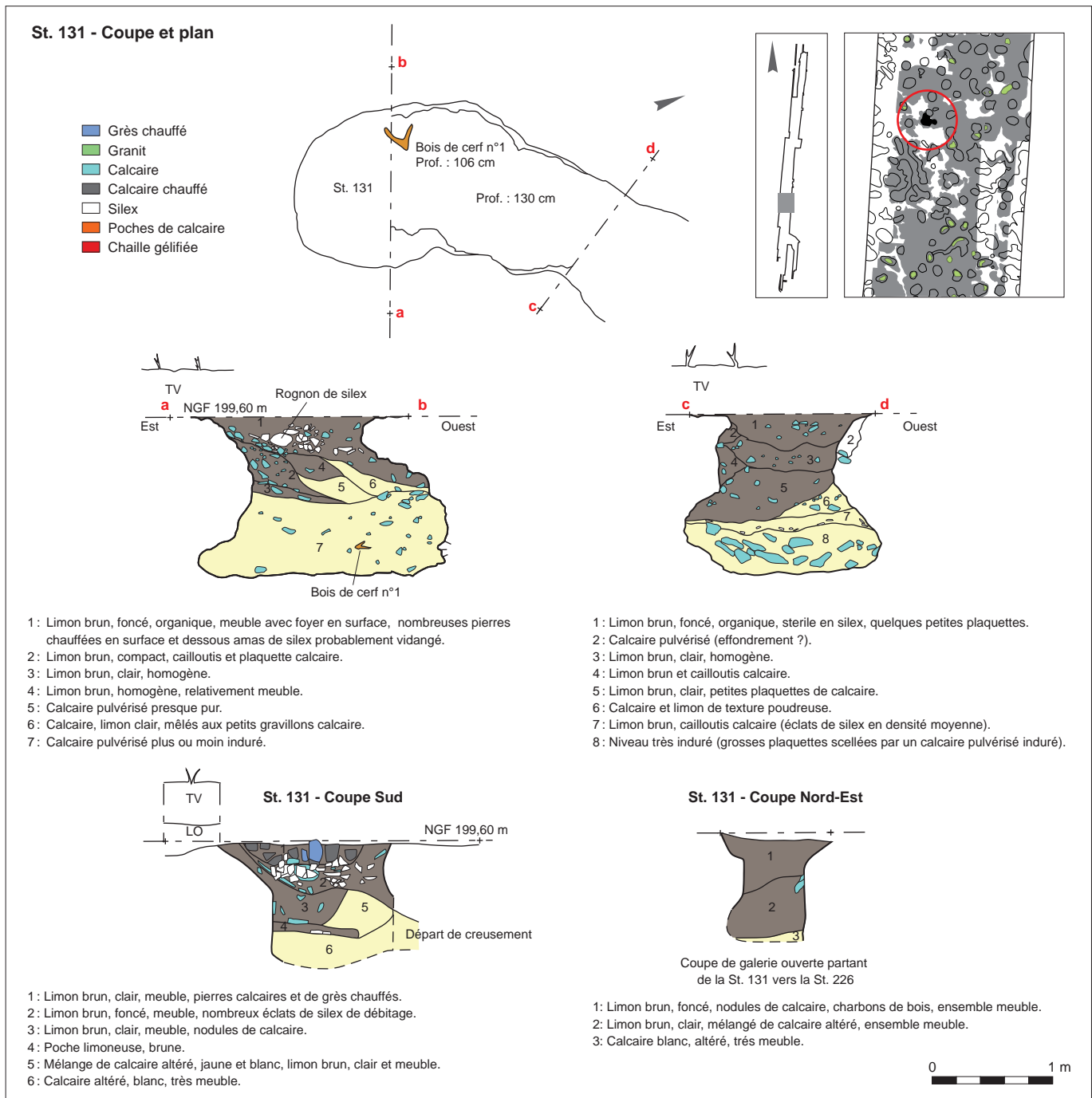


Fig. 91. Le foyer en coupe du puits St. 131 (crédits J.-M. Palluau, Inrap).



## Les amas de débitage

Les amas de débitage sont nombreux sur le site de Ri. Ils se présentent sous différentes formes. Une partie d'entre eux se trouve piégée dans les têtes de puits. Une autre partie de ces amas figure en comblement de chablis, enfin une troisième catégorie apparaît dès le sommet des limons sous la couche de labour.

### *Les amas en tête de puits*

Les amas en tête de puits adoptent un profil en cuvette (fig. 92, 93). Les silex possèdent un pendage trahissant soit une activité de taille au-dessus d'un puits, soit un affaissement des sols à l'aplomb d'un puits, postérieurement à l'activité de taille (St. 2044).

*Fig. 92. Amas de déchets de taille piégés dans l'ouverture du puits St. 142 (crédits E. Gallouin, Inrap).*



*Fig. 93. Amas de déchets de taille piégés dans l'ouverture du puits St. 55. Sur cet exemple, le phénomène de sous-tirage de l'amas est particulièrement net (crédits E. Gallouin, Inrap).*



### Les amas dans les chablis

Les chablis ont été rencontrés dans la zone nord du décapage, disséminés au milieu des puits très profonds (fig. 94). Bien qu'inégaux, ils sont de grande taille, certains atteignent des dimensions de 3 à 4 m de diamètre. Plusieurs sont comblés d'éclats de silex présents sous la forme d'amas. Ces amas sont composés de déchets de façonnage de haches. Les dépressions constituées par l'arrachement des arbres constituent éventuellement une amorce dans le creusement d'un puits, ou dans une moindre mesure, une cuvette transformée en atelier de taille.

Quand le chablis est le point de départ de la conception d'un puits, aucune trace de l'arrachement ne persiste, tout le volume du trou étant utile pour élaborer l'accès au puits. En revanche, quand le chablis est transformé en atelier de taille on retrouve alors toute la forme de l'arrachement. Aucune modification visant à une amélioration de « l'abri » ainsi créé n'a été relevée. Les structures St. 690 et St. 693, proches l'une de l'autre, illustrent cet opportunisme. Il s'agit de deux négatifs d'arrachement dont les longueurs avoisinent 2 m et les profondeurs 0,50 m sous le niveau de décapage (cf. fiche d'inventaire des structures). Les deux possèdent leur partie profonde sur le côté nord indiquant le même sens d'arrachement de l'arbre. Ces chablis sont probablement anthropiques (campagne de défrichage, approvisionnement en bois...). L'accumulation des éclats de silex est ordonnée, c'est-à-dire que les éclats corticaux, les gros éclats, voire parfois les demi-nodules constituent le fond de l'amas, les plus petits déchets de taille se trouvant au sommet des remplissages. Ces amas répondent au façonnage des haches, les gros éléments présentent les stigmates de préparation des rognons desquels sont extraits les éclats les mieux appropriés pour l'obtention d'une ébauche, les petits éclats résultent de la finition. Le mode d'amoncellement chronique des éclats issus de la taille allant du plus gros au fond, au plus petit en surface, suggère que l'amas s'est constitué en place.

### Les amas dans la couche limoneuse

Les amas rencontrés sur les plages limoneuses du site sont en décalage par rapport aux têtes de puits et posent une autre question. En effet, ces amas ne sont pas « piégés » dans une dépression ancienne, ils se situent plus vraisemblablement sur un niveau de sol ancien partiellement conservé sous des colluvions entre 200 et 202 m NGF à un endroit où le site accuse une légère dépression. Une zone de 1200 m<sup>2</sup> présentant plusieurs amas de surface a été entièrement fouillée à la main (fig. 95, 96). Les vestiges ont été relevés en trois dimensions de manière à évaluer l'importance de la couche et son mode de conservation. Ce relevé (fig. 97) met en évidence des zones concentrant des amas de forte densité et des zones stériles, le tout sur un même niveau. Les absences de silex s'expliquent par le fait que l'homme n'y a pas travaillé. Ces zones stériles pourraient correspondre à l'emplacement des tas de déblais des exploitations alentour. Les amas disséminés entre ces tas de déblais se seraient ensuite trouvés recouverts par une érosion des « terrils » fossilisant le niveau de sol néolithique.

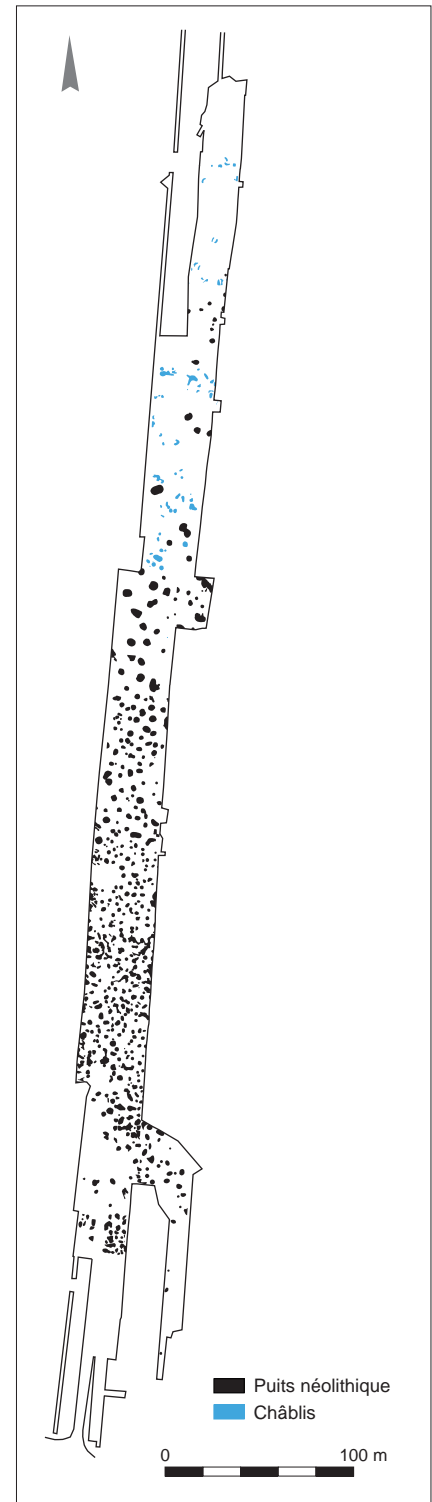


Fig. 94. En bleu sur le plan, les chablis identifiés. En photo, un exemple de chablis (St. 718) ayant piégé un amas de déchets de taille. Dans ce type de « structure » les silex ne sont pas patinés (crédits E. Gallouin, Inrap).



*Fig. 95 (ci-contre). Vue aérienne de la zone de l'amas principal dans les limons (crédits T. Sagory).*

*Fig. 96 (ci-dessous). L'amas principal en cours de fouille (crédits T. Sagory).*



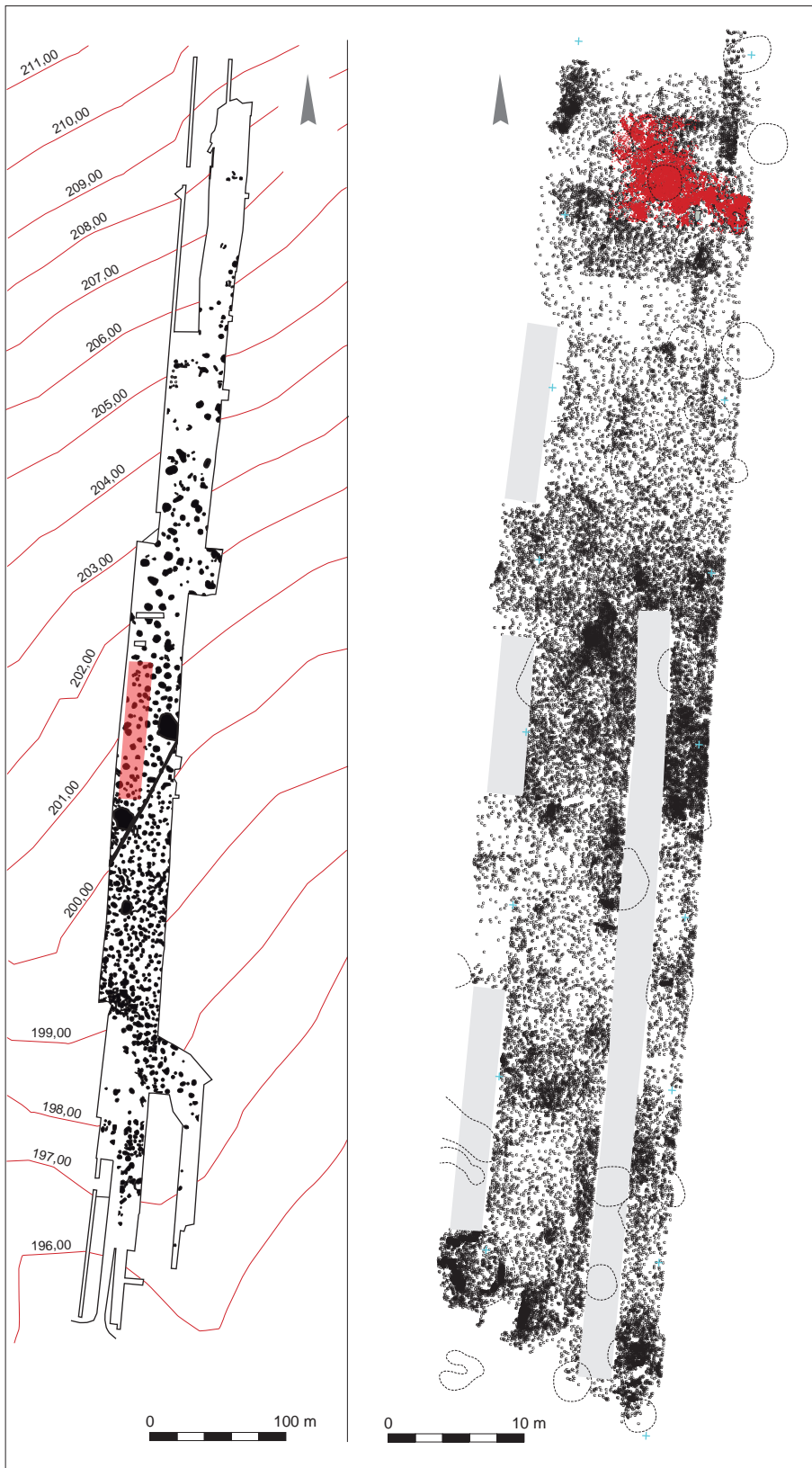


Fig. 97. Relevé de la zone limoneuse fouillée manuellement (en rouge à gauche). Les silex sont figurés en noir et en rouge (gros amas dit « amas principal »). En grisé, les tranchées de diagnostic qui ont détruit la couche (crédits J.-M. Palluau, Inrap).



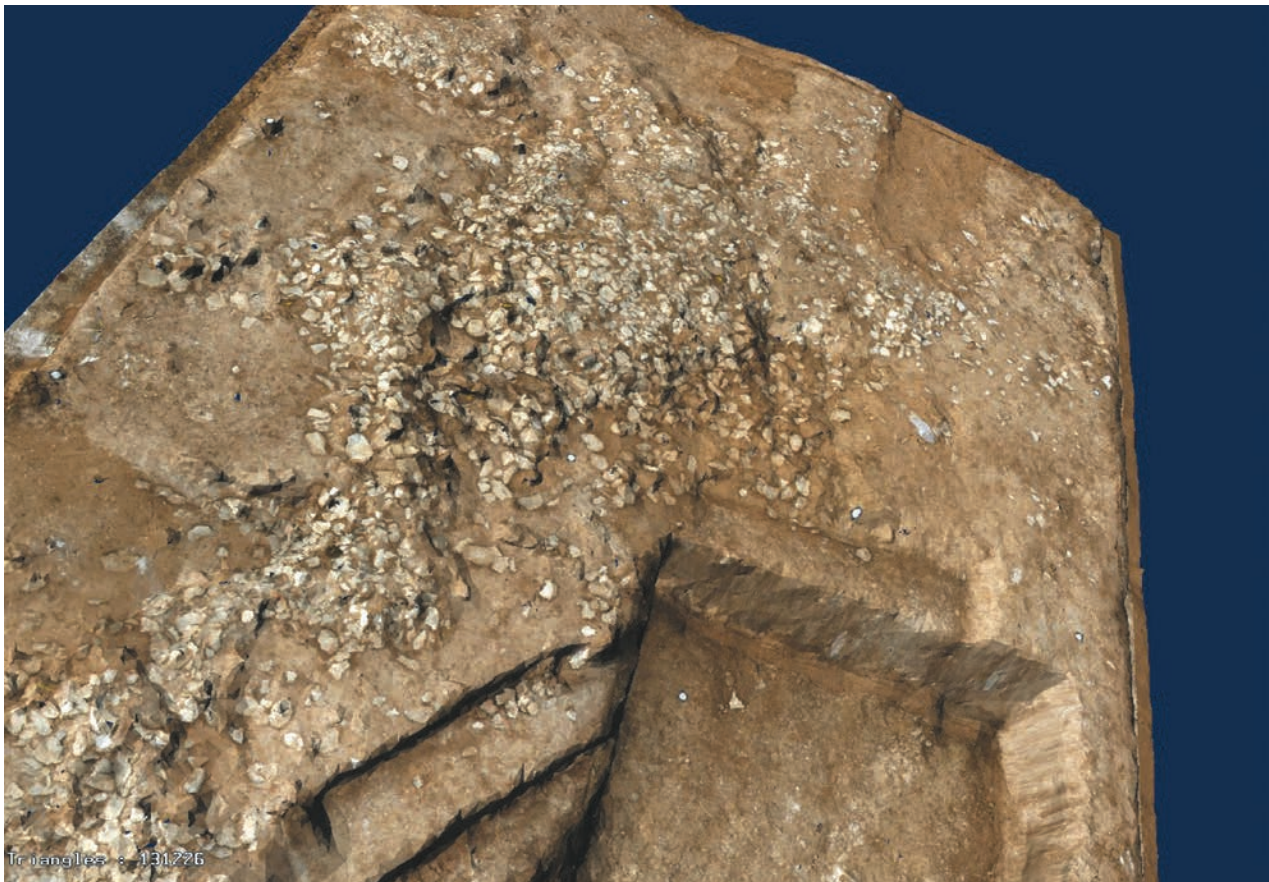
### *L'amas « principal »*

Un amas a pu être fouillé dans son intégralité (dit « amas principal ») révélant une superposition de nombreuses couches de silex. Contrairement aux amas rencontrés dans les puits et les chablis, où le fond des amas repose à plat, la superposition des silex épouse ici des dômes de limon qui semblent résulter du creusement des puits avoisinants (fig. 98). Dans ce cas, il semble que l'on ait véritablement affaire à des amas de débitage en place, situés autour des puits, les tailleurs étant installés sur les tas de déblais des creusements (fig. 99, 100). La qualité des silex rencontrés dans cet amas diffère de celle des silex piégés en cuvette. En effet, les silex sont plus marqués par le temps et possèdent un voile blanchâtre.

Il est possible de résumer en quelques lignes les principales caractéristiques rencontrées sur le transect étudié à Ri. Le sud de la zone d'étude se situe à 196 m d'altitude (NGF) et 600 m au nord l'altitude se situe à 202 m ; la pente est donc faible et d'environ 1 %. Elle a toutefois de fortes incidences sur le positionnement stratigraphique de la couche à silex et donc sur les techniques d'extraction mises en œuvre (fig. 101).

Au bas de la pente, les premiers puits découverts apparaissent à l'altitude de 197 m, on en compte alors 4 à 5 pour 100 m<sup>2</sup>. Les puits découverts dans cette partie du gisement sont les fosses d'extraction. Ces structures ne comportant pas de réseau souterrain, les seules zones exploitées correspondent à leur ouverture, si bien que 15 à 20 % du sédiment seulement est couvert dans ce secteur.

*Fig. 98. Vue de détail légèrement pivotée du relevé en 3D, afin de mettre en évidence le relief épousé par les silex (relevé et traitement d'image AMD 3D).*



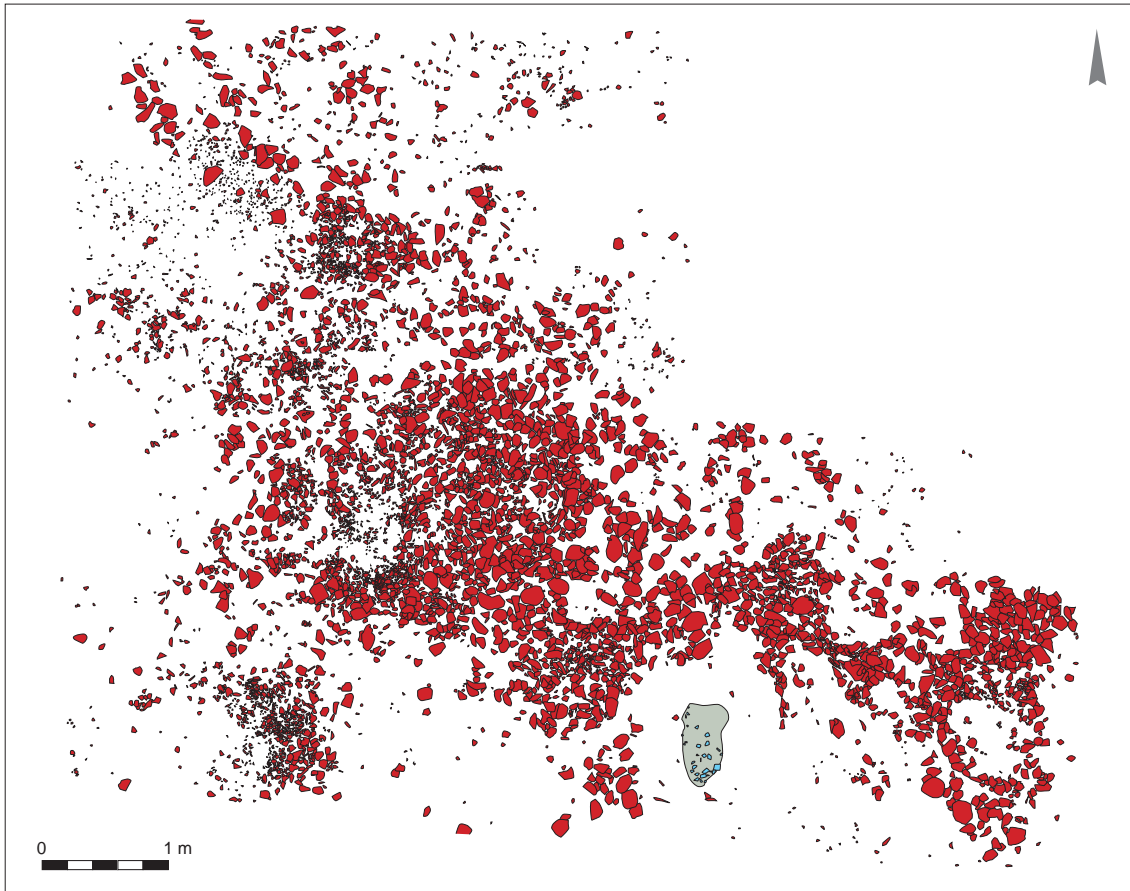


Fig. 99 (ci-dessus). Relevé au pierre à pierre de l'amas principal (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

Fig. 100 (ci-contre). Proposition d'interprétation du positionnement des tailleurs sur l'amas principal d'après la répartition des déchets de taille (crédits J.-M. Palluau, Inrap).



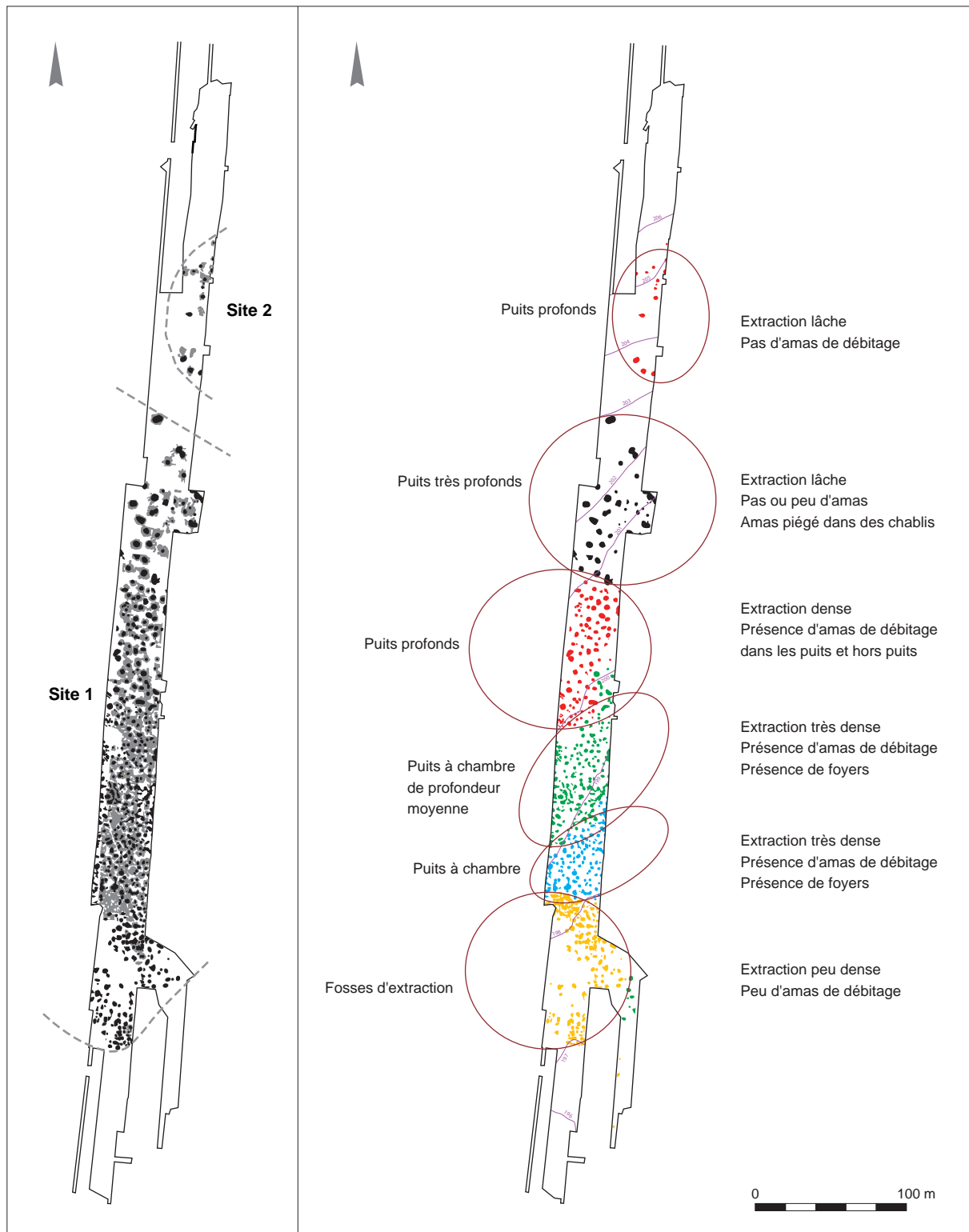


Fig. 101. Interprétation de l'extraction d'après la physionomie des puits et les résultats des sondages géologiques (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

## EXPÉRIMENTATION

## Le façonnage des haches

Sébastien Giazzon

De nombreux essais expérimentaux de façonnage de haches ont été réalisés tout au long de la phase de fouille. Les objectifs étaient doubles, d'une part comprendre si les déchets de taille découverts dans les différents amas de taille du site étaient compatibles avec les déchets issus des expérimentations de façonnage de haches et d'autre part si la répartition des déchets de taille dans les amas archéologiques étaient compatibles avec les pratiques expérimentales (fig. 102 et 103).

L'exercice expérimental consiste à « peler » le rognon, en profitant des plans de frappe concédés par la phase d'entame. L'enlèvement d'éclats épais corticaux ou partiellement corticaux réduit ce rognon et offre de nouveaux plans de frappe exploitables pour la mise en forme du support. L'aboutissement de cette phase consiste en une progression du façonnage par des éclats de plus en plus fins afin d'aboutir à une ébauche de hache prête à être polie. Les percuteurs en silex de différentes tailles, voire les bois de cerf pour la phase de finition, sont adaptés à chaque étape. La somme d'éclats issue de ce travail est importante. En effet le support « prêt à polir » obtenu au terme des opérations ne représente que 7 à 10% du volume initial pour la production par pan latéral sur demi-sphère et entre 10 et 15% pour la production d'ébauches sur éclat.

Les rejets des premières phases de taille sont épais, courts et sont affectés, en particulier, d'un talon principalement cortical. La percussion directe à la pierre leur confère un bulbe prononcé. L'échantillon prélevé dans le puits St. 144 paraît sans équivoque une production du même type. Effectivement, les éclats représentent reflètent des caractères similaires dans leurs morphologies et

révèlent également des percussions fréquentes à partir du couvert cortical.

Les phases suivantes de régularisation et de finition de l'ébauche vont produire des déchets différents et de plus en plus réduits en taille. Les rejets de taille sont alors des éclats mi-long, parfois larges et régulièrement déjetés, certains enlèvements doivent être couvrants pour rétablir un profil acceptable à cette ébauche. Quelques plages corticales peuvent encore s'observer sur certains d'entre eux, essentiellement concentrées dans leurs parties proximales. L'échantillon d'éclats expérimentaux indique également que les éclats s'amincissent et s'arquent sensiblement. L'observation des négatifs présents sur la face supérieure de ces derniers évoque un façonnage périphérique convergent vers le centre de l'ébauche. Là encore, les comparaisons avec l'échantillon du puits 144 sont tout à fait pertinentes. Enfin, à toutes les étapes de travail, la production d'esquilles est importante (préparation, finition...), souvent produites à l'aide d'un abraseur.

La répartition des déchets de taille, qu'elle soit expérimentale ou archéologique, obéit alors à un même schéma. Dans tous les cas, on observe une répartition des esquilles et des plus petits éclats de finition sous forme de tas aux pieds du tailleur. Plus on s'écarte de la position du tailleur, plus les éclats sont grands, les plus gros étant clairement repoussés en périphérie. Cette situation qui a pu être identifiée sur la totalité des amas de débitage expérimentaux permettent de suggérer que le gros amas découvert sur la minière (fig. 98, 99) comporterait au moins douze postes de débitage distincts (fig. 100).



Fig. 102. Amas expérimental de débitage utilisé pour la production d'une ébauche illustrant la répartition « naturelle » des éclats par ordre de taille. Les plus petits éclats encadrent les (empreintes des) pieds du tailleur.



Fig. 103. Amas archéologique de débitage utilisé pour la production de plusieurs ébauches. La répartition par ordre de taille est également bien lisible, avec une position du tailleur vraisemblablement en haut à gauche de part et d'autre du tas d'esquilles.

Dans la fourchette d'altitude comprise entre 198 et 200 m NGF, on compte environ six puits pour 100 m<sup>2</sup>. Les puits entrant dans cet espace sont les puits d'extraction à chambre et les puits à profondeur moyenne. Tous deux se développent en souterrain et la surface exploitée dans ce secteur atteint 80 à 90 %. Cette surface mesure environ 100 m du sud au nord (la pente est douce). Dans ce secteur, l'étude fine et le relevé précis en 3D permet de clairement mettre en valeur cette forte densité d'exploitation (fig. 104, 105, 106).

À une altitude de 200 à 201 m, la densité de puits diminue un peu avec une moyenne de quatre puits pour 100 m<sup>2</sup>. Les puits profonds constituent les creusements rencontrés à ce niveau du site, ils possèdent un réseau souterrain assez vaste. Le taux d'exploitation atteint 60 %. Cette surface représente 70 m du sud au nord.

Les puits très profonds occupent le terrain dont l'altitude est située entre 201 et 202 m. Ils sont peu nombreux, rarement plus de 1 pour 100 m<sup>2</sup>. En revanche, ils ont une grande ouverture et une exploitation vaste, 40 à 50 % des sols sont exploités.

Au-delà de cet espace dénommé « Site 1 » dans l'étude, peu de puits ont été rencontrés (Site 2). Ils sont disséminés, parfois même isolés. Ces puits entrent dans les catégories des puits moyennement profonds à profonds avec salles d'exploitation et galeries. Certains carrés de 100 m<sup>2</sup> sont exploités à 30 ou 40 % et d'autres n'ont pas été touchés du tout. Les derniers puits découverts sont situés à une altitude NGF de 205 m. Cette zone semble vraiment en marge de l'exploitation principale; elle n'a pas livré d'amas de débitage.

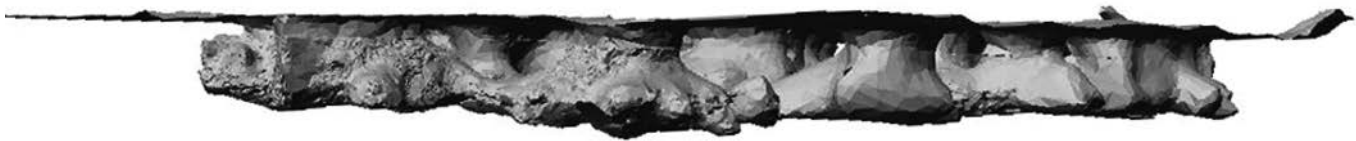
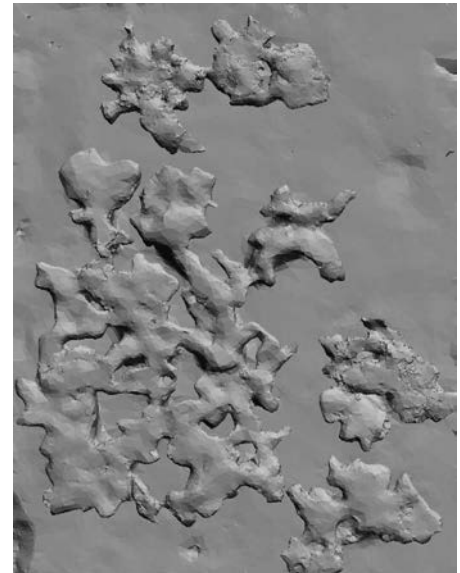


Fig. 104 (ci-dessus). Scan 3D d'une partie de la zone fouillée à la main. Vue de profil de la zone avec la plupart des puits descendant en moyenne d'1,60 m dans le substrat calcaire (crédits ATM3D).

Fig. 105 (à gauche). Scan 3D d'une partie de la zone fouillée à la main. Vue de l'ouverture des puits (crédits ATM3D).

Fig. 106 (à droite). Scan 3D d'une partie de la zone fouillée à la main. Vue du fond des excavations, montrant bien la densité de l'exploitation (crédits ATM3D).



## L'outillage minier

Les moyens mis en œuvre pour le creusement des puits sont connus grâce aux outils abandonnés dans les mines (témoins directs) et grâce aux nombreuses traces d'outils visibles sur certains blocs de silex ou sur la paroi des galeries (témoins indirects). Ces dernières ne sont pas conservées dans la totalité des puits. Elles ne peuvent être observées que dans le cas de galeries ou de puits qui n'ont pas été entièrement comblés et sont de plusieurs types.

Les plus fréquentes sont des rainures assez larges (de 1 à 2 cm) d'une longueur variable mais n'excédant pas les 40 cm. Les rainures ont un profil semi-circulaire se terminant par une perforation de quelques millimètres évoquant un outil pointu à extrémité circulaire parfois très légèrement dissymétrique. Ces traces sont généralement groupées en véritables panneaux [*cf.* encadré expérimentation, *Les traces laissées par les outils en bois de cerf*, p. 100] permettant une « lecture » des gestes qui ont prévalu aux creusements et à l'extraction des nodules de silex. Au fond d'une des galeries du puits St. 688, les nombreuses traces qui couvrent le fond de l'excavation montrent bien la technique mise en œuvre à l'aide d'un outil probablement coudé, utilisé comme un piochon qui a provoqué de courtes rainures autour d'une boule de silex. Dans ce cas, le geste était visiblement lancé du haut vers le bas. Pour le puits St. 457 nous avons affaire à un autre cas de figure puisque, ici, les gestes alternent une percussion lancée de droite à gauche puis de gauche à droite (réalisée par un droitier) formant sur la paroi d'une galerie des motifs en chevrons particulièrement nets. L'outil à l'origine de ce type de trace particulièrement large pourrait être en bois de cerf, au regard des résultats des expérimentations que nous avons réalisées sur le site (*cf. infra*). Cette interprétation est confortée par la présence régulière d'outils en cette matière abandonnés dans les puits parfois à proximité des traces.

D'autres traces ont pu être détectées sur certaines parois et sur quelques rognons de silex extraits dans la zone des puits très profonds. Ces traces sont beaucoup plus fines et moins longues que précédemment. Dans le détail, elles sont constituées de fines stries parallèles. On les retrouve uniquement sur des matériaux durs, que ce soit sur le cortex des rognons de silex ou sur du calcaire, matériaux qui ne pouvaient être creusés avec des outils en bois de cerf. Là encore le protocole expérimental mené lors du creusement de deux puits nous a été bien utile pour comparer nos traces avec un référentiel; il semble que nous ayons affaire à des stigmates témoignant de l'utilisation d'un outillage en silex. Comme pour les outils en bois de cerf, cette utilisation du silex est confirmée par la découverte d'un outil cassé lors de son utilisation (fig. 107) et par l'abandon de quelques outils au fond de certains puits (fig. 108). L'utilisation du silex pour le creusement semble toutefois marginale à Ri, à l'image de l'utilisation de certaines pièces corticales. Nous renvoyons le lecteur au chapitre sur la production (chap. 3) où cette question est très largement débattue.

Toujours dans le secteur des puits très profonds, deux concentrations de charbons de bois adoptant la forme de fascines calcinés (fig. 109, 110) peuvent, à titre d'hypothèse, être des torches qui ont servi de mode d'éclairage dans ces puits où la profondeur pose parfois des problèmes de luminosité en fond d'excavation. Toutefois et malgré une analyse plus fine de ces dépôts carbonneux en laboratoire, il est difficile d'assurer cette interprétation qui ne peut être, de plus, corrélée avec d'autres traces comme des mouchures de torches ou des concentrations de charbons de bois sur les sols des mines.





107



108



109



110

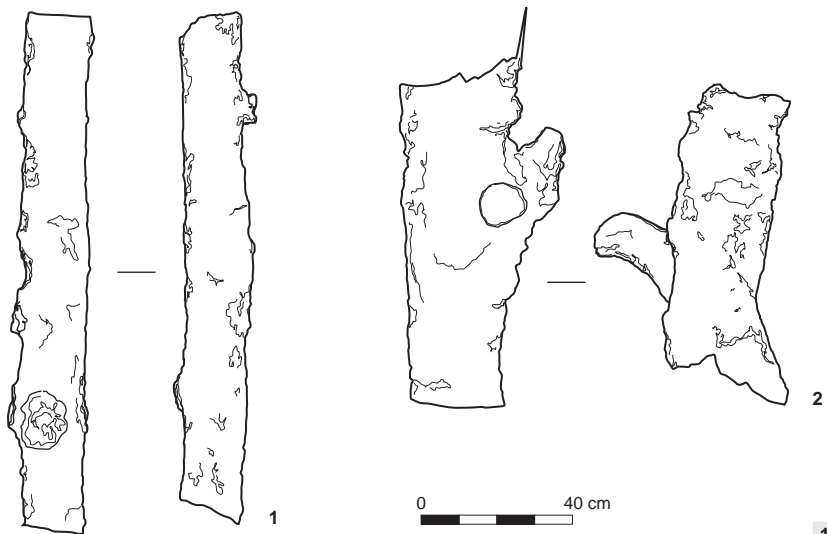
Fig. 107. Détail de l'outil en silex cassé à l'usage et abandonné en place dans le calcaire au fond du puits St. 689. Noter la fracturation de la roche (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 108. Outil en silex abandonné au pied de la paroi du puits St. 688 (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 109. Possibles mouchures de torches découvertes au fond du puits St. 2039 (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 110. Possibles mouchures de torches découvertes au fond du puits St. 643 (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 111. Dessins des moulages des éléments en bois du puits St. 361 (crédits E. Ghesquière, Inrap).



111



## EXPÉRIMENTATION

## Les traces laissées par les outils en bois de cerf

Nicolas Fromont

Dans le cadre du creusement de plusieurs puits expérimentaux en bordure de la minière (à l'occasion des Journées du patrimoine), plusieurs outils ont été utilisés (en silex, en bois, en bois de cerf). L'observation des traces d'utilisation de ces outils et des traces laissées dans la matrice calcaire des puits a permis des comparaisons avec les outils et les traces archéologiques découverts lors de la fouille (fig. 112 à 115).

Les traces que laissent les outils en bois de cerf et en bois végétal ne s'observent pas partout à la surface des puits creusés expérimentalement, mais seulement dans les horizons limoneux et le sable carbonaté. Dans les premiers comme dans les seconds, quand ils ne sont que très faiblement indurés, les traces disparaissent vite

à l'exception des passées plus indurées et dans des zones abritées. Ces traces ont en commun un profil transversal en forme de U plus ou moins évasé (forme de la partie active) et profond (force impliquée dans le geste) ainsi qu'un profil longitudinal en cuvette plus ou moins long. Le fond de ces traces n'est jamais strié, à l'opposé des celles laissées par un outil en silex taillé. Il s'agit là des traces les plus fréquemment observées. D'autres, plus rares, consistent en des dépressions circulaires ou ovalaires, plus ou moins profondes, et dont une partie du pourtour peut être rendue irrégulière par un arrachement. Elles résultent d'une utilisation en piquetage ou comme levier des outils.



Fig. 112. Traces de pics en bois de cerf observées dans le cadre du creusement expérimental d'un puits. Elles correspondent à un raclage d'un sédiment tendre (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 113. Une vue de détail des traces laissées par les bois de cerf expérimentaux montrent bien le profil en U laissé par la pointe mousse du bois de cerf (crédits E. Gallouin, Inrap).

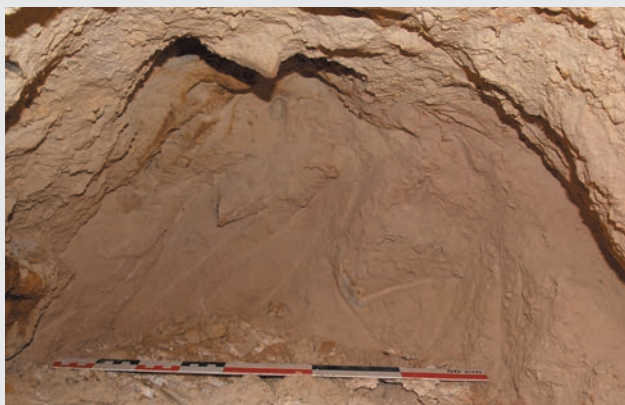


Fig. 114. Dans le fond de cette galerie non rebouchée d'un des puits de mine archéologique, on observe bien les traces de raclage préservées laissées par la pointe mousse d'un outil en bois de cerf (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 115. Dans un autre fond de galerie de mine archéologique, les traces de raclage/percussion vraisemblablement laissées par un piochon en bois de cerf sont organisées de manière régulière (crédits E. Gallouin, Inrap).

La question de l'utilisation d'un outillage en bois, qui ne se serait malheureusement pas conservé jusqu'à nous, s'est posée aussi très vite lors de l'examen des traces encore observables dans les puits. En effet, la présence récurrente de longues estafilades (plus de 50 cm) sur les parois des galeries, et en particulier les plafonds, traces fort différentes de celles laissées par les bois de cerf, est peut-être le témoignage indirect de l'utilisation de pieux pour le creusement des puits. Ces traces sont en particulier très rectilignes et beaucoup plus larges que celles obtenues avec des outils sur bois de cerf. Dans l'espoir de découvrir certains de ces outils en matériaux périssables, nous avons presque systématiquement réalisé un moulage des lacunes qui parsèment le comblement des puits. Dans la très grande majorité des cas, nos efforts ont été soldés par des échecs à l'exception des lacunes du puits St. 361 (fig. 29, 30) qui nous ont permis de mouler puis de dessiner deux pièces qui étaient à l'origine très probablement en bois (fig. 111). Les tirages positifs réalisés en polyuréthane semblent en effet correspondre à ce genre de matériau. Les deux pièces sont des branches ou de petits troncs d'arbres très rectilignes, encore conservés sur 1,30 m pour le plus grand et sur 0,50 m pour le plus petit. Des nœuds sont encore visibles sur le fût des deux objets, il existe même un départ de branches pour la pièce 2. Hélas les extrémités de ces objets sont brisées et l'on ne sait pas si l'on a affaire à des pieux ou à un système d'échelle.

### Une forte représentation des outils en bois de cerf

#### *Corpus*

Les 427 outils (121 fragments indéterminés et chutes) ont été retrouvés dans les puits (fig. 116); 19 d'entre eux proviennent de contextes fouillés manuellement, 408 de contextes fouillés mécaniquement. La disproportion des deux types de contexte est à l'image de la fouille puisque 50 puits ont été fouillés à la main et 450 à la pelle mécanique. Il n'en demeure pas moins que le corpus constitue le

Fig. 116. Les bois de cerf étalés dans le cadre de l'étude (crédits E. Gallouin, Inrap).



plus important au niveau national issu d'un contexte minier. À titre d'exemple, une cinquantaine de pièces de ce type a été retrouvée à Bretteville-le-Rabet (Desloges 1986), une quarantaine à Jablines (Bostyn, Lanchon 1992), 172 à Serbonnes et 81 à Villemaur (Sidéra 1991), tandis que les deux sites anglais emblématiques de Grime's Graves et Durrington Walls en ont livré respectivement 283 et 332 (Clutton-Brock 1984). Ces chiffres ne traduisent évidemment pas la densité de ce type de mobilier au sein des minières mais rendent uniquement compte du nombre de puits qui a pu faire l'objet d'une fouille. Le corpus de Ri, de par son importance, permet un usage statistique des résultats, même si l'on considère la perte d'informations du fait des conditions de découverte, le bris qui en résulte et l'absence non mesurable d'une partie des instruments.

### *Méthodologie de fouille*

La fouille mécanique a fait l'objet de l'établissement d'un protocole strict en amont de l'intervention. Les premières couches des structures ont été décapées sous forme de passes fines de 2 à 3 cm d'épaisseur. Elles concernent les couches sommitales limoneuses, dans lesquelles les amas de silex peuvent être inclus (prélevés alors manuellement). Sous ces premières couches, le remplissage à forte dominante de calcaire pulvérulent a obligé au recours à une méthode différente. Cette technique aide à avoir une vision en même temps de la zone décapée sur laquelle les bois étaient découverts au fur et à mesure des passes et une vision du vidage du godet. Cela a permis la découverte de la presque totalité des éléments en bois de cerf et, même si une moitié a été découverte incomplète (217 bois avec fractures récentes), la grande majorité permet une reconnaissance du type d'outil (305 identifiables sur un corpus de 404 bois) et 99 % une reconnaissance de l'origine sur le bois (merrain, andouiller...). En effet, les bris concernent dans la plupart des cas soit l'extrémité des parties actives (pointes d'andouiller particulièrement) voire l'extrémité de la poignée, sans entraîner une perte d'informations importante, sur l'usage, la méthode de façonnage ou la latéralisation. Nous ne pouvons prétendre à l'exhaustivité du corpus car de nombreux éléments ont été perdus du fait de la méthode de fouille employée; certains types d'outils font donc l'objet d'une sous-estimation (andouillers seuls...) tandis que les outils les plus massifs, à l'inverse, pourraient être surreprésentés.

### *Méthodologie d'étude*

On se doit de rappeler une réalité de base qui veut que chaque minière, aussi rapprochée soit-elle d'une autre, présente une structure géologique particulière, unique. Ce constat fait en sorte que chaque minière présente un outillage adapté au creusement de ses puits. Il semble donc peu pertinent de porter un jugement d'ordre chronologique ou « culturel » de ces différences entre sites, ni entre différentes minières, ni même très probablement au sein de la même minière. L'étude livrée ici s'appuie sur différentes méthodes reconnues: la terminologie repose en particulier sur les travaux de Billamboz (Billamboz 1977 et 1979) et de Crigel (Crigel *et al.* 2001). L'âge des cerfs n'a pas fait l'objet d'une estimation par rapport au nombre de cors. Nous avons préféré une analyse de la taille des bois en fonction du nombre de cors.



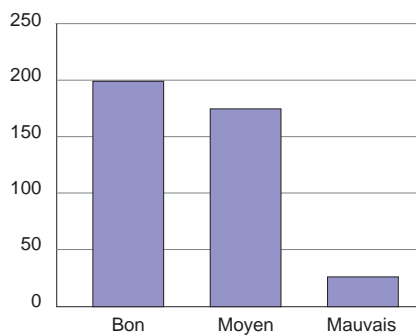


Fig. 117. Graphique de l'état de surface du bois (crédits E. Ghesquière, Inrap).

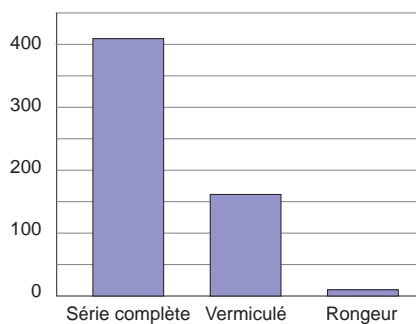


Fig. 118. Graphique des traces biologiques affectant les bois (crédits E. Ghesquière, Inrap).

## État de conservation

L'utilisation de deux biais distincts a permis d'aborder le problème de conservation dans son ensemble.

### État général des bois

Le premier diagnostic concerne l'état de surface du bois (fig. 117, 118). La qualification « bon » est réservée aux bois dont la surface d'origine est encore bien préservée (sans exclure des vermiculations, plus ou moins couvrantes), avec souvent des restes de couleur. Elle permet la lecture des moindres impacts, coupures ou griffures qui ont affecté le bois, soit lors de la vie du cerf (combats lors du brame, frayage...), soit lors de son façonnage ou de son usage comme outil. La qualification « moyen » correspond à des bois dont la surface est partiellement altérée, un peu pulvérulente et atone. Les traces sont plus difficiles à lire sur ces bois, souvent limitées aux traces de découpe (outil en silex, feu), d'affûtage ou d'usure importante. En revanche, les traces inhérentes à la vie du cerf, principalement les griffures, ne sont plus discernables.

Sur l'ensemble du corpus, les bois sont partagés entre les bois en bon et en état moyen, reflétant les conditions de leur découverte. Les bois en mauvais état, très minoritaires, sont des pièces issues des niveaux supérieurs, limoneux, qui ont fortement affecté leur surface. Le qualificatif « mauvais » renvoie pour sa part aux bois très altérés, pulvérulents et dont la surface se desquame. Souvent poreux, ces bois ont en général perdu la moitié de leur masse. Les bois en bon état proviennent quant à eux des couches les plus profondes des puits, et particulièrement les couches de calcaire induré.

L'ensemble présente des conditions de conservation supérieures à celle des bois de Bretteville-le-Rabet (Desloges 1986, 1990) et permet des observations techniques (façonnage, usure...) sur la presque intégralité du corpus.

### Traces biologiques affectant les bois

Les traces biologiques affectant la surface des bois sont de deux ordres. Le premier concerne les bois portant des traces de vermiculations, lacis peu profond prenant la forme de réseaux serrés affectant des surfaces plus ou moins importantes des bois, masquant rarement l'intégralité des traces d'usure. Ces traces ont été produites après l'abandon des bois dans les puits. Un gros tiers des bois présente de telles traces. Le caractère irrégulier des tracés, leur caractère non arborescent systématique et la profondeur d'enfouissement des bois révèlent des déprédations faites par des vers plutôt que par des racines.

Les secondes traces affectant la surface des bois sont produites par les rongeurs, particulièrement friands de ce type de produit. Seuls douze bois sont atteints par ce type de traces identifiables sur les bois en bon et en moyen état. Deux possibilités peuvent être proposées : les rongeurs ont commencé à ronger les bois juste après leur chute, ce qui est souvent observé lors de découvertes actuelles de bois de mue, et qui intervient rapidement après la chute, qui se produit à une saison livrant encore peu de produits alimentaires pour les rongeurs (potentiellement aussi les sangliers, renards et blaireaux, en raison des nombreux sels minéraux contenus dans les bois, Ramseyer 2005). La seconde possibilité est que les bois aient été rongés après leur abandon, par des animaux tombés dans les structures encore ouvertes.

Par ailleurs, lors de la fouille, nous avons pu observer que les rongeurs et amphibiens piégés dans les structures sont très fréquents; des restes de microfaune ont d'ailleurs été rencontrés dans les remplissages. La présence de bois rongés renseigne donc sur plusieurs aspects liés à leur découverte et aux conditions d'utilisation des minières. La rareté des traces indique donc en premier lieu la rapidité de ramassage des bois après la chute, par des populations qui probablement les cherchaient activement, sachant déjà au préalable où se produisaient les chutes (présence de paires presque certaines dans plusieurs puits) puisque le comportement du cerf fait en sorte qu'il perd ses bois tous les ans « au même endroit » (Bonnet, Klein 1991).

En second lieu, la rareté des traces indique qu'après leur abandon dans le puits, celui-ci ne devait pas rester ouvert plus de quelques jours, temps nécessaire à un rongeur pour tomber dans le puits et commencer à le grignoter, unique nourriture disponible au fond du trou, et jusqu'à ce que l'animal succombe de la soif (observations réalisées sur toute la durée de la fouille). Les comparaisons avec le site de Serbonnes (Sidéra 1991) sont à ce propos édifiantes car l'auteur note la fréquence des traces de rongeurs sur les bois mises en évidence dans des contextes identiques (masse du remplissage des puits). Cette différence pourrait tenir alors aux conditions de ramassage des bois, peut être effectué de manière nettement plus rigoureuse autour de Ri, ou à un comblement très rapide des puits.

Billamboz (1977) évoque des expéditions de recherche de bois liées aux expéditions de chasse de la fin de l'hiver, Ramseyer (2005) évoque une activité de grande envergure, par des populations spécialisées. Quelques témoignages actuels de « collecteurs de bois » orientent également vers la piste de ramasseurs expérimentés, qui « connaissent les bons coins » (Maigrot *com. pers.*). Cette connaissance permet le ramassage d'un maximum de bois potentiellement disponibles (et permet surtout de limiter le grignotage des rongeurs par une découverte rapide). L'extension de la minière de Ri, sa proximité avec les minières « voisines » (Commeaux, Soignolles, Bretteville-le-Rabet) mais également la recherche permanente de bois de cerf dans un cadre domestique (gaines de hache, outils de creusement, percuteurs...) ont entraîné une rationalisation inéluctable de ce ramassage.

Une analyse ostéométrique plus précise sur les outils en bois de cerf de Ri permettrait éventuellement de repérer des individus (correspondant par paire ou d'une année sur l'autre) dans plusieurs puits différents.

## Étude des outils

### *Choix des supports, origine des outils sur bois et latéralisation*

La latéralisation des bois de cerf a été effectuée en s'appuyant sur les travaux de Crigel *et al.* (2001). Elle repose sur l'étude des angulations entre les andouillers et le merrain, et la disposition des épois principaux sur l'empaumure. Ici, 92 des bois de cerf n'ont pas pu faire l'objet d'une estimation de la latéralité; il s'agit principalement des andouillers et des fragments de merrain, mais également de quelques enfourchures.

Sur les 331 bois sur lesquels la latéralisation a pu être déterminée, la faible différence enregistrée entre bois gauche et droit (respectivement 47,5 et 52,5 %) ne témoigne pas d'un choix délibéré (comme cela avait pu être pressenti sur la minière de Bretteville-le-Rabet, où le corpus était vraisemblablement trop réduit; Desloges 1986, 1990), mais plutôt des hasards des ramassages et des « dépôts » dans les puits. Les observations sur les autres minières renforcent cette hypothèse.

Le choix des supports des outils est faussé par la réalité des restes de bois de cerf découverts dans la minière. En effet, parmi les pièces découvertes sur le site, les meules sont trois fois moins nombreuses que les empaumures/enfourchures, ce qui indique non pas que les empaumures sont davantage recherchées que les meules, mais bien plutôt le contraire. En effet, la plupart des outils retrouvés dans les puits témoignent d'un rejet volontaire lors du comblement. Ils correspondent donc aux outils abandonnés parce que trop usés ou inadéquats (déchets de fabrication), ou peu recyclables comme outil en contexte domestique. Les meules au contraire, associées à un usage en percussion, sont en outre utilisables comme outils domestiques, ou pour réaliser d'autres objets (comme les gaines de hache par exemple). C'est probablement une des raisons qui justifient un tel déséquilibre entre meules et empaumures sur le site.

#### ► Outils nécessaires au creusement d'un puits

Le creusement des puits expérimentaux a permis de valider plusieurs hypothèses concernant l'utilisation d'outil en bois de cerf ou en silex emmanché. La succession des couches : limon, calcaire pulvérulent, banc de calcaire en plaquettes, nécessite l'emploi d'un outillage restreint. Dans le cadre expérimental, le recours à une pointe de grande taille (barre à mine en bois d'arbre, grandes pointes en bois de cerf, ou pointe à poignée) s'est avéré le plus efficace pour le creusement des limons superficiels, par un usage en pression/percussion pour lequel on fait appui avec tout le corps. L'utilisation d'un piochon en percussion lancée ou même posée s'est toutefois révélée presque aussi efficace. À partir de la couche de calcaire pulvérulent, l'usage d'un piochon assez massif (soit en bois de cerf, soit sous la forme « outil bifacial emmanché ») s'est révélé le plus satisfaisant des outils. Le creusement dans les niveaux de plaquettes (parfois très massives) a nécessité l'emploi d'outils différents : utilisation de marteaux (sur des piochons ou marteau sur meule, voire maillet en bois végétal) de coins en bois et, après déchaussement des premières plaquettes, utilisation de piochons ou de leviers. Le déchaussement le plus efficace pour les petites plaquettes (inférieures à 5 cm d'épaisseur) a consisté à utiliser successivement le côté pointu de l'andouiller du piochon et son arrière comme marteau. Pour les niveaux les plus massifs, où les fissures entre les plaques épaisses sont peu marquées, l'usage du coin de bois d'arbre s'est révélé indispensable (on note l'absence de traces d'usage comme coin des outils en bois de cerf de type fer). Pour les couches inférieures, mêlées de plaquettes et de rognons de silex, ou pour le creusement des galeries, l'usage de piochons courts, moins massifs, a été le plus efficace. En résumé, on peut donc extrapoler, à la lecture des résultats du creusement expérimental, que l'usage d'un ou de deux piochons est suffisant dans le cadre des creusements les moins profonds, qui ne présentent qu'un niveau de plaquettes dégradées. Pour les puits médians, le recours à une fonction de marteau devient nécessaire et, suivant les puits, l'usage de coins de bois est fortement soupçonné. Les autres types d'outils découverts sur le site (grandes pointes/pointe à poignée, fourche) peuvent faciliter telle ou telle phase du creusement, sans être nécessaires ou indispensables pour autant.

Dans le cadre des puits les plus profonds, au-delà de 3 m sous le sol actuel, les nodules de silex sont englobés dans un niveau de calcaire massif, peu faillé (difficile à traverser à la pelle mécanique de manière frontale). De rares traces d'esquillements par un coin sont visibles sur quelques dalles ; l'usage de coins de bois apparaît ici comme très probable.

On souligne donc une bonne adéquation entre les résultats expérimentaux de creusement (1 à 1,5 m<sup>3</sup> par jour/personne environ) et le corpus de bois de cerf disponible après la fouille, avec le piochon représentant un outil sur deux et le marteau un outil sur dix. Les autres outils sont utilisés pour faciliter certaines phases du creusement (traversée des limons...) en même temps que pour optimiser l'utilisation de l'ensemble de la ramure.

#### ► Sélection de la taille de la ramure

Le nombre de cors sur la ramure a été estimé à partir d'un corpus de 94 individus (fig. 119), dont l'enfourchure ou l'embaumure est suffisamment conservée ou présente un état suffisant pour déterminer le nombre d'andouillers (présence/absence de l'andouiller central ou de l'andouiller de glace, par exemple). L'âge des cerfs n'a pas été extrapolé à partir du nombre de cors.

La première constatation est la rareté des bois de cerf de un à deux cors, pour lesquels on peut considérer que la faible taille des bois ne permet pas d'obtenir des outils performants dans le cadre du creusement des puits, mais également ceux dont la petite taille ne facilite pas la découverte après mue.

La seconde constatation est que les bois de quatre à six cors représentent 85 % du corpus. Ceux de trois cors, peut-être sous-évalués, sont utilisés presque entiers (fig. 119). Au-delà de huit cors, et bien que les ramures puissent continuer de prendre de l'ampleur, les bois ne sont plus présents à Ri. Ils peuvent ainsi être réservés pour la fabrication de l'équipement domestique (exemple : production de gaines de hache, Billamboz 1979 ; Sidéra 1991). Les mieux représentés, par près de la moitié des vestiges, sont des bois de six cors, qui possèdent tous leurs andouillers et une embaumure à trois époïs, dont l'emploi comme piochon (après découpe) est prisé (un piochon sur quatre est réalisé sur embaumure). Il est possible que les petits bois soient moins adaptés au travail en minière (et destinés à un autre usage?). Il est possible également que les bois des cerfs de un à trois cors soient moins facilement repérables après la mue. Il apparaît tout de même, dans le cadre de l'exploitation minière, qu'une recherche de produits robustes et présentant le maximum d'andouillers est indéniable.

Sur la minière de Grime's Graves, Clutton-Brock (1984) note l'utilisation de bois de chute concernant des cerfs de moins de « *five years* » (douze cors) et l'utilisation de bois de massacre pour les cerfs de « *six years* » (quatorze cors). On note sur ce site l'emploi de bois correspondant au même individu sur plusieurs années ; le dernier est un bois de massacre. Cet exemple de rentabilité poussée au maximum pourrait caractériser une gestion particulière de l'espèce ; c'est en tout cas l'hypothèse proposée par Clutton-Brock.

Les mesures effectuées sur les cercles de pierrure des meules conservées (61 pièces mesurables) ont permis de déterminer une différence sensible entre les outils issus des bois de mue, dont le maximum de fréquence se situe entre 60 et 74 mm, et les bois de massacre, dont le maximum est atteint entre 80 et 85 mm, tout en notant également une présence sensible des bois de massacre dans les basses classes d'âge (un des deux seuls daguets du site) (fig. 120). Plusieurs constatations peuvent être faites à partir de ces résultats. En premier lieu, la présence de bois de massacre dans les basses classes indique une chasse d'animaux jeunes (daguets et ramures jusqu'à six cors), dont les bois sont plus délicats à retrouver après la mue du fait de leur taille réduite. En second lieu, il apparaît que la chasse concerne en priorité les cerfs les plus forts et probablement les plus âgés, dont les bois de mue sont par ailleurs peu fréquents sur la minière. Sans entrer davantage dans des considérations sur le caractère rituel de la chasse au cerf à cette période, il se pourrait que ce déséquilibre soit

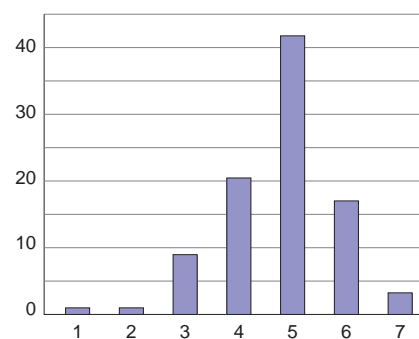


Fig. 119. Nombre de cors par bois utilisés dans la série ; on note l'emploi nettement préférentiel de bois de cerfs à 5 cors (crédits E. Ghesquière, Inrap).



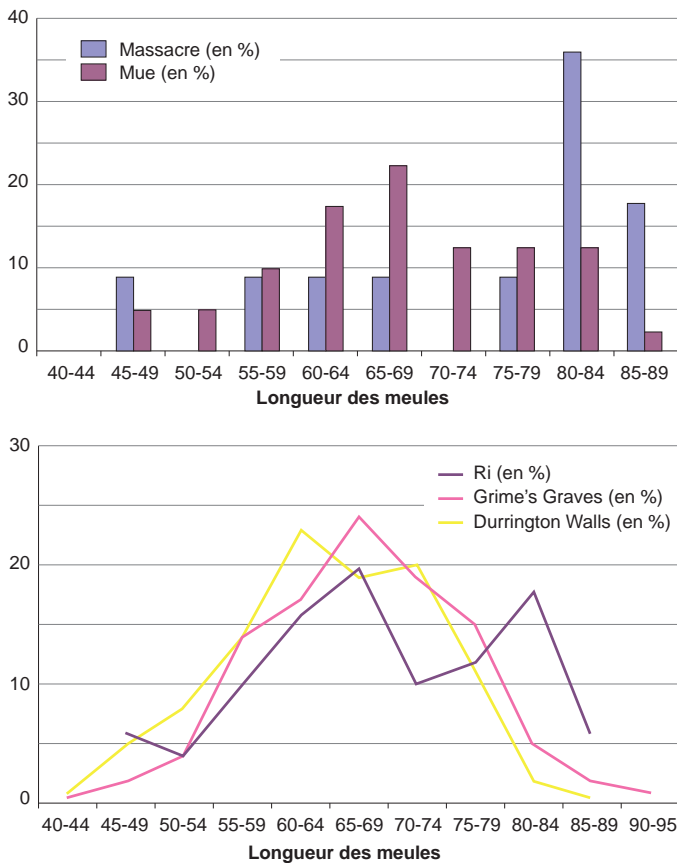


Fig. 120. Graphique illustrant la grosseur des bois de cerf à partir de la mesure de la meule; l'échantillon à Ri porte sur 94 bois dont les meules sont présentes: en bas, comparaison des meules de la minière de Ri avec celles des minières de Grime's Graves et Durrington Walls (crédits E. Ghesquière, Inrap, d'après Clutton-Brock 1984).

révélateur de certaines pratiques qui tendraient à préserver les animaux adultes et robustes dont les bois de chute sont disponibles chaque année. La présence d'un cerf de grande taille dans un des puits de Bretteville-le-Rabet pourrait également participer du même phénomène, comme la découverte d'ossements de cervidés dans un des puits de Ri.

La comparaison des diamètres de meules de la minière de Ri et de celles de Grime's Graves et de Durrington Walls (Clutton-Brock 1984) pour lesquelles nous possédons des analyses métriques montre que les courbes de massivité des bois sont comparables entre les trois minières en ce qui concerne les bois de mue, soit un maximum entre 60 et 75 mm de diamètre pour les meules (fig. 120). Ces chiffres suggèrent une taille de cerfs globalement équivalente des deux côtés de la Manche. Les comparaisons avec les cerfs actuels (Suède, Danemark, Norvège: Clutton-Brock 1984) montrent que le cerf élaphe néolithique présentait une circonférence de meule en moyenne de 20 à 30 mm de plus que les cerfs actuels scandinaves, sans que cela ait forcément un impact sur la stature des animaux. Cette constatation rejoint celle plus générale des naturalistes qui notent dans le contexte actuel une réduction globale de la taille des cerfs, du fait de la réduction de leur territoire et de son morcellement, et peut-être aussi de la disparition des prédateurs. Le déséquilibre concernant le diamètre des meules des bois de massacre de la

minière de Ri pourrait indiquer à Ri une gestion différente de celle de Grime's Graves. En effet, la présence à Ri de bois de massacre de jeunes animaux en même temps que d'individus âgés suggère une absence de gestion du cheptel de cerfs (ce qui est proposé à Grime's Graves) et une chasse privilégiant les animaux jeunes et âgés.

D'un point de vue strictement ostéologique, peu d'observations ont été faites, par manque de connaissances du sujet. Quelques cas de malformations (très probablement suite à accident) ont toutefois été notés, correspondant au vécu de chaque animal, ainsi qu'une variabilité morphologique des bois (robustesse) importante à nombre de cors égal. Ce travail pourrait être réalisé dans un autre cadre.

#### ► Sélection des parties actives

Une répartition des outils en bois de cerf sur la ramure a été réalisée (fig. 121). Elle s'appuie sur les 402 objets pour lesquels l'origine du support anatomique est déterminable. Nous ne saurions prétendre que ces pièces constituent l'ensemble des objets utilisés pour le creusement des puits; la plupart des puits n'ont en effet livré aucun outil. Seuls sont conservés sur place les bois perdus ou abandonnés. C'est à partir de ces seuls artefacts que l'on est en mesure de déterminer quel pourcentage de telle ou telle partie de la ramure est susceptible d'être représenté.

L'origine des outils sur la ramure révèle une surreprésentation des parties médianes des bois au détriment des empauures dans une moindre mesure et très nettement au détriment des parties basales et des andouillers seuls. Plusieurs

constatations peuvent être faites de cette répartition. La première suggère que si certains bois ont été amenés entiers sur la minière (ce qui n'est pas acquis *a priori*, même si cela reste probable pour une partie), ils n'ont pas été tous laissés sur place après l'exploitation. Le même phénomène a été observé sur la plupart des minières explorées (Jablins: Bostyn, Lanchon, 1992; Serbonnes: Sidéra 1991).

En ce qui concerne les meules, le phénomène n'est guère surprenant si l'on considère les usages multiples faits à partir de la partie basilaire de la ramure. L'usage comme marteau/percuteur constitue une des possibilités d'usage domestique, poursuivant éventuellement un usage sur la minière même, pour l'exploitation comme pour le façonnage des ébauches. La transformation en gaine de hache constitue la seconde possibilité, cette partie étant nettement privilégiée. Isabelle Sidéra note bien sur l'habitat de Boury-en-Vexin que les supports basaux sont privilégiés, utilisés comme percuteurs et comme gaines (Sidéra 1995).

En ce qui concerne les empaumures, le déficit sensible par rapport au merrain peut également constituer un indice concernant d'autres usages de cette partie du bois.

Les andouillers constituent également une catégorie rarement rejetée dans les puits, alors même que l'enlèvement de plusieurs de ces pièces par ramure est systématique. Cette carence très importante conduit à plusieurs hypothèses d'explication, qui se combinent probablement pour expliquer l'ensemble du phénomène. La première est que ces objets de petite dimension ont, pour une part, échappé à notre vigilance lors de la fouille; la fouille manuelle en a cependant livré très peu. La seconde hypothèse est que ces pièces, débitées sur la minière, mais non utilisées dans le cadre du creusement, ont été laissées sur la surface du sol et ont ainsi rapidement été digérées par les différents acteurs biologiques. La troisième hypothèse est la récupération de ces pièces pour un usage dans le cadre de l'habitat. De nombreux types d'outils peuvent en effet être réalisés à partir de ces pièces: manche d'outil, retouchoir, chasse-lame, pendeloques, burins... (Billamboz 1977; Maigrot 2003). La dernière hypothèse est celle du façonnage de la plupart des outils miniers au sein de l'occupation domestique. Dans ce cas, les andouillers détachés ne sont pas emportés sur la minière, sauf emmanchés.

### Typologie

Plusieurs auteurs se sont aventurés sur le terrain de la typologie, sans que celle-ci fasse aujourd'hui l'unanimité parmi les chercheurs. Plusieurs écoles s'affrontent en effet sur le choix de la typologie à employer. Celle-ci se divise en deux types principaux: la première, morphologique, ne prend en compte que la forme de l'objet (longueur, angulation) et/ou son origine sur la ramure (Boguszewski 1995). D'autres chercheurs encore réalisent une synthèse entre ces deux critères pour établir une typologie morphofonctionnelle (Desloges 1986; Sidéra 1991). Cette dernière entreprise, si elle a le défaut d'être valable pour la seule minière considérée et de limiter les comparaisons entre les différentes études réalisées, a pour mérite d'offrir un essai de classification exploitable dans un cadre ethnoarchéologique et plus simplement de participer à la compréhension de l'exploitation de chaque minière, dans la mesure où l'hypothèse fonctionnelle proposée est juste. Il est en effet illusoire de vouloir établir une classification valable pour l'ensemble des sites. Le travail minier a ceci de commun (à l'époque

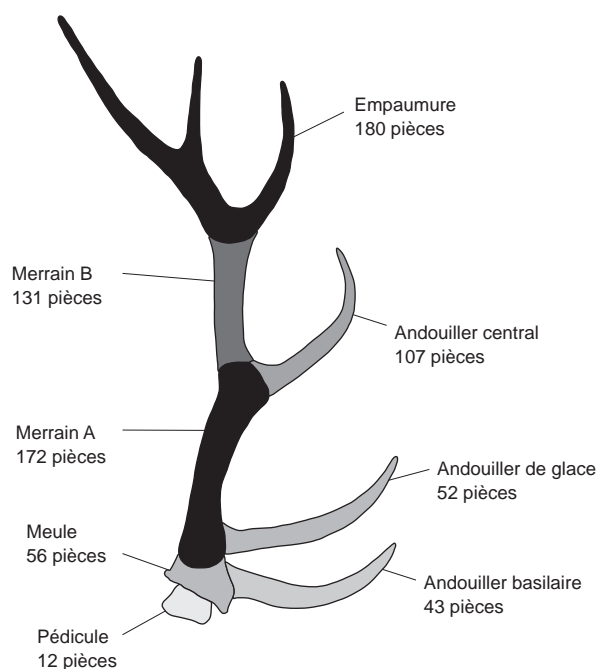


Fig. 121. Nombre d'occurrences des différentes sections des bois de cerf dans la série de Ri (crédits E. Ghesquière, Inrap).

préhistorique) d'être une adaptation de l'outil au contexte local, avec donc une variété d'outils propres à chaque minière, en fonction du type de travail à effectuer (travail en levier, en percussion), aussi bien que de la quantité de bois disponibles (emploi ou non d'andouillers comme « fer », d'os...), et d'habitudes culturelles spécifiques.

Il existe toutefois deux voire trois types d'outils sur lesquels les chercheurs adoptent une définition commune, même s'ils les traitent différemment : les pioches/piochons, les marteaux/maillets et dans une moindre mesure les leviers, malgré une différence de traitement de ces outils dans les études (Jablins : Bostyn, Lanchon 1992 ; Villemaur/Serbonnes : Sidéra 1991 ; Jura : Billamboz 1977). Dans le cadre de l'étude de la minière de Ri, nous avons adopté volontairement une typologie morphofonctionnelle (fig. 122), avec une primauté pour l'aspect fonctionnel de chaque pièce, basé sur l'observation et la caractérisation des usures archéologiques dont l'interprétation repose sur les référentiels expérimentaux. D'une façon plus générale, les principaux types d'outils (piochons, marteaux et leviers) constituent 83 % de l'ensemble du corpus (éléments incomplets et chutes compris). Le reste de l'outillage est constitué de formes moins fréquentes dont la légitimité et/ou la dénomination proposée peut être contestée. Il s'agit d'outils dont la pointe formée par une extrémité d'andouiller a été utilisée en percussion posée ou encore d'andouillers seuls dont l'utilisation comme partie active de pioche/piochon emmanché est possible.

### *Les outils utilisés en percussion lancée*

#### ► Les piochons

Plusieurs critères correspondent à la définition de ce type d'outil. Il s'agit d'outil présentant un manche court et une extrémité pointue située en perpendiculaire à l'extrémité du manche. La partie faisant office de manche est jouée par le merrain A ou B (voire les deux), la partie faisant office de pic est occupée par un andouiller. L'angulation entre le manche et l'extrémité active est comprise entre 60 et 85° (fig. 122). L'extrémité active présente des traces de percussion lancée ou posée suivant les pièces, et parfois un façonnage permettant de réduire la courbure ou simplement la longueur de l'andouiller ; ou encore de façonner la partie active. La longueur de l'outil est fonction de l'usage qui en est fait dans le cadre de l'extraction.

Trois sous-catégories peuvent ainsi être définies : les pioches, plus ou moins longues (34 à 50 cm de manche, usage à deux mains possible), les piochons longs (entre 22 et 33 cm de manche) et les piochons courts (moins de 22 cm de manche). Mais nous notons le caractère subjectif de cette subdivision (fig. 123, 124, 125). En effet, cet outil présente une série continue, en ce qui concerne la longueur des manches, entre les grands, les moyens et les petits outils, révélant un usage opportuniste des supports et leur usage multiple. Malgré tout, ces subdivisions ont été maintenues dans un but de comparaison des séries avec celles des autres sites. Les expérimentations réalisées dans le cadre de la journée portes ouvertes ont permis de valider certaines hypothèses d'usage des différents types de piochons, partiellement ou entièrement confirmées par les traces d'usage découvertes sur les pièces archéologiques. Parmi cette catégorie, 15 ont eu une double utilisation en tant que marteaux, marqués par des traces d'écrasement intense de la partie opposée à l'andouiller.

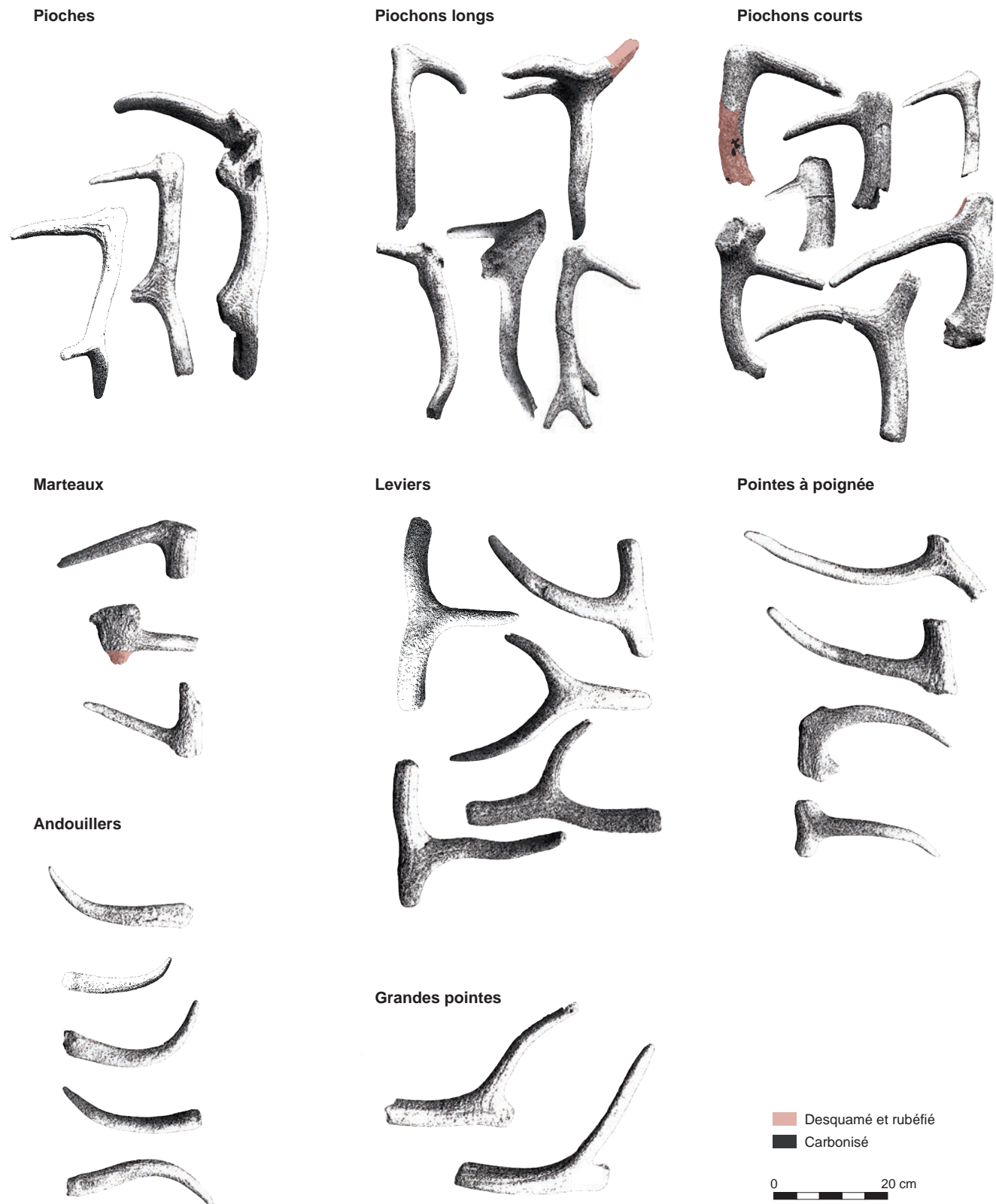


Fig. 122. Récapitulatif de la typologie utilisée pour l'outillage en bois de cerf (crédits E. Gallouin, Inrap).





Fig. 123. Les pioches longues (crédits E. Gallouin, Inrap).

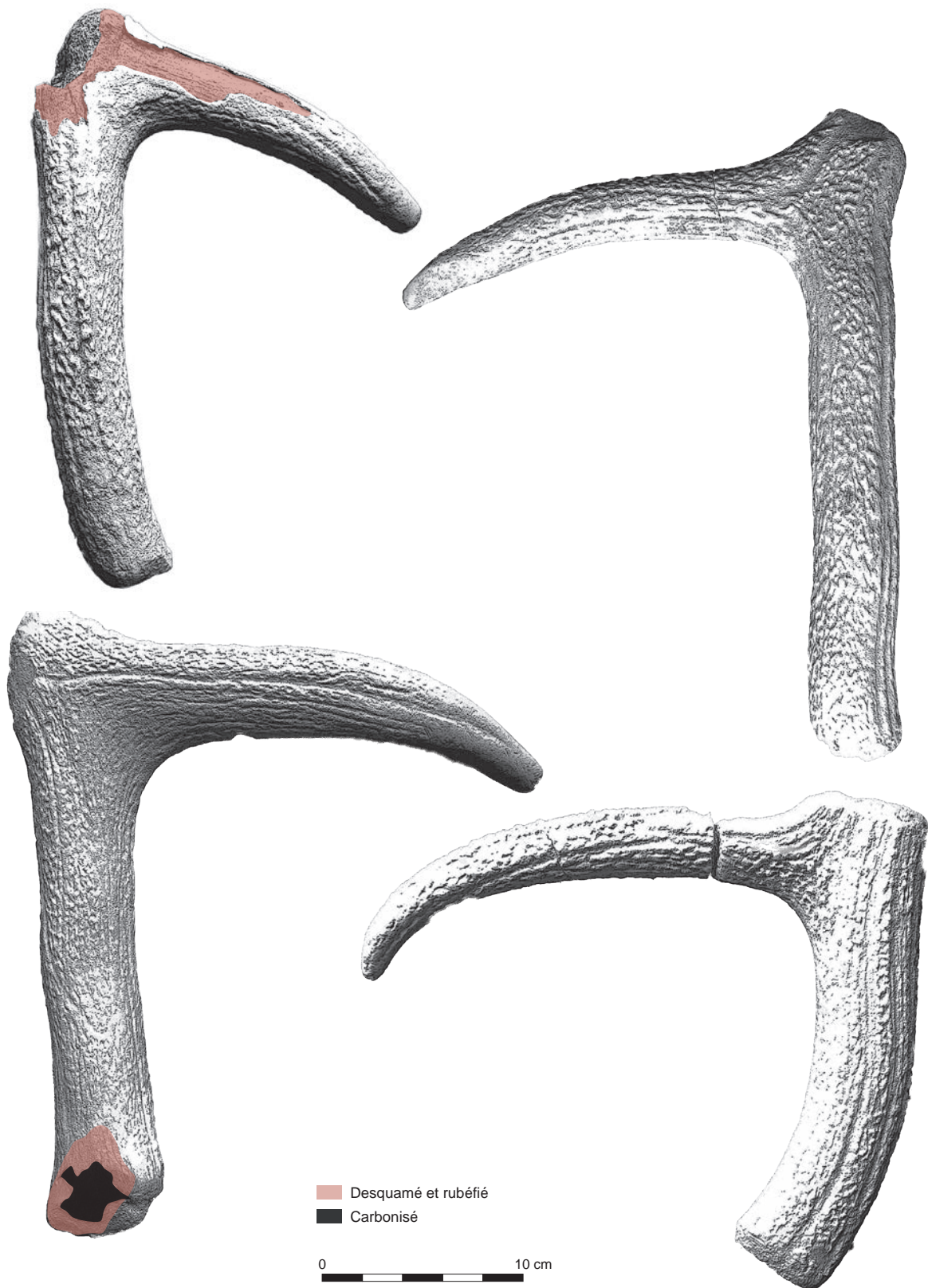


Fig. 124. Les pioches courtes (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 125. La pioche courte du lot 20 (crédits E. Gallouin, Inrap).

▸ Les pioches longues ou « pioches type Grime's Graves » et les pioches courtes, 39 individus

Dans cette catégorie ont été classés les éléments présentant la plus grande longueur de manche, permettant un usage à deux mains. Si l'on doit choisir une mesure absolue concernant la longueur du manche (tout en tenant compte du fait que la série est continue), il est possible d'inclure les outils dont la longueur est comprise entre 34 et 50 cm. En règle générale, il s'agit d'outils massifs (fig. 123, 124, 125) qui présentent l'association d'un des andouillers (basilaire/de glace) avec le merrain A (et également B) parfois du début de l'enfourchure/empaumure lorsque le bois est issu d'un bois de quatre ou cinq cors, parfois enfin de l'association d'un andouiller basal, du merrain A jusqu'à l'andouiller central lorsqu'au contraire, le cerf est massif et porte plus de six cors par bois. Ici, 39 individus ont ainsi été rattachés à cette définition. Du fait de leur taille importante, ils ont été affectés au creusement du puits dans un usage en percussion lancée ou posée, comme l'indique leur découverte au centre du remplissage du puits (dans les couches de calcaire induré). Seuls 13 % des grands piochons présentent des traces d'utilisation marquées sur les parties actives (esquillement, usure).

▸ Les piochons longs, 102 individus

Ces outils présentent une longueur de manche médian, que l'on a artificiellement définie entre 22 et 33 cm de longueur de

manche. Ils se composent d'outils associant un andouiller basal avec le merrain A ou l'andouiller central et le merrain B, ou encore une partie de l'empaumure, dont un ou plusieurs époïs surnuméraires peuvent avoir été débités. L'usage à une main est privilégié bien que la longueur permette encore un maintien à deux mains (fig. 126). Cette catégorie est composée de 102 pièces, dont l'usage est ubiquiste dans le cadre du creusement et peut s'adapter aussi bien au puits lui-même qu'au creusement des galeries. Plusieurs individus ont d'ailleurs été découverts dans le fond des galeries, confirmant cet usage (cf. catalogue des bois). La percussion peut ainsi être lancée pour les pièces les plus lourdes, mais son inertie reste assez faible. La percussion peut également être posée, comme le suggèrent davantage les traces d'impact traînées repérées dans nombre de galeries. 5 % des piochons de taille moyenne présentent des traces d'utilisation marquées des parties actives (esquillement, usure).

▸ Les piochons courts, 51 individus

Cette catégorie concerne 51 pièces. Les piochons présentent un manche court, inférieur à 22 cm, et en règle générale, un andouiller actif court (graphique). Ils se composent, comme pour les piochons longs, d'outils associant un andouiller basilaire/de glace avec le merrain A ou de l'andouiller central et le merrain B, ou encore une partie de l'empaumure (fig. 127). L'usage à une main est ici systématique et les traces renvoient à un usage en percussion posée. Leur usage est plus adapté au creusement des galeries voire au déchaussement des boules de silex qu'au creusement du puits lui-même. 8 % des petits piochons présentent des traces d'utilisation marquées des parties actives (usure). Les traces découvertes dans la galerie nord du puits St. 689 (fig. 83) semblent correspondre à de tels outils.





Fig. 126. Les piochons longs (crédits E. Gallouin, Inrap).





Fig. 127. Les piochons courts (crédits E. Gallouin, Inrap).

### ► Les marteaux, 30 individus

Trente pièces présentant des traces d'écrasement de leur extrémité ont été isolées (7% du corpus) (fig. 128). Les marteaux se présentent sous trois formes distinctes. Le cas le plus fréquent se compose des outils à double usage, piochon et extrémité martelée. Cette dernière est toujours constituée par la meule (voire la meule et le pivot). La deuxième forme consiste en des outils dont l'unique activité est un usage comme marteau, le bois étant découpé entre l'andouiller basilaire et l'andouiller de glace (fig. 129). L'andouiller basilaire est alors utilisé comme manche et la meule comme partie active qui porte les traces d'écrasement. Le troisième cas qui regroupe cinq pièces est constitué soit d'un fragment de merrain, soit d'une empaumure, dont la partie la plus massive a fait l'objet d'écrasement caractérisant l'usage en percussion.

Le rôle de ces pièces est multiple. Le plus évident dans le cadre de l'exploitation, inspiré par les résultats expérimentaux, est celui du déchaussement des petites plaquettes du substrat par percussion directe. L'usage associé au piochon est ici particulièrement évident, le mineur n'ayant qu'à retourner l'outil dans sa main. Le second usage est celui de marteau à usage en percussion indirecte, contre un coin (en bois? en silex?) afin de désolidariser et déchausser les rangs de plaquettes lors du creusement (dans un cadre expérimental, des maillets massifs en bois d'arbre ont été préférés pour l'usage de la percussion indirecte). Le troisième usage est celui de percuteur utilisé dans le cadre du débitage du silex. Les déformations des extrémités martelées des pièces archéologiques (*cf. infra*: fig. 156) et des percuteurs des tailleurs actuels montrent en effet de nombreuses similitudes. Pour dépasser ce stade de convergence des endommagements macroscopiques, il a été tenté une observation microscopique des résidus minéraux piégés sur la surface active de ces deux catégories. En théorie, l'examen des pièces expérimentales, utilisées dans le cadre du creusement des puits et celles utilisées dans le cadre de la taille du silex, pourraient présenter des différences. Les outils utilisés dans le cadre du creusement des puits (pour déchausser les plaquettes ou pour enfoncer des coins de bois) piègent potentiellement des petits grains de calcaire siliceux, alors que les percuteurs utilisés pour tailler le silex piègent des

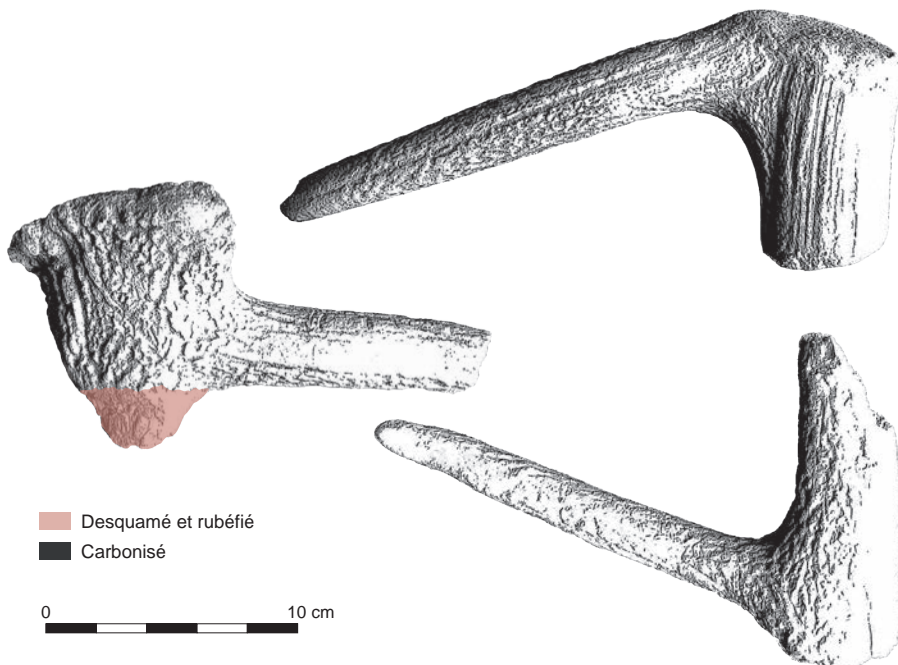


Fig. 128 (ci-contre). Les marteaux (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 129 (ci-dessus). Le marteau du lot 86 (crédits E. Gallouin, Inrap).



micro-esquilles de silex, de 1 à 3 mm de longueur et de 0,1 à 0,3 mm d'épaisseur. L'examen des pièces archéologiques ne s'est toutefois pas révélé concluant, d'une part en raison du caractère très aléatoire de la découverte de micro-esquilles sur les percuteurs de taille du silex expérimentaux, d'autre part sur le caractère anecdotique de découverte d'inclusions lithiques sur des pièces archéologiques, qui pourraient du reste être dues aux chocs contre des éléments lithiques lors du creusement des puits (chocs pour déchausser les blocs de silex géoliffractés en particulier). Nous restons donc sur une position d'attente en signalant que l'étude n'a pas permis de faire pencher la balance vers l'une ou l'autre des hypothèses, mais qu'un examen plus complet pourrait éventuellement résoudre la question.

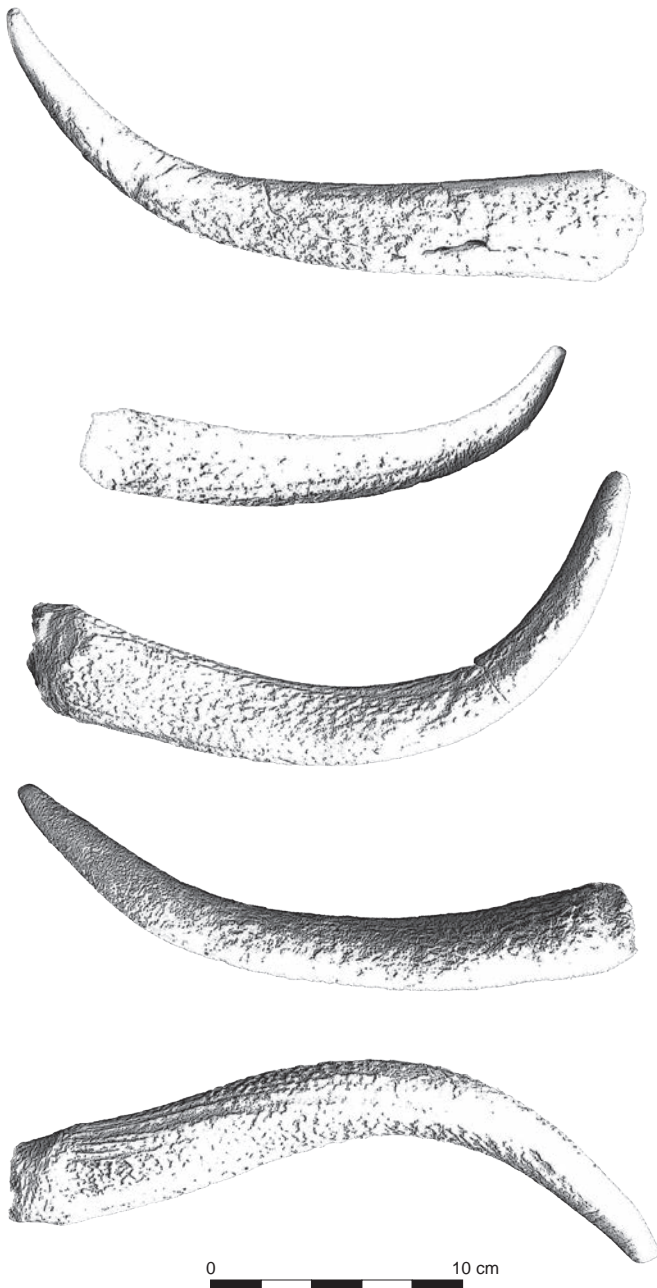


Fig. 130. Les andouillers seuls (crédits E. Gallouin, Inrap).

► Les possibles lames de pioche ou de pic  
 Cette catégorie est la moins pertinente de toutes. En effet, il s'agit d'andouillers qui ont fait l'objet d'une découpe et qui ont pu être emmanchés dans un support (en bois) avant leur utilisation comme « piochon ». On note que de telles pièces peuvent être très fréquentes dans certaines séries minières (comme Villemaur : Sidéra 2000). Elles se heurtent toutefois à plusieurs écueils à Ri. Sur les 49 andouillers recueillis sur la minière, seuls 24 présentent une extrémité usée (dont trois esquillées); les autres peuvent donc sauf exception être considérés comme des chutes de débitage (même si l'on ne peut exclure des outils ayant peu servi). La principale incertitude pour ces 24 pièces est de savoir si elles ont été utilisées avant ou après leur détachement.



Fig. 131. Pic à perforation (lot 325) (crédits E. Gallouin, Inrap).

## La réalisation des outils en bois de cerf

Emmanuel Ghesquière

Dans le cadre du creusement expérimental de plusieurs puits de mine en bordure de la minière, un outillage spécifique a été réalisé. Celui en bois de cerf s'appuie sur la forme des exemplaires archéologiques découverts dans les puits. On a pu observer sur ces derniers l'utilisation de deux techniques de découpage par le feu et par percussion, souvent complémentaires sur le même outil (fig. 132 à 136).

Le découpage par le feu n'a pas fait l'objet d'expérimentation sur le site mais cette technique avait été testée dans le cadre d'un PCR réalisé autour de la minière de Flins (Bostyn et al., 2005) et a servi d'élément de référence à notre fouilleur/cinéaste (A. Lo Carmine) qui avait participé à l'expérimentation de Flins. Les traces en sont par ailleurs facilement identifiables sur le mobilier en bois de cerf de Ri et ne posent pas de problèmes d'identification.

Les traces de découpe par percussion ont davantage retenu notre attention à Ri et ont fait l'objet de quelques essais expérimentaux, principalement pour préparer certains outils (piochons) pour le creusement des puits.

L'exemple le plus parlant est celui de la découpe du merrain B et de l'embaumure afin de réaliser un piochon de taille moyenne. Le travail consiste à détacher de petits copeaux afin de réduire la partie

osseuse du bois jusqu'à la *spongiosa*, le bois pouvant alors être brisé manuellement. L'outil utilisé est une hache taillée emmanchée, mais l'opération tentée avec un gros éclat tenu à la main a donné les mêmes traces.

Dans le cadre de l'expérimentation le sens de travail est resté le même, l'embaumure vers le bas et le reste du bois en l'air. Il en résulte des traces de découpe identiques. Celles présentes à l'extrémité du merrain correspondent à de petits enlèvements assez réguliers tandis que celle de la base de l'embaumure sont des arrachements de copeaux irréguliers. Ces types de traces très distinctes peuvent également s'observer sur les outils archéologiques où ils entrent vraisemblablement dans la conception même de l'outil.

Les parties actives des bois de cerf n'ont pas été aménagées, dans la mesure où l'extrémité pointue des andouillers correspondait à ce qui était nécessaire pour le creusement des puits. L'usure lors du creusement des deux s'est d'ailleurs révélée relativement négligeable pour les pointes. Les outils en bois de cerf archéologiques ont pour leur part permis l'observation d'usures beaucoup plus profondes (jusqu'à la *spongiosa* ou avec affûtage) qui témoignent d'un usage des outils beaucoup plus important que les trois jours que nous avons consacrés au creusement des puits expérimentaux.



Fig. 132. Le détachement du merrain (en haut) de l'embaumure (en bas) en percussion à l'aide d'une hache taillée emmanchée laisse des enlèvements réguliers partie merrain et des négatifs d'arrachement de copeaux côté embaumure (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 133. La fracturation lorsque la retouche a atteint la *spongiosa* est aisée si on prend le soin de bien marquer la cassure par un petit sciage à l'aide d'un outil en silex (crédits E. Gallouin, Inrap).



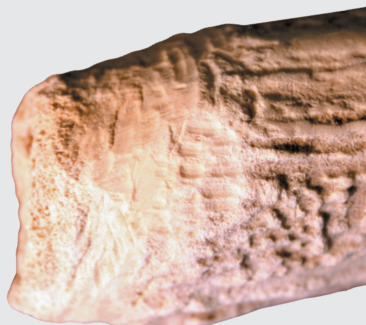


Fig. 134. Les traces observables sur l'extrémité de cet outil en bois de cerf archéologique révèlent des enlèvements réguliers sans doute réalisés par percussion avec une hache emmanchée (taillée ou polie?) (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 135. Les impacts de découpe sur cette empaumure archéologique révèlent quant à eux des arrachements de copeaux résultant d'une découpe par percussion (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 136. Ces deux grands éclats mâchurés portent des traces d'impacts identiques à celles observées sur les répliques expérimentales utilisées pour le débitage de bois de cerf (crédits E. Gallouin, Inrap).

En effet, on note l'existence d'un piochon tel dont l'andouiller usé a subi un début de découpage, qui laisse entrevoir des réutilisations complexes d'outils (fig. 130, n° 2). Il est possible que les andouillers seuls, même ceux portant des traces d'utilisation, ne soient que des chutes. Pour défendre malgré tout le caractère éventuel de l'utilisation emmanché de telles pièces, on se doit de signaler le caractère rectiligne de ces pièces, au point qu'il est rarement possible de déterminer leur latéralité d'origine. Enfin, on rappellera la présence d'une pièce perforée (fig. 131), et d'une autre à tenon (fig. 137), pour lesquelles l'usage emmanché ne laisse aucun doute certifiant l'utilisation de cette technique, même anecdotique, dans le cadre de la minière. Les autres ne présentent pas de traces d'usure de la partie opposée à la pointe qui pourrait confirmer un éventuel emmanchement.

### *Les outils utilisés en percussion posée*

#### ▮ Les leviers

Dix-sept pièces (dont cinq probables) ont été classées dans cette catégorie. Les leviers associent le merrain A avec l'andouiller central (avec parfois une section de merrain B). L'angulation entre le manche et la partie active forme un angle très ouvert (entre 120° et 130°; fig. 138). Les leviers sont des pièces dont l'usage pour déchausser les plaquettes est possible. Plusieurs caractéristiques sont en faveur de cet emploi: les traces de raclage contre une matière dure de l'extrémité de la partie active de l'andouiller (lot 100), de petits esquillements sur l'extrémité active (lot 100; lot 237), des petits écrasements de la surface du bois sur la partie inférieure du coude de l'andouiller (lot 145). Ces traces sont toutefois ténues et ne concernent que les bois dont la qualité de conservation est bonne. L'ensemble des pièces classées comme leviers l'ont été sous la foi de leur morphologie (merrain A + andouiller central) à l'angulation obtuse. Si, comme semblent l'indiquer les rares traces observées, des outils en bois de cerf ont bien été utilisés comme levier (pour déchausser les rangs de plaquette), leur faible présence suppose un déchaussement en règle générale par d'autres techniques, comme par exemple l'usage de coins en bois.

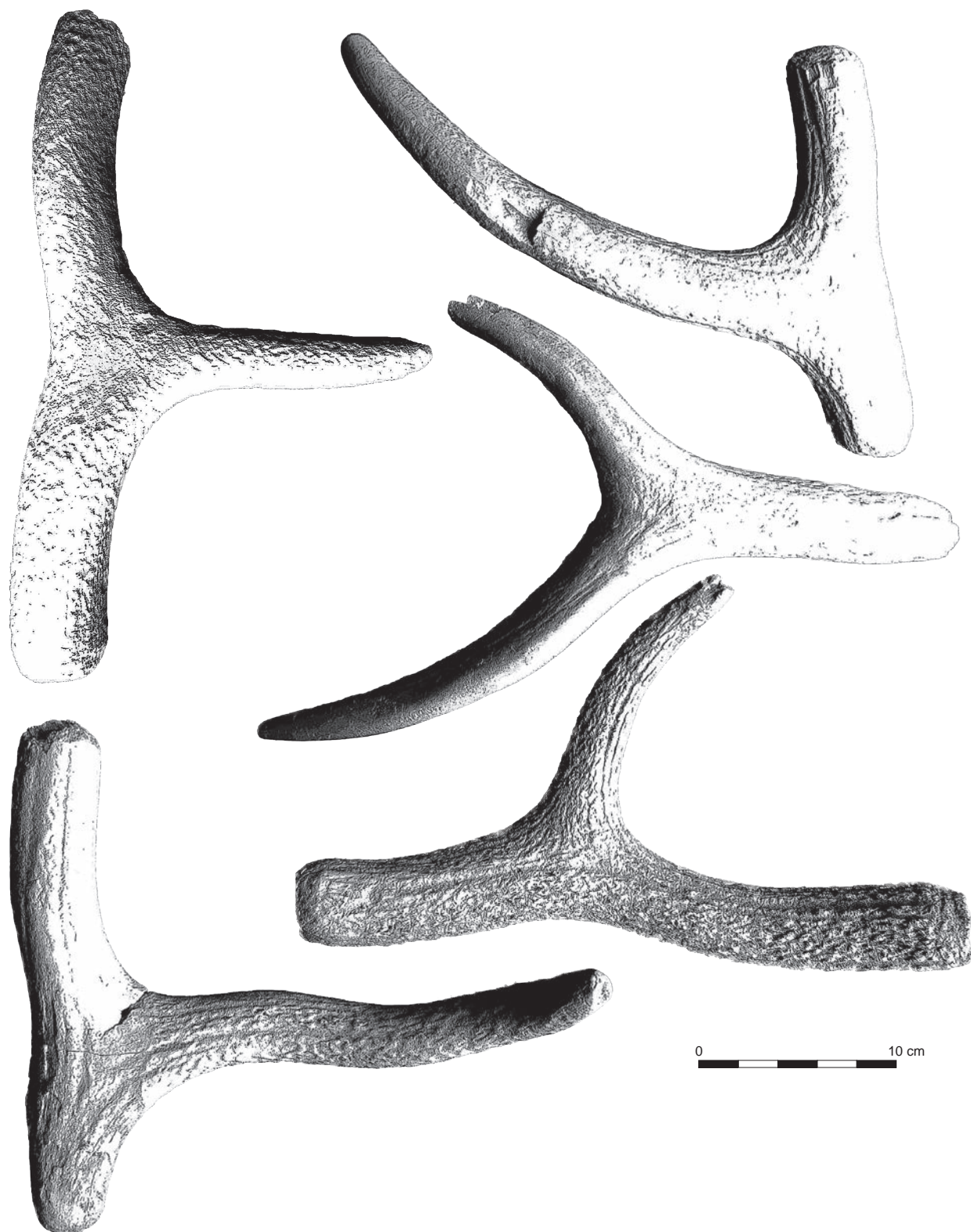
#### ▮ Les « grandes pointes curvilignes/rectilignes »

Cet outil concerne des pièces réalisées à partir d'une association entre le merrain B et l'empaumure, voire l'empaumure seule, et sur laquelle la partie la plus longue, souvent la seule conservée, constitue la partie active (fig. 139, 140). Les traces d'usage qui en résultent, usure et/ou affûtage, suggèrent/indiquent un usage en percussion posée, peu ou pas percutant. Dans le cadre du creusement des puits expérimentaux, l'usage de la grande pointe s'est révélé particulièrement efficace dans le cadre du creusement des couches limoneuses superficielles, du fait de la position du corps en appui pour creuser. Toutefois, son usage pour le creusement des puits (calcaire pulvérulent) s'est révélé également très adapté à cette technique de percussion posée, définie par des négatifs sur les parois de plusieurs décimètres de longueur (que peuvent également livrer l'usage des grands piochons en percussion posée).

La longueur de l'outil présente une importance pour ce type d'outil que l'on peut observer à partir de la répartition de ces pièces par rapport au reste du corpus. Nous notons ainsi un pic de répartition dans l'intervalle de longueur 33-36 cm, alors que le reste de la série présente son pic dans l'intervalle 20-27. De plus, l'ensemble du corpus diminue rapidement de longueur alors que les grandes pointes sont encore nombreuses dans les classes les plus hautes.



Fig. 137. Tenon façonné sur une base d'andouiller (incomplet) (crédits E. Gallouin, Inrap).



*Fig. 138. Les leviers (crédits E. Gallouin, Inrap).*



Fig. 139 (en haut). La pointe à poignée du lot 123 (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 140 (en bas). Les grandes pointes curvilignes (crédits E. Gallouin, Inrap).

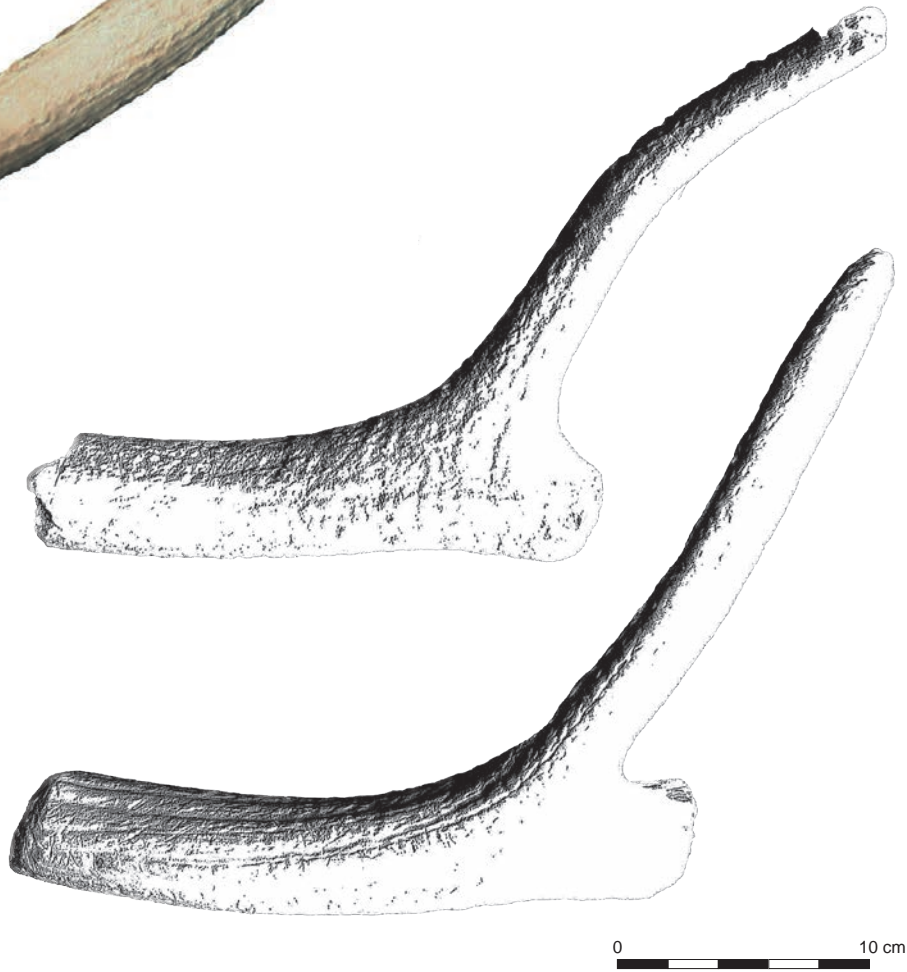






Fig. 141. Les pointes à poignée (crédits E. Gallouin, Inrap).

### ▮ Les pointes à poignée

Ces outils sont une sous-catégorie des grandes pointes curvilignes/rectilignes, avec qui ils partagent l'usage d'une pointe en percussion posée. Leur particularité est de présenter un « manche » situé en perpendiculaire de l'extrémité active. Ils sont ainsi composés en règle générale de l'andouiller central avec une petite portion de merrain A et B, plus rarement de l'andouiller de glace avec une petite portion de merrain A (fig. 141). L'outil présente donc une première zone de préhension potentielle par le merrain et une seconde par l'andouiller, permettant comme pour les grandes pointes un usage à deux mains mais nécessitant une longueur moindre de l'objet, entre 20 et 36 cm de longueur pour les pièces complètes, suivant la longueur de l'andouiller.

### ▮ Les fourches

Les trois exemplaires s'apparentent aux grandes pointes, avec usage des pointes massives d'une enfourchure. Les deux pointes ont été utilisées et portent des traces d'usure et/ou d'affûtage.

### Les outils passifs

#### ▮ Les enclumes/supports à découper

Une série d'outils présente des traces de percussion à leur surface qui témoignent de coups en percussion lancée. Les supports sont toujours des outils de grande dimension, dont l'assise est toujours stable (pioches avec andouiller long, enfourchures...). Les entailles peuvent être peu profondes et parallèles aussi bien qu'écailleuses, courtes et profondes, réparties suivant une disposition aléatoire (fig. 142). Elles semblent témoigner d'un usage comme support d'affûtage des pointes des andouillers, comme le suggèrent également les quelques tests réalisés dans la cadre de l'étude. Sans attester de manière définitive du façonnage des outils en bois de cerf *in situ*, ces pièces pourraient confirmer leur entretien au sein de la minière.



Fig. 142. Traces d'un emploi comme enclume d'une empaumure; lot 250 (crédits E. Gallouin, Inrap).

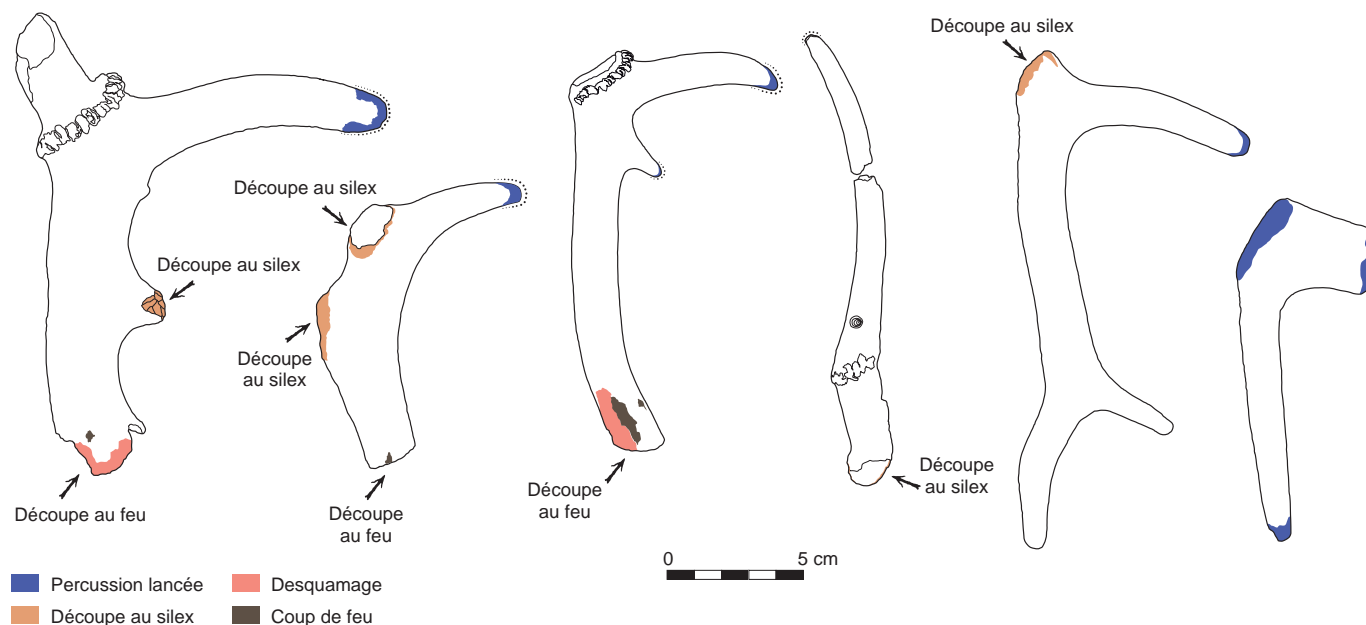


Fig. 143. Dessin illustrant les différentes traces de découpe et d'usage sur quelques types d'outils en bois de cerf (crédits E. Gallouin, Inrap).

*Les chutes*

Plusieurs autres éléments témoignent du travail des bois directement sur la minière pour constituer l'outillage (chutes, éléments incomplets ou brisés). Ils sont proposés sous la forme d'une illustration graphique (*cf.* catalogue des bois).

## Chaîne opératoire de fabrication des bois de cerf

*Traces associées aux techniques de transformation*

Dans l'ensemble, la bonne conservation des bois de cerf a permis la reconnaissance des traces relatives au débitage des ramures, à leur façonnage et à leur usage. Toutefois, une part non négligeable des outils présente des fragmentations dues à la méthode de fouille, une partie présente une abrasion des parties brisées pour adoucir et régulariser les cassures vives et enfin, l'état de conservation et/ou les intervenants biologiques peuvent intervenir pour masquer ces traces. Il en résulte que sur l'échantillon de 427 bois de cerf, seuls 291 présentent des traces de découpe identifiables. Parmi ceux-ci, certains sont des outils, d'autres sont des chutes produites par le sectionnement des bois voire l'entretien des outils et non réutilisées. Enfin, le taux de fragmentation général des bois est un frein à l'identification, non des gestes liés au fractionnement mais à la reconnaissance de l'outil ou de la chute. Une part d'incertitude, liée en partie aux techniques de fouille utilisées, est donc établie comme un préalable à l'étude, même s'il semble qu'elle représente une variable négligeable sur l'ensemble de la série.

Les procédés techniques sont de quatre ordres : fracturation introduisant la technique du feu ; entaillage à l'outil de silex en percussion ; sciage ; façonnage poussé ; façonnage complet avec polissage

## ► Fracturation introduisant la technique du feu

Ce type de découpe a été mis en évidence sur 114 pièces (27,9 % du corpus). Elle consiste en une chauffe localisée préalable à la cassure sur une portion de bois la plus réduite possible. Elle se traduit par trois stigmates particuliers, associés dans la grande majorité à des pièces débitées de cette manière. La plus évidente est une marque de « coups de feu » de plusieurs centimètres carrés affectant les zones situées de part et d'autre de la cassure, sur le côté soumis au feu (fig. 146). La seconde est une desquamation de la surface du bois, entre la cassure et les zones brûlées sombres du coup de feu (fig. 144, 145). Cette desquamation est en générale réduite (raclage, polissage) mais garde apparent le changement de structuration du bois, qui a tendance à se déliter. La troisième est une rubéfaction affectant le bois à proximité directe de la cassure, plus ou moins marquée suivant l'état de conservation du bois.

Cette technique peut être associée avec celle réalisée par un outil en silex, soit sur la même cassure, l'outil en silex servant alors à régulariser la cassure, soit sur l'outil, dont un côté a été débité par le feu et l'autre côté à l'aide d'un outil de silex. Le débitage par le feu a en effet été mis à profit dans le cadre de la fracturation de certaines parties et pas d'autres. Il en est ainsi pour l'enlèvement de l'andouiller de glace, de l'époi surnuméraire, la fracture du merrain B et du merrain A ou du merrain B de l'embaumure. En revanche, d'autres sections ont été systématiquement débitées au silex. C'est le cas de la séparation du merrain A entre les deux andouillers basilaires et de glace, ou l'enlèvement d'un des deux andouillers basilaires. Le feu a en effet pour caractéristique de fragiliser définitivement le bois et il est plus indiqué pour l'extrémité des manches. En aucun cas les parties actives (meule, extrémité des andouillers) n'ont été soumises à cette épreuve.



144



145



146



147



148



149



Fig. 144. Traces de découpe d'un bois par le feu, desquamation et rubéfaction; lot 176 (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 145. Traces de découpe d'un bois par le feu, desquamation et rubéfaction; lot 228 (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 146. Traces de découpe d'un bois par le feu, calcination et rubéfaction; lot 225 (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 147. Traces de découpe d'un bois par percussion à l'outil de silex sous la forme d'arrachement de copeaux; lot 162 (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 148. Traces de découpe d'un bois par percussion à l'outil de silex sous la forme d'enlèvements courts et réguliers; lot 265 (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 149. Traces de découpe d'un bois par percussion à l'outil de silex sous la forme d'enlèvements courts et réguliers; lot 147 (crédits E. Gallouin, Inrap).

#### ► Entaillage à l'outil de silex en percussion

Cette découpe est la plus fréquemment mise en œuvre sur la minière avec 204 outils concernés, par une ou plusieurs découpes distinctes (50 % du corpus). Elle affecte des stigmates très différents, suivant le soin donné à la découpe et suivant l'outil employé.

#### ► Entaillage à l'outil de silex au tranchant brut

Deux types de traces résultant de cette technique sont rencontrées dans le matériel de Ri. Dans tous les cas, un des côtés portera des négatifs d'enlèvements tandis que l'autre présentera des traces d'arrachement des copeaux (fig. 147).

Le premier type de découpe affecte un profil très oblique (45°) et une largeur d'entaille longue. Cette découpe est souvent irrégulière avec des impacts hors de la zone de travail. Le deuxième type correspond à des enlèvements plus réguliers, avec des impacts plus verticaux et une saignée plus étroite dans le bois (fig. 148, 149); la zone de travail est ici plus resserrée. Billamboz (1977) propose pour ces deux types de traces l'emploi de deux méthodes différentes, la première en percussion lancée, la seconde en percussion posée ou avec percuteur. Nos propres résultats expérimentaux contredisent partiellement cette hypothèse en montrant que les deux types de traces peuvent être effectués en percussion lancée et dépendent beaucoup de l'adresse et du soin du tailleur que de l'outil employé [cf. encadré expérimentation, *La réalisation des outils en bois de cerf*, p. 118]. D'autres auteurs arrivent aux mêmes conclusions avec leurs propres expérimentations (Provenzano 2001; Maigrot 2003).

Il est avéré que plusieurs types de percussion ont été employés sur la minière de Ri pour effectuer ce travail. La comparaison avec les outils expérimentaux et les analyses de l'outillage en silex (macroscopiques et microscopiques) ont permis de reconnaître de multiples outils affectés au travail de découpe du bois de cerf. L'usage d'outils bifaciaux, probablement emmanchés (haches « taillées » / ébauches?) constitue la part prépondérante de ce type d'outil (fig. 155), concurrencés par des éclats massifs présentant un mâchurage de la partie active et qui étaient tenus à la main. Billamboz traite également de la possibilité d'un trempage à l'eau des bois préalablement à la découpe (Billamboz 1977), qu'il considère délicate en contexte minier et peu appropriée à la fabrication rapide et opportuniste des outils miniers. Les essais expérimentaux réalisés dans le cadre de la fouille (journée portes ouvertes, film joint au volume) n'ont pas semblé indispensables à la bonne réalisation du processus de découpe et nous rejoignons son analyse sur les faibles probabilités de l'usage d'un tel procédé sur le site minier. Il est toutefois certain que le trempage facilite le travail de découpe (expérimentations: Maigrot 2003) et pouvait facilement être réalisé sur un autre lieu, les outils étant alors apportés prêts à l'emploi sur la minière. Le problème ne se pose pas sur le bois de cerf frais (bois de massacre) dont on peut penser qu'il a été sectionné avant séchage.

Une des différences qui semble significative quant au soin apporté au travail de découpe au silex est fonction de l'emplacement de la partie à découper sur la ramure. Ainsi, la découpe des andouillers est souvent réalisée avec moins de soin que celle réalisée pour séparer les deux andouillers basilaires lorsqu'ils sont proches (fig. 149). L'outillage utilisé pour réaliser ces découpes est toujours constitué de supports au tranchant brut. La retouche qui résulte du travail de découpe est bifaciale, fortement développée (mâchurage), et rend l'outil rapidement inutilisable.

#### ► Entaillage à l'outil au tranchant lisse/poli

Certains outils présentent dans leur mode de débitage à l'outil lithique des traces d'impact très régulières. Ils semblent avoir été réalisés à l'aide d'un outil tranchant au biseau lisse non affecté par des écaillures. Les négatifs d'enlèvement sont longs à très longs (> 1 cm) et ont été portés de manière très oblique sur le bois, de manière semble-t-il à préserver le tranchant. Les expérimentations réalisées par Y. Maigrot dans le cadre de sa thèse proposent pour ce type de traces la percussion à l'aide d'une hache polie (en percussion lancée). Ces expérimentations reposent sur l'emploi de haches/herminettes en dolérite. Sur le site de Ri, si certaines pièces présentent des traces correspondant très précisément aux mêmes traces que celles livrées par les méthodes expérimentales (sans pour autant attester clairement de l'utilisation d'un objet poli), d'autres sont plus douteuses et pourraient être issues d'un travail à l'aide du tranchant brut d'un gros éclat, avant que n'interviennent les premières écaillures et microécaillures ! Les quelques pièces qui pourraient attester de manière probable d'un travail à l'aide d'une hache polie concernent des outils plus soignés au niveau du travail d'affûtage et de régularisation des découpes. Ils pourraient éventuellement témoigner d'un travail hors de la minière dans le cadre (plus serein ?) des activités domestiques.

Même si l'on ne note pas le même soin réservé à la découpe de tous les bois, le côté abouti de la retouche est manifeste. En effet, une cassure franche impose l'enlèvement de tout le tissu cortical jusqu'à atteindre la *spongiosa*. La finition par rainurage grossier à l'aide d'une pièce denticulée peut parfois être utilisée pour achever le travail. La faible représentation des cassures en sifflet parmi le corpus avec seulement deux exemples manifestes (2011-120-157 et 490-70-181) confirme le soin apporté à la découpe qui, à deux exceptions près, a permis d'amoinrir suffisamment le substrat osseux pour permettre une cassure franche. Elle s'oppose partiellement à l'examen des bois de cerf de la station 4 de Chalain (Maigrot 2003) où de tels accidents sont récurrents.

#### ► Sciage

Cette technique est supposée sur cinq outils seulement. Elle n'a abouti dans deux cas qu'à la réalisation d'une rainure incomplète sur deux merrains et dans trois autres cas à l'aboutissement de la découpe. Ces trois derniers cas présentent une régularité importante et des bords verticaux caractéristiques de cette technique, utilisée pour séparer des andouillers (fig. 150, 152). Aucun élément évident ne permet de soupçonner son intérêt sur une autre des techniques éprouvées dans ces cas précis; il en ressort davantage le caractère soigné de la découpe.

#### ► Façonnage poussé

Une pointe à poignée présente un andouiller dont toute la face supérieure bombée a fait l'objet d'un « décorticage par entaillage » par percussion avec un outil de silex taillé. L'intérêt de réduire l'épaisseur, de régulariser la surface ne semble guère avoir de sens vis-à-vis du reste de la série. Par ailleurs, la modification de la courbure de l'andouiller ne semble pas non plus en être le but. La régularité de la retouche et l'effet donné nous semblent avoir un certain caractère esthétique.

Fig. 150. Traces de sciage interrompues sur un petit piochon; lot 277 (crédits E. Gallouin, Inrap).





Fig. 151. Traces de sciage abouties sur un andouiller; lot 222 (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 152. Affûtage d'une extrémité active d'un piochon; lot 179 (crédits E. Gallouin, Inrap).

#### ► Façonnage complet avec polissage

Une seule pièce appartient à cette catégorie. Il s'agit d'un pic à perforation tubulaire réalisé dans une extrémité basale de ramure (meule et andouiller basilaire; fig. 131). La pièce entièrement polie ne garde aucune trace de découpe (hache, feu, scie...?). Cette pièce au façonnage très élaboré a très probablement été réalisée dans un contexte domestique. Bien que présent de manière purement anecdotique, cet objet suggère qu'une partie des outils miniers a été préparée hors minière et amenée prête à l'emploi sur le terrain.

#### Traces de façonnage

##### ► Mise en forme des parties passives

Pour les outils mis en forme par entaillage à l'aide d'un outil en silex, un ébarbage a été effectué sur les pans de fracture de débitage des bois, par frottement contre une surface abrasive (plaquette calcaire ou bloc de silex par exemple dans ce contexte). Cette abrasion est plus ou moins aboutie suivant la volonté du tailleur et également suivant l'emplacement de la cassure. Les détachements d'andouillers du merrain ne portent en règle générale qu'une abrasion réduite. Au contraire, l'extrémité du merrain (manche), par définition proche de la main, verra une abrasion plus aboutie. Des exceptions viennent toutefois contrebalancer ces exemples, qui ne doivent être considérés que comme des tendances. Les parties débitées par le feu ont également fait l'objet d'une régularisation par frottement contre une surface abrasive. La surface du bois de part et d'autre de la cassure a été abrasée en raison de la desquamation de la surface du bois dans la partie affectée par le feu. Dans l'ensemble, la partie fragilisée par la chauffe a subi une abrasion plus poussée que celle découpée à l'outil de silex (taillé ou poli), du fait d'une fracture moins bien contrôlée (pas de rainure guide).

##### ► Mise en forme des (futurs) parties actives

Les parties actives ont fait l'objet d'un façonnage dans un nombre de cas précis. Il s'agit sauf exception de l'extrémité des andouillers utilisés dans un cadre de percussion (piochons sur andouiller/merrain). Ces traces portent les stigmates caractéristiques. Elles se présentent sous la forme de négatifs d'enlèvements de 0,5 à 1 cm de large et 0,5 à 1,5 cm de longueur. Le profil plus ou moins sinueux de ces enlèvements témoigne de la régularité du fil de l'outil en silex utilisé (fil esquillé, lisse voire poli). La mise en forme des extrémités des andouillers semble avoir été pratiquée dans deux cas. Le premier est le raccourcissement de celles-ci lorsqu'elles sont jugées trop longues. Le second est lorsqu'elles sont dirigées vers l'intérieur de façon trop prononcée, cas jugé très gênant lors du creusement des puits (car forçant sur le poignet en torsion à chaque percussion). Le profil des outils de type piochon de la minière permet de constater que les andouillers, retouchés ou non, présentent une perpendicularité par rapport au manche, soit naturelle sur la ramure, soit qui a fait l'objet justement d'une troncature lors du façonnage de l'outil. Lorsque ce raccourcissement n'était pas nécessaire (andouiller court dans l'axe), aucune retouche n'est présente, ce qui permet la conservation de la pointe naturelle. Ici, 54 outils ont vu leur extrémité active façonnée. Parmi ceux-ci, 35 portent également des traces d'usure, 141 parties actives présentent des traces d'usure sans qu'elles aient fait l'objet d'un façonnage préalable.

► Les outils ont-ils été fabriqués sur place ?

La réalisation des outils au sein de la minière, à partir de ramures brutes amenées depuis l'habitat domestique, est un vaste sujet qui intéresse l'organisation sociale de ces populations et, en l'occurrence, l'organisation du travail sur la minière de Ri. Quelques pistes de réflexion mises en évidence à partir de l'étude des vestiges suggèrent une situation complexe et la coexistence de plusieurs possibilités techniques. Par ailleurs, les essais de creusement expérimental de puits sur la minière nous amènent à considérer la faible usure des outils en règle générale avec ce type de sédiment et oblige à prendre ce caractère en considération. En premier lieu, il importe de définir les critères recensés qui attestent du façonnage dans l'habitat domestique. Ceux-ci ne sont pas nombreux mais indiscutables. C'est la présence d'un fer à perforation entièrement poli ; de plusieurs éléments (soit polis, soit perforés) qui restent toutefois anecdotiques ; c'est le fini accordé au découpage de certains bois ; c'est enfin l'usure très importante de certaines extrémités actives (soit des andouillers, soit des marteaux/percuteurs), qui témoignent d'une activité très intense sur une longue période et qui suggèrent que les outils sont utilisés dans le cadre d'activités plus diversifiées que le creusement d'un puits (fosses domestiques, séries de puits). Le nombre de ces derniers sort ici de l'anecdotique pour atteindre un pourcentage important des outils rejetés.

Les critères qui suggèrent un débitage des bois de cerf *in situ* ne sont pas indiscutables et relèvent souvent d'une observation indirecte. Il en est ainsi du remontage de certains outils sur la même ramure après un débitage par le feu puis leur rejet dans un puits ; il en est également de même du nombre de ramures débitées par le feu et la présence de nombreux petits foyers dans les niveaux supérieurs du comblement des puits ; il en est enfin de la présence des gros éclats de silex esquillés/mâchurés et des traces de découpe écailleuses sur les bois de cerf (*cf. infra*).

Ces différentes caractéristiques n'apportent rien de définitif à la question. Il est évident que le nombre de bois retrouvé est bien inférieur au nombre de ceux utilisés dans le cadre du creusement des puits (moins de 30 % des puits ont livré un outil en bois de cerf dans leur remplissage) et que les populations ont dû emmener (sur leur lieu d'habitation) une partie de leurs accessoires de travail. Par ailleurs, le débitage sur place est probable, au moins destiné à remplacer l'outillage endommagé.

Fig. 153 (à gauche). Emoussé d'usage d'une extrémité active d'un piochon ; lot 265 (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 154 (à droite). Extrémité active d'un piochon affûtée puis usée jusqu'à la *spongiosa* ; lot 179 (crédits E. Gallouin, Inrap).







Fig. 155. Extrémité active d'un marteau sur meule, cette dernière est complètement usée; lot 158 (crédits E. Gallouin, Inrap).



Fig. 156. Extrémité active d'un marteau sur meule, complètement usée; lot 169 (crédits E. Gallouin, Inrap).

#### ► Entretien

Du fait de l'intensité des traces d'usage sur les parties actives des bois, l'affûtage des outils en cours de travail est difficile à différencier du travail de façonnage préalablement à l'emploi. L'expérimentation nous suggère que cet affûtage en cours de travail n'a rien d'obligatoire pour le creusement dans le calcaire (fig. 153). Quelques outils à Ri évoquent cette technique, réalisée très probablement à l'aide d'éclats bruts comme le suggèrent les enlèvements très longs et très réguliers (fig. 152, 154). Cependant, l'emploi de la même pratique sur l'extrémité du merrain dans le cadre du fractionnement du bois de cerf (technique à la hache polie par ailleurs pas du tout démontrée sur le site) évoque davantage une phase de façonnage d'outil unique (découpe du bois + façonnage de la partie active) et une utilisation limitée de la pièce.

#### ► Traces d'usage

Celles-ci sont de plusieurs ordres, suivant le travail effectué dans le cadre de la minière de Ri. Encore une fois, ces traces ne sont révélatrices que de cette minière et d'un substrat particulier (tendre à très tendre, avec des niveaux de plaquettes limités). Le premier type est constitué de traces de percussion lancée ou posée affectant l'extrémité des parties actives des andouillers (piochon, pointe à poignée, grandes pointes, fer, fourche...) matérialisées par des stries plus ou moins fines (fig. 153), émoussé affectant diversement les pointes (du plus léger émoussé à l'usure jusqu'à la *spongiosa*; fig. 154), parfois difficiles à distinguer des traces naturelles liées au comportement du cerf. Le second est représenté par les traces d'écrasement visibles sur les parties utilisées comme marteau, généralement les meules (fig. 155, 156) mais également les merrains. Les traces se référant à un usage comme levier (griffages profonds des côtés des extrémités, écrasement des côtés des andouillers) sont rares sur les outils de Ri, ce que laisse également présumer les caractéristiques géologiques du substrat, les assemblages typologiques découverts et les conclusions quant au recours possible à des coins de bois pour concourir au déchaussement des plaquettes. Enfin, les traces de bris des outils, écaillures ou fractures, sont négligeables sur le site; les esquilles ne concernent que 22 pièces et les fractures que deux pièces, ce qui confirme la faible utilisation en torsion, déterminante pour les éventuelles fractures en utilisation comme levier. La rareté des esquilles des pointes actives traduit quant à elle la tendreté du substrat (*cf. supra*).

### Répartition des outils

La densité des bois par puits est remarquablement basse sur l'ensemble des puits fouillés. En effet, elle ne dépasse pas 0,8 bois par puits. Par comparaison, les sites de Bretteville-le-Rabet (Desloges 1986) ou Serbonnes (Sidéra 1991) en comptent respectivement 3,3 et 1,3; le site de Jablines en compte quant à lui un seul par puits. Cependant, cette moyenne doit être pondérée à Ri par la disproportion importante de ces outils au sein des différents types de puits. En effet, dans tous les creusements peu profonds de la zone sud, la découverte de bois est exceptionnelle, de l'ordre de 0,005 bois par puits (fig. 157, 158); dans la zone médiane, ce chiffre remonte à 0,4 (fig. 159, 160) et ce n'est que dans le secteur des puits les plus profonds qu'il atteint 3,6 bois par puits (fig. 161, 162, 163), rejoignant la moyenne des autres minières du nord-ouest de la France. En revanche, les différences avec l'Angleterre (Grime's Graves, Clutton-Brock 1984) ou la Belgique (Bostyn *et al.* 2014) restent marquées, d'une part du fait de la masse de stériles remués, et d'autre part du fait de la nature du substrat. On note que dans les quelques puits plus tardifs au nord, les bois de cerf restent exceptionnels (fig. 164).

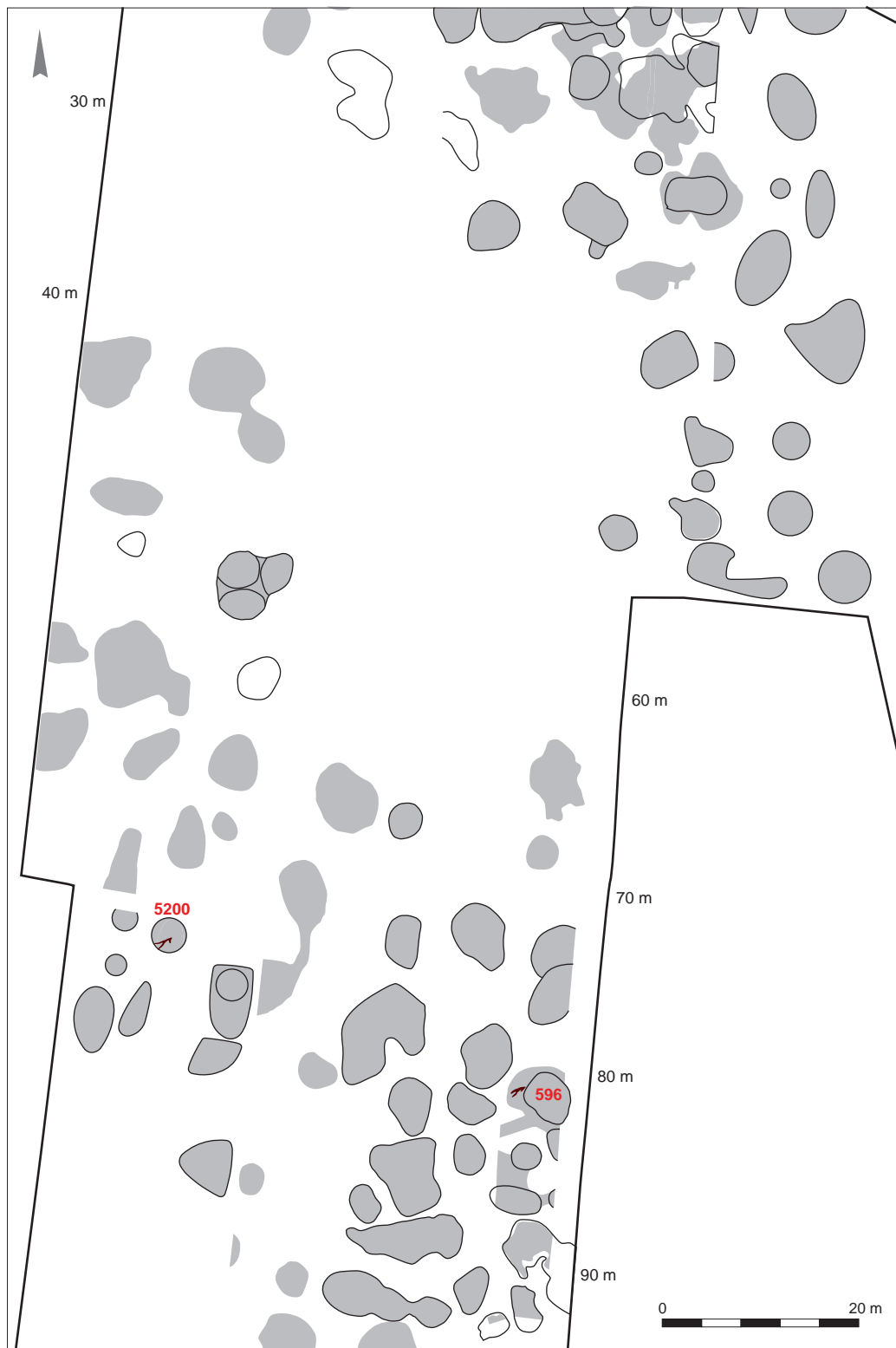


Fig. 157. Plan de répartition des bois de cerf dans les puits entre -90 et -30 m (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

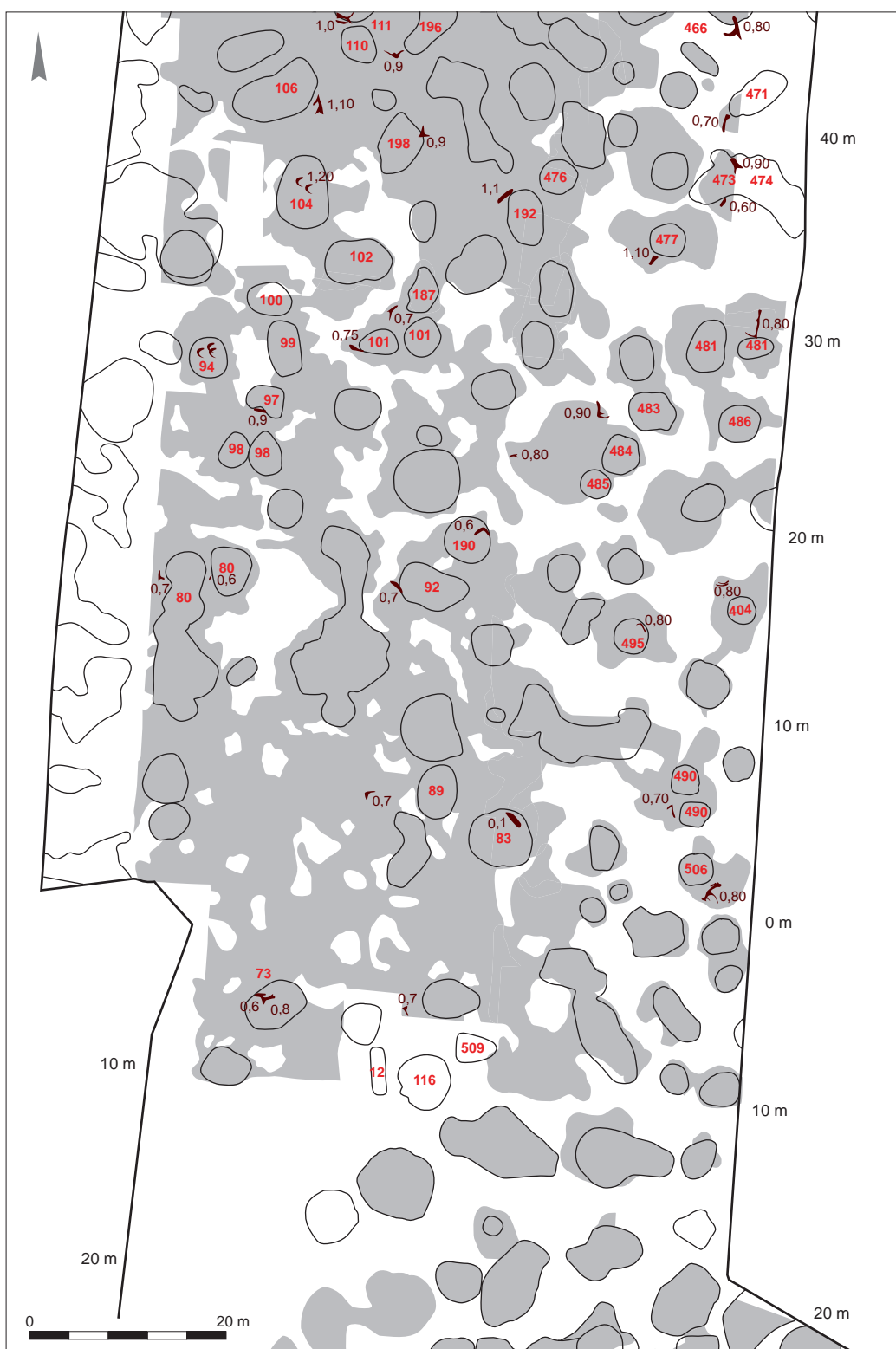


Fig. 158. Plan de répartition des bois de cerf dans les puits entre -20 et 40 m (crédits J.-M. Palluau, Inrap).





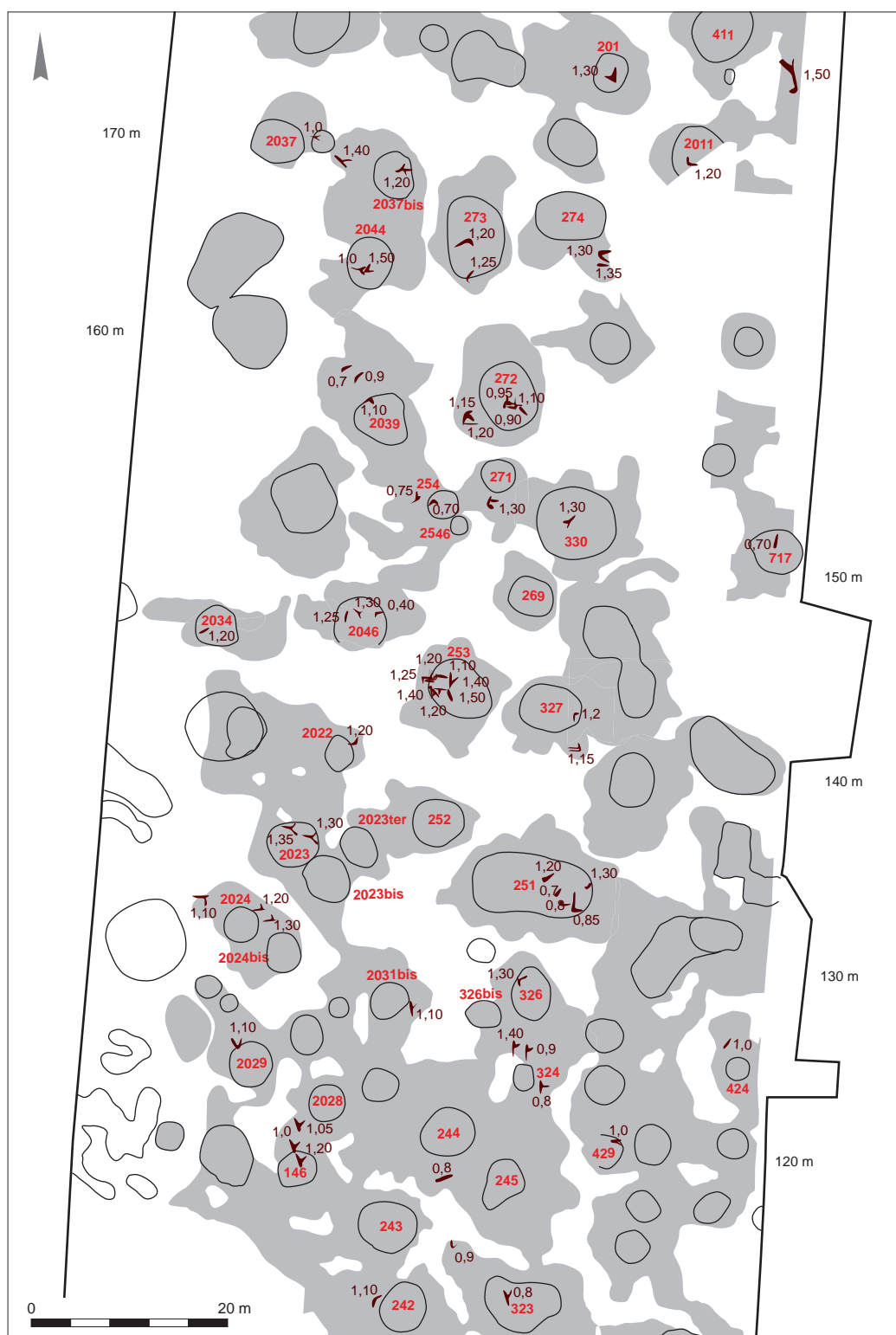


Fig. 160. Plan de répartition des bois de cerf dans les puits entre 110 et 170 m (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

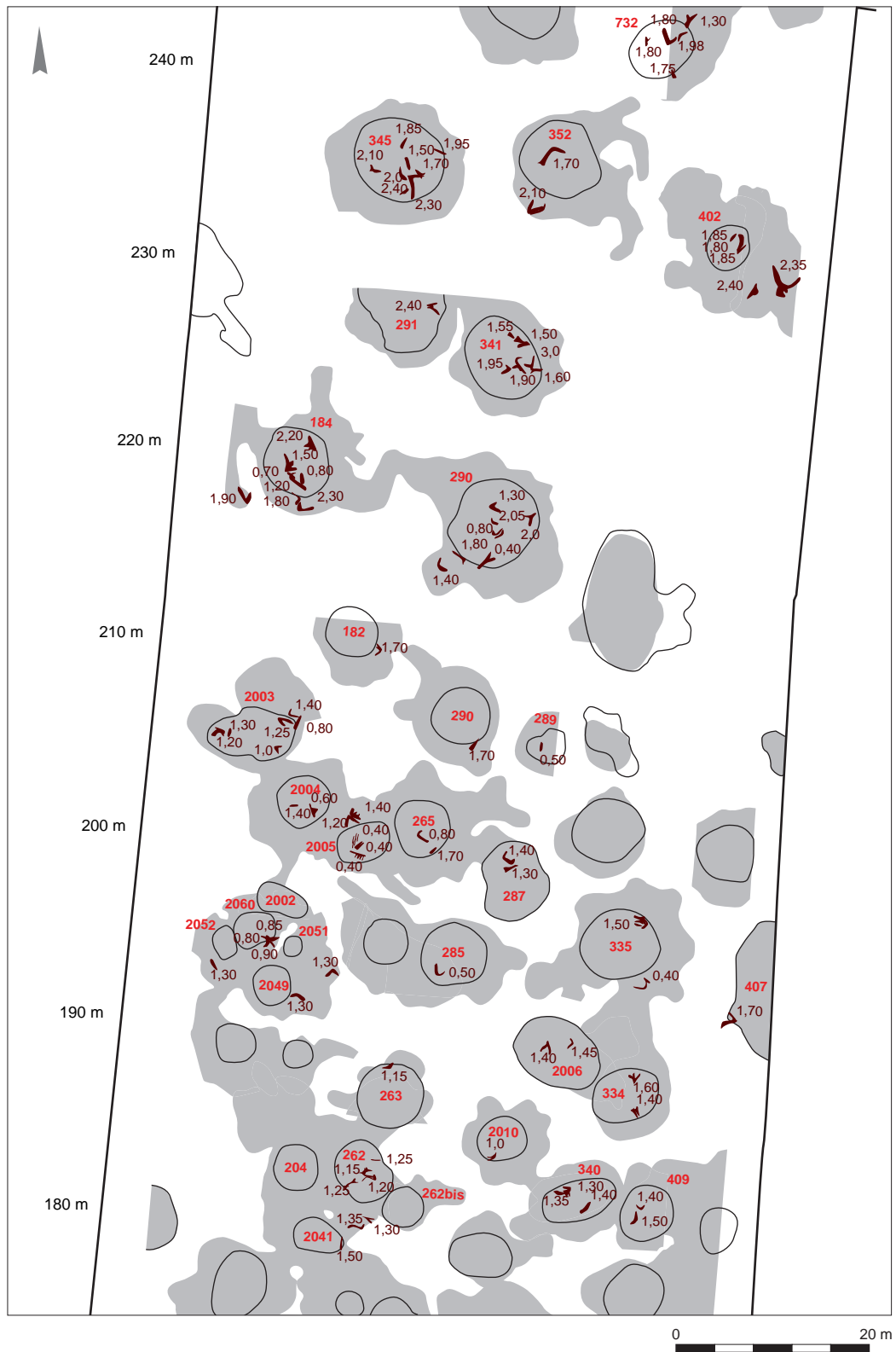


Fig. 161. Plan de répartition des bois de cerf dans les puits entre 180 et 240 m (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

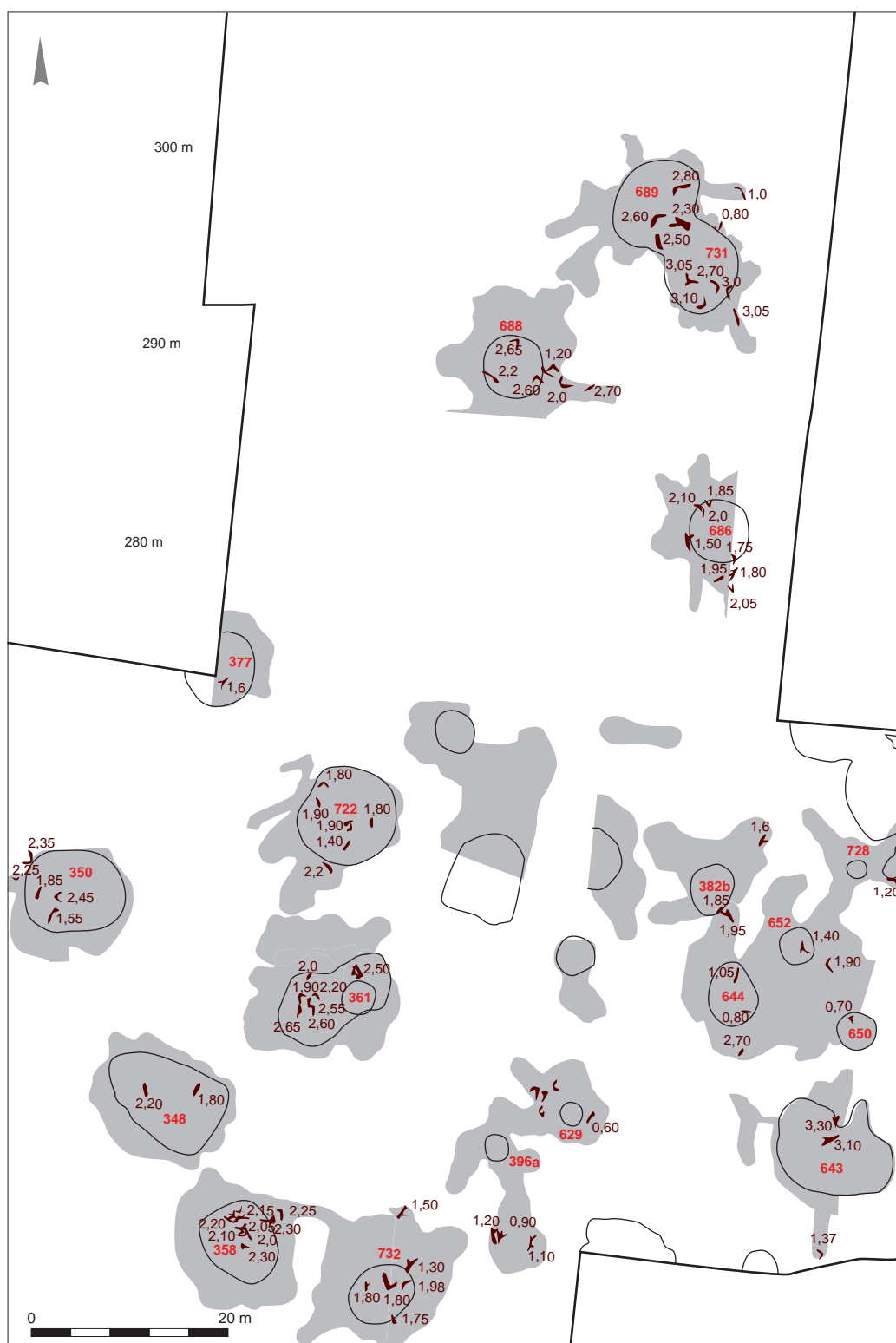


Fig. 162. Plan de répartition des bois de cerf dans les puits entre 250 et 310 m (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

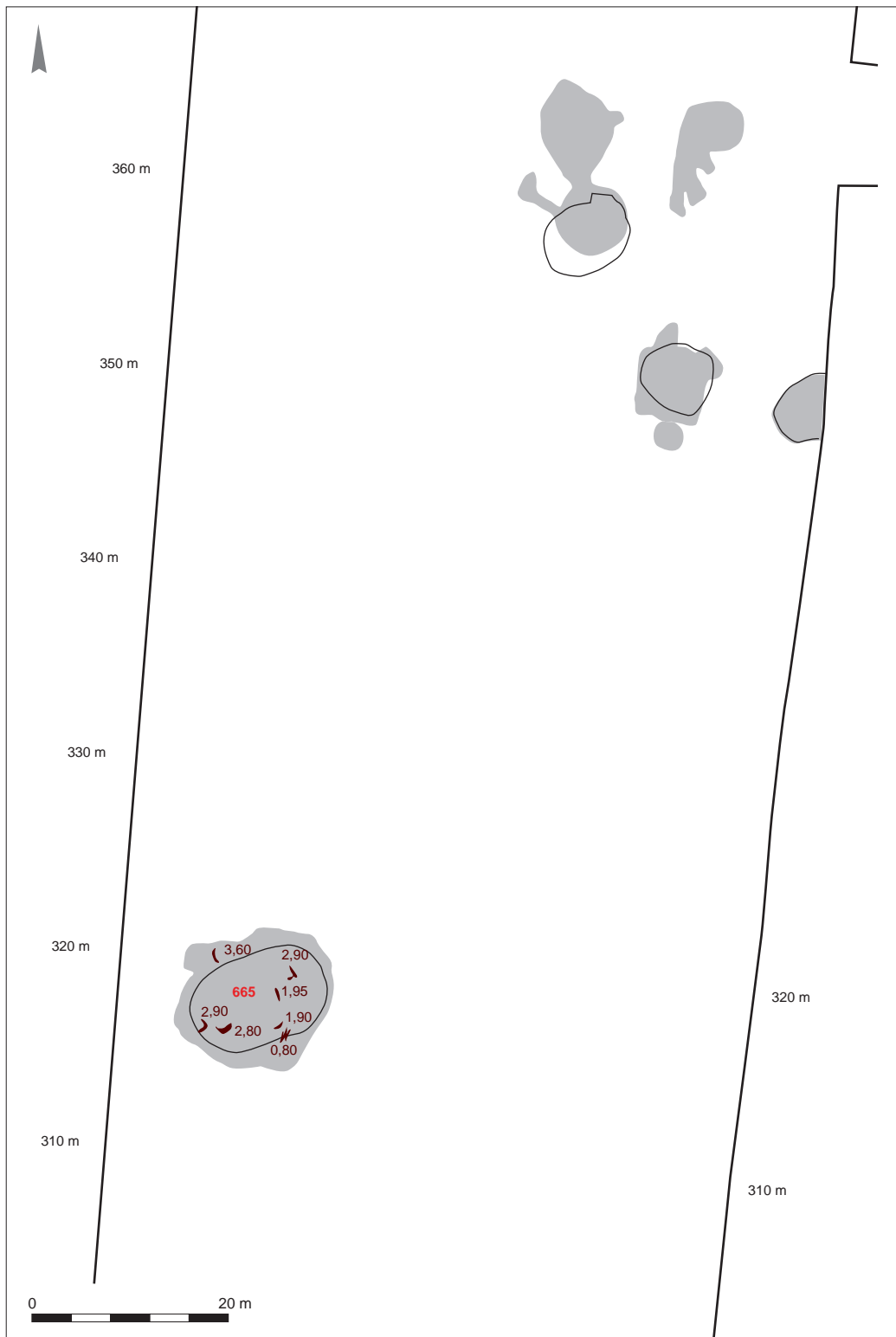


Fig. 163. Plan de répartition des bois de cerf dans les puits entre 310 et 370 m (crédits J.-M. Palluau, Inrap).



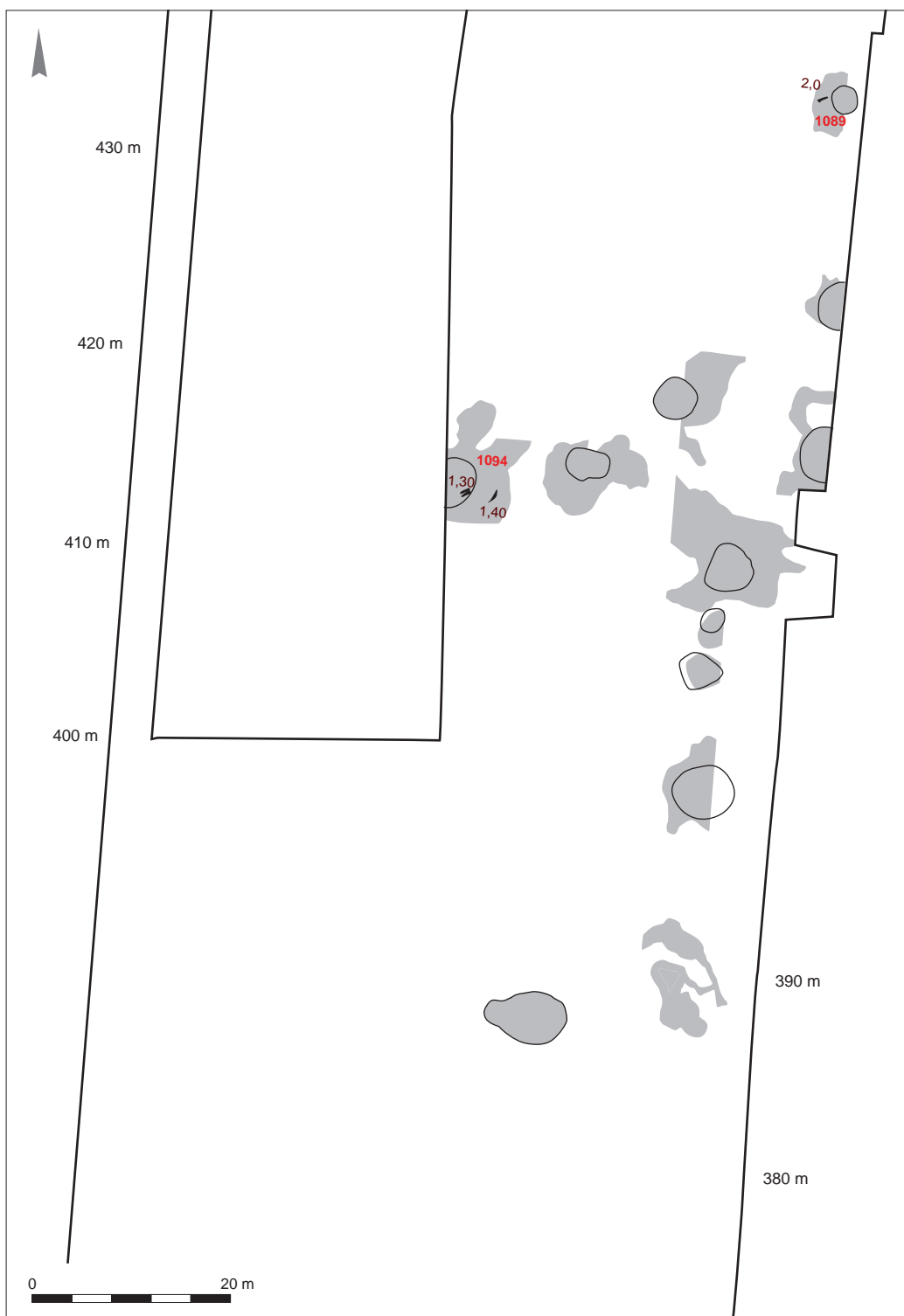


Fig. 164. Plan de répartition des bois de cerf dans les puits entre 380 et 430 m (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

### Dans les puits

Devant le nombre parfois non négligeable d'outils en bois de cerf abandonnés dans certains puits (généralement les plus grands), il a semblé intéressant d'essayer de déterminer l'assemblage-type nécessaire au creusement d'un puits. Deux graphiques ont ainsi été réalisés: le premier reprenant les résultats puits par puits et un second récapitulant les quantités sous forme de pourcentage pour l'ensemble des dix puits (fig. 165).

Le caractère incomplet est dommageable dans le sens où il interdit une appréciation pour environ deux pièces sur dix. Plusieurs constatations peuvent toutefois en être déduites. Tout d'abord, on perçoit une bonne adéquation entre les résultats des dix puits les plus riches et ceux de l'ensemble des outils découverts lors de la fouille. Cette adéquation permet de suggérer que les pourcentages de chaque type d'outil découvert sont représentatifs du set d'outils utilisé de manière générale pour le creusement des puits de la minière de Ri. Il faut toutefois rappeler que l'outil étant adapté au creusement particulier de chaque type de substrat, donc à chaque type de minière, il ne saurait être question d'en tirer des conclusions quant à une éventuelle évolution chronologique mais bien à une réalité géologique.

Il est tenu compte de la dualité possible des types d'usages associés sur le même outil, en particulier pour les fonctions de piochon et de marteau (particulièrement dans le cas des pièces les plus massives, cf. § Typologie). L'usage est dans ces cas-là décrit deux fois dans le tableau; deux usages correspondent à deux outils/fonctions, même s'ils sont associés à un même objet.

### Par section dans la minière

Cinq cent cinquante puits ont été identifiés sur une bande d'une longueur de 500 m et une largeur de 30 m dans le cadre de la fouille; fouille qui recoupe la totalité de la minière estimée à 35 hectares soit une surface d'environ 2,5 % de son emprise totale. Dans un but de représentation de la densité/m<sup>2</sup> des bois, l'emprise a été débitée par tranches de 10 m qui ont chacune fait l'objet d'un décompte des bois, méthode qui permet d'obtenir une représentation globale de densité sur la partie de minière fouillée (fig. 166 et 167). L'image qui en ressort est une partition en quatre blocs, correspondant sensiblement à celle opérée de manière intuitive dans l'étude des puits dans leur globalité. La première correspond aux 80 premiers mètres de l'emprise de la minière dans la fouille (du sud vers le nord), qui comprend des puits peu profonds, parfois juste ébauchés et dans lesquels les outils en bois de cerf sont exceptionnels. La seconde partie concerne celle comprise entre 90 et 200 m, dans laquelle les puits sont encore peu profonds (moins de 2 m sous la surface). Le nombre de bois est stable avec une moyenne de sept bois tous les 10 m linéaires (/300 m<sup>2</sup>). La troisième partie, entre 210 et 400 m, est le secteur où les puits sont profonds (plus de 2 m sous le sol actuel, entre 210 et 250 m) à très profonds (plus de 3 m, entre 270 et 400 m). Le nombre de bois y est élevé avec une moyenne de 16 bois pour 300 m<sup>2</sup>. Un hiatus est à noter aux alentours de 250 m, qui correspond à une interface

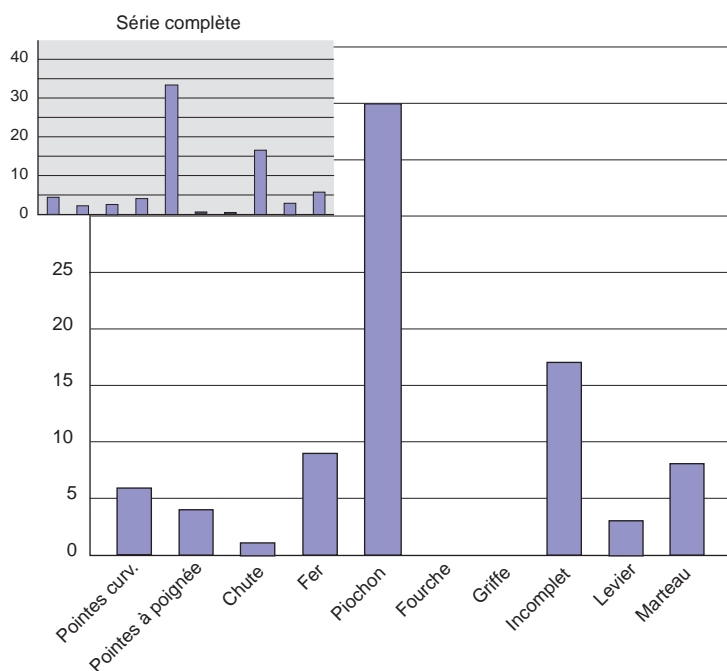
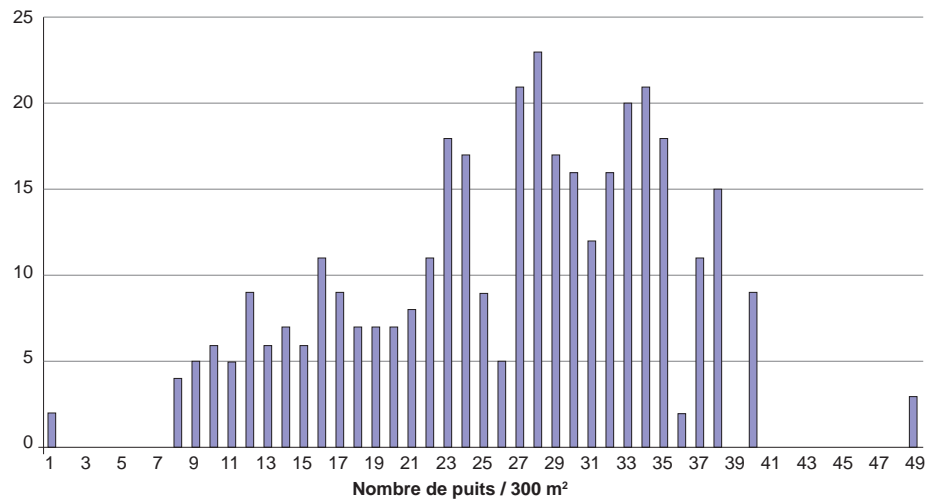
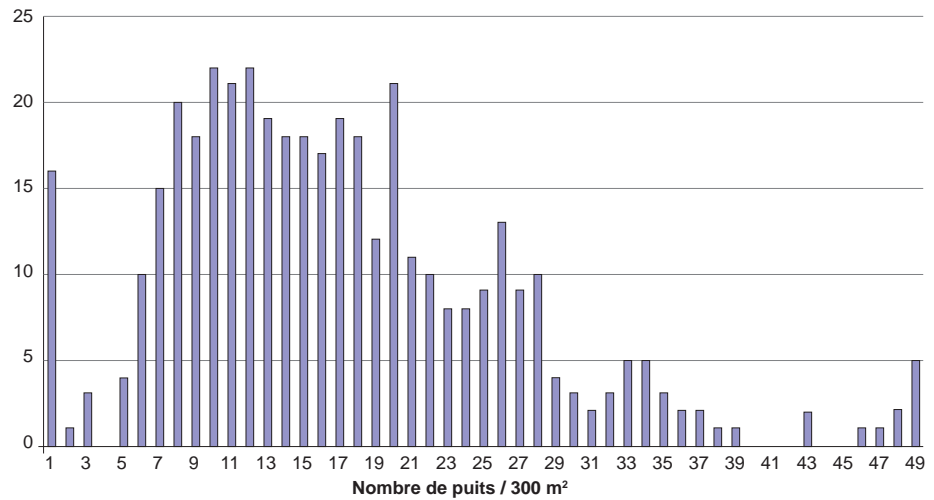


Fig. 165. Graphique illustrant le nombre d'outils en bois de cerf dans les dix puits les plus riches (en bas) et les pourcentages d'outils en bois de cerf sur la totalité de la série (en vignette en haut) (crédits E. Ghesquière, Inrap).

Fig. 166 et 167. Graphique illustrant le nombre de bois de cerf par section de la minière (en haut) et le nombre de puits par section (en bas) (crédits E. Ghesquière, Inrap).



entre les puits profonds et très profonds (passage de l'exploitation du premier au second banc de silex). La quatrième partie correspond au petit secteur minier, légèrement excentré au nord (entre 430 et 520 m, fig. 164) où les outils redeviennent anecdotiques, malgré une profondeur des puits guère inférieure à 2 m depuis la surface du sol, mais pour une surface d'exploitation faible.

Le graphique suivant présente quant à lui la densité de puits en utilisant la même unité de surface (tous les 10 m linéaires, soit tous les 300 m<sup>2</sup>; fig. 166). La courbe régulière livrée ici est opposée à celle que l'on peut déduire du graphique précédent, qui reflète la forte densité des puits peu profonds et la baisse de densité des puits lorsque ceux-ci s'approfondissent, soit par une augmentation du volume creusé et une exploitation du sous-sol toujours de l'ordre de 80 à 90 %, soit par une diminution drastique du nombre de puits, une augmentation importante de leur volume, mais avec une exploitation du sous-sol de l'ordre de 30 à 40 %. Quoi qu'il en soit, la corrélation entre les deux graphiques montre une faible densité de bois de cerf lorsque les puits sont très denses (un puits pour 15 m<sup>2</sup>) et peu profonds, et une forte densité de bois lorsque la couverture de puits se relâche (un puits pour 150 m<sup>2</sup>) et que leur profondeur s'accroît.

### Conditions d'abandon

Deux conditions prévalent à l'abandon des outils en bois de cerf et à leur découverte dans les puits. Ces conditions sont suggérées pour essayer d'expliquer leur présence. Il ne s'agit que de scénarios possibles et, même étayées par quelques découvertes, elles restent cantonnées à des cas particuliers qu'il n'est pas forcément possible d'étendre à l'ensemble des outils découverts sur la mine.

#### ► Les pertes involontaires

Les pertes involontaires peuvent elles-mêmes être déclinées en trois ensembles. Le premier renvoie à des outils oubliés au fond des galeries ou des puits, dans un environnement exempt de déblais et qui reste plus ou moins dans la pénombre (fig. 168, 169). Nous citerons par exemple le piochon découvert dans le fond de la galerie sud du puits St. 643, à plus de 5 m de la cloche du creusement, ou celui de la galerie est du puits St. 689, à 4 m de la cloche. Plusieurs autres bois découverts sur les côtés des galeries, totalement masqués depuis le centre du fond du puits, peuvent également être citées (St. 350, St. 184, St. 215...). Le second ensemble rassemble les outils bloqués dans les concrétions calcaires indurées présentes dans certains secteurs du fond des puits, consistant très probablement en tas de déblais laissés en place et piétinés lors du creusement des puits (fig. 170, 171). Ces tas de calcaire jusqu'alors pulvérulents se solidifient jusqu'à

*Fig. 168. Exemple de bois de cerf oublié au fond d'une galerie du puits 688 (crédits E. Gallouin, Inrap).*

*Fig. 169. Exemple de bois de cerf oublié au fond d'une galerie du puits 125 (crédits E. Gallouin, Inrap).*

*Fig. 170. Exemple de bois de cerf « perdu » dans la couche de déblais indurée au fond du puits 215 (crédits E. Gallouin, Inrap).*

*Fig. 171. Exemple de bois de cerf « perdu » dans la couche de déblais indurée au fond du puits 216 (crédits E. Gallouin, Inrap).*



168



169



170



171



former un bloc très compact (« brisables » uniquement à la pelle mécanique, ou au burin pour les puits fouillés manuellement). Les bois de cerf oubliés au sein du tas de déblais lors de la constitution de celui-ci sont alors définitivement perdus lorsque le calcaire est induré. Le cas se répète de manière très récurrente sur le terrain jusqu'à représenter autour de 20 % des découvertes (généralement les bois les mieux conservés avec une partie de la couleur d'origine). Les indices de pertes sont grands pour ces deux catégories, même si cela n'exclut nullement la possibilité d'abandons volontaires, dans un cas comme dans l'autre. Le troisième ensemble est représenté par les bois perdus dans les déblais et rejetés lors du rebouchage du puits. Étant donné les possibilités de déplacement des déblais à l'époque, il semble que le cas ne puisse être évoqué que pour les outils de petite dimension (petit piochon, andouiller).

#### ► Les abandons volontaires

Les dépôts volontaires consistent quant à eux en des objets abandonnés en certains endroits du puits et qui semblent relever d'une volonté propre. Deux emplacements sont privilégiés. Le fond du puits (hors zones indurées) rassemble les objets déposés ou rejetés juste avant le rebouchage du puits (fig. 172, 173). Le cas est fréquent dans les puits peu profonds (St. 97, 477, 192, 106, 32bis, 212...), beaucoup moins dans les puits profonds (St. 643). Nous pouvons évoquer dans ce cas le rejet des outils les plus abîmés (voire cassés, rares dans le corpus), les chutes brutes (St. 212), les outils en surnombre, ou encore un geste significatif, que nous allons évoquer avec la question des dépôts. Le second emplacement privilégié, et largement le plus fréquemment rencontré lors de la fouille des puits, aussi bien manuelle que mécanique, se situe dans la moitié supérieure de la couche de remplissage calcaire des puits, sur 0,2 à 1 m de puissance suivant la profondeur des puits. Leur association avec les plus gros éléments calcaires (dallettes, dalles) est récurrente; l'ordre de remplissage des déblais de creusement est en effet strictement respecté sur l'ensemble de la minière.

Au sein de cette couche artificielle de remplissage, deux cas de répartition des bois se distinguent. Le premier cas est l'abandon de un à  $x$  outils, séparés en planimétrie et en altimétrie. Ce cas est celui de la plupart des grands puits (St. 665, 689, 688, 361... pour n'en citer que quelques-uns des plus riches). Les bois sont alors répartis sur une dizaine de m<sup>2</sup>, sous l'ouverture du puits (faiblement débordant sous le surplomb). Parmi ces bois rejetés, certains sont rassemblés sur

Fig. 172 (à gauche). Exemples de bois de cerf rejetés en préalable au comblement du puits 94 (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 173 (à droite). Exemple de bois de cerf rejeté en préalable au comblement du puits 94; noter la proximité de boules de silex impropres à la réalisation de haches (crédits E. Gallouin, Inrap).



des petites surfaces de quelques mètres carrés et une vingtaine de centimètres d'épaisseur et suggèrent un rejet massif en un secteur précis depuis la surface du sol. D'autres encore, et le cas est ici plus troublant, sont assemblés par paire ou trio et pourraient avoir été contenus, soit dans un sac, soit ficelés ensemble. Le cas est suffisamment récurrent pour correspondre à une pratique « chargée de sens ». Les grosses structures présentent de tels assemblages, aussi bien que les petites (à deux bois: St 361, 358, 341, 290, 334, 2010, 2044, 327, 111; à trois bois: 94, 2005, 2060, 340, 253, 104, 100). Le caractère dépositionnel est ici plus évident, même s'il ne diffère pas fondamentalement du principe de rejet dans l'interface des couches de rebouchage.

La rareté des traces de rongeurs sur les bois, déjà évoquée, suggère par ailleurs un enfouissement rapide de ceux-ci et subséquemment un rebouchage rapide des structures excavées. De fait, l'hypothèse du rejet des bois ayant servi à creuser le puits est privilégiée, même s'il est évident qu'une partie importante d'outils en bois de cerf a été conservée par les mineurs pour d'autres utilisations (tout particulièrement les meules et les andouillers seuls). En effet, seuls 130 puits ont livré un ou plusieurs outils en bois de cerf, sur 480 fouillés.

La grande majorité des outils en bois de cerf retrouvés est issue de ces couches calcaires de rebouchage volontaire des puits et suggère donc une volonté de rejet de ces pièces. Sans entrer dans des considérations spirituelles au risque de se perdre, on ne peut exclure certaines pratiques ou croyances populaires, d'ailleurs à rapprocher du respect de la stratigraphie d'origine lors du rebouchage, d'ordre chtoniennes.

## Comparaisons

Plusieurs mines ont fait l'objet de fouilles en France et en Europe, qui permettent de premières comparaisons avec celles de Ri. Celles permettant les comparaisons les plus abouties sont, sur le plan ostéologique et typologique, celles de Grime's Graves et Durrington Walls (Clutton Brock 1984), sur le plan typologique, celle de Bretteville-le-Rabet (Desloges 1986), Jablines (Bostyn, Lanchon 1992), Serbonnes (Sidéra 1991) et dans une moindre mesure Villemaur-sur-Vanne (Sidéra, 2000). Les autres minières, entre autres polonaises et belges, ne sont pas intégrées à ce chapitre.

### *Bois de chute ou bois de massacre*

Sur les 55 meules observables à Ri, douze ont conservé leur pédicule qui témoigne du prélèvement du bois sur animal mort, vraisemblablement des animaux tués à la chasse ou piégés pour la plupart (fig. 120). Quelques ossements d'un cervidé ont d'ailleurs été identifiés dans un puits (§ 2.3). Cette proportion de quatre bois de chute pour un bois de massacre est comparable à celle observée sur les séries suffisamment étoffées, en particulier sur les sites anglais de Grime's Graves et Durrington Walls. Rappelons qu'il semble que la gestion des cerfs sur le site est soupçonnée être très rigoureuse sur ces deux sites avec l'utilisation de bois de chute de cerfs de quatre à six cors/bois, et le bois de massacre de l'animal de sept cors/bois. Cela n'entraîne toutefois curieusement pas de déséquilibre avec la série de Ri ou celle du Jura, bien au contraire. Dans tous les cas de figure, il ne faut pas oublier que ces constatations ne sont valables que sur ce que l'on a retrouvé (corpus très incomplet) et sous réserve que l'échantillon soit représentatif.

En ce qui concerne les sites du Jura, comme celui de Chalain, A. Billamboz observe une recrudescence des bois de massacre à la fin du Néolithique, mais les chutes restent de toute façon très majoritaires (70 % en moyenne à Chalain; Billamboz 1977).

#### *Récapitulatif*

**Grime's Graves:** 283 pièces

Chute: 230 outils; 81,3 % du corpus

Massacre: 52 outils; 18,4 % du corpus

**Durrington Walls:** 332 pièces

Chute: 290 outils; 87,3 % du corpus

Massacre: 41 outils; 12,3 % du corpus

**Bretteville-le-Rabet:** 50 pièces

Chute: /

Massacre: 1 outil

**Jablins:** 40 pièces

Chute: 3 outils

Massacre: 1 outil

**Jura**

Chute: 70 % à Chalain, 80 % à Clairvaux (fouilles anciennes; Billamboz, 1977)

**Ri:** 427 pièces

Chute: 43 outils; 78 % du corpus

Massacre: 12 outils; 22 % du corpus

#### *Latéralité*

La latéralité des bois ne semble pas être un élément discriminant dans l'usage des bois de cerf. Seul Jean Desloges à Bretteville-le-Rabet fait état d'une disproportion avec un usage des bois gauche pour la réalisation des piochons mais la série semble trop limitée pour constituer un échantillon représentatif. Les autres séries livrent des chiffres révélant un usage équivalent de bois gauche et droit, où l'on ne note pas de choix des bois sur ce critère. Dans le cadre de l'étude des piochons de la minière de Ri, principal outil utilisé et concerné par la latéralisation, la courbure des andouillers (droit ou gauche), qui pourrait s'avérer gênante pour un usage en percussion lancée, est corrigée par entaillage.

#### *Récapitulatif*

**Grime's Graves:** 283 outils

Gauche: 151 outils; 53 % du corpus

Droit: 132 outils; 47 % du corpus

**Durrington Walls:** 332 outils

Gauche: 161 outils; 48,5 % du corpus

Droit: 169 outils; 51,5 % du corpus

**Bretteville-le-Rabet:** 50 outils

Gauche: 35 outils; 70 % du corpus

Droit: 15 outils; 30 % du corpus

**Jablins:** 40 outils

Gauche: 10 outils; 47,5 % du corpus

Droit: 11 outils; 52,5 % du corpus

**Serbonnes:** 81 outils

Gauche: 40 outils; 50 % du corpus

Droit: 41 outils; 50 % du corpus

**Ri:** 427 pièces (327 dont la latéralité est identifiable)

Gauche: 47,5 % du corpus

Droit: 52,5 % du corpus

### Traces de débitage par sectionnement

Les traces techniques observées sur les bois pourraient être quant à elles des marqueurs révélateurs de « cultures » ou de contextes géographiques. Ainsi, le débitage par percussion à l'outil de silex est la technique la plus utilisée, à l'exception de Grime's Graves, site pour lequel ils concernent légèrement moins de la moitié des bois.

Le débitage par le feu, qui consiste à placer la partie à sectionner dans un foyer, se manifeste par une rubéfaction et une desquamation limitée du cortex du bois, ainsi que par des traces de brûlures sur les parties attenantes à la cassure. Cette technique est diversement représentée. Isabelle Sidéra note leur emploi sur quelques rares individus à Serbonnes (2,5 % du corpus) et Villemaur-sur-Vanne (pourcentage non indiqué), et Anne Hauzeur sur un nombre plus important au Ménil-Saint-Loup (Hauzeur *et al.* 2010), tandis que Billamboz ne relève aucun emploi de cette technique dans le Jura. Un cas douteux est signalé à Jablines et un à Bretteville-le-Rabet, sans aucune certitude cependant.

Les sites anglais présentent systématiquement un usage de sectionnement par le feu, bien que des différences très sensibles apparaissent entre Durrington Walls (10 %) et Grime's Graves (50 %), par exemple. La mine de Ri se place quant à elle dans une fourchette haute avec l'emploi du feu sur 28 % des bois dont la technique de fractionnement est identifiable. Elle peut d'ailleurs être associée à des traces de débitage avec un outil de silex, soit sur la même cassure (régularisation ?), soit sur une autre partie du même outil; il s'agit donc de procédés complémentaires et non exclusifs ou divergents.

Sans vouloir faire parler les documents plus qu'ils ne le peuvent, l'examen de la carte (fig. 174) présentant les pourcentages des outils débités par le feu laisse l'impression d'un gradient de présence de l'emploi de cette technique en augmentation suivant la position géographique. Absente dans l'Est (Jura), cette technique utilisée de manière anecdotique dans le Bassin parisien est beaucoup plus répandue (voire dominante) dans les régions situées sur la Manche/mer du Nord. La corrélation entre technique de fractionnement et complexe culturel doit cependant être étayée par l'examen d'autres séries conséquentes

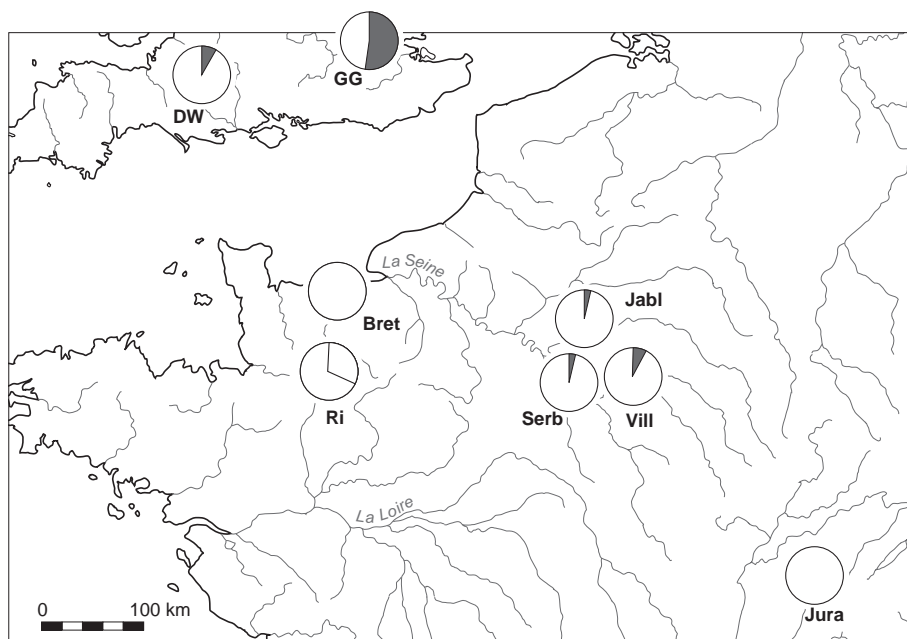


Fig. 174. Carte illustrant les deux techniques de fragmentation des bois de cerf dans quelques minières : en blanc par percussion à l'aide d'un outil en silex, en noir par chauffage (crédits E. Ghesquière, Inrap).



avant de tirer des conclusions sur les quelques rares séries disponibles. Le cas de Bretteville-le-Rabet, avec un seul exemplaire douteux débité au feu (sur un corpus limité) est un des contre-exemples qui incitent à la prudence concernant cette hypothèse. On pourrait de fait avoir un double gradient chronologique et géographique beaucoup plus complexe que celui proposé ici entre zone Manche/mer du Nord et France continentale.

#### Récapitulatif

##### Grime's Graves: 283 pièces

Découpe au feu: 148 outils; 52,3 % du corpus

Découpe par percussion au silex: 165 outils; 58,3 % du corpus

##### Durrington Walls: 332 pièces

Découpe au feu: 48 outils; 14,5 % du corpus

Découpe par percussion au silex: 137 outils; 41,3 % du corpus

##### Bretteville-le-Rabet: 50 pièces

Découpe au feu: 1 outil ?

##### Jablins: 40 pièces

Découpe au feu: 1 outil

##### Serbonnes: 81 outils

Découpe au feu: 2 outils; 2,5 % du corpus

##### Villemaur-sur-Vanne: 172 pièces

Découpe au feu: plusieurs outils; ? % du corpus

##### Jura

Découpe au feu: 0 outil

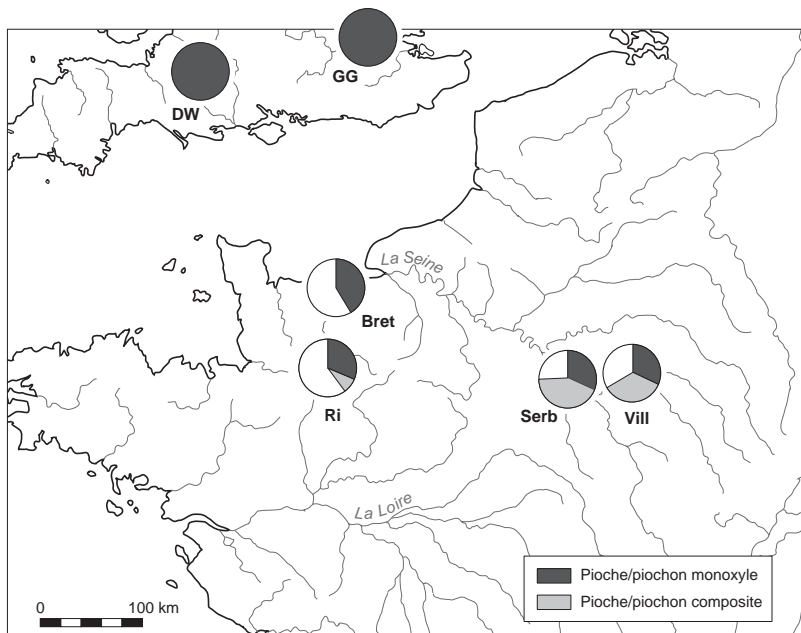
##### Ri: 427 pièces

Découpe au feu: 114 outils; 28 % du corpus

Découpe percussion silex: 204 outils; 48,5 % du corpus

Découpe scie silex: 5 outils; 1 % du corpus

Fig. 175. Carte illustrant la proportion parmi l'outillage des pioches/piochons (en noir) dans quelques minières (crédits E. Ghesquière, Inrap).



#### Outillage minier

Malgré l'absence de corrélation entre les différents types d'outils miniers soulignés en introduction, un bref tableau récapitulatif a été réalisé, montrant l'usage assez généraliste qui est fait de ce type d'outillage (fig. 175). L'outil que l'on peut qualifier de piochon, caractérisé par un manche (plus ou moins long) et une pointe active (andouiller), utilisé en percussion lancée (ou parfois posée) est le plus couramment décrit dans la littérature traitant des minières, entre 30 % à Serbonnes, 40/45 % à Bretteville-le-Rabet et Ri et jusqu'à 100 % à Grime's Graves et Durrington Walls. Son usage dans le cadre du creusement dans des sédiments meubles laisse la place, dans le cadre des zones indurées (plaquettes...), au travail à l'aide de levier, coins et marteaux, représenté suivant les sites entre 0 % (Grime's Graves, Durrington Walls), 30 % (Bretteville-le-Rabet) et plus de 50 % (Jablins) des outils. La série de Ri se place dans la moyenne basse avec l'usage de marteaux et leviers de l'ordre de 11 %.

*Récapitulatif***Grime's Graves:** 283 pièces

Les piochons/pioches: outils exclusifs

**Durrington Walls:** 332 pièces

Les piochons/pioches: outils exclusifs

**Bretteville-le-Rabet:** 50 pièces

Les piochons courts: 40 %

Les marteaux: 10 %

Les leviers: 20 %

Les fourches/griffe: 25 %

**Serbonnes:** 81 pièces

Les piochons: 25 pièces; 31 %

Les marteaux: 15 pièces; 18,5 %

Les fers emmanchés: 37 pièces; 46 %

**Villemaur-sur-Vanne:** 172 pièces

Les outils utilisés en percussion lancée

Les piochons: 72 %, dont la moitié sur andouillers seuls emmanchés

Les marteaux: 11 %

**Ri:** 427 pièces

Les piochons: 192 pièces; 45 %

Les marteaux: 30 pièces; 7,1 %

Les leviers: 17 pièces; 4 %

Les outils utilisés en percussion posée (grandes pointes curvilignes/rectilignes, pointes à poignée, fourche): 43 pièces; 10 %

Andouillers seuls (fers emmanchés possibles pour certains d'entre eux): 49 pièces, dont 24 utilisés: 11,6 %

Pièces incomplètes et inidentifiables: 103 pièces; 23 %

La fouille extensive de la minière de Ri a permis la découverte de 427 bois de cerf entiers ou fragmentés, dont la grande majorité ont été transformés en outils miniers. Dès lors, et malgré un bris important dû aux techniques de fouille, cette série apparaît comme une des plus importantes en contexte minier du nord-ouest de l'Europe. L'état des bois de cerf, sans être parfait, a bénéficié de bonnes conditions de conservation dans le sédiment calcaire, d'autant plus que la majorité a été découverte entre 1,5 et 2,5 m de profondeur sous le niveau du sol actuel.

Leur abandon dans les puits est loin d'être systématique pour tous les outils utilisés. En effet, seul un puits sur trois a livré au moins un élément en bois de cerf et seuls les puits profonds et très profonds en ont livré un échantillon « représentatif » (dix outils par puits). L'étude des conditions de découverte des bois dans les puits a permis de valider certaines hypothèses quant aux conditions de leur abandon. Ainsi, la possibilité de pertes ou d'oublis au fond des puits peut être proposée à partir de pièces laissées au fond des galeries, ou mieux encore incluses dans les couches de calcaire induré au fond des puits. La plupart des bois semblent toutefois avoir été rejetés depuis le sol au fond des puits lors du rebouchage de fin d'exploitation du puits. La présence de bois rejetés par paire ou par tierce suggère même la possibilité de contenant ou de liens retenant ces outils.

L'étude a permis de souligner également la robustesse des bois prélevés pour être utilisés dans le cadre minier, non seulement par le nombre de cors (en moyenne cinq ou six par bois), mais également par la taille des meules et des merrains, comme de la longueur des andouillers et épous et l'épaisseur corticale des bois. D'un point de vue des techniques de découpe des bois, le principal apport de l'étude concerne la reconnaissance d'un débitage par le feu (28 % des bois).

Jusqu'à maintenant, les sites français n'avaient livré que des traces peu sûres concernant l'emploi de cette méthode. En revanche, sur les deux sites anglais de Durrington Walls et Grime's Graves (Clutton-Brock 1984), cette technique est très bien attestée.

L'étude typologique apporte a contrario très peu d'éléments nouveaux quant à la connaissance du phénomène minier en général. La déclinaison des formes utilisées pour creuser est en effet trop liée aux différentes couches de substrat traversé. Ainsi, les apports se limitent à constater l'emploi nettement préférentiel d'outils courts à très courts (piochons moyens ou petits, pointes diverses) et de la faible présence des pioches ou des leviers.

Les comparaisons diverses que l'on peut faire avec les autres sites miniers montrent que, globalement, nous avons une cohérence de l'emploi du bois de cerf dans le cadre minier. Le pourcentage de bois de mue et de massacre, la latéralisation partagée également entre bois droit et bois gauche, la robustesse des outils et leur mode de découpe semblent caractériser tous les ensembles statistiquement représentatifs. Les différences que l'on observe en ce qui concerne la forme et le module des outils marquent pour leur part les distinctions géologiques entre minières et ne semblent pas sujet à variation chronologique au sein de celle-ci; les différents types d'outils (pics/haches en silex, bois de cerf...) demeurent la signature d'une exploitation plutôt que d'une culture ou d'un groupe humain. L'élément le plus marquant reste toutefois la reconnaissance du débitage par le feu employé à grande échelle qui jette un pont entre les deux rives de la Manche. Les sites encore trop clairsemés et/ou les ensembles trop restreints (Bretteville-le-Rabet, Villemaur...) limitent toutefois ces conclusions à des hypothèses de travail qu'il conviendra à l'avenir de confirmer. E.G.

## Les vestiges archéozoologiques

Au cours de la fouille, quelques ossements d'animaux ainsi que des parties anatomiques de mouton en connexion ont été mis au jour. Cette étude archéozoologique a pris en compte la totalité de ces restes de mammifères. Le tamisage des sédiments prélevés au cours de l'opération a livré quelques restes de batraciens, de micromammifères et de coquillages terrestres. Ces derniers ont fait l'objet d'une évaluation et leur contemporanéité stricte avec la période d'utilisation des minières n'est pas clairement assurée pour une partie d'entre eux.

### La méthodologie mise en œuvre

La nature calcaire du terrain a permis la conservation de quelques restes osseux. La proportion de restes indéterminés est très faible et correspond à moins de 15 % du nombre total de restes. Malgré ces éléments, ce nombre est relativement faible; ceci doit vraisemblablement être lié à la vocation artisanale du site.

#### *L'identification ostéologique*

La détermination des mammifères domestiques a été réalisée au laboratoire d'Archéosciences de l'Université de Rennes I. L'identification des restes de mammifères sauvages consiste en l'identification de la nature, la famille, le genre et l'espèce de l'os examiné, ceci à l'aide d'ouvrages de référence (Barone 1976) et d'une collection de comparaison. L'identification se base donc sur la reconnaissance visuelle des parties anatomiques dont la forme est définie par

des critères génétiques constants. L'attribution spécifique n'est cependant pas toujours possible étant donné les caractéristiques anatomiques très proches de certaines espèces tels que le mouton et la chèvre, le porc et le sanglier ou bien encore le cheval et ses hybrides, les termes de caprinés, suidés et équidés pourront être utilisés.

### *Les méthodes de quantification*

#### ▮ Le nombre de restes par espèce (NRE)

Une fois l'identification terminée, les restes osseux ont été comptabilisés puis regroupés en fonction de la nature et de l'espèce. Ce décompte permet d'obtenir le nombre de restes par espèce (NRE) offrant une image globale de la diversité des espèces présentes sur le site, tout en précisant l'effectif de restes osseux. Lors de ce comptage, les os trouvés en connexion ainsi que ceux qui ont subi des cassures fraîches et qui s'avèrent, après remontage, n'appartenir qu'à un seul et unique os ont été comptabilisés comme un seul reste.

#### ▮ Le poids de restes (PR)

Les os ont été systématiquement pesés, avec une précision de 1 g, ce qui permet de considérer la place de chaque espèce dans l'alimentation carnée en termes de poids de viande. Le rapport entre le poids de restes et le nombre de restes renseigne sur le poids moyen des restes de chaque espèce et, par conséquent, sur l'état de fragmentation du matériel.

### *Estimation de l'âge et de la stature des individus*

#### ▮ Estimation de l'âge d'abattage

Seules les parties anatomiques de mouton, retrouvées en connexion anatomique, ont pu faire l'objet d'une estimation de l'âge à l'abattage. Pour cela, les données dentaires ont été sollicitées selon deux méthodes :

- la première se base sur les cycles d'éruption et de remplacement des dents de lait ;
- la seconde se fonde sur le stade d'usure de l'émail présent sur la surface masticatrice de la dent. Un code d'usure est alors attribué pour chaque molaire et pour la totalité de la mandibule concernée. Le recours aux travaux de S. Payne (Payne, 1973) a permis d'attribuer un âge relatif d'abattage. Les stades épiphysaires ont également été observés (selon Barone, 1976) sur les os longs puis utilisés afin de confirmer, compléter et/ou préciser l'estimation obtenue.

#### ▮ La stature

Les os entiers sont très peu représentés au sein de ce lot. Ainsi, seuls les os longs des membres et des bas de pattes du mouton ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse à affichage digital, selon les critères définis par A. von den Driesch (von den Driesch, 1976).



## L'analyse des restes osseux

Cet ensemble est composé de 131 restes osseux dont plus de 85 % ont pu être identifiés au rang de l'espèce et de l'os (tab. 4). Les principales espèces domestiques sont présentes mais elles ne sont pas majoritaires en nombre de restes. La faune sauvage se caractérise, quant à elle, par sa relative diversité, cinq espèces de mammifères sauvages ont été identifiées. Des restes attribués aux micromammifères et aux batraciens complètent cette liste (tab. 4). Ces derniers n'ont pu être déterminés au rang de l'espèce. Cependant le nombre minimum d'individus de fréquence, attribué à partir des *scapulae*, indique la présence d'au moins deux individus provenant d'au moins deux espèces différentes.

|                                     | Nom latin                    | N.R.       | NMIF      | P.R.         |
|-------------------------------------|------------------------------|------------|-----------|--------------|
| Bœuf                                | <i>Bos taurus</i>            | 6          | 1         | 620          |
| Caprinés                            | <i>Caprini</i>               | 2          | 1         | 38           |
| Mouton                              | <i>Ovis aries</i>            | 43         | 1         | 187          |
| Porc                                | <i>Sus scrofa domesticus</i> | 3          | 1         | 69           |
| <b>Total mammifères domestiques</b> |                              | <b>54</b>  | <b>4</b>  | <b>914</b>   |
| Cheval                              | <i>Equus caballus</i>        | 2          | 2         | 216          |
| Cerf                                | <i>Cervus elaphus</i>        | 2          | 1         | 22           |
| Blaireau                            | <i>Meles meles</i>           | 7          | 2         | 94           |
| Martre                              | <i>Martes martes</i>         | 8          | 1         | 18           |
| Fouine                              | <i>Martes foina</i>          | 5          | 1         | 33           |
| Microfaune                          |                              | 2          | 2         | /            |
| Batracien                           |                              | 32         | 2         | 4            |
| <b>Total mammifères sauvages</b>    |                              | <b>58</b>  | <b>11</b> | <b>387</b>   |
| Total des restes déterminés         |                              | 112        |           | 1 301        |
| Total des restes indéterminés       |                              | 19         |           | 44           |
| <b>TOTAL</b>                        |                              | <b>131</b> |           | <b>1 345</b> |

Tab. 4. Dénombrement des restes osseux, en nombre de restes, en nombre minimum d'individus de fréquence et en masse des restes (crédits A. Baudry, Inrap).

identifiés comme appartenant au même individu et seront discutés séparément de l'ensemble au vu de leur singularité. La chèvre n'a pas été identifiée de façon formelle. L'absence de restes de chien est également à noter.

Le faible nombre de restes attribués aux espèces domestiques ainsi que la fonction du site ne nous permettent pas d'exploiter ces données en termes d'économie alimentaire et d'exploitation du cheptel. Nous pouvons néanmoins noter que le nombre minimum d'individus de fréquence (NMIF) est de un, quelle que soit l'espèce domestique observée. Cet élément n'est pas anodin car les effets de la conservation différentielle sont plus préjudiciables aux espèces de petite taille par comparaison aux restes de grands mammifères. La place et le rôle du porc et des petits ruminants sont ainsi souvent sous-évalués. Dans le cas présent, les trois principales espèces domestiques semblent avoir les proportions relativement similaires au sein du lot initial.

### Les espèces sauvages

La liste d'espèces sauvages est composée de grandes espèces comme le cerf et le cheval ainsi que de gibiers plus petits comme le blaireau, la martre et la fouine (tab. 4). Il s'agit donc de deux types bien distincts. La présence d'espèces à haut rendement en viande tels que le cerf et plus particulièrement le cheval illustre une chasse dont la motivation est principalement alimentaire. Elle nous indique également l'existence de ces deux espèces et du biotope qui leur est associé à proximité de la carrière.

Les restes attribués aux petits carnivores (martre et fouine) sont plutôt à rapprocher d'animaux piégés dans les galeries encore ouvertes. La réutilisation postérieure au rebouchage des puits par les blaireaux est récurrente sur le site, réutilisant certaines galeries. La présence d'ossements de cette espèce peut être éventuellement liée à cette occupation naturelle. Aucune trace de prélèvement de la peau n'a été observée sur les carnassiers.

### Les animaux domestiques

Trois des principales espèces domestiques attestées au Néolithique dans le nord et le nord-ouest de la France sont présentes sur le site. Il s'agit du bœuf, du mouton/chèvre et du porc. Les restes de caprinés ont pu faire l'objet d'une détermination au rang de l'espèce et attestent de la présence du mouton. Celui-ci s'illustre par la présence des deux pattes arrière retrouvées presque complètes et en connexion anatomique ainsi que les deux mandibules et quelques côtes et vertèbres, soit un total de 43 restes osseux. Ces éléments ont été

### *La répartition anatomique des restes osseux*

Le nombre de restes déterminés au rang de l'espèce et de la partie anatomique est trop peu important pour pouvoir analyser la distribution anatomique des restes et ainsi mettre en évidence d'éventuelles sélections anatomiques. Des remarques sur les parties anatomiques présentes peuvent toutefois être énoncées à partir du tableau de répartition anatomique (tab. 5).

Le bœuf, le porc, les caprinés, le cerf et le cheval sont représentés uniquement par des fragments de crâne, des dents isolées et des restes d'os longs (tab. 5). Ces restes correspondent aux parties les plus résistantes du squelette, et leur présence en forte proportion est à attribuer aux effets de la conservation différentielle. De même, l'absence systématique des os appartenant au squelette axial (*scapula*, *coxal*, vertèbre, côte) et aux petits os du carpe et du tarse, est également la conséquence des conditions de préservation. Cependant, les restes appartenant à la tête ainsi qu'au bas de pattes (le métacarpe de cerf, tab. 5) suggèrent que ce lot est issu de l'abattage et de la consommation de ces espèces.

### *Les parties anatomiques de mouton*

Deux pattes arrière quasi complètes de caprinés ont été mises au jour en connexion anatomique dans le comblement sommital du puits St. 2005 (fig. 176, tab. 6). La patte gauche était composée de l'épiphyse distale du fémur, du tibia, de la *patella*, du *calcaneum*, du talus de l'os naviculaire, du métatarse, des deux phalanges proximales, des deux phalanges médiales et des deux phalanges distales. La patte droite était incomplète (fémur, métatarse, deux phalanges proximales, deux phalanges médiales, une phalange distale. À quelques centimètres de ces pattes arrière ont été retrouvées deux mandibules, quatre vertèbres lombaires et une dizaine de côtes. Tous ces ossements semblent appartenir au même individu. La distinction entre chèvre et mouton a pu être réalisée à partir des travaux de Clutton-Brock (Clutton-Brock, Dennis-Bryan 1990) attestant que cet individu est un mouton. Cet animal est en possession de la totalité de ses dents définitives et les stades d'usure de l'émail, présents sur la surface masticatrice de la dent, livrent une estimation de l'âge à la mort compris entre 36 et 48 mois. Cette fourchette est confirmée par l'observation des stades d'épiphysation. En effet, la totalité des os sont soudés (selon les tables de Barone 1976) et l'épiphysation du *calcaneum* indique un âge d'abattage supérieur à 36 mois. L'estimation de la taille au garrot du mouton a été effectuée à partir des mesures réalisées sur les os longs des membres et les phalanges proximales. Elle nécessite également l'utilisation du coefficient multiplicateur. Chacun de ces ossements a donc subi une série de mesures (tab. 6). Les mesures obtenues fournissent une estimation moyenne de 62,8 cm de hauteur au garrot.

|               | Bœuf     | Mouton    | Caprinés | Porc     | Cheval   | Cerf     |
|---------------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| Crâne         | 1        |           |          | 1        |          |          |
| Maxillaires   | 1        |           |          |          |          |          |
| Dents sup.    | 1        |           |          |          |          |          |
| Mandibules    | 1        | 2         |          | 1        |          |          |
| Dents inf.    |          |           |          | 1        |          |          |
| Dents ind.    |          |           |          |          |          |          |
| Atlas         |          |           |          |          |          |          |
| Axis          |          |           |          |          |          |          |
| Cervicales    |          |           |          |          |          |          |
| Thoraciques   |          |           |          |          |          |          |
| Côtes         |          | 17        |          |          |          |          |
| Sternum       |          |           |          |          |          |          |
| Lombaires     |          | 4         |          |          |          |          |
| Sacrum        |          |           |          |          |          |          |
| Caudales      |          |           |          |          |          |          |
| Vert. Ind.    |          |           |          |          |          |          |
| Scapula       |          |           |          |          |          |          |
| Humérus       | 1        |           | 1        |          |          |          |
| Radius        | 1        |           | 1        |          | 2        | 1        |
| Ulna          |          |           |          |          |          |          |
| Carpe         |          |           |          |          |          |          |
| Métacarpe     |          |           |          |          |          | 1        |
| Coxaux        |          |           |          |          |          |          |
| Fémurs        |          | 2         |          |          |          |          |
| Tibia         |          | 1         |          |          |          |          |
| Tarse         |          | 4         |          |          |          |          |
| Métatarse     |          | 2         |          |          |          |          |
| Métapodes     |          |           |          |          |          |          |
| Sésamoïdes    |          |           |          |          |          |          |
| Phalanges I   |          | 4         |          |          |          |          |
| Phalanges II  |          | 4         |          |          |          |          |
| Phalanges III |          | 3         |          |          |          |          |
| <b>Total</b>  | <b>6</b> | <b>43</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>2</b> | <b>2</b> |

Tab. 5. Distribution anatomique des restes de bœuf, de mouton, de caprinés, de porc, de cheval et de cervidés (nombre) (crédits A. Baudry, Inrap).



Fig. 176. Vue d'ensemble du mouton en cours de fouille dans la tête du puits St. 2005 (crédits D. Corde, Inrap).

|            | L.T. | PDt  | PDp | DiaDt | DiaDp | DDt  |
|------------|------|------|-----|-------|-------|------|
| Fémur      |      | 43,2 |     | 15,27 | 33,98 |      |
| Tibia      |      |      |     | 12,9  | 23,56 | 18,6 |
| Phalange I | 34,3 | 11,9 |     | 8,6   | 10,02 |      |
| Phalange I | 34,9 | 11   | 8,5 | 9,8   |       |      |
| Phalange I | 35,3 | 11,4 | 8,4 | 9,9   |       |      |
| Phalange I | 34,5 | 11,1 | 8,6 | 9,9   |       |      |

Tab. 6. Données ostéométriques selon la nomenclature de von den Driesch (1976). Les mesures sont exprimées en mm (crédits A. Baudry, Inrap).

Il est important de mentionner que la contemporanéité de ces parties anatomiques de mouton avec le fonctionnement de la minière n'est pas attestée. La conservation des restes est également très différente du reste du matériel osseux tout comme la préservation de certains os qui sont absents du lot principal. Tous ces éléments invitent à être prudent sur l'interprétation : s'agit-il d'un dépôt volontaire ? S'agit-il d'un individu amené et consommé par un charognard ? Ou bien d'un individu mort sur place de maladie ?

En dernier point, nous pouvons ajouter que les ossements sont en bon état de conservation ; pourtant l'observation minutieuse de la surface osseuse n'a livré aucune trace de dents de carnivores ou bien de trace anthropique.

### Étude de la malacofaune terrestre

Le tamisage des prélèvements effectués au cours de la fouille a révélé la présence de coquilles terrestres au sein du comblement des structures 125, 132, 468 et 665. Une étude malacologique complète (origine du dépôt, décomptes, biométrie, interprétations paléoenvironnementales...) n'a pas été réalisée car elle nécessite un protocole de prélèvement et d'échantillonnage précis, en fonction du type de site et de la densité des coquilles et ceci dès la phase de terrain. Sans cette précaution, la vision des spectres malacofauniques est tronquée et ne permet pas de discuter de l'origine et de la présence d'accumulations de coquilles ni de préciser les environnements proches. Chaque espèce est soumise à des conditions écologiques différentes et plus le panel est représentatif, plus

ces environnements peuvent être précisés.

Le tamisage réalisé par les archéologues à l'aide de tamis de 5 et de 2 mm a toutefois donné lieu à des observations intéressantes et nous permet d'énoncer quelques points. Cinq espèces ont été identifiées : *Cepaea* sp. (*C. hortensis* ou *C. nemoralis*) et *Pomatias elegans* ont été observés en quantité assez importante notamment au sein de la structure 132. Les deux autres *Discus rotundatus* et une espèce appartenant à la famille des *Clausiliidae* ne sont présentes qu'en très faible quantité (fig. 177). Ces espèces sont de groupes écologiques différents et leur association ne donne pas d'informations sur un environnement précis. Toutefois, elles sont toutes représentatives d'un environnement calcaire.

Ce lot ne s'apparente donc pas à un dépôt ou à un rejet anthropique mais bien à une accumulation naturelle.

Ce lot diverge en plusieurs points de ceux étudiés en contexte d'habitat, cela est dû en premier lieu à la forte proportion des espèces sauvages (plus de la moitié du nombre de restes déterminés, sans compter les bois de cerf). En effet, au Néolithique moyen les espèces domestiques dominent très nettement les listes de faune obtenues pour les sites Michelsberg de la vallée de l'Aisne (Hachem 1989)



Fig. 177. Coquillages les plus représentés au sein des refus de tamis. 1. *Cepea* sp. (L = 21 mm), 2. *Cecilioides acicula* (L = 4 mm), 3. *Discus rotundus* (L = 16 mm), 4. *Pomatias elegans* (L = 13 mm), 5. *Clausiliidae* (L = 9 mm) (crédits C. Dupont, CNRS et A. Baudry, Inrap).

ainsi que pour les sites chasséens de l'Oise et du nord de la France (Arbogast *et al.* 1991). En effet, ces listes de faune se caractérisent par la présence majoritaire des bovins, suivis par les suidés et les caprinés. Au sein de ce lot, les proportions sont relativement similaires entre les trois principales espèces domestiques et sont identiques lorsque l'on relativise les données par l'utilisation du NMIF. L'analyse de ce lot d'ossements apporte donc des éléments nouveaux sur la place et la signification des restes d'animaux en contexte artisanal, celui des mines de silex, et non en contexte domestique et plus particulièrement au sein d'un contexte spécifique au Néolithique bas-normand.



## La datation des puits

Le volet datation/chronologie formait un des axes majeurs des problématiques élaborées avant la fouille (*cf.* chap. 1). Il importait donc lors de l'étude de la minière de recueillir le maximum d'éléments de datation susceptibles de nous renseigner sur la genèse, puis le développement et l'abandon du site, dans la mesure où seul un transect de la minière a été fouillé.

Ce problème de la datation des sites d'extraction est la pierre d'achoppement sur laquelle nombre d'études ont buté. Il est en effet rare de découvrir des restes mobiliers « datables » comme la céramique au sein des remplissages des puits. Ils ne peuvent, de plus, être considérés bien souvent comme des éléments diagnostics en termes de chronologie puisqu'ils sont souvent liés à des sols piégés lors du soutirage des structures (lorsqu'ils sont partiellement comblés), ou au comblement terminal des puits, dont la séquence stratigraphique ne permet pas de proposer un lien direct avec son comblement et encore moins son utilisation. Nous pouvons voir à ce sujet l'étude de la minière de Grime's Graves dont les puits ont piégé un mobilier important dont les datations s'échelonnent du Néolithique final britannique à l'âge du Bronze moyen, parfois dans la même tête de puits (Longworth *et al.* 1991).

Pour les datations isotopiques, les problèmes stratigraphiques sont de même nature et il est bien souvent délicat de préciser la relation entre « l'événement humain » et « l'événement radiocarbone ». Un prélèvement de charbons de bois piégés dans le comblement d'un puits ou d'une galerie n'aura ainsi pas la même pertinence chronologique que des charbons de bois issus du mouchage d'une torche ou d'un foyer. À Ri, nous avons rencontré les mêmes écueils. Du mobilier céramique a été découvert dans un seul puits (St. 55) et ne peut témoigner à coup sûr du creusement ou de l'abandon de cette structure. En ce qui concerne les datations radiocarbone, il a été décidé de choisir une seule source, en l'occurrence les bois de cerf, et de privilégier une seule position stratigraphique, à la base des puits. Ce choix matériau/stratigraphie semble pertinent, considérant le matériau approprié en termes de datation et surtout de corrélation entre « l'événement radiocarbone » (la chute du bois) et « l'événement humain » (la collecte du bois).

### Les éléments céramiques

Le puits St. 55 a livré une petite poignée de tessons (fig. 178). Le mobilier était pris dans une matrice limoneuse sombre qui scellait le comblement sommital du puits. Ce dernier présentait la particularité de montrer un soutirage très important qui a fait s'affaisser sur près de 30 cm un amas de débitage qui devait à l'origine obstruer la tête du puits (fig. 93). Les tessons ne sont donc très probablement pas à mettre strictement en relation avec la structure d'extraction mais plutôt avec un sol qui a glissé vers la tête du puits à l'occasion du tassement de son comblement.

Parmi les tessons, quatre éléments ont pu faire l'objet d'une restitution graphique. Il s'agit d'un plat à pain d'un diamètre assez important (fig. 178, n° 1), de deux éléments de bord, l'un légèrement rentrant (bol ? ; fig. 178, n° 2), l'autre arborant un profil sinueux (en S ? ; fig. 178, n° 3), et d'un fragment de panse appartenant à un vase à profil en S (fig. 178, n° 4). L'ensemble de ce mobilier, bien que peu abondant, évoque tout à fait le NMII régional dans sa phase datée du début du IV<sup>e</sup> millénaire (Chancerel, Billard 1991 ; Chancerel *et al.* 2006 ; Marcigny 2014).

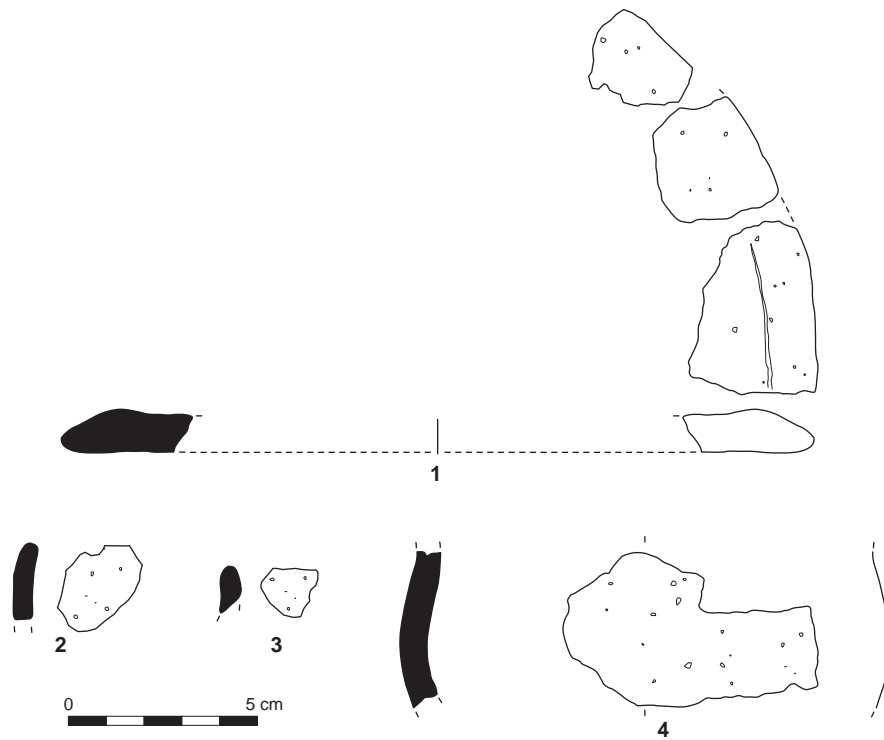
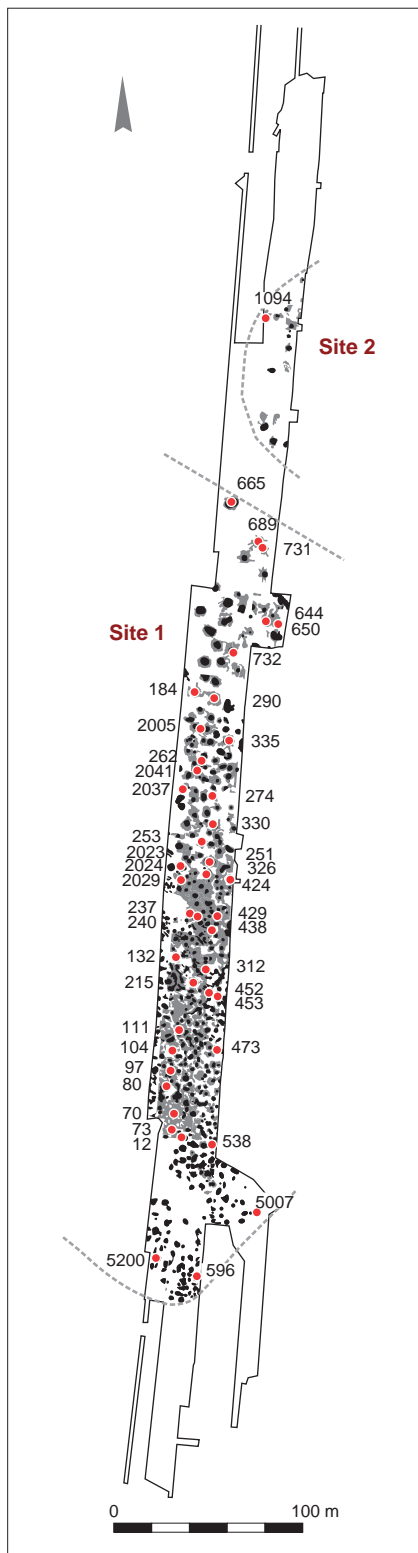


Fig. 178. Mobilier céramique du puits St. 55 (crédits S. Clément-Sauleau, Inrap).

### Les datations isotopiques

Au total, 52 dates ont été effectuées sur des bois de cerf. Ce chiffre ne reflète pas un choix raisonné portant sur un nombre de structures largement défini en amont mais sur un terme financier qui a limité nos velléités initiales qui étaient de dater tous les puits mis au jour lors de la fouille (pour rappel, le nombre de puits sur l'emprise routière avait été estimé entre 30 et 50 puits environ à l'issue du diagnostic). L'option retenue, en plus des choix stratigraphiques précédemment énoncés, a été de privilégier l'approche spatiale de la minière. Le site 1 a donc fait l'objet de 51 mesures de date (fig. 179) et le site 2 une seule par manque de matériau. Pour le site 1, tous les types de puits ont été datés, couvrant ainsi toute l'étendue de notre transect (trois puits ont été datés deux fois – une date par galerie – : St. 330, 644 et le 732). Il a aussi été décidé de tester des « couples de puits » de manière à essayer de mesurer leur synchronicité éventuelle ; comme par exemple avec St. 644/643 (puits très profonds) et St. 237/240 (puits de profondeur moyenne).



**Résultats**

Les 52 datations ont été obtenues par mesure classique à l'exception de celle du puits St. 12 réalisée en tout début d'opération de fouille par accélérateur.

| Code laboratoire    | Date         | Calibré BC | N° puits | Matériaux    |
|---------------------|--------------|------------|----------|--------------|
| Lyon-4370(OxA)      | 5075 ± 35 BP | 3963-3780  | St. 12   | bois de cerf |
| Ly-9010(SacA 28220) | 4875 ± 35 BP | 3750-3538  | St. 70   | bois de cerf |
| Ly-14651            | 5015 ± 35 BP | 3941-3707  | St. 73   | bois de cerf |
| Ly-9011(SacA 28221) | 4945 ± 35 BP | 3790-3651  | St. 80   | bois de cerf |
| Ly-9012(SacA 28222) | 5090 ± 30 BP | 3964-3797  | St. 97   | bois de cerf |
| Ly-14652            | 5065 ± 35 BP | 3957-3777  | St. 104  | bois de cerf |
| Ly-14653            | 5085 ± 35 BP | 3963-3792  | St. 111  | bois de cerf |
| Ly-14654            | 4985 ± 35 BP | 3928-3664  | St. 132  | bois de cerf |
| Ly-14655            | 5035 ± 35 BP | 3949-3712  | St. 184  | bois de cerf |
| Ly-14656            | 5030 ± 40 BP | 3952-3708  | St. 215  | bois de cerf |
| Ly-14657            | 5060 ± 35 BP | 3957-3770  | St. 237  | bois de cerf |
| Ly-14658:           | 5055 ± 35 BP | 3956-3773  | St. 240  | bois de cerf |
| Ly-14659            | 5040 ± 35 BP | 3953-3712  | St. 251  | bois de cerf |
| Ly-14660            | 5080 ± 35 BP | 3965-3789  | St. 253  | bois de cerf |
| Ly-14664            | 5090 ± 35 BP | 3966-3796  | St. 262  | bois de cerf |
| Ly-14665            | 5155 ± 35 BP | 4037-3822  | St. 274  | bois de cerf |
| Ly-14666            | 5055 ± 35 BP | 3957-3770  | St. 290  | bois de cerf |
| Ly-14667            | 5020 ± 35 BP | 3944-3706  | St. 312  | bois de cerf |
| Ly-9013(SacA 28223) | 5075 ± 35 BP | 3962-3785  | St. 326  | bois de cerf |
| Ly-9014(SacA 28224) | 5155 ± 35 BP | 4043-3811  | St. 330  | bois de cerf |
| Ly-9015(SacA 28225) | 5200 ± 30 BP | 4044-3962  | St. 330  | bois de cerf |
| Ly-7328(SacA 20944) | 5095 ± 30 BP | 3965-3798  | St. 335  | bois de cerf |
| Ly-9016(SacA 28226) | 5160 ± 35 BP | 4045-3937  | St. 424  | bois de cerf |
| Ly-7329(SacA 20945) | 5130 ± 35 BP | 3983-3806  | St. 429  | bois de cerf |
| Ly-9017(SacA 28227) | 5105 ± 35 BP | 3972-3798  | St. 438  | bois de cerf |
| Ly-9018(SacA 28228) | 5070 ± 30 BP | 3958-3788  | St. 452  | bois de cerf |
| Ly-14668            | 5155 ± 40 BP | 4039-3815  | St. 453  | bois de cerf |
| Ly-14669            | 5090 ± 40 BP | 3969-3790  | St. 473  | bois de cerf |
| Ly-14670            | 5125 ± 35 BP | 3981-3804  | St. 490  | bois de cerf |
| Ly-9019(SacA 28229) | 5080 ± 35 BP | 3964-3788  | St. 538  | bois de cerf |
| Ly-14671            | 5105 ± 30 BP | 3969-3799  | St. 596  | bois de cerf |
| Ly-14672            | 5135 ± 35 BP | 3985-3808  | St. 643  | bois de cerf |
| Ly-14673            | 5095 ± 35 BP | 3968-3795  | St. 644  | bois de cerf |
| Ly-9020(SacA 28230) | 5145 ± 30 BP | 4039-3810  | St. 644  | bois de cerf |
| Ly-9021(SacA 28231) | 5120 ± 30 BP | 3974-3806  | St. 650  | bois de cerf |
| Ly-14731            | 5190 ± 35 BP | 4045-3956  | St. 665  | bois de cerf |
| Ly-14732            | 5130 ± 35 BP | 3983-3805  | St. 689  | bois de cerf |
| Ly-9022(SacA 28232) | 5110 ± 30 BP | 3970-3802  | St. 714  | bois de cerf |
| Ly-14733            | 5065 ± 40 BP | 3961-3770  | St. 731  | bois de cerf |
| Ly-9023(SacA 28233) | 5175 ± 35 BP | 4049-3821  | St. 732  | bois de cerf |
| Ly-14734            | 5200 ± 35 BP | 4046-3958  | St. 732  | bois de cerf |
| Ly-9024(SacA 28234) | 4650 ± 35 BP | 3518-3360  | St. 1026 | bois de cerf |
| Ly-14735            | 4495 ± 40 BP | 3355-3027  | St. 1094 | bois de cerf |
| Ly-9025(SacA 28235) | 5250 ± 35 BP | 4226-3975  | St. 2005 | bois de cerf |
| Ly-9026(SacA 28236) | 5095 ± 35 BP | 3968-3796  | St. 2023 | bois de cerf |
| Ly-7330(SacA 20946) | 5120 ± 35 BP | 3978-3802  | St. 2024 | bois de cerf |
| Ly-9027(SacA 28237) | 5160 ± 30 BP | 4042-3820  | St. 2029 | bois de cerf |
| Ly-9028(SacA 28238) | 5105 ± 35 BP | 3972-3798  | St. 2036 | bois de cerf |
| Ly-7331(SacA 20947) | 5105 ± 30 BP | 3968-3801  | St. 2037 | bois de cerf |
| Ly-14736            | 5255 ± 35 BP | 4228-3975  | St. 2041 | bois de cerf |
| Ly-9029(SacA 28239) | 5285 ± 35 BP | 4234-3992  | St. 5007 | bois de cerf |
| Ly-14737            | 5195 ± 35 BP | 4045-3956  | St. 5200 | bois de cerf |

Fig. 179. Datations <sup>14</sup>C obtenues sur la mine: provenance des échantillons datés (crédits C. Marcigny, Inrap).

### *Interprétations chronologiques*

Les dates reflètent bien l'utilisation des deux groupes de structures minières. La date obtenue sur le site 2 est en effet beaucoup plus récente comparée à celle du site 1 (fig. 180), puisque presque un demi-millénaire les sépare dans le temps (en date BP).

La mine la plus ancienne (dans l'emprise) semble avoir une période d'activité couvrant une plage de temps comprise entre 3970 et 3540 avant notre ère sur la base des dates calibrées, soit un peu plus de quatre siècles (430 ans exactement) si l'on fait abstraction des écarts-type (entre 5285 et 4650 BP). Si ce chiffre peut paraître très important, il est fortement à relativiser devant le nombre de structures reconnues sur le transect fouillé et le nombre estimé sur l'ensemble de la mine (plus de 5 000 puits). Si on voulait considérer le site 1 comme une phase d'exploitation très ramassée dans le temps, un modèle bayésien tenté sur l'ensemble des dates isotopiques disponibles nous placerait dans une phase d'utilisation de la mine comprise entre 3958 et 3928, soit une trentaine d'années pour exploiter le secteur ouvert en fouille. On peut ainsi évaluer sur l'ensemble de la mine le nombre de puits ouverts par année, et en considérant que notre transect est pertinent au niveau de la représentation, on pourrait sans appréciation précieuse l'estimer entre 20 et 30 ans.

Le site 2 est daté quant à lui de la deuxième moitié du IV<sup>e</sup> millénaire grâce à une unique mesure obtenue sur un bois de cerf du puits St. 1094. Ce résultat est bien entendu trop limité pour mériter de longs commentaires.

### Approche spatiale des datations

Malgré toutes les réserves liées aux types de matériaux choisis pour les datations, nous avons décidé à titre d'hypothèse de considérer ces dates comme valides et reflétant avec justesse la période d'utilisation de la mine de manière à tenter une modélisation spatiale de nos données. Cette modélisation, qui repose sur l'interpolation de nos données par la méthode du krigeage, a pour objectif de comprendre le développement du site à partir de sa phase d'exploitation la plus ancienne.

Dans notre modèle, les puits, préalablement géoréférencés, servent d'ancrage en X et Y aux datations qui deviennent alors les Z de notre géoréférencement (datation utilisée non calibrée et sans écarts type). Ce système spatial assez simple est alors complété pour sa figuration par interpolation de manière à calculer les points manquants afin de former un modèle numérique (fig. 181). Malgré des imperfections liées à des vides d'informations sur la cartographie des datations, des points essentiels sur le plan interprétatif se détachent très nettement pour le site 1 (le site 2 ne prête pas à modélisation).

En premier lieu, les dates les plus anciennes sont situées sur le pourtour de la nappe formée par les ouvertures des puits. Ainsi il semble, comme bien souvent sur ce type de site, que la typologie des creusements n'est nullement le reflet d'une évolution chronologique. Au contraire, il apparaît que les premiers puits, datés entre 4100 et 4000 avant notre ère enserrant la zone à exploiter, qu'ils soient profonds ou non, délimitant en quelque sorte le territoire d'exploitation. Après 4000 avant notre ère, l'ensemble de la mine est exploité avec visiblement un gradient chronologique : les datations les plus anciennes étant situées à l'est, vers le cœur de l'exploitation si l'on se fie aux prospections au sol, et les plus récentes vers l'ouest, soit à nouveau vers les marges de la zone exploitée.

Ce système en trois temps – délimitation de la zone, exploitation du cœur de l'exploitation, puis à nouveau sur les marges – est particulièrement prégnant sur



OxCal v4.3.2 Bronk Ramsey (2017); r:5 IntCal13 atmospheric curve (Reimer *et al.* 2013)

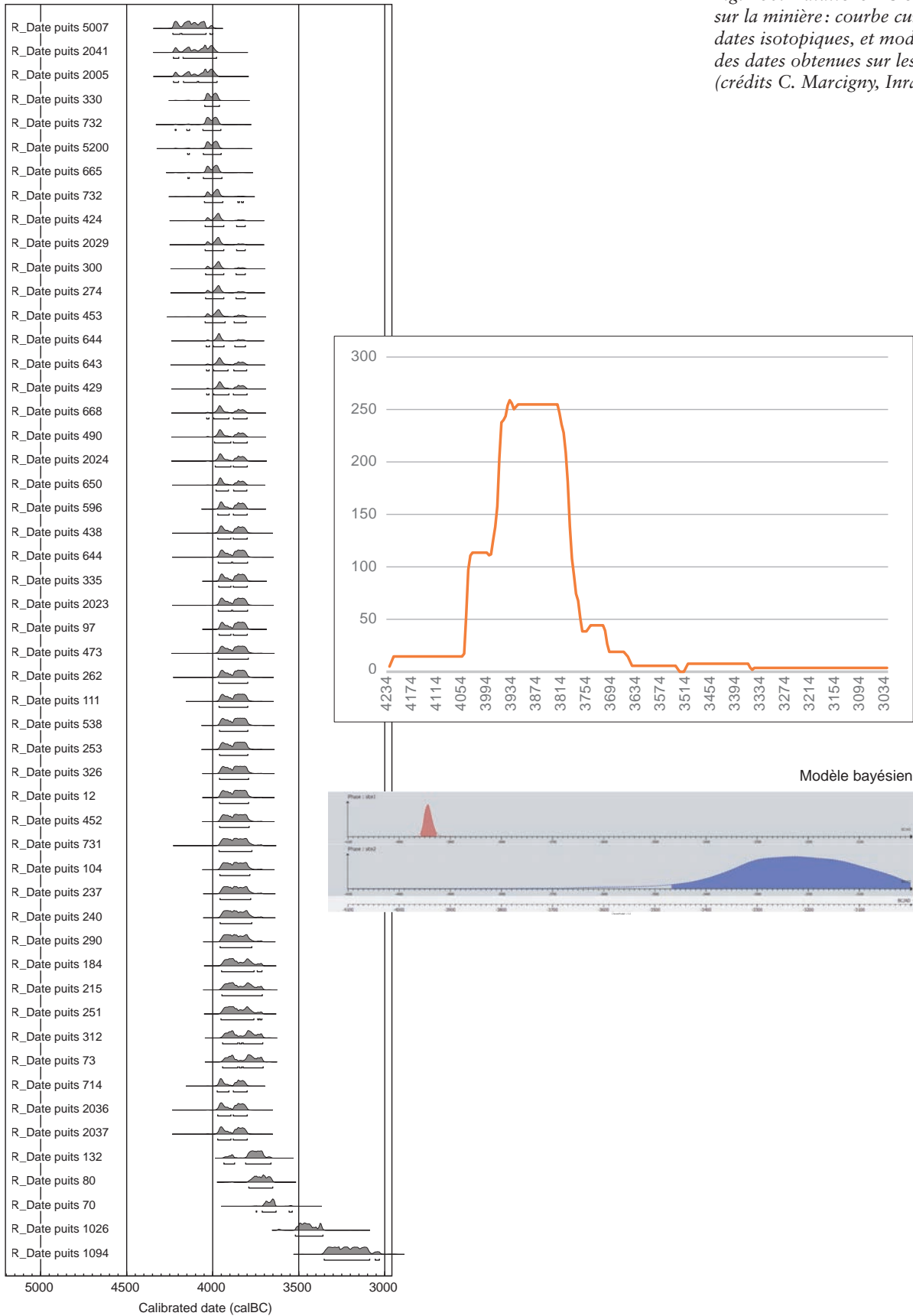


Fig. 180. Datations <sup>14</sup>C obtenues sur la mine: courbe cumulée des dates isotopiques, et modèle bayésien des dates obtenues sur les deux sites (crédits C. Marcigny, Inrap).

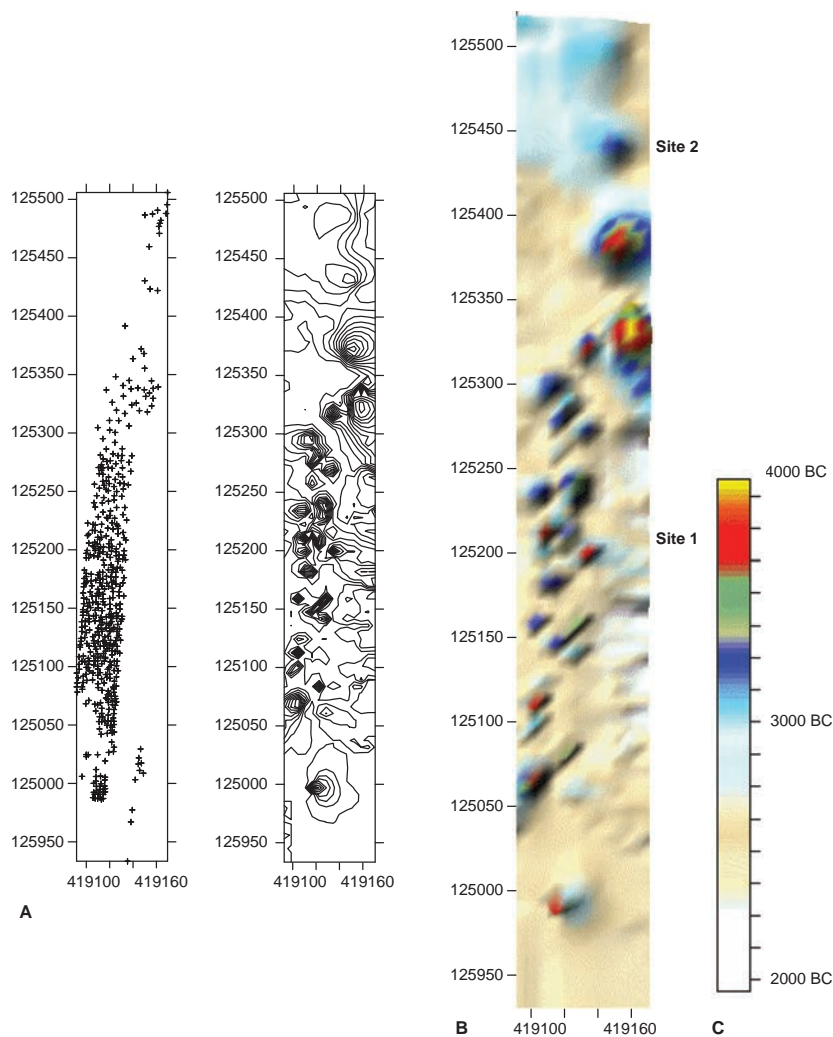


Fig. 181. Tentative de modélisation des datations  $^{14}\text{C}$  en BP (interpolation des données - krigage):  
 A. Les informations géoréférencées;  
 B. Courbes de niveau (la date est le Z);  
 C. Interpolation des données (crédits C. Marcigny, Inrap).

la mine de Ri et demanderait bien entendu à être validé sur le site même par un second transect est-ouest puis à être comparé avec d'autres sites d'extraction où le même protocole de datation serait appliqué. Pour l'heure, toutes ces constatations restent hypothétiques, mais elles ouvrent sur une nouvelle façon d'appréhender le développement dans le temps des sites d'extraction.

## Conclusions

La surface totale de la mine de Ri-Ronai était estimée à une trentaine d'hectares, d'après les prospections terrestres; nous l'avons ramenée à 25 hectares après l'analyse taphonomique des vestiges dans les labours dont certains appartiennent très vraisemblablement à une zone colluvionnée.

Le passage de l'autoroute A88 dans ce secteur a permis d'ouvrir un transect d'un peu plus de 2 hectares dans la mine selon un axe nord-sud (dans sa largeur). Cet échantillonnage à presque 10 % de la zone d'exploitation a permis de dégager un peu plus de 550 têtes de puits dont la plupart ont fait l'objet d'une fouille mécanique ou manuelle, offrant un des plus gros échantillons de

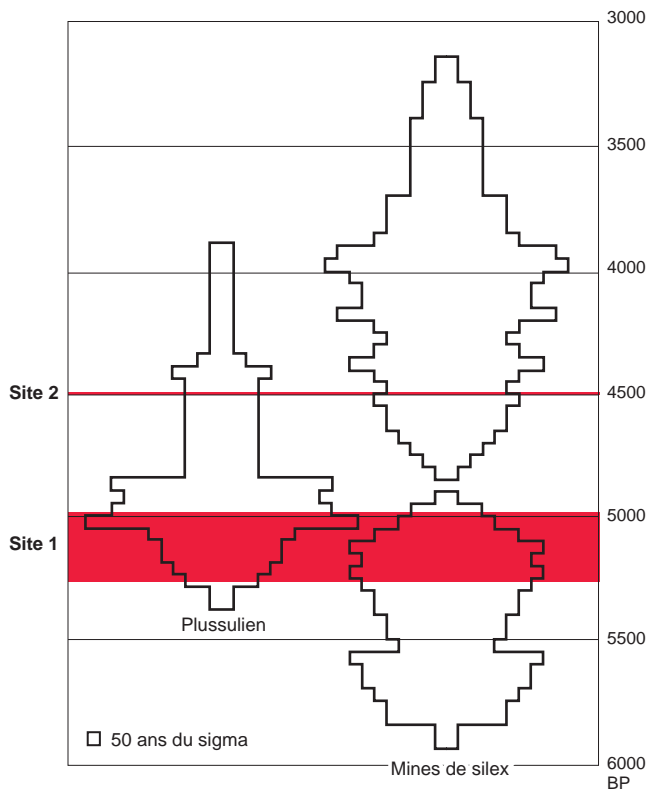


Fig. 182. Chronologie des mines de silex en Europe (sur une base de 54 dates) et des carrières de dolérite de Plussulien (21 dates, d'après C.T. Le Roux), en rouge la séquence occupée par les mines 1 et 2 de Ri-Ronai (d'après Desloges, 1990; complété).

puits fouillés à l'échelle européenne (cf. fiches de puits). Les structures d'extraction appartiennent toutes à une grande famille typologique, les puits associant un accès de plan circulaire plus ou moins profond et des diverticules, formant des chambres d'exploitation ou des galeries au niveau de la couche livrant les silex. Mais dans le détail, ils présentent une grande diversité que nous avons regroupée dans le cadre de l'étude en quatre grands sous-types sur des critères morphologiques et de profondeur (fosses d'extraction à ciel ouvert, puits en cloche ou à chambre, de peu profonds à très profonds). Les puits forment un réseau dense qui exploite au maximum le sous-sol à l'image des autres minières connues en Europe. On note toutefois que la zone la plus profonde (4 m) n'a été exploitée que partiellement, peut-être en raison de sa productivité moyenne et de la difficulté à réunir l'équipe nécessaire.

Un protocole de datation reposant sur un peu moins d'une trentaine de dates a permis de cibler une première période de fréquentation de la mine entre 4100 et 3700 avant notre ère, soit le Néolithique moyen II, en parfaite corrélation avec les autres sites d'extraction connus à la même époque comme Jablines (fig. 182). Après une phase de relatif abandon de près d'un demi-millénaire, la mine sera réinvestie mais sur un espace plus petit au cours de la deuxième moitié du IV<sup>e</sup> millénaire. Entre ces deux périodes va se développer la fabrication de lames de hache en roche

dure comme à Plussulien. Il est frappant de remarquer que la fin de la première utilisation du site de Ri se coordonne assez bien avec la période de pleine exploitation de Plussulien, comme l'avait déjà remarqué J. Desloges lors de l'étude de la mine de Bretteville-le-Rabet (Desloges 1990). D'autres minières situées dans le même environnement géographique de la plaine de Caen/Argentan peuvent également avoir pris le relais (Commeaux, par exemple).

L'étude des excavations, complétée d'une expérimentation, permet de restituer à titre d'hypothèse le volume en temps nécessaire pour l'extraction du silex. Pour ce qui est du creusement des fosses d'extraction, un seul homme est requis, en revanche pour les puits en cloche ou à chambre, deux personnes au moins sont nécessaires. Un individu est affecté au creusement tandis que l'autre, qui reste en haut, procède à l'évacuation des déblais. Enfin, les puits profonds et en particulier les puits très profonds ont nécessité la présence d'équipes. Les plus grands puits fouillés représentent plus de 200 m<sup>3</sup> de sédiments. Avec le foisonnement, le volume des déblais est très imposant. Pour ces puits les deux principales préoccupations sont la gestion des déblais et la sécurité. Si l'emploi d'une « chèvre » a peut-être été utile pour l'extraction des sédiments, aucune trace ne subsiste; au même titre aucune trace de consolidation ou d'étagage n'a été repérée.

Les « petits puits » ont pu être exploités sur une à deux journées, mais l'exploitation des grands puits a été probablement conduite sur plusieurs jours voire plusieurs semaines. La présence de foyers, de restes osseux et de quelques éléments mobiliers sont peut-être les reliquats de ces occupations temporaires.







# Chapitre 3

## La production issue de la minière

---

François Charraud, Laurent Juhel, Emmanuel Ghesquière,  
Cyril Marcigny et Sébastien Giazzon

### Les études lithiques en contexte minier : un premier bilan documentaire

À l'appui d'un rapide tour d'horizon bibliographique des études de sites miniers, il est possible d'extraire certains questionnements spécifiques aux industries lithiques dans ces contextes. L'objectif est de proposer un aperçu des problèmes les plus fréquemment rencontrés au sein de ces ensembles, et des solutions méthodologiques adoptées par les chercheurs pour y répondre. En fonction de ces éléments, il sera possible de définir les axes de recherche à privilégier pour l'étude de ces industries.

Les mentions de stations de surfaces ou de « stations-ateliers » ne sont pas rares dans la littérature de la fin du XIX<sup>e</sup> s. ou de la première moitié du XX<sup>e</sup> s., en ce qui concerne des sites détectés en surface dans le Bassin parisien et la Belgique, dans le Bergeracois ou dans le sud de l'Angleterre (Grime's Graves), regroupés dans un premier temps sous le concept de « civilisation campignienne » défini par A. Salmon (1886). Amplement développé par R.-L. Nougier (1950), ce concept, ramené par la suite à un fait technique (Bailloud 1964; Cauvin 1964) demeurait jusqu'aux années 1980 mal connu et mal caractérisé. Il n'y a guère que dans les travaux portant sur le sud de l'Angleterre (Grime's Grave: Mercer 1976) que ce fait technique fut précocement rapproché du phénomène minier.

Pour revenir brièvement sur une autre distinction désormais désuète, un bref arrêt sur les industries dites « montmorenciennes », longtemps mises en parallèle avec les industries campigniennes, s'impose. Initialement décrites par L. Franchet et L. Giroux (1923) et réévaluées par J. Tarrête (1977), ces industries d'Île-de-France ont pour caractéristiques des pièces prismatiques allongées à partie apicale supposée active. Encore difficile à rapprocher du phénomène minier, à défaut de nouvelle étude approfondie sur la question, cet autre fait technologique semble largement dû aux caractéristiques et à la gîtologie de la matière travaillée, faciès « cliquart » du grès de Fontainebleau. Une corrélation entre la présence d'un outillage spécifique (en particulier les pics) et la dureté de

*Taille expérimentale de silex  
de S. Giazzon sur le site  
(crédits E. Gallouin, Inrap).*

l'encaissant, suggérée à Bretteville-le-Rabet par J. Desloges (1986), a été depuis formulée de manière éloquente par J. Weiner (1995), à travers son étude des outils d'extraction à encoches en silex et pierre de la mine Néolithique final du Lousberg, Aachen (Rhénanie septentrionale-Westphalie, Allemagne). À l'appui d'une recherche documentaire sur la question de l'outillage minier en Europe, il fait une analogie entre la dureté de l'encaissant et les différents types d'outils d'extraction : en Grande-Bretagne et en France où certains calcaires exploités sont tendres, le bois de cerf semble amplement utilisé comme outil d'extraction ; dans les régions où le calcaire est plus dur, nous observons en revanche une prépondérance d'outils tels que des pics, des marteaux à encoches ou des marteaux à gorges (*ibid.*). Cette vision laisse apparaître une adaptation de l'outillage minier à l'environnement géologique (sans toutefois écarter du raisonnement certains choix d'ordre probablement culturel). Cette proposition ne manque pas d'intérêt et se vérifie partiellement à l'observation des séries disponibles.

On peut également citer la monographie portant sur les ateliers de Plussulien (Côtes-d'Armor) (Le Roux 1999), qui fournit notamment au sujet de l'outillage en contexte d'extraction un certain nombre d'éléments de comparaison intéressants. À l'appui d'une riche recherche documentaire, l'auteur propose une lecture de la gestion de l'outillage d'extraction, en rapport avec une part de déterminisme géologique, du fait des caractéristiques très particulières de la matière travaillée (dite « métadolérite du type A »). L'auteur distingue d'une part un outillage de moyens, correspondant à l'outillage d'extraction, d'un outillage de finalité, la production proprement dite.

L'outillage d'extraction ou supposé comme tel est composé de quelques rares éléments de silex taillé, quelques pièces façonnées sur plaquettes de petite taille, de percuteurs et marteaux, parmi lesquels nous observons plusieurs modules : des percuteurs lourds (très gros sub-pyramidaux), des percuteurs sub-discoïdaux et des petits percuteurs sphéroïdaux ou oblongs. Il mentionne également la présence de pics (cordiformes et allongés), comparables à des « pics-écorçoirs », ainsi que des « pièces à taillant terminal » et des « rabots à bosse ». Toutes ces pièces pouvant évidemment constituer dans certains cas des ébauches abandonnées en cours de façonnage.

Pour ce qui concerne plus spécifiquement le phénomène minier et l'extraction du silex, de nouvelles approches sont venues renouveler les connaissances dans ce domaine, depuis les années 1980, à l'appui de nouvelles fouilles comme Bretteville-le-Rabet (Desloges 1986) ou Jablines (Bostyn et Lanchon, 1992), et du réexamen de séries déjà connues comme Spiennes (Hubert 1969, 1988 ; Collet *et al.* 2006) ou Grime's Graves (Mercer 1976). Ces recherches ont été l'occasion de porter un regard nouveau sur ces industries, sur la base de corpus importants. Elles ont livré des études détaillées de productions lithiques et de nouvelles typologies de l'outillage macrolithique, qui apparaît plus ou moins varié ou fruste, selon les caractéristiques, l'âge et le contexte chronoculturel des gisements.

À Bretteville-le-Rabet, notamment, l'étude de J. Desloges (1986) marque l'avènement d'une nouvelle approche méthodologique de ce type de site : au-delà d'une simple description des faits archéologiques, l'auteur propose une lecture des structures d'extraction non comme entités à part entière, mais comme éléments structurants d'un complexe technique. Il propose une lecture au sein de laquelle l'outillage lithique occupe une place d'importance. L'auteur met en évidence un assemblage constitué en grande partie de pics, dans lesquels il distingue plusieurs types (triédriques, naviformes, bifaciaux, résiduels), et propose un ensemble d'interprétations concernant les procédés de façonnage de ces

outils ou leur fonction. Jusqu'à la fouille de la minière de Ri, cette publication était la seule à documenter de manière détaillée le phénomène minier dans les plaines jurassiques de Normandie.

Parmi d'autres travaux des plus approfondis sur la question, l'étude de la minière de Jablines (Bostyn, Lanchon 1992) propose, à l'appui de vestiges mis au jour dans des contextes comparables à ceux de Ri (puits, amas de déchets de taille), une étude technologique aboutie des productions, étayée par des protocoles d'étude détaillés (remontages, étude spatiale, description exhaustive des différents caractères des productions). Les auteurs décrivent une production de petites et de grandes haches qui côtoie une production d'éclats (détectée par l'étude des nucléus et non par les produits eux-mêmes qui n'ont pu être différenciés des déchets de façonnage de haches), ainsi qu'une production de lames très anecdotique et de très mauvaise facture. Sans revenir dans le détail aux conclusions de cette étude (*ibid.*), il va de soi qu'elle constitue un référent essentiel pour l'analyse des productions de Ri. Il y sera fait fréquemment référence au cours des pages qui suivent. D'autre part, des discussions avec F. Bostyn, qui nous a fait partager son expérience de ce type d'assemblages, ont contribué à la formalisation de certaines interrogations sur les industries du site. Les travaux menés sur Jablines ont également porté un intérêt particulier à la question de l'outillage minier. Il est intéressant de noter que comme à Ri, les auteurs se sont confrontés au problème de la distinction des productions véritables et des outils miniers. Ce problème tient notamment à la difficulté de reconnaître selon des caractères objectifs les véritables outils lithiques, dont la description plus ou moins détaillée dépend le plus souvent de la subjectivité des auteurs ou de la plus ou moins grande expérience de ceux-ci (Pelegrin 1995).

Un autre problème également récurrent sur les sites miniers est l'identification des schémas opératoires qui conduisent à la fabrication des supports des outils miniers. La difficulté consiste généralement à distinguer si ceux-ci ont fait l'objet d'une production spécifique ou ont au contraire été récupérés parmi les déchets de taille. Devant ces difficultés, les auteurs ont choisi de limiter l'analyse à une étude typologique et tracéologique, le temps leur manquant pour réaliser des expérimentations et pour entreprendre une étude spatiale de l'outillage.

L'étude tracéologique réalisée, limitée du fait de la mauvaise conservation de l'assemblage, a tout de même montré quelques aspects non négligeables de la fonction des outils: les pièces esquillées auraient été utilisées sur du bois de cerf, et de nombreuses pièces façonnées bifaciales (haches taillées) présentaient des traces d'emmanchement sur leurs bords mais pas de traces d'usure des tranchants. Un ensemble de questionnements sur les stratégies de gestion des outillages a donc pu être évoqué. L'intérêt de cette démarche rarement mise en œuvre mérite d'être saluée. Souvent orientée principalement vers l'étude et la finalité des productions, une part importante des études lithiques réalisées sur des minières délaissent largement la question de l'outillage minier. La focalisation des chercheurs sur la production en tant que telle n'est pas la seule explication à ce phénomène: dans les faits, l'étude de ces outillages spécifiques est le plus souvent émaillée de difficultés récurrentes, qui limitent les études dans les meilleurs des cas à une simple description des vestiges. C'est donc un segment essentiel de ces systèmes techniques qui demeure largement méconnu. À ce titre, il faut souligner l'intérêt méthodologique et l'apport à la connaissance de la question minière des travaux d'A. Augereau et de J. Pelegrin sur les minières du pays d'Othe, qui ont fourni une étude des plus pertinentes en matière de caractérisation technologique des productions.

A. Augereau met en évidence trois aspects méthodologiques qui prévalent aux études lithiques en contexte d'extraction (Augereau 1995) : la recherche de l'organisation spatiale de la production, qui peut être fonction de rapports sociaux précis. Elle cite à ce sujet les recherches de J. Lech (1981 et 1987) et de F. Jeudy (Jeudy *et al.* 1995) ainsi que les exemples ethnographiques proposés par P. et A.-M. Pétrequin (1993) ; la mise en évidence des méthodes et techniques de fabrication des pièces et du degré de technicité (aspects sous-tendus par la question de la spécialisation de la production lithique et du statut social des tailleurs) ; la caractérisation de la distribution spatiale des produits de la minière qui permet d'évaluer l'importance du rayonnement économique du site. Compte tenu du temps imparti pour l'étude, le choix a été fait d'orienter la réflexion préférentiellement sur la production, par l'analyse des restes de taille. La méthode d'étude mise au point autorise une reconnaissance rapide des caractères quantitatifs et qualitatifs essentiels des assemblages : l'enregistrement de ces caractères est réalisé au moyen d'une grille qui permet de distinguer pour chaque unité spatiale distincte les éclats issus des différentes étapes du façonnage et de noter les différentes catégories d'ébauches, outils, nucléus, etc., qui ne sont pas des déchets de façonnage.

À Villemaur, la fouille des amas a fait l'objet d'un prélèvement des vestiges par quart de mètre carré, avant nettoyage des vestiges à l'aide de jets d'eau à haute pression afin d'obtenir une étude spatiale satisfaisante et suffisamment détaillée de ces ensembles. Couplée à un décompte rapide des déchets de taille, cette méthode a permis aux auteurs de reconnaître les caractères stylistiques et morphologiques des productions de chaque ensemble considéré.

Afin de valider la pertinence de la méthode retenue, les données archéologiques ont été confrontées avec les données d'une taille expérimentale réalisée par J. Pelegrin. Au même moment, J. Pelegrin publiait sur une base documentaire large une réflexion méthodologique sur l'étude de séries lithiques en contexte d'atelier ou de mine (Pelegrin 1995). Il détaillait alors une démarche générale d'étude en cinq étapes, à savoir l'identification de l'intention de production dans un premier temps, suivie d'un classement technologique rapide des productions, puis d'une série d'estimations quantitatives concernant les produits et le temps de travail, replacées ensuite dans leur contexte au moyen d'une analyse spatiale. Cette démarche permettait en dernier lieu de proposer un ensemble d'interprétations d'ordre qualitatif, l'auteur mettant alors particulièrement l'accent sur le problème de la spécialisation.

Il va sans dire que ces travaux, ainsi que plusieurs discussions avec ces différents protagonistes, ont contribué de manière importante à l'élaboration d'une démarche d'étude des productions lithiques de Ri.



## Méthode d'étude des industries lithiques

### Principe et mise en œuvre

La restitution des étapes techniques en contexte minier a des points communs avec l'étude des habitats, car l'objectif global est le même. Il ne peut cependant être satisfait de la même façon eu égard aux caractères particuliers des sites miniers : par exemple, un seul matériau est employé, les productions sont spécialisées et les quantités de matériel sont souvent très importantes.

À Ri, la distinction des produits recherchés (ou ébauches véritables destinées à être emportées en dehors de la mine) et des outils miniers (ou pièces façonnées destinées à être utilisées dans le cadre des activités minières) est le premier objectif à satisfaire. Cette question a été abordée par le moyen des études fonctionnelles.

Compte tenu des quantités en présence, un décompte complet des six tonnes de matériel n'était pas envisageable. Les vestiges, rassemblés par structure, ont donc fait l'objet d'une observation rapide, globale, au moyen d'un étalage progressif de la totalité du matériel. Une description succincte a été rédigée pour chaque lot de mobilier. À cette occasion a été effectué un premier tri complet de l'assemblage, lors duquel toutes les pièces façonnées, retouchées, transformées, ont été séparées du tout-venant des déchets de taille. Elles ont été inventoriées dans une base de données. Cette base de données est fondée sur une grille d'enregistrement élaborée sur des critères strictement morphologiques et technologiques afin d'éviter tout caractère subjectif. Ces pièces particulières concernent uniquement 903 pièces pour les six tonnes de mobilier prises en compte (395 ébauches et 508 outils miniers). Elles ont ensuite toutes fait l'objet d'un examen à la loupe binoculaire pour déterminer si elles avaient été utilisées ou non.

Cette observation rapide a permis une lecture globale des vestiges lithiques de la minière et d'en constater l'homogénéité remarquable. Les seules différences observées d'une structure à l'autre concernent les parts des différentes composantes représentées. Qualitativement les assemblages sont semblables. L'étude technologique des productions a donc bénéficié d'un panel large et représentatif, qui a permis d'établir sur une base solide un vocabulaire descriptif détaillé des phases techniques de façonnage. De surcroît l'étude des déchets de taille a permis, d'après la méthode expérimentée par A. Augereau et J. Pelegrin à Villemaur-sur-Vanne (Augereau 1995), une lecture très détaillée du façonnage. Pour cela, plusieurs rencontres avec A. Augereau, F. Bostyn et J. Pelegrin ont été d'une aide précieuse. Un temps important de l'étude a été consacré à l'expérimentation, afin de tester la validité des approches techniques et théoriques envisagées et d'évaluer les variables auxquelles les tailleurs préhistoriques ont pu être confrontés. Peu à peu ce travail a permis la restitution de la totalité du schéma opératoire de façonnage des haches et ses variantes.

L'étude de l'outillage minier a été mise en évidence comme un axe de recherche essentiel dès l'étude de Jablines (Bostyn, Lanchon 1992). L'unité technique de l'outillage minier a justifié la mise en place d'une liste des caractères descriptifs significatifs de l'outillage minier, validée par l'approche fonctionnelle. Cette double approche typo-morphologique et fonctionnelle a permis de pallier les limites d'une approche typologique classique mises en évidence par de précédents travaux (*ibid.*), sur de tels assemblages presque uniquement constitués d'outils expédients et sans unité typologique. Elle a permis de décrire un panel d'outils couvrant l'ensemble des activités spécifiques au contexte minier.

À Ri, la description globale de la chaîne opératoire de production des haches est en partie fondée sur des études de cas spécifiques comme celle du mobilier de l'amas principal. Le détail de ces études, relativement rébarbatif, ne sera pas reproduit ici : il est présenté dans un précédent travail (Marcigny *et al.* 2011). Les résultats sont donc ici synthétisés.

### *Gestion du mobilier sur le terrain*

L'essentiel du mobilier lithique provient de concentrations, rejets ou amas plus ou moins en place, dans les comblements des structures d'extractions. Il s'agit le plus souvent du comblement final des puits, le mobilier étant alors inclus dans une matrice limoneuse ; des concentrations ont également été observées dans des remblais intermédiaires constitués de calcaire déstructuré.

D'une manière générale, les restes de silex non taillés sont peu abondants dans les comblements anthropiques. Seuls des éléments non taillés bien particuliers ont été significativement rencontrés dans certains niveaux : il s'agit de nodules intacts, de rares géoliffracts, et surtout d'une quantité parfois importante de fragments corticaux issus de la « desquamation » des différentes couches de cortex des nodules. Ces éléments ont facilement pu être triés et isolés par les fouilleurs, évitant ainsi d'alourdir inutilement les caisses de mobilier.

Les artefacts ont quant à eux été collectés sans aucun tri préliminaire sur le terrain. Tous les éléments ont été prélevés en vrac dans des sacs et/ou directement dans des caisses selon leur abondance. Des caisses Alibert ajourées et pliantes ont été utilisées. Le faible encombrement à vide (pliées) et leur robustesse ont facilité les travaux de manutention. Les artefacts lithiques ont été prélevés sans difficulté particulière dans le cas des structures fouillées manuellement. Cette méthode assure un ramassage exhaustif des objets, y compris des éléments dispersés dans les différentes unités stratigraphiques, en dehors des principales concentrations.

Dans le cas des structures fouillées à la pelle mécanique, le mobilier a également pu être prélevé manuellement dans des concentrations. Lorsque le godet rencontrait une quantité significative de mobilier, la pelle était immobilisée quelques minutes, le temps de prélever en vrac les artefacts. Les horizons les moins riches ont quant à eux été décapés par passes mécaniques successives, permettant une perte minimale de mobilier. Dans le cas des zones d'épandage de mobilier ou des véritables amas conservés en dehors des structures, le prélèvement a également été effectué manuellement en vrac, par sac ou caisse de mètre carré ou de quart de mètre carré, selon la stratégie d'enregistrement choisie.

Aucune stratégie de tamisage n'a été mise en place sur le terrain. Il eût été nécessaire de recourir à un tamisage à l'eau, nécessitant des installations spécifiques, une manutention et un temps humain conséquent, sans promesse de résultat significatif. De fortes concentrations de petits éléments ont parfois été identifiées lors du décapage ou lors des prélèvements en vrac. Le sédiment a alors été partiellement prélevé en sac à gravats, en vue d'un tamisage ultérieur à la postfouille. Mais il faut préciser que cet échantillonnage n'a pas pu être systématique (eu égard à l'ampleur de la fouille), et sa représentativité reste de fait incertaine. Les concentrations de petits éléments les plus évidentes ont cependant été portées sur plan, dans l'éventualité de corrélérer cette information avec les analyses typo-technologiques ultérieures.

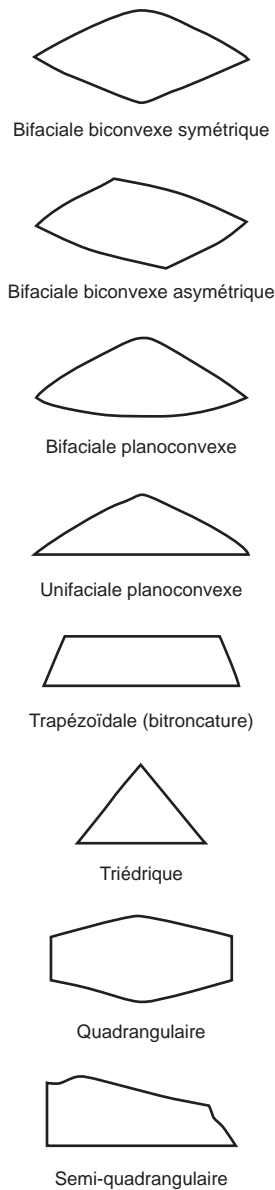


Fig. 183. Terminologie retenue pour qualifier la section des ébauches et préformes de hache (crédits F. Charraud, Inrap).

### Gestion du mobilier à la post-fouille

La quantité de mobilier collectée ne pouvait faire l'objet d'un lavage au moyen d'équipements habituels à l'intérieur du centre archéologique. Une station de lavage spécifique a été mise en place en extérieur. Le mobilier stocké dès le prélèvement dans les caisses Alibert ajourées a été lavé au nettoyeur haute pression (type *Kärcher*). Cette méthode s'est avérée efficace, le mobilier n'ayant pas besoin d'être manipulé outre mesure. Le lavage est largement satisfaisant, et les pièces susceptibles d'intéresser la tracéologie n'ont pas eu à subir un lavage manuel et insistant à la brosse, éventuellement trop abrasif. Les caisses ainsi lavées ont immédiatement été stockées sur des palettes, rangées pour séchage dans le hangar du centre archéologique.

Une fois le mobilier lavé et séché, la première étape de l'étude lithique a consisté en un rapide tri visuel destiné à isoler de la masse des déchets de façonnage les pièces ébauchées, façonnées ou retouchées et certains éléments remarquables (percuteurs, nucléus...). Ce tri a été effectué simultanément ou en alternance par les deux lithiciens alloués à l'étude. Le contenu de chaque caisse a été étalé sur une table; les éléments remarquables ont alors été repérés et isolés. Ils ont été immédiatement marqués et reconditionnés en sac, dans l'attente de leur inventaire. Lors de cette opération ont été systématiquement effectués une pesée de chaque caisse de mobilier et son étiquetage définitif, avant stockage sur palettes dans un espace alloué au mobilier traité. Ces palettes restèrent néanmoins accessibles pour des observations ultérieures, sur toute la durée de l'étude. Six tonnes de matériel ont ainsi été traitées au fur et à mesure de leur lavage, dans les cinq premiers mois de l'étude.

### Analyse des déchets de production

#### Classification des ébauches de hache

Les ébauches de haches observées ont permis de distinguer deux méthodes de façonnage: une méthode de façonnage bifacial «classique», réalisée à partir d'éclats massifs ou de fragments de rognons; une méthode de façonnage par «pans latéraux» (désignation d'attente), identifiée pour la première fois à Ri (Marcigny *et al.* 2011), en fait probablement liée à la nature du silex bathonien gris exploité. Cependant, identifiées en cours d'étude, ces méthodes n'étaient pas décrites au moment de fixer une terminologie pour classer les pièces façonnées. De ce fait, la classification adoptée à Ri ne tient pas compte de ces différences opératoires mais distingue trois grandes catégories, en fonction du degré d'aboutissement du façonnage, comme l'a expérimenté A. Augereau (2005).

La terminologie retenue («ébauche», «préforme»), fait référence à l'acception communément admise par les chercheurs (Inizan *et al.* 1995), d'après les travaux de D. E. Crabtree (1966) et H. Roche (1980) notamment. Par conséquent, la terminologie globale des schémas opératoires de façonnage s'applique également au façonnage de hache. Par exemple, on désignera *arête* le bord d'une pièce bifaciale (Inizan *et al.* 1995 : p. 136). Chaque pièce façonnée est également caractérisée par sa section, pour laquelle huit qualifications ont été retenues (fig. 183).

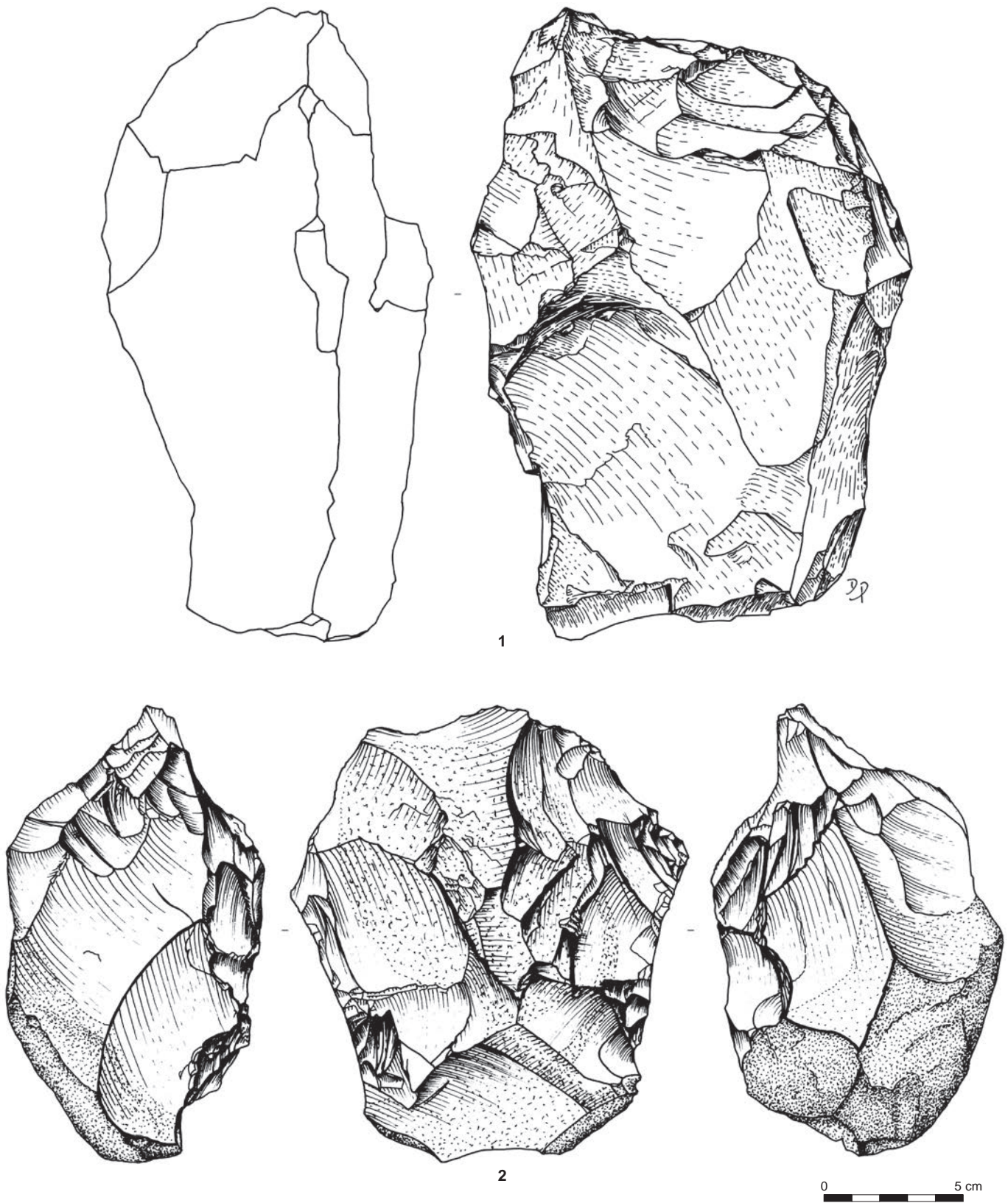


Fig. 184. Ébauches de stade 1, n° 1: St. 356, n° 2: St. 65/72/73 (crédits D. Prost, Inrap).



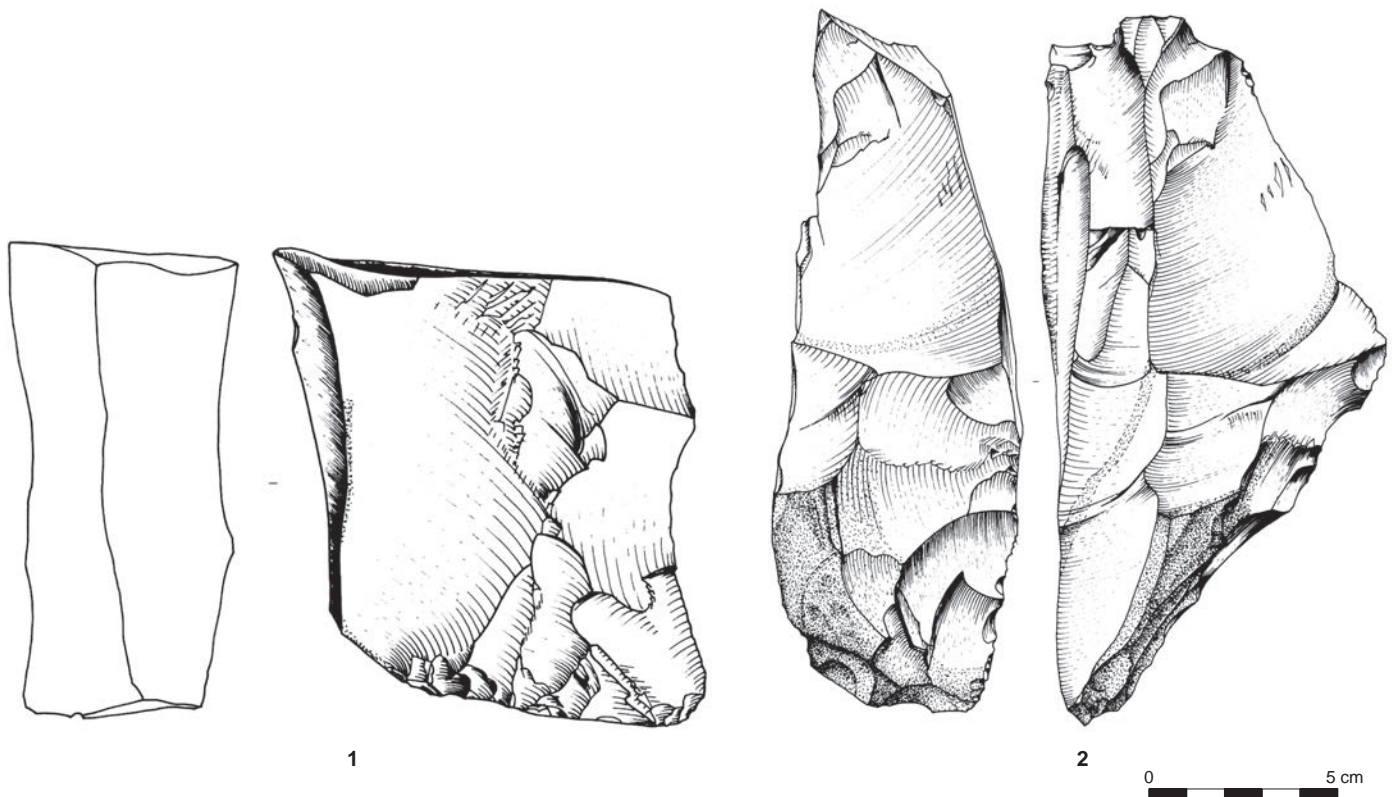


Fig. 185. Amas principal, ébauches de stade 1 à pan latéral (crédits D. Prost, Inrap).

#### ► Les ébauches (stade 1)

La première catégorie concerne les ébauches de stade 1. Ce premier stade désigne des ébauches tout juste dégrossies ou grossièrement aménagées, souvent épaisses, aux arêtes sinueuses. Le cortex est très souvent présent. Les négatifs d'enlèvement de grande taille dominant. Les volumes de l'ébauche ne sont pas du tout régularisés (dissymétrie importante, fortes concavités induites par certains négatifs d'enlèvement). Les retouches de régularisation sont absentes : elles ne doivent pas être confondues avec des retouches de préparation de certains enlèvements (fig. 184, 185).

#### ► Les ébauches (stade 2)

Les ébauches de stade 2 désignent un stade « intermédiaire » du façonnage, entre le stade d'ébauches dégrossies (stade 1) et le stade des préformes. C'est à ce stade du façonnage que s'observent préférentiellement les différents modes opératoires. Si ces pièces présentent encore des négatifs d'enlèvement du premier stade de façonnage, elles arborent à ce stade de nombreuses retouches de régularisation. La présence de plages corticales résiduelles n'est pas un critère discriminant. En cas de façonnage bifacial, la morphologie de la pièce finie devient perceptible et la symétrie bifaciale de l'ébauche se dessine.

#### ► Les préformes

La catégorie des préformes regroupe les pièces résultant d'une préparation soignée d'une ébauche, précédant le stade de l'objet fini (Inizan *et al.* 1995). La finition proprement dite des haches fait appel à la technique du polissage. À Ri, cette phase de la chaîne opératoire n'est pas représentée : la préforme est donc le dernier stade de fabrication des haches effectué sur le site.

Ces pièces ne présentent guère de difficultés d'identification. Le critère le plus discriminant est l'abondance et la régularité de la retouche. Le volume, le contour et la symétrie de la pièce sont régularisés par des retouches de petite taille. L'extrémité active de l'objet est normalement localisable. Les tranchants font l'objet d'un soin particulier.

Cette classification doit permettre l'évaluation des causes de rejet des pièces façonnées. Pour cette raison, la catégorie des préformes intègre de probables pièces déviantes puisqu'elles n'ont pas été achevées par polissage (Pelegrin 1995), à condition qu'elles traduisent une volonté de finition explicite de la part du tailleur. L'observation de possibles défauts permet ensuite d'évaluer les critères de choix des tailleurs dans les causes de rejet. En cela, les pièces « ratées » renseignent autant sur l'intention de production que des pièces complètement achevées qui sont d'ailleurs absentes de la minière (*ibid.*). Elles sont susceptibles de révéler la technicité du façonnage afin d'évaluer le niveau de savoir-faire des tailleurs. Des pièces ratées peuvent être le fruit « d'exercices » lors d'un apprentissage. Certaines pièces peuvent également sortir des critères de la production effectuée sur le site, mais être tout de même utilisées (ou recyclées) dans le cadre de l'outillage lithique minier, ce qui augmente la difficulté à discriminer certains outils miniers par rapport à la production (*cf. infra*). Pour cette question le recours à l'approche fonctionnelle est essentiel. Ces quelques cas de figure démontrent en effet l'impossibilité d'appliquer à ce contexte une grille typologique figée.

#### *Classification des éclats de façonnage de haches*

Le classement des éclats de façonnage de haches, effectué notamment dans les études de cas de l'amas principal et de la structure 144 de Ri, rejoint la méthode élaborée à Villemaur-sur-Vanne par A. Augereau et J. Pelegrin (Augereau 1995). Cette méthode de classement a été retenue à Ri après avoir pris conseil auprès de ces chercheurs, puis validée par un protocole expérimental mis au point par L. Juhel et S. Giazzon. Le principe est simple, il consiste à trier les éclats de façonnage des haches par modules : les éclats très épais ont une épaisseur supérieure à 4 cm ; les éclats épais ont une épaisseur comprise entre 0,5 et 3 cm ; les éclats minces ont une épaisseur inférieure à 0,5 cm (esquilles exclues). Sont considérés comme esquilles les déchets non significatifs de longueur inférieure à 1 cm.

Une fois triées, ces trois catégories d'éclats recouvrent majoritairement les grandes étapes du façonnage : respectivement, le dégrossissage/épannelage, la mise en forme des ébauches et la finition. Une difficulté de ce classement, déjà mise en exergue par J. Pelegrin (*ibid.*), est qu'il ne rend pas compte à 100 % des éclats typiques de chaque phase. Cette approximation ne remet toutefois pas en cause la validité globale de la méthode, qui permet de trier rapidement de grandes quantités de matériel. Aucune distinction n'a été faite entre éclats de façonnage et éclats potentiellement issus d'un débitage d'éclats, malgré la présence de quelques nucléus à éclats dans les ensembles traités. En effet, la méthode de façonnage par pans latéraux mise en évidence à Ri et décrite *infra*, produit des éclats de façonnage atypiques, impossibles à différencier d'éclats de plein débitage, eu égard à la phase unidirectionnelle de façonnage à laquelle ils se rapportent. En revanche, les enlèvements de façonnage bifacial, bien caractéristiques, ne posent pas de problèmes d'identification (Bostyn et Lanchon 1992 ; Augereau 2005).

Les types de percussion n'ont pas été insérés dans la grille, en raison des difficultés inhérentes à leur identification systématique. Cet aspect a été traité par des observations complémentaires sur les lots et sur les ébauches. En revanche, l'état des talons a conduit à distinguer des enlèvements préparés, non préparés ou indéterminés. On distingue trois types de gestes parmi les talons préparés : les talons facettés, par une succession de retouches localisées consécutives à un geste d'abrasion perpendiculaire à la corniche, dans une séquence bifaciale ; les talons lisses avec réduction de la corniche, également occasionnés par un geste d'abrasion, mais dans un schéma unidirectionnel (cas du façonnage à partir d'un pan latéral) ; les talons facettés et émoussés, conjuguant un geste d'abrasion à un émoussé net de la corniche, destiné à améliorer le contact avec le percuteur, facilitant le détachement de l'enlèvement. Cette technique est la signature d'une percussion tendre soignée.

La préparation des enlèvements est importante à évaluer dans ce type de production, car elle rend compte du soin et du savoir-faire investis dans la finition (Augereau 2005 ; Pelegrin *com. pers.*). Les proportions d'éclats préparés par facettage et abrasion sont largement minoritaires dans la série, y compris dans la catégorie des éclats minces.

#### *Reconnaissance des techniques de fracturation*

Les critères de reconnaissance des techniques de taille exposés ici empruntent pour certains aux travaux d'autres chercheurs qui les ont largement documentés (travaux de J. Pelegrin, J. Tixier et P.-J. Texier notamment). Certains de ces caractères ont en revanche été décrits lors d'expérimentations réalisées en parallèle à la fouille de Ri, comme la technique de fracturation en *split* sur percuteur dormant à touche linéaire, mise en évidence et caractérisée par S. Giazzon (Giazzon 2010).

L'expertise de ces techniques est permise grâce aux travaux de caractérisation proposés par différents expérimentateurs et à la constitution d'un référentiel expérimental spécifique à l'étude de Ri. La reconnaissance des techniques n'est pourtant pas assurée dans toutes les conditions et les réserves autrefois formulées par J. Tixier (1982) restent pour partie valables. La part des indéterminés est donc souvent importante, pour toutes les méthodes de taille observées. Par exemple, la différence entre des éclats de façonnage de hache obtenus par percussion directe tendre organique ou minérale est ténue : la majorité des déchets ne peuvent pas être discriminés.

#### ► La fracturation en split sur percuteur dormant à touche linéaire

Cette technique permet la fracturation des nodules de silex de Ri en deux moitiés. Elle a été identifiée lors des expérimentations de S. Giazzon et détaillée dans un article spécifique (Giazzon 2010). Cette technique permet de dépasser la double difficulté posée par la sphéricité des rognons exploités et par le cortex épais et stratifié qui absorbe toute l'énergie d'une percussion classique [cf. encadré expérimentation, *La technique d'ouverture des rognons dits « réguliers »*, p. 176]. Les blocs sont fracturés sur un percuteur dormant qui « doit présenter une arête rectiligne longue d'au moins 6 cm, selon un angle dièdre de 120 à 130° » (Giazzon 2010 : p. 183). Cette arête, sous la forme d'une nervure entre deux négatifs d'enlèvements, est confectionnée en détachant de gros éclats d'un nodule géoliffracté. La stabilité au sol de ce percuteur dormant doit ensuite être rigoureusement assurée, par exemple au moyen d'une fosse de dimension adéquate creusée dans le sol. Les rognons sphériques sont projetés avec énergie

sur cette enclume. La précision du jet conditionne la réussite de cette technique : l'arête du percuteur dormant doit porter à peu près sur l'équateur du nodule pour que celui-ci se fende en deux moitiés sensiblement égales. L'arête offre au niveau du point d'impact une pression très localisée qui incise le cortex et « crée une fissuration linéaire qui se propage dans le silex selon un plan vertical régulier. Ainsi ce contact linéaire à la fois facilite le fendage et guide l'orientation de la fracture selon un plan équatorial » (Giazzon 2010 : p. 185).

Cette technique s'est montrée expérimentalement efficace, reproductible à l'envi et conforme au matériel archéologique. Les demi-rognons ainsi fracturés présentent une surface d'éclatement plane et lisse, sans concavité ou convexité bulbair, ni cônes incipients. Il s'agit donc bien d'une fracture en *split* proche d'une percussion verticale sur enclume (*ibid.*).

#### ▮ Percussion jetée

Le débitage par percussion jetée, mis en évidence lors de l'étude du matériel de Ri, semble être une particularité des sites miniers impliqués dans la fabrication de haches (Marcigny *et al.* 2011). Vraisemblablement lié à la nature tenace de la matière première exploitée, il intervient à la suite de l'entame des blocs par fracturation en *split* sur percuteur dormant, pour initialiser la préparation des blocs par l'ablation d'éclats massifs, fréquemment corticaux. Cette étape nécessite l'emploi de percuteurs massifs (de la taille d'un ballon de handball au minimum), qui ne peuvent donc pas être tenus en main fermement, ce qui rend nécessaire l'usage de la percussion jetée. L'expérimentation montre qu'avec de l'entraînement, on acquiert une précision satisfaisante dans les jets, permettant un contrôle relatif des fronts de fracture de gros enlèvements avec un taux de réussite élevé.

Du fait de la nature corticale des rognons vraisemblablement utilisés bruts comme percuteurs pour ce type d'opérations, les stigmates de taille sont généralement proches de ceux observés pour le débitage par percussion directe tendre minérale. Les impacts apparaissent généralement assez violents, au point de produire dans certains cas des accidents de type Siret ou un éclatement du conchoïde de percussion. Ce dernier est généralement court et bien marqué, avec parfois un départ de lèvres à la jonction de la face inférieure de l'éclat et du talon. Les talons sont larges et les bords de plans de frappe présentent parfois une abrasion très succincte. L'endroit du point d'impact est le plus souvent souligné par un infléchissement. La face d'éclatement présente un aspect lisse, peu ondulé.

#### ▮ Percussion directe dure

La percussion directe dure est en général aisée à reconnaître, car elle présente des stigmates bien caractéristiques : on observe généralement sur les produits des talons larges et épais, mal centrés (Pelegrin 2000). Les bulbes de percussion, points d'impact et esquillements du bulbe sont francs et bien marqués (Inizan *et al.* 1995 ; Pelegrin 2000). Les angles de frappe sont en général aigus mais peuvent dans certains cas atteindre une valeur proche de 90°. Cette technique laisse également sur les faces d'éclatement des ondulations courtes et bien marquées (Calley 1986 ; Pelegrin 2000). Quelles que soient les méthodes de taille rencontrées lors de ce travail, on observe que les plans de frappe sont rarement préparés (selon les stades d'un façonnage de haches ou d'un débitage d'éclats, une abrasion sommaire des corniches peut avoir été effectuée).



#### ► Percussion directe tendre organique

Comme, dans une moindre mesure, la percussion tendre à la pierre, le succès de la percussion tendre organique dépend de l'isolement du point d'impact, ce qui constitue un bon caractère diagnostique de cette technique (Inizan *et al.* 1995). En règle générale, les angles de chasse à la corniche nécessitent d'être relativement aigus pour cette technique (valeurs généralement inférieures à 80°) (Pelegrin 2000). Dans le cas d'une mise en forme bifaciale, l'obliquité des faces de la pièce se prête idéalement à la mise en évidence d'un point d'impact. Cette technique nécessite également une abrasion satisfaisante des corniches, et le bord de frappe doit présenter une solidité suffisante pour ne pas risquer de « s'écraser » par esquille au moment de l'impact et absorber ainsi toute l'énergie de la frappe. La trajectoire idéale du percuteur doit être tangentielle au point d'impact (Inizan *et al.* 1995). Les talons obtenus sont larges, mais souvent peu épais et présentent une morphologie linéaire. Ils sont dénués de point d'impact et les bulbes sont peu proéminents voire absents (Pelegrin 2000). La présence d'une lèvre d'arrachement à la jonction du talon et de la face d'éclatement est fréquemment observée (Calley 1986). Cette technique a été appliquée à la finition des haches.

#### ► Percussion directe tendre minérale

La percussion tendre minérale se rapporte essentiellement à l'usage de rognons de silex enveloppés de leur gangue corticale comme percuteurs, ainsi qu'à celui de percuteurs en calcaire dont quelques exemplaires ont été identifiés sur le site (Marcigny *et al.* 2011). Les caractères de reconnaissance de cette technique sur le site ont été décrits par L. Juhel et S. Giazon, puis soumis lors de l'étude à J. Pelegrin et testés expérimentalement.

Cette technique, initialement mise en évidence dans des contextes tardiglaciaires d'Europe du Nord pour le débitage laminaire (Madsen 1983 ; Valentin 1995 ; Pelegrin 2000), présente quelques caractères permettant de l'identifier en dépit de sa ressemblance avec la percussion tendre organique. Ils ont été essentiellement décrits par J. Pelegrin (2000), et repris par A. Augereau (2005). Parmi les plus évoqués, on mentionne la présence fréquente d'un esquille du bulbe depuis le talon ainsi qu'un bulbe (et parfois la totalité de la surface d'éclatement) marqués par des ondulations fines et rapprochées. Comme pour la percussion tendre organique, une lèvre d'arrachement est parfois observée. D'après les expérimentations qui ont pu être menées dans le cadre de l'étude de Ri, la présence ou l'absence de cette lèvre d'arrachement semble dépendre plus de l'accentuation du geste du tailleur que de la matière du percuteur, à condition que celui-ci soit en matière tendre. Comme pour la percussion à la pierre dure, une fracturation du bulbe est fréquemment observée.

L'abrasion des corniches est souvent soignée et les angles de chasse observés présentent des valeurs généralement comprises entre 55° et 80°. Contrairement à la percussion tendre organique, l'isolement du point d'impact n'apparaît pas systématique (Pelegrin 2000).

## EXPÉRIMENTATION

## La technique d'ouverture des rognons dits « réguliers »

Sébastien Giazzon

La caractéristique du matériau de Ri est la forme des rognons, tous plus ou moins sphériques. Même si une partie de ces blocs ont été fracturés naturellement dans le sol (15 à 25% suivant les zones), la nécessité de fracturer ces grosses boules de silex s'est imposée (fig. 186 à 192).

Expérimentalement l'ouverture de ces sphères a présenté une réelle difficulté. Les premiers essais, rognons sur rognons, se sont immanquablement traduits par des échecs. Comment pouvaient alors procéder les néolithiques pour entamer ces rognons sphériques ?

La solution est apparue lors du choc d'un rognon sphérique sur une arête obtuse, ouvrant celui-ci en deux demi-sphères sensiblement équivalentes et surtout offrant l'une et l'autre un plan de frappe net (fracturation en *split*). De plus, malgré la violence de l'impact, aucun dommage sur le silex n'est à déplorer (absence de cônes incipients, ondes de fracturation quasiment indétectables, bulbe inexistant).

En modélisant par l'expérimentation les facteurs de réussite, nous sommes parvenus à définir les meilleures conditions d'ouverture des sphéroïdes (Giazzon 2010).

La préparation d'une enclume qui doit être stable au sol. Pour que l'ouverture se produise, cette enclume est munie d'une arête obtuse d'une angulation comprise entre 120° et 130°. Le détachement de deux éclats adjacents répond à ce besoin livrant une arête plus ou moins rectiligne d'au moins 6 cm de long. Sa stabilité peut être assurée simplement par sa masse ou bien par une petite cavité creusée

dans le sol. Les premiers chocs suffiront à la sceller définitivement. Bien utilisée, nous pouvons aisément y fendre une dizaine de rognons. Le rognon à fracturer doit revêtir sa couverture corticale originelle. En effet, cette enveloppe externe souple est nécessaire, facilitant la pénétration de l'arête de l'enclume. Cette dernière va agir véritablement comme un coin. Le caractère rectiligne de l'arête oriente la fracture. Son arête exerce tout d'abord des pressions latérales sur cette coquille corticale précédant l'ouverture du rognon. Si le rognon n'est plus pourvu de ce cortex, suite aux phénomènes de gélifraction, l'opération avorte, se matérialisant par tout d'abord par le refus d'ouverture, et ensuite par la destruction progressive de l'arête de l'enclume.

Enfin, il est nécessaire d'assurer un apport suffisant en énergie cinétique. Cette énergie s'est révélée insuffisante lors des lancers produits à hauteur d'homme. Pour pallier cette insuffisance, le lancer de ces rognons se réalise depuis une station surplombante délivrant cette fois l'énergie appropriée à l'ouverture de ces derniers. Les tas de déblais produits par les volumes de stérile issus de l'extraction du silex pouvaient constituer ces plateformes.

À l'aide de ce dispositif, les rognons de 15 à 40 kg sont traités sans difficulté. La régularité des rognons est importante, augmentant les conditions d'un meilleur maintien lors des lancers et une symétrie des demi-sphères, plus indiquées pour la poursuite du travail de façonnage.






| Phases technologiques                      | Mode de fracture    | Modules obtenus                           | Dessin  | % et poids en kg des modules obtenus | Nombre d'éclats | Poids des éclats | Aspect des éclats                             | Type d'éclats                                | Poids des débris esquilles/cassons | Talon         |
|--|---------------------|---|---|--------------------------------------|-----------------|------------------|---|--|------------------------------------|---------------|
|  | Percussion          |   |   |                                      |                 |                  |   |  |                                    |               |
| <b>Ouverture du rognon</b>                 |                     |   |   |                                      |                 |                  |   |  |                                    |               |
| <b>Rognon brut</b><br>P = 17,3 kg          | Sur enclume         | 2 demi-rognons<br>① 10,76 kg<br>② 6,54 kg |  | 100<br>10,76                         |                 |                  |   |  |                                    |               |
| <b>Façonnage de la plaquette</b>           |                     |   |   |                                      |                 |                  |   |  |                                    |               |
| <b>Façonnage du 1<sup>er</sup> pan</b>     | Directe dure        | Quart d'un rognon                         |  | 54,28<br>5,84                        | 38              | 4,6              | Cortical<br>Semi-cortical<br>Plein débitage   | Couvrant épais                               | 0,32                               | Lisse         |
| <b>Façonnage du 2<sup>nd</sup> pan</b>     | Directe dure        | Plaquette                                 |  | 13,2<br>1,42                         | 49              | 3,82             | Cortical<br>Semi-cortical<br>Plein débitage   | Couvrant épais                               | 0,6                                | Lisse         |
| <b>Reprise de l'arête latérale épaisse</b> | Directe dure/tendre | Ébauche                                   |  | 6,88<br>0,74                         | 12              | 0,54             | Non cortical<br>Cortical proximal<br>x < 20 % | Couvrant petit<br>Section triangulaire       | 0,14                               | Lisse facetté |
| <b>Ébauche</b>                             |                     |   |   |                                      |                 |                  |   |  |                                    |               |
| <b>Régularisation</b>                      | Directe tendre      | Outil                                     |  | 2,7<br>0,3                           | 107             | 0,35             | Non cortical<br>Cortical proximal<br>x < 20 % | Couvrant mince<br>Section linéaire à déjetée | 0,09                               | Facetté       |

Fig. 186. Production expérimentale d'une hache sur un rognon régulier (crédits S. Giazzon, Inrap).





Fig. 187. État des 14 sphéroïdes de silex avant expérimentation.



Fig. 188. Jeté d'un rognon sphérique sur une arête obtuse d'une enclume (en silex) et fracturation en deux du rognon.



Fig. 189. Deux demi-rognons sphériques de silex utilisables pour produire chacun une lame de hache.



Fig. 190. Ensemble des rognons ouverts en deux par la technique du jeté. Seuls les deux plus petits n'ont pas pu être fracturés et de fait sont impropres à la réalisation de haches.

## Production expérimentale d'une hache sur un demi-rognon pseudo-sphérique

| Phases technologiques                      | Mode de fracture    | Modules obtenus                           | Dessin    | % et poids en kg des modules obtenus | Nombre d'éclats | Poids des éclats | Aspect des éclats                             | Type d'éclats                                | Poids des débris esquilles/cassons | Talon         |
|--|---------------------|---|-----------|--------------------------------------|-----------------|------------------|---|--|------------------------------------|---------------|
|  | Percussion          |   |           |                                      |                 |                  |   |  |                                    |               |
| <b>Ouverture du rognon</b>                 |                     |   |           |                                      |                 |                  |   |  |                                    |               |
| <b>Rognon brut</b><br>P = 17,3 kg          | Sur enclume         | 2 demi-rognons<br>① 10,76 kg<br>② 6,54 kg |           | 100<br>10,76                         |                 |                  |   |  |                                    |               |
| <b>Façonnage de la plaquette</b>           |                     |   |           |                                      |                 |                  |   |  |                                    |               |
| <b>Façonnage du 1<sup>er</sup> pan</b>     | Directe dure        | Quart d'un rognon                         |           | 54,28<br>5,84                        | 38              | 4,6              | Cortical semi-cortical<br>Plein débitage      | Couvrant épais                               | 0,32                               | Lisse         |
| <b>Façonnage du 2<sup>nd</sup> pan</b>     | Directe dure        | Plaquette                                 |           | 13,2<br>1,42                         | 49              | 3,82             | Cortical semi-cortical<br>Plein débitage      | Couvrant épais                               | 0,6                                | Lisse         |
| <b>Reprise de l'arête latérale épaisse</b> | Directe dure/tendre | Ébauche                                   |           | 6,88<br>0,74                         | 12              | 0,54             | Non cortical<br>Cortical proximal<br>x < 20 % | Couvrant petit<br>Section triangulaire       | 0,14                               | Lisse facetté |
| <b>Ébauche</b>                             |                     |   |           |                                      |                 |                  |   |  |                                    |               |
| <b>Régularisation</b>                      | Directe tendre      | <b>Outil</b>                              | %<br>2,78 | 2,7<br>0,3                           | 107             | 0,35             | Non cortical<br>Cortical proximal<br>x < 20 % | Couvrant mince<br>Section linéaire à déjetée | 0,09                               | Facetté       |

## Production expérimentale d'une hache sur éclat produit d'un rognon concédant une surface naturelle d'entame

| Phases technologiques             | Mode de fracture               | Modules obtenus                    | Dessin | % et poids en kg des modules obtenus | Nombre d'éclats | Poids des éclats | Aspect des éclats                   | Type d'éclats                               | Poids des débris esquilles/cassons | Talon                              |
|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--------|--------------------------------------|-----------------|------------------|-------------------------------------|---|------------------------------------|------------------------------------|
|                                   | Percussion                     |                                    |        |                                      |                 |                  |                                     |   |                                    |                                    |
| <b>Ouverture du rognon</b>        |                                |                                    |        |                                      |                 |                  |                                     |   |                                    |                                    |
| <b>Rognon brut</b><br>P = 19,5 kg | Boule lancée<br>Directe dure   | Eclat : 6,68 kg<br>Bloc : 12,84 kg |        | 100<br>6,68                          | 1               |                  | Cortical<br>Semi-cortical<br>< 50 % | Couvrant épais                              |                                    | Semi-cortical<br>Lisse             |
| <b>Aménagement du rognon</b>      |                                |                                    |        |                                      |                 |                  |                                     |   |                                    |                                    |
| <b>Façonnage de l'éclat</b>       | Directe dure<br>Directe tendre | Ébauche                            |        | 10,79<br>0,72                        | 148             | 5,14             | Cortical<br>Semi-cortical           | Couvrant épais<br>Couvrant petit            | 0,82                               | Cortical<br>Semi-cortical<br>Lisse |
| <b>Ébauche</b>                    |                                |                                    |        |                                      |                 |                  |                                     |   |                                    |                                    |
| <b>Régularisation</b>             | Directe tendre                 | <b>Outil</b>                       |        | 4,21<br>0,28                         | 81              | 0,4              | Non cortical<br>Cortical distal     | Couvrant petit<br>Section linéaire<br>Mince | 0,04                               | Facetté<br>Lisse<br>x < 20 %       |

## Production expérimentale d'une hache sur un rognon quelconque

| Phases technologiques             | Mode de fracture               | Modules obtenus  | Dessin    | % et poids en kg des modules obtenus | Nombre d'éclats | Poids des éclats | Aspect des éclats  | Type d'éclats                               | Poids des débris esquilles/cassons | Talon                        |
|-----------------------------------|--------------------------------|------------------|-----------|--------------------------------------|-----------------|------------------|--|---|------------------------------------|------------------------------|
|                                   | Percussion                     |                  |           |                                      |                 |                  |  |   |                                    |                              |
| <b>Ouverture du rognon</b>        |                                |                  |           |                                      |                 |                  |  |   |                                    |                              |
| <b>Rognon brut</b><br>P = 13,5 kg | Enclume<br>Boule lancée        | Rognon tronqué   |           | 62,37<br>8,42                        | 4               | 5,08             | Cortical<br>Semi-cortical<br>x < 50 %                        | Épais                                       |                                    | Cortical<br>Semi-cortical    |
| <b>Aménagement du rognon</b>      |                                |                  |           |                                      |                 |                  |  |   |                                    |                              |
| <b>Décortilage</b>                | Directe dure                   | Pseudo-plaquette |           | 17,78<br>2,4                         | 69              | 5,4              | Cortical<br>Semi-cortical<br>20 % < x < 50 %                 | Couvrant épais                              | 0,62                               | Cortical<br>semi-cortical    |
| <b>Mise en forme</b>              | Directe dure<br>Directe tendre | Ébauche          |           | 4,89<br>0,66                         | 21              | 1,36             | Semi-cortical<br>x < 20 %<br>Distal cortical<br>Non cortical | Couvrant épais<br>Couvrant petit déjeté     | 0,38                               | semi-cortical<br>Lisse       |
| <b>Ébauche</b>                    |                                |                  |           |                                      |                 |                  |  |   |                                    |                              |
| <b>Régularisation</b>             | Directe tendre                 | <b>Outil</b>     | %<br>2,08 | 2,08<br>0,28                         | 62              | 0,3              | Non cortical<br>Distal cortical<br>x < 20 %                  | Couvrant petit<br>Mince<br>Section linéaire | 0,08                               | Facetté<br>Lisse<br>x < 20 % |

Fig. 191. Présentation du projet expérimental (crédits S. Giazzon, Inrap).



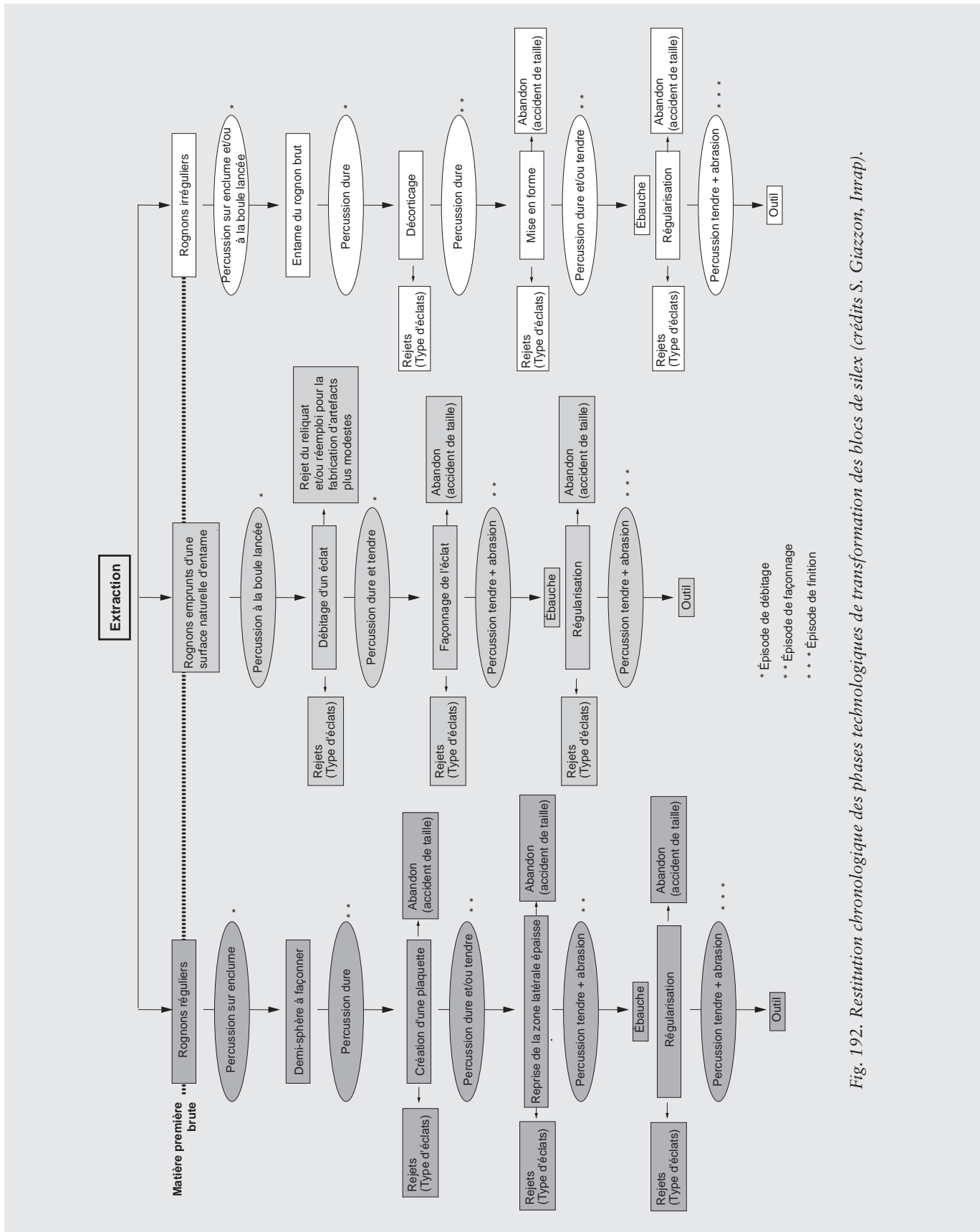


Fig. 192. Restitution chronologique des phases technologiques de transformation des blocs de silex (crédits S. Giazzon, Inrap).

## Classification des outils miniers

### *Un outillage expédient*

L'outillage lithique minier est essentiellement expédient. Il ne peut par définition entrer dans aucune typologie puisque aucune norme ne préside à sa fabrication. L'application d'une grille typologique classique est donc impossible. Pour décrire cet outillage de manière objective et limpide ont été retenus des critères morphologiques communément admis (Inizan *et al.* 1995) : le support de l'outil (éclat, éclat allongé, lame) et son épaisseur (épais > 8 mm > mince); les aménagements (retouches ou esquillements, leur délinéation, leur répartition).

Un questionnement spécifique aux sites miniers a toutefois conduit à élaborer une démarche pour distinguer, à l'aide d'observations tracéologiques, si des pièces bifaciales produites à Ri avaient été utilisées dans le cadre des activités minières, ou s'il s'agissait uniquement d'ébauches rejetées. Tous les objets inventoriés à Ri ont été observés rapidement à la loupe binoculaire, pour distinguer la présence de traces d'usure et leur répartition le cas échéant. Cette démarche s'est révélée efficace et a permis de réorienter les problématiques spécifiques de l'étude du site de façon pertinente. Elle a également servi à orienter la fabrication des répliques expérimentales et leur utilisation dans le cadre expérimental. Les approches fonctionnelles ont été retenues dans ce travail car elles permettent d'aborder la fonction de l'outil, soit la finalité de la chaîne opératoire. Lorsque la qualité du matériel le permet, elles autorisent la considération de l'économie de l'outillage qui permet d'interpréter la variabilité des cycles d'usage, de transformation et de rejet. Naturellement, les études fonctionnelles sont indissociables des approches expérimentales qui permettent de formuler des hypothèses réalistes à partir de l'observation du matériel et de les confronter à une réalité pratique. En outre, elles constituent un référentiel pour interpréter dans un cadre méthodologique bien établi les observations tracéologiques. Le référentiel constitué n'est pas exhaustif : ce n'était pas un objectif majeur ici, mais il pourrait faire l'objet d'une étude spécifique. Les 49 pièces expérimentales confectionnées, particulièrement dans le cadre de l'étude de Ri, ont été inventoriées et décrites au sein d'une base de données créée d'après les conseils de S. Beyries, S. Philibert et B. Gassin. Le détail de cet enregistrement, relativement rébarbatif, ne sera pas reproduit ici pour les mêmes raisons. Il est présenté dans un précédent travail (Marcigny *et al.* 2011).

### *Vocabulaire descriptif*

Les traces observées, quelle que soit leur origine (fonctionnelle, accidentelle, post-dépositionnelle), requièrent pour être interprétées de manière exhaustive des moyens et des échelles d'observation variables. Le diagnostic fonctionnel est permis par la considération conjointe et la confrontation des différents critères d'observation (Gassin 1996). Les critères de diagnose fonctionnelle retenus pour ce travail sont communs à la plupart des chercheurs. Les analyses reposent sur l'examen de l'état des tranchants et des traces d'usure qu'ils comportent : enlèvements d'utilisation, émoussés, micropolis et stries. Ces caractères d'identification sont observés en fonction de paramètres reconnus comme étant des facteurs de variabilité des usures : la matière première de la pièce, la morphologie du bord actif, la matière d'œuvre et son état physique, la position et la cinématique de l'outil, la durée d'utilisation, la force appliquée lors de l'utilisation... Ces variables influent sur la morphologie des traces d'usure qui, identifiées associées ou non, plus ou moins intensément, ne présentent pas la même valeur diagnostique (González Urquijo, Ibáñez Estévez 1994; Gassin 1996; Philibert 2002).

Nous ne reproduirons pas dans le détail le descriptif des différents types de traces d'usure, sujet traité de manière exhaustive par plusieurs auteurs, auxquels le lecteur est invité à se reporter pour plus de précisions sur le sujet. Les données fonctionnelles reprennent la terminologie définie par ces chercheurs (Anderson-Gerfaud 1981 ; Plisson 1985 ; Caspar 1988 ; González Urquijo, Ibáñez Estévez 1994 ; Gassin 1996 ; Philibert 2002).

#### *Moyens d'observation et traitement des vestiges*

Les instruments d'observation employés pour l'analyse tracéologique sont une loupe binoculaire Leica S4 E autorisant des grossissements allant de 10x à 48x et un microscope métallographique Leica DM2500M autorisant un grossissement de 200x. Aucun traitement chimique puissant n'a été employé (en particulier, aucun acide n'a été utilisé) : de tels traitements peuvent dans de nombreux cas provoquer la destruction de traces d'usure. Les pièces observées ont fait l'objet d'un premier lavage soigné à l'eau savonneuse, en prenant soin d'éviter le contact avec des éléments abrasifs. Pour une observation détaillée, certains vestiges ont été dégraissés à l'alcool à 70°. Les mêmes procédés sont employés pour le traitement des références expérimentales.

## Le façonnage des haches

### Composition de l'assemblage étudié

Le tri des six tonnes de mobilier prélevé a permis l'inventaire de 1040 pièces particulières (outils, ébauches de haches ou objets façonnés). Parmi elles, 355 pièces façonnées, 417 pièces retouchées et 88 nucléus sont livrés à l'étude technologique (fig. 193). A priori, cet assemblage paraît numériquement représentatif. Mais il faut garder à l'esprit qu'il provient de l'ensemble de la zone fouillée, tout phasage spatial ou chronologique mis à part. Ceci est potentiellement lourd de conséquences sur un site dont la durée d'occupation et le fonctionnement dans l'espace étaient inconnus au début de cette étude. Malgré tout, le choix a été fait de considérer, au moins dans un premier temps, cet assemblage dans sa globalité. Les premiers tris du mobilier n'ont de toute façon pas livré d'indices tangibles d'une variation typo-technologique au sein de la zone fouillée. De prime abord, le mobilier récolté sur le grand transect semble homogène : aucun élément ne permet de diviser l'assemblage en différents lots. Si tel n'avait pas été le cas, cette approche globale n'aurait sans doute pas été conduite de cette façon. D'autre part, les valeurs numériques de cet assemblage sont très modestes, si on les rapporte à la surface étudiée. Segmenter cet assemblage aurait alors conduit à étudier des lots très peu représentatifs sur le plan statistique.

Il a donc été choisi de considérer un assemblage constitué du cumul des séries de mobilier issues des structures d'extraction (les puits) et de l'amas principal. Cette approche a été validée dans un précédent travail, où nous avons montré par des études de cas réalisées sur des ensembles différents de la minière, la très grande homogénéité des vestiges en silex (Marcigny *et al.* 2011). Ces résultats sont intégrés à la présentation globale du mobilier.

L'étude technologique de l'assemblage global puis de l'amas principal présente distinctement les activités de façonnage et de débitage, tout en gardant à l'esprit que ces productions sont au moins partiellement liées. La partie 2 du « nodule à la préforme » présente l'activité de façonnage à travers une lecture des schémas opératoires, étape après étape, à la lumière des faits archéologiques et des apports de l'expérimentation.

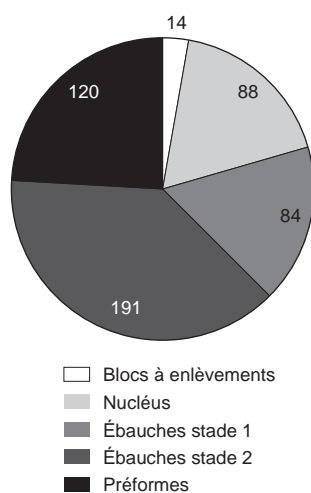


Fig. 193. Assemblage global : parts des différentes étapes du façonnage et des nucléus (nombre) (crédits F. Charraud, Inrap).

## Déroulement du façonnage, du nodule à la préforme

### *L'obtention des supports d'ébauches*

L'observation des pièces abandonnées avant l'aboutissement du façonnage (ébauches de stades 1 et 2) conduit à distinguer deux principaux types de supports destinés au façonnage : des ébauches sont réalisées sur éclat, tandis que d'autres sont façonnées à partir de supports épais et parfois très corticaux, qui correspondent vraisemblablement à des rognons (ou fragments) directement mis en forme. On peut donc distinguer des ébauches sur éclat et des ébauches sur masse centrale. Il faut néanmoins préciser que la caractérisation des supports est souvent délicate. Les ébauches sur éclats sont les plus aisées à identifier, du moins quand elles présentent des vestiges de la face inférieure de l'éclat support, voire parfois une partie ou la totalité du bulbe. Pour les autres types de support, l'épaisseur et la régularité de la préforme sont des indices mais ne peuvent être systématiquement discriminants.

Cette difficulté d'identification des supports traduit en fait une très faible représentation des ébauches à un stade véritablement initial. Les préformes classées en « ébauches stade 1 » (84 pièces) présentent déjà un façonnage significatif du support, qui ne laisse planer aucun doute sur la vocation de la préparation (pièce bifaciale).

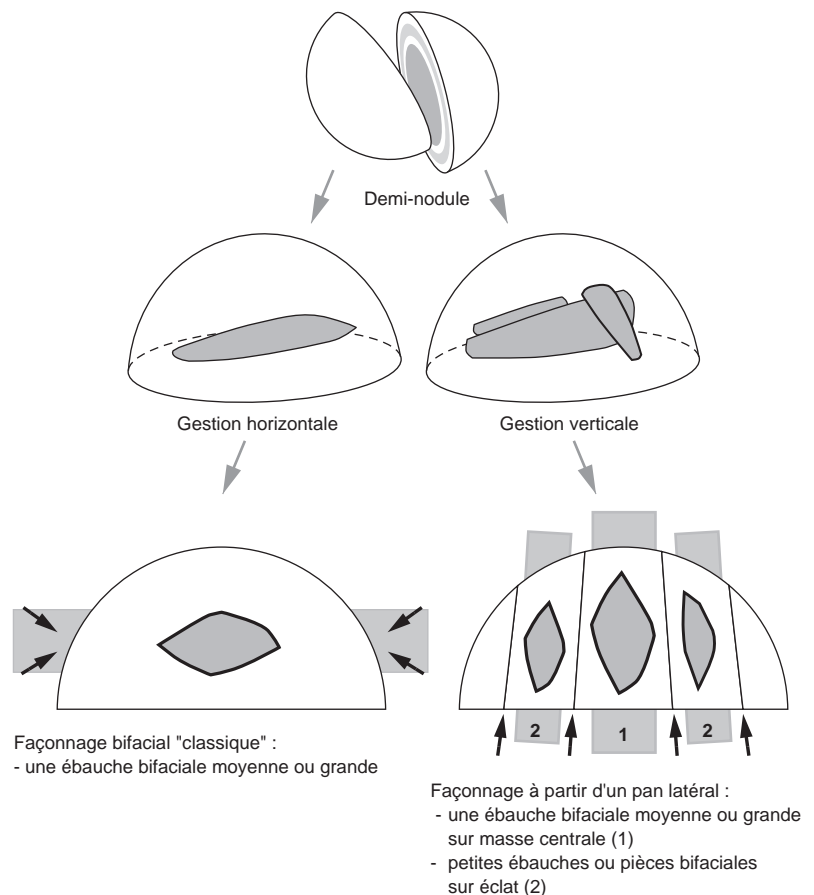
Ainsi, les stades vraiment initiaux de préparation du façonnage seraient à rechercher parmi la catégorie des « blocs à enlèvements », qui correspondent à des blocs ou grands fragments de blocs comportant entre un et cinq enlèvements.

Mais ces pièces sont particulièrement peu nombreuses (14 individus), d'autant plus que certaines d'entre elles peuvent correspondre à des tests de la matière première ou à des nucléus ayant livré un faible nombre de produits.

Finalement, la fouille n'a livré qu'une quantité infime de supports peu transformés. Ceci est valable pour des supports de type bloc ou fragment de bloc, mais également pour les éclats. Le mobilier lithique découvert ne contient que très peu d'éclats massifs, potentiellement supports d'ébauches. On peut donc conclure que tout ce qui était façonnable a été façonné ou emporté à l'extérieur de la zone d'exploitation minière.

Le recours à l'expérimentation s'est révélé indispensable pour préciser les stades initiaux de transformation de la matière première, eu égard à la faiblesse des éléments archéologiques. La gestion des volumes des rognons, telle qu'elle a pu être restituée à partir des déchets de taille et de l'expérimentation (fig. 194), est explicitée dans les paragraphes qui suivent.

Fig. 194. Possibilités d'exploitation d'un demi-nodule régulier (crédits L. Jubel, Inrap).





#### ► La préparation des supports de type « masse centrale »

Le support type « masse centrale » peut être un bloc ou un fragment de bloc. Dans le premier cas, le tailleur a intérêt à choisir un nodule dont les volumes se rapprochent le plus possible d'une plaquette, afin de limiter les difficultés et le temps consacré à la mise en forme. Mais ces blocs de morphologie spécifique et adaptés à un façonnage direct sont largement minoritaires (sans être totalement absents). Cette technique reste délicate à détecter au sein des préformes et des ébauches qui nous sont parvenues, pour les raisons évoquées précédemment (transformation systématique des supports potentiels).

La fouille à la pelle mécanique des espaces entre les puits confirme qu'il est difficile de trouver des blocs de morphologie directement adaptée. Cette technique pourrait donc être relativement anecdotique, du fait de la faible fréquence des supports potentiels.

Des fragments de blocs sont en revanche plus faciles à obtenir à partir de la fragmentation des nodules réguliers ou irréguliers. Une fois un nodule entamé, la surface de silex dégagée est mise à profit pour poursuivre la fragmentation du bloc.

Si les angulations et les volumes sont adaptés, un véritable débitage peut être entrepris (voir ci-après). Mais l'expérimentation démontre qu'il est parfois nécessaire de poursuivre un travail peu précis au percuteur lourd, quand l'angulation établie par la première entame est insuffisante. Pour peu que certaines percussions avortent et soient répétées, des fracturations aléatoires du nodule se produisent, à partir du plan de frappe. Ainsi, le bloc est réduit à l'état de plusieurs fragments massifs qui restent exploitables pour la production d'ébauches bifaciales. Le risque est la présence ponctuelle de diaclases internes, mais elles sont rapidement repérables (puisque pénalisantes) dès les premières étapes du façonnage.

D'une manière générale, l'ouverture, la fragmentation des blocs et le débitage d'éclats massifs requièrent des percuteurs lourds en percussion directe ou jetée. Des nodules réguliers sont utilisés comme percuteurs. Leur durée de vie peut être courte, comme en témoignent de nombreux fragments dans le mobilier. Ces fragments présentent généralement des plages d'utilisation peu développées avant la fracture accidentelle du percuteur.

#### ► Le débitage d'éclats-supports

Quand l'entame du nodule révèle une bonne angulation entre le plan de frappe dégagé et un volume exploitable, il est aisé d'obtenir une succession d'enlèvements. Ceux-ci doivent cependant être suffisamment épais pour être utilisés comme supports d'ébauches. Le tailleur doit donc contrôler son débitage et percuter à bonne distance du bord du plan de frappe. Le percuteur doit être suffisamment lourd pour détacher des enlèvements massifs.

Les percuteurs alloués à cette tâche sont presque systématiquement des nodules réguliers de silex. Quelques exemplaires (ou fragments) en grès ont été utilisés. Qu'ils soient en silex ou en grès, la plage d'utilisation de ces objets témoigne d'une utilisation répétée avant un abandon, souvent suite à une fracture.

Dans le cadre expérimental, les éclats massifs ont été obtenus de deux manières. Le nucléus peut être posé au sol et débité par percussion directe, avec un percuteur lourd tenu à deux mains. Toutefois, cette technique est limitée dans la production d'éclats suffisamment massifs pour constituer des supports d'ébauches. Les éclats les plus massifs ont été obtenus par la technique de la percussion jetée, détaillée. Les supports obtenus expérimentalement de cette manière sont les plus conformes aux exemples archéologiques.

## Le façonnage des ébauches

### ► Représentativité de l'échantillon

Les techniques de façonnage des ébauches sont illustrées par les trois grands stades distingués dans la série: les ébauches de stades 1 et 2 et les préformes. Les pièces portées à l'étude sont au nombre de 395, réparties en 84 ébauches de stade 1, 191 ébauches de stade 2 et 120 préformes (fig. 195). Le décompte de ces ébauches en fonction de leur section est présenté en figure 196. Cet échantillon de 395 individus peut théoriquement être considéré comme numériquement et statistiquement représentatif de la production. Toutefois, il convient de considérer cet ensemble avec précaution, en gardant à l'esprit les différents biais inhérents à l'étude des séries lithiques en contexte de mineière, tels qu'ils ont été synthétisés par J. Pelegrin (1995). En effet, les pièces découvertes sur le site d'extraction ou de production sont a priori de médiocres témoins de l'intention de production, puisqu'il s'agit avant tout de rebuts de la production. De ce point de vue, dans le cas de l'assemblage de Ri, les ébauches aux stades 1 et 2 sont susceptibles de livrer une proportion de pièces déviantes et aberrantes.

### ► La question des préformes

La lecture typo-technologique des pièces façonnées est révélatrice de cette question. Sur les 120 individus, on constate que seule une minorité (14 %) présente une section symétrique. Cette section symétrique est pourtant recherchée lors du façonnage d'une ébauche de hache. La section la mieux représentée est de type plano-convexe (36 %), côtoyant des sections très particulières comme les unifaciales (12,5 %) ou les triédriques (11 %) (fig. 196).

La symétrie du profil du tranchant participe également à l'identification de possibles outils. Or, les tranchants asymétriques dominent largement le lot (46 %), contre seulement 13 % de tranchants symétriques (fig. 197).

Seules sept pièces cumulent une section et un profil de tranchant symétriques. C'est donc une très faible minorité de pièces façonnées qui illustre l'intention de production de hache, toutes les autres étant fortement soupçonnées d'appartenir à un outillage annexe.

Deux grands procédés de façonnage ont été identifiés: un façonnage bifacial que l'on peut qualifier de « classique » dans sa mise en œuvre; un façonnage bifacial pratiqué à partir de « pans latéraux », méthode inédite caractérisée à Ri et détaillée ci-après.

### ► Le façonnage bifacial « classique »

Cette méthode est la plus simple pour parvenir à une ébauche de hache aux faces et profil symétriques. Le processus de façonnage présente quelques variantes en fonction de la morphologie du support (masse centrale ou éclat), mais également peut-être en fonction des choix et des compétences du tailleur [cf. encadré expérimentation, *La production d'une hache à partir d'un éclat*, p. 186]. D'une manière générale, la mise en forme initiale se pratique au percuteur dur.

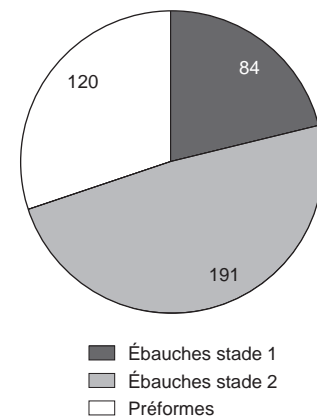
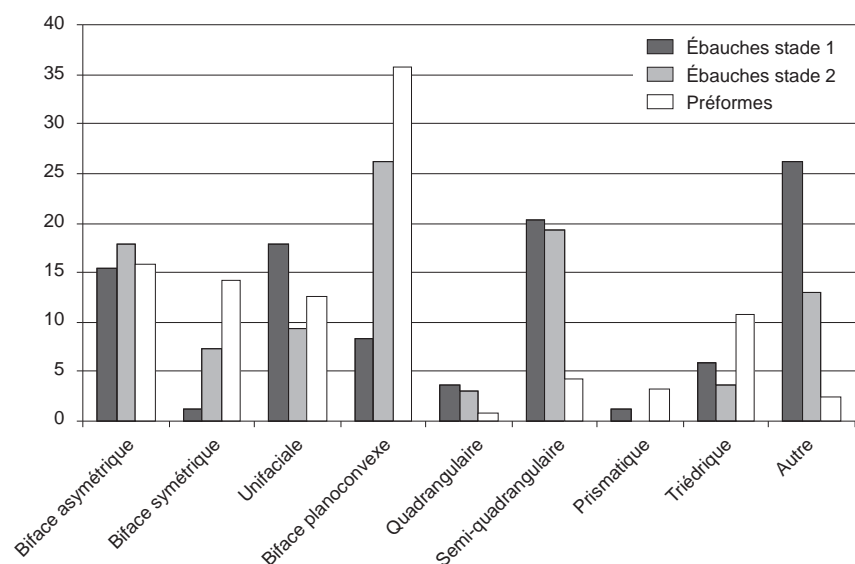


Fig. 195 (ci-dessus). Assemblage global, parts des différentes étapes du façonnage (nombre) (crédits F. Charraud, Inrap).

Fig. 196 (ci-dessous). Assemblage global, parts des différentes sections des ébauches de stade 1 et 2 et des préformes (crédits F. Charraud, Inrap).



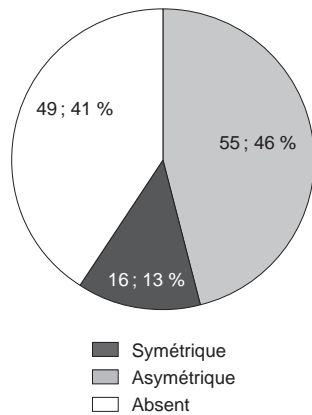


Fig. 197. Assemblage global, profil du tranchant des préformes (nombre).

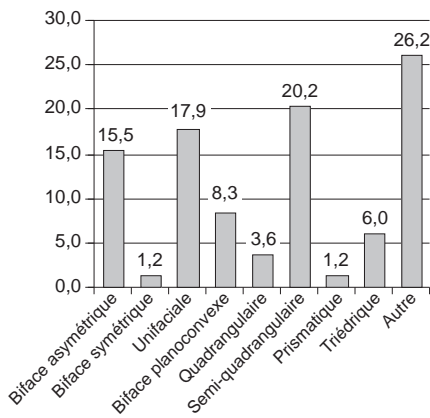


Fig. 198. Assemblage global, sections des ébauches stade 1 (%). (crédits F. Charraud, Inrap, L. Juhel, Inrap).

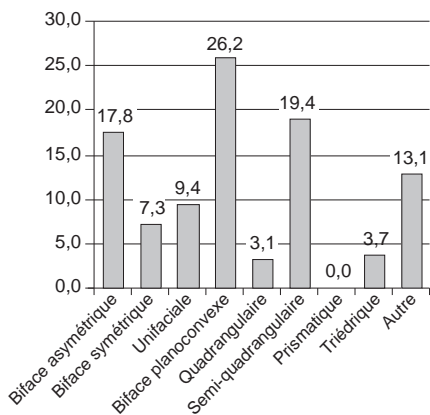


Fig. 199. Assemblage global, sections des ébauches stade 2 (%). (crédits F. Charraud, Inrap, L. Juhel, Inrap).

La durée de cette phase, la quantité des déchets et la morphologie des enlèvements varient selon le type de support. Contrairement aux ébauches sur éclat, certains blocs ou fragments de bloc réclament un important dégrossissage.

Les données concernant la section des ébauches rendent compte de l'évolution de leur morphologie au cours du façonnage (fig. 197, 198, 199). Même si elles sont abandonnées pour diverses raisons, les ébauches au stade 1 illustrent les procédés utilisés pour établir le volume de l'ébauche dans ses grandes lignes. On trouve dans cette catégorie un nombre important de pièces de section unifaciale (17,9 %). Cette préparation est la plus simple, une série d'enlèvements unilatéraux ou bilatéraux dresse sommairement la silhouette de la préforme.

À ce stade, un quart des pièces montrent déjà une préparation bifaciale (25 %) (fig. 214). Les ébauches sont le plus souvent de section bifaciale asymétrique (15,5 %), ou bifaciale plano-convexe (8,3 %). Dans ce dernier cas, on ne peut exclure la présence d'ébauches prédéterminant de futurs outils plano-convexes, mais il est aussi normal de rencontrer ce type de sections dans des stades plus ou moins soignés ou réussis de préparation d'ébauches bifaciales symétriques.

Les préparations bifaciales de section symétrique sont naturellement presque absentes à cette étape du façonnage (un seul exemple). Pour de nombreuses pièces, les sections très irrégulières n'ont pas pu être définies; elles sont regroupées dans la catégorie « autre » (26,2 %). Des sections triédriques (6 %) pourraient témoigner de tentatives d'aménagement des volumes par une gestion triédrique, sans pour autant que la vocation finale de la pièce soit de conserver cette section.

Au stade 2, la proportion des ébauches de section bifaciale asymétrique augmente légèrement (17,8 %). En revanche, on observe une chute des sections unifaciales (9,4 %), vraisemblablement au profit des sections bifaciales plano-convexes qui progressent de manière considérable (26,2 %). Ces proportions rendent compte de l'évolution de préparations unifaciales au stade 1, poursuivies par un façonnage bifacial au stade 2. Il est cohérent de constater que les pièces plus régulières, de section bifaciale symétrique, sont en progression (7,3 %). Le perceur dur est encore largement utilisé à ce stade intermédiaire du façonnage. Cependant, les volumes de certaines pièces commencent à être régularisés au perceur tendre organique par des enlèvements couvrants. Les caractères morphologiques de la pièce finie tendent à être fixés.

Les préformes, qui marquent le troisième stade de façonnage, montrent une forte proportion de sections plano-convexes (35,8 %) par rapport aux ébauches de stade 2. Lors de l'étude cette donnée a suggéré que ces préformes pouvaient correspondre à un outillage distinct de la production de hache. De fait elles pourraient bel et bien correspondre à une véritable production intentionnelle mais ces pièces n'ont pas montré de traces d'utilisation dans le cadre minier. Il pourrait aussi s'agir de pièces déviantes abandonnées.

Les pièces unifaciales sont toujours bien présentes (12,5 %). Les pièces prismatiques (3,3 %) ou triédriques (10,8 %) augmentent de manière significative. Ces trois catégories sont elles aussi à rattacher à la production d'un outillage spécifique.

Les pièces bifaciales de section symétrique sont mises en forme très majoritairement au perceur tendre organique. C'est aussi le cas pour une bonne partie des pièces plano-convexes. En revanche la régularisation, parfois soignée, des préparations unifaciales, triédriques ou prismatiques peut être malgré tout menée au perceur dur.

## EXPÉRIMENTATION

## La production d'une hache à partir d'un éclat

Sébastien Giazzon

Cette phase peut concerner la production d'éclats par détachements massifs sur des rognons naturellement fracturés ; ces fracturations providentielles offrent des plans de frappe relativement lisses qui minimisent les difficultés d'extraire de gros éclats-supports. La plupart des éclats seront cependant obtenus après fractionnement de gros sphéroïdes en silex. Expérimentalement, la percussion lancée semble la plus adaptée pour obtenir de gros éclats (cf. encadré p. 176). Sauf à disposer d'un très gros bloc (rare sur le site), il est improbable d'extraire plus de deux à trois éclats exploitables au sein d'un unique rognon (fig. 200 à 202).

Une fois un éclat de 15 à 25 cm de côté obtenu, l'opération consiste à façonner cet éclat sous la forme d'une ébauche. Ce façonnage est conditionné par l'aspect initial de l'éclat. Ce type de support paraît le plus adapté pour la réalisation de lame de hache puisqu'il est le plus communément plano-convexe. Le façonnage débute par la réduction du bulbe de percussion présent sur la face de fracture du support. La suite du façonnage concerne plus particulièrement les bords de l'éclat avec une série de retouches abruptes, éjectant le liseré cortical impropre à la taille. L'aménagement de ces bords favorise un façonnage alternant d'une face à l'autre. Les percussions appliquées partant de la face de fracture détachent des éclats sur la face supérieure plutôt épais, corticaux et allongés. Les percussions opposées créent des déchets plus minces, moins longs et non corticaux. Le produit de ce façonnage est une ébauche plus ou moins rectiligne affectée d'une asymétrie dans son épaisseur. En effet les arêtes latérales n'ont pas encore investi l'axe de l'ébauche, se trouvant désaxées sur la face de fracture du support. La face de fracture conserve régulièrement une large plage d'éclatement concédée par



Fig. 200. Production de plusieurs éclats-supports sur un très gros bloc naturellement fracturé. Cinq haches pourront être produites à partir de ces éclats.

l'entame initiale. La face supérieure, quant à elle, conserve un reliquat cortical parfois dominant.

La phase de régularisation s'opère alors en procédant par l'enlèvement d'éclats affectant les deux faces de la pièce (fig. 203 à 204). Les percussions sont menées depuis les bords de la pièce, en percussion directe, en utilisant un petit percuteur en silex ou un bois de cervidé. Au cours de ce travail la silhouette de la lame de pierre s'équilibre. Les rejets sont des éclats minces, parfois allongés et légèrement arqués. Quelques plages attribuées à la fracture initiale de l'éclat peuvent persister sur l'une des faces de l'outil (corticales s'il s'agit du premier éclat de la série), indiquant nettement la nature du support exploité. Sur certains exemplaires polis, on retrouve cette zone sous-corticale sur une des faces, qui est le marqueur d'une réalisation de lame de hache à partir d'un éclat-support.



Fig. 201. Un des éclats lors de la phase de dégrossissage.



Fig. 202. Une ébauche de hache sur éclat prête à être polie. On remarque sur cette face le lambeau d'une plage sous-corticale, qui restera visible à l'issue du polissage de la pièce.






| Phases technologiques         | Mode de fracture               | Modules obtenus                    | Dessin  | % et poids en kg des modules obtenus | Nombre d'éclats | Poids des éclats | Aspect des éclats                   | Type d'éclats                               | Poids des débris esquilles/cassons | Talon                              |
|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---|--------------------------------------|-----------------|------------------|-------------------------------------|---|------------------------------------|------------------------------------|
|                               | Percussion                     |                                    |   |                                      |                 |                  |                                     |   |                                    |                                    |
| <b>Production de l'éclat</b>  |                                |                                    |   |                                      |                 |                  |                                     |   |                                    |                                    |
| Rognon brut<br>P = 19,5 kg    | Boule lancée<br>Directe dure   | Éclat : 6,68 kg<br>Bloc : 12,84 kg |  | 100<br>6,68                          | 1               |                  | Cortical<br>Semi-cortical<br>< 50 % | Couvrant épais                              |                                    | Semi-cortical<br>Lisse             |
| <b>Aménagement de l'éclat</b> |                                |                                    |   |                                      |                 |                  |                                     |   |                                    |                                    |
| Façonnage de l'éclat          | Directe dure<br>Directe tendre | Ébauche                            |  | 10,79<br>0,72                        | 148             | 5,14             | Cortical<br>Semi-cortical           | Couvrant épais<br>Couvrant petit            | 0,82                               | Cortical<br>Semi-cortical<br>Lisse |
| <b>Ébauche</b>                |                                |                                    |   |                                      |                 |                  |                                     |   |                                    |                                    |
| Régularisation                | Directe tendre                 | Outil                              |  | 4,21<br>0,28                         | 81              | 0,4              | Non cortical<br>Cortical distal     | Couvrant petit<br>Section linéaire<br>Mince | 0,04                               | Facetté<br>Lisse<br>x < 20 %       |

Fig. 203. Production expérimentale d'une hache, sur éclat produit d'un rognon concédant une surface naturelle d'entame : synthèse (crédits S. Giazzon, Inrap).





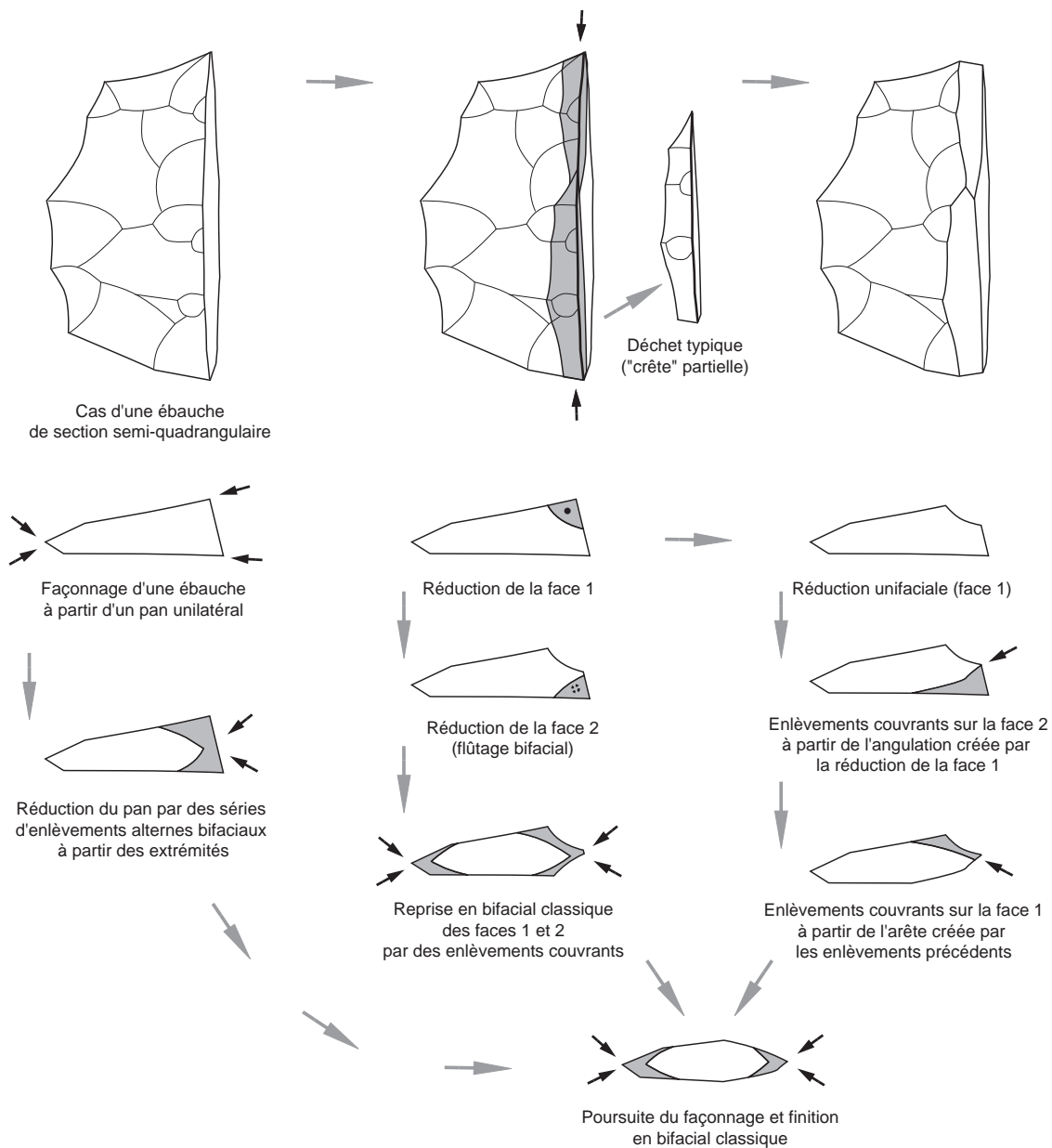
| Phases technologiques        | Mode de fracture               | Modules obtenus  | Dessin  | % et poids en kg des modules obtenus | Nombre d'éclats | Poids des éclats | Aspect des éclats  | Type d'éclats                               | Poids des débris esquilles/cassons | Talon                        |
|------------------------------|--------------------------------|--|---|--------------------------------------|-----------------|------------------|--|---|------------------------------------|------------------------------|
|                              | Percussion                     |  |   |                                      |                 |                  |  |   |                                    |                              |
| <b>Ouverture du rognon</b>   |                                |  |   |                                      |                 |                  |  |   |                                    |                              |
| Rognon brut<br>P = 13,5 kg   | Enclume<br>Boule lancée        | Rognon entamé : 8,42 kg<br>Reliquat inexploité : 5,08 kg |   | 62,37<br>8,42                        | 4               | 5,08             | Cortical<br>Semi-cortical<br>x < 50 %                        | Épais                                       |                                    | Cortical<br>Semi-cortical    |
| <b>Aménagement du rognon</b> |                                |  |   |                                      |                 |                  |  |   |                                    |                              |
| Décortiquage                 | Directe dure                   | Pseudo-plaquette   |  | 17,78<br>2,4                         | 69              | 5,4              | Cortical<br>Semi-cortical<br>20 % < x < 50 %                 | Couvrant épais                              | 0,62                               | Cortical<br>Semi-cortical    |
| Mise en forme                | Directe dure<br>Directe tendre | Ébauche  |  | 4,89<br>0,66                         | 21              | 1,36             | Semi-cortical<br>x < 20 %<br>Distal cortical<br>Non cortical | Couvrant épais<br>Couvrant petit déjeté     | 0,38                               | Semi-cortical<br>Lisse       |
| <b>Ébauche</b>               |                                |  |   |                                      |                 |                  |  |   |                                    |                              |
| Régularisation               | Directe tendre                 | Outil  |  | 2,08<br>0,28                         | 62              | 0,3              | Non cortical<br>Distal cortical<br>x < 20 %                  | Couvrant petit<br>Mince<br>Section linéaire | 0,08                               | Facetté<br>Lisse<br>x < 20 % |

Fig. 204. Production expérimentale d'une hache sur un rognon irrégulier : synthèse (crédits S. Giazzon, Inrap).

► Le façonnage bifacial par pans latéraux

Lors d'un façonnage bifacial « classique », les enlèvements sont obtenus à partir d'une percussion tangentielle sur l'arête du bord de l'ébauche. Dans le cas du façonnage par pans latéraux, le bord de l'ébauche est une surface utilisée comme un plan de frappe, à partir duquel sont débités des enlèvements participant à la mise en forme de l'ébauche. Le pan latéral peut être unilatéral, ou moins souvent bilatéral [cf. encadré expérimentation, *Le façonnage des haches*, p. 96]. Cette méthode particulière est facilement identifiable à travers la lecture de la section des pièces bifaciales. Ses différentes étapes sont récapitulées sur la figure 205. Si le façonnage est conduit à partir de deux pans latéraux opposés, la section de la pièce est quadrangulaire. Dans le cas d'un façonnage depuis un pan unilatéral, la section engendrée est semi-quadrangulaire.

Fig. 205. Principaux procédés de réduction d'un pan latéral (crédits L. Juhel, Inrap).



## EXPÉRIMENTATION

## Le façonnage d'une hache sur pan latéral

Sébastien Giazzon

Consécutivement à la fourniture des deux demi-sphères issues de l'opération de fracturation des boules de silex, le façonnage de l'une d'elles est entrepris. Le procédé de façonnage évoqué ici est directement tributaire du volume à traiter. L'acquisition d'un support favorable à la réalisation d'une lame de hache sur cette demi-sphère ne semble pas aisée. Le net plan de frappe acquis après fendage est mis à profit pour ce type de façonnage (fig. 206 à 208).

L'épisode de façonnage décrit ci-après va concerner une petite moitié de cette demi-sphère. Il a été entrepris expérimentalement au percuteur de silex recueilli au sein du gisement (dans les niveaux naturels). L'enjeu de cette phase est de réduire cette demi-sphère en un quart de sphère par l'enlèvement d'éclats pratiquement adjacents. La demi-sphère est posée sur la cuisse. Les enlèvements se font par percussion directe avec ce type de percuteur, la sortie d'éclats est aisée. Les impacts s'opèrent en général bien à l'intérieur du bord obtenu précédemment. Ce procédé ne demande pas d'entretien particulier sur la corniche en cours de travail. Au terme de cette opération qui a réduit la demi-sphère de près de 40%, la corniche est redressée et régularisée. Les premiers éclats sont épais et corticaux. Progressant dans le façonnage, les éclats deviennent moins épais et moins corticaux.

Le façonnage du second pan s'opère comme le premier, consistant à réduire ce quart de sphère en une plaquette d'une épaisseur proche de l'épaisseur définitive de la lame de hache. Il faut ensuite obligatoirement procéder à une reprise de l'arête utilisée antérieurement comme plan de frappe. Cette phase consiste tout simplement à la supprimer, pour ensuite intervenir dans la phase de régularisation. L'effacement de cette arête quadrangulaire se fait plus



Fig. 206. Début du façonnage du second pan.

aisément en détachant un éclat long, par une percussion sur une extrémité du volume. Le détachement de cet éclat atypique amorce une série d'enlèvements alternés bifaciaux le long de cette arête. L'ébauche présente encore couramment de fortes asymétries. Ces nuances s'observent plus volontiers sur les zones latérales de la pièce. La convexité d'un bord reste très marquée, alors que son opposé plus ou moins rectiligne reste affecté d'une surépaisseur. La régularisation sera obtenue par des éclats courts et/ou larges. La comparaison entre les éclats expérimentaux et ceux du puits St. 144 montre, une nouvelle fois, de grandes similarités.

Les ultimes interventions pratiquées sur la préforme vont concerner les bords et le tranchant. La symétrie des bords est obtenue par des enlèvements alternants, qui par conséquent modifient et rectifient la convexité des faces. L'affûtage du tranchant figure également lors de cette phase. Cette opération soignée se matérialise par l'enlèvement de petits éclats pseudo-lamellaires dans l'intention d'obtenir un tranchant au profil sensiblement arqué. Du fait du support sélectionné (demi-boule), l'ébauche ou la hache une fois polie gardera une zone sous-corticale plus claire au niveau de son talon, caractéristique de la production sur pan latéral.



Fig. 207. Après réalisation des deux pans, effacement de l'arête large afin de poursuivre le façonnage de la hache ; noter la future base de la hache (à gauche) encore corticale à ce stade.



Fig. 208. L'ébauche régularisée (presque) prête à être polie, la zone sous-corticale à la base de la pièce est toujours partiellement présente.

### ▮ Les ébauches de stade 1

À ce stade les ébauches révèlent une proportion importante de sections imputables à cette technique (fig. 198, 216 à 221). Les sections semi-quadrangulaires s'élèvent à 20,2 %, tandis que les sections quadrangulaires sont beaucoup moins nombreuses (3,6 %). Le façonnage par pan unilatéral est donc privilégié. Il s'agit essentiellement d'ébauches exploitant des supports de type demi-nodule ou éclat massif.

Dans le premier cas, le pan latéral est constitué par une portion de la face d'éclatement du demi-nodule. Le pan est généralement lisse, sans aménagement particulier. Des demi-nodules naturels ont également été utilisés. Le pan est alors une surface naturelle, vestige d'une diaclase, occasionnant parfois une double patine sur la pièce.

Dans le cas d'une ébauche réalisée sur éclat, c'est le plus souvent le talon de ce dernier qui constitue le pan latéral. Celui-ci est généralement lisse (issu de nucléus souvent unidirectionnels), mais des talons dièdres ont également été utilisés, sous réserve de présenter une surface et des angulations correctes. Quand il s'agit d'une ébauche sur fragment de bloc, le tailleur peut conserver occasionnellement une surface bien orientée afin de l'utiliser en pan latéral.

### ▮ Les ébauches de stade 2

En comparaison avec la catégorie ébauches de stade 1, la représentation de la méthode des pans latéraux est quasiment constante au stade 2. Les sections semi-quadrangulaires se maintiennent à 19,4 % et les quadrangulaires à 3,1 % (fig. 199, 222 à 227). Le concept du façonnage est identique, dans la continuité des situations observées au stade 1. En toute logique, les pans latéraux sont moins larges et plus réguliers à ce stade du façonnage. Certains ont été l'objet de quelques retouches, vraisemblablement pour conserver des angulations correctes avec la surface façonnée.

Certaines pièces illustrent un stade bien particulier du travail lié à cette technique de façonnage : la réduction du pan latéral par une reprise en façonnage bifacial classique. À l'issue de son exploitation, le tailleur réduit la surface du pan latéral, généralement à partir d'une extrémité, par une succession d'enlèvements alternés (fig. 209).

Dans certains cas, le pan à réduire est l'objet d'une technique pouvant être apparentée à l'extraction d'une crête : un enlèvement allongé est pratiqué à partir d'une extrémité, emportant un bord de la surface du pan sur une longueur plus ou moins étendue. Le biseau ainsi créé modifie l'angulation du bord de l'ébauche et tend à recréer une arête à partir de laquelle un façonnage bifacial classique pourra être poursuivi. Le déchet caractéristique de ce procédé est un éclat allongé (laminaire) dont la morphologie se rapproche d'une semi-crête, habituellement rencontrée dans la mise en forme des nucléus à lame. Ce type d'enlèvement a été identifié sporadiquement dans la masse des déchets de façonnage (fig. 205). Ces enlèvements peuvent éventuellement être pratiqués sur les deux faces, facilitant d'autant plus la poursuite du façonnage selon la méthode bifaciale classique.

La réduction du pan latéral est une étape primordiale pour la poursuite du façonnage vers une pièce bifaciale symétrique. L'expérimentation démontre qu'il ne s'agit pas d'un travail particulièrement difficile, mais qui doit être mené avec soin et qui nécessite un minimum d'expérience. En effet, cette étape entraîne indéniablement une réduction de la largeur de l'ébauche. Idéalement, une seule succession linéaire d'enlèvements bifaciaux alternés permet de faire disparaître



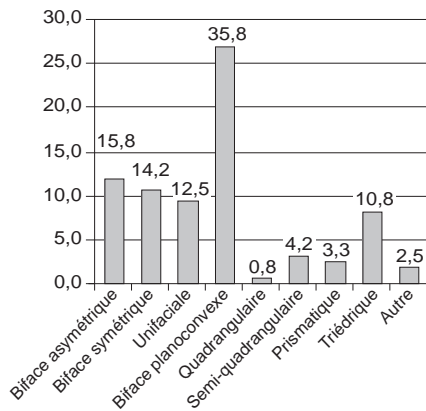


Fig. 209. Assemblage global, sections des préformes stade 1 (%) (crédits L. Juhel, Inrap).

le pan latéral. Mais s'il est nécessaire de recourir à plusieurs sessions d'enlèvements bifaciaux, le risque est grand de voir diminuer excessivement la largeur de l'ébauche de hache. La technique de la pseudo-crête palie cette difficulté. En effet, ce type d'enlèvement réduit le pan latéral sans diminuer la largeur de l'ébauche, puisqu'il est conduit à partir d'une extrémité et non d'un bord.

#### ► Les préformes

Il est remarquable de constater que la technique du pan latéral est presque absente de la catégorie des préformes, puisque les sections semi-quadrangulaires chutent à 4,2 % et les quadrangulaires à 0,8 % (fig. 209). Ce fait démontre bien que cette technique particulière n'est pas une fin en soi, mais un procédé spécifique pour obtenir une pièce bifaciale (fig. 205).

Les pièces façonnées ne présentent souvent qu'un lambeau de surface du pan latéral. Celui-ci était vraisemblablement en cours de réduction au moment de l'abandon de la pièce. L'impossibilité d'obtenir une réduction complète du pan latéral peut être à l'origine de l'abandon de certaines ébauches. Mais on ne peut exclure que certaines pièces soient des outils bifaciaux jugés utilisables ou utilisés tels quels.

Cette méthode des pans latéraux est une approche complémentaire, plus qu'une véritable alternative au façonnage bifacial habituel. La vocation de ce mode opératoire est bien d'obtenir une pièce bifaciale. L'utilisation de ce procédé n'est sans doute pas culturelle. Il ne s'agit pas non plus de fabriquer un outil de morphologie spécifique. La détermination du tailleur étant d'obtenir une pièce bifaciale de section « habituelle » (qu'elle soit bifaciale symétrique ou planoconvexe), la technique du pan latéral est certainement mise en œuvre en réponse à des problèmes techniques. L'analyse de la matière première et l'expérimentation permettent de conforter certaines hypothèses relatives à ce qui suppose ce façonnage à partir d'un pan latéral.

Dans un façonnage bifacial classique, le tailleur a tout intérêt à choisir une matière première adaptée: ceci induit la sélection préférentielle de plaquettes pour produire des ébauches bifaciales. Ce choix de support est bien sûr conditionné par l'état et la nature du banc de silex exploité. À titre de comparaison, les tailleurs du site de Jablines n'ont eu aucune difficulté à se procurer des plaquettes parfaitement adaptées à la production bifaciale (Bostyn, Lanchon 1992). Ce n'est pas le cas à Ri, puisque le silex se présente sous la forme de nodules plus ou moins réguliers, souvent sphériques. Cette morphologie est inadaptée à un façonnage sans préparation préalable de supports. La fracturation des rognons sphériques en demi-nodule est une première étape, mais ces éléments restent délicats à façonner par des enlèvements périphériques.

Une difficulté du façonnage bifacial par percussion tangentielle sur arête est d'obtenir des enlèvements suffisamment couvrants pour désépaissir la pièce (les demi-nodules sont par définition épais). Cette difficulté est augmentée par la nature particulièrement tenace du silex de Ri. Ceci a pu être constaté par différents expérimentateurs et surtout démontré par les mesures physico-chimiques (Tsobgou-Ahoupe 2007). Le silex doit être « frappé » avec force et il use rapidement les percuteurs tendres. La solution réside dans l'inversion de la gestion du volume: la projection de l'ébauche dans l'épaisseur du demi-nodule permet d'exploiter la face d'éclatement comme plan de frappe qui deviendra un pan latéral de l'ébauche. Les enlèvements façonnant l'ébauche peuvent alors être effectués au percuteur dur sur un plan de frappe lisse, exactement comme à l'occasion d'un débitage unidirectionnel. Ces enlèvements sont techniquement

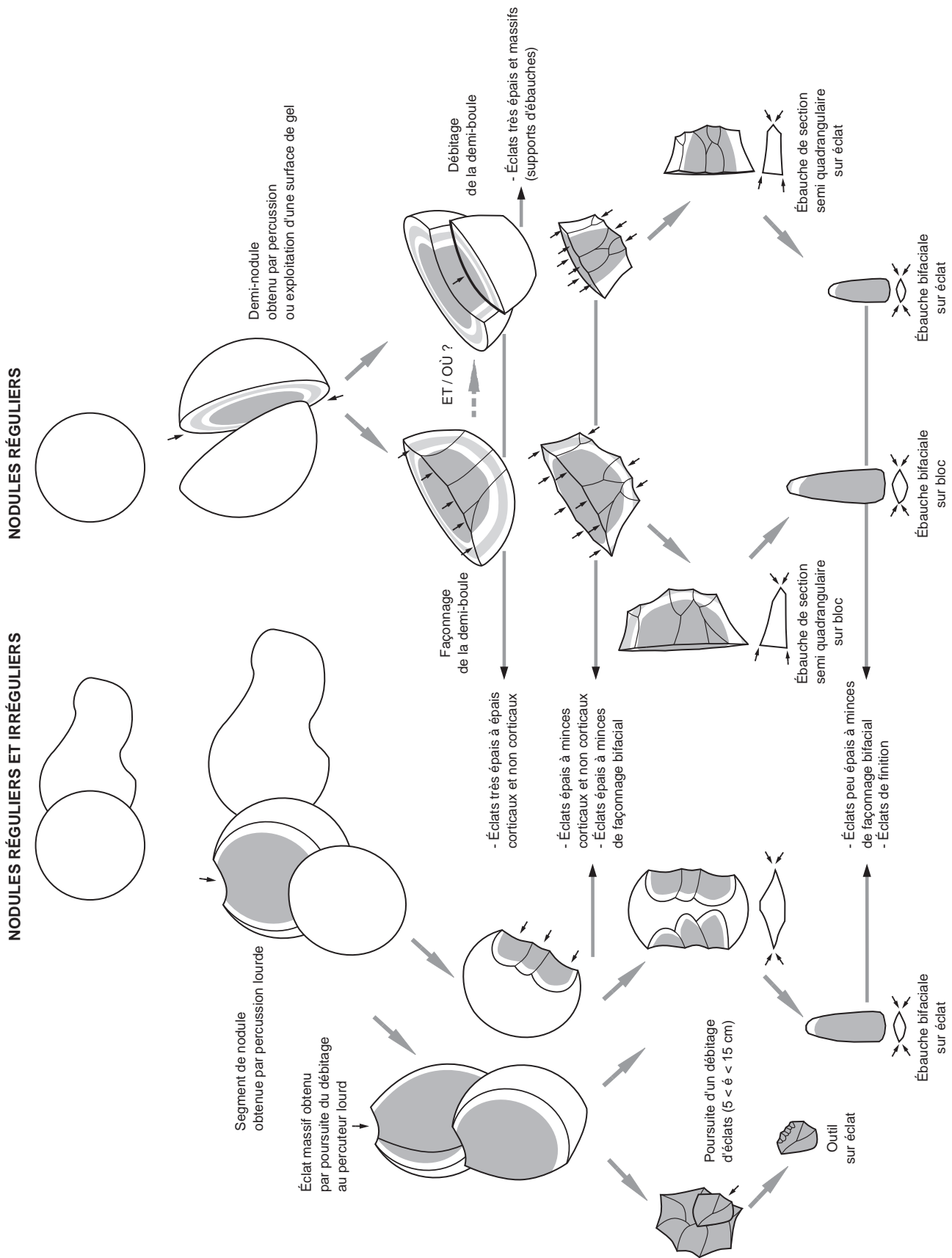


Fig. 210. Principaux schémas opératoires reconnus (crédits L. Jubel, Inrap).

plus faciles à réussir que des éclats couvrants en percussion tangentielle. Ceci s'explique par une différence de module de cisaillement : la propagation des ondes est plus rapide à partir d'un plan de frappe que dans le cas d'une percussion tangentielle à une arête. Il est alors simple et relativement rapide de calibrer l'épaisseur de l'ébauche selon ce procédé, plutôt que par un façonnage bifacial qui implique un effort exacerbé à la percussion et certains risques (fig. 210).

Cette gestion « perpendiculaire » du volume du demi-nodule autorise des variantes complémentaires : obtention d'une ébauche sur masse centrale, et/ou obtention d'éclats- supports. Elle est théoriquement plus rentable qu'une gestion par façonnage « à l'horizontale » (fig. 205 et 210). Mais les éclats (supports potentiels) débités lors du dégrossissage de la masse centrale ne sont pas forcément de volume suffisant pour préparer une ébauche de hache. Ils pourront alors être transformés en outils bifaciaux (pièces plano-convexes), ou en simples outils sur éclats. D'ailleurs, ces éclats sont généralement plus épais et moins cintrés que des éclats de façonnage bifacial par percussion tangentielle. Ils sont donc de meilleurs supports pour certains types d'outils.

Enfin, on retiendra un double intérêt pour ce mode opératoire : la rentabilité du volume de matière première est potentiellement meilleure et le dégrossissage calibrant l'épaisseur de l'ébauche est facilité dans ce silex tenace.

### *La finition*

La finition de l'ébauche bifaciale consiste en une régularisation du volume et de ses convexités, par de petits enlèvements laminaires, au moins au niveau du tranchant. Par la même occasion, puis pour terminer, les bords de la pièce sont redressés et régularisés. Ce travail demande du soin et un certain temps, non négligeable sur la durée totale de façonnage d'une ébauche. La qualité et le degré de finition sont également tributaires d'un niveau de savoir-faire.

Les enlèvements de finition sont de petite dimension et d'épaisseur très faible. En conséquence, ces éléments équivalent à des esquilles et n'ont pas pu être systématiquement recueillis du fait des méthodes de prélèvement du mobilier lors de la fouille. Il n'est donc pas possible d'en avoir une approche quantitative fiable.

Sans chercher à évaluer et à comparer entre structures la quantité d'éléments rapportable à la finition des ébauches, il a été possible de constater régulièrement leur présence au sein du mobilier. Les structures prélevées en vrac et tamisées ont livré des quantités significativement plus élevées, démontrant le biais lié aux techniques de fouille.

La finition est aussi illustrée par le secteur de l'amas principal, qui a livré plusieurs nettes concentrations de petits éléments. Ces zones restreintes correspondent vraisemblablement à des postes de taille et de finition, que l'on peut opposer aux secteurs contigus n'ayant livré que des éléments de dégrossissage. Quelques pièces soigneusement façonnées démontrent également une activité de finition *in situ*.

On peut poser l'hypothèse d'une finition différée dans le temps et/ou dans l'espace. Quelques structures (St. 144 notamment) ont livré d'importantes concentrations de petits éléments, correspondant à la phase moyenne et finale du façonnage, ainsi qu'à de la finition. Ceci amène un certain nombre de questions auxquelles on ne peut définitivement répondre. S'agit-il de secteurs privilégiés pour finir le façonnage ? La finition de certaines ébauches était-elle différée dans ces secteurs ? Était-elle réservée à des tailleurs plus expérimentés alloués à cette tâche ? Du point de vue de certains expérimentateurs, il n'est pas aberrant de différer la finition, qui réclame du temps, un soin et une concentration

particulière. On peut alors imaginer que cette phase soit effectuée ailleurs, sur l'habitat par exemple. Les tailleurs repartiraient de la minière avec des ébauches dégrossies ou façonnées à un stade plus ou moins avancé. Ce comportement est observé chez les Papous d'Irian Jaya (Pétrequin, Pétrequin 1993). En l'absence de fait archéologique, il est impossible à démontrer sur la minière de Ri. On connaît quelques sites autour de la minière (dans un rayon de 5 à 7 km; fig. 7) qui ont livré des ébauches de hache mais uniquement dans des contextes de ramassage de surface limités et peu précis. Une piste de travail à privilégier serait donc la recherche d'ébauches au sein de séries domestiques, dans un territoire plus ou moins large en périphérie de la minière, ou d'autres lieux de finition, hors habitat.

### Caractères des éclats de façonnage

Les restes de façonnage ont été décrits grâce à l'étude spécifique de l'amas principal (Marcigny *et al.* 2011) et aux expérimentations.

Le poids total de mobilier lithique recueilli sur le secteur de l'amas s'élève à 198 kilos. Il n'était pas possible d'en effectuer un décompte exhaustif dans un délai raisonnable dans le cadre de cette étude. Il a donc été choisi de caractériser un échantillon représentatif de la zone.

L'analyse du plan a conditionné la sélection d'un secteur de 4 m<sup>2</sup> qui correspond vraisemblablement à un poste de taille [*cf.* encadré expérimentation *Le façonnage des haches*, p. 96], avec au centre une concentration de petits éléments qui laisse présumer une bonne conservation taphonomique de l'ensemble. Ces 4 m<sup>2</sup> ont été décomptés par quart de mètre carré, selon une grille d'étude technologique inspirée de la fiche d'enregistrement élaborée par A. Augereau pour l'étude de Villemaur (Augereau, 1995). Cette grille renseigne l'épaisseur des éclats et leur part de cortex résiduel (fig. 205).

Aucune distinction n'a été faite entre éclats de façonnage et éclats potentiellement issus d'un véritable débitage, malgré la présence de quelques nucléus dans l'amas. En effet, la technique de façonnage spécifique à partir de pans latéraux produit des éclats unidirectionnels non caractéristiques (contrairement aux enlèvements de façonnage bifacial classique). Ces éclats peuvent être facilement confondus avec des enlèvements issus d'un nucléus. L'étude de l'épaisseur des éclats (fig. 211) met en évidence le très faible nombre d'éclats réellement épais (25 individus de plus de 40 mm d'épaisseur). L'essentiel du volume des restes de façonnage est donc représenté par 445 éclats dont l'épaisseur est comprise entre 40 mm et 5 mm, auxquels s'ajoute une part moindre d'éclats minces (257 individus de moins de 5 mm d'épaisseur).

Ces proportions sont tout à fait comparables avec les autres ensembles bien documentés du site, en particulier la St. 144. On peut retenir dans tous les cas le faible nombre d'éclats épais. Pourtant, l'expérimentation a démontré la production inévitable de supports épais lors de l'exploitation des rognons sphériques, au moins dans les premières phases. L'explication la plus probable est que ces supports épais ont été presque systématiquement transformés en pièces façonnées. Ceci est confirmé par la présence de nombreuses ébauches réalisées sur éclats.

Les deux autres catégories d'épaisseurs, éclats moyennement épais et éclats minces, illustrent sans ambiguïté l'importance des déchets de taille générés par la production des ébauches de hache. Les 263 esquilles décomptées n'apportent pas d'information exploitable, puisque non quantifiables en l'absence de tamisage. Les types de percussion n'ont pas été insérés dans la grille, en raison des

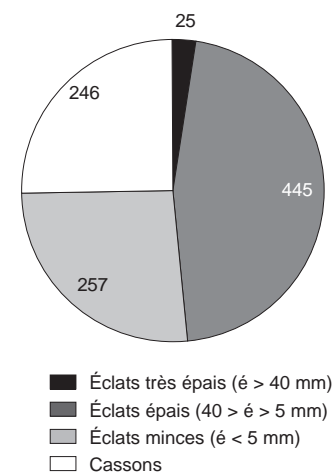


Fig. 211. Amas principal, m<sup>2</sup> E-F / 7-8 : classes d'épaisseurs des éclats (nombre) (crédits L. Jubel, Inrap).

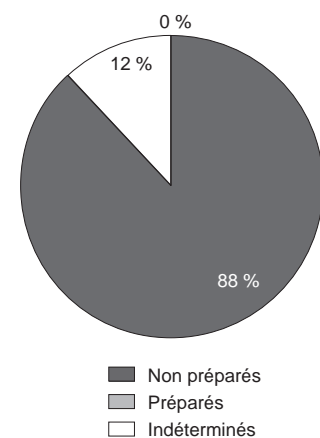


Fig. 212. Amas principal, m<sup>2</sup> E-F / 7-8 : part de préparation des talons des éclats très épais (%) (crédits L. Jubel, Inrap).



difficultés inhérentes à leur identification systématique. Cet aspect a été traité par des observations complémentaires sur le lot et sur les pièces façonnées. En revanche, l'état des talons a conduit à distinguer des enlèvements préparés, non préparés ou indéterminés. D'après la méthode élaborée par A. Augereau et J. Pelegrin (Augereau 1995), différents gestes techniques ont été retenus pour illustrer les gestes de préparation (fig. 212 à 214) : talon facetté, par succession de petites retouches consécutives à un geste d'abrasion perpendiculaire à l'arête, dans une séquence bifaciale ; talon lisse avec réduction de la corniche, également occasionnée par un geste d'abrasion, mais dans une séquence unidirectionnelle (cas du façonnage à partir d'un pan latéral) ; talon facetté et émoussé, conjuguant un geste d'abrasion à un émoussé net de la corniche, destiné à l'adoucir et à améliorer le contact avec le percuteur, facilitant le détachement de l'enlèvement. Ce procédé est la signature d'une percussion tendre soignée. La préparation des talons est un indice de soin apporté à la finition, et donc de savoir-faire (Augereau 2005). Les proportions d'éclats préparés par facettage et abrasion sont largement minoritaires dans la série, y compris dans la catégorie des éclats minces. Ces résultats se rapprochent de ceux obtenus par A. Augereau sur les sites du Grand Bois Marot et des Orlets (*op. cit.*). Les conclusions sont donc remarquablement similaires entre ces deux sites et la mine de Ri. Ceci va dans le sens d'une production d'ébauches de qualité moyenne, corroborée par les quelques pièces non déviantes abandonnées sur le site (fig. 215 à 227).

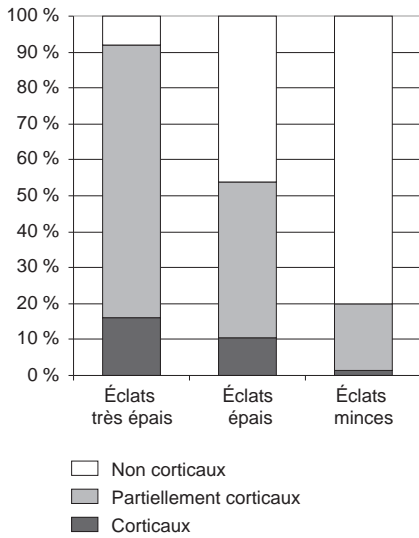


Fig. 213. Amas principal, m<sup>2</sup> E-F / 7-8 : part de préparation des talons des éclats épais (%) (crédits Juhel, Inrap).

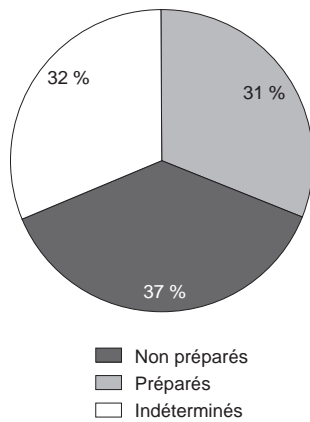


Fig. 214. Amas principal, m<sup>2</sup> E-F / 7-8 : part de préparation des talons des éclats minces (%) (crédits L. Juhel, Inrap).

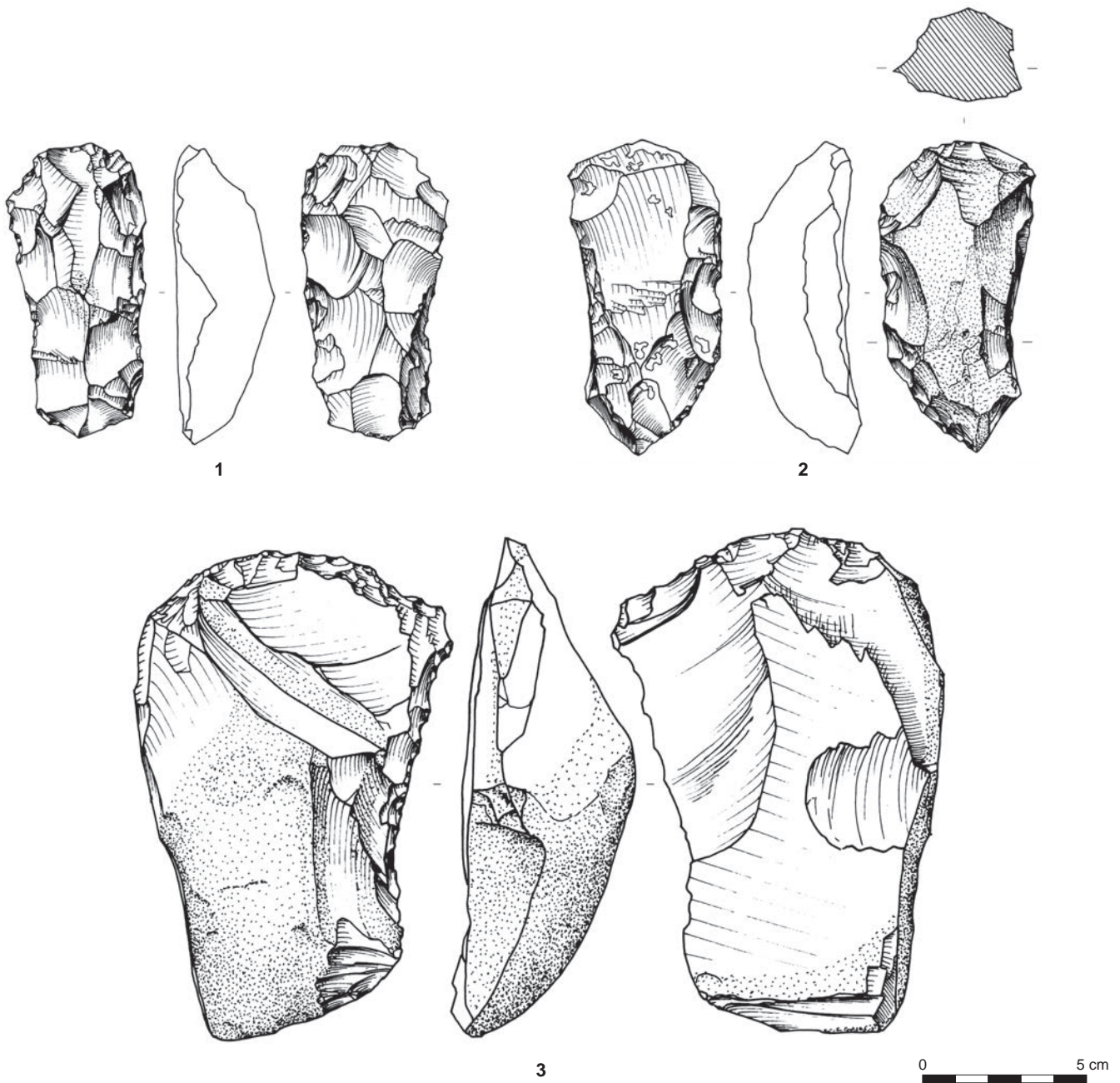


Fig. 215. Ébauches de stade intermédiaire, n° 1: St. 715, n° 2: St. 99, n° 3: St. 66 (crédits D. Prost, Inrap).

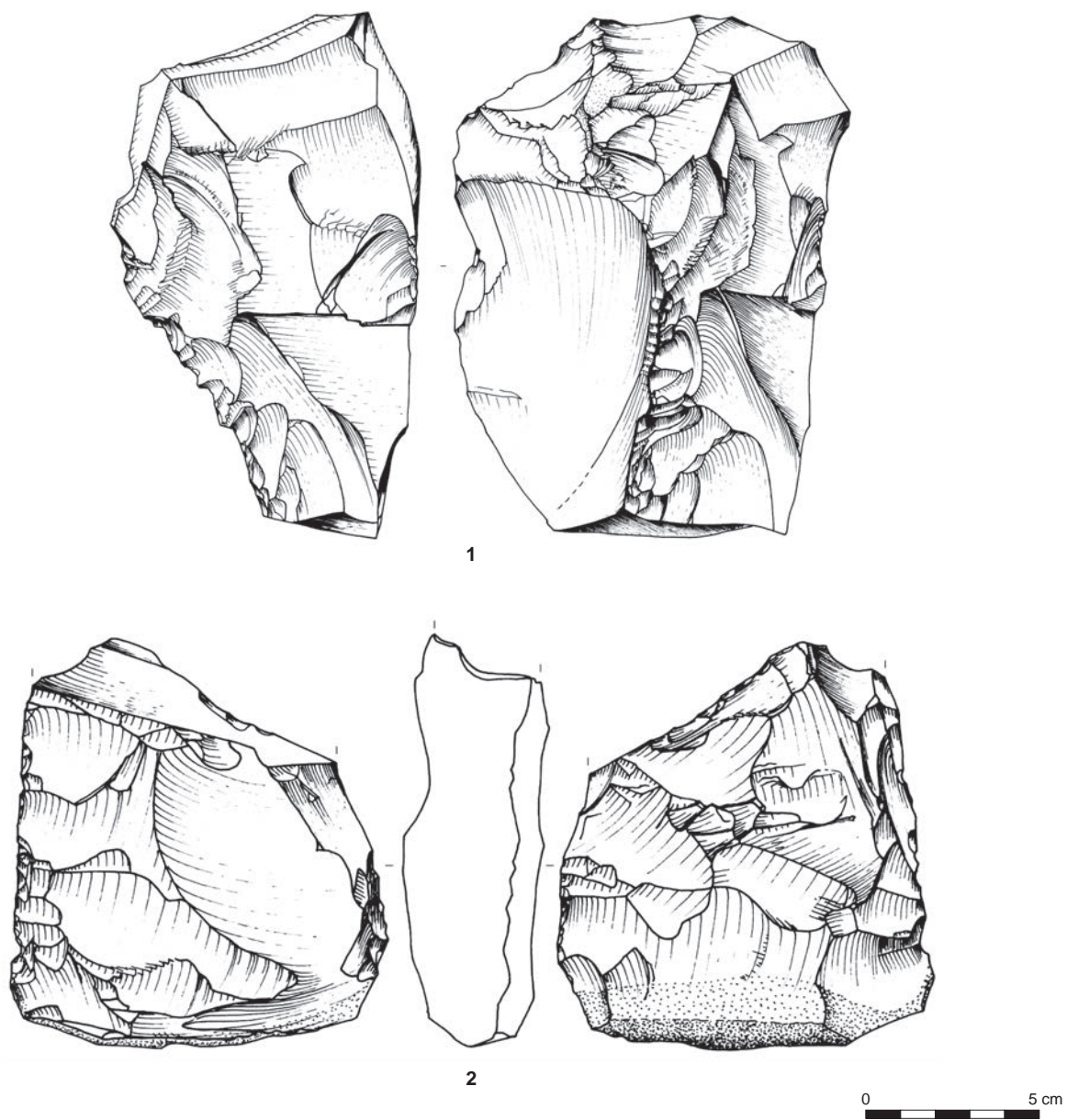


Fig. 216. Amas, ébauches de stade intermédiaire (crédits D. Prost, Inrap).



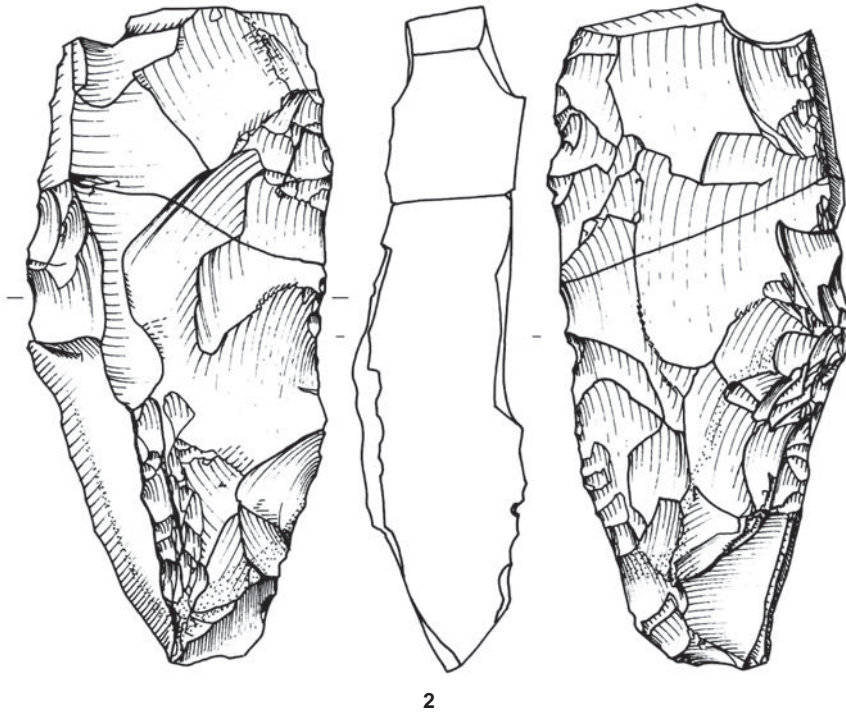
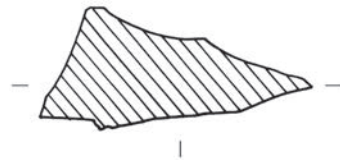
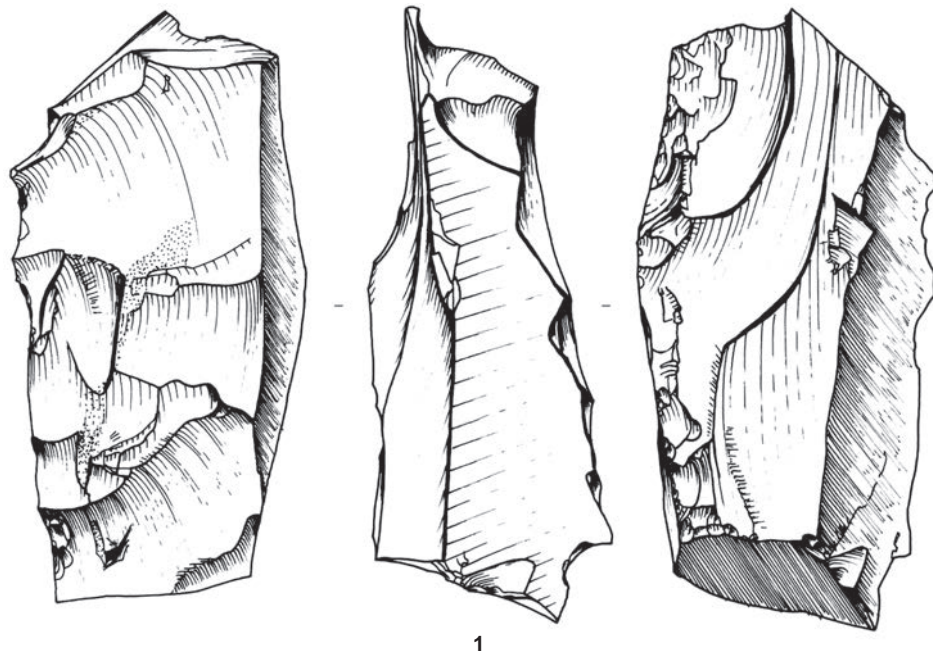


Fig. 217. Amas, ébauches de stade intermédiaire à pan latéral (crédits D. Prost, Inrap).



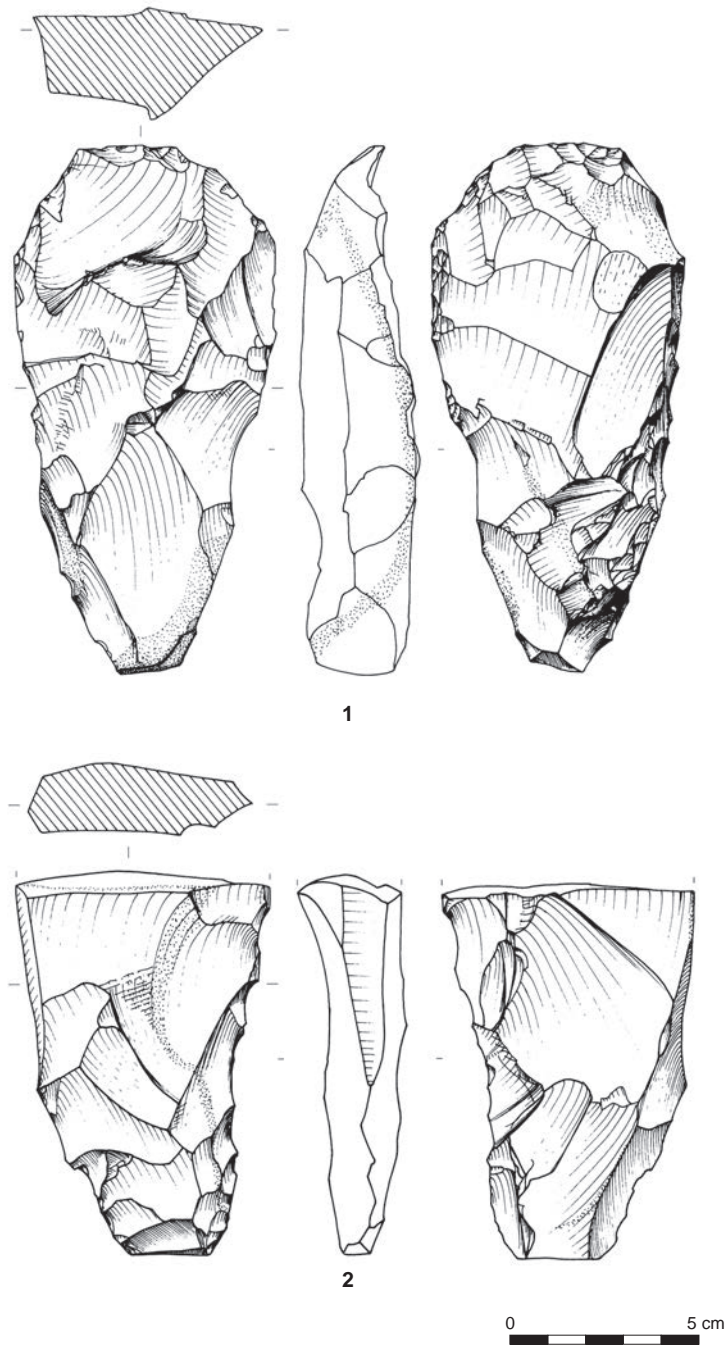


Fig. 218. Amas, ébauches de stade 2 à pan latéral (crédits D. Prost, Inrap).

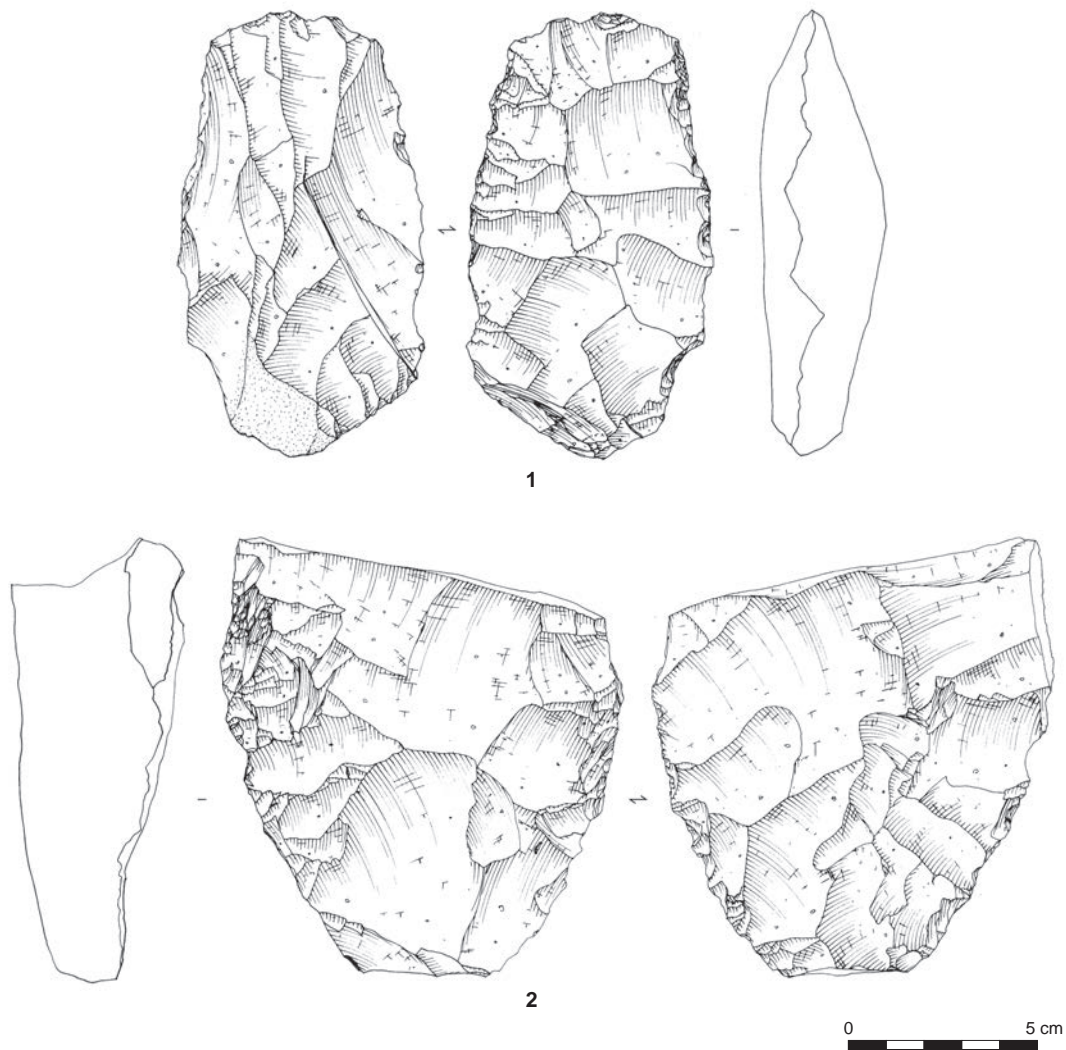


Fig. 219. St.144, ébauches de stade 2, n°2 présentant un reliquat de pan latéral (crédits F. Charraud, Inrap).

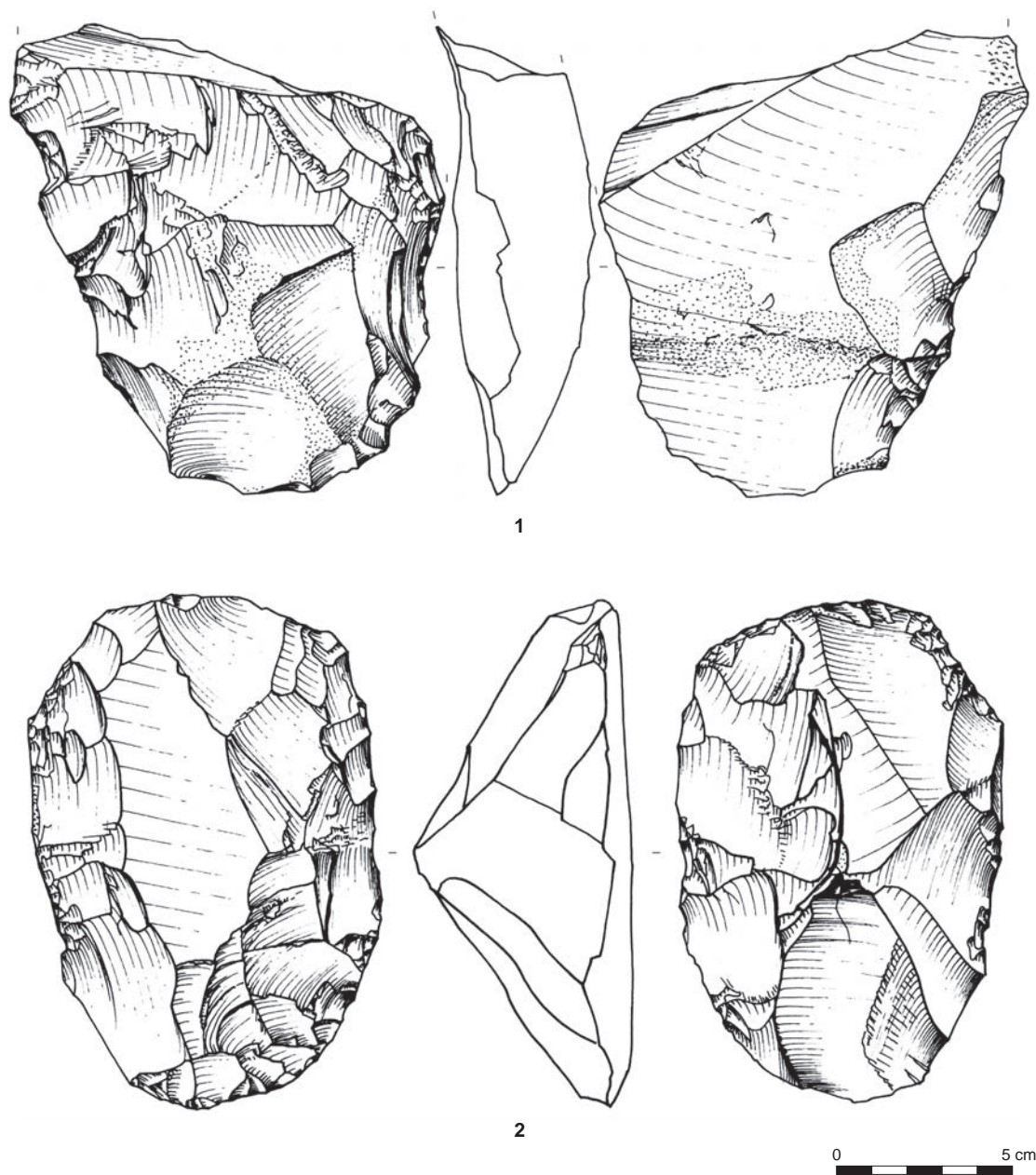


Fig. 220. Amas, ébauches de stade 2 (crédits D. Prost, Inrap).

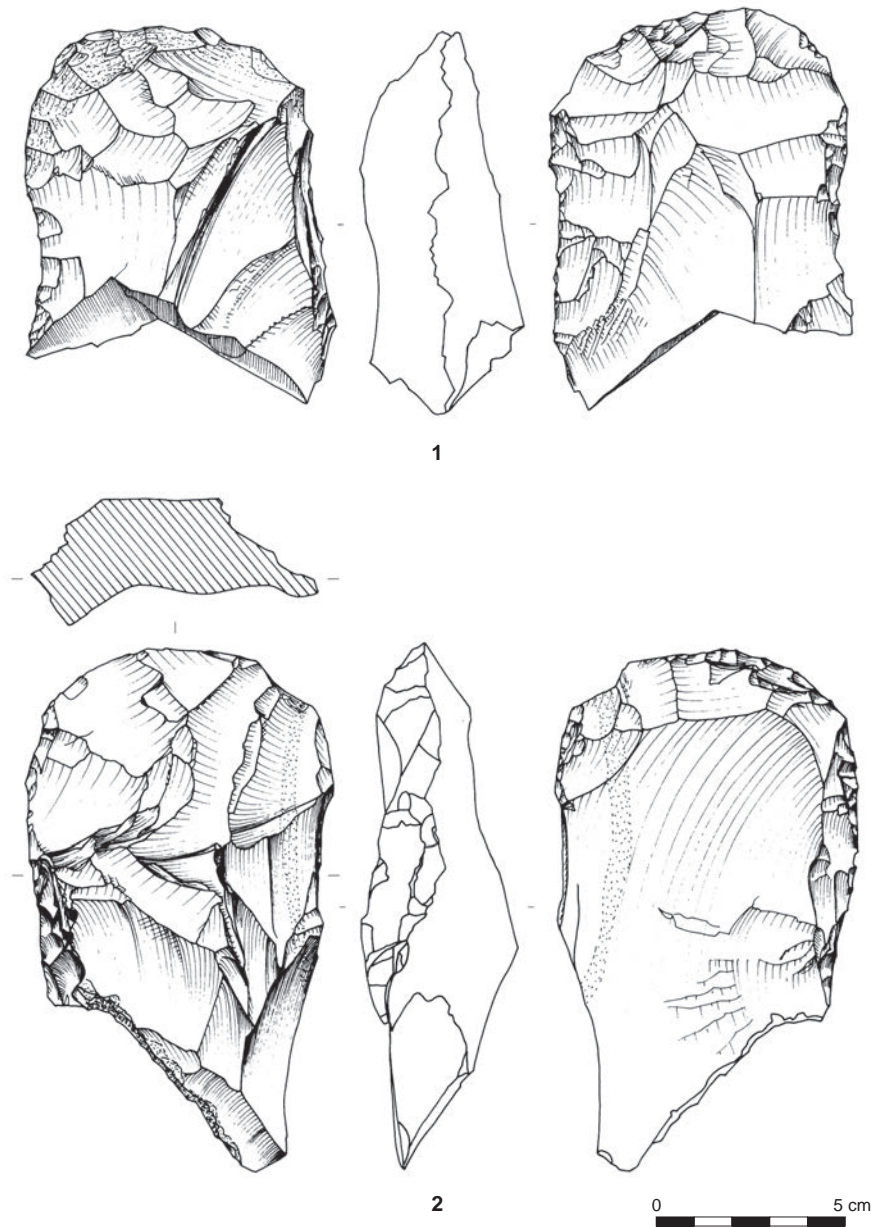


Fig. 221. Amas, préformes brisées (crédits D. Prost, Inrap).



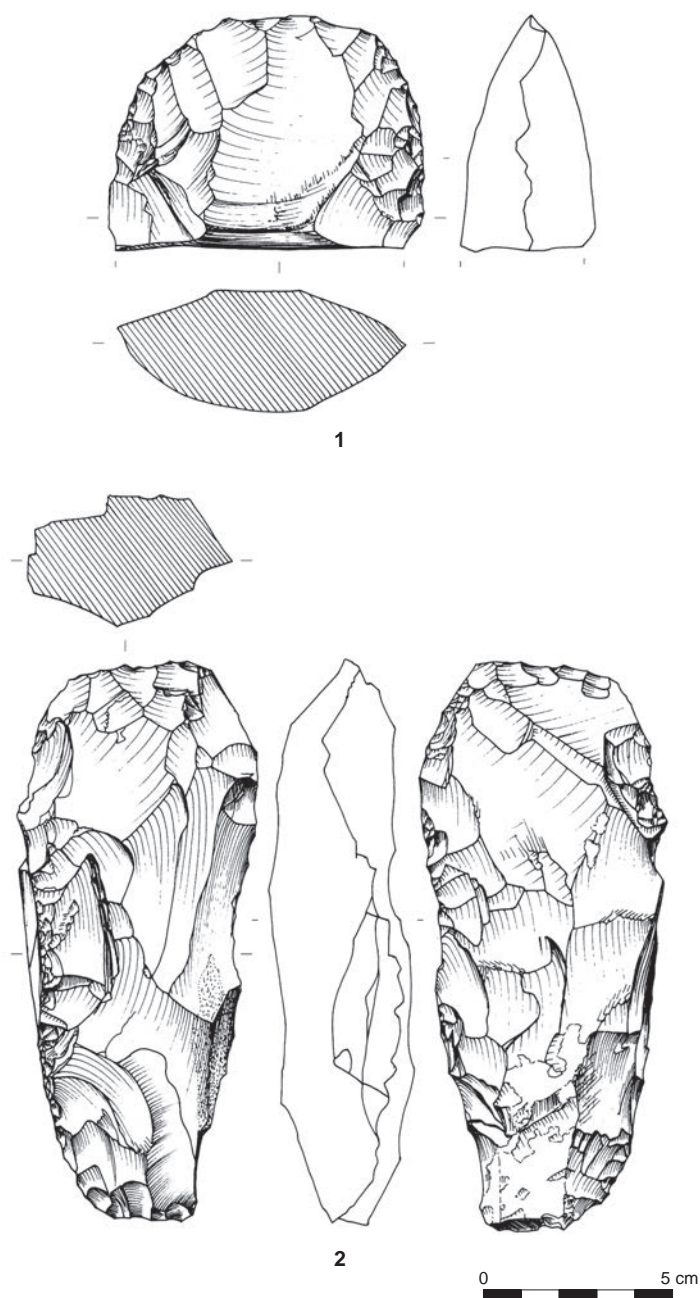


Fig. 222. Préformes, n° 1 : St. 127, n° 2 : décapage, pièce à pan latéral résiduel (crédits D. Prost, Inrap).

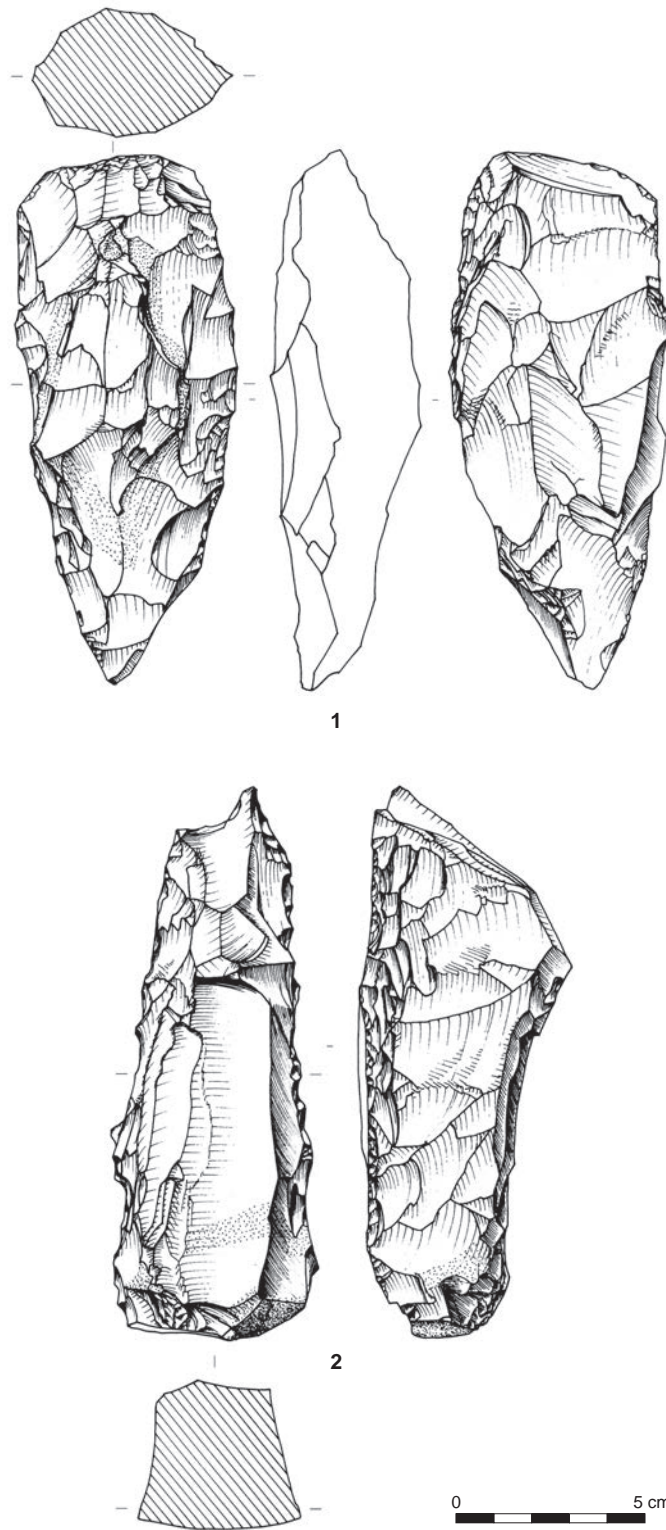


Fig. 223 – N°1: St. 288, préforme, n°2: pièce façonnée à section trapézoïdale (crédits D. Prost, Inrap).

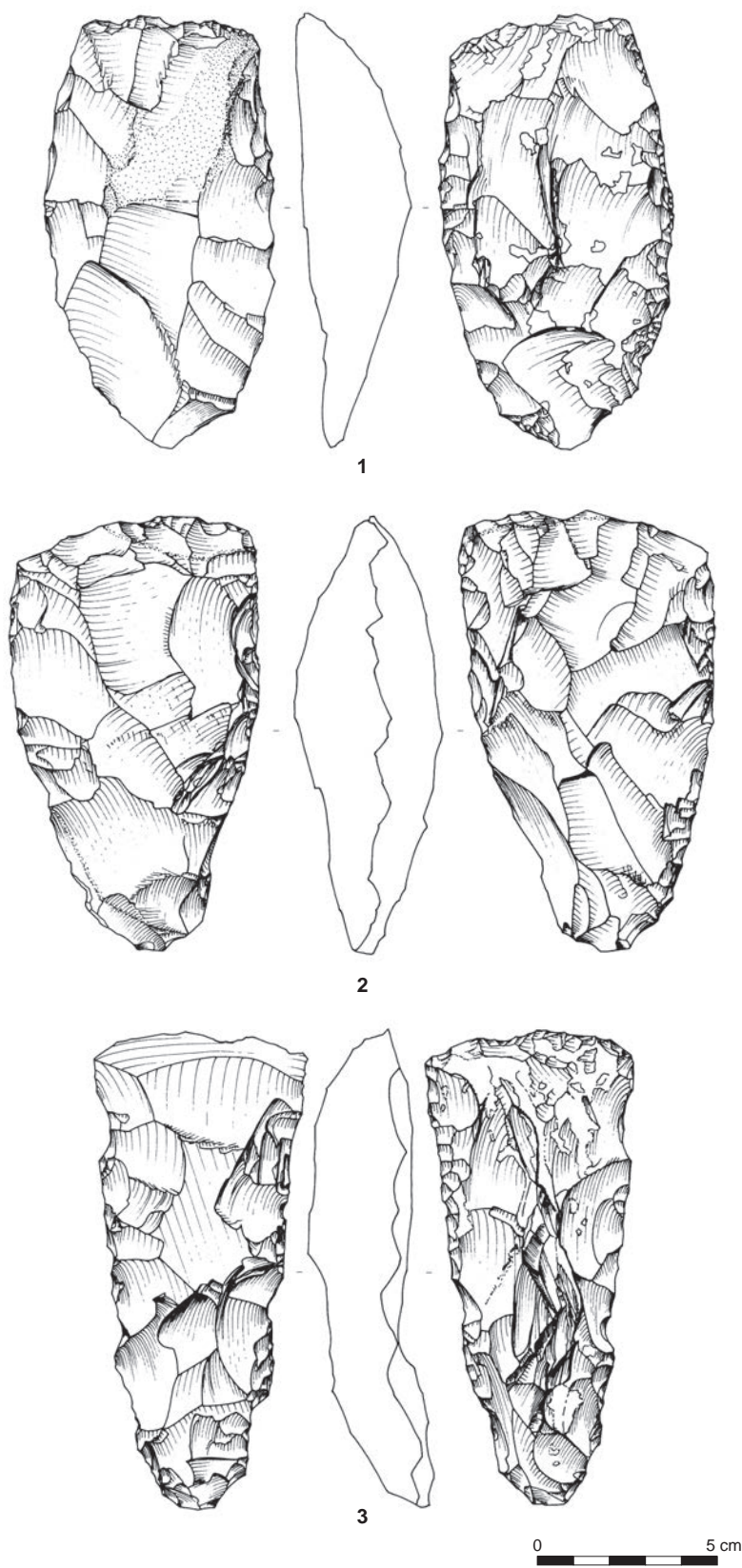


Fig. 224. Préformes, n° 1 : St. 245, n° 2 : St. 1065, n° 3 : St. 314 (crédits D. Prost, Inrap).



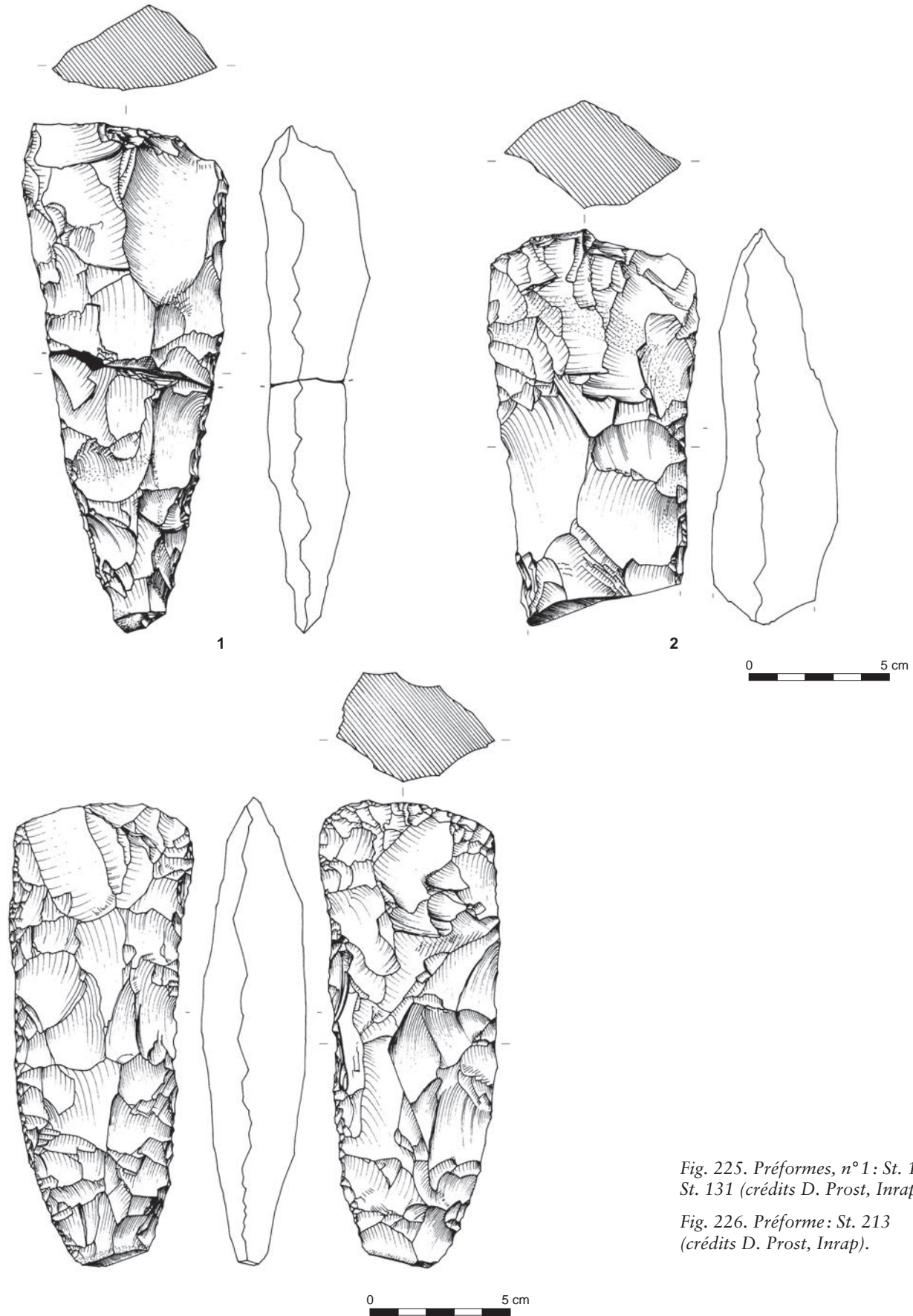


Fig. 225. Préformes, n° 1: St. 1046, n° 2: St. 131 (crédits D. Prost, Inrap).

Fig. 226. Préforme: St. 213 (crédits D. Prost, Inrap).



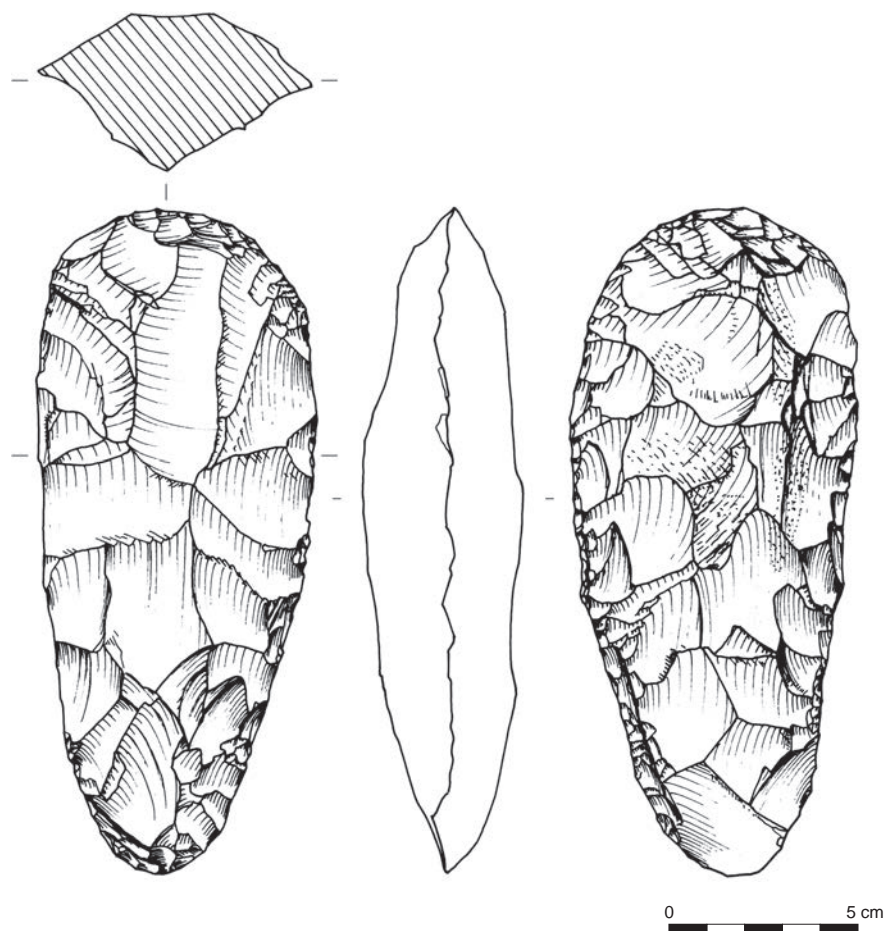


Fig. 227. Amas, préforme (crédits D. Prost, Inrap).

## Une production d'éclats

La présence de 88 nucléus témoigne d'une production d'éclats sur la mine de Ri (fig. 229 à 231). Certes, la production des haches génère une masse importante d'éclats non caractéristiques, mais les exploitants de la mine ont malgré tout produit de véritables éclats-supports. Ce débitage d'éclat est bien distinct de la production des haches ou de la fabrication de supports d'ébauche.

L'étude des classes de longueur des derniers enlèvements lisibles sur les nucléus est explicite (fig. 228) : le débitage vise à produire des éclats dont la longueur moyenne est comprise entre 40 et 80 mm. Ces dimensions sont bien sûr largement insuffisantes pour produire des pièces bifaciales. Seul un faible nombre de nucléus de dimensions nettement supérieures (production d'éclats de plus de 120 mm) nous sont parvenus. Il est probable que ces nucléus à supports d'ébauche (potentiels) aient été exploités par la suite pour un débitage de plus petits produits. Seulement trois nucléus témoignent, au stade de leur abandon, de la production de supports inférieurs à 40 mm.

Le schéma d'exploitation multidirectionnel est dominant (fig. 229, n° 1, fig. 231), en concurrence avec un débitage unidirectionnel simple (fig. 229, n° 2, fig. 231, n° 1 et 2). Les autres variantes sont anecdotiques. Trois nucléus centripètes s'apparentent à la méthode identifiée par A. Augereau aux Orlets (Aube) (Augereau 1995). Ils témoignent de l'exploitation de surfaces prédéterminant la morphologie des éclats, selon un concept proche des débitages Levallois ou Discoïde.

La production de lames est inexistante sur la mine de Ri. Aucun nucléus ni aucune pièce technique ne se rapporte au débitage de produits laminaires. Ces derniers sont eux aussi totalement absents. Aucune lame ou fragment de lame n'a été rencontré au sein des six tonnes de mobilier trié. En conclusion, les mineurs n'ont pas produit de lames... En ont-ils utilisé ? Si c'était le cas, ils auraient apporté les lames sur la mine, les auraient utilisées, puis seraient repartis avec ? Pourtant, ce type de support est fragile et peut s'user rapidement, conduisant à un abandon sur le lieu d'utilisation.

À Jablines, 34 lames ou fragments ont été individualisés, « après un tri technologique strict » (Bostyn, Lançon 1992). Trois pièces sont d'ailleurs en silex exogène à la mine. Les auteurs concluent à une production probablement extérieure et à l'apport de quelques produits pour une utilisation sur la mine. L'absence de laminaire sur la grande surface fouillée de Ri est remarquable. Elle peut être corrélée avec l'indigence des vestiges à caractère domestique (lithique mais aussi céramique). Mais on doit aussi envisager une signification chronoculturelle à cet état de fait : la datation de la mine dans sa grande majorité au début du IV<sup>e</sup> millénaire s'inscrit dans une période où l'industrie laminaire est pratiquement absente des contextes domestiques (Charraud 2013).

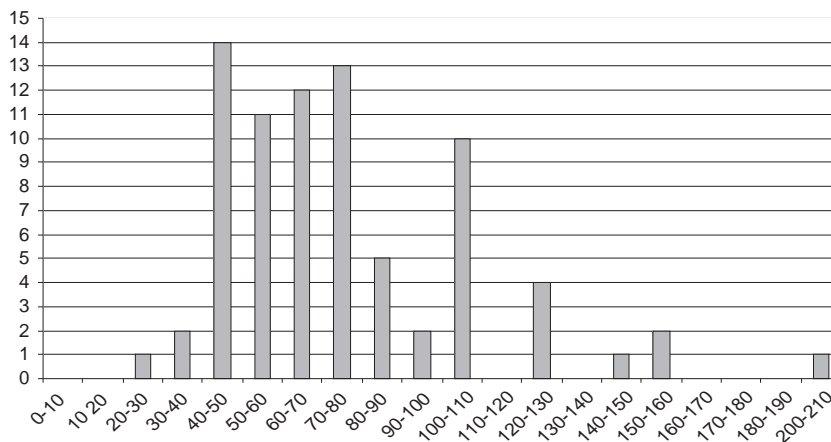


Fig. 228. Assemblage global : en abscisse sont figurées les différentes classes de longueur des derniers enlèvements des nucléus à éclat (en mm), puis en ordonnée le nombre d'occurrences décomptées pour chaque classe (crédits F. Charraud, Inrap).

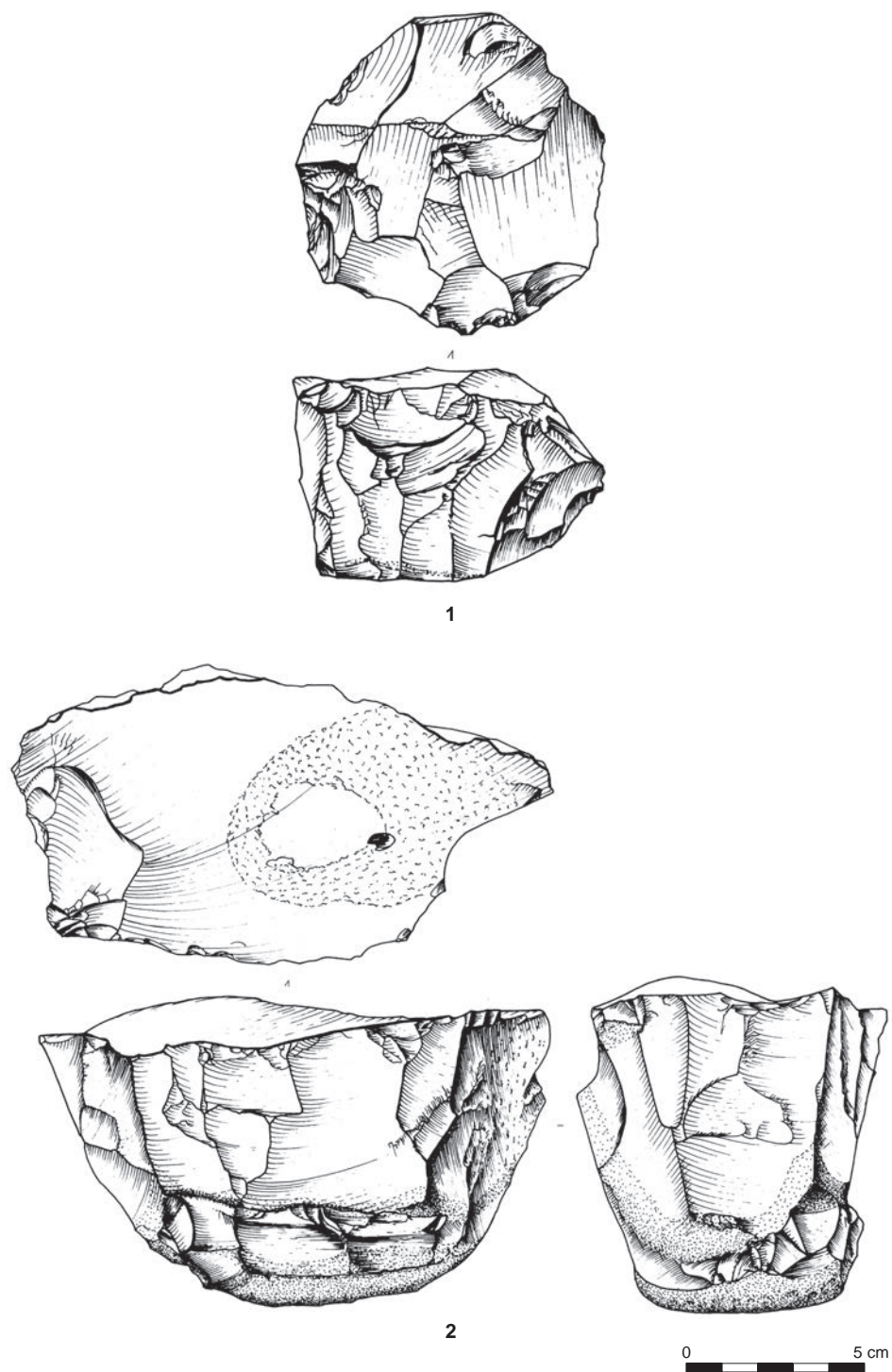


Fig. 229. Nucléus à éclats, n° 1 : St. 2045, n° 2 : St. 104 (crédits D. Prost, Inrap).

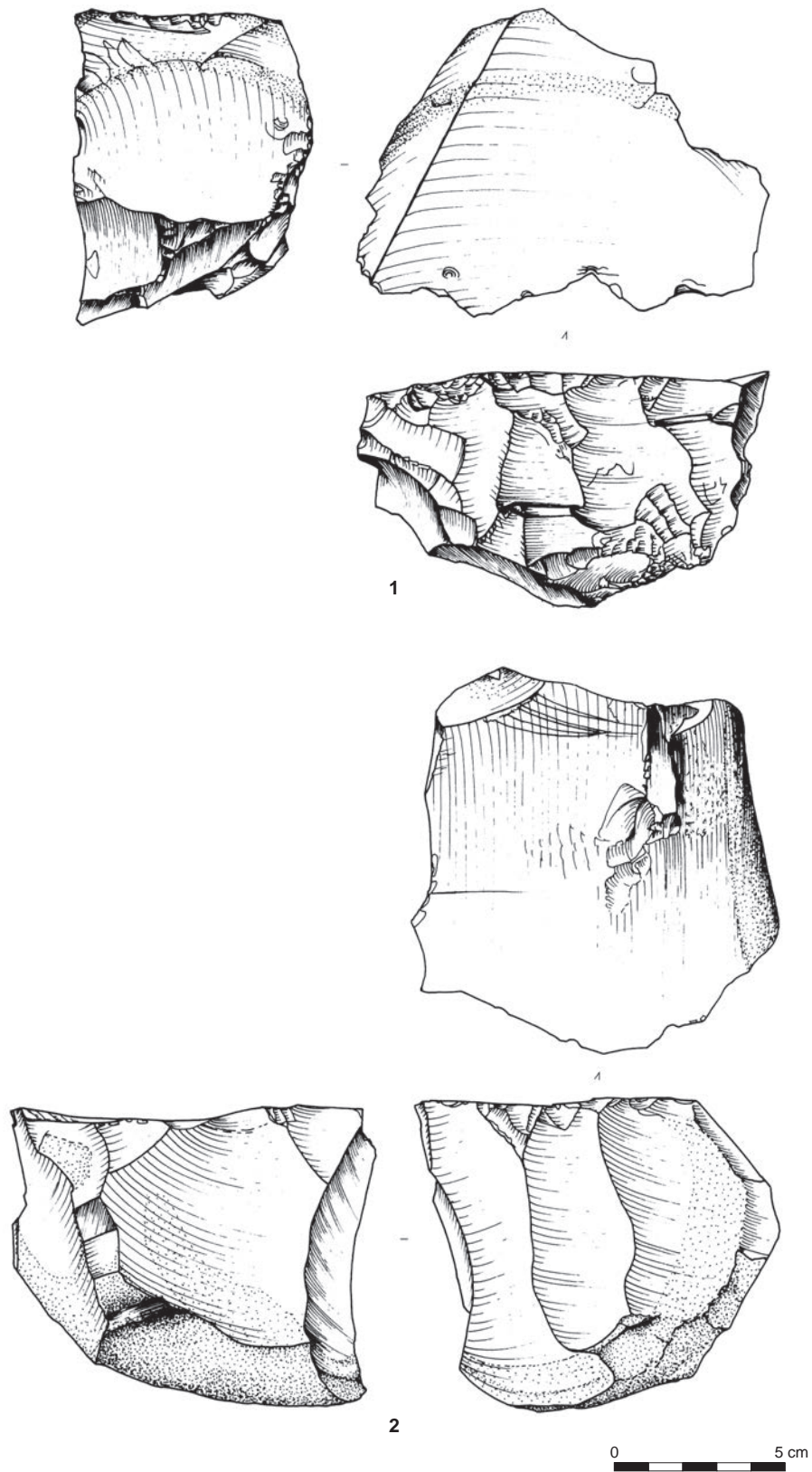


Fig. 230. Nucléus à éclats, n° 1: St. 230, n° 2: St. 2045 (crédits D. Prost, Inrap).



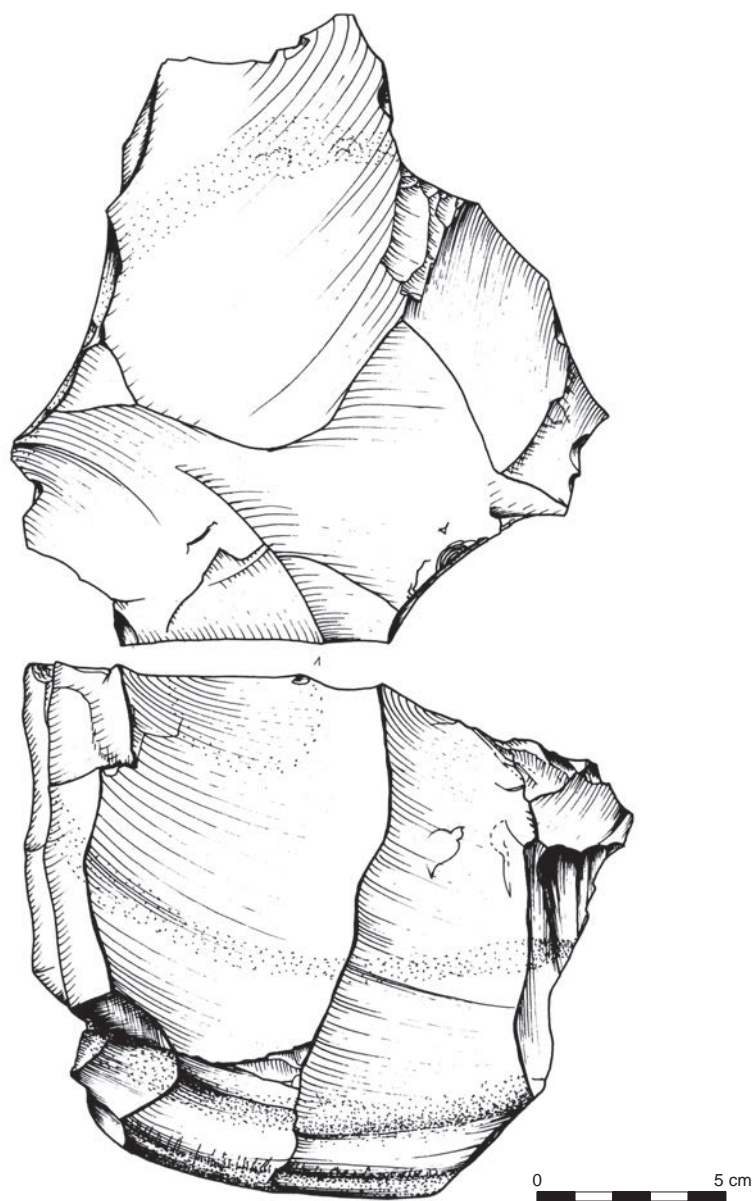


Fig. 231. Nucléus à éclats, St. 126 (crédits D. Prost, Inrap).

## Niveau technique et organisation sociale

Aborder la question des niveaux de savoir-faire implique l'analyse de l'état de finition de la production recherchée. Or les préformes parvenues au stade de la finition sont extrêmement peu nombreuses. Ces quelques pièces s'isolent de la masse globale des pièces bifaciales car elles présentent des arêtes et des volumes bien régularisés, en tout cas au premier abord.

En réalité, ces préformes, que l'on est tenté de considérer comme « terminées », présentent toujours un certain nombre d'imperfections, qui s'avèrent finalement pénalisantes au stade du polissage. Sans que l'on puisse les considérer comme des pièces « déviantes », selon la définition d'A. Augereau (Augereau 2005), elles comportent des défauts tels que des arêtes légèrement torses, ou des irrégularités dans leur symétrie (enlèvements trop profonds ou scalariformes).

Ces quelques préformes « terminées » qui ont pu nous parvenir ne seraient donc pas parfaitement réussies en prévision d'un polissage ultérieur... Mais n'est-il pas possible que nos critères de définition du « polissable » soient en fait plus exigeants que ceux des néolithiques ? Ces derniers ont pu en effet utiliser des dispositifs de polissage (hache mise sous pression par un surpoids, sur un polissoir fixe) qui leur permettaient ainsi d'être plus tolérants vis-à-vis de certains défauts de façonnage. On constate notamment que des fragments de haches polies récoltées en surface du site de Soumont-Saint-Quentin « Les Mines de Soumont » présentent les stigmates d'un dispositif spécifique de polissage, avec maintien de la hache sous un poids conséquent : les bords de la pièce sont très rectilignes, tout comme les arêtes entre les facettes de polissage. Par ailleurs, un des deux polissoirs de Montabard, découvert à quelques kilomètres de la minière de Ri, présente des rainures profondes et rectilignes encore plus éloquents sur l'emploi d'un dispositif mécanique (fig. 270). De tels dispositifs (« machine à polir ») permettent à n'en pas douter de relativiser certains défauts de façonnage (sans déviance importante) bien plus pénalisants pour un polissage manuel. Ainsi un examen des conditions de polissage permettrait d'approcher la morphologie initiale des ébauches ; cependant, nous avons vu que cette phase du polissage était difficile à caractériser précisément en raison de la nature même de cette activité et de la documentation qui s'y rapporte.

Les diverses prospections de surface réalisées à Ri n'ont pas livré d'ébauches de haches grandes et finement régularisées, comme celles connues dans le secteur de Jablines (Bostyn, Lançon 1992). Une seule hache polie a été découverte dans les labours périphériques à la fouille. Ses dimensions sont modestes et le polissage est incomplet, hormis un soin particulier apporté au tranchant. Cet exemple va dans le sens de la production d'ébauches de qualité et de dimensions moyennes, comme celles que l'on connaît dans l'assemblage issu de la fouille. Il est possible que le site de Ri n'ait produit qu'exceptionnellement de très grandes ébauches de haches (supérieures à 40 cm), du fait de la nature des rognons extraits. Ceci suppose l'existence de minières générant des haches de dimensions et de types différents, en partie à cause de contraintes de la matière première. Enfin, nous pouvons poser la question suivante : devant une ébauche de qualité moyenne, devons-nous reconnaître un tailleur d'un niveau technique moyen, ou bien l'implication technique modérée d'un tailleur compétent ? Le raisonnement bute une fois encore sur la rareté (voire l'absence) des artefacts les plus représentatifs de la production. La préparation des talons des enlèvements de façonnage permet d'appréhender le soin et le savoir-faire apportés au façonnage (Augereau 2005). À Ri, cet indicateur irait dans le sens de la production d'ébauches de qualité « moyenne », comme ce qui a été constaté aux Orlets et au Grand Bois Marot (*ibid.*).

L'adaptation nécessaire aux contraintes environnementales de l'activité minière peut être spontanée, ou nécessiter éventuellement la transmission de certaines approches particulières au site, qui seraient alors sujet d'un apprentissage. Mais on ne peut pas pour autant placer les « enseignants » au rang de « spécialistes » face à leurs « apprentis ». L'image de débutants apprenant par imitation d'individus plus efficaces semble plus juste, comme le proposent J. Pelegrin et A. Augereau (Augereau 2005). Cette initiation se déroulerait naturellement au rythme des sessions d'exploitation de la minière. Si l'on envisage la notion de spécialisation comme « la mise en œuvre de techniques particulières, dont le savoir-faire peut ne pas être partagé par l'ensemble d'une communauté » (*ibid.*), ce savoir-faire deviendrait exclusif non pas pour de simples raisons d'expérience et d'apprentissage, mais dans le cadre d'une codification sociale de l'activité. Ceci peut se traduire dans la différenciation par l'activité de certains individus, ou même d'une catégorie de la population. La division du travail peut aussi s'exprimer dans la segmentation des schémas opératoires, avec des étapes affectées à différentes personnes. Cette division du travail peut être sexuée, sociale, ou les deux. Ces modèles et leurs nombreuses déclinaisons ont largement été mis en évidence par l'ethnologie (Pétrequin, Pétrequin 1993). Les expérimentations de S. Giazon permettent de les supposer fortement, mais la documentation archéologique ne permet guère de les avérer. La minière de Ri a livré d'indéniables traces d'apprentissage. Des ébauches déviantes se caractérisent par des aberrations de volume et des accidents de taille prévisibles, tels que ceux évoqués pour la minière du Grand Bois Marot (Augereau 2005). À Ri, certaines ébauches déviantes ont malgré tout fait l'objet de tentatives de finition, parfois de manière unilatérale. Ceci peut être rapporté à l'insistance d'un tailleur inexpérimenté à poursuivre son travail, dans le cadre d'un « exercice ». Certaines pièces ayant fait l'objet de finitions (bien que médiocres) présentent des zones « défigurées » par des enlèvements scalariformes, par insistance absurde à tenter d'obtenir un enlèvement. En revanche, ces pièces « d'apprentissage » ne concernent pas de matériau de moindre qualité, comme cela est remarqué au Grand Bois Marot. Mais on peut penser que la quantité et la qualité régulière du silex livré par la minière de Ri n'a pas rendu nécessaire ce type d'économie. Dans le cas du débitage, les nucléus abandonnés donnent a priori une image représentative de la technicité et des modes opératoires des tailleurs. Leur observation n'amène guère de commentaires. Ils ont livré des éclats à peine prédéterminés, selon des schémas opératoires simplifiés. Il s'agit d'une production peu investie techniquement, sans doute destinée à alimenter des besoins ponctuels en supports d'outils dans la sphère d'activité liée au fonctionnement de la minière. Il n'est pas possible d'y discerner différents niveaux de savoir-faire. La production de supports plus réguliers, destinés à la fabrication de pièces à retouches latérales, a nécessité une prédétermination du débitage, mais certainement pas un savoir-faire spécifique. La production d'éclats sur le site de Ri ne présente aucune difficulté. Elle est par certains aspects comparable aux débitages expédients rencontrés dans les habitats, sans doute effectués par divers individus, qu'ils soient bons tailleurs ou pratiquants occasionnels. Extraction et fabrication des haches font donc appel à des niveaux de compétences faibles ou moyennes, dans tous les cas facilement accessibles s'ils ne sont pas déjà acquis dans la vie quotidienne des populations.

## L'outillage en silex

Sur six tonnes de mobilier lithique provenant des puits, triées et inventoriées, seuls 508 outils ont été reconnus (sans compter les ébauches de hache). Cinq classes typo-morphologiques distinctes suffisent à prendre en compte l'ensemble de ces outils: il s'agit des pièces à retouches latérales, des pièces esquillées, des outils expédients sur éclats, des outils de percussion et des « enveloppes corticales retouchées », un type d'outil inédit et probablement spécifique à Ri (fig. 232). À l'ensemble de ces outils s'ajoutent les pièces façonnées bifaciales, dont il a été impossible de déterminer s'il s'agissait ou non d'outils. Partant du principe qu'une fraction d'entre elles sont certainement des outils, (fig. 233 à 235) une méthode de distinction fondée sur l'observation des traces d'usure a été entreprise, l'approche typologique classique étant clairement insuffisante. Les pièces concernées ont été observées à grossissement modéré (10 à 48x) à la loupe binoculaire, pour tenter de discerner si elles avaient été utilisées. Cette méthode longue et fastidieuse a livré des résultats limités mais elle a tout de même permis de considérer certaines de ces pièces comme outils à part entière, puis de proposer une lecture de cet aspect particulier des stratégies de gestion de l'outillage.

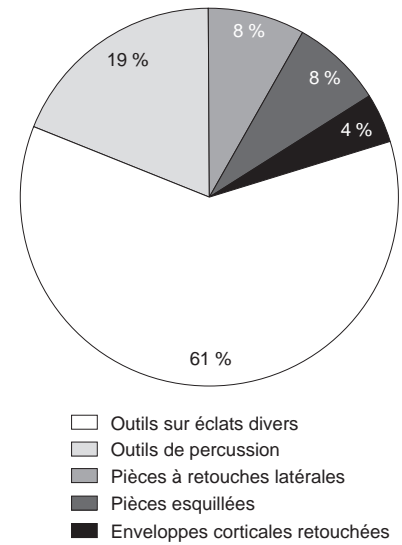


Fig. 232. Représentation graphique des proportions entre les différents types d'outils reconnus sur l'ensemble de la minière (crédits F. Charraud, Inrap).

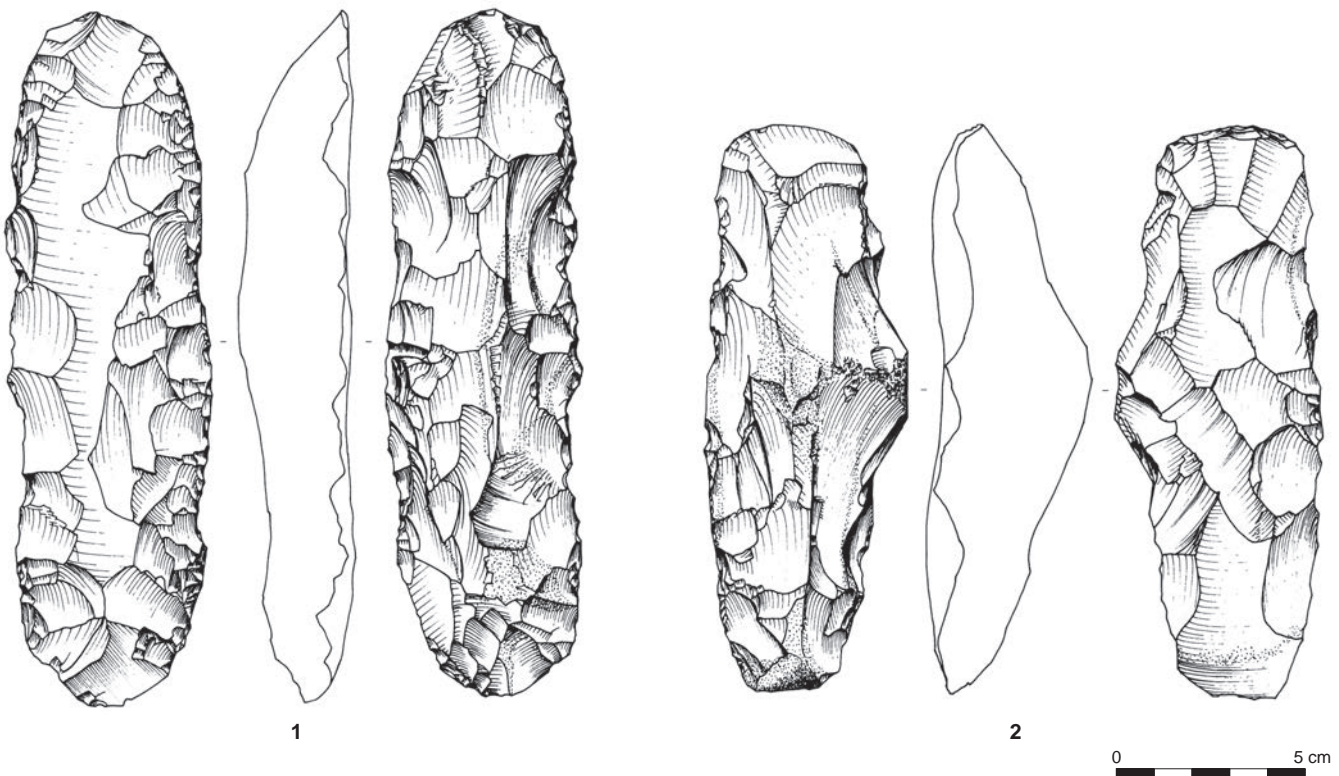


Fig. 233. Pièces façonnées et/ou préformes déviantes, n° 1: St. 952, n° 2: St. 715. La pièce n° 2 porte des traces de travail de matière minérale meuble (dessins D. Prost, Inrap).



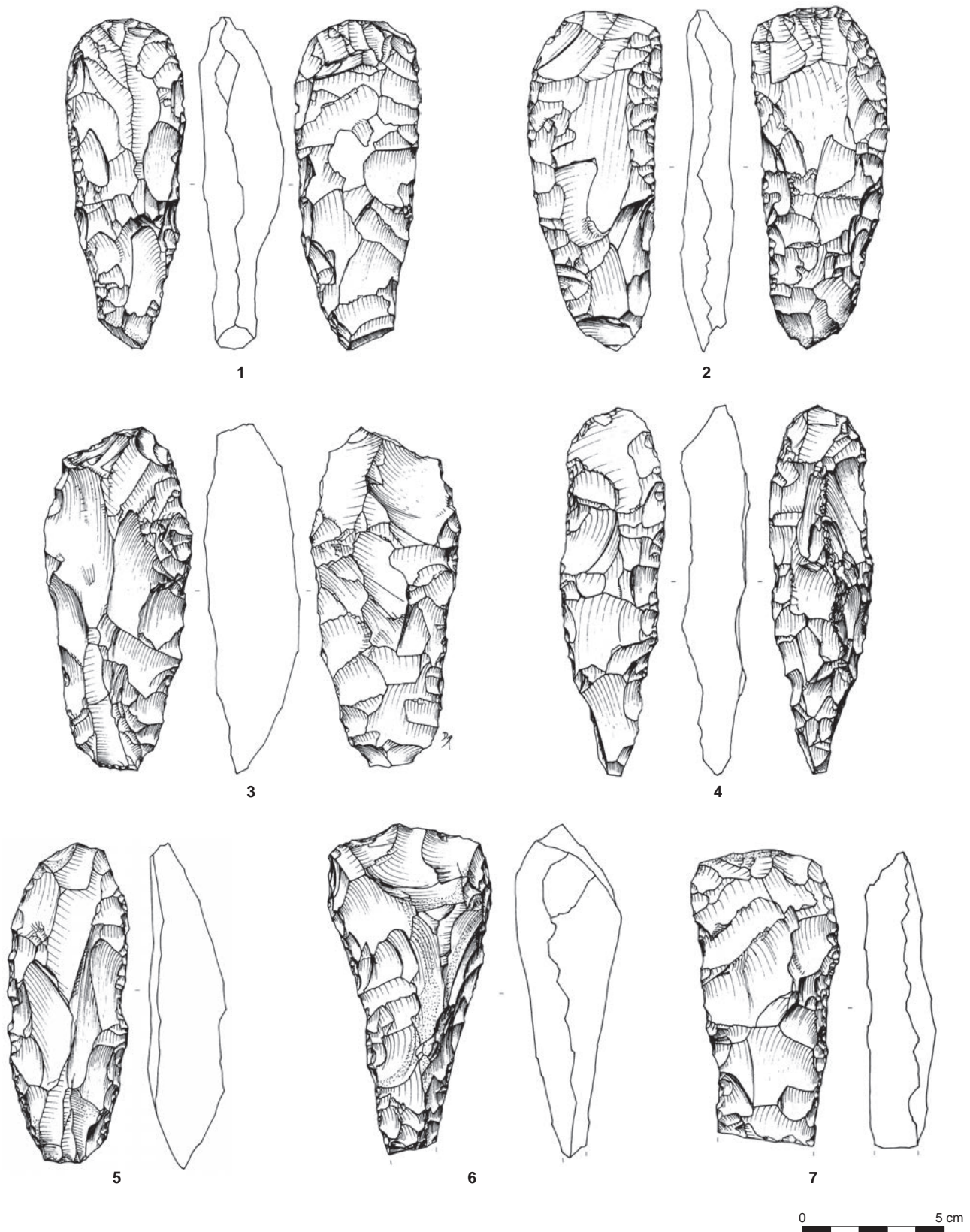


Fig. 234. Pièces façonnées et/ou préformes déviantes, n°1: St. 627, n°2 et n°3: St. 1042, n°4: St. 408, n°5: St. 497, n°6 et n°7: St. 104. Les pièces n°1 et n°2 ont été utilisées pour la découpe de bois de cerf. La pièce n°4 porte des traces de travail de matière minérale meuble (crédits D. Prost, Inrap).

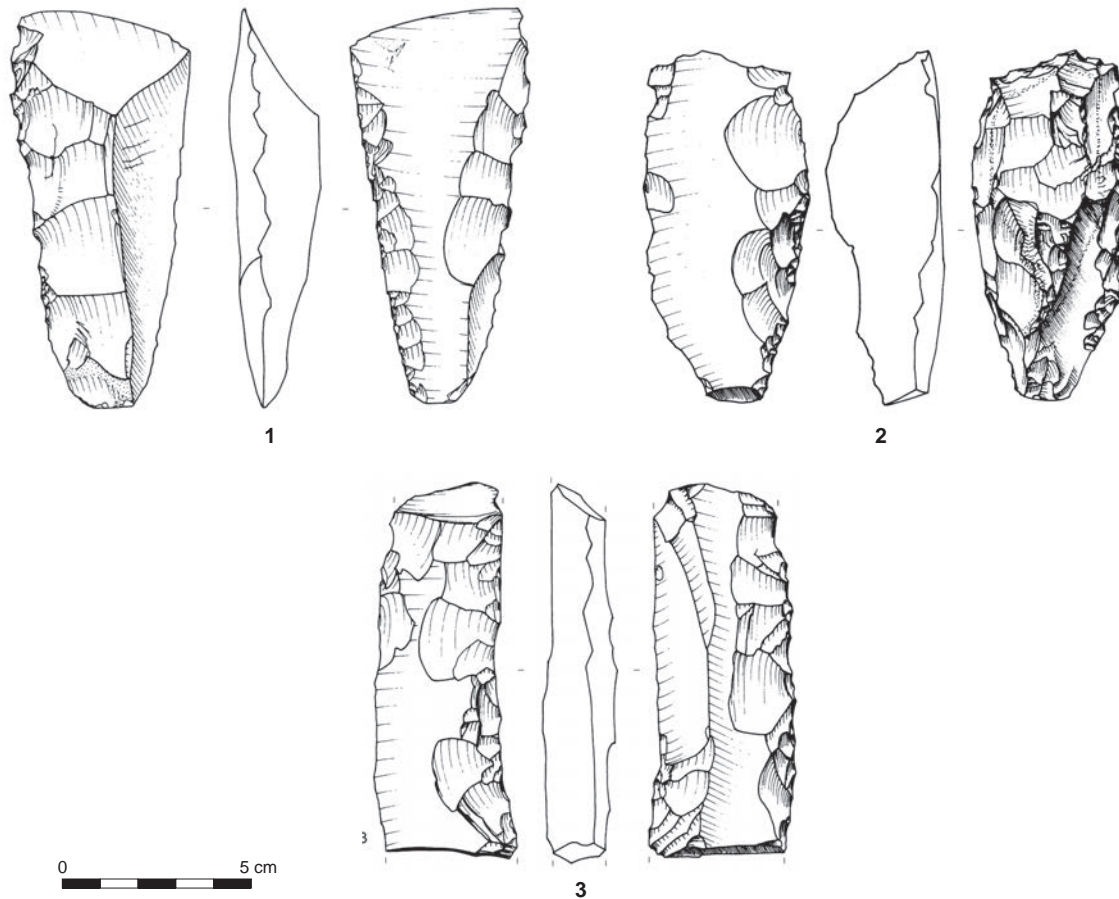


Fig. 235. Amas, pièces façonnées atypiques (crédits D. Prost, Inrap).

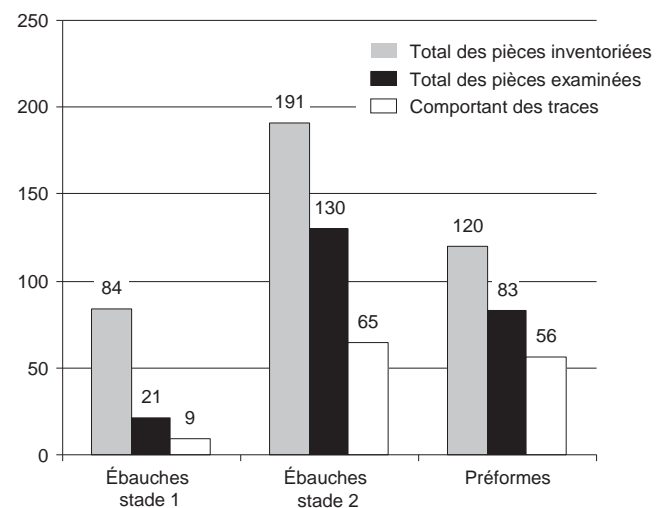
## Les ébauches et préformes bifaciales

Établir une distinction fiable d'éventuels outils miniers au sein des ébauches a nécessité l'examen à la loupe binoculaire d'un important échantillon, pour des raisons de représentativité numérique évidentes. Les pièces examinées ont été sélectionnées à différents stades de finition. Sur l'ensemble des pièces façonnées inventoriées (soit 397 pièces), 234 ont été examinées (fig. 236). Les traces d'usure ont été observées sur 43 % des ébauches de stade 1, 50 % des ébauches de stade 2, 67 % des préformes.

### Les traces d'usure

Trois types de traces ont été identifiés. Un premier grand ensemble de traces, qui concerne 118 pièces sur les 234 examinées, se caractérise par des émoussés très localisés, surtout sur les parties saillantes des pièces (fig. 238). Ces émoussés peuvent être parfois accompagnés d'écaillures bifaciales ou unifaciales, courtes, à terminaison réfléchie, évoquant un contact avec des matières dures. Ces traces sont localisées exclusivement sur les bords des pièces et distribuées à n'importe quel endroit de la pièce (en partie basale, apicale ou mésiale, indifféremment). Selon toute vraisemblance, ces traces sont d'origine technique: elles

Fig. 236. Échantillonnage réalisé au sein des pièces bifaciales pour l'étude tracéologique, et de pièces comportant des traces d'usure (crédits F. Charraud, Inrap).



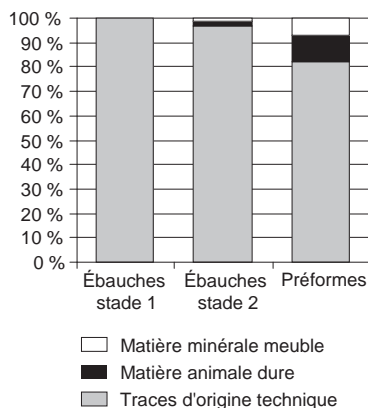


Fig. 237. Représentation des différents types de traces reconnues pour chaque stade de la production.

résultent d'un geste d'abrasion des bords de la pièce, effectué par les tailleurs, lors du façonnage, en vue de préparer les surfaces d'impact et de solidifier les bords des corniches. Ces traces concernent les neuf ébauches de stade 1 observées, ainsi que l'essentiel des ébauches de stade 2 présentant des traces d'usure (63 sur les 65 ébauches de stade 2 qui présentaient des traces d'usure) et des préformes (46 sur les 56 préformes présentant des traces). Le deuxième ensemble est présent sur sept pièces dont une extrémité est marquée par une série d'écaillures continues et bifaciales, de morphologie semi-circulaire, courtes, à terminaison réfléchi. Ces écaillures sont parfois accompagnées, lorsqu'elles sont très développées, d'un émoussé arrondi affectant certaines parties saillantes du tranchant. Ces traces se rapportent à une action en percussion directe ou lancée sur une matière dure, dont la nature précise n'a pu être déterminée. À titre de comparaison, des expérimentations de découpe de bois de cerf à l'aide d'une ébauche emmanchée ont livré des traces analogues (fig. 239) [cf. encadré expérimentation, *La réalisation des outils en bois de cerf*, p. 118]. Ces pièces présentent en outre sur les bords de leur partie basale des émoussés arrondis importants des parties saillantes. Ces émoussés se rapportent probablement à un système d'emmanchement constitué de matières dures que seule une observation à fort grossissement aurait permis de préciser. Ces traces concernent six préformes et une ébauche (fig. 237). Enfin le troisième groupe rassemble cinq pièces présentant un émoussé arrondi du tranchant et des nervures adjacentes au tranchant sur une distance importante (fig. 240). Ces traces évoquent à faible grossissement le contact d'une matière minérale meuble, permettant le développement de traces envahissantes. Malheureusement la conservation médiocre de l'état de surface des pièces et le très faible développement de ces traces d'usure n'ont pas permis de déterminer précisément la nature exacte de cette matière. Curieusement, quasiment aucune écaillure d'utilisation n'a été identifiée sur ces pièces et les émoussés se révèlent être assez discrets. Compte tenu du contexte, ces traces peuvent se rapporter à des activités de creusement [cf. encadré expérimentation, *La question des pièces impliquées dans le creusement: critères expérimentaux de diagnose fonctionnelle*, p. 220].

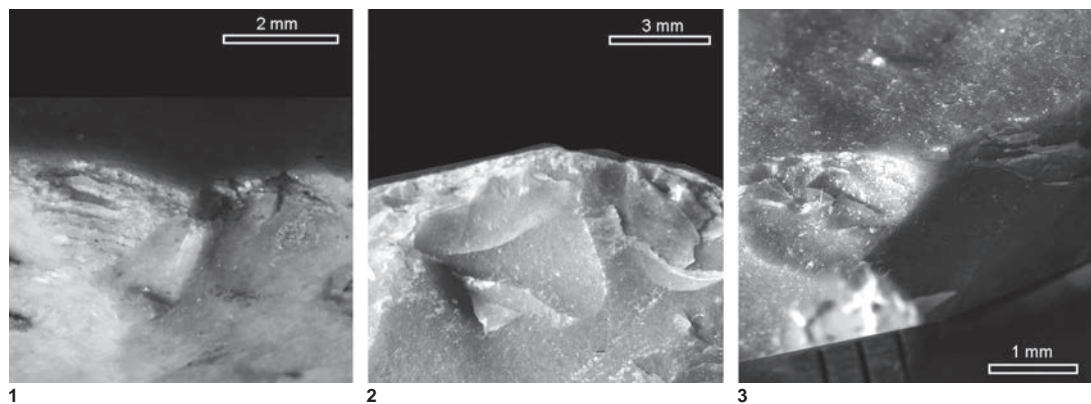


Fig. 238. Photographies des traces d'usure d'origine technique observées sur les bords des ébauches. 1 et 2: émoussés associés à des écaillures probablement liées à un geste d'abrasion de l'arête. 3: détail d'un fort émoussé d'origine technique (crédits F. Charraud, Inrap).



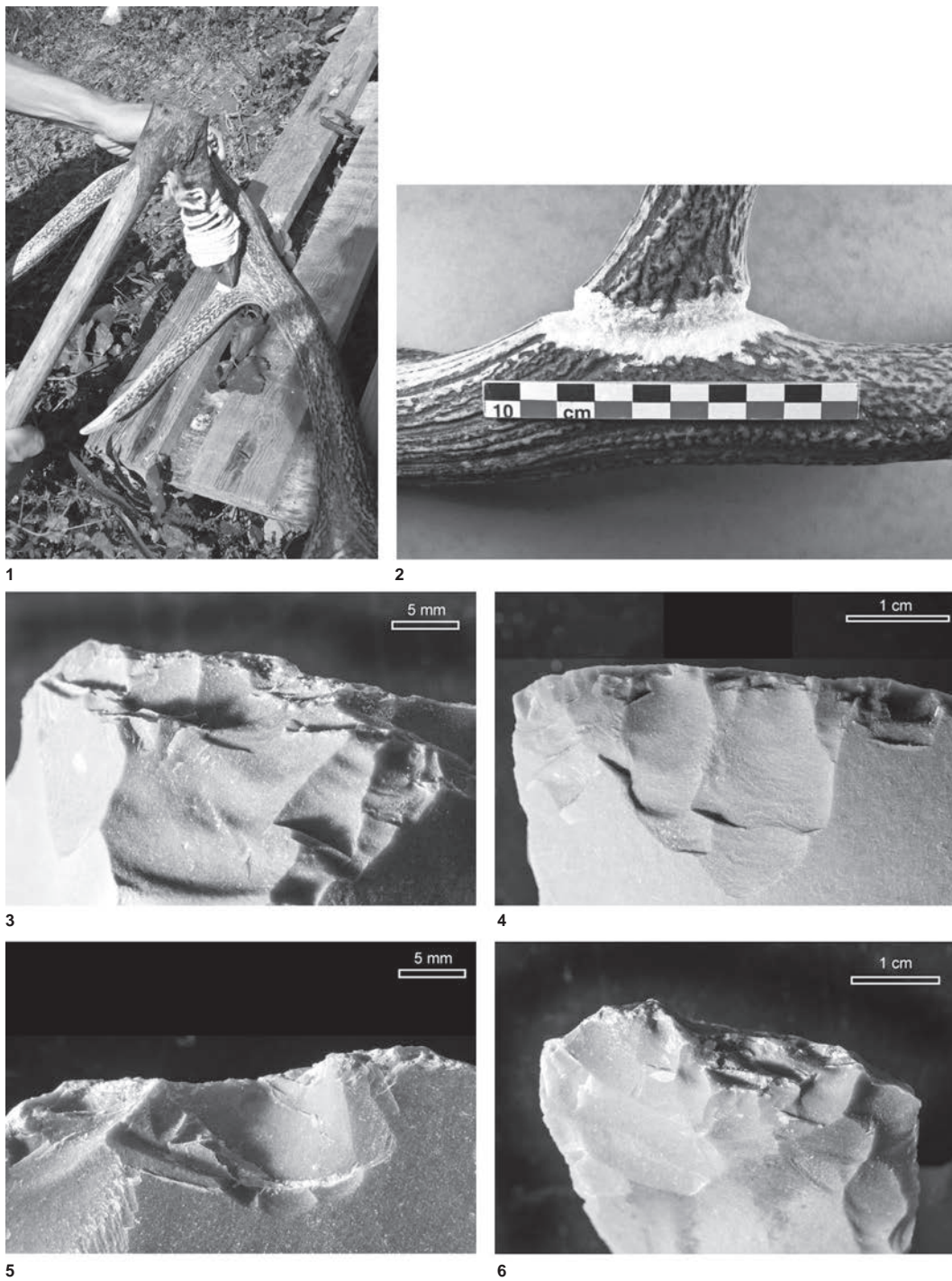


Fig. 239. Résultats des expérimentations de découpe de bois de cerf à l'aide d'une pièce bifaciale employée comme herminette. 1: mode d'utilisation de la lame en percussion lancée, à l'aide d'un manche coudé (ligature en cordelette poissée). 1 et 2: découpe d'un bois de cerf pour la fabrication d'un piochon; 3 à 5: enlèvements d'utilisation résultant de l'expérimentation; 6: comparaison avec un exemple archéologique (crédits F. Charraud, Inrap).



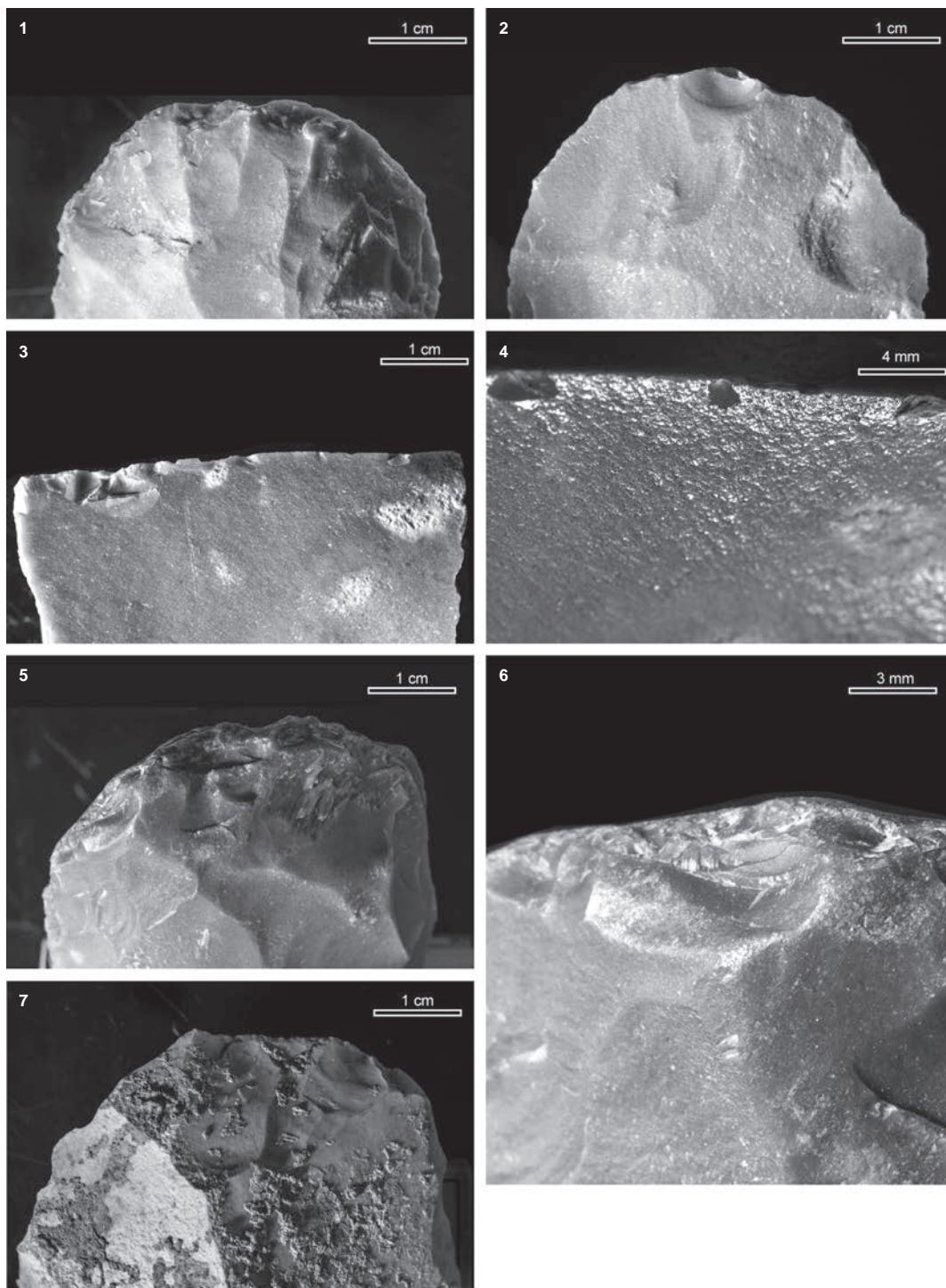


Fig. 240. Traces d'usure observées sur les pièces expérimentales employées pour creuser des puits d'extraction (1 à 6) et comparaison à un exemplaire archéologique (7). 1 et 2 : face supérieure et inférieure de la pièce ayant servi douze heures pour creuser le calcaire pulvérulent : les traces se limitent à un léger émoussé des nervures et à de rares écaillures. 3 : tranchet utilisé pour creuser du limon frais dépourvu de cailloux durant 30 mn. 4 : détail du lustré d'utilisation envahissant sur la même zone fonctionnelle. 5 : partie active d'une pièce bifaciale employée pour creuser le limon à cailloux surmontant le substrat calcaire. 6 : détail de la partie active montrant l'émoussé très développé (visible à l'œil nu), luisant, les enlèvements d'utilisation sont nombreux. 7 : comparaison avec une pièce archéologique arborant un émoussé discret et de rares écaillures, évoquant la pièce expérimentale n° 1 (crédits F. Charraud, Inrap).

## EXPÉRIMENTATION

## La question des pièces impliquées dans le creusement : critères expérimentaux de diagnose fonctionnelle

François Charraud

Lors du creusement expérimental de puits, des répliques expérimentales de ces outils ont été réalisées et utilisées pour travailler différents types de sédiments présents sur le site et alentour (fig. 241 et 242). Elles ont été utilisées en percussion lancée, emmanchées dans des manches coudés. Certaines lames ont servi à traverser la couche de terre végétale superficielle (limon à cailloux), puis au creusement du calcaire pulvérulent sous-jacent. D'autres ont servi exclusivement au creusement du calcaire. Deux lames ont également été employées exclusivement dans un niveau limoneux dépourvu d'éléments grossiers, que l'on rencontre par placages au nord du site.

Des résultats expérimentaux peuvent être comparés avec les outils archéologiques. Les lames qui ont été utilisées dans le limon à cailloux présentent des traces d'usure très développées, même dans le cas d'utilisations de courte durée (de l'ordre de 20 mn) ; les tranchants s'émoussent très rapidement et s'écrasent au point d'adopter en quelques minutes un profil d'équilibre d'érosion de la lame (fig. 233). Les émoussés arrondis des parties actives sont visibles à l'œil nu. À fort grossissement, un micro-poli envahissant à trame grenue et limites floues, de brillance moyenne et très strié, est visible. Ces traces sont incompatibles avec celles observées sur les pièces archéologiques, qui sont beaucoup plus ténues.

Les lames qui ont été utilisées dans des placages limoneux au nord du site présentent des traces d'usure différentes, du fait de l'absence d'éléments grossiers dans les sédiments travaillés. Dans le cas d'utilisations brèves, on constate le fort pouvoir abrasif du limon : la présence de particules millimétriques dans la matrice sédimentaire conduit à la formation rapide de micro-écaillures bifaciales sur la partie active de l'outil. Le tranchant s'émousse moins vite que dans le cas d'une utilisation dans un limon à cailloux, cependant un lustré se développe très vite et est visible à l'œil nu en à peine 15 mn d'utilisation. La différence fondamentale avec les pièces utilisées dans le limon à cailloux est que l'érosion du tranchant, très rapide lors des premiers gestes, se stabilise très vite et la morphologie du tranchant n'est pas modifiée de manière flagrante à l'œil nu : le tranchant ne présente pas un aspect arrondi. Un micro-poli envahissant, à trame grenue et limites floues, brillant et strié se développe très rapidement. À faible grossissement, l'émoussé du tranchant est visible après seulement quelques gestes d'utilisation. De ce fait, ces traces ne correspondent pas à celles décrites sur les pièces archéologiques.

Les lames qui ont servi uniquement au creusement du calcaire, en revanche, présentent des traces tout à fait différentes : de manière générale, ces traces sont très discrètes (fig. 297, n°1 et 2). Une de ces lames notamment, qui a été utilisée douze heures au total sans aucun affûtage exclusivement dans le calcaire pulvérulent, ne présente qu'un émoussé très discret du tranchant et des nervures adjacentes au tranchant. Les écaillures d'utilisation sont rares du fait de l'homogénéité de la matière travaillée et de l'absence d'éléments durs. En revanche les pièces expérimentales qui ont servi sur une durée courte présentent des traces très difficiles à détecter, même à fort grossissement. La lame utilisée durant les deux jours

d'expérimentation présente à fort grossissement un micro-poli envahissant à limite floue, très mat. Des ondulations du poli en stries à marge molle remplacent les stries « véritables » des pièces utilisées dans le limon. Ce micro-poli présente une texture très proche de la texture naturelle du silex, ce qui le rend quasi imperceptible à faible grossissement, là où un lustré était clairement visible à l'œil nu sur les pièces ayant travaillé du limon.

Ces traces sont très semblables, à faibles grossissements, avec celles présentes sur cinq pièces archéologiques. De plus, compte tenu de la discrétion des traces expérimentales, il est probable que d'autres pièces façonnées sur ce site aient connu une utilisation similaire, mais pour peu qu'elle soit de courte durée, une légère altération chimique suffit à rendre ces traces totalement indétectables. Il est donc possible que d'autres pièces aient pu échapper à l'étude.

Ces pièces présentent en outre sur les bords de leur partie basale des émoussés arrondis importants des parties saillantes. Ces émoussés se rapportent certainement à un système d'emmanchement constitué de matières dures que seule une observation à fort grossissement aurait permis de préciser. Ces traces concernent quatre pièces façonnées et une pièce intermédiaire.



Fig. 241. Hache taillée emmanchée utilisée pour le creusement d'un puits expérimental (réalisation L. Jubel, crédits E. Gallouin).

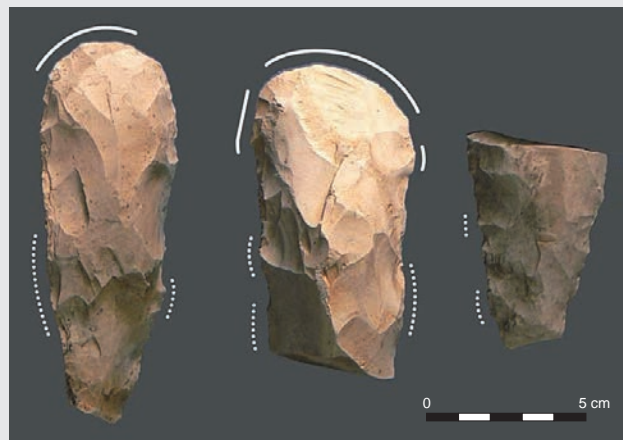


Fig 242. Haches taillées ou ébauches potentiellement utilisées pour le creusement des puits (crédits L. Jubel).

### *Bilan fonctionnel des ébauches et préformes*

On a effectué une représentation des résultats simplifiés de l'étude tracéologique à faible grossissement des ébauches et préformes. Pour chaque stade du façonnage sont exposées les données chiffrées qui se rapportent aux trois grands types de traces reconnues. On constate que la forte majorité des pièces façonnées observées ne présentaient guère de traces d'origine fonctionnelle : celles-ci sont à 91 % d'origine technique (fig. 237). De manière générale, l'utilisation des pièces façonnées sur le site semble donc anecdotique. Elles ont servi, pour sept d'entre elles (soit 5 % des pièces observées), au travail en percussion lancée d'une matière organique dure (probablement du bois de cervidés : fig. 237, n° 2), pour cinq d'entre elles (soit 4 % des pièces observées), au travail d'une matière minérale meuble (très certainement le calcaire pulvérulent local : fig. 237, n° 1). Pour pondérer cette observation, soulignons une fois encore que la ténuité des traces relevées sur les pièces expérimentales ayant travaillé ce matériau invite à considérer ces résultats avec prudence, de nombreuses pièces ayant pu échapper à l'étude, en raison d'une altération chimique importante.

En l'état actuel, contrairement à ce qui était supposé au commencement de l'étude, l'emploi des pièces façonnées comme outils dans le cadre des activités minières en général semble relever de l'anecdote. Plus particulièrement, leur utilisation pour des activités de creusement ne semble se vérifier que pour un nombre très réduit de pièces. Il apparaît que ce sont en grande majorité les outils en bois de cervidés qui ont répondu à cette fonction sur le site.

Cette phase de l'étude montre, avec toutes les précautions nécessaires, que les pièces façonnées de petites dimensions n'ont pour la plupart pas été utilisées et font partie de la production recherchée sur le site. Elles constituent donc au moins une des catégories de produits recherchés. L'essentiel des pièces présentant des traces d'origine fonctionnelle sont des pièces abouties dans le façonnage : hormis deux ébauches de stade 2, il s'agit de préformes de petite taille. Ces résultats posent de nouveaux problèmes : pourquoi autant de pièces de petites dimensions sur le site ? S'agit-il de pièces d'apprentissage, ou d'erreurs de fabrication ?

Quoi qu'il en soit la proportion de ces pièces présentant les traces avérées d'une activité fonctionnelle est faible. Celles qui sont susceptibles de se rapporter aux activités de creusement sont les plus rares d'entre elles. Par ailleurs, la proportion de traces d'origine technique par rapport au total des pièces examinées montre un accroissement constant des traces d'abrasion à mesure que l'on avance dans les stades de façonnage : 43 % des ébauches de stade 1 observées en comportent, résultat à considérer avec prudence compte tenu de la faiblesse numérique de l'échantillon, ainsi que 48 % des ébauches de stade 2 et plus de 55 % des préformes. Si les différences ne sont pas flagrantes d'une catégorie à l'autre, elles prennent tout leur sens comparées à l'étude du schéma opératoire du façonnage qui montre nettement un degré de préparation des enlèvements et de soin apporté au façonnage croissant à mesure de l'avancement de la finition des ébauches. Ce fait était particulièrement mis en évidence par la comparaison des proportions d'éclats préparés issus des différentes phases du façonnage. Les traces d'abrasion sur les produits corroborent donc ces observations.

Les raisons de l'utilisation de certaines de ces pièces à première vue indifférenciables des autres simplement rejetées nous échappent. À titre d'hypothèse, on peut supposer une réutilisation opportuniste de rebus de façonnage abandonnés. D'autre part, leur efficacité limitée par rapport à d'autres outils comme les pièces esquillées peut être rédhitoire pour le travail de bois de cerf (cf. *infra*). Pour les activités de creusement, l'emploi de bois de cerf, qui nécessite un investissement technique moindre (pas de façonnage élaboré, pas de systèmes d'emmanchements à fabriquer) a visiblement été préféré au silex.

## Les outils liés à l'extraction

### *Les pièces esquillées*

Les pièces esquillées sont au nombre de 39, soit 6 % de l'ensemble de l'outillage (fig. 246 à 248). Dix-huit d'entre elles ont fait l'objet d'une étude tracéologique à faible grossissement. Les 21 pièces qui n'ont pas été observées à la loupe bino-culaire présentent toutefois nécessairement des traces d'utilisation, car les bords esquillés de ces pièces sont des traces d'usure visibles à l'œil nu.

#### ► Choix et gestion des supports

Les supports utilisés pour ces pièces esquillées sont généralement massifs, lourds et épais. Il s'agit d'éclats bruts ne montrant aucune trace de mise en forme particulière. La proportion de supports présentant des plages corticales invite à penser qu'ils ont pu être récupérés parmi les déchets de dégrossissage des rognons. Cette phase du façonnage produit en effet certains éclats épais fortement corticaux qui peuvent présenter des tranchants adéquats. Les pièces expérimentales ont d'ailleurs été réalisées sur ce type de support. Les tranchants recherchés sont en général rectilignes et présentent une angulation avoisinant les 45°, valeur moyenne permettant de concilier efficacité et robustesse relative. Si aucune classe n'apparaît dans les dimensions ou le poids de ces pièces, la pesée montre de toute évidence la recherche de pièces massives, car les pièces esquillées pèsent toutes plus de 500 g.

#### ► Description des traces d'usure

Le bord actif présente de manière générale une morphologie originellement rectiligne et un tranchant aigu (inférieur ou égal à 45°) affecté d'une écaillure bifaciale résultant d'une action caractéristique en percussion (directe ou indirecte), sur un matériau relativement dur (fig. 244, 245). Outre cette caractéristique commune à toutes les pièces esquillées, des disparités sont perceptibles dans leurs fonctions. Treize pièces esquillées présentent sur un ou deux bords des écaillures bifaciales continues. Ces écaillures sont de morphologie semi-circulaire à trapézoïdale selon la convexité des flancs de la pièce à partir du tranchant. De taille variable, elles peuvent être relativement couvrantes selon la morphologie du tranchant et présentent une terminaison réfléchie (fig. 246). Ces types d'écaillures sont caractéristiques d'une action en percussion directe (découpe) sur une matière de dureté importante à moyenne (Prost 1990; González Urquijo, Ibáñez Estévez 1994). Des expérimentations de découpe de divers matériaux ont été réalisées dans le cadre de ce travail [*cf. supra* encadrés]. Des éclats corticaux massifs, présents parmi les déchets de façonnage des haches, ont été utilisés bruts en percussion directe sur du silex, sur du bois de cerf et sur du bois végétal de différentes essences ou à différents états de séchage (buis, frêne et résineux, à l'état frais et sec). Les résultats sont sans équivoque: seule une activité de découpe de bois de cerf produit des traces d'usure comparables à celles observées sur les pièces archéologiques. Les actions de découpe de bois végétal produisent des écaillures totalement différentes, en « croissant de lune » et à terminaison infléchie (fig. 245, n° 4). La percussion directe sur silex produit des écaillures nombreuses mais beaucoup plus courtes et vibrées, ainsi qu'un mâchurage rapide de la partie active, qui vient rapidement se superposer jusqu'à effacer les traces précédentes (fig. 245, n° 5 et 6). De nombreux essais ont d'autre part été tentés en percussion indirecte: ils produisent des stigmates différents et un développement beaucoup plus discret des écaillures. Notons enfin que, de toutes les techniques expérimentées pour la découpe de bois de



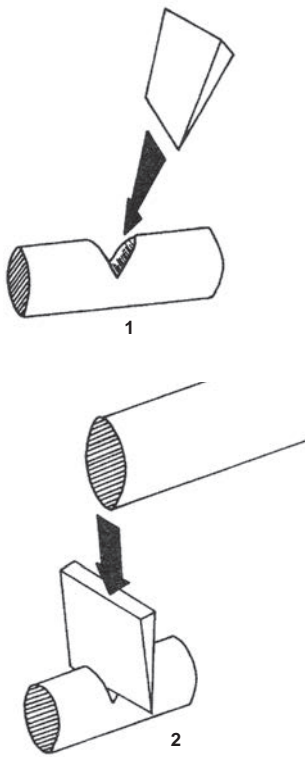


Fig. 243. Différents modes d'exercice de la force sur une matière travaillée, illustrant les moyens d'utilisation possibles des pièces esquillées: 1: percussion directe. 2: percussion indirecte (d'après González Urquijo et Ibanez Estévez, 1994: p. 23, modifié).

cerf (percussion lancée à l'herminette, sciage et percussion directe à l'aide d'un éclat massif), cette dernière est celle qui s'est montrée de très loin la plus efficace. Quatre pièces présentent un bord comportant une usure en tous points comparable à celle décrite ci-dessus, mais arborent en plus, sur le bord ou côté opposé au bord actif, soit des écaillures bifaciales relativement localisées s'il s'agit d'un tranchant aigu, soit une plage mâchurée ou bouchardée s'il s'agit d'une surface plane ou d'une arête à l'angle très ouvert.

Les conclusions quant à la matière travaillée ne diffèrent pas de ce qui est décrit ci-dessus, en revanche le mode d'application de la force semble différer: il est possible d'interpréter les traces d'usure du bord opposé à la partie active comme résultant d'un usage de la pièce en percussion indirecte: la partie active est posée sur la matière d'œuvre tandis qu'un percuteur frappe le bord opposé (fig. 243). Notons que parmi les pièces mentionnées dans la catégorie précédente, certaines présentaient un dos cortical sur lequel aucune éventuelle trace d'usure ne peut être détectée: un usage en percussion indirecte pour certaines de ces pièces ne peut donc être ni vérifié, ni exclu. Cette manière d'exercer la force sur la matière travaillée peut révéler une utilisation similaire à celle supposée pour les pièces esquillées (découpe de matière de dureté moyenne, en ciseau), mais avec un souci accru de précision dans l'application de la force. Il pourrait également s'agir d'un usage tout à fait différent (en coin) destiné à fendre la matière.

La catégorie des pièces esquillées recouvre une certaine homogénéité, tant dans sa morphologie (aucune classification particulière n'apparaît mais toutes les pièces sont massives), que pour ce qui concerne les traces d'usure, rapportables à une activité de découpe de matière animale dure. Il est tentant de les associer à la préparation et à l'entretien des nombreux outils en bois de cerf livrés par la fouille. En revanche, on observe une certaine variabilité dans l'exercice de la force sur la matière travaillée (percussion directe ou indirecte), qui trahit un souci plus ou moins prononcé de précision. Cet aspect pourrait suffire à considérer ces outils comme différents en ce qu'ils ne répondent probablement pas aux mêmes besoins fonctionnels, cependant la résolution d'analyse autorisée par le matériel étudié ne permet pas d'affiner davantage cette interprétation.

#### *Les enveloppes corticales retouchées, un outil inédit*

Le terme « d'enveloppe corticale retouchée » a été retenu comme terme d'attente pour désigner une forme inédite d'outil expédient observée à Ri. Ces outils sont probablement spécifiques au site car le support est conditionné par la nature particulière du cortex du silex de Ri. De ce fait aucune mention d'objet semblable n'a été identifiée dans la bibliographie.

#### ► Caractères qualitatifs et quantitatifs

Les enveloppes corticales retouchées sont relativement peu représentées (21 individus, soit 3% de l'outillage). Il s'agit d'objets relativement massifs dont le support est constitué par des fragments de la première enveloppe corticale des nodules de silex de Ri. Il s'agit donc de grosses « cupules » présentant, sur leur face externe, l'aspect du cortex des nodules de silex et sur leur face interne, le négatif de la seconde enveloppe corticale (fig. 249, 250). Ces enveloppes sont silicifiées sur leur face interne, ce qui leur assure un minimum de cohésion et de résistance mécanique. D'usage certainement opportuniste, ces outils sont pour la plupart réalisés sur des cupules corticales circulaires au diamètre proche de 10 cm. Ils sont aménagés par une retouche continue d'un bord, caractérisée par des enlèvements larges vraisemblablement obtenus au percuteur dur.

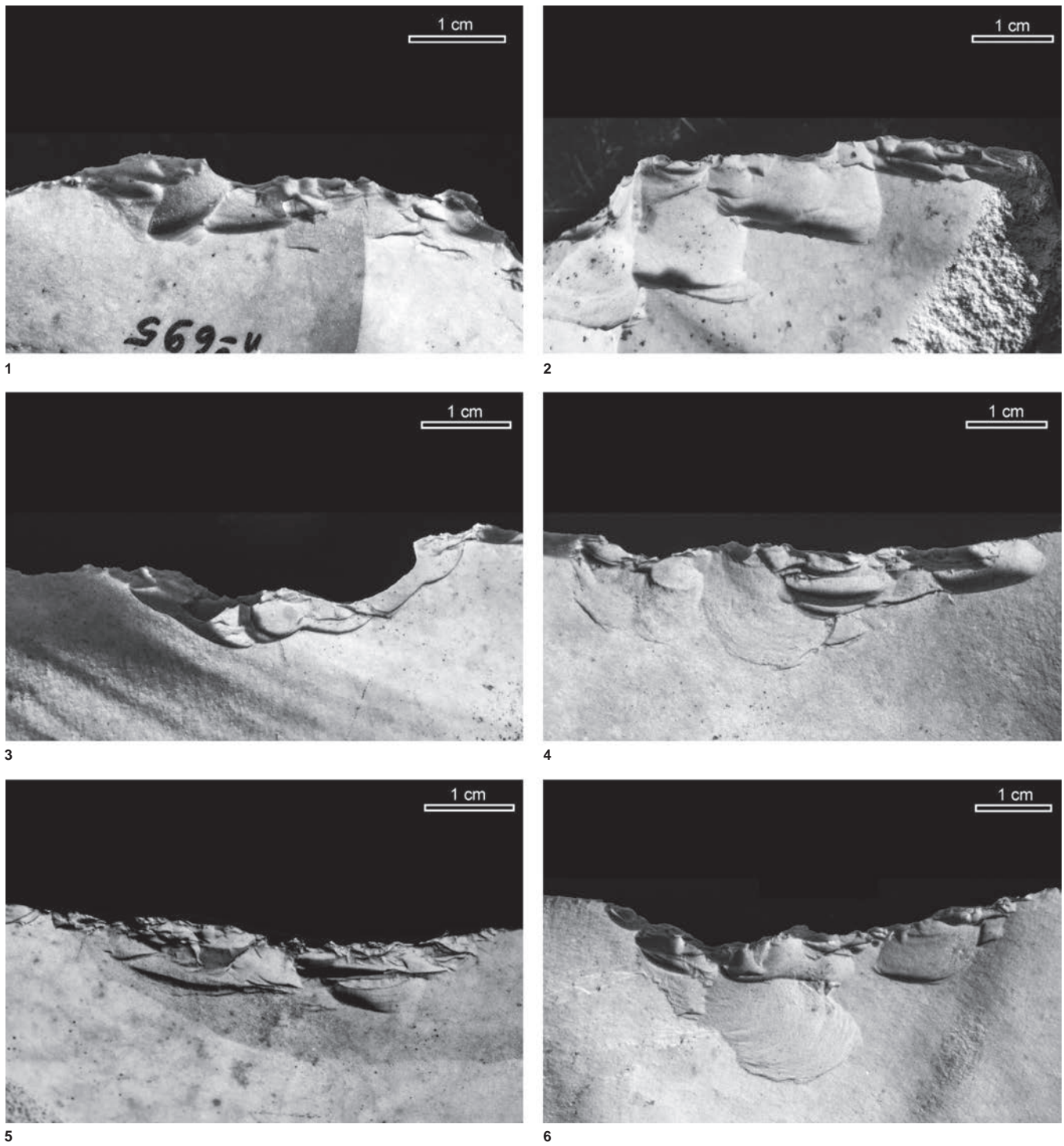


Fig. 244. Traces d'usure visibles à grossissement modéré sur les pièces esquillées archéologiques (crédits F. Charraud, Inrap).

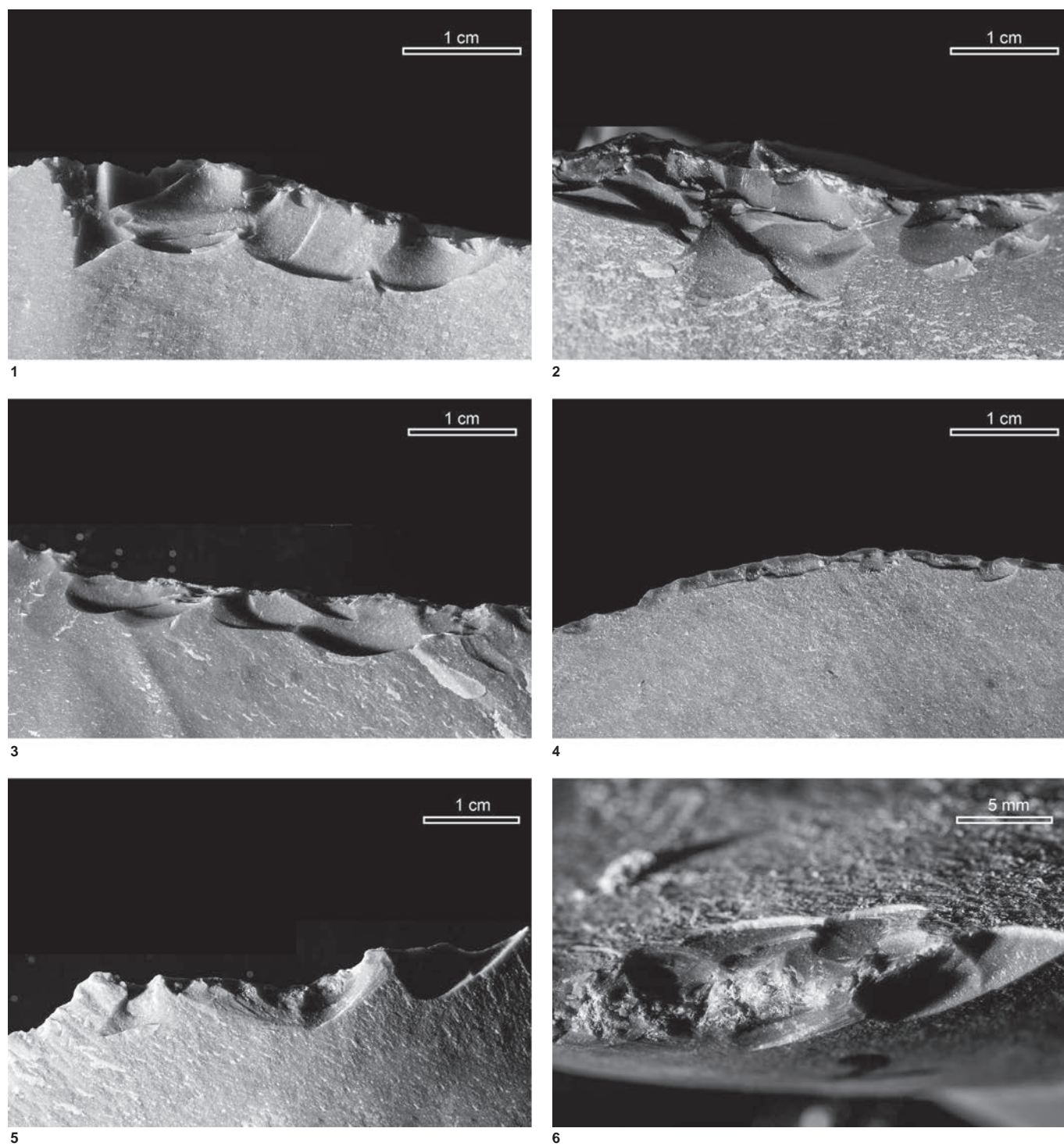


Fig. 245. Traces d'usure des pièces esquillées expérimentales, employées en percussion directe sur différents matériaux. 1 à 3 : découpe de bois de cervidés (10 à 15 mn d'utilisation). 4 : découpe d'une branche de bois résineux pour la confection d'un manche d'outil (10 mn d'utilisation). 5 : régularisation par piquetage des bords d'une préforme avant polissage. 6 : détail de la même zone fonctionnelle, vue face à la partie active (crédits F. Charraud, Inrap).



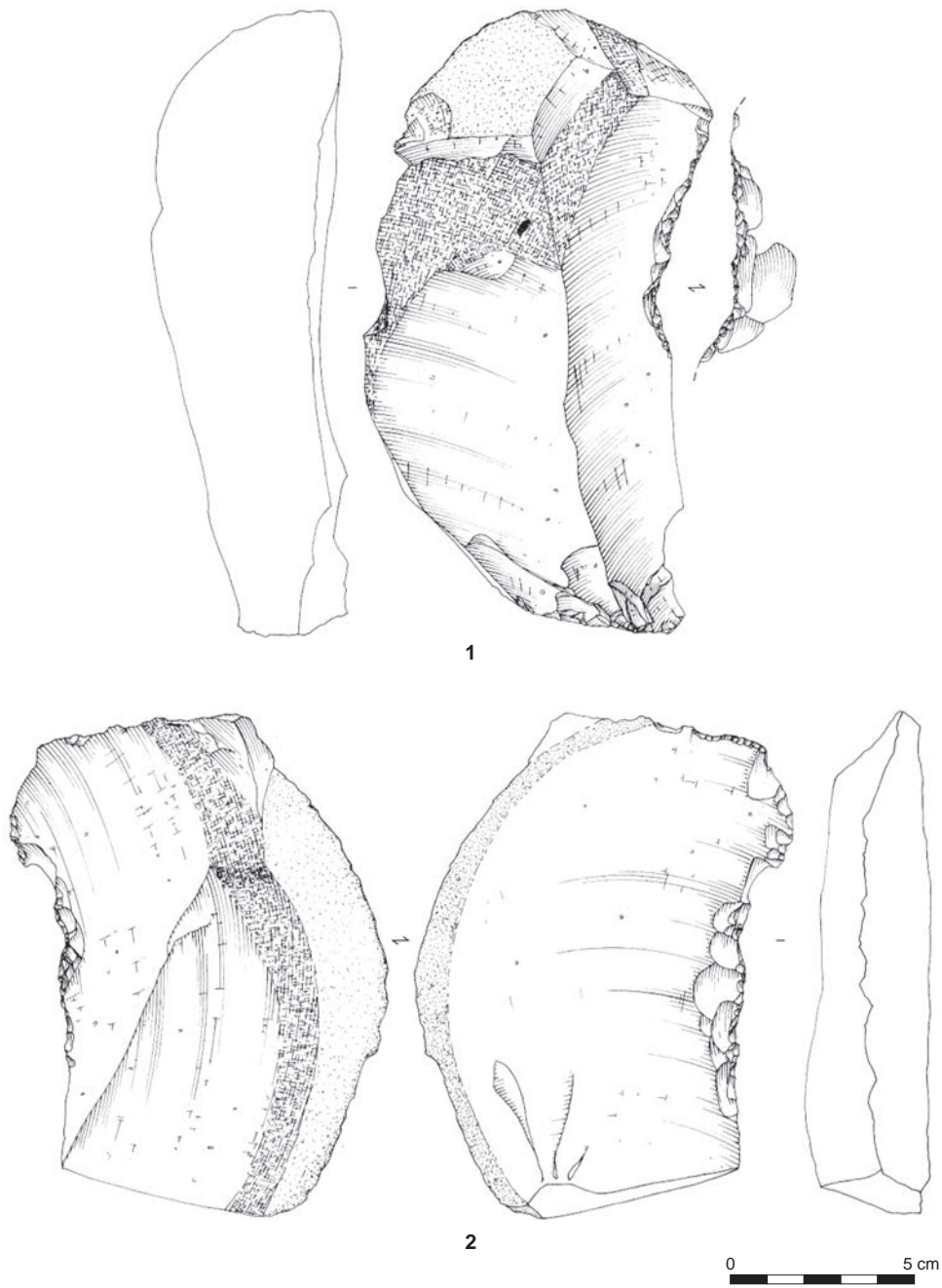


Fig. 246. Amas, pièces esquillées (crédits F. Charraud, Inrap).



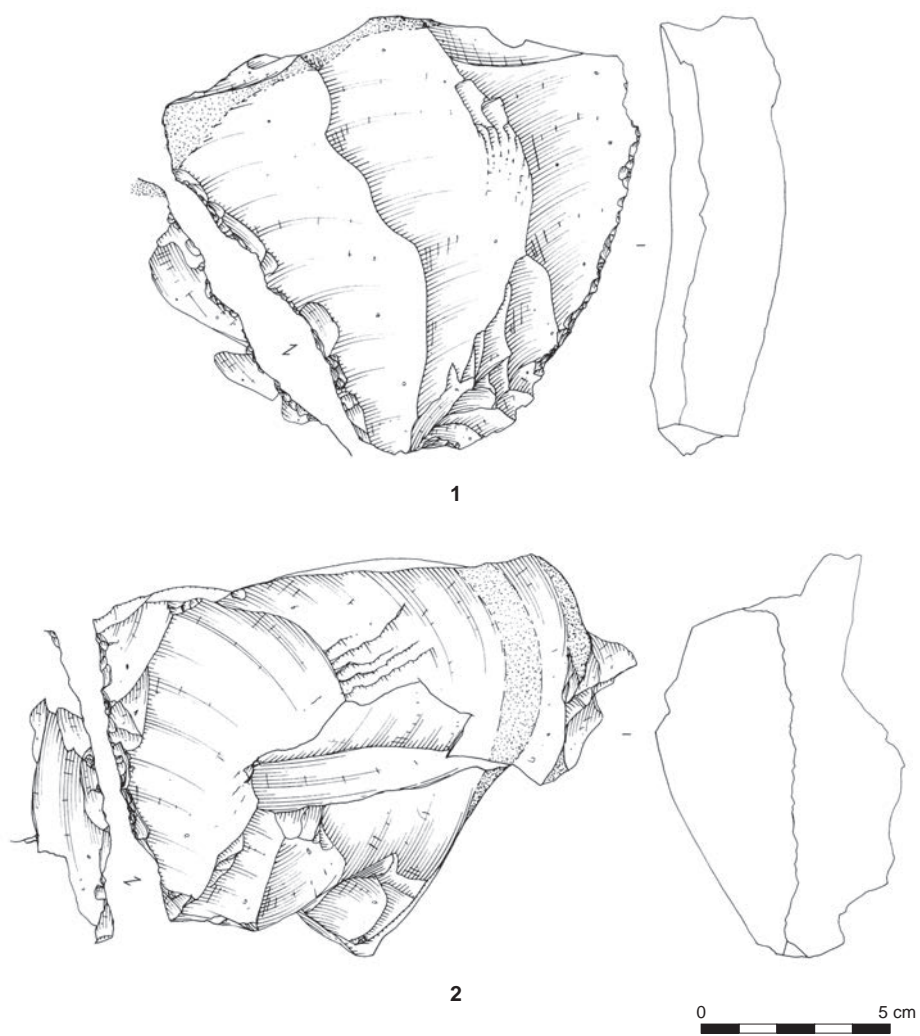


Fig. 247. Amas, pièces esquillées (crédits F. Charraud, Inrap).

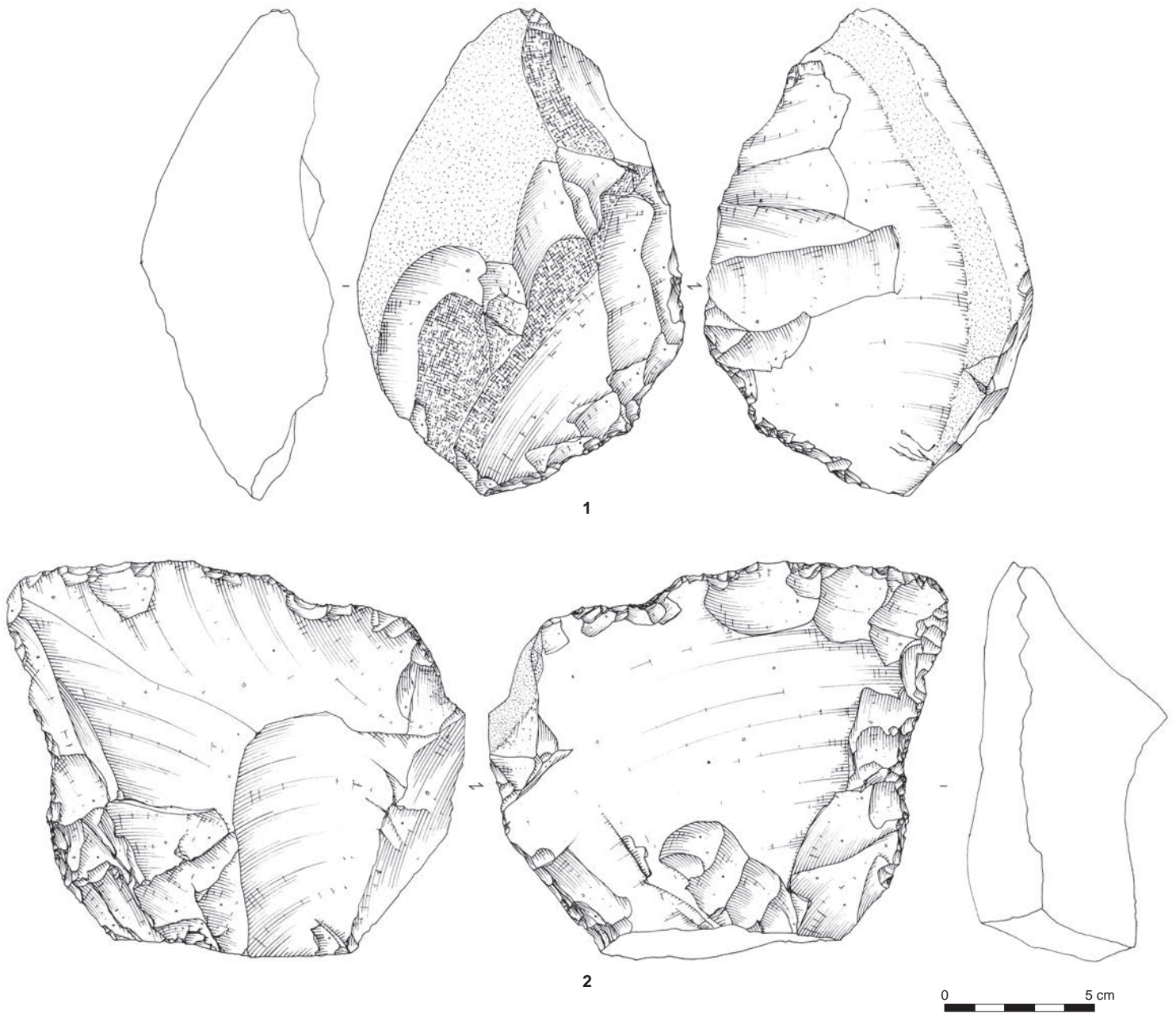


Fig. 248. Pièces esquillées, n°1: St. 55, n°2: amas (crédits F. Charraud, Inrap).

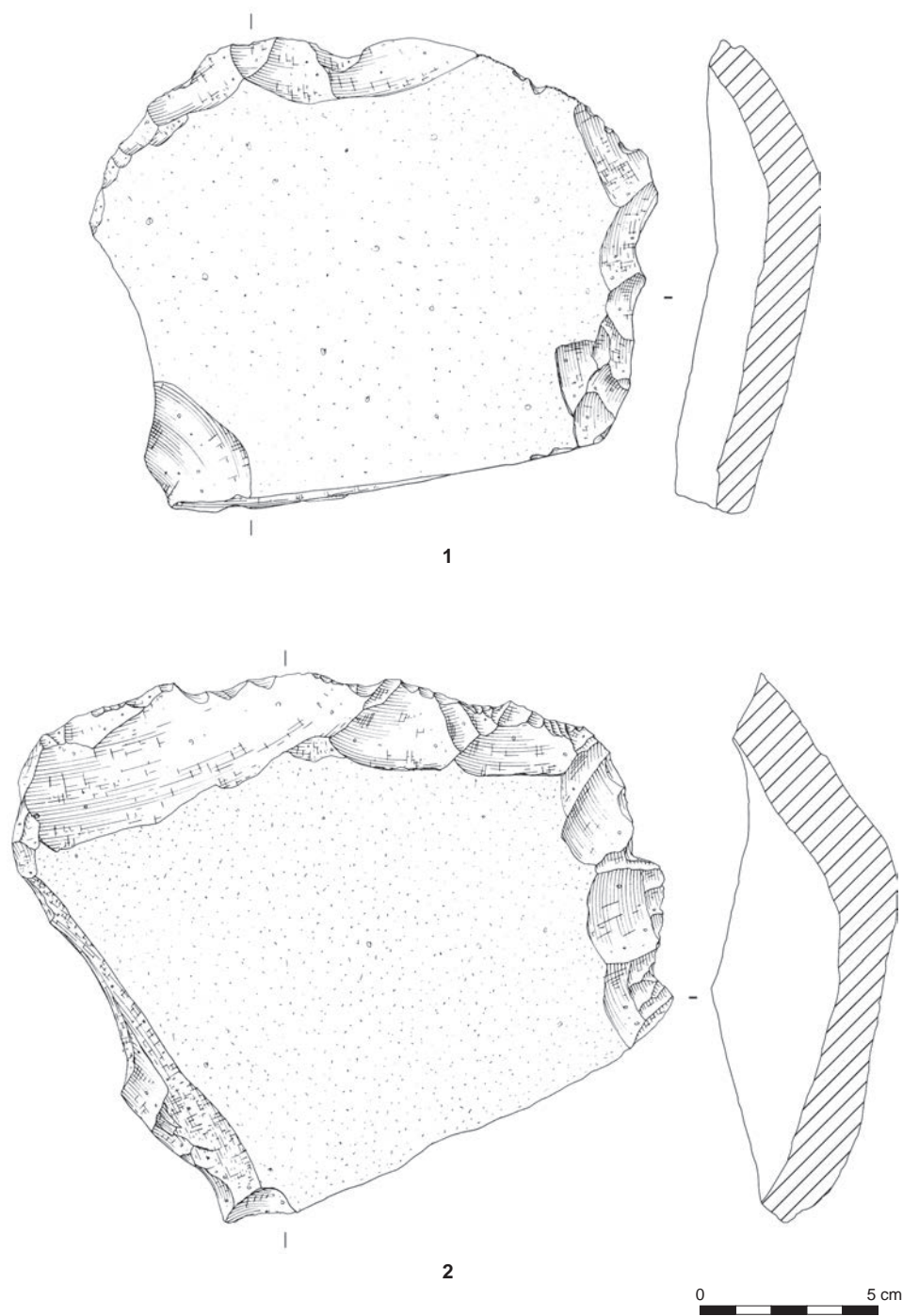


Fig. 249. Enveloppes corticales retouchées, n° 1 : St. 371, n° 2 : St. 209 (crédits F. Charraud, Inrap).

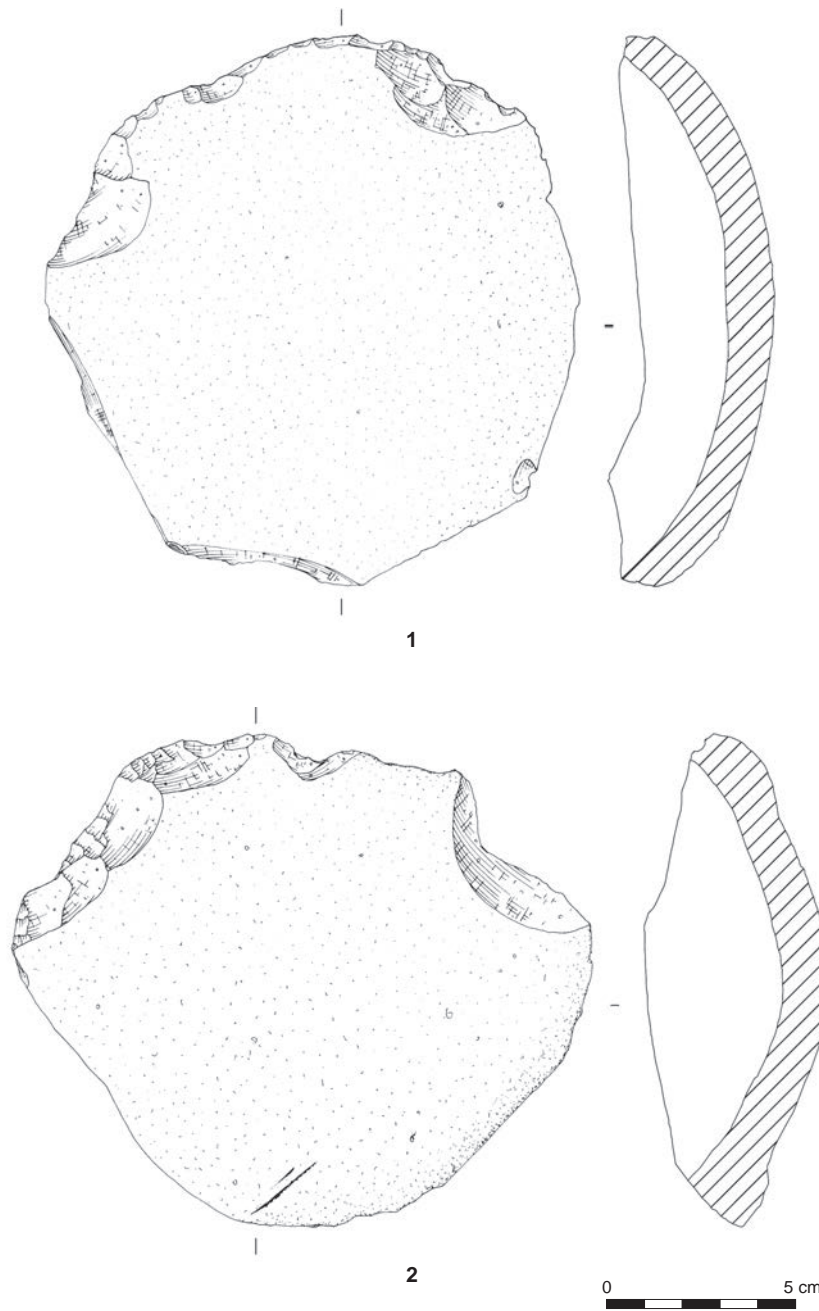


Fig. 250. Enveloppes corticales retouchées, n° 1 : St. 209, n° 2 : St. 184 (crédits F. Charraud, Inrap).



#### ► Une fonction incertaine

Compte tenu de la nature de leur matière première ces pièces n'ont permis aucune étude tracéologique. Leur fonction n'a donc pas été déterminée précisément, mais seulement supposée par leur contexte de découverte (Marcigny *et al.* 2011). Lors des expérimentations, il s'est avéré que les enveloppes corticales constituaient un outil très pratique pour racler les déblais de creusement au fond des puits. La forme convexe de ces outils facilite la préhension directe et permet un geste naturel de raclage de déblais. Aucun emmanchement ne paraît utile dans ce type d'utilisation, car la main n'est pas en contact avec les sédiments travaillés et la force à déployer est peu importante. De plus l'exiguïté des puits ne favorise pas les emmanchements longs et complexes. Lors des fouilles, l'usage d'outils à long manche était impossible dans la plupart d'entre eux. Utiliser des enveloppes corticales retouchées autorise donc une mobilité efficace au fond des puits et galeries et évite le raclage à mains nues de sédiments calcaires relativement irritants sur une longue durée.

Ces pièces ont en commun d'être aménagées sommairement par une retouche qui leur confère un aspect denticulé. La retouche, qui à première vue ne semblait pas indispensable, permet en fait une angulation aiguë du bord actif et une meilleure pénétration de l'outil dans la matière d'œuvre. C'est essentiellement grâce à cette retouche que les enveloppes corticales, omniprésentes sur le site, ont été utilisées brutes pour la même fonction. Retrouvées isolées ou par paires dans certaines structures d'extraction, ces pièces sont loin d'être un phénomène systématique, mais révéleraient, si leur fonction était confirmée, le développement de procédés très particuliers en contexte minier, qui dénotent une adaptation des mineurs à l'environnement géologique spécifique de Ri. La nature des nodules de Ri est en effet déterminante dans l'obtention des supports, pour un outil pleinement adapté au travail du calcaire pulvérulent local.

#### *Les pièces à retouches latérales*

La catégorie des pièces à retouches latérales regroupe 43 pièces (7 % des outils) de longueur comprise entre 100 et 150 mm pour 40 à 60 mm de large, ayant pour caractéristiques communes un support allongé ou laminaire, peu épais (moins de 15 mm), affecté d'une retouche continue ou discontinue d'un ou de ses deux bords (fig. 251, 252).

Aucune classification n'apparaît parmi ces pièces, par leurs dimensions ou leur poids, et en dépit d'une certaine variabilité morphologique liée à la disposition de la retouche. Cette retouche peut les apparenter dans certains cas à des outils typologiquement définis en contexte d'habitat (racloirs, grattoirs, tranchets?). Cependant leurs dimensions les distinguent clairement de ces exemples, dans un contexte minier où l'essentiel de l'outillage effectif est expédient. La catégorie des pièces à retouches latérales a donc été retenue pour séparer du reste des outils sur éclats des éléments morphologiquement marquants, car elles sont de grandes dimensions et réalisées sur éclats allongés ou laminaires par un aménagement simple. Parmi ces outils, il est possible de distinguer deux procédés de mise en forme: la mise en forme par bitroncature d'un éclat allongé, où apparaissent deux sous-types: une forme de bitroncature unifaciale directe des deux bords, donnant à la pièce une section trapézoïdale (fig. 251, n° 3 et 5) et une forme de bitroncature directe d'un bord et inverse de l'autre bord, donnant à la pièce une section quadrangulaire parallépipédique (fig. 252, n° 1 et 2); la mise en forme d'un seul bord d'un éclat allongé, pouvant s'apparenter dans certains cas à des pièces à dos (fig. 251, n° 2, 4, 6).

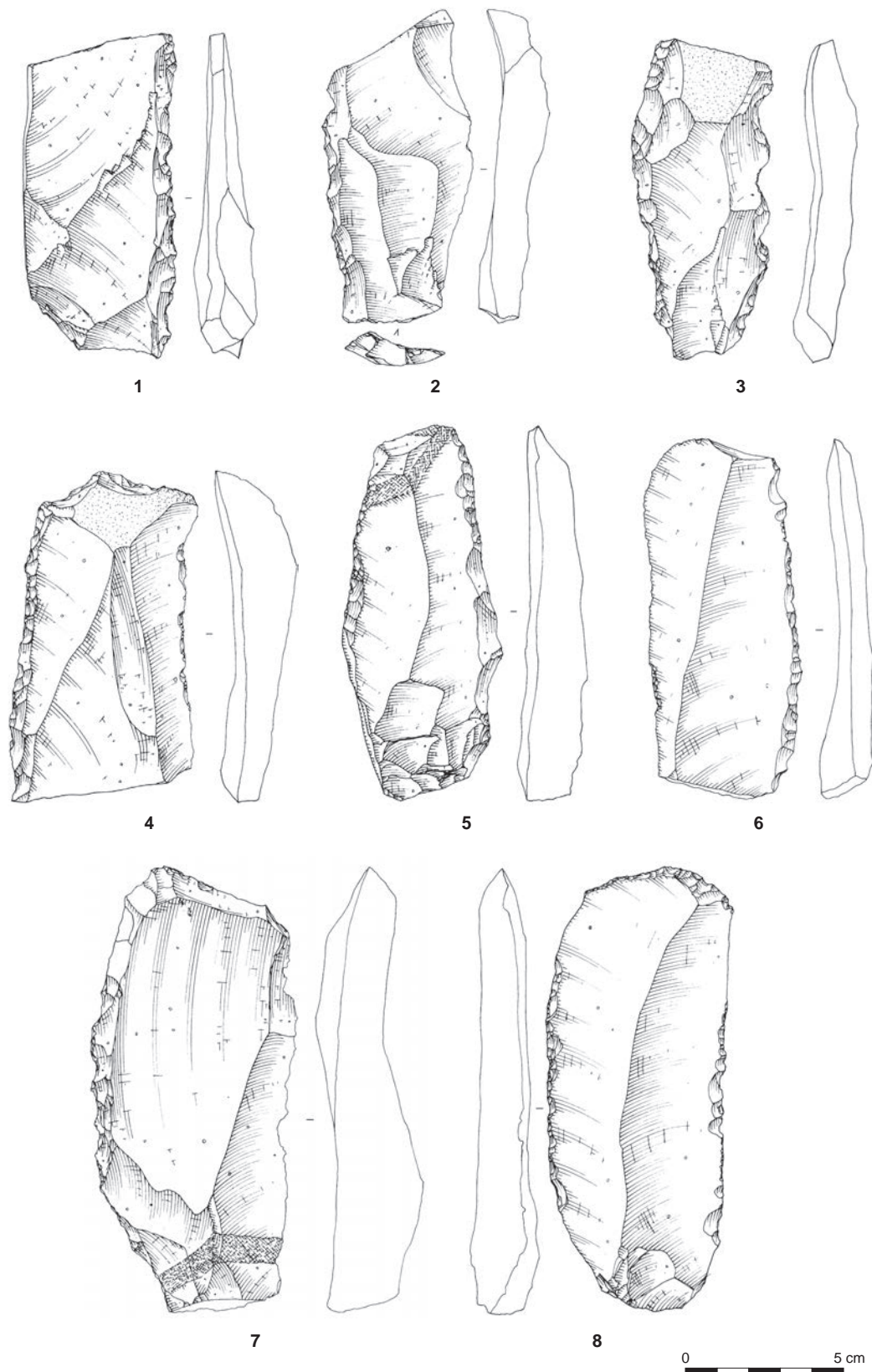


Fig. 251. Pièces à retouches latérales directes, n° 1: St. 430, n° 2: St. 184, n° 3: St. 94, n° 4: St. 137, n° 5: décapage, n° 6: St. 73, n° 7: St. 207, n° 8: St. 643 (crédits F. Charraud, Inrap).

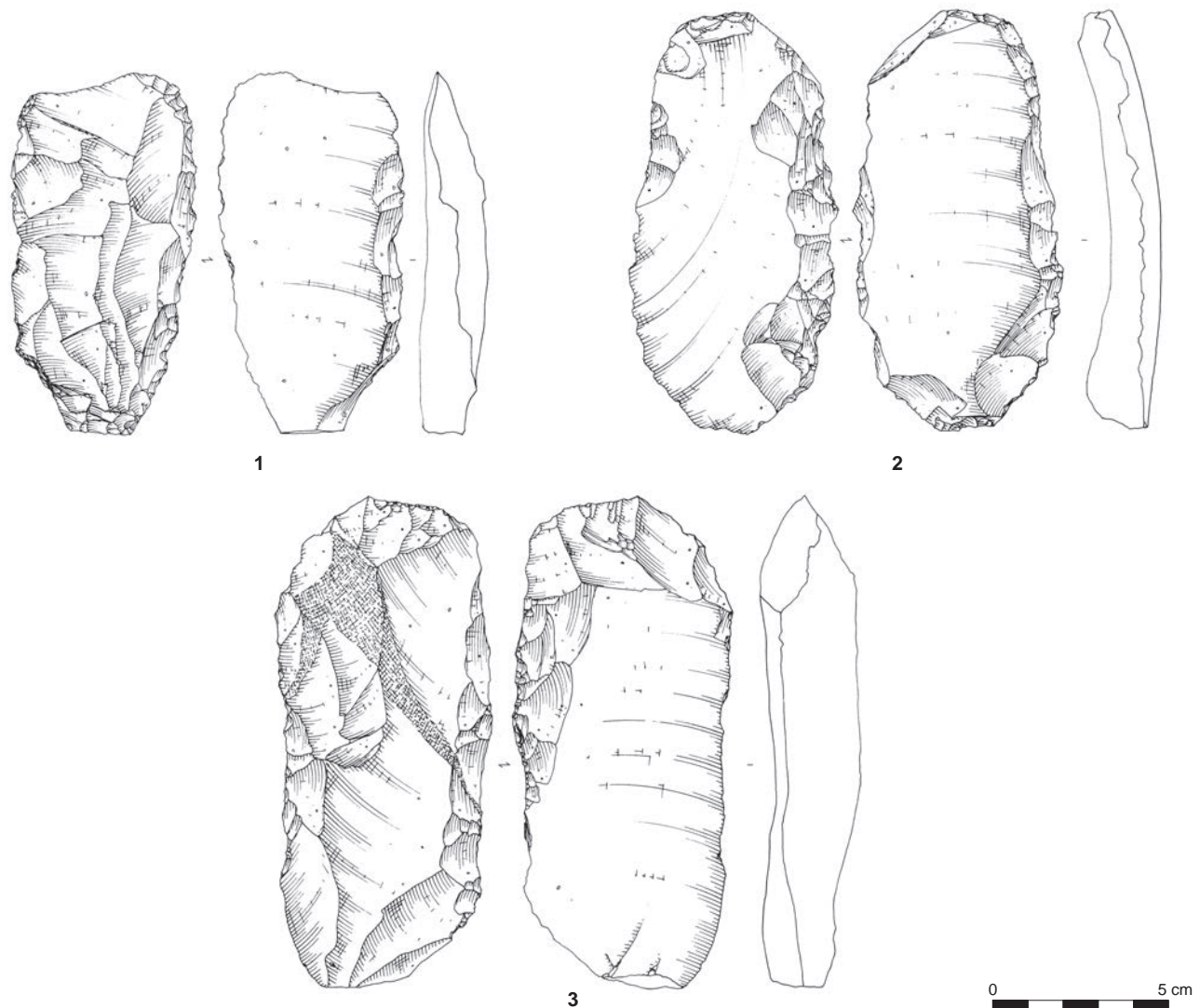


Fig. 252. Pièces à retouches latérales directes et inverses, n° 1: St. 94, n° 2: St. 423, n° 3: St. 184 (crédits F. Charraud, Inrap).

Aucune étude tracéologique détaillée n'a été réalisée sur ces outils en raison des choix d'échantillonnage effectués sur l'assemblage global. Certains présentent manifestement des traces d'usure très développées car visibles à l'œil nu. Plusieurs exemplaires arborent des écaillures bifaciales très importantes, suggérant des actions longitudinales sur des matières d'œuvre dures. Des émoussés sont souvent visibles à l'œil nu, sur les parties saillantes des supports.

De manière évidente, les supports nécessaires à la confection de ces outils ne se trouvent pas parmi les déchets de façonnage des haches. Ils doivent être débités spécialement pour cet usage. La production de tels supports ne transparaît pas à l'observation des nucléus à éclats reconnus sur le site, mais pourrait concerner une phase initiale du débitage des blocs, à la suite de laquelle s'organiserait une seconde phase de débitage d'éclats plus courts.

### Autres outils sur éclats

Les outils expédients sur éclats regroupés ici sont la majorité des outils observés sur la mine. Il s'agit des outils qui ne présentent pas de caractère descriptif particulier contrairement aux enveloppes corticales retouchées ou aux pièces esquillées. Ces outils ne présentent pas de caractère commun, tant en ce qui concerne leurs supports que dans leur aménagement éventuel, ou l'état dans lequel ils se présentent au moment de leur abandon.

La notion d'outillage expédient nécessite toutefois d'être nuancée si l'on souhaite percevoir la place de ces éléments au sein du système minier : clairement, il ne s'agit pas de productions d'appoint, qui viendraient compléter un outillage plus investi techniquement, mais d'un segment bien spécifique de l'outillage lithique, occupant une place définie dans une stratégie générale (Gassin et Binder, 2004). Ces productions à faible niveau de savoir-faire apparent constituent la majorité des outils sur le site. Elles ne sont pas des substituts ou des compléments : elles sont intégrées aux stratégies de gestion des outillages. Dans ce cas le concept d'outil expédient révèle un phénomène de simplification technique qui semble s'organiser de manière à permettre à tout un chacun de subvenir à un certain nombre de besoins d'ordre fonctionnel dans un souci d'efficacité immédiate (Guilbert *et al.* 2006). Dans le contexte minier, ces besoins correspondent également à une emprise d'une dimension toute particulière sur l'environnement (géologique notamment) et sont liés à un ensemble de savoir-faire particuliers et à une logique économique et sociale spécifique.

Comme il a été défini dans la partie méthodologique, ces outils ont été classés en plusieurs sous-types en fonction de caractères morphologiques objectifs. Cette classification ne doit pas faire oublier la grande variabilité morphologique des supports, des enlèvements distribués sans organisation particulière, qui ont souvent une probable origine fonctionnelle.

#### ▮ Caractères quantitatifs

Sur un total de 315 outils sur éclats, les éclats épais retouchés sont la grande majorité (69 % pour 214 individus). Les éclats épais denticulés sont représentés à hauteur de 11 % (pour 34 individus). On constate d'emblée que les supports épais sont préférentiellement recherchés. Les éclats minces retouchés représentent 10 % du total des outils sur éclats. Les autres catégories d'outils sur éclats sont présentes pour moins de 5 % du total : les éclats laminaires retouchés (4 % pour 11 éléments), les éclats minces denticulés (2 %, soit 5 individus) et les pièces à encoches (1 % pour 4 individus). Rappelons que ces données quantitatives sont simplement livrées à titre indicatif, car elles reposent sur l'ensemble des vestiges issus des puits et n'ont aucune signification statistique valable considérées dans leur globalité (fig. 253).

#### ▮ Choix des supports

Outre les déchets issus de la fabrication de haches, elle-même productrice d'éclats, quelques nucléus attestent une production d'éclats véritables sur le site (cf. *infra*). Comme il a été dit, les contraintes inhérentes à la matière première et les éléments du schéma opératoire de façonnage qui ont pu être reconstitués ont montré qu'il était souvent difficile voire impossible de distinguer les éclats provenant du façonnage des ébauches de ceux issus d'une production particulière. Les critères de choix des supports de l'outillage sur éclats en sont d'autant plus difficiles à distinguer. La question était de déterminer s'il y avait, dans l'intention de produire cet outillage, une récupération « opportuniste » des déchets de façonnage des haches ou s'il existait au contraire une intention de production

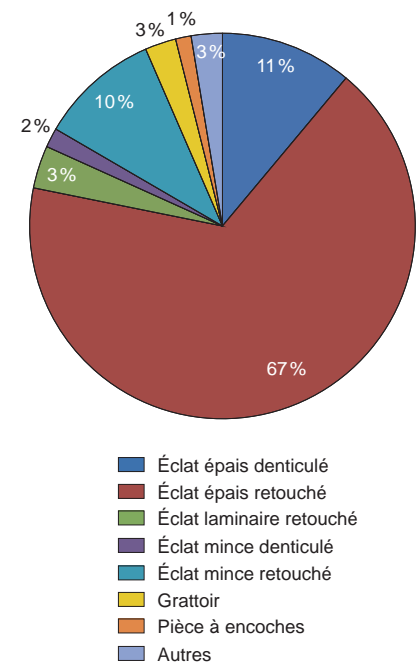


Fig. 253. Représentation des proportions des outils identifiés sur la mine (crédits F. Charraud).



de supports spécifiques que la présence des nucléus permettait de supposer. Les deux cas de figure sont très certainement présents : la pratique de la taille expérimentale a en effet montré que les déchets produits lors du façonnage n'étaient pas nécessairement de bons supports d'outils. Souvent relativement fins et de taille réduite, ils ne semblent pas correspondre aux besoins fonctionnels du site. Les outils sur éclats reconnus montrent en effet une certaine recherche de supports de taille moyenne, avoisinant la dizaine de centimètres, pour une épaisseur moyenne comprise entre 15 et 30 mm (hormis quelques éclats retouchés très massifs et quelques éclats laminaires retouchés). Les catégories retenues en vue de distinguer les éclats minces (retouchés ou denticulés) sont relativement peu représentées : 12 % des outils seulement présentent des supports d'une épaisseur inférieure à 8 mm.

Les éclats correspondant à ces caractéristiques sont très peu nombreux parmi les déchets de façonnage. La pratique d'un débitage d'éclats rapide en vue de produire des séries de supports, très aisée dans ce type de contexte, est donc tout à fait plausible. Pour tous les types d'outils sur éclats reconnus, aucune information se rapportant à d'éventuels systèmes d'emmanchement n'a été identifiée.

#### ► Les éclats retouchés

Les éclats épais retouchés sont de loin la catégorie la plus représentée dans l'assemblage, avec 214 individus (soit 69 % de l'ensemble des outils sur éclats), tandis que les éclats minces sont au nombre de 31 (soit 2 % de l'ensemble des outils sur éclats).

Il semble qu'une épaisseur relativement importante des supports soit recherchée et donc une certaine robustesse. Hormis cette dominante dans le choix des supports, aucune autre constante d'ordre morphologique n'a pu être reconnue : la disposition de la retouche ne semble suivre aucune organisation particulière. Elle peut être continue ou discontinue, affecter l'un ou l'autre bord de l'éclat ou sa partie distale. Dans certains cas, les enlèvements résultent certainement d'une utilisation (outils *a posteriori*) plutôt que de retouches volontaires.

Cette variabilité morphologique relativement importante contraste fortement avec une grande homogénéité des traces d'utilisation que comportent ces outils. Sur les 206 éclats épais retouchés, 75 ont fait l'objet d'une étude tracéologique à faible grossissement. Sur ces 75, 21 objets ne présentaient aucune trace d'usure perceptible à de tels grossissements. En tout et pour tout, les traces d'usure observées sur ces éclats retouchés sont de deux types. Le type 1 est composé de 30 éclats présentant des écaillures unifaciales continues très développées. Elles sont localement accompagnées d'un émoussé luisant développé plus intensément sur les parties saillantes du bord. Ces traces se rapportent à une action transversale en percussion posée (raclage) sur une matière relativement dure. Compte tenu de l'intensité de l'écaillage, la force développée est certainement assez importante. Aucune trace ne permet de supposer l'existence d'un éventuel emmanchement. Le type 2 concerne 5 éclats présentant sur un bord des écaillures bifaciales continues. Ces traces se rapportent à une action longitudinale (découpe, sciage) sur un matériau plutôt dur. En sus, 16 pièces comportaient une trace sur un bord un émoussé seul, difficilement interprétable en l'absence d'une étude à plus fort grossissement. Son origine fonctionnelle est incertaine et mériterait d'être démontrée ; enfin, 3 éclats présentent des traces d'émoussés très localisés, accompagnés de plages très brillantes visibles à l'œil nu, semblables à des traces de vernis. Ce type de traces est habituellement associé à des perturbations post-dépositionnelles.

Sur 31 éclats minces retouchés inventoriés, 15 ont fait l'objet d'une étude tracéologique. Quatre d'entre eux ne présentaient pas de traces d'usure. Les traces observées sur ces éclats minces ne diffèrent pas de celles observées sur les éclats épais retouchés : 8 éclats se rapportent clairement à des actions transversales en percussion posée sur des matières dures ; un seul portait les traces d'une action longitudinale en percussion posée sur une matière dure ; 2 pièces portent un émoussé d'un bord d'origine indéterminée.

#### ▸ Les éclats denticulés

La présentation des éclats denticulés sera succincte, en ce qu'elle diffère très peu des éclats retouchés. Rien ne permet de différencier les supports des éclats denticulés et retouchés. On compte 34 éclats épais denticulés et 5 éclats minces denticulés dans l'assemblage (soit 13 % des outils sur éclats), dont 23 ont fait l'objet d'observations tracéologiques à faible grossissement. Dix d'entre eux n'ont a priori livré aucune trace d'usure visible à faible grossissement ; dix autres se rapportent à des actions transversales sur des matières dures, avec des traces en tous points semblables à celles décrites sur les éclats retouchés. Les enlèvements qui donnent au tranchant son aspect denticulé résultent autant que sur les éclats retouchés d'utilisations très appuyées sur des matières dures. La distinction fondée sur la délinéation de la retouche est donc dans ce cas illusoire et ne rend pas compte de la fonction de ces pièces, en tous points semblables ; enfin, 3 pièces arborent un émoussé isolé, comme précédemment décrit, d'origine indéterminée.

#### ▸ Les éclats allongés retouchés

Onze éclats allongés ont été reconnus dans l'assemblage, ils représentent 4 % de l'outillage. Neuf d'entre eux ont fait l'objet d'une étude tracéologique à faible grossissement : un seul ne comportait pas de traces d'usure ; quatre présentaient sur un bord des traces de raclage sur une matière dure ; quatre présentaient des traces de découpe d'une matière dure.

Ces traces sont semblables à celles observées sur le reste de l'outillage sur éclats (cf. *supra*).

#### ▸ Les pièces à encoches

Les pièces à encoches sont très peu représentées dans l'assemblage (4 individus). Aucun élément ne permet de distinguer la sélection d'éventuels supports particuliers pour ce type d'outils. Elles ont été aménagées le plus souvent sur des éclats de petites dimensions, qui excèdent rarement la dizaine de centimètres. Il n'a pas été déterminé si l'encoche était intentionnelle ou consécutive à une utilisation, ou encore d'origine taphonomique.

Ces résultats montrent que le groupe des éclats retouchés apparaît comme relativement homogène et semble révéler un spectre d'activités fonctionnelles étroit. L'essentiel des traces d'usure répertoriées se rapportent à des matériaux durs, à des gestuelles simples. Elles évoquent de manière générale des actions de courte durée. Les contraintes exercées sur le silex rendent compte d'actions énergiques : certains enlèvements observés à l'œil nu sur les silex sont le résultat de l'utilisation et non d'un aménagement volontaire des supports. Aucune trace d'emmanchement n'a été reconnue sur ces types d'outils.

La distinction respectée lors de l'inventaire morphologique entre les éclats denticulés d'une part et les éclats retouchés d'autre part n'est pas vérifiée par les observations tracéologiques. De même, la distinction fondée sur l'épaisseur des supports ne reflète qu'une recherche préférentielle de supports épais, qui



Fig. 254. Percuteurs en silex et en grès (crédits E. Gallouin, Inrap).

ne semble toutefois pas déterminante pour la fonction des pièces. La distinction entre les différentes catégories d'outils n'est représentative d'aucune réalité technique: nous avons vu que les trois types d'activités représentées (raclage, découpe de matières dures, émoussé indéterminé) se retrouvent indifféremment sur tous les types d'outils sur éclats reconnus.

Compte tenu du contexte, l'interprétation de ces vestiges invite à supposer des interventions ponctuelles sur des matières organiques dures (bois, bois de cervidés). L'avivage de la pointe d'un outil en bois ou en bois de cerf, la confection d'un manche d'outil, la préparation d'une pièce de bois destinée à étayer une galerie ou à usage d'échelle (par exemple, mais de nombreuses autres activités sont envisageables), sont des opérations de durée relativement courte, nécessitant un outillage peu élaboré, à « usage unique », auquel l'outillage sur éclats qui vient d'être décrit pourrait correspondre sans difficultés.

Dans l'ensemble, ces pièces ne font appel à aucun investissement technique au moment de leur production, sont utilisées vraisemblablement sans dispositif d'emmanchement ou de maintien élaboré, correspondraient à des durées d'utilisation courtes et à des schémas gestuels simples. Cette simplicité est néanmoins trompeuse et résulte d'un processus de simplification qui suppose une expérience complète et une parfaite connaissance des contraintes techniques et fonctionnelles mises en œuvre dans le cadre de l'activité minière.

#### Les outils de percussion

Quatre-vingt-douze percuteurs et fragments de percuteurs ont été reconnus sur le site. Ils ont été intégrés à l'étude de l'outillage, car ils participent à des stratégies de gestion de l'outillage caractérisant la minière. Le décompte distingue deux catégories majeures de percuteurs selon leur poids (fig. 255): les percuteurs d'un poids inférieur à 1 kg ont été considérés comme percuteurs légers (ils sont représentés par 21 percuteurs et fragments, soit 22, 8 % du total des percuteurs), les percuteurs d'un poids supérieur à 1 kg ont été considérés comme percuteurs lourds (ils sont représentés par 61 percuteurs et fragments, soit 66, 3 % du total des percuteurs) (fig. 254, 256 à 258). Le décompte comptabilise

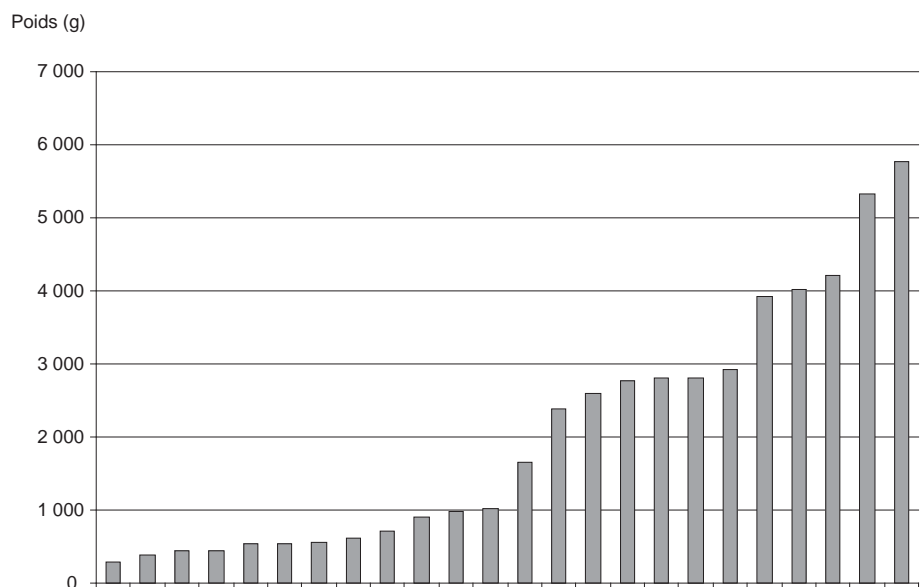
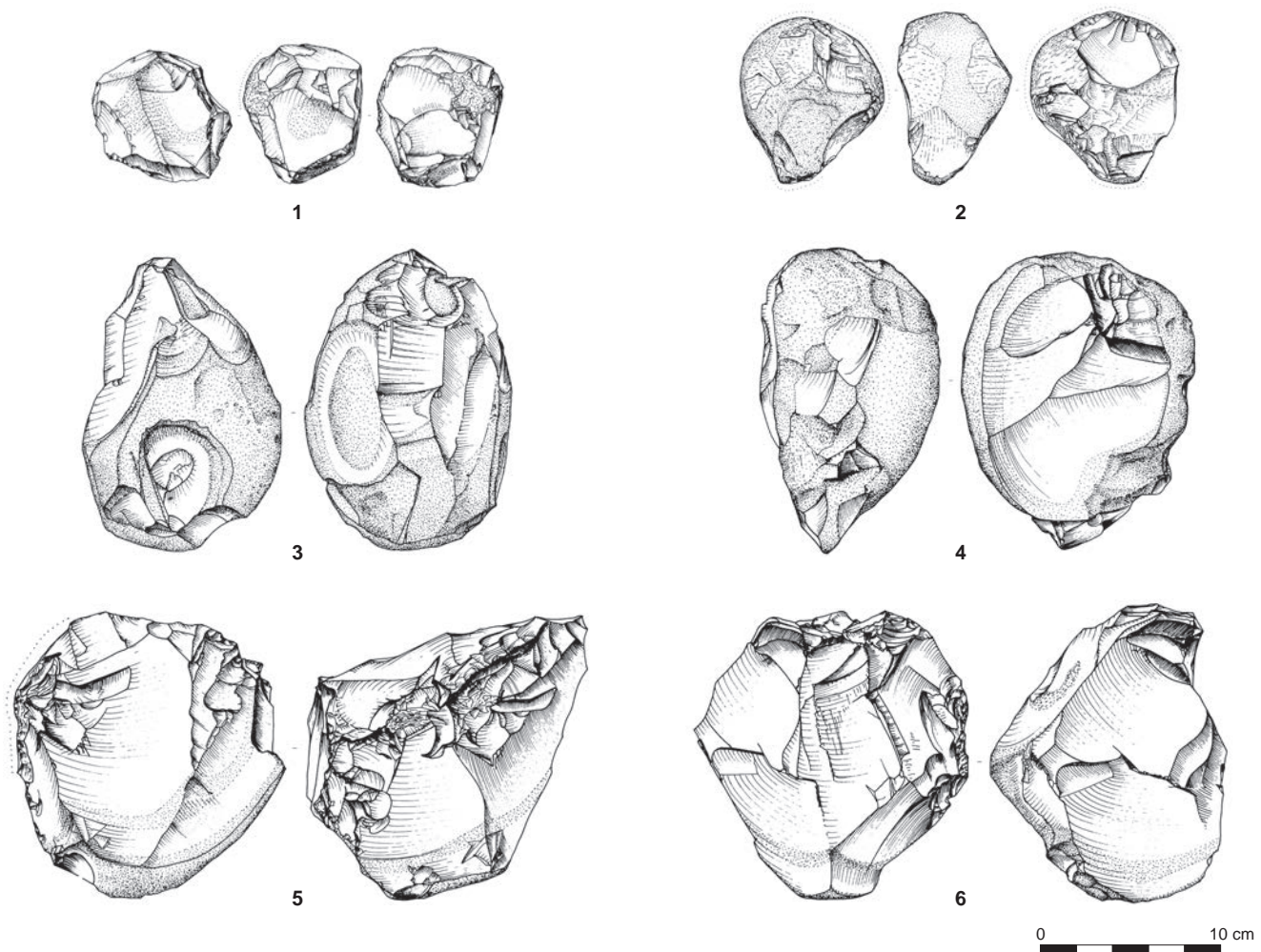


Fig. 255. Distribution graphique des mesures de poids des percuteurs entiers en silex (crédits F. Charraud).



également 6 nucléus à éclats réutilisés comme percuteurs. Trois types de matériaux ont été employés pour ces outils. On trouve d'une part en grande majorité (près de 84 %) le silex local exploité dans la minière, utilisé pour des percuteurs de toutes tailles. Plus marginalement des percuteurs en grès ont été reconnus (14 % du total des percuteurs). Ce matériau semble avoir été préférentiellement utilisé pour des percuteurs massifs. Le grès provient certainement de nappes alluviales présentes dans l'environnement proche du site. Enfin, deux petits percuteurs de calcaire ont été identifiés. Le calcaire utilisé ne semble pas présent dans l'environnement proche du site. Il s'agit d'un calcaire grisâtre très dur et cohérent. Sa provenance demeure inconnue.

Le contexte de découverte laisse peu de doutes quant à la fonction de ces percuteurs, qui est de tailler du silex. L'utilisation de ces différents matériaux répond très certainement à des besoins techniques spécifiques dans la taille du silex : la réaction et les propriétés de l'éclatement des roches diffèrent sensiblement selon que l'on utilise des percuteurs en silex ou des percuteurs en roches plus tendres, en grès ou en calcaire. Les éléments en silex, de toutes tailles, semblent avoir été utilisés pour toute la chaîne opératoire. Le grès, comme déjà évoqué, semble plutôt réservé à des éléments lourds. La texture du grès lui confère une cohésion et une longévité satisfaisantes à l'usage. Ces propriétés justifient son apport et son emploi sur le site.

Fig. 256. Percuteurs, n° 1: St. 31, n° 2: St. 246, n° 3: St. 282, n° 4: St. 196, n° 5: St. 204, n° 6: St. 2004 (crédits D. Prost, Inrap).



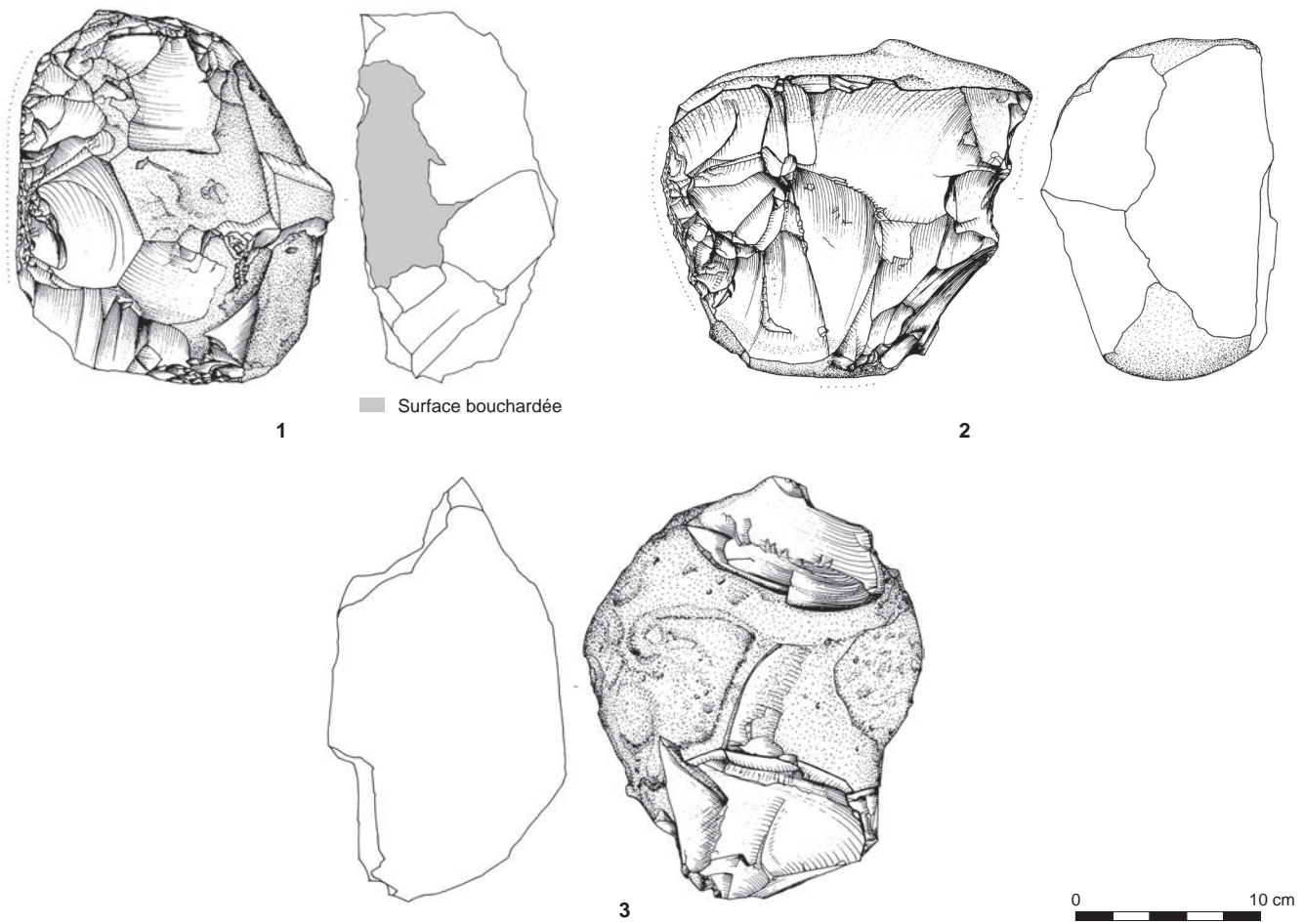


Fig. 257. Percuteurs, n° 1: St. 1081, n° 2: St. 518, n° 3: St. 1081 (crédits D. Prost, Inrap).

Les percuteurs en calcaire, légers et de petites dimensions, semblent particulièrement indiqués pour des épisodes de finition des ébauches, phases pour lesquelles l'utilisation d'un percuteur tendre et léger est recherchée, permettant un bon contrôle d'enlèvements fins et couvrants.

Les percuteurs lourds, d'un poids compris majoritairement entre 2,5 kg et près de 6 kg, sont pour la plupart des rognons bruts, dont l'utilisation semble avoir été de courte durée: pour les exemplaires entiers, les plages bouchardées sont peu étendues et peu nombreuses (fig. 257 et 258). En revanche la morphologie des stigmates d'impacts indique clairement des chocs très violents. Parmi les fragments, outre des éclats très massifs résultant de la percussion, il n'est pas rare de trouver des percuteurs fendus en deux en leur centre. Ces stigmates indiquent clairement une utilisation en percussion jetée. Ce fait est suggéré également par les expérimentations réalisées sur le site.

Les percuteurs légers, d'un poids compris entre 250 g et 1 kg, présentent en général une morphologie sphérique, due en partie à une utilisation de plus longue durée que les percuteurs lourds. Les stigmates de percussion lisibles couvrent une part importante de la surface des pièces et dénotent des impacts beaucoup moins violents. Une utilisation classique en percussion directe semble avoir été privilégiée.

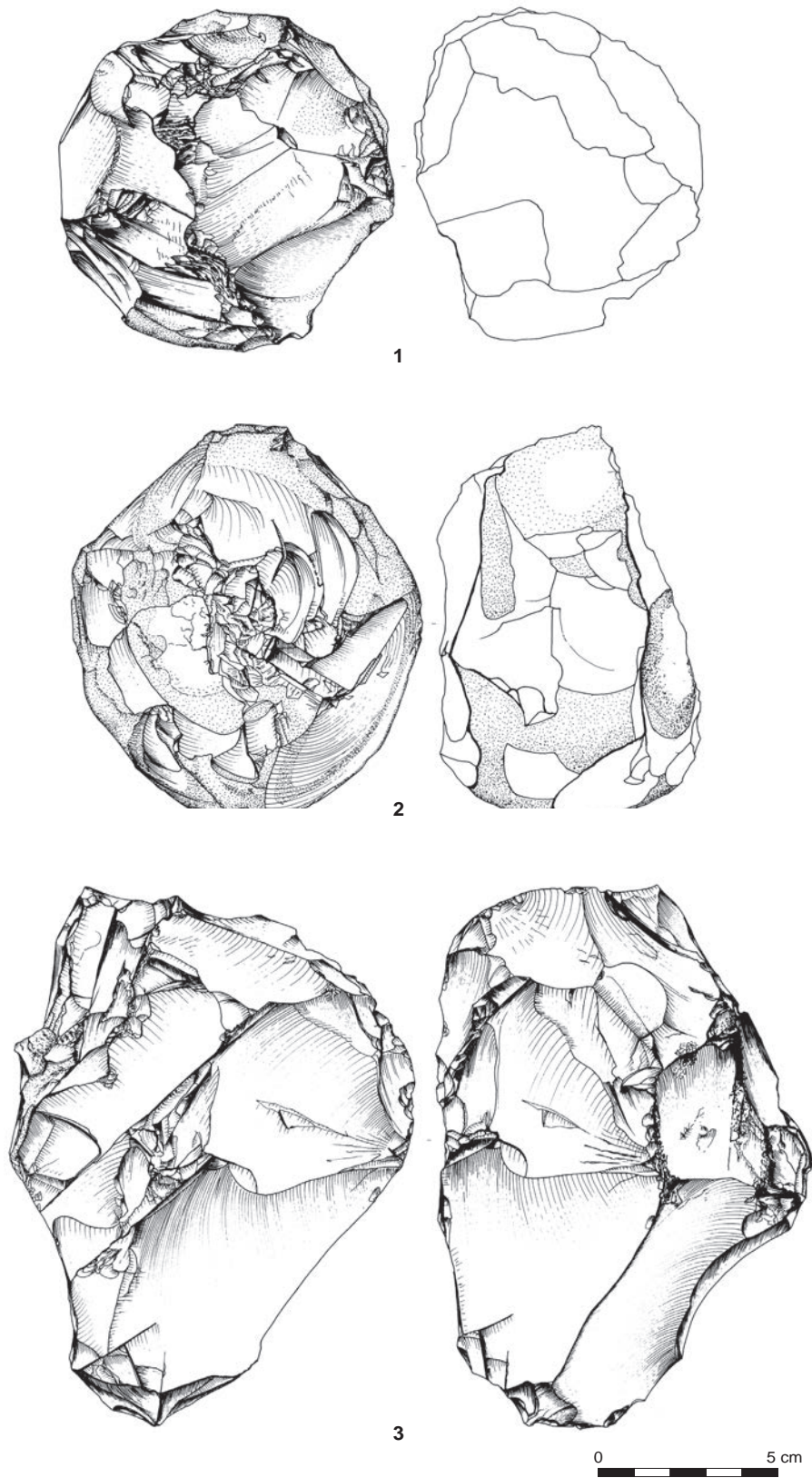


Fig. 258. Percuteurs, n° 1: St. 2053, n° 2: St. 213, n° 3: St. 2026 (crédits D. Prost, Inrap).

Une dominante de poids de ces percuteurs est perceptible à une valeur d'environ 500 g. Il est possible de se demander en quoi cette dominante pourrait révéler la recherche d'un module particulier de percuteurs. L'hypothèse de percuteurs façonnés a en particulier été posée. Elle demeure cependant invérifiable du fait que ces éléments sont bouchardés sur une part importante de leur surface, ce qui masque en grande partie les traces de gestes techniques antérieurs. Il a également été envisagé qu'une partie des nucléus à éclats pouvaient constituer des préformes pour percuteurs de ce module, ou du moins pouvaient avoir été réutilisés comme percuteurs. Malheureusement peu d'éléments archéologiques permettent d'aborder ce type de questionnements.

### *Quelques outils particuliers*

#### ► Une pièce polie

Une pièce polie a été relevée au sein de l'amas principal: de dimensions modestes (85 mm de long pour 65 mm de large), elle présente un tranchant fortement convexe et des bords droits façonnés au moyen d'une retouche bifaciale (fig. 261, n° 1). Elle présente sur ses flancs les traces de plusieurs cycles de polissage, indiquant de multiples avivages et une durée de vie certainement longue. L'observation des différentes plages polies indique clairement l'emploi de plusieurs qualités de polissoirs ou d'abrasifs. La chronologie relative des plages de polissage, ainsi que le nouveau façonnage de la pièce après polissage, suggèrent plusieurs cycles de remploi après des raffûtages. La retouche bifaciale des bords est en effet postérieure aux plages polies. De forts émoussés arrondis luisants sont visibles à l'œil nu sur les bords façonnés de la pièce: ils suggèrent un emmanchement et un usage de durée relativement longue. Cependant la surface polie du tranchant pose un problème de lecture des traces d'usure. Seules de rares écaillures à profil infléchi témoignant d'un contact avec une matière de dureté moyenne (Prost, 1990), ainsi qu'un large enlèvement, peuvent être interprétés comme d'origine fonctionnelle (fig. 259). Bien que sa forme initiale soit impossible à déterminer, les affûtages lisibles supposent de nombreuses utilisations.

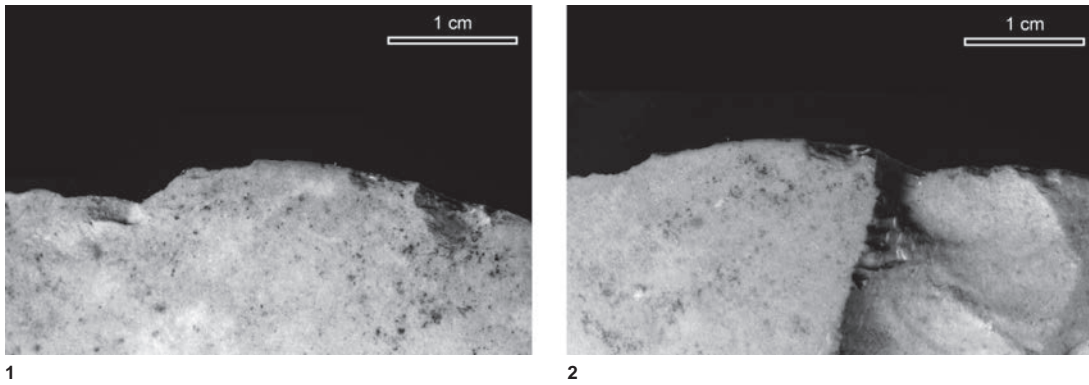
#### ► Une pièce mâchurée

Un éclat épais à dos cortical (fig. 261, n° 5) long d'une quinzaine de centimètres présente sur son bord droit une importante écaillure bifaciale continue sur plus de sept centimètres. Les chocs répétés sur le tranchant ont produit un écaillage suffisamment intense pour créer une profonde encoche. L'intensité de l'utilisation a modifié l'angle du tranchant jusqu'à ce que celui-ci adopte un profil d'équilibre stabilisant son usure. Sur les zones les plus utilisées les écaillures sont remplacées par de vastes plages mâchurées. Les écaillures sont courtes, de morphologie semi-circulaire, à terminaison réfléchie, leurs négatifs présentent un aspect vibré (fig. 260, n° 2). À n'en pas douter, cet outil a fonctionné en percussion directe sur une matière très dure (pierre dure).

#### ► Un pic

La structure 688 a livré le seul élément de l'assemblage typologiquement assimilable à un pic, quoique de dimensions modestes (15 cm de longueur) (fig. 261, n° 4). Le support est un éclat cortical allongé d'une épaisseur comprise entre 15 et 20 mm. Ses bords sont aménagés par une retouche abrupte à semi-abrupte continue. En partie distale, la plage corticale résiduelle de la face supérieure de l'outil apparaît amoindrie dans son épaisseur et comporte une série de stries

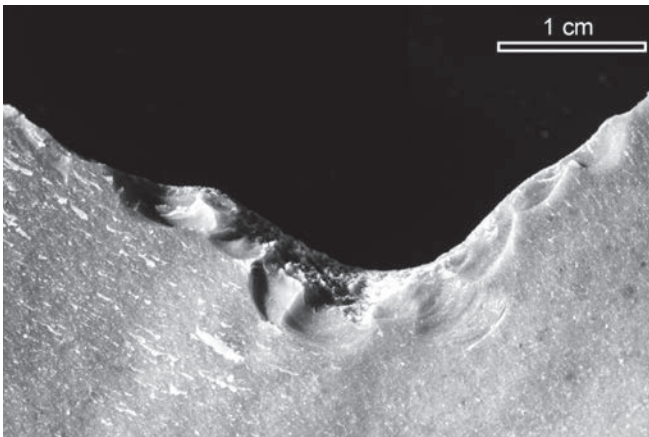




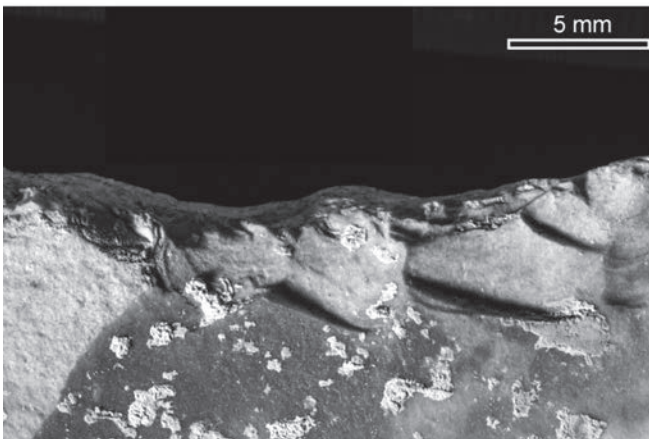
1

2

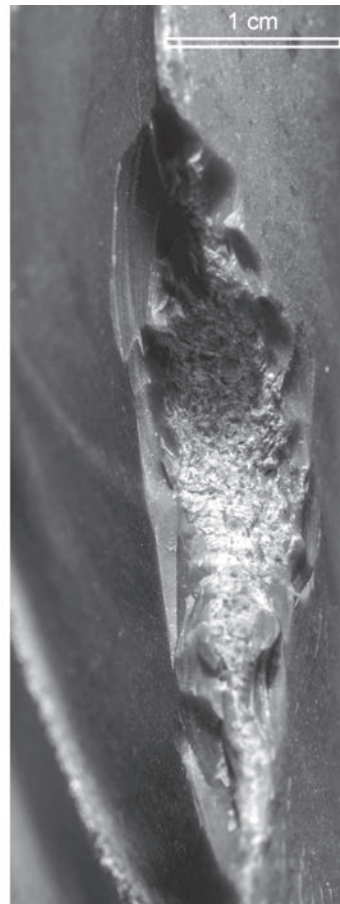
Fig. 259. Photographies des enlèvements d'utilisation observés sur les deux faces (1 et 2) de la pièce polie de l'amas principal (crédits F. Charraud, Inrap).



1



2



3

Fig. 260. Photographies des traces d'usure sur des pièces mâchurées expérimentales (photos 1 et 3, vue face à la partie active) et comparaison avec l'exemplaire archéologique (photo 2) (crédits F. Charraud, Inrap).



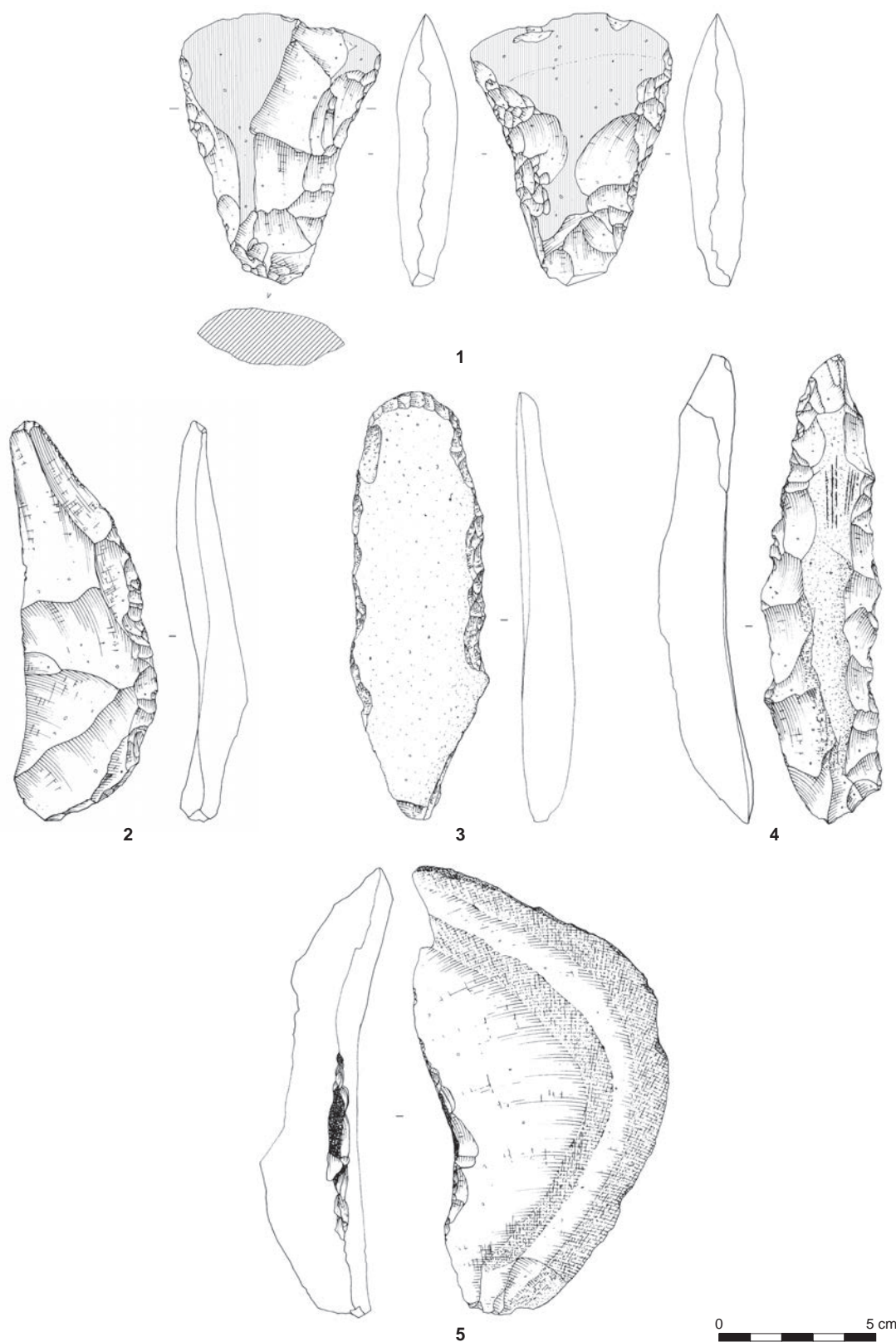


Fig. 261. n° 1 : pièce polie de l'amas, n° 2 : pièce à dos et lustré; St. 1042, n° 3 : grattoir; St. 484, n° 4 : pic; St. 688, n° 5 : pièce bouchardée atypique; St. 216 (crédits F. Charraud, Inrap).

parallèles entre elles et parallèles à l'axe morphologique de la pièce, fines mais bien visibles à l'œil nu. Ces stries ne ressemblent pas aux stries habituellement interprétées comme des traces d'extraction de la matière première. Il est possible qu'elles aient une origine fonctionnelle, soit liées à un dispositif d'emmanchement, auquel cas la partie active de l'outil serait proximale, soit elles sont elles-mêmes des traces d'usure. Cependant cet objet n'a livré à l'examen à la loupe binoculaire aucune autre trace d'usure permettant une interprétation plus approfondie.

► Un « grattoir sur lame » cortical

Un éclat laminaire entièrement cortical a également été reconnu dans la structure 484 (fig. 261, n° 3). Il présente en partie distale un front aménagé par une retouche directe abrupte régulière, à la manière d'un grattoir sur lame. Une retouche affecte également les bords de la pièce, peut-être régularisés pour favoriser un emmanchement. En raison de sa nature corticale, cet objet n'a pu faire l'objet d'aucune étude tracéologique.

## Conclusions

### *Fonction des outils lithiques dans le complexe minier*

Les outils lithiques observés en contexte minier semblent répondre à trois types de besoins fonctionnels associés à l'extraction.

Un premier groupe d'outils, très minoritaire, se rapporte à des activités de creusement : il s'agit de rares pièces façonnées bifaciales, utilisées de manière anecdotique et certainement opportuniste. On peut y ajouter les enveloppes corticales retouchées, dans l'hypothèse où ces outils à faible investissement technique auraient été employés pour le creusement. Il apparaît désormais évident que l'essentiel des activités de creusement sont remplies par les outils en bois de cervidés, les outils lithiques y remplissant à peine un rôle d'appoint. Il en va probablement différemment dans la plaine de Caen, sur des ensembles miniers tels que Bretteville-le-Rabet/Soignolles, où la présence de nombreux pics a été mise en évidence lors des fouilles (Desloges 1986). La présence de ces pics pourrait s'expliquer par la nature du *substratum*, formé d'un calcaire plus dur et plus cohérent qu'à Ri. Ces pics viennent à n'en pas douter compléter le rôle fonctionnel de l'outillage en bois de cervidés pour le creusement des puits, dans ce type de contexte géologique particulier.

Un autre groupe d'outils lithiques se rapporte au travail de matières dures. Par exemple, les pièces esquillées semblent destinées au travail de découpe de bois de cervidés en percussion directe voire indirecte. Hormis pour ces outils pour lesquels on constate une corrélation entre la morphologie des pièces et leur destination fonctionnelle (car leur morphologie est dictée par leur fonction), la gestion des autres types d'outils apparaît nettement moins cadrée. On observe la production en forte proportion d'un outillage expédient destiné à des activités de raclage ou dans une moindre mesure de découpe en percussion posée, probablement de bois de cervidés pour une partie d'entre eux. L'ensemble des pièces à retouches latérales dénote également d'une variabilité fonctionnelle dans les modes d'utilisation et d'application sur la matière travaillée (et probablement dans les types d'emmanchement employés). Des interprétations plus approfondies nécessiteraient des observations à fort grossissement que l'état de conservation du matériel ne permet pas. Naturellement s'effectue le rapprochement de l'ensemble de ces outils avec les industries en bois de cerf représentées en proportions considérables à Ri. Ce point ne peut pas faire l'objet de comparaisons

à l'échelle régionale, car les mines de la plaine de Caen ont livré des ensembles mobiliers trop peu représentatifs.

Un troisième groupe d'outils se rapporte à des activités de taille du silex. Il est constitué des percuteurs en silex, en grès et en calcaire. Ces percuteurs, au sein desquels s'individualisent deux types distincts (percuteurs lourds utilisés en percussion jetée, percuteurs légers utilisés en percussion directe), révèlent un ensemble de gestes techniques liés à la taille du silex et dénotant l'adaptation de techniques de taille très particulières à la morphologie (non moins particulière) des rognons récoltés sur le site. Il serait cependant réducteur d'imputer la présence des percuteurs lourds à la seule morphologie des rognons : les collections de surface récoltées dans la plaine de Caen ont également livré de tels éléments, alors que les contraintes d'entame des rognons ne sont pas les mêmes. Comme il a été dit, leur rôle tient également à la nécessité d'obtenir des supports potentiels d'ébauches, dans des silex dont la ténacité nécessite l'emploi de techniques de détachement puissantes.

Dans l'ensemble des activités liées à la taille du silex, une gamme importante de percuteurs en matières organiques s'ajoute aux percuteurs lithiques, pour répondre aux besoins fonctionnels des tailleurs lors des épisodes de finition des préformes. On constate donc que pour l'essentiel du matériel observé à Ri, les outils lithiques remplissent essentiellement un rôle annexe aux activités de creusement : fabrication et entretien d'outils en bois de cervidés, éventuellement dans une moindre mesure dans le travail d'éléments en bois (outils en bois ? dispositifs d'emmanchement ? étayage ? dispositifs de levage ou de transport ? confection de travois ?). Il s'agit alors de tout un pan du système technique développé au sein de la minière qui nous est totalement inaccessible et dont l'importance est difficilement quantifiable.

#### *Déterminisme environnemental et choix culturels*

Les pics, présents à l'échelle régionale à Bretteville-le-Rabet (Desloges 1986) et aux « Mines de Soumont » (Charraud 2014), sont absents à Ri (*op.cit.*). Ce phénomène pourrait s'expliquer par une corrélation entre la nature des matériaux travaillés (nature du substrat) et la nature de l'outillage minier : à Ri, l'outillage de creusement (bois de cerf, enveloppes corticales retouchées) est adapté au travail de sédiments meubles. En Grande-Bretagne et en France où les calcaires exploités sur certains sites sont tendres, le bois de cerf semble amplement utilisé comme outil d'extraction ; sur les sites où le calcaire est plus dur, on observe en revanche une prépondérance d'outils tels que les pics, marteaux à encoches ou marteaux à gorges. Cette corrélation a déjà été soulignée par d'autres auteurs (Desloges 1986 ; Bostyn, Lanchon 1992 ; Weiner 1995).

Toutefois, des contre-exemples existent, comme à Spiennes où des mêmes structures ont été exploitées au moyen des deux types d'outils différents, révélant par là des options explicitement culturelles (Collet *et al.* 1997, 2006). Cet exemple suppose de se méfier de conclusions trop mécanistes. Il n'en demeure pas moins que l'environnement joue un rôle déterminant dans la constitution de la gamme d'outils des mineurs. Ce facteur n'est certainement pas le seul à influencer sur la définition de l'outillage, mais la part des déterminismes culturels est difficile à percevoir d'un point de vue archéologique en dehors de cas exceptionnels comme Spiennes. Il y en a probablement peu dans de telles industries faiblement investies techniquement : la part de culture dans les choix techniques nous est rendue perceptible parce que évidente dans les industries relevant d'un haut niveau de technicité. En revanche dans des industries moins investies techniquement, la part de choix techniques dictés par les contraintes locales et les besoins

immédiats est certainement prépondérante, car les réponses techniques ne sont pas standardisées et fortement imprégnées d'un déterminisme culturel.

Du reste, la datation des autres mines de la plaine de Caen n'a pu être réalisée faute de moyens comparables à ceux dont a bénéficié l'étude de Ri. Ce n'est que par analogie que ces différents gisements peuvent être rapprochés. Les mines de la plaine de Caen exploitant les silex du calcaire de Caen/Rouvres ont toutes livré des industries semblables à celles de Ri. La production de haches y est caractérisée par l'emploi de techniques identiques et par les mêmes méthodes de façonnage. Cependant, cette simple comparaison technique ou formelle avec Ri ne peut que suggérer un horizon chronoculturel large; de nouvelles opérations de terrain sont nécessaires pour dater précisément ces gisements.

### *Un outillage spécifique au contexte minier*

La gamme d'outils expédients est pleinement adaptés au contexte minier. Aucune norme d'ordre typologique ou morphologique n'a été mise en évidence. La distinction typo-morphologique des pièces à retouches latérales n'a aucune signification fonctionnelle. Dans le cas des pièces esquillées, on a affaire à une forme d'outillage expédient, caractérisée par l'utilisation de supports bruts récupérés parmi les déchets de dégrossissage et aucunement façonnés. Les supports d'outils sont divers. S'il est permis de supposer que certains supports ont fait l'objet d'une production spécifique (pièces à retouches latérales), ceux-ci ne nécessitent pas de savoir-faire particulier. Cette production de supports spécifiques est difficilement quantifiable précisément, mais semble largement minoritaire par rapport à la récupération de déchets de façonnage pour servir de supports.

L'outillage de la minière est donc essentiellement expédient et par définition ne s'accommode d'aucune classification typo-morphologique, puisque aucune chaîne opératoire spécifique ne vise à le produire. Dans tous les cas, même si l'outillage avait révélé un certain nombre de types identifiables et pertinents sur le plan technologique, une classification typologique se serait révélée stérile, compte tenu de la faiblesse numérique du corpus et de l'impossibilité de restituer ces éléments dans un schéma d'évolution chronologique et technique de la minière, du reste très resserrée dans le temps (quelques siècles).

Compte tenu de ces difficultés, le recours à la lecture de données fonctionnelles a été enrichissant pour l'étude des outils. Les activités semblent correspondre à des besoins très spécifiques qui justifient donc un outillage particulier et dénotent une spécialisation importante du site qui ne sert qu'à l'acquisition et à la taille du silex. Aucun outil de type domestique ne peut être associé à la minière. À une activité particulière, correspondent un certain nombre de besoins spécifiques, d'où le développement d'un outillage adapté.

Le terme de spécialisation employé ici ne renvoie donc pas à un type de spécialisation artisanale qui signifierait qu'un individu remplirait la seule et même activité durant toute sa vie. Rien ne permet de parler de ce type de spécialisation, dans le sens où l'on n'observe pas de modes de reproduction de savoir-faire techniques prémédités sur le long terme comme dans le cas de certaines industries laminaires: il n'est pas nécessaire de savoir produire et reproduire des prouesses techniques (pour le débitage comme pour les autres activités identifiées sur le site) pour avoir sa place dans un système minier. La spécialisation n'est pas à proprement parler celle des hommes mais celle du site en lui-même. La mine est un site techniquement spécialisé.

Du fait d'un faible investissement technique et d'utilisations brèves, les outils reconnus ne correspondent donc à aucune norme et semblent simples à produire. Cette simplicité est néanmoins trompeuse et résulte d'un processus de



simplification qui implique probablement une expérience complexe et une parfaite connaissance des contraintes techniques et fonctionnelles mises en œuvre dans le cadre de l'activité minière.

On entrevoit donc à travers ces observations que la simplicité apparente des outillages cache une adaptation particulière au contexte et confirme la spécialisation technique du site. Les mineurs n'y viennent que pour se procurer du silex et n'apportent visiblement aucun outil lithique avec eux : ils connaissent exactement la nature de leurs besoins fonctionnels et savent y répondre en développant sur place un outillage que tout un chacun peut produire, car il est peu investi techniquement. Il n'est pas forcément nécessaire, si l'on a une bonne connaissance de ses besoins, de recourir à des procédés techniques lourds, avec une chaîne opératoire fractionnée dans l'espace et dont les différentes étapes nécessitent des moyens et des savoir-faire importants. On a donc affaire à un système de mine et d'atelier d'une grande efficacité, structuré de manière complémentaire par rapport à l'outillage en bois de cervidés : nul besoin de transporter depuis l'habitat de grandes quantités de matériel, nulle dépendance d'une élite de personnes détentrices d'un savoir-faire élevé, les activités de la minière sont techniquement accessibles à tous.

## Répartition des vestiges lithiques

La volonté de restituer l'ensemble des informations révélées par l'étude lithique dans une lecture spatiale globale du site a nécessité la mise au point d'outils d'analyse. Sur la base des minutes de terrain mises au net par dessin assisté par ordinateur, il a été possible de créer une forme de Système d'information géographique (SIG) adapté aux problématiques de l'étude du mobilier de Ri. La structure est l'unité spatiale de base retenue pour l'enregistrement des données sur le terrain ; elle serait donc la résolution d'analyse retenue pour l'étude spatiale. Si cette entité spatiale interdit certains types de calculs (surface au sol, emprise, volume des structures par exemple), elle présente en revanche l'avantage d'harmoniser l'abondance des informations de terrain, et de les présenter sous forme graphique sur un unique plan. Ce sont donc des points, placés au centre de chaque structure (centroïdes), qui ont servi d'entité graphique de base pour l'enregistrement des informations relatives à chaque structure. Chaque centroïde associé à une structure renvoie à un ou plusieurs tableaux de données (structurés comme une base de données classique) où sont enregistrées toutes les informations voulues. Ces informations, essentiellement quantitatives, sont de plusieurs ordres : poids des vestiges prélevés, inventaire détaillé des outils en silex, ébauches, nucléus, pièces techniques particulières, proportions des différents types de déchets de taille.

Ces informations peuvent ensuite faire l'objet de calculs, statistiques, interrogations, dont la formulation ou les résultats sont immédiatement traduisibles sous forme graphique sur l'interface du plan, dans le but évident de faire apparaître d'éventuelles variations à l'échelle du site. Les données quantitatives relatives aux pièces ayant fait l'objet d'un tri et d'un inventaire spécifiques (outils, ébauches, nucléus, pièces techniques, etc.) ont été d'abord intégrées dans leur totalité au SIG. Restait à prendre en compte, de manière significative, l'essentiel des déchets de taille. Dans ce but, les vestiges, rassemblés par structure, ont fait l'objet d'une observation rapide (quelques minutes pour chaque structure) ainsi que d'une description succincte destinée à évaluer les caractères généraux de chaque assemblage.

Les critères retenus lors de cette opération visaient à identifier : les modules représentés, et l'estimation de la proportion de chaque module par rapport à l'ensemble du mobilier de la structure ; la présence ou l'absence des différents types de débitage/façonnage et l'estimation de leur proportion par rapport à l'ensemble du lot considéré.

Ces informations ont ensuite été traduites sous forme non pas quantitative stricte, ce qui n'aurait pas été possible compte tenu de l'abondance du matériel, mais sur une échelle graduée de 0 à 5 : après concertation et discussion, une structure ne comportant pas de petits éléments, par exemple, était notée 0 pour cette catégorie de vestiges ; une structure qui en comportait beaucoup était notée 5. Cette observation rapide a permis en premier lieu de donner une image globale des vestiges lithiques de la minière et d'en constater l'homogénéité remarquable (voir Présentation globale des industries). Les seules différences observées d'une structure à l'autre concernaient, à l'issue de ce premier examen, les quantités et proportions des différents éléments ou modules représentés. Qualitativement les assemblages apparaissaient très semblables. Les seules différences qualitatives sensibles concernaient la proportion d'éclats se rapportant à un façonnage de type bifacial, fait sur lequel nous reviendrons ultérieurement.

Traduites de manière graphique, ces données montrent malheureusement peu d'intérêt à l'échelle du site. La répartition de l'outillage (fig. 262) ne montre aucune exclusion d'un type d'outil par rapport à d'autres. On trouve globalement tous les types d'outils dans toutes les structures bien documentées. La proportion importante des éclats épais retouchés, mise en évidence lors de l'étude de l'outillage, apparaît de manière nette sur le plan. Tout au plus peut-on signaler, sur deux structures contiguës, une surreprésentation de fragments de percuteurs, qui pourrait signaler un poste de taille privilégié. On constate également que les pièces esquillées semblent mieux représentées dans la moitié nord de l'emprise considérée. Ceci dit, les échantillons sur lesquels reposent ces calculs sont si faibles numériquement (parfois seulement un ou deux représentant de chaque type d'outils par structure) que l'on conçoit difficilement comment ils pourraient être réellement significatifs. La répartition des ébauches à différents stades de façonnage (fig. 263) et des éléments significatifs des différentes productions (fig. 264) appelle les mêmes remarques, les éléments considérés numériquement trop faibles pour être significatifs. Sur cette base, il est impossible de distinguer d'éventuelles zones spécialisées. Le fait que chaque structure comporte des représentants des différentes méthodes de façonnage (percussion à la boule, façonnage par la méthode des pans latéraux, façonnage bifacial) semble appuyer l'hypothèse de leur contemporanéité, ce qui confirme la lecture technologique proposée plus haut. Des raisons semblables expliquent les quelques disparités visibles sur le plan de répartition des différents modules présents dans les différents ensembles (fig. 265). La présence des esquilles et des petits éléments signale les structures ayant fait l'objet d'une fouille manuelle. D'emblée, des raisons simples viennent à l'esprit pour justifier ces différences quantitatives, comme les différentes techniques de fouille retenues qui peuvent suffire à expliquer la présence ou l'absence de certains modules dans certaines structures. Mais de manière plus générale, l'emprise de la fouille ayant permis d'explorer tout au plus quelques pour cent de l'emprise totale de la minière, il semblait prévisible que la répartition de ces artefacts reste muette à une telle échelle. De plus, comme il a été dit, les calculs de proportions générés pour la répartition des différents types d'outils s'appuient dans la plupart des cas sur des ensembles quantitativement trop faibles pour être significatifs dans le cadre d'une lecture spatiale.

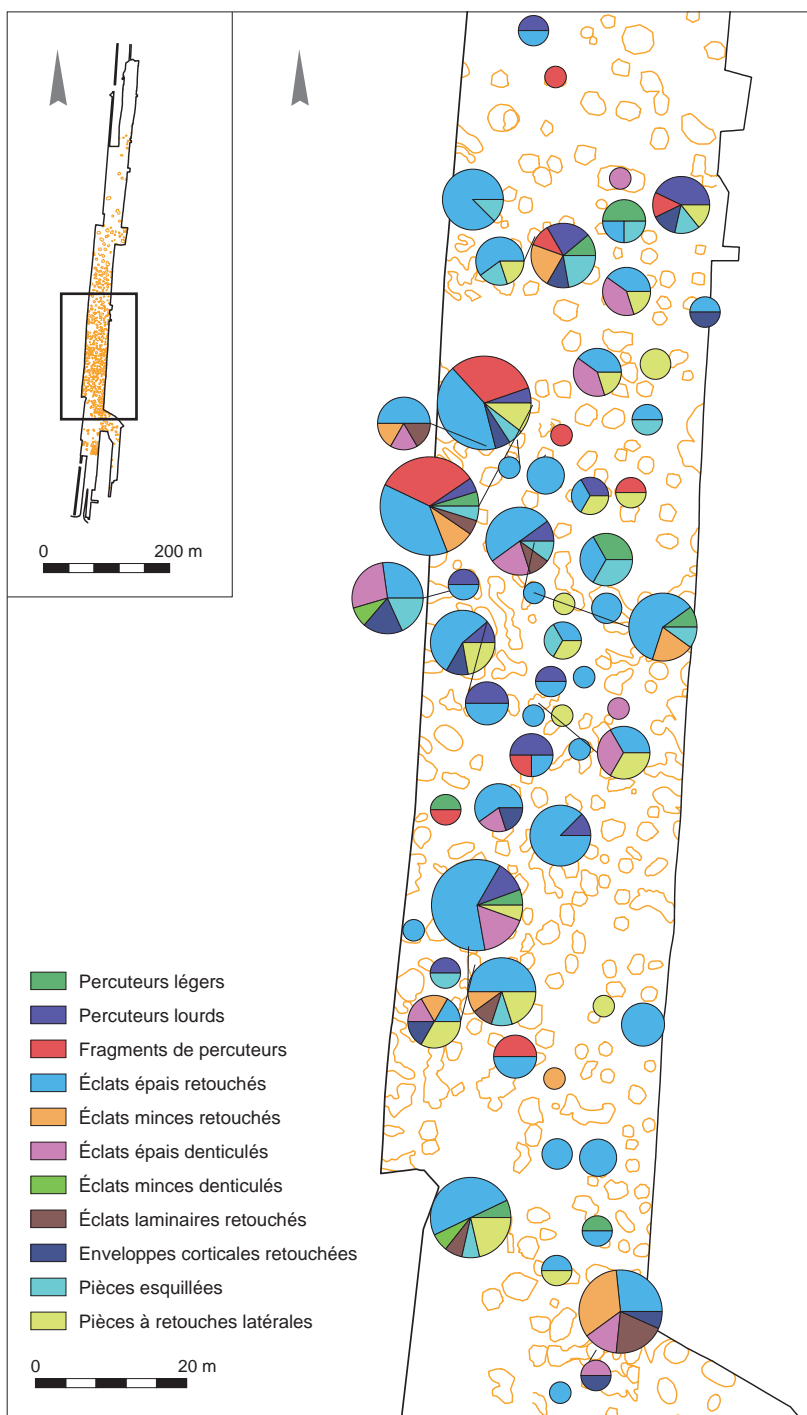


Fig. 262. Plan de répartition des différents types d'outils, réalisé à partir du décompte des objets (crédits F. Charraud, Inrap).

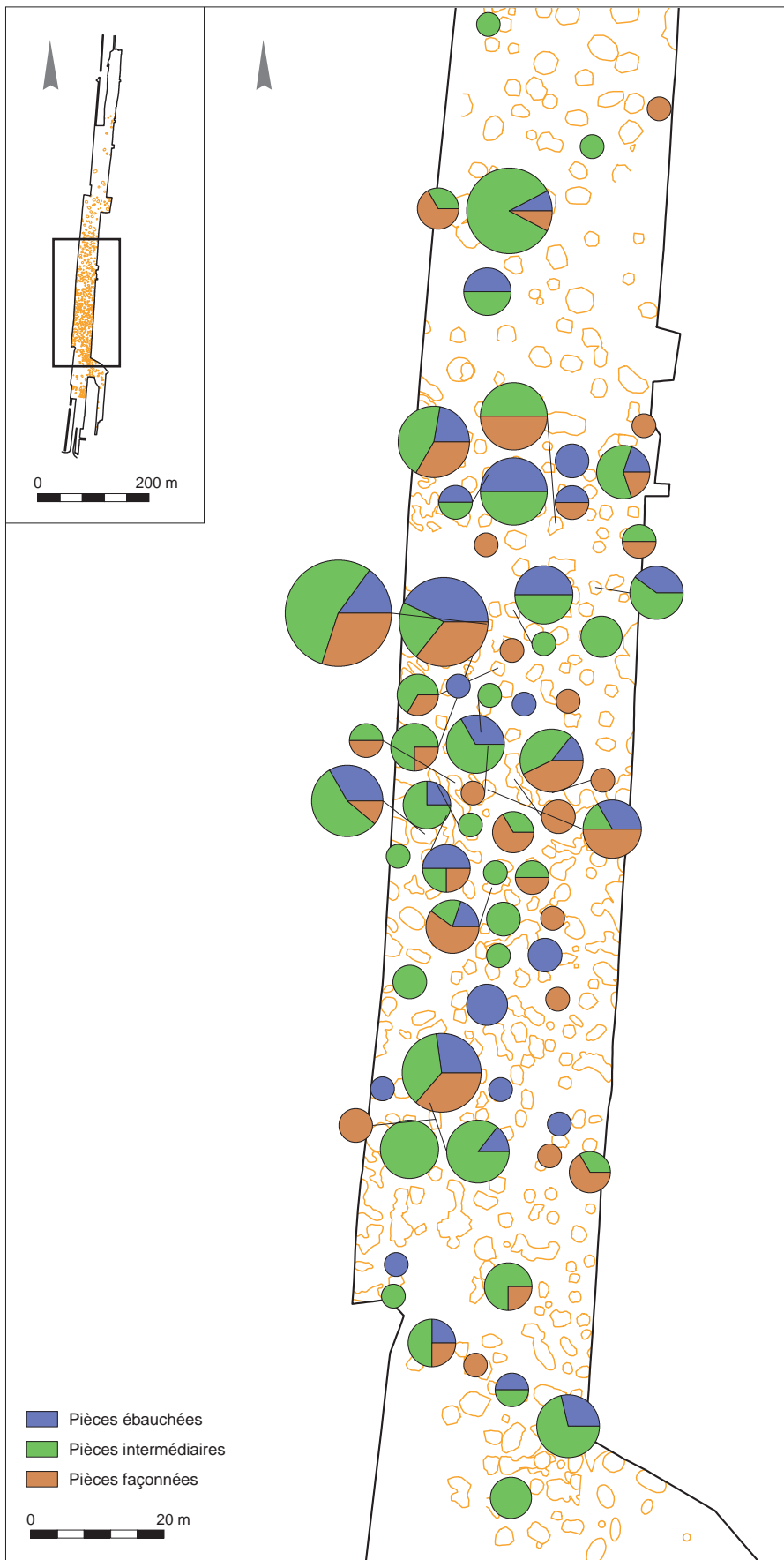


Fig. 263. Plan de répartition des ébauches à différents stades de façonnage, réalisé à partir du décompte des objets (crédits F. Charraud, Inrap).



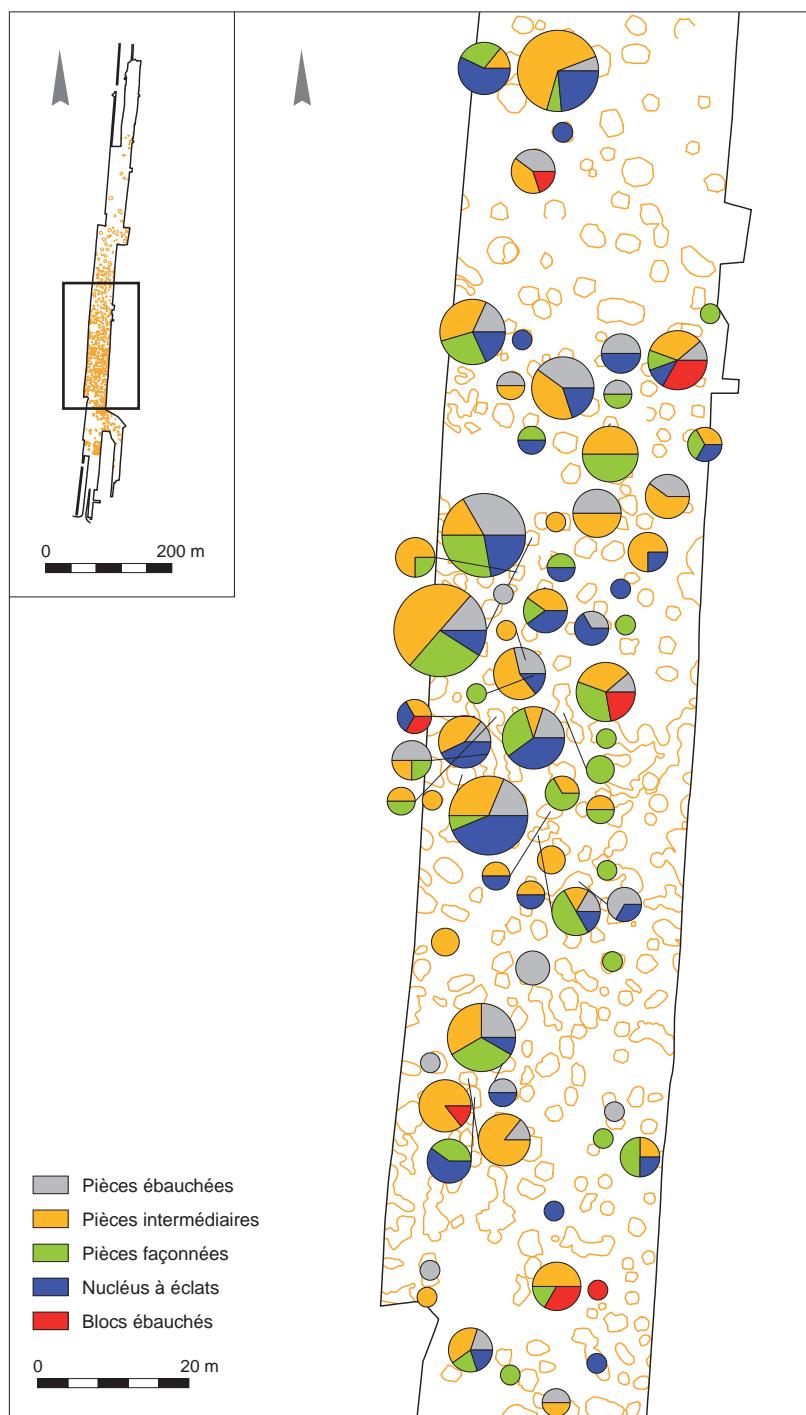


Fig. 264. Plan de répartition des éléments significatifs des différentes productions, réalisé à partir du décompte des objets (crédits E. Charraud, Inrap).

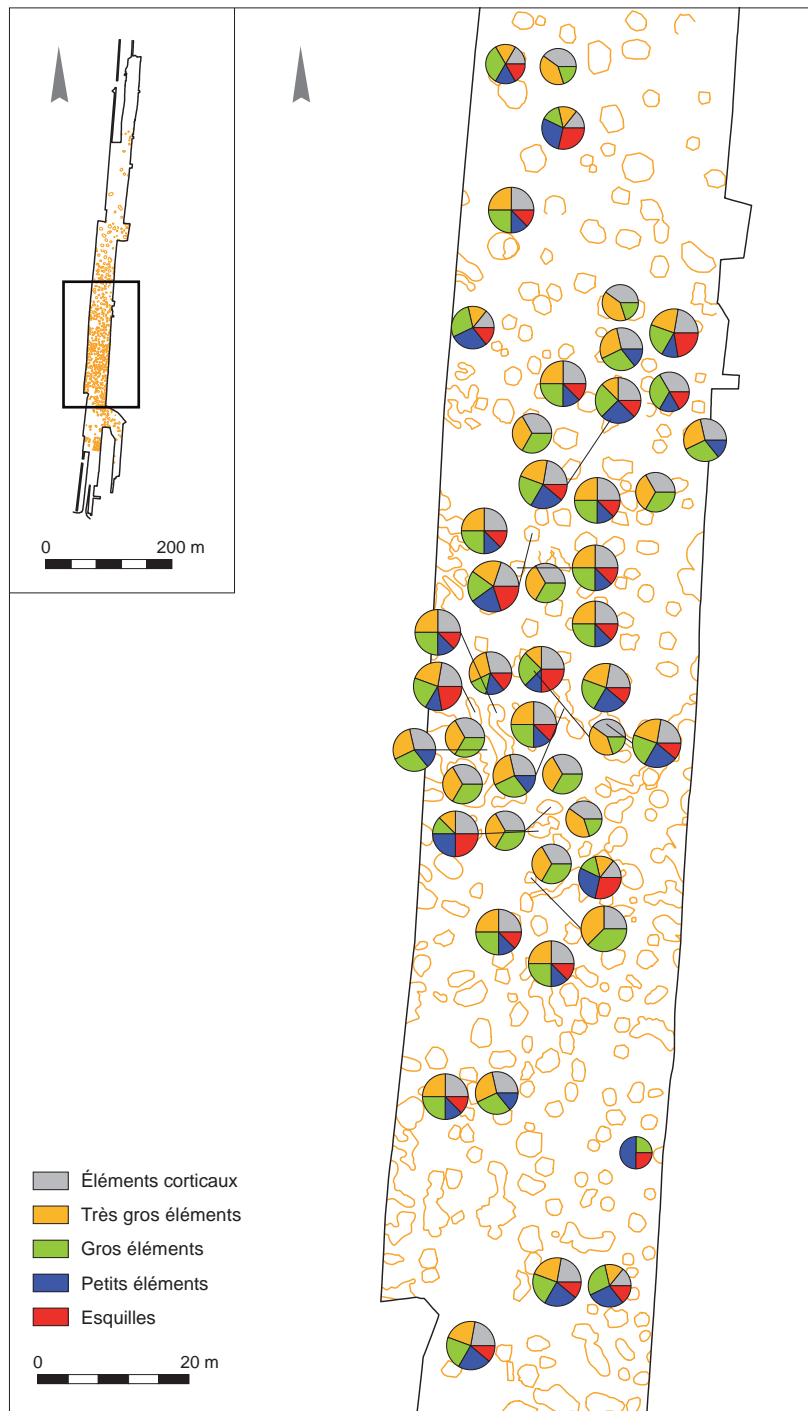


Fig. 265. Plan de répartition des différents modules représentés dans les ensembles, réalisé à partir du décompte des objets (crédits F. Charraud, Inrap).

# Chapitre 4

## Structure, économie et statut des productions et de la minière

.....

François Charraud, Emmanuel Ghesquière, Cyril Marcigny

### Statut de la minière de Ri dans le phénomène minier au Néolithique

La mine de Ri s'inscrit dans une large dynamique d'exploitation des matières premières qui couvre une bonne partie de l'Europe. Il n'est pas dans notre propos ici de proposer une synthèse sur ce phénomène qui a déjà fait l'objet de nombreuses publications et qui aujourd'hui encore alimente de réguliers colloques ou symposiums, mais plutôt de mettre en contexte la mine à l'échelle régionale et au-delà. Il ne sera discuté ici que de mines destinées à l'acquisition de silex pour la production de hache.

### Ri et les autres minières de Normandie

Les différents ensembles miniers de la plaine de Caen/Falaise sont les plus anciennement connus, par comparaison à la minière de Ri dans la plaine d'Argentan, qui a été mise au jour à l'occasion de fouilles préventives récentes. Ce sont eux qui ont permis l'identification ancienne du phénomène minier dans la région et son lien avec les industries à haches qui étaient récoltées en surface en grande quantité dès le XIX<sup>e</sup> s.

Paradoxalement, les gisements de la plaine de Caen ne peuvent pas tous être comparés à Ri car certains d'entre eux n'ont pas été réétudiés dans le cadre de cette publication. D'une part, des problèmes d'accessibilité n'ont pas permis d'étudier toutes les collections issues de fouilles. Le mobilier des sondages de B. Edeine à Soignolles ou à Potigny est pour le moment égaré, il n'a pas été possible de déterminer son lieu de conservation, si toutefois il existe (Edeine 1961). Les collections issues des fouilles de J. Desloges à Bretteville-le-Rabet ne sont pas accessibles. L'ensemble minier de Bretteville-le-Rabet/Soignolles ne peut donc être pris en compte qu'à la lumière d'une seule publication (Desloges 1986), ainsi que par des collections de surface, relativement abondantes (Charraud 2013).

L'ensemble minier d'Olendon est le plus anciennement connu : des fouilles y ont été pratiquées dès le XIX<sup>e</sup> s., donnant même lieu à une désignation éponyme, « l'Olendonien » (Eudes-Deslongchamps 1876). Cependant aucune recherche récente n'y a été effectuée. Les seules industries observées sur Olendon proviennent de divers ramassages de surface. Comme pour le secteur de Bretteville-le-Rabet/Soignolles, les collections sont abondantes et d'une homogénéité évidente, ce qui laisse supposer une représentativité satisfaisante des vestiges. Le seul gisement de la plaine de Caen qui a été étudié est celui de Soumont-Saint-Quentin « Les Mines de Soumont » qui a fait l'objet de sondages mécaniques en 2010. Un unique puits d'extraction y a été mis au jour, probablement en zone limitrophe d'une mine. Il est associé à un lot de matériel lithique qui a pu faire l'objet d'une caractérisation (Charraud 2014).

### *Les ensembles miniers de Bretteville-le-Rabet/Soignolles et Olendon*

La répartition des industries récoltées en surface dessine à l'échelle de la plaine de Caen deux vastes concentrations caractérisées par du mobilier typique de sites miniers (Charraud 2013). Au sud du Laizon, la concentration d'Olendon/Sassy a fait l'objet de ramassages et de fouilles très anciennes, dont ne subsistent guère de traces, hormis des vestiges récoltés lors des années 1960 par B. Edeine, conservés au SRA de Basse-Normandie.

Au nord du Laizon, une deuxième concentration regroupe les secteurs de Bretteville-le-Rabet et Soignolles. Deux opérations principales y ont été réalisées au cours de la seconde moitié du XX<sup>e</sup> s. : une brève fouille réalisée en 1957 à Soignolles « Les Monneries » (Edeine 1961), au cours de laquelle un seul puits a été relevé. Aucun mobilier récolté lors de cette opération n'a été retrouvé ; une fouille réalisée entre 1979 et 1987 à Bretteville-le-Rabet « La Fordelle » (Desloges 1986), au cours de laquelle une vingtaine de structures d'extraction ont été relevées sur une superficie de 300 m<sup>2</sup>. L'auteur fait état de deux bancs de silex situés à 1,50 m et 2,60 m de profondeur sous la surface actuelle. Il distingue deux types de structures (*ibid.*, p. 75) : les « puits en cloche » sont caractérisés par une ouverture superficielle circulaire, d'un diamètre inférieur au mètre. Une cheminée cylindrique va en s'évasant jusqu'à former un espace de dimensions maximales de 2 à 3 m à la plus grande largeur ; la profondeur maximale est de 2,60 m ; les « puits à galeries » sont caractérisés par une chambre principale à partir de laquelle s'ouvrent plusieurs galeries, qui peuvent atteindre une largeur de 2 m, et une hauteur de 1,70 m.

Les structures d'extraction sont en fait réunies par les galeries du fait de l'exploitation intense des bancs de silex, qui a conduit à la jonction des structures entre elles. Les matériaux présents dans le comblement reprennent ceux qui sont présents à l'état naturel dans le substrat local. La dynamique de comblement ne diffère pas de ce qui a été observé dans la majorité des cas à Ri : le remplissage montre l'alternance de niveaux de matériaux fins et sableux et de niveaux à plaquettes lacunaires. Le tout est très meuble et emballe occasionnellement de gros blocs de silex ou des outils miniers. Des esquilles ou des éclats de façonnage sont présents en petites quantités sur toute la hauteur du remplissage. Dans la plupart des cas, un remplissage de tête de puits à dominante limoneuse, très compact et très riche en vestiges, vient sceller le comblement des structures.

Le mobilier lithique provenant de la fouille n'a pas pu être observé dans le cadre de ce travail. La caractérisation fine de la production recherchée et des modes opératoires reste à faire pour ce site. Selon l'auteur, « les preuves d'une production de haches sur place se résument en tout et pour tout à une dizaine



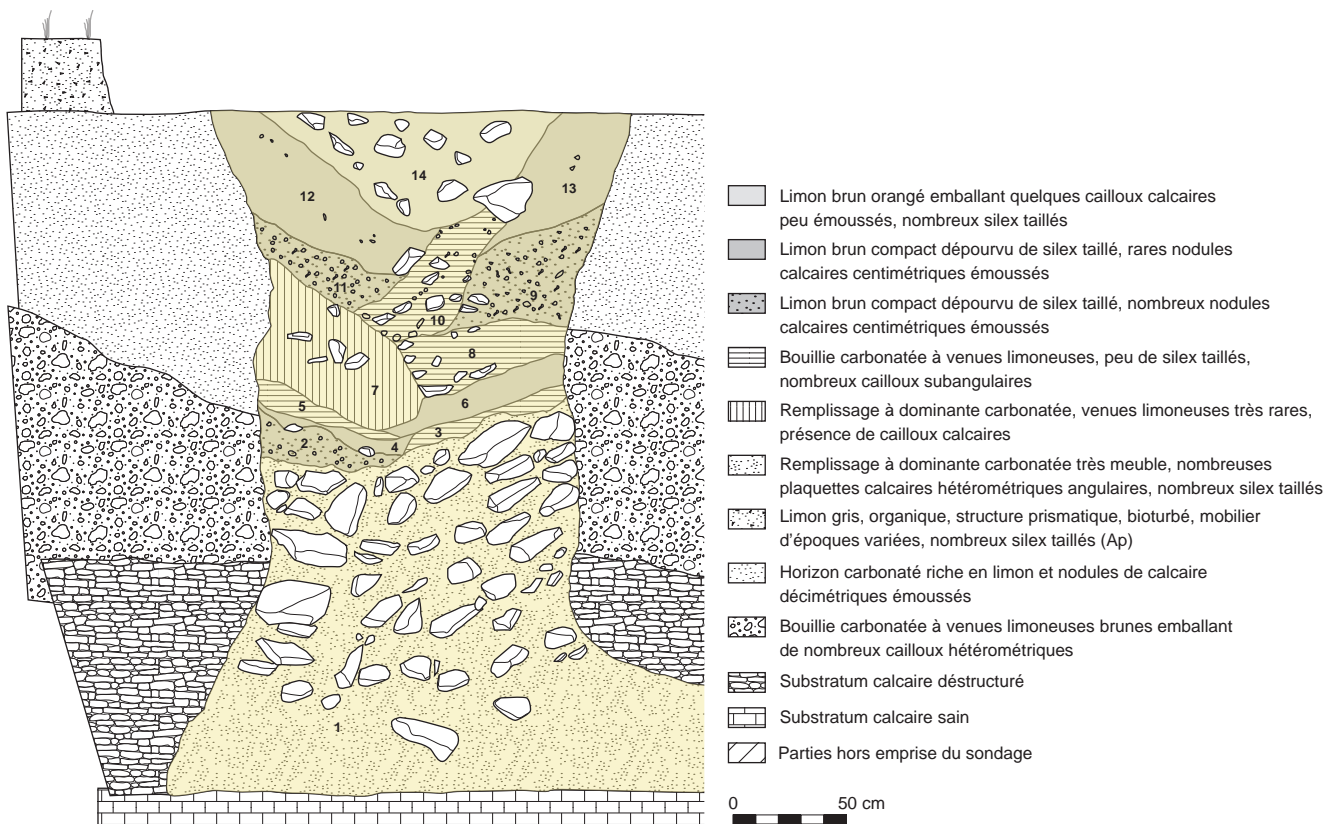
de haches et fragments de haches finement taillées, prêtes si l'on veut pour le polissage, recueillies en quinze années de prospection » (Desloges 1986 : p. 98). Toutefois, l'observation des séries de surface récoltées par B. Edeine ou J. Ladjadj (Charraud 2013), très riches en déchets de façonnage et ébauches de haches abandonnées à divers stades du façonnage, permet comme à Ri de nuancer ce propos. L'absence de ces ébauches « prêtes à polir » à Bretteville-le-Rabet est comparable à la remarquable indigence des préformes de haches abouties à Ri. Au-delà de ce constat, un véritable examen comparatif des déchets de taille issus de ces deux sites permettrait d'approfondir la comparaison à l'échelle régionale. La publication du site (Desloges 1986 : p. 85) fait état de pics massifs en silex (plus de 200 exemplaires découverts). Sans observation des vestiges, il n'est guère possible de s'appuyer sur la typologie des pics proposée par l'auteur, d'autant que les illustrations de la publication font apparaître que certains « pics » pourraient être des ébauches de hache correspondant aux stades 1 et 2 du façonnage tels que décrits à Ri. Les industries observées dans les séries de surface de tout le secteur de Bretteville-le-Rabet/Soignolles comportaient peu de pics. En revanche elles présentaient de grandes quantités de déchets de taille, d'ébauches de hache et des percuteurs de modules variés.

Les observations technologiques qui ont été faites sur ces séries ne montrent aucune différence qualitative avec Ri (cf. *supra*). Quelques fragments de percuteurs massifs laissent supposer l'usage de la percussion lancée. Si la méthode de façonnage bifacial classique est bien présente, en particulier pour les stades de finition, la méthode de façonnage par pans latéraux est également bien représentée sur les ébauches. Ces données suggèrent donc une grande homogénéité technique avec les mines de la plaine d'Argentan, ainsi que le montre également le cas de Soumont-Saint-Quentin « Les Mines de Soumont » (Charraud 2013).

#### *Les « Mines de Soumont »*

Des sondages réalisés aux « Mines de Soumont » en 2010 dans le cadre d'une prospection thématique ont révélé l'existence d'un site d'extraction de silex jusqu'alors inconnu dans ce secteur de la plaine de Caen (Charraud 2014). Seule une structure d'extraction du silex a été relevée à cet endroit (St. 2 : fig. 266). Son isolement n'est qu'apparent, car un sondage profond a mis en évidence des départs de galeries à la base du puits, orientés vers le nord-est. De plus, on note la présence de plusieurs structures d'extraction dans l'environnement proche : celles-ci ont été mises en évidence à l'occasion de diagnostics préventifs (Flotté, Marcigny 2008 ; Thiron 2015), d'une découverte fortuite (étude en cours sous la direction de C. Billard). L'emprise d'un vaste complexe minier à cet endroit est confirmée par deux inventaires exhaustifs des données de surface (Dupuis *et al.* 2006 ; Charraud 2013). La présence d'une route vers l'est n'a pas permis d'explorer le prolongement des vestiges dans cette direction lors des sondages. La structure est donc probablement en limite d'une emprise minière.

Les contours du puits étaient bien lisibles. La structure atteint le sommet du substrat calcaire à 3,60 m sous la surface actuelle. Des déchets de taille ont été relevés jusqu'à la base du remplissage. Le comblement montre, de manière classique, la reprise des horizons sédimentaires de l'encaissant naturel. La phase finale de comblement est marquée par la mise en place d'un niveau à matrice limoneuse claire emballant du matériel lithique taillé. Il s'agit d'un véritable « bouchon » en sommet de structure, tel qu'on a pu en observer sur la plupart des sites miniers, qu'ils soient régionaux ou extrarégionaux.



Le silex bathonien gris a été rencontré géologiquement en place au pied de la structure 2. Il provenait d'une couche de calcaire bathonien déstructuré en plaquettes. Les silex peuvent donc être considérés comme géologiquement en place et l'altération majeure qu'ils ont subie est causée par le gel qui les a modérément fracturés. Ils n'ont pas fait l'objet de déplacements importants, et la préservation partielle de leur milieu n'est pas susceptible de leur imposer des modifications physiques majeures, comme c'est parfois le cas pour les rognons issus d'argiles à silex.

La formation dont ils proviennent appartient au calcaire de Rouvres, qui couvre une partie de la campagne de Caen/Falaise (Coutard 1998). C'est la même formation que celle exploitée par les minières de Bretteville-le-Rabet (Desloges 1986), Soignolles (Edeine 1961) ou Olendon pour l'acquisition de silex bathonien gris (Charraud 2010). Les propriétés de ce silex sont proches de celui de Ri. Le mobilier échantillonné dans ce puits est peu abondant (85 kg) et ne permet pas de comparaisons quantitatives significatives par rapport aux déchets de taille de Ri. En dépit de l'absence d'ébauches, qui s'explique pour les mêmes raisons que sur les autres sites régionaux, tous les déchets de taille se rapportent explicitement au façonnage de haches. Le seul outil découvert dans la structure est un pic court (15,6 cm) mis en forme par percussion directe dure sur la base d'un support allongé et épais. Les déchets de taille récoltés dans la structure 2 sont très semblables à ceux de Ri. De nombreux éclats de façonnage sont caractéristiques d'un mode de façonnage bifacial tel qu'il a été observé à Ri. Toutes les étapes du schéma opératoire de façonnage de haches, depuis le dégrossissage des nodules jusqu'à la finition et la régularisation des préformes, sont représen-

Fig. 266. Coupe du puits St. 2 découverte à Soumont-Saint-Quentin « Les Mines de Soumont » (crédits F. Charraud, Inrap).

tées dans la structure 2. La variabilité des formes et des volumes des rognons récoltés a induit des approches variables dans les premières phases du façonnage : les nodules sont le plus souvent irréguliers ou diaclasés. Ils apparaissent testés et entamés à partir d'un plan de fracture ou d'une convexité favorable. Pour cette raison, aucun témoin de la fracturation en *split* décrite à Ri n'a été observé. L'état de la matière première ne nécessite pas cette technique d'entame. En revanche, certains éclats massifs récoltés dans la structure ont très probablement été détachés comme ici, à l'aide de perceurs lourds par percussion jetée ou percussion directe, le perceur tenu à deux mains. Ces éclats sont probablement, de la même façon, des éclats-supports employés pour le façonnage des haches (cf. *supra*). D'autre part, la méthode de façonnage par pans latéraux n'est pas avérée directement dans cet ensemble, en raison de l'absence d'ébauches. Cependant, cette méthode produit comme déchets principaux des éclats unidirectionnels courts non caractéristiques. De tels éclats sont bien présents aux « Mines de Soumont ». Il n'est donc pas possible d'écarter l'hypothèse de ce mode opératoire, en raison de la faiblesse de l'effectif considéré. La méthode de façonnage par pans latéraux a d'ailleurs été observée dans les collections de surface de tous les autres sites miniers de la plaine de Caen, à Bretteville-le-Rabet, Soignolles et Olendon (*ibid.*). Un échantillon de matériel plus important permettrait probablement de la reconnaître de la même façon aux « Mines de Soumont ».

## La minière de Ri en Europe

### *Comparaison des modes de creusement*

Il nous apparaît délicat d'élaborer des comparaisons détaillées fondées sur les formes des structures d'extraction car celles-ci varient énormément en fonction de plusieurs paramètres : profondeur, quantité de matière première exploitée, présence d'un ou de plusieurs bancs de silex exploités, ou plus largement la stratigraphie naturelle du gisement, la topographie de la surface, la dureté de l'encaissant, etc. Comme il a été décrit ci-dessus, à Ri ces paramètres varient au sein du même gîte, entraînant une adaptation des mineurs à la modification des contraintes naturelles. Cela se traduit par des types de structures très variables du nord au sud de l'emprise archéologique.

De manière évidente, l'essentiel des structures documentées par la fouille, y compris les plus profondes au nord du site, sont de dimensions modestes : on ne trouve pas d'exemples de puits d'extraction gigantesques, au diamètre à l'ouverture pouvant atteindre plus de 10 m, comme en Angleterre à Harrow Hill, à Cissbury ou encore à Grime's Graves (Russell, 2000). De l'autre côté de la Manche, seuls les sites de Blackpatch et de Church Hill semblent présenter des structures comparables avec les puits les plus profonds de Ri, mais avec des diamètres à l'ouverture bien plus importants (*ibid.*). Malgré cela, la stratégie de progression en sape à partir d'ouvertures de diamètre imposant, tout en ménageant des piliers de soutènement du plafond des structures, est comparable à certaines structures de Ri.

Pour ce qui concerne les sites miniers du Maastrichtien, comme Rijckholt/St. Geertruid (Felder 1975) ou Valkenburg aan de Geul (Brounen et Ploegaert 1992), des structures profondes sont creusées dans un calcaire dur dont elles exploitent simultanément plusieurs bancs de silex. Il n'y a donc rien en commun avec les stratégies d'extraction observées à Ri. Il en va de même en ce qui concerne les minières du bassin de Mons en Belgique (à Spiennes : Collet *et al.* 2006) qui montrent également une structuration beaucoup plus complexe, avec

des structures bien plus profondes et imposantes que ce que l'on observe en Normandie, avec de surcroît un phasage de l'extraction qui complique encore la lecture du site.

En Espagne, la minière de Casa Montero (Capote *et al.* 2008) est, d'une part, beaucoup plus ancienne que Ri (vers 5300 av. J.-C.), d'autre part marquée par des formes d'extraction très différentes, comparables à ce que l'on observe par exemple en Bavière pour certains puits d'Arnhofen (Rind 2006). Il s'agit de puits cylindriques et verticaux, étroits et profonds, qui plongent directement pour atteindre le banc de matière première exploité. Ils ne sont prolongés par aucune sape, ni galeries. Une nouvelle fois, rien de comparable n'a été observé à Ri.

Les exemples les plus comparables sont plus proches géographiquement : nous avons déjà cité la minière du Grand Bois Marot à Villemaur-sur-Vanne, qui présente plusieurs similitudes avec certains puits de Ri (Augereau 1995). À Mesnil-Saint-Loup (Aube : Bernard-Guelle *et al.* 2011) également, la variation typologique des structures est moins importante qu'à Ri, mais les structures présentent des formes et des dimensions comparables à celles de Ri.

Le site de Fampoux dans le Pas-de-Calais présente également une extraction au moyen de petites fosses telles que celles qui ont été documentées au sud de l'emprise de Ri (Masson, Vallin 1995). Enfin le site de Saint-Mihiel présente également une diversité des structures d'extraction assez remarquable, notamment des structures d'extraction peu profondes en cloche, mais également une extraction sous forme de tranchées (Georges 1995).

#### *Comparaison des outils et procédés d'extraction*

Souvent orientées préférentiellement sur la structuration des productions, les études lithiques en contexte minier se sont généralement peu attardées sur la question de l'outillage impliqué dans ce type d'activités. De fait, les seuls éléments de comparaison tangibles pour ce qui concerne ces outils concernent les sites de Grime's Graves (Mercer 1976) et de Jablines (Bostyn, Lanchon 1992). Dans ces études, les auteurs ont fait la part belle à l'étude de l'outillage, en développant des protocoles destinés à caractériser l'outillage lithique dans son contexte minier, avec tous les problèmes méthodologiques déjà évoqués, et d'autre part à préciser l'implication de ces outils lithiques dans le système minier. Il est donc possible d'esquisser une comparaison avec le site de Ri, qui est le seul du corpus où ces aspects ont été renseignés de manière détaillée.

À Grime's Grave (Mercer 1976), on observe des différences dans les modes opératoires de façonnage de hache ; ces différences sont imputables en partie à la diversité morphologique des rognons. L'outillage révèle des éléments comparables à Ri. L'assemblage apparaît dominé par des outils sur éclats. Comme à Ri, de nombreux supports ne semblent pas avoir fait l'objet d'une production spécifique. Les outils expédients sur éclats sont d'une part réalisés sur supports épais et courts et d'autre part sur des éclats allongés. Cette composante expédiente de l'outillage semble également illustrée à travers un certain nombre de pièces esquillées. En l'absence d'informations détaillées sur la fonction de ces vestiges, il est pour l'heure prématuré d'établir des corrélations avec les résultats obtenus à Ri. Comme il a déjà été évoqué, l'assemblage de Grime's Grave comprend quelques pics. Nous avons vu qu'il était possible que la nature de ces outils (absents à Ri) soit corrélée à la nature du *substratum*. L'usage de pics semble généralement lié au creusement de sédiments durs. D'autre part, plusieurs types de bitroncatures sur éclats allongés sont décrits pour ce site. Leur usage en tant qu'outils miniers est possible.



À Jablines, le recours à une étude tracéologique, limitée du fait de la mauvaise conservation des vestiges, a porté sur moins d'une trentaine de pièces très spécifiques, ce qui fournit peu d'éléments de comparaison par rapport à la fonction des outillages de Ri. D'un point de vue typo-morphologique, l'assemblage de Jablines comprend un certain nombre d'outils directement comparables à ceux de Ri. Il comprend un outillage expédient sur éclat ainsi qu'un certain nombre de pièces esquillées. Quelques bitroncatures sur éclats ont également été reconnues. On le constate, les seules comparaisons quant à l'outillage lithique minier concernent des aspects strictement typologiques et morphologiques. Du fait du caractère expédient de ces industries, une lecture typologique classique de ces vestiges n'a aucun sens. Par conséquent, seule une lecture technique et fonctionnelle pourrait avoir du sens dans le cadre d'une étude comparative avec d'autres sites miniers. Elle permettrait d'aborder la question de la variabilité des réponses techniques à l'environnement géologique et aux contraintes de l'activité minière. En l'absence d'éléments de comparaison portant sur ces aspects à l'échelle européenne, notre lecture se borne pour le moment à une mention de la présence ou absence de certains caractères comparables à ceux de l'assemblage de Ri.

Les comparaisons des traits technologiques du site de Ri avec d'autres minières se heurtent à la diversité des approches générées par l'ampleur inhabituelle de ce type d'assemblage lithique. Il est en effet impossible de recourir à des décomptes et bilans statistiques « classiques ». Cela reviendrait à nier la réalité des nombreux biais induits par les conditions de dépôt et de conservation des gisements, auxquels se superposent les travers engendrés par les différents choix méthodologiques des investigations archéologiques. On ne peut donc raisonnablement pas effectuer de comparaison quantitative des produits des chaînes opératoires de différentes exploitations minières. Les possibilités se limitent donc à mettre en perspective les lectures technologiques des différents auteurs et à observer la présence de certains éléments significatifs. Ce travail reste évidemment très limité dans ses ambitions et dans ses possibilités. Quelques remarques peuvent tout de même être formulées à l'issue de nos tentatives comparatives.

Une des particularités révélées par l'étude technologique de la production de Ri est la technique du façonnage à partir d'un pan latéral. C'est donc naturellement que nous avons recherché cette technique dans les études d'autres ateliers de fabrication de pièces bifaciales.

Sur le site de Jablines (Bostyn et Lanchon 1992), l'étude technologique ne fait pas état de l'utilisation de ce procédé. Quelques pièces figurées présentent des sections et profils pouvant, au premier abord, y être rapportés (*ibid.*: figure 194 ou 197). Il s'agit en fait de pans latéraux liés à la morphologie en plaquette de la matière première. Si ces plans de frappe latéraux ont bien été utilisés, ils n'ont pas été obtenus par une préparation particulière comme sur les pièces de Ri. Ils sont seulement imputables à l'état initial du matériau. Il ne s'agit donc pas d'un procédé technique au sens strict, ce qui limite le rapprochement avec le matériel de Ri.

À Krzemionki, différents types de rognons et de plaquettes ont été utilisés pour la production de haches de section rectangulaire (Salacinski, Bednarz 1995). Différents modes opératoires sont appliqués en fonction de la morphologie des supports. Des plans de frappe latéraux sont rapidement installés mais ils interviennent dans la prédétermination de la morphologie finale de la hache de section rectangulaire. Ceci n'est donc pas comparable avec les ébauches de Ri, où il s'agit d'une étape technique en réponse à une forme particulière de matière première et non pas d'une morphologie recherchée en finalité.

Pour un même produit recherché (la hache dans le cas présent), les chaînes opératoires des sites miniers semblent avant tout conditionnées par l'état initial (morphologie, type de cortex, ténacité, etc.) de la matière première extraite. Il serait certainement vain de rechercher autre chose que de simples variantes techniques dans l'objectif de produire un même objet. Les similitudes technologiques entre la Biélorussie et la plaine d'Argentan paraissent explicites à ce sujet. Elles ne peuvent raisonnablement pas relever d'une tradition technique et culturelle étendue sur plusieurs milliers de kilomètres.

Pour finir, on remarquera d'intéressantes similitudes concernant la question du soin et de la finition des ébauches, entre Ri et les minières des Orlets et du Grand Bois Marot étudiées par A. Augereau. Cette problématique bute cependant sur la représentativité des zones fouillées. Une finition extérieure à la minière doit-elle être envisagée? Malgré tout, rien ne semble étayer cette hypothèse dans le cas de Ri. Au Grand Bois Marot, A. Augereau constate que ce sont surtout les tranchants qui sont particulièrement bien polis sur les haches disponibles dans les collections de surface. Elle transpose alors ce traitement différentiel au mode de façonnage des ébauches, qui aurait pu seulement apporter un soin particulier à la finition du tranchant (Augereau 1995). Cette hypothèse est tout à fait transposable au cas du matériel de Ri. Les quelques haches polies collectées dans ce secteur de la Basse-Normandie ont des morphologies compatibles avec les quelques ébauches de finition moyenne découvertes sur le lieu d'extraction. Le corps de ces haches polies a généralement été partiellement poli, alors que le tranchant est parfaitement lisse voire « lustré ». Ce parallèle semble donc convaincant, mais il doit encore être étayé par un véritable bilan du matériel poli disponible dans les collections de surface.

## Rendement de l'extraction et de la production

### Le rendement de l'exploitation

Afin de saisir la « rentabilité » des mines et d'affiner les conditions d'exploitation du silex, des sondages mécaniques, positionnés dans les secteurs stériles préservés entre les puits, ont été réalisés (fig. 268). Le silex est présent d'un bout à l'autre de la minière, sous une forme exploitable (volume, qualité) à des profondeurs différentes suivant les secteurs (entre 1 et 4 m sous le sol actuel), mais dans des proportions sensiblement équivalentes. En effet, la pesée de tous les blocs issus des sondages a permis d'estimer le poids de silex à environ 100 kg au m<sup>2</sup>. Ce chiffre varie très peu sur le site entre le sud et le nord. Parmi eux, 80 % est exploitable pour la production de haches (10 % présente une qualité trop médiocre et 10 % un poids inférieur à 15 kg). Un secteur axial fait exception avec une concentration particulière de très gros rognons sphériques (entre 40 et 50 kg, plus exceptionnellement 70 et 120 kg). Ces 100 kg de silex permettent de fabriquer sept à huit haches [cf. encadré expérimentation, *La production de préformes de haches*, p. 261]. Si chaque mètre carré contient à peu de choses près la même quantité de matériau, la position de la couche à silex est plus ou moins profonde avec un impact évident sur la quantité des stériles à déplacer. La qualité du banc, quant à elle, est plus adaptée à la réalisation de haches polies quand celui-ci est situé dans la zone médiane. Ces paramètres sont à prendre en compte pour calculer au plus juste le rendement de ces mines (fig. 269).

## EXPÉRIMENTATION

## La production de préformes de haches

Sébastien Giazzon

La fouille mécanisée de ce site couplée à un échantillonnage des matières premières sur 15 sondages géologiques a permis un important prélèvement de matière première aux abords des puits exploités (de l'ordre de 100 kg au m<sup>2</sup> dont 80% sont exploitables). Cette précieuse collecte offre deux intérêts. Le premier, d'ordre géologique, permet de quantifier les ressources en silex d'une partie de ce gisement et de vérifier sa qualité. Il s'avère, par exemple, que certains secteurs ont été affectés par une gélifraction importante, réduisant les possibilités de leur utilisation. Cette collecte autorise un travail expérimental ambitieux. En effet ces rognons n'ont pas fait l'objet de sélection, confrontant l'exercice expérimental à de multiples variantes (fig. 191, 192 et 267).

Cette expérimentation s'est traduite par une sélection de douze blocs de masses variables allant de 7,8 à 34 kg qui, additionnées, font un total de 194 kg (soit approximativement les matériaux prélevés sur 2 m<sup>3</sup> de sédiment). L'enjeu de ce travail expérimental est de fournir un référentiel de déchets de production. La finition des produits obtenus ne sera que rarement menée à terme, cette phase n'étant pas la finalité de ce travail.

Le bilan de ces expérimentations s'est soldé par la réalisation de 15 lames de hache, plus ou moins abouties, de masses et de morphologies diverses (fig. 200). En fonction de leurs états d'avancement, ces dernières sont affectées de poids divers. Les plus abouties livrent un poids moyen de 0,3 kg ; celles restées au stade d'ébauches pèsent en outre de 0,4 à 0,75 kg. Ces stades de façonnage ont volontairement été interrompus à la faveur d'une observation des

négatifs attachés à chaque pièce ou d'un bris des ébauches. Les blocs écartés résultant de l'exploitation des rognons 5, 8 et 10 (15, 11, et 13 kg) paraissent réellement trop petits pour y entrevoir la réalisation de préformes de hache supportant un emmanchement direct. Les différents modes de fracture ont peu d'incidence sur la quantité de lames de hache qui peuvent être produites au sein d'un rognon. La masse paraît être le facteur significatif du potentiel en ébauches. Un rognon d'une masse comprise entre 0 et 10 kg ne livre au mieux qu'une unique lame de hache et très souvent aucune. Un rognon d'une masse comprise entre 10 et 20 kg peut offrir entre une à deux lames de hache. Un rognon d'une masse comprise entre 20 et 30 kg permet l'obtention de deux à quatre lames de hache. Un rognon d'une masse excédant 30 kg fournira un minimum de trois lames de hache. Bien sûr, la représentativité de ces gros volumes est anecdotique sur la masse extraite sur l'emprise de fouille ; mais la question des véritables ressources de cette minière reste posée.

Les schémas opératoires liés à la transformation de la matière brute visant à la production de la préforme de hache prête à polir peuvent être menés par un unique individu, un tailleur expérimenté. Toutefois, ces phases ne réclament pas nécessairement le concours de spécialistes. L'intervention de savoir-faire élevés, notamment lors de la phase de finition de ces pièces, est préférable, réduisant ainsi les temps de polissage. Cette facture auxiliaire doit être identifiable par sa production d'éclats standardisés. L'examen des rejets de taille dans le comblement des puits et/ou en place sur les amas devrait vraisemblablement déterminer ces niveaux de compétences.



Fig. 267. Les quinze lames de haches obtenues après l'expérimentation (crédits E. Gallouin, Inrap).

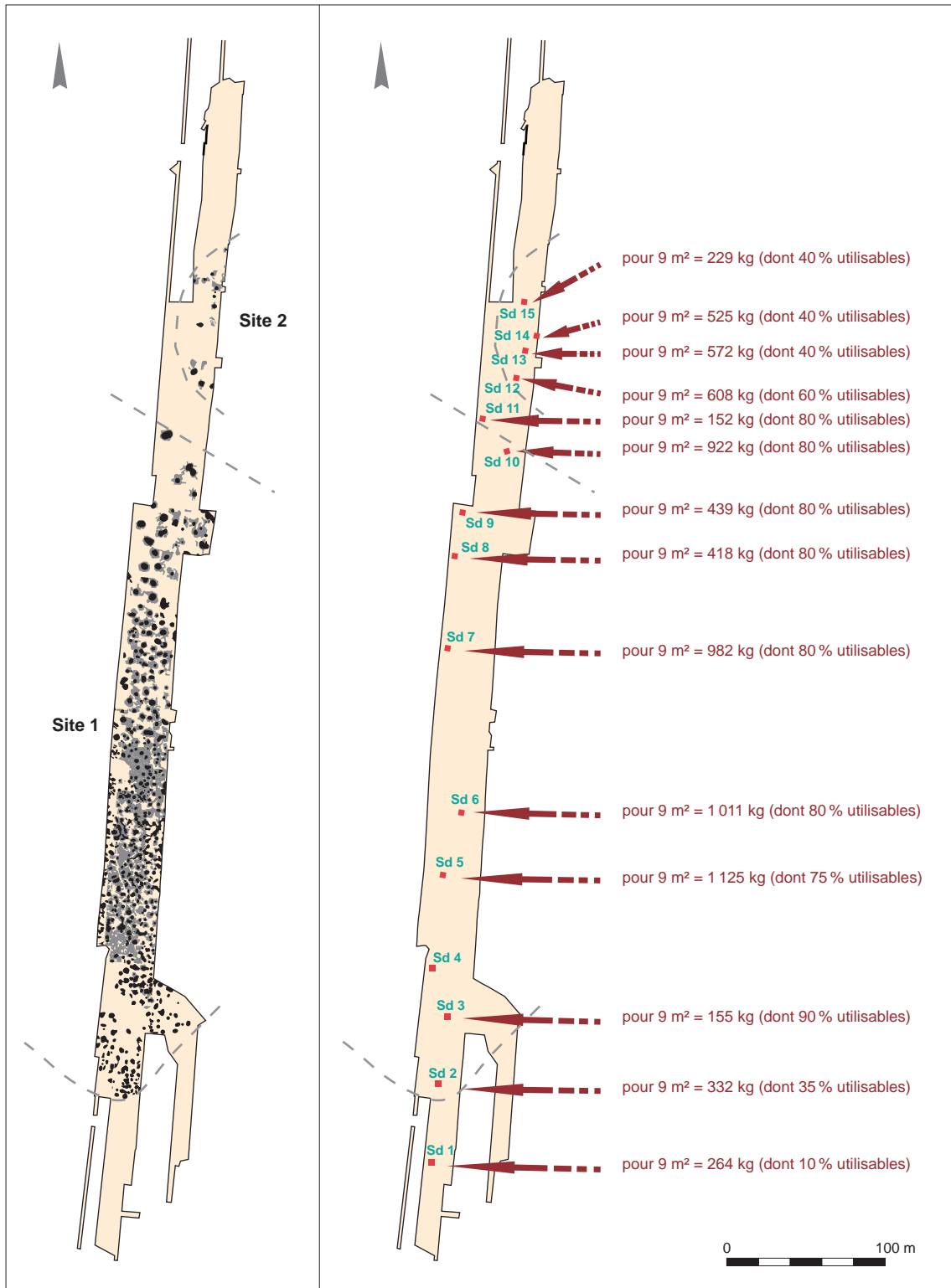


Fig. 268. Poids de silex relevé dans les sondages géologiques réalisés entre les puits (crédits J.-M. Palluau, Inrap).



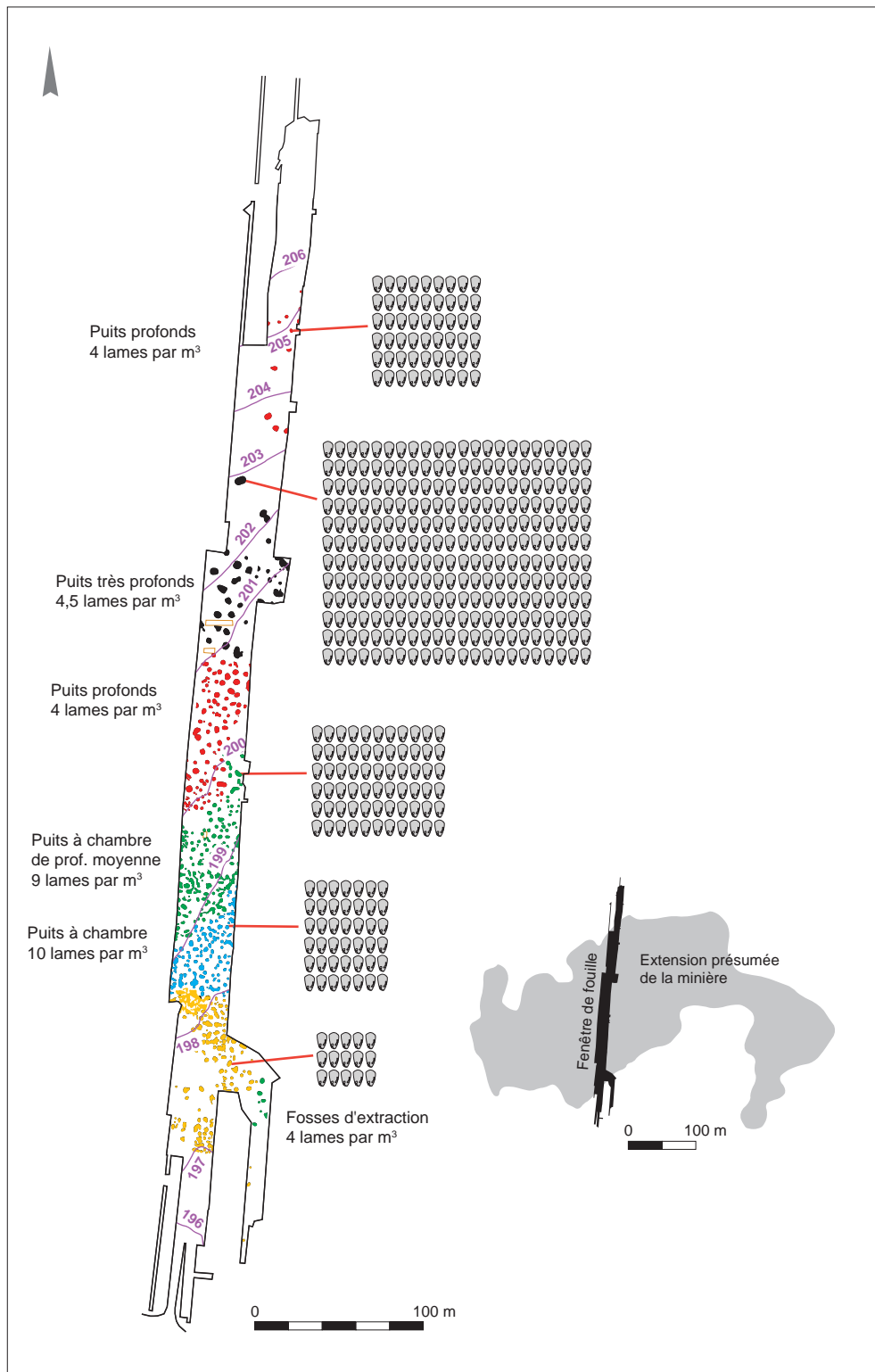


Fig. 269. Quantité de lames de hache réalisables par secteur et pour 1m<sup>3</sup> d'après le volume des puits, la masse de matériaux disponibles et les expérimentations (crédits J.-M. Palluau, Inrap).

Quel que soit le type de structure d'exploitation, le but est de se procurer de la matière première induisant une notion de rendement inhérente à une activité laborieuse. En ce qui concerne l'exploitation à ciel ouvert, il faut creuser un puits d'environ 0,80 m de profondeur pour atteindre le banc de silex qui possède une épaisseur de 0,40 à 0,50 m [cf. encadré expérimentation, *Les creusements expérimentaux*, p. 274].

Prenons à titre d'exemple le puits St. 548. Il s'agit d'une fosse relativement circulaire d'un diamètre de 3 m. Sa profondeur atteint 1,50 m sous le sommet de la terre végétale. Cette fosse se présente sous la forme d'un cylindre dont le fond irrégulier possède un diamètre d'un peu plus de 2 mètres. La puissance des stériles est de 1 m et la puissance de la couche d'exploitation est de 0,50 m. Le volume total de sédiments est de 5 m<sup>3</sup> pour l'extraction de 250 kg de silex, soit 0,10 m<sup>3</sup>; c'est-à-dire un centième du volume total. Ces 250 kg de silex permettent de fabriquer environ 18 haches; soit quatre haches par m<sup>3</sup> (fig. 269).

Faisons de même pour les puits d'extraction à chambre et sélectionnons un puits qui présente des caractéristiques moyennes pour ce secteur. Le puits St. 299 est un bon candidat. Le couvert végétal décapé est d'une épaisseur de 0,30 m. Le diamètre du puits sous le niveau de décapage est de 1,30 m et le puits d'accès au banc de silex est de 0,40 m de profondeur. La faible épaisseur de la couverture végétale n'impose pas de réaliser un creusement avec un puits en cône, une ouverture cylindrique ne présente pas de danger pour les mineurs. La salle d'exploitation (chambre) mesure environ 8 m<sup>2</sup>. Le travail réalisé dans cette mine a occasionné la manipulation de 5 m<sup>3</sup> de sédiments pour l'obtention de 800 kg de silex, soit une production proche de 50 haches. Le rapport de rendement est meilleur pour ce type de puits que pour les fosses d'extraction; soit dix haches par m<sup>3</sup> (fig. 269). Il n'est pas inutile de rappeler que ce secteur a par ailleurs été très densément exploité, de l'ordre de 90 % au niveau du banc de silex (cf. chap. 2).

Plus vers le nord, le puits St. 2010 appartient à la catégorie des puits moyennement profonds, en cloche. Il est apparu au décapage sous une couverture limoneuse de 1 m d'épaisseur. La partie du puits d'accès dans les limons n'est pas conservée mais elle est supposée en forme de tronc de cône, la partie conservée dans la roche est plutôt verticale. Cette partie mesure 0,80 m de hauteur avec un diamètre de 1,40 m. La salle d'exploitation possède une superficie de 12 m<sup>2</sup> et un volume de 8,5 m<sup>3</sup>, soit une extraction de silex de l'ordre de 1 200 kg (presque un demi-mètre cube), de quoi fabriquer plus de 80 haches; soit neuf haches par mètre cube (fig. 269).

Les puits profonds sont représentés par la structure d'extraction St. 290. Elle possède une surface d'exploitation de 20 m<sup>2</sup> (soit 2 tonnes de silex), une ouverture sous décapage de 3,5 m de diamètre, le recouvrement des limons est de 1 m, le diamètre au niveau du sol est estimé à 4,5 m. Le puits d'accès au banc d'exploitation est conique et donne accès à une salle d'exploitation. En superposant l'ouverture sommitale du puits à la salle d'exploitation, le plan de l'ensemble prend la forme d'un « œuf sur le plat ». La quantité de sédiments extraits pour l'exploitation de ce puits est de l'ordre de 36 m<sup>3</sup> (16 m<sup>3</sup> pour le puits et 20 m<sup>3</sup> pour la salle d'exploitation), le volume de silex est de 0,75 m<sup>3</sup>. Le volume de sédiments est important et la quantité de silex permet la fabrication de 140 haches environ; soit quatre haches par m<sup>3</sup> (fig. 269).

Les puits très profonds sont situés dans un secteur où le recouvrement limoneux est puissant et atteint plus de 1 m. C'est l'épaisseur qui a été décapée pour une bonne lecture des remplissages mais le limon possède parfois encore à cette profondeur une épaisseur de 0,40 m. Il s'agit d'un limon orangé argileux très compact. Pour atteindre le banc de silex, il faut creuser à 2,20 m sous le niveau de la terre végétale, épaisseur considérable. Étant donné que le puits d'accès est creusé dans le limon, il faut le faire en cône pour des raisons de sécurité (terrain instable notamment en cas d'intempérie). Aussi, pour que le puits d'accès au banc ait un diamètre de 2 m, le diamètre de l'ouverture en surface doit être de 6 m. L'exemple du puits St. 689 illustre ces données. La surface exploitée (donc souterraine) dans ce puits est de 27 m<sup>2</sup>, soit 2,7 tonnes de silex extrait (environ 1 m<sup>3</sup>). Le volume de sédiments qui a dû être déplacé pour obtenir ces 2,7 tonnes de silex est d'environ 43 m<sup>3</sup>. Le rapport entre les stériles et la matière première est énorme, cependant à raison de sept haches (en moyenne) pour 100 kg de silex extrait, on produit à partir d'un puits comme le St. 689 environ 190 haches; soit 4,5 haches par m<sup>3</sup> (fig. 269). Le faible rendement de ces puits explique d'ailleurs peut-être le fait que le secteur a été beaucoup moins exploité. Les proportions des sédiments déplacés en rapport avec la quantité de haches produites dépendent du type d'exploitation. Il apparaît que les meilleurs rendements sont obtenus sur les puits les moins profonds, sur des exploitations semi-souterraines, en chambre ou en galerie. L'exploitation en galeries reste difficile à évaluer (sûrement sous-estimée), car elles n'ont pas été aisées à suivre pour des raisons de sécurité, or cette façon d'exploiter un filon (banc) est probablement la plus rentable, car elle est uniquement axée sur la matière première. L'exploitation à ciel ouvert, la plus simple à mettre en place, se trouve être la moins rentable; de plus le silex moins protégé car moins enfoui est le plus souvent gélifracé ou gréseux. Les puits profonds ou moyennement profonds ont une rentabilité moyenne, en revanche beaucoup de silex est extrait d'un seul puits.

### Évaluation de la production à l'échelle de la minière

Selon les hypothèses sur le matériau extrait (fig. 268, 269), la surface moyenne des puits permet d'estimer la quantité de matériau siliceux recueilli lors de chaque creusement, de l'ordre de 200 kg pour les petites fosses, entre 500 kg et une tonne pour les puits moyens et jusqu'à 3,5 tonnes pour les plus gros. Par ailleurs, les expérimentations réalisées lors de la phase d'étude du mobilier ont permis de déterminer, à partir d'un choix aléatoire de blocs d'un total de 194 kg, qu'il était possible de produire 15 haches. Ce chiffre ramené au cubage de chaque puits fouillé sur notre transect nous suggère que 15 haches ont pu être produites à partir du silex issu du creusement de chaque petite fosse, une cinquantaine pour les puits moyens et jusqu'à 250 pour les très grands puits. Ces chiffres, sans être considérables, doivent toutefois être rapportés à la durée de traitement du matériau après extraction. Les phases de façonnage des haches (entre une demi-heure et une heure d'après les expérimentations réalisées) sont peu de chose par rapport au temps nécessaire au polissage. Plusieurs méthodes permettent d'optimiser ce travail, avec usage de moyens de pression sur l'objet à polir (comme le polissage « à la poutre »), mais ne peuvent que réduire cette durée à quelques heures tout au plus. La découverte de deux polissoirs sur la commune voisine de Montabard (2 km de Ri) témoigne de la mise en œuvre d'un appareillage complexe pour réduire le temps de polissage (fig. 270).

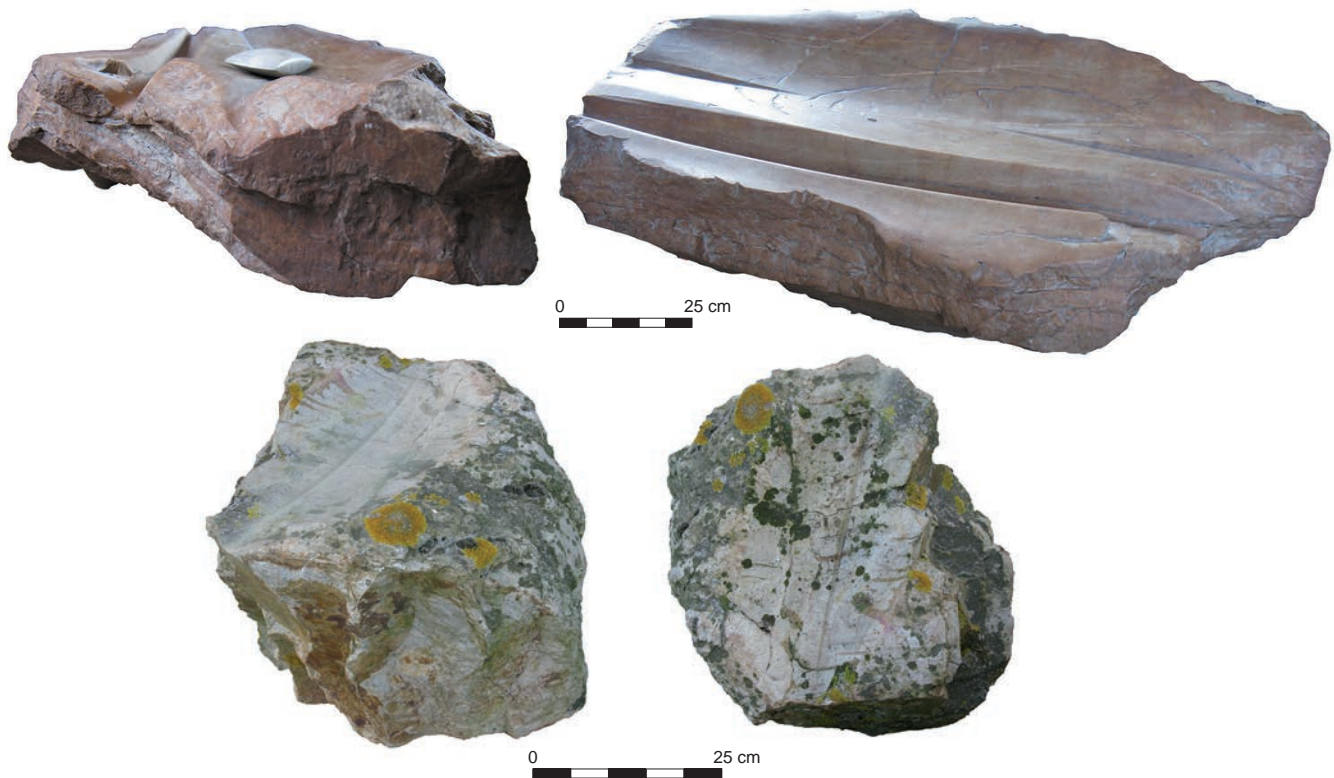


Fig. 270. Deux polissoirs découverts à Montabard, à proximité de la mine de Ri (crédits E. Ghesquière, Inrap).

Le nombre total de haches produites dans le cadre de l'exploitation de l'ensemble de la mine, estimée à 30 hectares (limites hautes de la concentration lithique en surface...) résulte d'un calcul sur la même base. Il ne saurait être considéré comme juste à partir des résultats de la fouille qui ne prennent en compte qu'une petite portion de la mine. Toutefois, ils permettent une estimation plausible, dans la mesure évidemment où l'essentiel du silex extrait était utilisé dans le cadre de la production de haches, ce qui semble attesté. Dans l'emprise de la fouille, la surface de substrat exploité évolue entre 40 % de la surface potentielle au sud, 90 % de la surface exploitée dans une large part et 60 % au nord. La moyenne fait état d'une estimation de l'ordre de 70 % du substrat exploité. À l'échelle de l'ensemble de la mine, cela correspond à 210 000 m<sup>2</sup> du banc exploité, soit environ 20 000 tonnes de silex, pouvant servir de support à la réalisation de 1,5 million de haches.

Les travaux sur la diffusion de cette production n'en sont encore qu'à l'état d'ébauches et de vœux pieux. L'impossibilité de différencier les multiples productions des mines de la plaine de Caen (Bretteville-le-Rabet par exemple) est un frein important à un tel inventaire. On sait tout de même que les haches polies en silex bathonien des mines de la plaine de Caen sont présentes dans toute la Basse-Normandie et de manière plus anecdotique en Haute-Normandie et en Île-de-France. Elles sont en revanche absentes de Bretagne. Par ailleurs, en Basse-Normandie, les haches en silex bathonien sont toujours moins fréquentes que les haches en « roche dure » (dolérite, cornéenne...), sauf dans un rayon de 3 km autour des mines (Ghesquière, Marcigny 2014). La répartition des ateliers de taille de haches dans un rayon de 2 km autour du site (premier cercle) et de façon plus dispersée dans un rayon de 5 km (deuxième cercle) permet de proposer une répartition sur plusieurs communautés du traitement des haches (extraction, façonnage, polissage).



## Caractéristiques des produits finis

Il est très difficile de définir précisément le produit fini (hache polie) tel qu'il devait se présenter et se diffuser à l'époque. Plusieurs écueils gênent en effet la lecture du phénomène. Le premier est l'emploi d'un matériau commun aux autres minières de la plaine de Caen (Bretteville-le-Rabet et Soignolles : 25 km, Commeaux : 2 km). Le second est le faible nombre de haches polies retrouvées en prospection autour de la minière, de l'ordre de quelques dizaines, et parmi celles-ci la faible présence de haches entières (fig. 271). Ces dernières sont toutes trapues, ce qui a permis leur préservation sans bris, mais leur forme ne semble pas refléter l'ensemble de la production. Celle-ci peut davantage être approchée à partir des ébauches découvertes sur site (P. Lorren en prospection sur la minière de Ri) (fig. 272). À tout le moins, on peut estimer que ces dernières proviennent toutes de la minière de Ri. L'écueil les concernant est qu'il s'agit de produits non finis, qui plus est de ratés de taille qui ont été abandonnés sur site. Toutefois, on peut suggérer que leurs modules correspondent à ceux des produits finis attendus (moins la régularisation et le polissage) et que leur abandon ne résulte que d'erreurs de taille et non d'un défaut de forme.

Le travail de collecte de Pierre Lorren sur le site permet d'estimer que l'ensemble des ébauches visibles a été ramassé, quels que soient leurs modules, et toutes ont fait l'objet d'une photo de face qui a été utilisée pour classer les silhouettes suivant leur longueur (fig. 272). Nous pouvons ainsi espérer avoir un échantillon représentatif de la production.

Plusieurs constatations peuvent être faites à partir de la représentation de ces ébauches. La première est la faible présence des classes inférieures à 11 cm de longueur, ce qui équivaldrait à des haches polies de moins de 9 cm, et semble en accord avec la taille des haches retrouvées à cette période. Le maximum de présence est atteint avec les classes 11-16 cm (ce qui équivaut à un module de 9-14 cm après polissage). C'est effectivement dans ces classes de longueur que l'on trouve la plupart des haches polies en silex dans la région. Nous notons que parmi les classes les plus petites de ce module, avec des ébauches de 11 à 13 cm de longueur, plus de la moitié sont étroites et témoignent d'exemplaires finis que l'on qualifie de « ciseaux ». Les classes plus hautes (ébauches de plus de 14 cm) ne présentent que rarement cette étroitesse des bords.

Les ébauches de module directement supérieur (17-18 cm) sont particulièrement peu fréquentes, résultant peut-être de l'absence de blocs de dimensions intermédiaires sur la minière ou d'un module peu recherché.

Les classes les plus hautes (19-21 cm) sont de nouveau assez présentes et témoignent de secteurs dans la minière où les blocs sont très gros et/ou les gros blocs sont géoliffractés et permettent de travailler sur des grands supports. Sans être comparables aux classes 11-16 cm, les grandes haches sont ainsi encore bien présentes dans la production avec des haches larges et massives. Parmi le matériel poli de prospection découvert autour de la minière, il y a peu de chances de découvrir des exemplaires aussi grands encore intacts. Toutefois, certains fragments de tranchants larges, retouchés pour être emmanchés dans des gaines en bois de cerf (fig. 271, n° 8, 11) témoignent de l'emploi de ces ébauches de grand module.

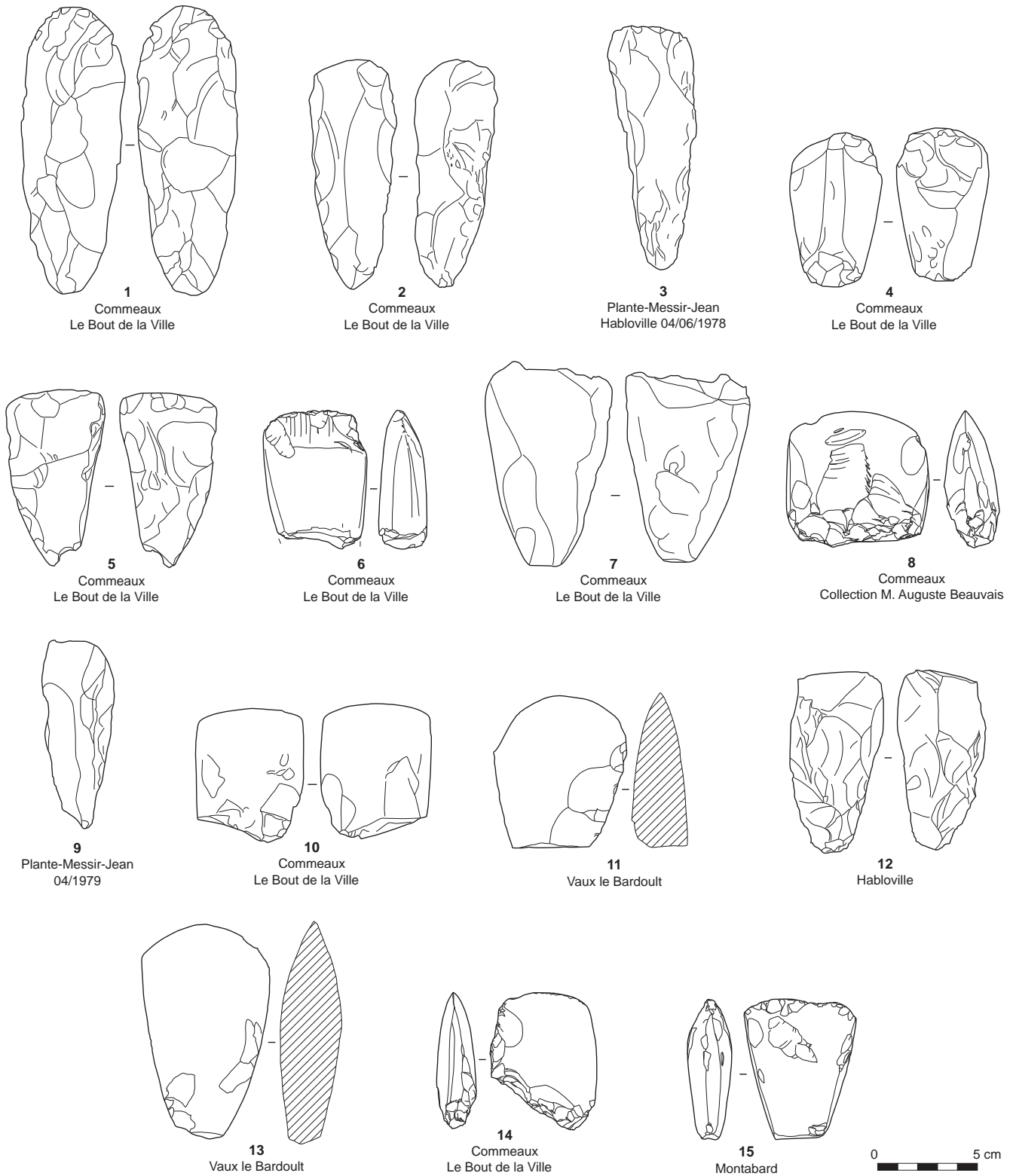
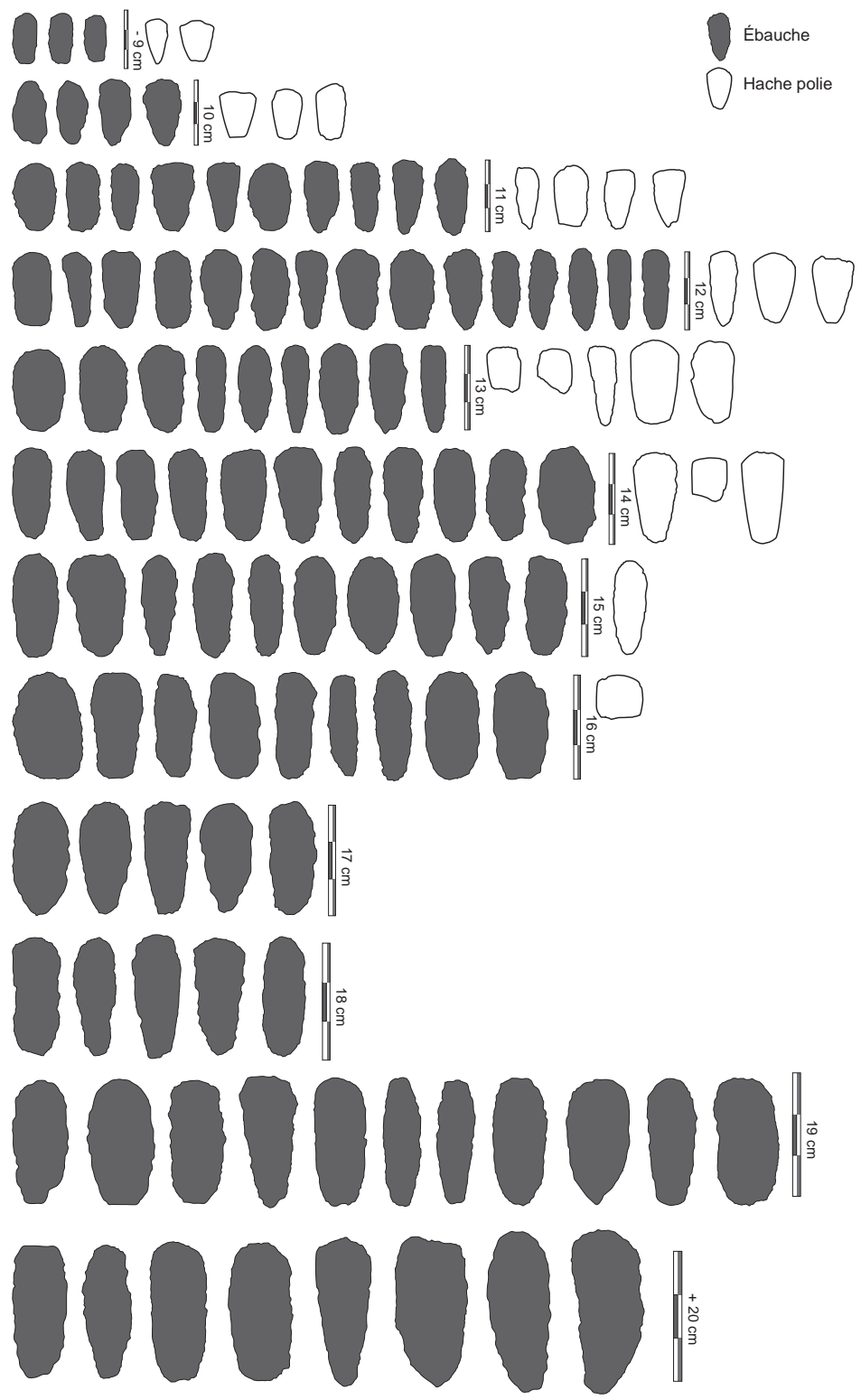


Fig. 271. Haches polies en silex découvertes en prospection dans la plaine d'Argentan (collections diverses, crédits E. Ghesquière, Inrap).

Fig. 272. Classification des modules des ébauches de haches d'après la longueur du relevé de leur silhouette. Les silhouettes remplies en noir sont les ébauches de la minière, les silhouettes blanches sont celles des pièces polies de la figure précédente (crédits E. Ghesquière, Inrap).



Dans l'état actuel des recherches, on serait bien en peine de définir les caractéristiques intrinsèques qui permettraient de distinguer de manière catégorique les haches polies provenant de la minière de Ri de celles issues d'une autre minière de silex bathonien de la plaine de Caen. La présence de cortex convexe conservé sur certaines haches mises en évidence ces dernières années dans le Bassin parisien (Giligny, *com. pers.*) peut constituer un faisceau de présomption, correspondant bien à la forme sphérique des blocs de silex de Ri (débitage sur pan latéral). Toutefois, les blocs de la minière de Bretteville-le-Rabet par exemple, s'ils présentent des formes plus torturées, possèdent également des faces franchement convexes qui pourraient laisser les mêmes morphologies sur les talons. De même, la base des haches de Ri présente très souvent des traces de la zone sous-corticale des blocs, résultant de la méthode de façonnage employée. Si cette technique est peut-être plus courante de par la physionomie particulière des blocs de Ri, cette particularité se retrouve également sur les haches issues des autres minières de la plaine de Caen/Argentan. En définitive, il semble que l'emploi du silex dans la confection de haches polies en Basse-Normandie correspond à un besoin en haches de modules précis, généralement des haches de travail à emmanchement direct ou moins souvent des ciseaux étroits et minces. Dans l'idéal, il serait possible de distinguer plus finement ces haches, en particulier par la configuration de leur profil (ogival ou aux bords aplatis) mais le faible nombre de haches découvertes en contexte daté est pour l'instant un frein à cette attribution chronologique et géographique.

Un des points sur lesquels on peut toutefois insister est la caractéristique des haches polies découvertes autour de la minière. Toutes présentent un polissage de l'ensemble de leur surface, plus ou moins bien abouti suivant l'ébauche de départ et le temps consacré au polissage. De toute la série, seule une pièce découverte sur la possible minière de Commeaux présente une taille aboutie et un essai très modeste de polissage. Si l'on compare avec d'autres contextes mieux étudiés comme celui des éclogites alpines (Pétrequin *et al.* 2012) ou des pélites-quartz des Vosges (Jeudy *et al.* 1995), il apparaît qu'en Basse-Normandie, le travail de la (ou des) communauté(s) utilisant la minière pour produire des haches ne se limite pas à l'extraction et la mise en forme mais comprend également le polissage intégral avant la mise sur le marché. On aurait alors un contrôle de la totalité de la chaîne de production par la communauté de mineurs, dont la dispersion des ébauches nous suggère qu'elle habite à moins de 7 km de la minière. Notre hypothèse est que cela passe par une optimisation du travail de polissage des haches, qui est la partie la plus chronophage dans la réalisation des haches polies. Les polissoirs découverts à Montabard retrouvent ici leur place (fig. 270), avec leurs rainures planes très profondes qui témoignent de leur association avec un mécanisme contraignant réduisant le temps nécessaire au polissage. Une étude plus poussée permettrait peut-être d'étendre cette caractéristique aux autres minières de silex de la région.

## Le polissage et la diffusion des haches

Par la force des choses, nous sommes contraints de traiter dans cet ouvrage uniquement les aspects techniques et socio-économiques qui concernent les activités d'extraction et de transformation du silex sur les sites miniers. Pour aborder à leur juste valeur les questions qui concernent toutes les étapes de la chaîne opératoire qui s'effectuent en dehors de la minière (le polissage, comme la diffusion des produits finis), nous ne pouvons que constater un défaut de données en contexte archéologique fiable. Seuls deux types de documents sont susceptibles



de fournir des informations techniques sur le sujet : l'observation des produits finis (les haches polies) en contexte archéologique, et l'étude des polissoirs, en particulier des polissoirs fixes.

Les haches polies en silex bathonien gris, qu'il s'agisse du silex du Ri ou de son « cousin » issu de la plaine de Caen, sont très rares en contexte archéologique documenté et fiable. La plupart proviennent de collections de surface. L'observation des techniques ne peut se faire indépendamment de leur contexte chronoculturel, de façon à déterminer, archéologiquement parlant, ce qui dans les faits relève de raisons purement techniques, ou culturelles. Il n'est donc pas possible de prendre en compte la variable chronologique consubstantielle à la restitution de l'évolution des techniques.

Les haches polies présentes dans les séries de surface de Normandie peuvent livrer des informations intéressantes (Charraud 2010, 2013). Nous pouvons être tentés d'y trouver une réelle diversité typologique, en même temps qu'une grande variété des stigmates techniques de la fabrication. Des haches de petite taille côtoient des éléments de grandes dimensions, des tranchants rectilignes et des tranchants arrondis. Les stigmates de polissage traduisent une grande variété d'abrasifs, de gestuelles ou de procédés techniques, mais ces observations, livrées dans le désordre, nécessiteraient un ancrage chronoculturel pour prendre sens.

Documenter le polissage à partir des polissoirs pourrait s'avérer pertinent, malheureusement ces objets ne sont pas mieux datés que les haches. On compte deux types de polissoirs dans la région. Les polissoirs transportables sont généralement une dalle de grès de dimensions modestes, parfois mise en forme par bouchardage, souvent retrouvée à l'état de fragment ; les polissoirs fixes sont plus rares et généralement constitués d'un imposant rocher situé à proximité d'un cours d'eau. La plupart des exemplaires connus en Normandie sont dans la plaine de Caen, dans la vallée du Laizon au niveau de « Poussendre » et de la « Brèche au Diable » (fig. 273), en contrebas de l'éperon du Mont-Joly. Deux exemplaires sont connus à Montabard à proximité de Ri. Ils se caractérisent par deux types de stigmates dus au polissage, en rainures ou en cuvettes. Les grands polissoirs fixes tels que ceux de « Poussendre » et de la « Brèche au Diable » présentent ces deux types de stigmates. En revanche les polissoirs transportables présentent comme seuls stigmates des cuvettes de polissage. Sur les haches polies, les stries perpendiculaires à l'axe morphologique des pièces, qui sont caractéristiques d'un polissage en cuvette, sont en général réparties près du tranchant sur les flancs de la partie haute des pièces. On observe également de nombreux cas de haches manifestement affûtées : celles-ci présentent une base épaisse et un bris de leur courbure, lorsqu'on les observe de profil. Ces haches affûtées semblent caractérisées par un geste semi-circulaire typique d'un polissage manuel en cuvette. Ces éléments pourraient indiquer que le rôle de ces petits polissoirs serait essentiellement l'affûtage des tranchants de haches émoussées ou usagées, tandis que celui des polissoirs fixes serait plus impliqué dans la phase de finition des haches, directement à la suite du façonnage.

Cet aspect du polissage est simplement survolé ici, avant tout parce que le seul corpus normand ne suffit pas à aborder cette question. Il faudrait, pour s'en emparer correctement, considérer une vaste aire géographique, et croiser toutes les données disponibles en intégrant une démarche expérimentale et des observations tracéologiques. Le polissage est une étape longue et fastidieuse de la réalisation d'une hache. Il apparaît notamment que la finition du tranchant est une étape délicate : sa convexité, son profil d'équilibre, ainsi que la jonction des bords de la hache et du tranchant doivent être particulièrement soignés pour



Fig. 273. Un des polissoirs de Poussendre à Bons-Tassilly, à 20 km au nord de Ri et à proximité de la minière de Soumont-Saint-Quentin (crédits J. Desloges, MCC).

assurer la résistance de l'outil à l'usage. Le procédé d'affûtage du fil est une énigme : en l'état actuel des expérimentations, il n'a pas été possible de reproduire la qualité des tranchants de certaines haches archéologiques. En revanche, le polissage du reste de la surface de la hache ne nécessite pas de compétence particulière. On peut donc envisager qu'il ne soit pas forcément l'œuvre de spécialistes. Si l'affûtage des tranchants nécessite bien un savoir-faire particulier, cela n'empêcherait pas que cette étape soit le fait de spécialistes, chargés de la finition ou de la réparation des tranchants endommagés, à l'image des forgerons dans les villages des périodes historiques. Cette hypothèse n'est également pas incompatible avec celle de lieux spécialisés dans le polissage, comme le supposent les polissoirs fixes de Montabard ou de Poussendre.

## La structuration de la production des haches au sein du complexe minier

Des ensembles miniers comparables à celui de Ri sont connus en Normandie, mais l'ampleur et la qualité de la fouille préventive offrent une documentation de premier ordre sur l'exploitation systématique d'un des gîtes de silex de la région. Ces gîtes de silex présentent tous, sans aucune exception, des sites ou des indices de sites d'extraction. De ce constat, nous pouvons conclure que ces populations avaient une connaissance de ces ressources lithiques et de la géologie supérieure ou équivalente à celle dont nous disposons aujourd'hui, tant il est remarquable que chaque découverte d'un gîte de silex de bonne qualité s'accompagne de celle d'indices d'extraction. Il est donc probable que bien des gîtes potentiels nous soient encore inconnus, notamment dans la plaine d'Argentan où la structuration des productions néolithiques en silex de Rânes ou d'Écouché est quasiment inconnue.

À travers ce constat se pose la question des modes de prospection employés par les néolithiques pour reconnaître les gîtes, tester les possibilités d'extraction et les propriétés des matériaux. À Ri, les procédés d'extraction sont corrélés à la quantité et à la qualité des matériaux présents dans le sous-sol. Ils sont intimement liés aux caractères physiques des rognons exploités, des sédiments creusés et à la disposition des bancs de silex. Quels étaient donc les modes de représentation du milieu géologique pour ces mineurs néolithiques ? Comment cette connaissance était-elle transmise ? Est-ce qu'elle donnait lieu à un contrôle social ou économique de l'extraction ? Une certitude concerne l'intention de se procurer des matières premières de qualité en grande quantité. Les différentes qualités de roche sont sélectionnées en fonction des productions désirées. La dureté et la ténacité du silex bathonien gris est ainsi toujours réservée à la production des haches. Dans tous les cas de sites d'extraction, les quantités de déchets de taille comparées au déficit de produits finis montrent clairement l'implication dans des formes de redistribution à plus ou moins longue distance. On retrouve donc une corrélation largement documentée par l'archéologie et l'ethnologie, entre l'extension géographique des affleurements, l'abondance et la qualité de la matière première et l'ampleur des productions et de leur diffusion (Pétrequin, Pétrequin 1993).

D'un certain point de vue, les expérimentations menées à Ri ont montré que le creusement d'un puits modeste et l'exploitation de toute la matière première à sa portée ne nécessitaient que deux jours de travail pour deux personnes. Techniquement, l'extraction à l'échelle individuelle est donc possible.

Socialement, c'est peu probable car cette activité devait être le fait de groupes et s'inscrivait dans un contexte social : ainsi, à Ri les informations sur le phasage de l'exploitation laissent supposer une certaine intensité de l'exploitation, rapportée au nombre de puits observés. Il n'est en revanche pas possible de déterminer si l'extraction était faite à un rythme régulier, saisonnier, ou au contraire commandée par des besoins fonctionnels (besoins de haches pour des activités ou un groupe particulier) ou économiques (besoins de produits pour satisfaire un mode d'échanges, par exemple).

Quels que soient l'habileté nécessaire et l'investissement technique dans les productions, les phases risquées de la chaîne opératoire sont toujours réalisées sur les sites d'extraction. C'est une constante qui ressort classiquement des études de sites miniers (Pelegrin 1995). Nous avons montré que la production de haches ne nécessite pas forcément l'intervention de spécialistes au savoir-faire élevé nécessitant des années d'apprentissage. Il s'agit bien en revanche d'une production spécialisée, effectuée sur un lieu de production dédié. Mais cette spécialisation du site n'implique pas celle des tailleurs : le façonnage de haches requiert un bon niveau, mais à la portée de tailleurs occasionnels. Extraction et fabrication des haches font donc appel à des niveaux de compétences faibles ou moyennes, dans tous les cas facilement accessibles.

La qualité des informations offertes par la fouille de Ri ont permis de caractériser l'outillage minier (lithique et organique) et l'outillage produit en intégrant les apports méthodologiques de précédents travaux (Bostyn, Lanchon 1992 ; Augereau 1995) et en approfondissant certains axes de recherche précédemment laissés en suspens, notamment à propos de l'outillage minier (Desloges 1986 ; Bostyn, Lanchon 1992). Outre des procédés techniques inédits (car spécifiques à Ri), comme la fracturation en *split* sur percuteur dormant (Giazzon 2010), nous avons pu décrire deux méthodes différentes de façonnage des haches. Ces deux méthodes, le façonnage bifacial classique et le façonnage par pans latéraux, s'expliquent en partie par la morphologie et la ténacité du silex de Ri. Par comparaison, les autres sites miniers exploitant le silex bathonien gris dans la plaine de Caen montrent invariablement la même production de haches, les mêmes modes opératoires et les mêmes techniques. En revanche aucun exemple explicite de façonnage par pans latéraux n'a été reconnu dans la bibliographie extrarégionale.

Les principales lacunes dans la restitution de la chaîne opératoire concernent toutes les étapes qui ne sont pas réalisées sur la minière : le polissage, l'usage des haches et par conséquent leur distribution géographique. La caractérisation du polissage pâtit d'un manque de données : les polissoirs fixes de la Brèche au Diable à Soumont-Saint-Quentin sont les seuls qui permettent d'envisager le polissage d'une certaine quantité de haches. Cependant, l'usure dont ils témoignent ne suffit pas pour expliquer les innombrables pièces produites au Néolithique dans les plaines jurassiques de Normandie. Par conséquent, il convient d'envisager un modèle selon lequel les préformes peuvent être déplacées sur de longues distances avant polissage (Pétrequin, Pétrequin 1993). Par exemple, le Massif armoricain est beaucoup plus riche que les plaines sédimentaires en roches susceptibles de constituer des polissoirs efficaces. De ce fait, la recherche de témoins techniques du polissage sur le Massif armoricain pourrait être plus fructueuse que dans les plaines sédimentaires.

## Les creusements expérimentaux

Nicolas Fromont

Deux puits expérimentaux ont été réalisés durant l'étude du site. La fouille étant en cours à ce moment, l'expérimentation n'a pas été, dans ses détails, orientée par le résultat de l'étude des structures et du mobilier archéologique de la minière de Ri mais guidée par des observations préliminaires. En effet, divers questionnements prenaient forme : le temps nécessaire à la réalisation d'un creusement similaire aux plus petits puits du site ainsi que d'une ou plusieurs galeries ; les contraintes rencontrées ; l'efficacité des outils en bois de cerf, lesquels constituent l'essentiel de l'instrumentation des mineurs de Ri ; l'utilisation éventuelle d'autres types d'outils (en bois végétal, en silex etc.). Ces questions aboutissent à s'interroger sur le rendement des puits, sur l'organisation du travail, sur le nombre de personnes exploitant un même puits...

Et bien évidemment, l'expérimentation permet de confronter les morphologies et traces qu'elle produit à celles des vestiges archéologiques. Il s'agissait de réaliser l'expérimentation dans les conditions les plus proches de celles que nous envisagions pour le Néolithique. L'outillage recréé et utilisé s'inspire de celui découvert en contexte minier et plus particulièrement à Ri. La morphologie des structures excavées s'approche de celles fouillées à proximité immédiate. Le reste - posture, organisation du travail et gestion des déblais... - fait l'objet de conjectures au fur et à mesure de l'expérimentation. Cette première approche, dans l'idéal, devrait être complétée avec de nouvelles expérimentations guidées par les informations issues du traitement des faits archéologiques. Il nous semble utile de livrer les quelques observations réalisées car, dans ce domaine, les travaux sont encore rares, même s'il faut citer l'approche poussée et récemment initiée par l'association « L'homme retrouvé » (Bostyn *et al.*, 2005 ; Bostyn et Giligny dir., 2016).

### Les choix et protocoles

Le substrat du site, et donc le matériau dans lequel sont contenus les rognons de silex, est constitué de la Formation du Calcaire de Caen (Gigot *et al.*, 1999a et b). Dans la zone de creusement des puits expérimentaux, il est représenté par trois faciès qui sont, par ordre d'importance : du sable, des plaquettes indurées de longueur décimétriques et de 1 à 10 cm d'épaisseur et des plaquettes pas ou peu consolidées. Les plaquettes indurées se concentrent juste sous l'horizon limoneux, ainsi que dans un banc, d'une puissance de 40 à 50 cm, rencontré à environ 1,30 m sous la surface du sol. C'est juste au-dessus et dans ce banc que se trouvent les rognons de silex. La nature de ces faciès carbonatés influence les techniques, l'outillage ainsi que la vitesse de progression.

Pour des raisons pratiques, les puits expérimentaux ont été creusés au sud de l'emprise de la fouille, dans une zone où les excavations anciennes sont de moins en moins denses (fig. 245). Il fallait donc s'attendre à ne pas trouver beaucoup de silex et/ou à rencontrer des rognons de mauvaise qualité et/ou d'accès difficile. À cet endroit, la couverture limoneuse actuelle est limitée entre 30 et 50 cm, alors qu'elle atteint 1,40 m au-dessus des puits au nord de l'emprise.

Du fait de la moindre profondeur du creusement, le diamètre d'ouverture est réduit, ce qui prévient les risques d'éboulement, et la quantité de stérile à manipuler est peu importante. La dimension et la morphologie des puits expérimentaux sont guidées par celles des plus petites structures néolithiques. En surface, les excavations expérimentales mesurent autour 1,30 m de diamètre. Le reste – profondeur et développement en sape de la cloche et des galeries – est induit par la localisation et l'ampleur du banc de silex mais surtout par des limitations volontaires. Pour des raisons de sécurité, les excavations en profondeur et en sape ont été limitées. Il n'a donc pas été possible de tester le ou les facteurs qui induisent l'arrêt de l'exploitation du silex à partir d'un seul puits (problème d'éclairage, d'évacuation des déblais...).

Le premier puits est essentiellement réalisé avec de l'outillage en bois de cerf ou végétal ; le deuxième, exclusivement avec de l'outillage, emmanché ou non, en silex. Un troisième puits a été ouvert mais vite rebouché car il semblait recouper une structure archéologique... Du puits n°1 une galerie a été percée pour rejoindre le puits n°2 sur une longueur d'1,50 m.

La dimension des plus petits puits reconnus sur le site suppose, au moins avant le stade de l'exploitation en cloche ou en galerie, un nombre restreint d'intervenants. S'opposent-ils, en cela, aux énormes puits du site – 150 à 200 m<sup>3</sup> – pour lesquels un travail collectif avec un grand nombre d'individus est très probable ? Les expérimentations ont été réalisées par deux équipes de deux personnes sur 5 jours. Tous les déblais ont été extraits du puits n°1 avec un tri sommaire et rapide des matériaux rencontrés : limon, sables, dalles calcaires et silex.

### L'enregistrement des informations

L'avancée du travail a été enregistrée par des séries de photographies accompagnées de notes et des séquences filmées. L'enregistrement des données quantitatives de l'expérimentation (temps de travail, dimension du creusement, usure de l'outillage) a volontairement été limité car trop de facteurs biaisent ce type de projection. Le calcul de la rentabilité des puits n'a de sens qu'en mettant en parallèle surface exploitée et densité des rognons dans les réserves du substrat ménagées entre les puits. Plus proche de la réalité, cette manière de faire établit un lien entre, d'une part, la densité des rognons et, d'autre part, la concentration ainsi que la morphologie des creusements, et met en évidence l'adaptation de l'exploration à la nature du substrat comme à l'abondance du silex. La quantification de l'usure de l'outillage a vite été abandonnée, car elle dépend énormément de la gestuelle mise en œuvre. Pour la redécouvrir, il nous faudrait les résultats de l'étude typologique et, surtout, tracéologique du mobilier archéologique. Des investigations plus longues seraient alors nécessaires pour obtenir des données chiffrées. La seule approche de ce type, tant quantitative que qualitative, a récemment été menée par une équipe du programme de recherches sur le Néolithique des Yvelines (Bostyn *et al.*, 2005).



### L'outillage

La préparation de cet outillage a été faite sans les contraintes de l'expérimentation (fig. 274, 275), avec des techniques et un outillage moderne, mais avec des matériaux identiques à ceux retrouvés sur les sites néolithiques. Un des soucis principaux est de travailler avec des outils efficaces (matériaux secs mais non cassants, emmanchements résistants...). L'expérience et le savoir-faire acquis par l'un d'entre nous ont contribué à l'efficacité de l'outillage préparé.

La morphologie de l'outillage, spécialement celui en bois de cerf, est guidée par la typologie du préhistorien. Les libertés sont plus grandes, voire totales, en ce qui concerne les instruments en bois végétal car l'observation de ce type de matériau sur des minières de silex est très rare (Desloges, 1986). Nous avons envisagé, réalisé et utilisé quelques instruments copiant l'outillage en bois de cerf (piochon) ou des exemples ethnographiques (bâton à fouir/sillonner, marteau et burin de bois) (Leroi-Gourhan, 1943, Pétrequin et Pétrequin, 2006).

Nous avons choisi de simplifier au maximum leur façonnage : par exemple, les barres à mine en bois ne sont pas durcies au feu. Mais nous avons aussi testé des outils dont l'usage n'est attesté ni à Ri ni, à notre connaissance, sur une autre minière à silex : un piochon composite en bois végétal, des outils sur os ou bois végétal (si l'os aurait dû se conserver, cela n'est pas le cas du bois).

Ce sont surtout des bois de muse de grands cerfs qui ont été utilisés après un séchage lent dans de bonnes conditions. De fait, le matériel spongieux a gardé sa structure ainsi que sa cohésion et les couleurs étaient encore bien marquées, malgré un ramassage des bois depuis quelques années. Ces bois de muse ont simplement été débités pour l'instrumentation suivante : piochon formé de l'andouiller basilair et du merrain A (N=3); piochon formé de l'andouiller central et du merrain B (N=1); piochon façonné avec deux épous de l'empaumure (N=2); barre à mine/pieu constitué d'un andouiller basilair et d'un petit tronçon de merrain (N=1).

L'outillage en bois végétal est, pour l'essentiel, confectionné dans du buis lentement séché<sup>1</sup>.

Les parties actives ont été aménagées alors que les zones de préhension sont restées quasiment brutes (régularisation sommaire et rapide du volume des nœuds). Seul un marteau/percuteur, utilisé par ailleurs pour le débitage du silex, est un cylindre régulier. L'outillage en bois végétal comprenait : un piochon constitué de deux branches sélectionnées pour l'angulation qu'elles déterminent (N=1) et dont la branche la plus courte a été appointée<sup>2</sup>; un piochon composite (pointe massive en buis placée en butée et ligaturée sur un manche en bois indéterminé (N=1); une barre à mine/pieu court environ 80 cm de long pour 3 à 4 cm de diamètre et 0,7 kg, appointé à l'une des extrémités (N=1); une couple marteau (350 g et 30 cm de long) et « burin » en buis (31 cm de long sur 3,5 cm de diamètre, appointé à une extrémité); un lourd marteau en buis, à partir d'une loupe accrochée à une branche (1,5 kg et 37 cm de long).

.....

1. D'autres essences de nature indéterminée ont été exploitées, mais un séchage trop rapide a causé la fracturation d'une des pièces.
2. Cet outil, qui s'est fendu après une courte utilisation a par la suite été employé comme crochet pour remonter les seaux chargés de déblais.

Nous avons limité l'outillage sur os à deux outils tirés du squelette de bovidé : une pelle sur omoplate (trop) sèche, utilisée sans aménagement; un racloir/grattoir sur une côte fraîche utilisée après sciage des deux extrémités.

### Le puits n° 1

Le démarrage du creusement depuis la surface du labour moderne (fig. 276) s'est avéré difficile en raison d'une induration provoquée d'abord, en surface, par le passage d'un engin mécanique puis, plus en profondeur, par des phénomènes géomorphologiques (enchevêtrement dû au gel de plaquettes calcaires dans un limon argileux orangé). Les matériaux rencontrés sont d'abord un limon meuble, chargé en éléments calcaires et siliceux, épais d'environ 40 cm, puis un limon argileux compact, emballant des éléments calcaires, et nappant le substrat carbonaté sur une vingtaine de centimètres de puissance.

Les piochons en bois de cerf ont été utilisés en percussion posée linéaire avec parfois une pression de la main libre sur la partie active ou à la jonction andouiller/merrain, et comme leviers. La percussion lancée, en utilisant l'andouiller pour le creusement du limon ou la base de la meule, a servi pour déchausser les dalles calcaires. Les utilisations en percussion et flexion mettent à rude épreuve les outils qui risquent la cassure par flexion ou le détachement répété d'éclats sur les parties actives. Il faut trouver un équilibre entre le détournement des plaquettes ainsi que des zones massives et leur abattage par pression ou percussion. Une autre solution réside dans l'utilisation du marteau en buis ou d'une masse en pierre. Plus solide et plus pesant, cet outillage est destiné à un usage en percussion lancée. La manipulation à deux mains des outils donne de l'assurance et de la force au mouvement. À cette étape du travail, l'usage des barres à mine en buis et en bois de cerf est également très efficace en percussion lancée (abattage) ou posée (grattage ou pression en levier). On a été confronté à deux écueils : lors d'un usage en flexion, une écharde importante s'est détachée de la pointe d'un épieu en bois, qu'il a fallu réaffûter; lors de l'usage en percussion posée du piochon en bois végétal, l'outil s'est fendu et est devenu inutilisable. Nous avons privilégié le travail en percussion posée, en position agenouillée ou accroupie, où l'effort engage efficacement les bras et le buste. La percussion lancée ne s'avère pas plus efficace : l'outil rencontre souvent des blocs de calcaire sur lesquels il rebondit; la position fléchie, jambes tendues et dos plié, est inconfortable notamment car les manches des outils utilisés sont trop courts.

Le travail s'est effectué en relais : pendant que l'un creuse l'autre évacue les déblais. Environ 2h30 ont été nécessaires pour éliminer les horizons superficiels sur une surface d'1,30 à 1,40 m de diamètre et une profondeur d'environ 60 cm. Outre les passées indurées, la difficulté réside dans l'abondance des déblais à évacuer. Une toile placée entre les genoux du carrier et l'outil en mouvement, reçoit les déblais. On évacue, par lancer, les éléments les plus gros (dalles calcaires, amas de sédiments indurés) et il ne reste plus qu'à prendre la toile par ses quatre coins pour la refermer, la soulever et la lancer sur le tas de déblais. Cette manière de faire est très efficace.

La présence d'un couvert végétal préexistant ajoute une contrainte à l'exploitation minière que l'expérimentation n'a pas rencontrée.

Le creusement des horizons superficiels doit être plus difficile en présence de racines (compactage des horizons limoneux et imbrication avec les plaquettes calcaires). Même après un brûlis, ces dernières ne peuvent être sectionnées que par l'usage d'instruments coupants (silex, calcaire...).

### Le puits n° 2

Le premier niveau de plaquettes n'a pas toujours été facile à dégager en raison de la présence d'un limon argileux faisant lien et de la structuration en épis de dalles. Il a fallu les détourner avec l'extrémité d'un piochon en bois de cerf et les déchausser en percussion lancée au moyen du même piochon ou d'un marteau en bois (comme de tout autre objet percutant). L'utilisation de ce dernier permet d'économiser les autres outils, car le risque de fracturation est faible. De plus son poids est, par rapport à celui d'un piochon en bois de cerf, plus adapté à ce type de travail. La percussion lancée avec le piochon en bois de cerf n'est ici guère efficace car l'outil rebondit sur les blocs de calcaires. Le risque d'abîmer la partie active, voire l'outil en entier, est encore plus important que lors du travail dans les limons meubles sus-jacents. En outre, l'opérateur encaisse toutes les vibrations liées au choc de la percussion, ce qui génère une fatigue supplémentaire.

Ces quelques décimètres difficiles passés, la progression est beaucoup plus rapide dans 50 cm de sable puis de plaquettes calcaires pas ou peu indurées. La percussion posée linéaire avec une main appuyant sur la meule du piochon est très efficace, de même que l'attaque au pieu en buis ou en bois de cerf (fig. 277). Le problème est plus dans l'évacuation des déblais. Plus il progresse, plus l'expérimentateur doit produire d'efforts pour propulser ses déblais depuis le fond du creusement jusqu'à une zone relativement éloignée du puits, pour éviter qu'ils n'y retombent. C'est le travail en tandem qui est ici encore des plus efficaces.

Le niveau de plaquettes indurées ralentit le creusement. Cependant, les diaclases ouvertes par le gel et d'autres phénomènes géomorphologiques constituent autant de zones de faiblesse et d'attaque. Le piochon en bois de cerf permet de détourner les éléments et de les faire bouger en faisant levier (avec risque de briser l'outil) ou en les tapotant. Ces deux dernières actions sont également possibles avec le pieu en buis, la force étant démultipliée par la longueur du « bras ». La percussion lancée n'est, avec l'outillage utilisé ici, d'aucune utilité. Les dalles les plus grandes sont lancées depuis le fond du puits. Les plus petites sont évacuées par portage; l'usage d'un contenant en vannerie n'est pas efficace car il s'abîme très vite. Nous l'avons remplacé par des seaux en plastique. Le recours à un contenant semi-rigide est sans doute la bonne solution, car l'objet conserve un certain volume et l'élasticité de ses parois encaisse les chocs lors du transport.

Juste avant la principale passée de dalles, vers 1,30-1,50 m de profondeur des rognons de silex sont présents. Ils sont dégagés comme les dalles par détournement et percussion (fig. 279). Ces quelques rognons sont de petites dimensions et de mauvaise qualité. La silicification n'est pas toujours fine, ni homogène et la gélification prononcée.

En se relayant, à deux, environ 3h30 de travail ont permis de traverser 1,30 m de substrat carbonaté et d'atteindre une profondeur totale de 1,80 cm par rapport à la surface actuelle.

### Les creusements en cloche et en galerie

La présence des silex nous a décidés d'exploiter le « filon ». On commence un creusement en cloche puis en galerie à une altitude équivalente à celle de l'apparition des rognons. Ces derniers étant situés au sommet et à l'intérieur de la passée de dalles calcaires, celle-ci a été attaquée de front.

Par rapport au creusement à la verticale, le creusement de la cloche est plus long. La progression est plus ou moins rapide en fonction de l'état de fracturation des dalles. Elles bougent mais restent solides. Le démontage est efficace en attaquant ce niveau de dalle par le dessus et le dessous (fig. 280), il ne reste plus alors qu'à l'abattre en percussion.

L'élargissement de l'espace permet de travailler à deux au fond du puits. Pour l'évacuation des déchets, nous avons choisi un système pour sa facilité: la personne dans le puits passe le crochet sous l'anse du seau et aide à la propulsion de ce dernier. À la surface, une autre remonte le seau en tirant sur la corde. Une telle combinaison limite, au fond du puits, des déplacements rendus malgré tout difficiles par l'exiguïté des lieux. En surface, l'existence de systèmes facilitant la remontée des stériles peut être envisagée. L'élargissement de la cloche a duré pendant environ 2 h, sans pour autant dégager un nombre conséquent de rognons de silex, confirmant que nous sommes là dans une zone pauvre du gisement.

Le prolongement de la cloche en galerie est vite devenu malaisé en raison de l'exiguïté des lieux (fig. 280). Les carriers, lors de longues séquences d'exploitation, avaient-ils des systèmes de protection des avant-bras, coudes et genoux? La poussière due aux effondrements sableux ajoute à l'inconfort. La pénibilité de l'opération est renforcée par le fait qu'il est nécessaire d'abattre pour l'essentiel de front tout le banc de dalles de calcaire pour rencontrer les silex. Pour ne pas abîmer les outils et pour ménager les efforts, les dalles sont détournées au piochon en bois de cerf. L'outil permet aussi de creuser le sable au-dessus du niveau de dalle et en dessous afin de les saper. Manipulé de droite à gauche ou de gauche à droite dans un mouvement semi-circulaire qui plonge en fin de course à proximité de la partie basse des parois, le piochon laisse des traces plus ou moins allongées et profondes. Le burin en buis et le marteau permettent, en percussion indirecte, d'écarter les dalles. En percussion lancée, le marteau ou tout autre objet ébranle les dalles. Ôter un élément de seulement quelques centimètres conduit parfois à enlever plusieurs dalles décimétriques.

Le travail à deux personnes est, à nouveau, plus efficace pour évacuer les déblais. Il est possible, pour le creusement de galerie très longue d'envisager l'utilisation de « traîneaux de peau » chargés avec les stériles et tirés par une corde. Notons que dans les puits néolithiques une partie des stériles n'est pas remontée à la surface, mais reste dans le puits ou est placée dans des galeries non utilisées. Plus de 4 h de travail ont permis à une personne seule d'ouvrir une galerie d'1,50 m de long pour environ 70 cm de diamètre (un travail en duo aurait écourté ce temps de travail). Un seul rognon de silex y a été découvert.

### Bilan

Après 20 h de travail, à deux personnes, étalées sur 5 jours et un creusement profond d'1,80 m pour 1,30 m à 1,80 m de diamètre (fig. 281), auquel s'ajoute une galerie longue d'1,5 m, force est de constater la faiblesse du rendement du puits, essentiellement en raison de la très faible densité de rognons de silex. Sept blocs pour un poids d'environ 20 kg ont été extraits d'un puits faisant un volume d'environ 3,5 m<sup>3</sup>. Pour le reste, l'expérimentation est une réussite : face au temps passé, la masse de déblais évacuée et le volume des creusements sont conséquents, l'outillage mis en œuvre s'est révélé adapté et le travail à deux semble la solution pertinente à l'évacuation des déblais. L'efficacité de la gestion des volumes des creusements ne peut être clairement établie : l'exploitation n'a pas été aussi développée que celle des puits néolithiques à cause de contraintes autres que celles de l'exploitation des rognons.

Les paramètres qui influent sur le rythme du creusement ne peuvent être tous quantifiés ; certains car ils ne sont pas maîtrisables (conditions climatiques, état des formations superficielles, nature des faciès carbonatés rencontrés). Il est sûr que les bancs de plaquettes calcaires et la densité des rognons déterminent la morphologie des excavations, voire la localisation des puits. D'autres contraintes découlent du choix établi dans les modes d'exploitation. En ce domaine, l'évacuation et le stockage des déblais (en puits ou en surface) ont une importance cruciale, car très rapidement l'encombrement de l'espace gêne l'ouverture de nouveaux puits. Enfin, des facteurs sont liés au carrier lui-même : sa motivation et sa force physique, ses savoir-faire en matière de gestion de l'exploitation mais aussi de fabrication et de manipulation des outils (appuis et postures). Une mauvaise utilisation conduit très rapidement à détériorer les instruments.

Il ressort que l'utilisation de l'outillage en bois de cerf comme en bois végétal met plutôt en jeu la percussion posée ou indirecte. La percussion lancée s'avérant traumatisante pour l'outil et pour l'utilisateur, sans pour autant fournir un rendement plus élevé, elle nous semble plutôt réservée à un outillage en silex. Le poids du

matériau est un critère d'efficacité : les marteaux en bois, de par leur masse, nous ont servi au déchaussage des dalles calcaires. Étant donné l'exiguïté des galeries néolithiques de Ri, nous ne pouvons envisager un usage à la volée des piochons en bois de cerf ou de tout autre outil. Le recours au levier – formé d'un piochon en bois de cerf ou d'un couple pieu en bois et cale formant l'axe du système – s'est révélé tout à fait efficace, même s'il faut en user avec retenue pour ne pas briser les outils. L'emploi de barres à mine courtes en bois végétal est ici tout indiqué. Rapides et simples à réaliser, elles sont bien adaptées à l'exiguïté du puits et permettent une prise à deux mains, un travail à quelque distance du front de taille ou encore un usage comme burin en percussion indirecte.

L'usure de l'outillage n'apparaît guère conséquente. Les extrémités des outils en bois de cerfs sont très peu modifiées (petit éclat détaché par flexion sur la pointe de la barre à mine sur andouiller). Un poli d'usure est apparu sur des parties préhensiles. Les pointes des outils en bois végétal souffrent plus (écharde, écrasement) et doivent être réaffûtées. Nous avons très peu utilisé l'os mais lorsqu'il est sec, il se désagrège vite ; l'utilisation de la pelle sur omoplate a vite été stoppée pour cette raison. La préparation des outillages – sélection et conservation des supports, façonnage et réalisation des emmanchements – est sans doute une étape cruciale. Un seul type d'outil, le piochon en bois de cerf, s'adapte à tous les matériaux rencontrés, à condition d'avoir l'usage adéquat. Le plus grand risque est celui de la cassure par flexion. L'utilisation en percussion lancée est également dommageable pour les parties actives des outils en bois de cerf, comme pour l'intégrité de l'outillage en bois végétal. Sa mise en pratique a été vite limitée par la fatigue qu'elle engendre à l'expérimentateur déjà éprouvé par la posture et la gestuelle. Les creusements de la chambre d'accès et de la cloche ne sont guère éprouvants, mais l'exercice devient plus arasant dans la galerie.

Dans le cadre de l'expérimentation, l'éclairage naturel et la luminosité de la roche se sont révélés suffisants, même au fond de la galerie. Dans des puits très profonds ou des galeries très longues (jusqu'à 7 m sur la fouille), il pouvait évidemment en être autrement.

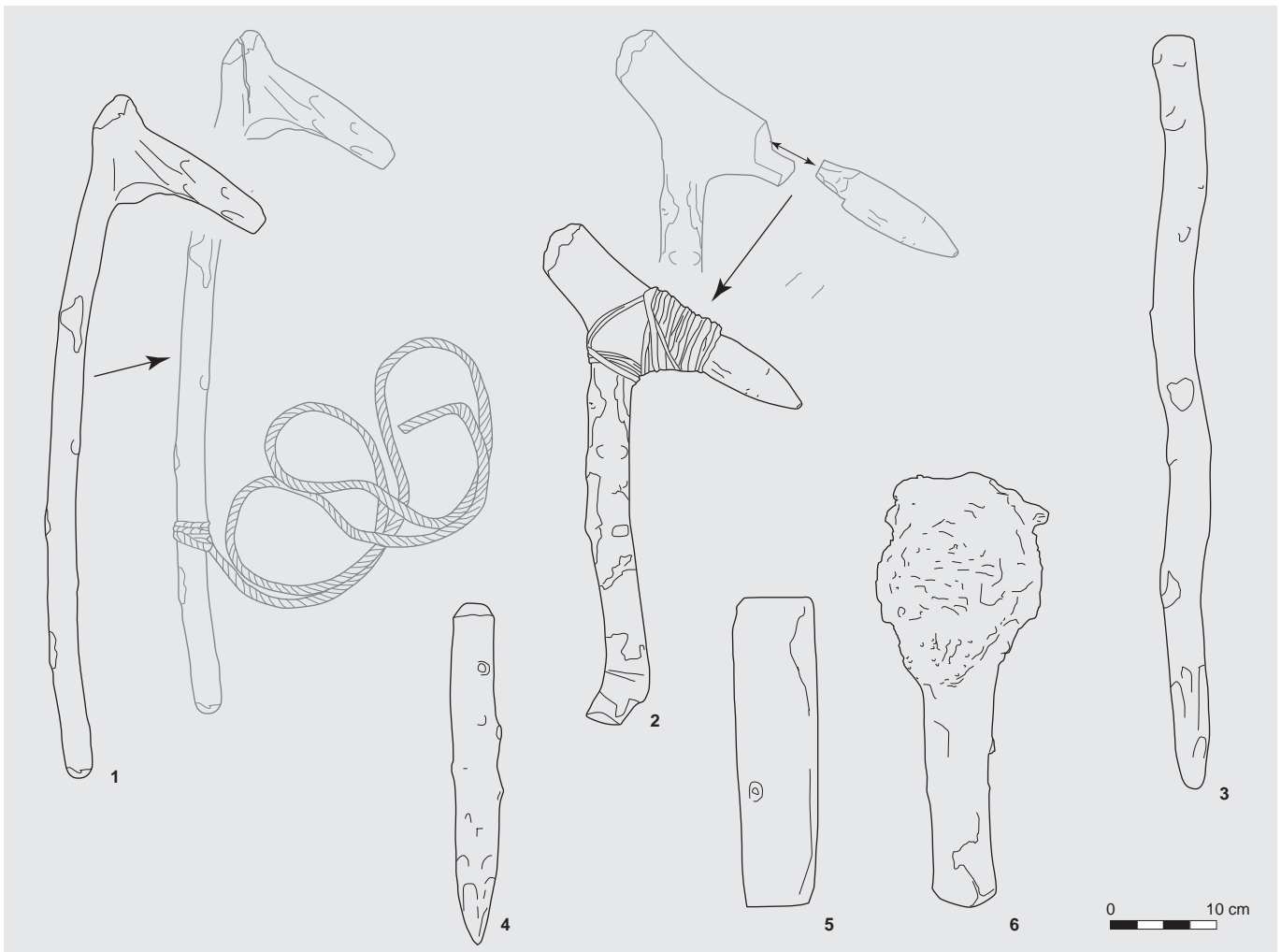


Fig. 274. Outils expérimentaux réalisés en bois (dessin N. Fromont).

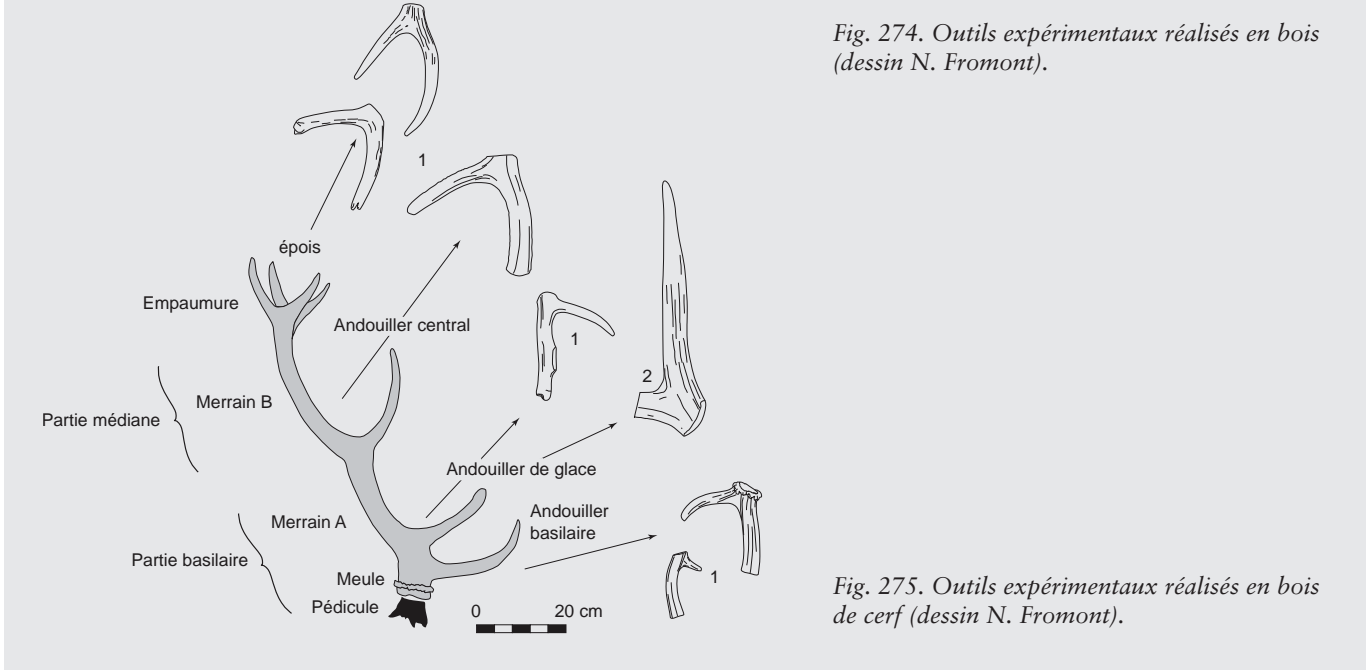


Fig. 275. Outils expérimentaux réalisés en bois de cerf (dessin N. Fromont).





276



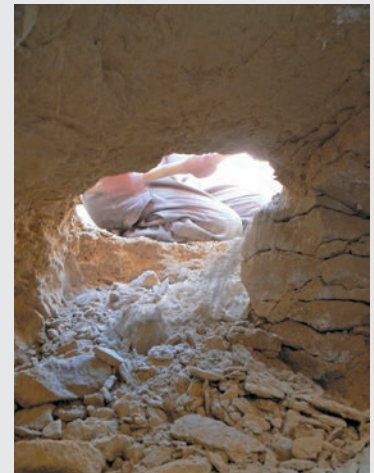
277



278



279



280



281

Fig. 276. Le puits expérimental n°2 en début d'exploitation. Creusement dans les limons superficiels (crédits N. Fromont, Inrap).

Fig. 277. Le puits expérimental n°2 en cours d'exploitation. Creusement dans le calcaire pulvérulent avec un pieu en buis (crédits N. Fromont, Inrap).

Fig. 278. Le puits expérimental n°1 au niveau de l'exploitation des sphéroïdes de silex (crédits E. Gallouin, Inrap).

Fig. 279. Le puits expérimental n°1 ; dégagement d'une boule de silex au piochon en bois de cerf (crédits N. Fromont, Inrap).

Fig. 280. Jonction des puits expérimentaux 1 et 2 par une galerie (crédits N. Fromont, Inrap).

Fig. 281. Le puits n°1 en fin d'exploitation avec sa chambre et son profil en cloche (crédits N. Fromont, Inrap).

## Conclusion

La minière de Ri a été fouillée sur une surface de presque deux hectares, ce qui ne constitue qu'une fraction limitée de la minière qui s'étend sur près de 25 hectares. Néanmoins, les 550 puits mis en évidence et fouillés dans leur grande majorité ont permis d'appréhender son fonctionnement durant une des périodes d'exploitation. Les datations absolues obtenues sur ce transect laissent présumer comme pour les autres minières une durée d'utilisation plus large. Les différentes approches expérimentales ont par ailleurs permis en parallèle des travaux de fouille et de postfouille de comprendre différents gestes liés au fonctionnement de la minière. Les résultats tiennent en quelques points.

Le nombre de puits importants (5 000/7 000 estimés sur la totalité de la minière) suggère le creusement de plus d'une dizaine de puits par an. Leur réalisation par plusieurs communautés distinctes est proposée à partir des résultats de la prospection qui signale des ébauches de haches dans un rayon de cinq kilomètres autour du site. Compte tenu des facilités de creusement dans le substrat de Ri, un puits expérimental de taille moyenne nécessite environ quatre jours de travail pour une équipe de deux/trois personnes. Seuls les grands et très grands puits nécessitaient probablement des équipes plus nombreuses.

Le silex ne semble pas avoir fait l'objet d'un débitage massif sur place (de l'ordre de 10 ou 20 % ?); le reste devait être emporté vers les habitats, voire éventuellement des secteurs d'ateliers intermédiaires. De même que le silex, les outils en bois de cerf n'ont pas fait l'objet d'un abandon massif sur place. Pour les petits et moyens puits, ces outils sont peu fréquents et consistent souvent en pièces brisées ou perdues. Seuls les grands et très grands puits ont fait l'objet de rejets importants. L'outillage en silex se limite à des éclats retouchés/mâchurés, utilisés semble-t-il dans le cadre de l'exploitation (affûtage et débitage des outils en bois/bois de cerf).

Les estimations de production ne permettent pas de déterminer le nombre de haches produites par an. Elles ne sauraient être inférieures à plusieurs centaines d'exemplaires (les très grands puits permettent la réalisation de plus de 150 haches chacun). En tout état de cause, si les datations très serrées devaient se retrouver sur l'ensemble de la minière de Ri (durée de la mine principale: 250 ans), il faudrait envisager une production pouvant atteindre 3 000 exemplaires par an ! La question de la spécialisation résultant de cet artisanat de fabrication de haches ne trouve pas de réponse sur un site comme Ri. Il est évident que le façonnage de préformes suffisamment bien finies (pour réduire le temps de polissage) est un travail que tous ne peuvent pas réaliser, mais un partage des tâches principales dans l'ensemble d'une communauté (exploitation/acheminement/façonnage/polissage) est possible sans que l'on ait besoin de recourir à des spécialistes permanents. Le contraire est également vrai et rien n'empêche que quelques familles d'artisans spécialisés occupent ces fonctions de manière permanente. Par ailleurs, l'absence de mobilier domestique sur le site (outils en silex « domestiques », céramique...) témoignerait d'une activité journalière impliquant un aller-retour quotidien entre la mine et l'habitat.

Si bien des questions demeurent en suspens, l'étude du site apporte une expérience supplémentaire pour enrichir la problématique de l'extraction et la production de lames de hache au Néolithique. Elle essaie d'apporter par l'ensemble de ces données un éclairage sur ce type de site, composant essentiel de l'économie néolithique.

# Bibliographie

- Allard 2002: Allard (P.). *Matières premières, technologie lithique et identité culturelle des populations rubanées du nord-est de la France et de la Belgique*. Thèse de doctorat, Université de Paris I, 2002, 2 vol., 401 p.
- Anderson-Gerfaud 1981: Anderson-Gerfaud (P.). *Contribution méthodologique à l'analyse des microtraces d'utilisation sur les outils préhistoriques*. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux I, 1981, 314 p.
- Arbogast *et al.* 1991: Arbogast (R.-M.), Hachem (L.), Tresset (A.). Le Chasséen du nord de la France: les données archéozoologiques. *In*: Beeching (A.) dir. *Identité du Chasséen*, Actes du colloque international de Nemours, 17-18-19 mai 1989. Besançon: Mémoires du musée de Préhistoire d'Île-de-France, 1991, n°4, p. 351-368.
- Augereau 1995: Augereau (A.). Les ateliers de fabrication de haches de la minière du «Grand Bois Marot» à Villemaur-sur-Vanne (Aube). *In*: Pelegrin (J.), Richard (A.) dir. *Les mines de silex au Néolithique en Europe: avancées récentes*, Actes de la table ronde internationale de Vesoul, 18-19 octobre 1991. Paris: éditions du CTHS, 1995, p. 145-158.
- Augereau 2005: Augereau (A.). *L'industrie du silex du V<sup>e</sup> au IV<sup>e</sup> millénaire dans le sud-est du Bassin parisien: Rubané, Villeneuve-Saint-Germain, Cerny et groupe de Noyen*, Paris: éditions de la Maison des Sciences de l'Homme, 2005 (DAF; 97), 224 p.
- Bailloud 1964: Bailloud (G.). Le Néolithique dans le Bassin parisien. Paris: éditions du CNRS, *Gallia Préhistoire*, n°2, 1964, 392 p.
- Barone 1976: Barone (R.). *Anatomie comparée des mammifères domestiques*, Paris: Vigot, 1976, tome 1, 737 p.
- Bernard-Guelle *et al.* 2011: Bernard-Guelle (S.), Hauzeur (A.), Naton (H.-G.), Collin (J.-P.), Fernandes (P.), Pipoule (M.), Roux (L.), Salavert (A.). *Une minière néolithique à Mesnil-Saint-Loup «Les Vieilles Vignes», Champagne-Ardenne, Aube*. Rapport final de fouille, préventive, Service régional de l'Archéologie de Champagne-Ardenne, Villard-de-Lans, 2011, 438 p.
- Billamboz 1977: Billamboz (A.). L'industrie du bois de cerf en Franche-Comté au Néolithique et au début de l'âge du Bronze. Paris: éditions du CNRS, *Gallia Préhistoire*, n°20, Fascicule 1, 1977, p. 7 à 176.
- Billamboz 1979: Billamboz (A.). Les vestiges en bois de cervidés dans les gisements de l'époque holocène. Essai d'identification de la ramure et de ses composantes par l'étude technologique et l'interprétation paléo-ethnologique. *In*: *L'industrie en os et bois de cervidé durant le Néolithique et l'âge des Métaux, Actes de la première Réunion du groupe de travail n°3 sur l'industrie de l'os préhistorique*, Aix-en-Provence, 1978. Paris: éditions du CNRS, 1979, p. 93-129.
- Billard *et al.* 2014: Billard (C.), Charraud (F.), Ganne (A.), Germain-Vallée (C.), Ghesquière (E.), Hulin (G.), Jude (F.), Leroyer (C.), Marcigny (C.), Marcoux (N.). Données préliminaires sur les structures internes de l'enceinte de Goulet «Le Mont» (Orne). *In*: Joussaume (R.), Large (J.-M.), Cordon (S.), Le Meur (N.), Tortuyaux (J.-P.) dir. *Enceintes néolithiques de l'ouest de la France de la Seine à la Gironde*, Actes du colloque CrabeNéo, Les-Lucs-sur-Boulogne, 20-21 septembre 2012. Chauvigny: A.P.C., Mémoire XLVIII, 2014, p. 51-62.
- Binder *et al.* 1990: Binder (D.), Perlès (C.), Inizan (M.-L.), Lechevallier (M.). Stratégies de gestion des outillages lithiques au Néolithique, *PALÉO*, n°2, 1990, p. 257-283.
- Boguszewski 1992: Boguszewski (A.). Les outils en bois de cerf de la mine néolithique de silex à Sèvres (Hauts-de-Seine). *In*: Pelegrin (J.), Richard (A.) dir. *Les mines de silex au Néolithique en Europe: avancées récentes*, Actes de la table ronde internationale de Vesoul, 18-19 octobre 1991. Paris: éditions du CTHS, 1995, p. 107-113.
- Bonnet, Klein 1991: Bonnet (G.), Klein (F.). *Le cerf*. Collection Faune Sauvage, Paris: Hatier, 1991, 261 p.
- Bostyn 1994: Bostyn (F.). *Caractérisation des productions et de la diffusion des industries lithiques du groupe néolithique de Villeneuve-Saint-Germain*. Thèse de doctorat, Université de Paris X, 1994, 745 p.
- Bostyn, Lanchon 1992: Bostyn (F.), Lanchon (Y.) dir. *Jablins, Le Haut Château (Seine-et-Marne): une minière de silex au Néolithique*. Paris: éditions de la Maison des Sciences de l'Homme, 1992, 446 p. (DAF; 35).
- Bostyn *et al.* 2005: Bostyn (F.), Cayol (N.), Giligny (F.), Lo Carmine (A.), Maigrot (Y.). *Creusement expérimental d'un puits d'extraction de silex sur la minière de Flins-sur-Seine (Yvelines)*, Les Mureaux: Association L'Homme retrouvé, Mémoires et travaux du Paléoscope n°1, 2005, 102 p.
- Bostyn *et al.* 2014: Bostyn (F.), Collet (H.), Ghesquière (E.), Hauzer (A.), de Labriffe (P.-A.), Marcigny (C.). Vingt-cinq ans de fouilles de minières à silex: retour sur expériences. *In*: Sénépart (I.), Billard (C.), Bostyn (F.), Praud (I.), Thirault (E.) dir. *Méthodologie des recherches de terrain sur la Préhistoire récente en France, nouveaux acquis, nouveaux outils, 1987-2012*. Actes des premières rencontres Nord/Sud de Préhistoire récente, Marseille, 23-25 mai 2012. Toulouse: éditions Archives d'écologie préhistorique, 2014, p. 187-202.



- Brounen, Ploegaert 1992: Brounen (F.T.S.), Ploegaert (P.). A Tale of the Unexpected: Neolithic shaft mines at Valkenburg aan de Geul (Limburg, the Netherlands). *Analecta Praehistorica Ledensia*, Leiden University Press, n° 25, 1992, p. 189-223.
- Calley 1986: Calley (S.). *Technologie du débitage à Mureybet, Syrie, 9<sup>e</sup>-8<sup>e</sup> millénaire*, Oxford: BAR International Series 312, 1986, 468 p.
- Campy, Macaire 2003: Campy (M.), Macaire (J.-J.). *Géologie de la surface: érosion, transfert et stockage dans les environnements continentaux*. Paris: éditions Dunod, 2<sup>e</sup> édition, 2003, 440 p.
- Capote *et al.* 2008: Capote (M.), Castaneda (N.), Consuegra (S.), Criado (C.), Dias-Del-Rio (P.). Flint Mining in Early Neolithic Iberia: a preliminary report on "Casa Montero" (Madrid, Spain). In: Allard (P.), Bostyn (F.), Giligny (F.), Lech (J.) dir. *12<sup>th</sup> Annual EAA meeting, Cracow 2006 - Flint Mining in Prehistoric Europe: interpreting the archaeological records*. Oxford: BAR International Series 1891, 2008, p. 123-137.
- Caspar 1988: Caspar (J.-P.) *Contribution à la tracéologie de l'industrie lithique du Néolithique ancien dans l'Europe nord-occidentale*, thèse de doctorat de l'université catholique de Louvain, 1988, 2 vol., 194 p., 75 fig., 20 tabl.
- Cauvin 1964: Cauvin (M.-C.). Les industries macrolithiques récentes à la lumière des dernières découvertes. *L'anthropologie*, n° 68, 1964, p. 194-199.
- Chancerel, Billard 1991: Chancerel (A.), Billard (C.). Le Chasséen en Normandie. In: *Identité du Chasséen*, Actes du colloque international de Nemours, 1989. Nemours: Mémoires du musée de Préhistoire d'Île-de-France, n° 4, 1991, p. 165-173.
- Chancerel *et al.* 2006: Chancerel (A.), Marcigny (C.), Ghesquière (E.). L'occupation du Néolithique moyen II de la ZI sud (Mondeville, Grentheville). In: Chancerel (A.), Marcigny (C.), Ghesquière (E.) dir. *Le plateau de Mondeville (Calvados), du Néolithique à l'âge du Bronze*, Paris: éditions de la Maison des Sciences de l'Homme, 2006, p. 55-92 (DAF; 99).
- Charraud 2013: Charraud (F.). *Espaces interculturels et évolution des systèmes techniques au Néolithique dans le nord-ouest de la France. Productions, usages et circulation des outillages en silex jurassiques de Normandie*. Thèse de doctorat, Université Nice-Sophia-Antipolis, 2013, 2 vol., 480 et 538 p.
- Charraud 2014: Charraud (F.). Soumont-Saint-Quentin (Calvados) « La Mine »: nouveaux témoins d'extraction néolithique du silex bathonien. *Revue archéologique de l'Ouest*, n° 31, 2014, p. 15-23.
- Charraud 2015: Charraud (F.). Exploitation minière et gestion des lames en silex du Cinglais au Néolithique ancien: de la minière d'Espins (Calvados) « Foupendant » aux habitats du nord-ouest de la France. *Bulletin de la Société préhistorique française*, tome 102, n° 2, 2015, p. 317-338.
- Cheynier 1952: Cheynier (A.). Trivaux. Le premier village néolithique de Meudon. Hommage à André Laville, son fouilleur principal. *Bulletin de la Société préhistorique française*, n° 3/4, 1952, p. 131 à 145.
- Clutton-Brock 1984: Clutton-Brock (J.). *Neolithic Antler Picks from Grime's Graves, Norfolk, and Durrington Walls, Wiltshire: a biometrical analysis. Excavations at Grime's Graves Norfolk 1972-1976*. London: British Museum Press, Fascicule 1, 1984, 55 p.
- Clutton-Brock, Dennis-Bryan 1990: Clutton-Brock (J.), Dennis-Bryan (K.). Osteology of the Soay Sheep. *Bulletin of the British Museum Natural History (Zoology)*, n° 56, 1990, p. 1-56.
- Collet *et al.* 1997: Collet (H.), Deramaix (I.), Sartieaux (P.), Vander Linden (M.). Fouille préventive de puits d'extraction de silex à Petit-Spiennes (Hainaut). Bruxelles: *Notae Praehistoricae*, n° 17, 1997, p. 203-212.
- Collet *et al.* 2006: Collet (H.), Hubert (F.), Robert (C.), Joris (J.-P.). The flint mines of Petit-Spiennes (province of Hainaut, Belgium): an update. *Stone Age - Mining Age. Der Anschnitt, Beiheft 19*, 2006, p. 67-71.
- Coutard 1998: Coutard (S.) *Panorama des silex jurassiques bas-normands. Essai de caractérisation et répartition*, mémoire de maîtrise de l'université de Caen, département de géologie, 1998, 83 p.
- Crigel *et al.* 2001: Crigel (M.-H.), Balligand (M.), Heinen (E.). Les bois de cerf: revue de littérature scientifique, *Annales de médecine vétérinaire*. Liège: Université de Liège, n° 145, 2001, p. 25 à 38.
- Desloges 1986: Desloges (J.). Fougilles de mines à silex sur le site néolithique de Bretteville-le-Rabet (Calvados). In: Actes du X<sup>e</sup> colloque sur le Néolithique, Caen, 1983. Rennes: 1<sup>er</sup> supplément à la *Revue archéologique de l'Ouest*, 1986, p. 73-101.
- Desloges 1990: Desloges (J.). *L'extraction minière du silex au Néolithique et l'exemple de Bretteville-le-Rabet (Calvados)*. Toulouse: diplôme de l'EHESS, 1990, polycopié, 198 p.
- Desloges 1999: Desloges (J.). Une mine de silex au Néolithique, l'exemple de Bretteville-le-Rabet. In: San Juan (G.), Maneuvrier (J.) dir. *L'exploitation ancienne des roches dans le Calvados, Histoire et Archéologie*. Caen: Conseil général du Calvados, Service départemental d'Archéologie, 1999, p. 52-77.
- Desloges, Ghesquière 2007: Desloges (J.), Ghesquière (E.). La production des lames en silex. In: Marcigny (C.), Ghesquière (E.), Desloges (J.) dir. *La hache et la meule, les premiers paysans du Néolithique en Normandie (6000-2000 avant notre ère)*, Le Havre: éditions du Muséum du Havre, 2007, 67 p.
- Desloges *et al.* 2010: Desloges (J.), Ghesquière (E.), Marcigny (C.). La minière néolithique ancien/moyen I des Longrais à Soumont-Saint-Quentin (Calvados). *Revue archéologique de l'Ouest*, n° 27, 2010, p. 21-38.
- Doranlo 1926: Doranlo (R.). *L'archéologie antique en Normandie des origines au X<sup>e</sup> siècle. Étude bibliographique et critique sur le mouvement archéologique en Normandie pendant la période 1824-1924*. Caen: Société d'impression de Basse-Normandie, 287 p.
- Driesch 1976: Driesch (A. von den). *A Guide to the Measurement of Animal Bones from Archaeological Sites*. Cambridge: Peabody Museum 1, Harvard University, 1976, 148 p.
- Dron *et al.* 2010: Dron (J.-L.), Germain-Vallée (C.), Clément-Sauleau (S.), Gâche (D.), Charraud (F.), Fromont (N.). La Bruyère du Hamel à Condé-sur-Ifs (Calvados). Un site entre Néolithique ancien et Néolithique moyen. In: Billard (C.), Legris (M.) dir.



- Premiers Néolithiques de l'Ouest. Cultures, réseaux, échanges des premières sociétés néolithiques à leur expansion.* Colloque interrégional sur le Néolithique, Le Havre, 9-10 novembre 2007. Rennes: Presses universitaires de Rennes, 2010, p. 163-179.
- Dupuis *et al.* 2006: Dupuis (C.), Giazon (D.), Giazon (S.). Prospection diachronique dans la vallée du Laizon. In: Juhel (V.) dir. *Archéologie et prospection en Basse-Normandie*, Caen: Mémoires de la Société des antiquaires de Normandie, tome 38, p. 204-208.
- Edeine 1961: Edeine (B.). Puits néolithiques d'extraction du silex dans le Calvados. *Bulletin de la Société préhistorique française*, tome 58, 1961, p. 467-470.
- Edeine 1963: Edeine (B.). Contribution aux études de technologie de l'outillage néolithique. Fabrication d'outils en silex par débitage lamellaire nucléiforme dans le Danubien normand. *Bulletin de la Société préhistorique française*, tome 60, n° 7-8, 1963, p. 456-462.
- Edeine 1965a: Edeine (B.). Ce que les fouilles de la Brèche-au-Diable et son contexte peuvent apporter (...) à la solution des problèmes posés par G. Bailloud dans son ouvrage « Le Néolithique dans le Bassin parisien ». *Bulletin de la Société préhistorique française*, tome 62, n° 2, 1965, p. 328-349.
- Edeine 1965b: Edeine (B.). Le Néolithique de l'Ouest européen en Basse-Normandie, Rubané récent, Cerny, Chasséen. Rapports interculturels et chronologie. *Revista da Faculdade de Letras de Lisboa, (Mélanges en l'honneur de l'abbé Breuil)*, III<sup>e</sup> série, n° 9, 1965, p. 3-16.
- Edeine 1966: Edeine (B.). Le rempart de l'éperon barré de la Brèche-au-Diable (dit aussi du Mont-Joly) commune de Soumont-Saint-Quentin (Calvados). Paris: éditions du CNRS, *Gallia Préhistoire*, tome 9, p. 217-262.
- Eudes-Deslongchamps 1876: Eudes-Deslongchamps (E.). Note sur les stations préhistoriques découvertes aux environs de Falaise. *Mémoires de la Société des antiquaires de Normandie*, n° 29, 1876, p. 198-203.
- Felder 1975: Felder (W.M.). De Valkenburg-Vuursteenindustrie in Zuid-Limburg. In: Engelen (F.H.G.) ed. *Second International Symposium on Flint*. 8-11 Mei 1975. Maastricht: Staringia, vol. 3, p. 81-84.
- Flotté, Marcigny 2008: Flotté (D.), Marcigny (C.). Soumont-Saint-Quentin « La Mine ». *Bilan scientifique de la région Basse-Normandie*, Caen: Service régional de l'Archéologie, ministère de la Culture et de la Communication, 2008, 62 p.
- Foucault, Raoult 1992: Foucault (A.), Raoult (J.-F.). Dictionnaire de géologie. Paris: éditions Masson, Paris, 1992, 352 p.
- Fouju 1891: Fouju (G.). Les puits préhistoriques pour l'extraction du silex de Champignolles (Oise). *L'anthropologie*, n° 2, p. 445-455.
- Franchet, Giroux 1923: Franchet (L.), Giroux (L.). Les ateliers néolithiques de la forêt de Montmorency, Bordeaux: 47<sup>e</sup> session de l'Association française pour l'avancement des Sciences, 1923, p. 642-648.
- Gassin 1996: Gassin (B.). *Évolution socio-économique dans le Chasséen de la grotte de l'Église supérieure (Var)*. Apport de l'analyse fonctionnelle des industries lithiques. Paris: éditions du CNRS, monographie du CRA, n° 17, 1996.
- Gassin, Binder 2004: Gassin (B.), Binder (D.). Statut et fonction des productions d'éclats au Néolithique: exemples provençaux. In: Bodu (P.), Constantin (C.) dir. *Approches fonctionnelles en Préhistoire, XXV<sup>e</sup> congrès préhistorique de France, Nanterre 24-26 novembre 2000*. Paris: éditions de la Société préhistorique française, 1996, p. 167-179.
- Georges 1995: Georges (E.). L'exploitation minière à Saint-Mihiel (Meuse). In: Pelegrin (J.), Richard (A.) dir. *Les mines de silex au Néolithique en Europe: avancées récentes*, Actes de la table ronde internationale de Vesoul, 18-19 octobre 1991. Paris: éditions du CTHS, Paris, p. 27-46.
- Ghesquière *et al.* 1999: Ghesquière (E.), Marcigny (C.), Desloges (J.). *La diffusion des lames en silex au Néolithique ancien en Basse-Normandie à travers l'étude de l'atelier de débitage des Moutiers-en-Cinglais*. Caen: Service régional de l'Archéologie de Basse-Normandie, Rapport d'étude programmée, 1999, 34 p.
- Ghesquière *et al.* 2011: Ghesquière (E.), Giazon (D.), Marcigny (C.). L'enceinte Néolithique moyen de Goulet « Le Mont » (Orne) dans son contexte environnemental. In: Bostyn (F.), Martial (E.), Praud (I.). *Le Néolithique du nord de la France dans son contexte européen: habitat et économie aux 4<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> millénaires avant notre ère*, Actes du 29<sup>e</sup> colloque interrégional sur le Néolithique, Villeneuve-d'Ascq, 2009. *Revue archéologique de Picardie*, numéro spécial 28, 2011, p. 183-205.
- Ghesquière, Marcigny 2004: Ghesquière (E.), Marcigny (C.). Carrières de calcaire Néolithique moyen II à Argentan (Orne). In: *INTERNEO 5 - 2004, Journée d'information du 20 novembre 2004*. Paris: éditions de la Société préhistorique française, 2004, p. 45-62.
- Ghesquière, Marcigny 2014: Ghesquière (E.), Marcigny (C.). Les composantes du paysage et des territoires au Néolithique moyen: deux exemples dans la plaine sédimentaire bas-normande. In: Joussaume (R.), Large (J.-M.), Cordon (S.), Le Meur (N.), Tortuyaux (J.-P.) dir. *Enceintes néolithiques de l'ouest de la France de la Seine à la Gironde*, Actes du colloque CrabeNéo, Les-Lucs-sur-Boulogne, 20-21 septembre 2012. Chauvigny: A.P.C., Mémoire XLVIII, 2014, p. 255-272.
- Ghesquière *et al.* 2012: Ghesquière (E.), Marcigny (C.), Giazon (D.), Tsobgou-Ahoupe (R.), Charraud (F.), Juhel (L.), Giazon (S.). La minière néolithique de Ri « Le Fresne » (Orne). In: Marchand (G.), Querré (G.). *Roches et sociétés de la Préhistoire*, Rennes: Presses universitaires de Rennes, 2012, p. 453-464.
- Giazon 2010: Giazon (S.) Comment ont été fendus les nodules ovoïdes de silex de la minière de Ri (Orne)? Une reconstitution expérimentale de la fracture en *split* sur percuteur dormant à touche linéaire. In: Mourre (V.), Jarry (M.) dir. *Entre le marteau et l'enclume... La percussion directe au percuteur dur et la diversité de ses modes d'application*. Actes de la table ronde de Toulouse, 15-17 mars 2004, PALÉO 2009-2010, numéro spécial, 2010, p. 181-188.
- Gigot *et al.* 1999: Gigot (P.), Dupret (L.), Le Gall (J.). Carte géologique et Notice explicative de la France (1/50000), feuille Falaise

- (n° 176). Orléans: *Bureau des ressources géologiques et minières*, 1999, 154 p.
- Giligny, Bostyn 2016: Giligny (F.), Bostyn (F.) dir. La hache de silex dans le Val de Seine, Production et diffusion des haches au Néolithique. Leiden: Sidestone Press, 2016, 313 p.
- González Urquijo, Ibáñez-Estévez 1994: González Urquijo (J.E.), Ibáñez-Estévez (J.J.). Metodología de análisis funcional de los instrumentos tallados en silex. Bilbao: Universidad de Deusto, 1994, 301 p.
- Guilbert *et al.* 2006: Guilbert (R.), Philibert (S.), Peresani (M.). L'outil expédient: une partie intégrante de la production mésolithique. In: Astruc (L.), Bon (F.), Léa (V.), Milcent (P.-Y.), Philibert (S.) dir. *Normes techniques et pratiques sociales. De la simplicité des outillages pré- et protohistoriques*. XXVI<sup>e</sup> Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 20-22 octobre 2005. Antibes: éditions APDCA, 2006, p. 161-172.
- Hachem 1989: Hachem (L.). La faune et l'industrie osseuse de l'enceinte Michelsberg de Maizy (Aisne): Approche économique, spatiale et régionale, *Revue archéologique de Picardie*, n° 1/2, 1989, p. 67-108.
- Hauzeur *et al.* 2010: Hauzeur (A.), Collin (J.-P.), Naton (H.G.), Bernard-Guelle (S.), Fernandes (P.). Un site d'exploitation néolithique dans le complexe minier du pays d'Othe: fouille préventive à Mesnil-Saint-Loup « Les Vieilles Vignes » (Aube, France). Bruxelles: *Notae Praehistoricae*, n° 30, 2010, p. 57-71.
- Hubert 1969: Hubert (F.). Fouilles du site minier néolithique de Spiennes – Campagne de 1965. Bruxelles: Service national de Fouilles, *Archaeologia Belgica*, 1969, 48 p.
- Hubert 1988: Hubert (F.). L'exploitation du silex à Spiennes. Bruxelles: Service national des Fouilles, *Archaeologicum belgii speculum*, n° 15, 1988, 64 p.
- Inizan *et al.* 1995: Inizan (M.-L.), Reduron (M.), Roche (H.), Tixier (J.). *Technologie de la pierre taillée*, t. 4, éd. CREP, Paris, 1995, 199 p.
- Judy *et al.* 1995: Judy (F.), Jeunesse (C.), Monnier (J.-L.), Pélegrin (J.), Petrequin (A.-M.), Petrequin (P.), Praud (I.). Les carrières néolithiques de Plancher-les-Mines (Haute-Saône): exemples d'une approche intégrée. In: Pelegrin (J.), Richard (A.) dir. *Les mines de silex au Néolithique en Europe: avancées récentes*, Actes de la table ronde internationale de Vesoul, 18-19 octobre 1991. Paris: éditions du CTHS, Section de préhistoire et de protohistoire, 1995, p. 241-280.
- Kuntz *et al.* 1989: Kuntz (G.), Menillet (F.), Le Gall (J.), Rioult (M.), Callier (L.), Pellerin (J.), de La Quérière (P.), Vautrelle (P.), Verron (G.). Carte géologique et Notice explicative de la France (1/50000), feuille d'Argentan (n° 212). Orléans: *Bureau des ressources géologiques et minières*, 1989, 99 p.
- Le Roux 1999: Le Roux (C.-T.). *L'outillage de pierre polie en métadolérite du type A. Les ateliers de Plussulien (Côtes-d'Armor): production et diffusion au Néolithique dans la France de l'Ouest et au-delà*. Rennes: Université Rennes 1. Travaux du laboratoire « Anthropologie, Préhistoire et Quaternaire armoricains », Unité mixte de Recherche 6566 « Civilisations atlantiques et Archéosciences », n° 43, 1999, 244 p.
- Labriffe, Thébaud 1995: Labriffe (P.-A. de), Thébaud (D.). Mines de silex et grands travaux, l'autoroute A5 et les sites d'extraction du pays d'Othe. In: Pelegrin (J.), Richard (A.) dir. *Les mines de silex au Néolithique en Europe: avancées récentes*, Actes de la table ronde internationale de Vesoul, 18-19 octobre 1991. Paris: éditions du CTHS, 1995, 17 p.
- Lech 1981: Lech (J.). Flint mining among the early farming communities in Poland. In: *Actes du II<sup>e</sup> symposium international du silex, Maastricht, mai 1979*. Sittard: *Staringia*, n° 6, 1981, p. 39-45.
- Lech 1987: Lech (J.). Flint mining among the early farming communities in Central Europe, Part II: the basis of the research into flint workshops. Varsovie: *Przegląd Archeologiczny*, vol. 30, 1982, p. 47 à 80.
- Lepaumier, Chancerel 1993: Lepaumier (H.), Chancerel (A.) Le tumulus des Hogues à Moulins-sur-Orne. In A. Chancerel dir. *Projet collectif de recherches sur le Néolithique moyen en Basse-Normandie, Rapport d'activité, 2<sup>e</sup> année de recherche*, Service Régional de l'Archéologie de Basse-Normandie, 1993, non paginé.
- Leroy 1991: Leroy (D.). Le site mésolithique d'Arma-Maquette à Argentan, Orne. *Revue archéologique de l'Ouest*, tome 8, 1991, p. 25-46.
- Leroi-Gourhan 1943: Leroi-Gourhan (A.). *L'homme et la matière*. Paris: Albin Michel, 1943, 254 p.
- Loë, Munck 1889: Loë (A. de), Munck (E. de). *Ateliers et puits d'extraction de silex en Belgique, en France, en Portugal, en Amérique. Notice sur des fouilles pratiquées récemment sur l'emplacement du vaste atelier néolithique de Spiennes (Hainaut)*. Paris: E. Leroux, 1892, 34 p.
- Longworth *et al.* 1991: Longworth (I.), Herne (A.), Varndell (G.), Needham (S.). *Excavations at Grimes Graves Norfolk 1972-1976*. London: British Museum Press, Fascicule 3. Shaft X: Bronze Age Flint, Chalk and Metal Working, 1991, 187 p.
- Lorren, Fromont 2004: Lorren (P.), Fromont (N.). Les anneaux en pierre du Néolithique de la plaine d'Argentan. Argentan: *Le Pays d'Argentan*, n° 60, 2004, p. 2-16.
- Lozet, Mathieu 1990: Lozet (J.), Mathieu (C.). *Dictionnaire de science du sol*. Paris: éditions Technique et Documentation – Lavoisier, 1990, 384 p.
- Madsen 1983: Madsen (H.S.). *Techniques in Testing*. New York and Oxford: Oxford University Press, 1983, 212 p.
- Maigrot 2003: Maigrot (Y.). *Étude technologique et fonctionnelle de l'outillage en matières dures animales. La station 4 de Chalain (Néolithique final, Jura, France)*. Thèse inédite, Université de Paris I, mai 2003, 269 p.
- Marchand, Tsobgou 2008: Marchand (G.), Tsobgou (A.-R.). Comprendre la diffusion des roches au Mésolithique en Bretagne: analyse structurale des matériaux et variabilité technique. *Revue d'archéométrie*, n° 31, 2008, p. 113-125.
- Marcigny *et al.* 2011: Marcigny (C.), Ghesquière (E.), Giazzon (D.), Tsobgou-Ahoupe (R.), Charraud (F.), Juhel (L.), Giazzon (S.).

- The flint mine of Ri « Le Fresne ». In: Capote (M.), Consuegra (S.), Diaz-del-Rio (P.), Terradas (X.) ed. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference of the UISPP, Commission on Flint Mining in Pre- and Protohistoric Times*, Madrid 2009. Oxford: BAR International Series 2260, 2011, p. 67-75.
- Marcigny 2014: Marcigny (C.). Du début du Néolithique moyen au Néolithique récent en Normandie et dans les îles anglo-normandes: chronologie et sites enclos. In: Joussaume (R.), Large (J.-M.), Cordon (S.), Le Meur (N.), Tortuyaux (J.-P.) dir. *Enceintes néolithiques de l'ouest de la France de la Seine à la Gironde*, Actes du colloque CrabeNéo, Les-Lucs-sur-Boulogne, 20-21 septembre 2012. Chauvigny: A.P.C., Mémoire XLVIII, 2014, p. 255-272.
- Masson, Vallin 1995: Masson (B.), Vallin (L.). Un site d'extraction de silex à Fampoux-le-Reservoir (Pas-de-Calais): les premiers mineurs du Nord/Pas-de-Calais. *Cahiers de Préhistoire du Nord*, n° 16, Villeneuve-d'Ascq, 1995, p. 7-40.
- Ménillet *et al.* 1997: Ménillet (G.), Gérard (J.), Kuntz (G.), Leturcq (T.), Pellerin (J.), Quesnel (F.). Carte géologique de la France (1/50000), feuille Sées (n° 213). Orléans: *Bureau des ressources géologiques et minières*, 1997, 103 p.
- Mercer 1976: Mercer (R.-J.). Grime's Graves Norfolk – an interim statement on conclusions drawn from the total excavation of a flint mine shaft and a substantial surface area. In: Burgess (C.), Micket (R.) ed. *Settlement and Economy in the Third and the Second Millennia BC*. Oxford: British Archaeological Reports 33, 1976, p. 101-112.
- Nougier 1950: Nougier (R.-L.). *Les civilisations campigniennes en Europe occidentale*. Le Mans: Monnoyer, 1950, 572 p.
- Payne 1973: Payne (S.). Kill-off-Patterns in Sheep and Goats/The Mandible from Asvan Kale. *Anatolian Studies*, Cambridge: British Institute at Ankara, vol. 23, 1973, p. 282-303.
- Pelegrin 1995: Pelegrin (J.). Réflexions méthodologiques sur l'étude de séries lithiques en contexte d'atelier ou de mines. In: Pelegrin (J.), Richard (A.) dir. *Les mines de silex au Néolithique en Europe: avancées récentes*, Actes de la table ronde internationale de Vesoul, 18-19 octobre 1991. Paris: éditions du CTHS, 1995, p. 159-166.
- Pelegrin 2000: Pelegrin (J.). Les techniques de débitage laminaire au tardiglaciaire: critères de diagnose et quelques réflexions. In: Valentin (B.), Bodu (P.), Christensen (M.) dir. *L'Europe centrale et septentrionale au Tardiglaciaire. Confrontation des modèles régionaux de peuplement*. Actes de la table-ronde de Nemours, mai 1997. Mémoire du Musée de Préhistoire d'Ile-de-France, n° 7, Paris, p. 73-86.
- Pétrequin, Pétrequin 1993: Pétrequin (P.), Pétrequin (A.-M.). *Écologie d'un outil: la hache de pierre en Irian Jaya (Indonésie)*. Paris: éditions du CNRS, monographie du CRA, n° 14, 1993, 439 p.
- Pétrequin, Pétrequin 2006: Pétrequin (P.), Pétrequin (A.-M.). *Objets de pouvoir en Nouvelle-Guinée: approche ethnoarchéologique d'un système de signes sociaux*. Paris: Réunion des Musées nationaux, 2006, 551 p.
- Pétrequin *et al.* 2012: Pétrequin (P.), Cassen (S.), Errera (M.), Klassen (L.), Sheridan (A.) et Pétrequin (A.-M.) (dir). *JADE Grandes haches alpines du Néolithique européen, V<sup>e</sup> et IV<sup>e</sup> millénaires av. J.-C.* Les cahiers de la MSHE Ledoux, Presses universitaires de Franche-Comté, 1 518 p.
- Philibert 2002: Philibert (S.). *Les derniers « Sauvages ». Territoires économiques et systèmes techno-fonctionnels mésolithiques*. Oxford: B.A.R. International Series 1069, 2002, 193 p.
- Plisson 1985: Plisson (H.). *Étude fonctionnelle des outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des micro-usures: recherche méthodologique et archéologique*. Thèse de doctorat, Université de Paris I, 1985, 357 p.
- Prost 1990: Prost (D.). Des enlèvements d'utilisation reproduits selon une méthode physique par percussion. In: *Le silex de sa genèse à l'outil*, Actes du V<sup>e</sup> colloque international sur le silex, Bordeaux, 17 septembre-2 octobre 1997. Paris: Cahiers du Quaternaire, n° 17, 1990, p. 513-519.
- Provenzano 2001: Provenzano (N.). *Produits, techniques et productions à l'âge du bronze: l'industrie osseuse dans les Terramares de la moyenne vallée du Pô*. Thèse de doctorat, Université de Provence, Aix-en-Provence, 2001, 688 p.
- Ramseyer 2005: Ramseyer (D.). Le cerf au Néolithique. Réflexions d'un préhistorien. *Revue de Paléobiologie*, vol. spécial n° 10, 2005, p. 185 à 194.
- Rind 2006: Rind (M.). New excavations in the Neolithic chert mine of Arnhofen, Stadt Abensberg, Lkr. Kelheim, Lower Bavaria. *Stone Age – Mining Age. Der Anschnitt, Beiheft 19*, 2006, p. 183-186.
- Russell 2000: Russell (M.). *Flint Mines in Neolithic Britain*. Stroud: Tempus, 2000, 160 p.
- Salacinski, Bednarz 1995: Salacinski (S.), Bednarz (M.). Principaux problèmes et méthodes d'études des ateliers de taille à Krzemionki. In: Pelegrin (J.), Richard (A.) dir. *Les mines de silex au Néolithique en Europe: avancées récentes. Actes de la table ronde internationale de Vesoul, 18-19 octobre 1991*. Paris: éditions du CTHS, 1995, p. 135-144.
- Salmon 1886: Salmon (A.). *Âge de la pierre ouvrée, période néolithique*. Paris: Doin, 1886, 24 p.
- Sidéra 1991: Sidéra (I.). Mines de silex et bois de cerf: l'exemple de Serbonnes, « Le Revers de Brossard » (Yonne). *Revue archéologique de l'Est*, tome 42, 1991, p. 63-91.
- Sidéra 1995: Sidéra (I.). Relations minières/habitat: un problème de méthode. Le potentiel des artefacts osseux. In: Pelegrin (J.), Richard (A.) dir. *Les mines de silex au Néolithique en Europe: avancées récentes*, Actes de la table ronde de Vesoul, 18-19 octobre 1991. Paris: éditions du CTHS, 1995, p. 115-134.
- Sidéra 2000: Sidéra (I.). Animaux domestiques, bêtes sauvages et objets en matières animales du Rubané au Michelsberg, de l'économie aux symboles, des techniques à la culture. Paris: éditions du CNRS, *Gallia Préhistoire*, n° 42, 2000, p. 107-194.
- Tarrête 1977: Tarrête (J.). Le Montmorencien. Paris: éditions du CNRS, *Gallia Préhistoire*, suppl. n° 10, 1977, 216 p.
- Tsobgou-Ahoupe 2007: Tsobgou-Ahoupe (R.). *Matières et techniques de la Préhistoire récente du Massif armoricain: pétrographie-géochimie-mécanique-technologies*. Thèse de Doctorat, Université de Rennes 1, 2007, 536 p.

- Tsobgou-Ahoupe, Marcigny 2011: Tsobgou-Ahoupe (R.), Marcigny (C.). A new approach for analysing mining production and management combining geomorphological, geological and physical approaches: the case of Ri/Fresne Neolithic flint mine, France. In: Capote (M.), Consuegra (S.), Diaz-del-Rio (P.), Terradas (X.) ed. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference of the UISPP, Commission on Flint Mining in Pre- and Protohistoric Times*, Madrid 2009. Oxford: BAR International Series 2260, 2011, p. 51-66.
- Valentin 1995: Valentin (B.) - *Les groupes humains et leurs traditions au Tardiglaciaire dans le Bassin parisien: apports de la technologie comparée*, thèse de doctorat de l'université Paris I, 1995, 3 vol., 1106 p.
- Weiner 1995: Weiner (J.). Les outils d'extraction à encoches en silex et pierre de la mine Néolithique final du Lousberg, Aachen (Rhénanie septentrionale-Westphalie, Allemagne). In: Pelegrin (J.), Richard (A.) dir. *Les mines de silex au Néolithique en Europe: avancées récentes*, Actes de la table ronde internationale de Vesoul, 18-19 octobre 1991. Paris: éditions du CTHS, 1995, p. 93-106.



# Catalogue raisonné des bois de cerfs

---

Organisation: Emmanuel Ghesquière et Erik Gallouin

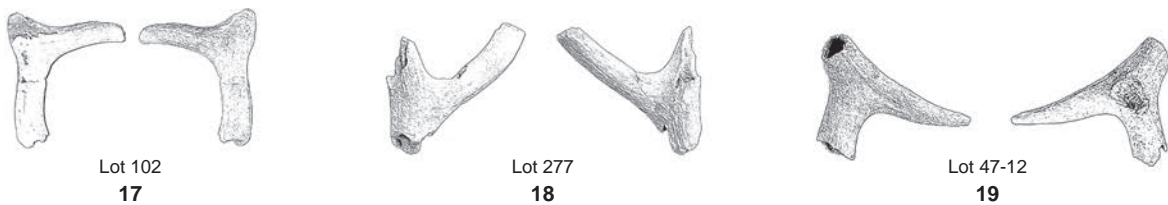
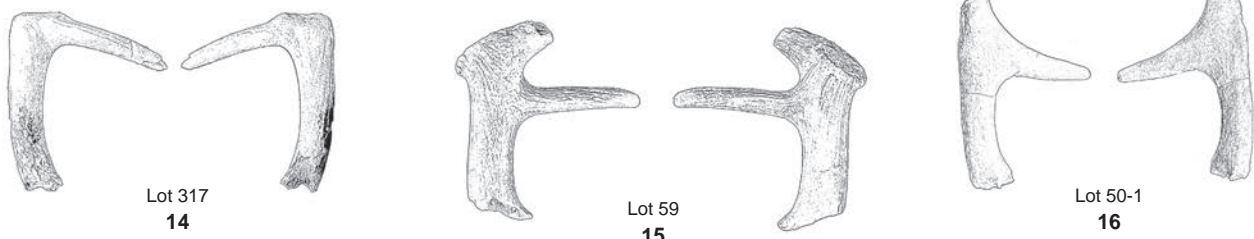
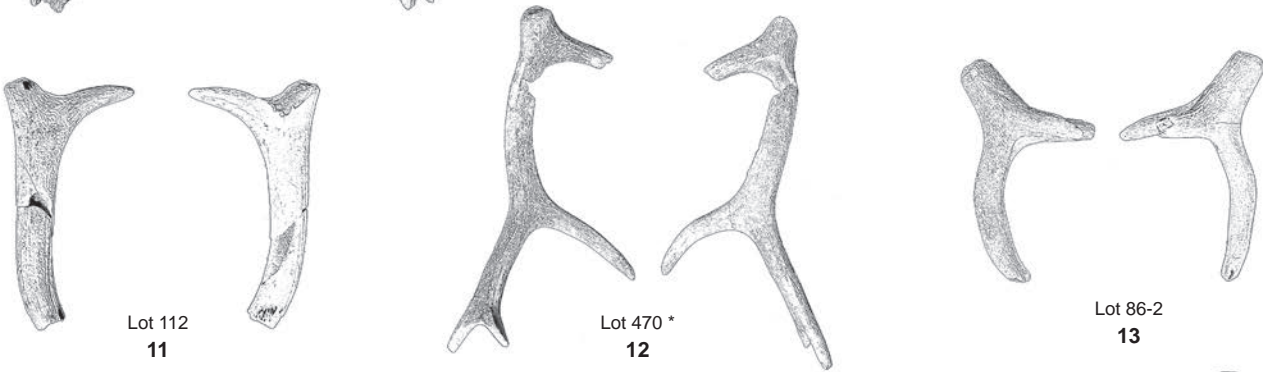
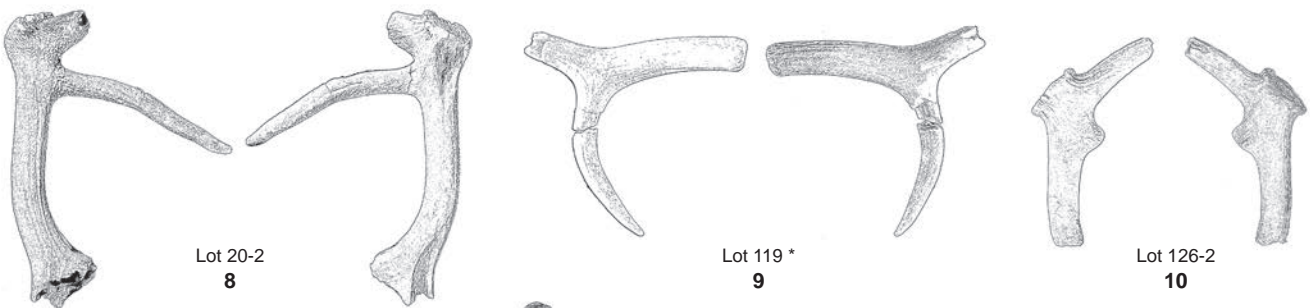
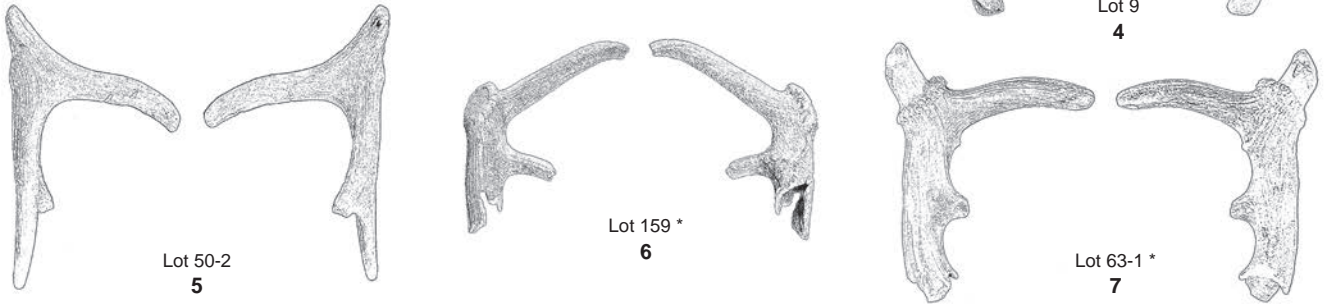
Photos objets, traitement et montage: Erik Gallouin

L'importance de la série d'outils ou déchets de taille en bois de cerf provenant des 550 puits fouillés de la minière (423 pièces entières ou fragmentés) a imposé la réalisation d'un catalogue regroupant la majeure partie des éléments en bois de cerf découverts lors de la fouille.

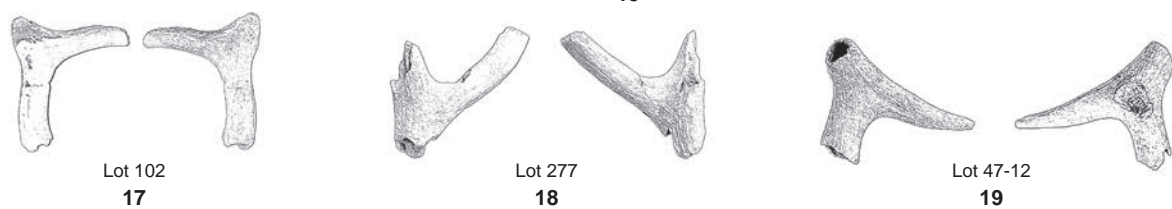
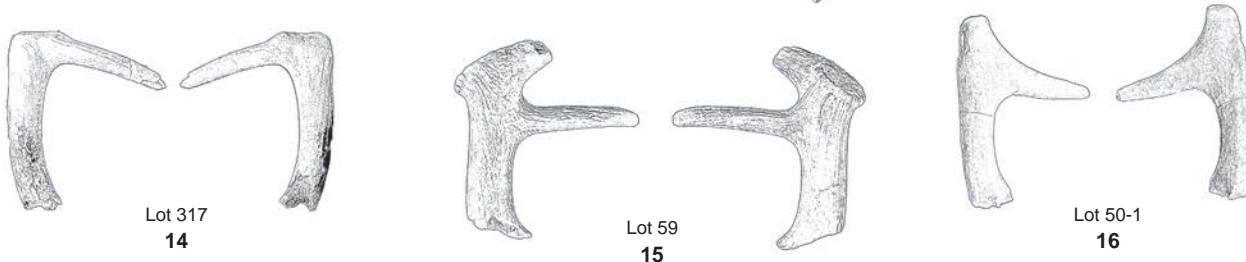
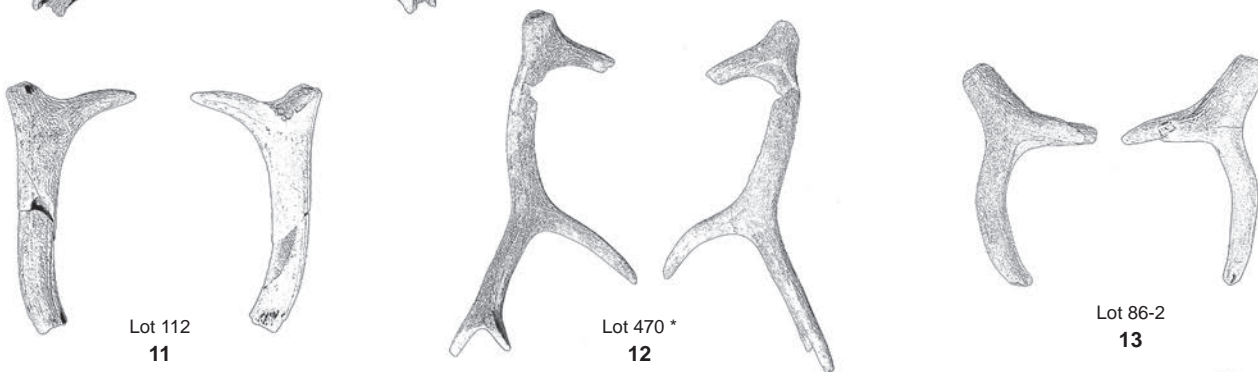
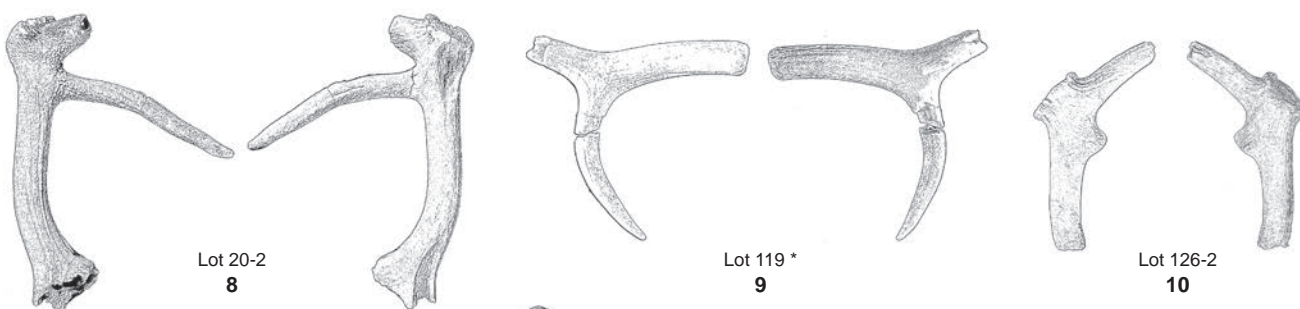
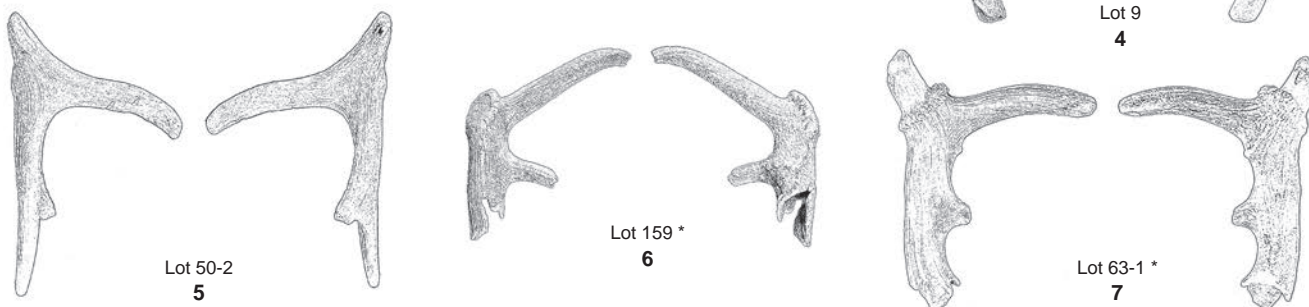
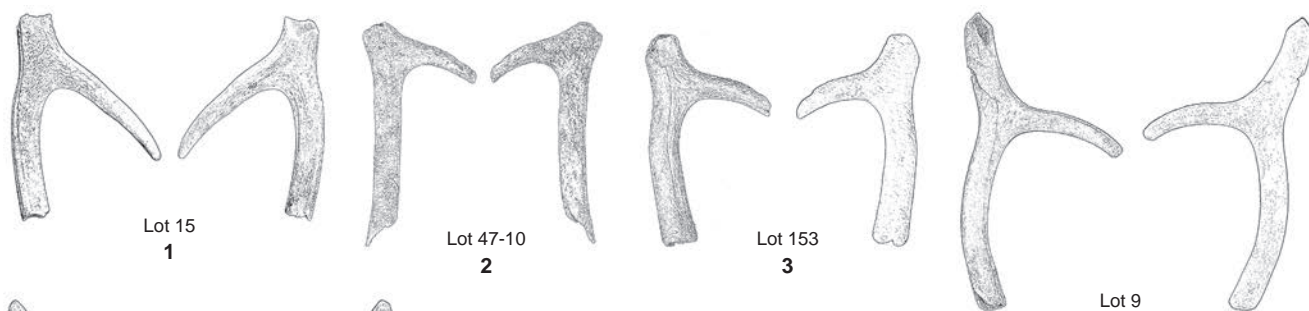
Le catalogue s'organise sous la forme d'un classement typologique des bois, suivant les catégories définies dans le texte de l'ouvrage. Tous les objets y figurent, entiers ou fragmentés, identifiés par le numéro de lot qui lui est propre. Les outils qui cumulent plusieurs fonctions (piochons/marteaux par exemple) figurent plusieurs fois dans leur catégorie typologique propre. Le renvoi au puits dont ils sont issus se fait soit au moyen du tableau d'inventaire des bois (annexe au catalogue des bois de cerfs à consulter sur Hal), soit par l'intermédiaire du catalogue des puits où des références aux planches du catalogue sont inscrites.

Les bois figurent sous forme de photos détournées pour lesquelles un traitement d'image a été réalisé. Chaque objet fait l'objet d'une représentation recto-verso, sans vue de profil. Sauf mention contraire, toutes les photos et le traitement d'images sont de E. Gallouin, inrap.

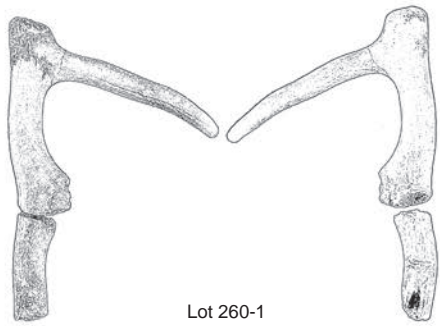
**Planche 1. Pioches/piochons**



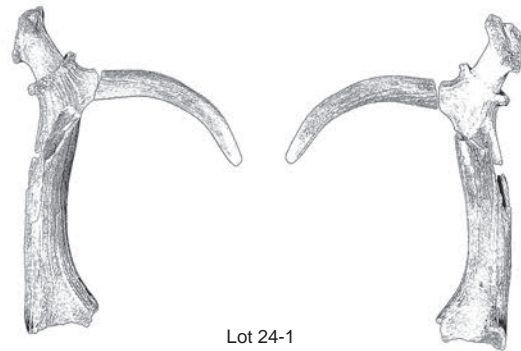
**Planche 2. Pioches/piochons**



**Planche 3. Pioches/piochons**



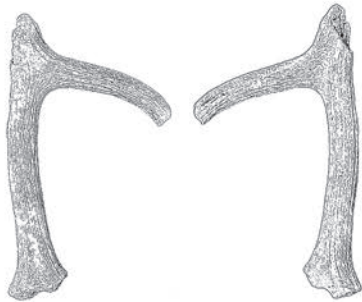
Lot 260-1  
1



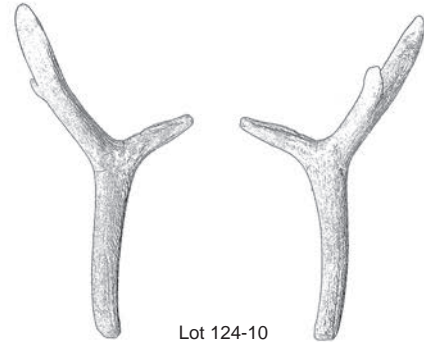
Lot 24-1  
2



Lot 2+3  
3



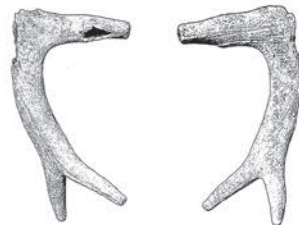
Lot 25  
4



Lot 124-10  
5



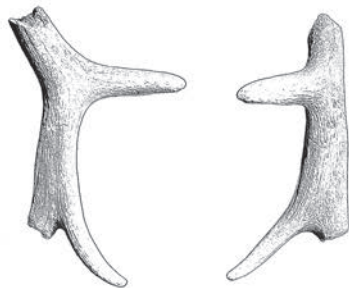
Lot 90-2  
6



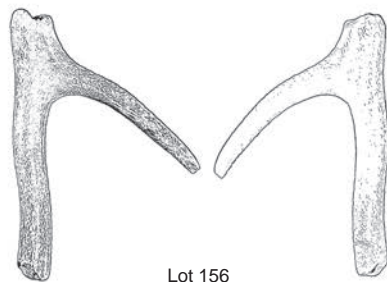
Lot 320  
7



Lot 225-1  
8



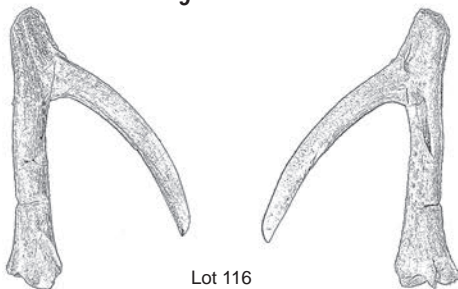
Lot 124-12  
9



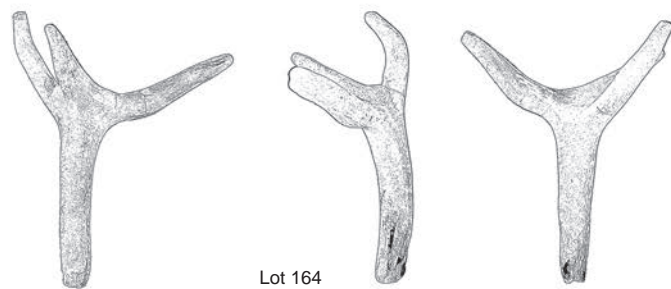
Lot 156  
10



Lot 143  
11



Lot 116  
12



Lot 164  
13

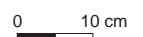
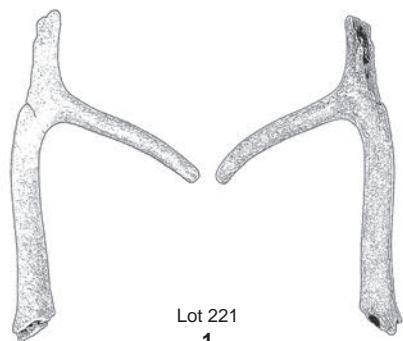
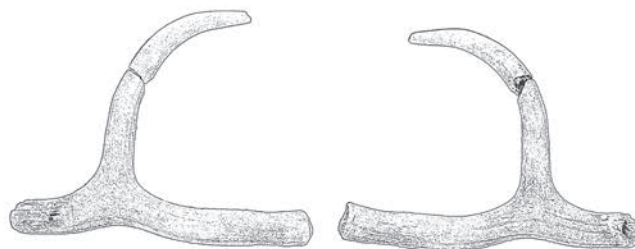




Planche 4. Pioches/piochons



Lot 221  
1



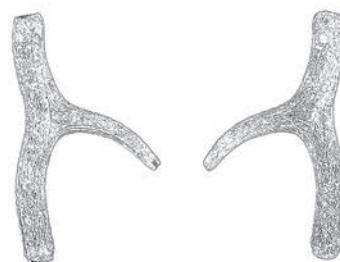
Lot 249-1\*  
2



Lot 98-10  
3



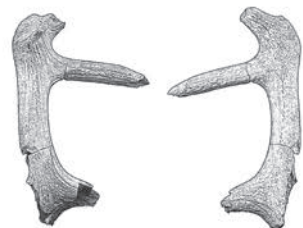
Lot 142  
4



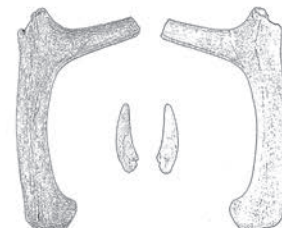
Lot 228-3  
5



Lot 190  
6



Lot 236  
7



Lot 61-2  
8



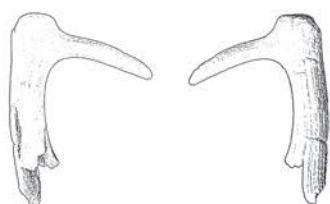
Lot 136-1\*  
9



Lot 23\*  
10



Lot 133  
11



Lot 228-4  
12



Lot 252-10  
13



Lot 120-2  
14



Lot 92  
15



Planche 5. Pioches/piochons

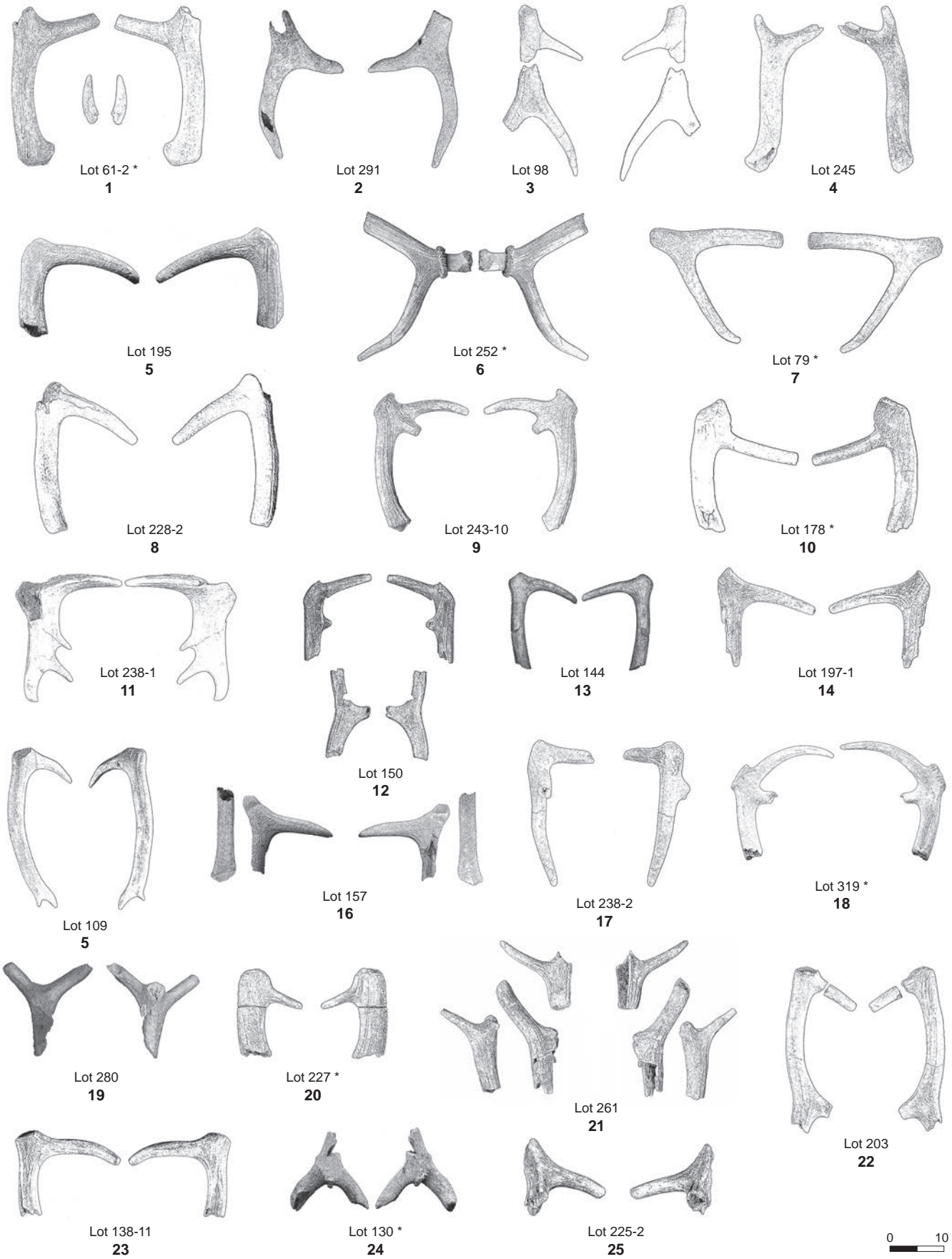


Planche 6. Pioches/piochons

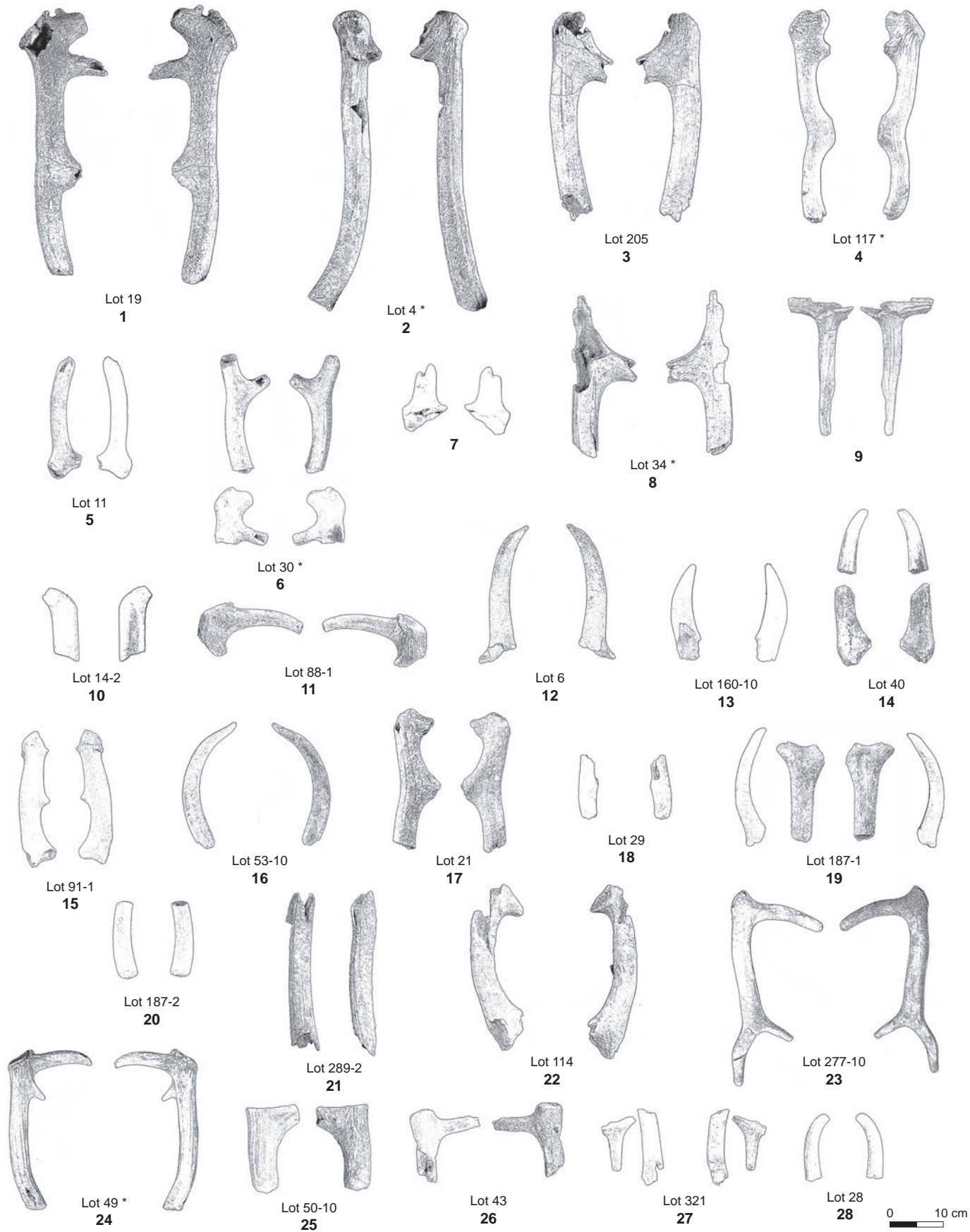
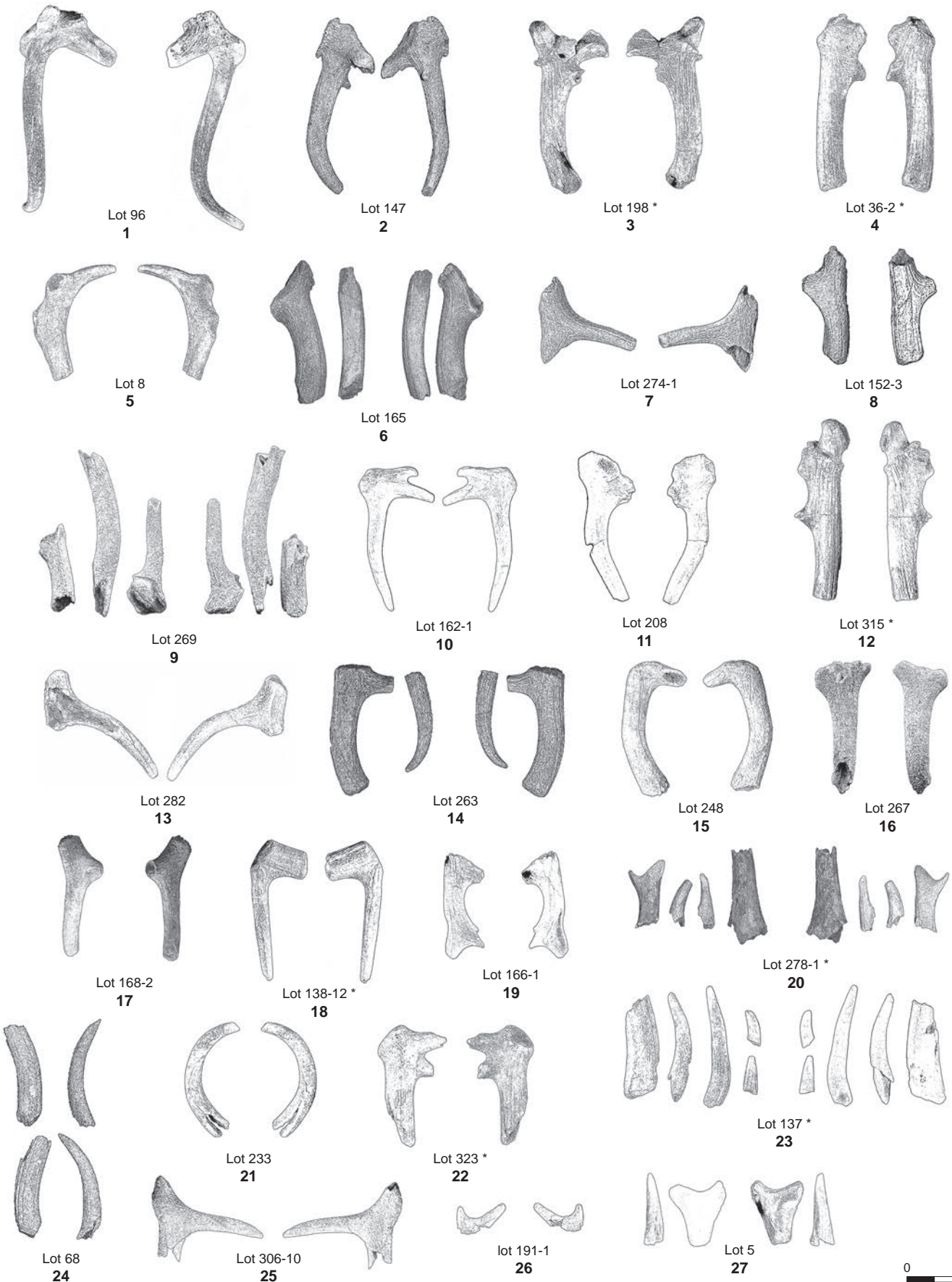




Planche 7. Pioches/piochons





**Planche 8. Pioches/piochons**



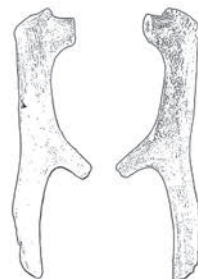
Lot 284  
1



Lot 36-10  
2



Lot 84  
3



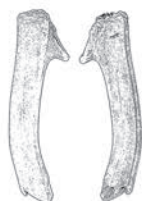
Lot 202-1  
4



Lot 46  
5



Lot 134  
6



Lot 139  
7



Lot 278-2  
8



Lot 192  
9



Planche 9. Pioches/piochons du plus grand au plus petit

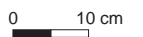
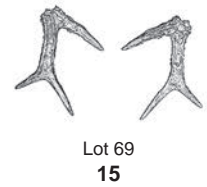
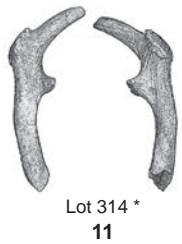
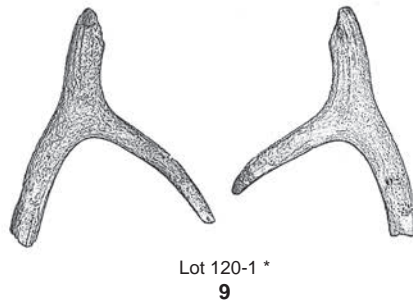
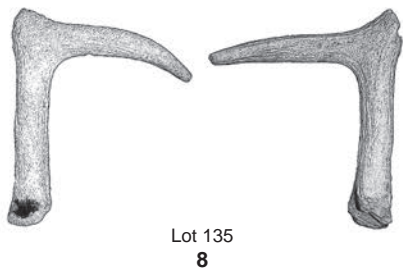
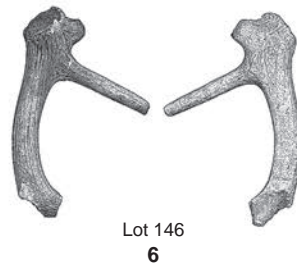
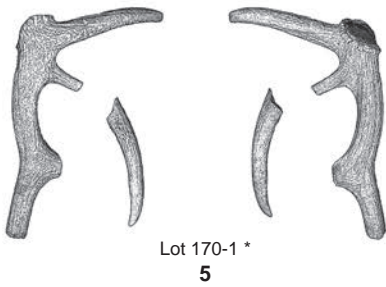
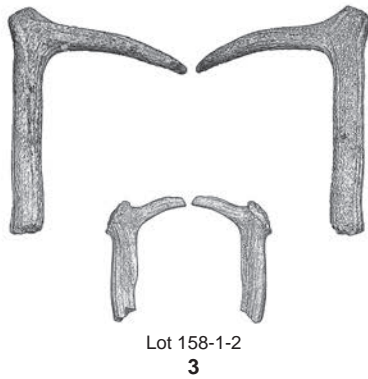
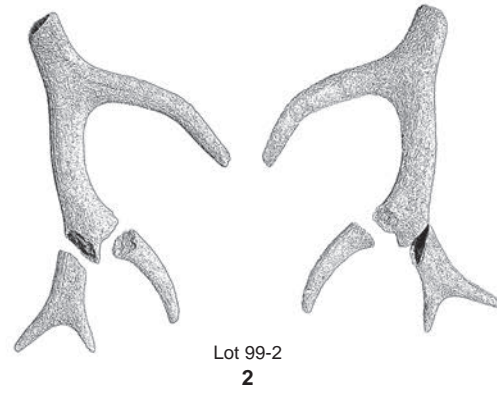
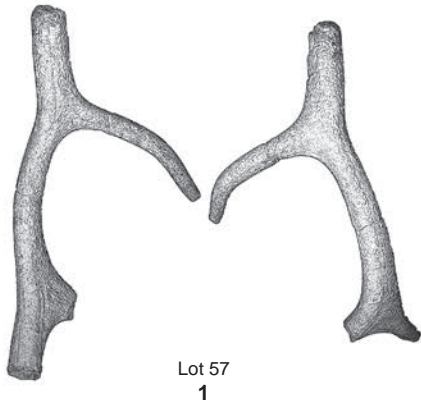


Planche 10. Piochons sur enfourchure

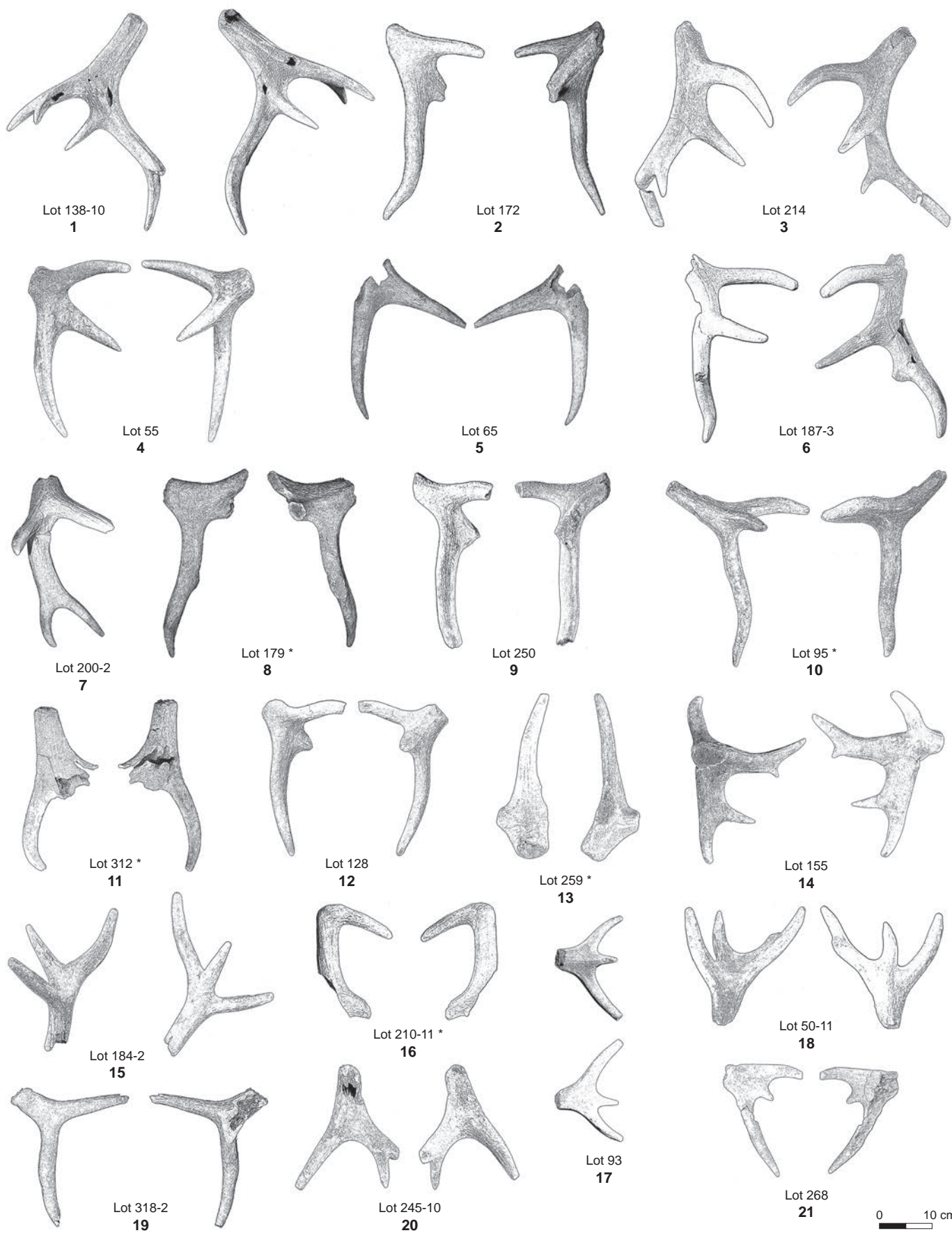


Planche 11. Marteaux



Lot 170-1 \*  
1



Lot 314 \*  
2



Lot 189 \*  
3



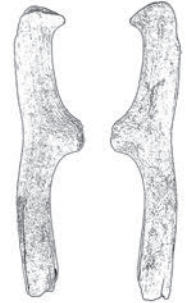
Lot 49 \*  
4



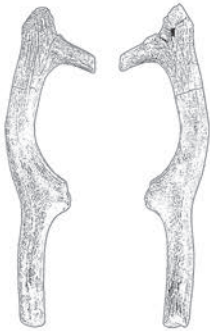
Lot 315 \*  
5



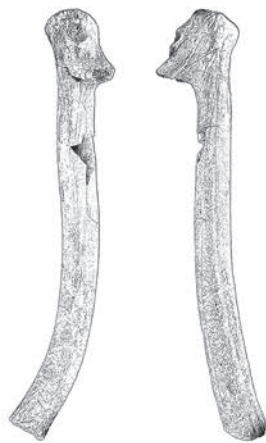
Lot 252 \*  
6



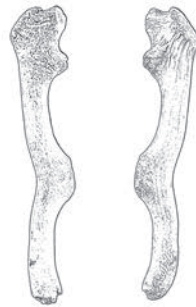
Lot 324-10  
7



Lot 182 \*  
8



Lot 4 \*  
9



Lot 117 \*  
10



Lot 63-1 \*  
11



Lot 198 \*  
12



Lot 156-10  
13



Lot 138-12 \*  
14



Lot 319 \*  
15



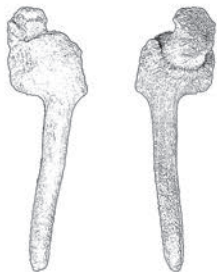
Lot 75-2  
16



Lot 184-3  
17



Lot 153-10  
18



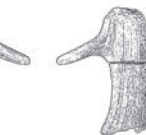
Lot 86-1  
19



Lot 323 \*  
20



Lot 210-11 \*  
21



Lot 227 \*  
22



Lot 169  
23

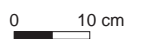
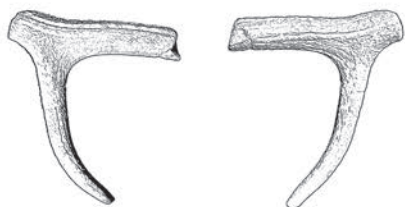




Planche 12. Marteaux



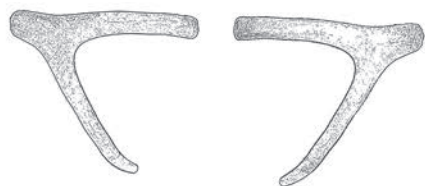
Lot 124-11\*  
1



Lot 136-1\*  
2



Lot 285\*  
3



Lot 79\*  
4



Lot 23\*  
5



Lot 258\*  
6



Lot 136-2\*  
7



Lot 180  
8



Lot 130\*  
9



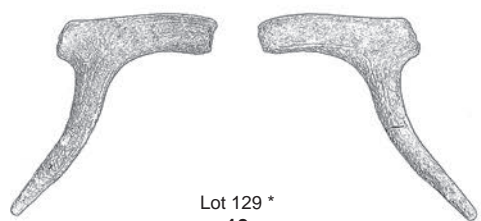
Lot 83\*  
10



Lot 119\*  
11



Lot 101\*  
12



Lot 129\*  
13



Lot 312\*  
14



Lot 183  
15



Lot 32  
16



Lot 159\*  
17



Lot 103\*  
18



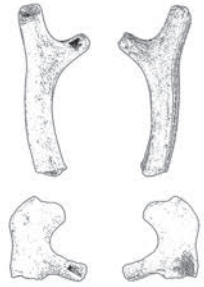
Lot 233-10  
19



Lot 41  
20



**Planche 13. Marteaux**



Lot 30\*  
1



Lot 305  
2



3



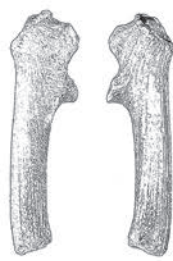
Lot 34\*  
4



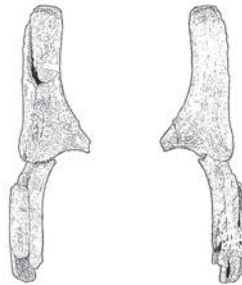
5



Lot 303  
6



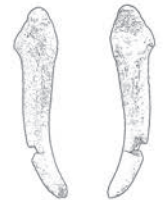
Lot 36-2\*  
7



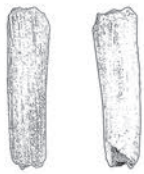
Lot 82  
8



Lot 181  
9



Lot 110  
10



Lot 108  
11



Lot 126-1  
12



Planche 14. Andouillers



Lot 314-1  
1



Lot 58  
2



Lot 295  
3



Lot 67  
4



Lot 61-1  
5



Lot 53-1  
6



Lot 308  
7



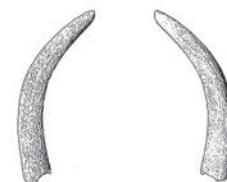
Lot 13  
8



Lot 106  
9



Lot 77-10  
10



Lot 36-1  
11



Lot 113  
12



Lot 204  
13



Lot 51  
14



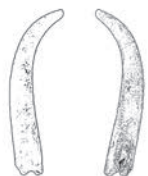
Lot 12-2  
15



Lot 16-2  
16



Lot 54  
17



Lot 10-2  
18



Lot 10-1  
19



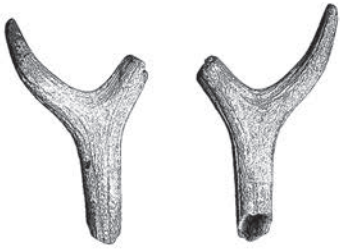
Lot 39  
20



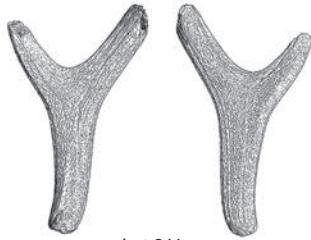
Lot 325  
21



Planche 15. Leviers



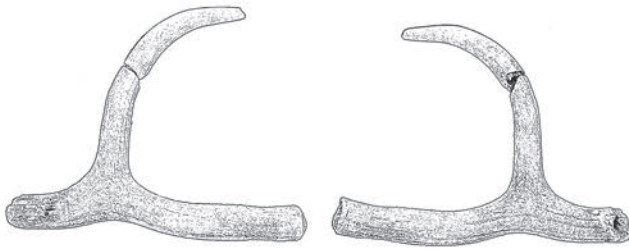
Lot 145  
1



Lot 211  
2



Lot 120-1\*  
3



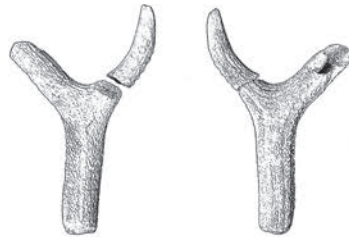
Lot 249-1\*  
4



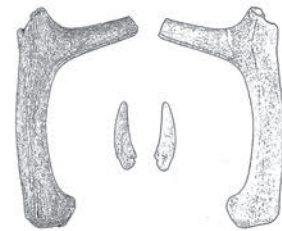
Lot 101\*  
5



Lot 257  
6



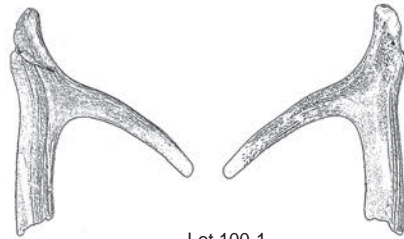
Lot 237  
7



Lot 61-2\*  
8



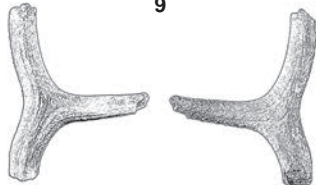
Lot 42\*  
9



Lot 100-1  
10



Lot 251  
11



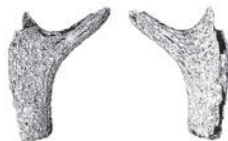
Lot 138  
12



Lot 194  
13



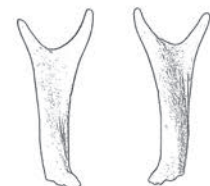
Lot 24-2  
14



Lot 31  
15



Lot 289-1  
16



Lot 100-2  
17

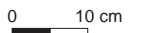
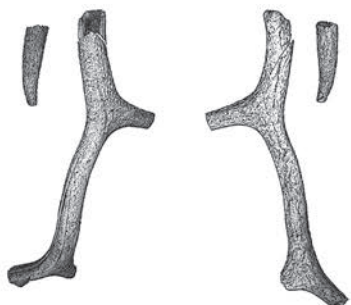
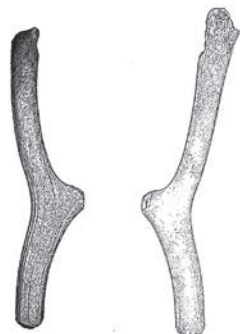




Planche 16. Pointes curvilignes



Lot 152-2 \*  
1



Lot 62  
2



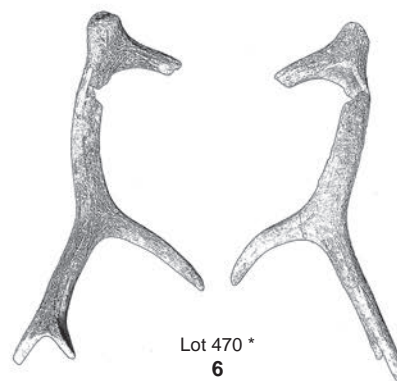
Lot 48  
3



Lot 149-1  
4



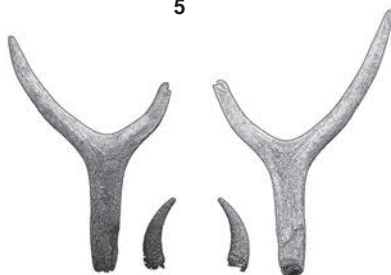
Lot 222  
5



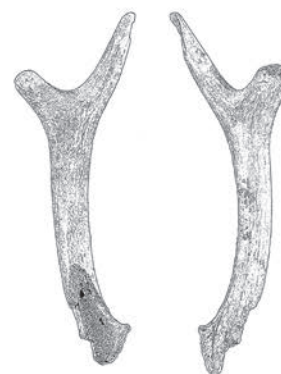
Lot 470 \*  
6



Lot 92-10  
7



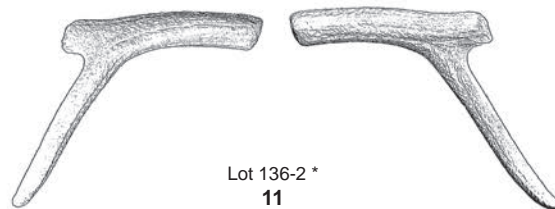
Lot 173  
8



Lot 44  
9



Lot 311  
10



Lot 136-2 \*  
11



Lot 266  
12



Lot 161  
13



Planche 17. Pointes curvilignes



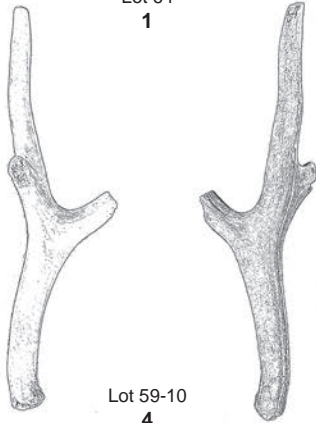
Lot 64  
1



Lot 66  
2



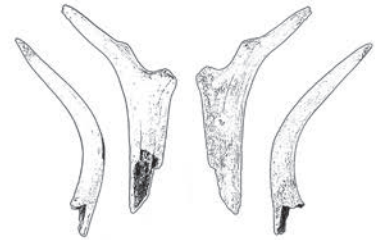
Lot 35  
3



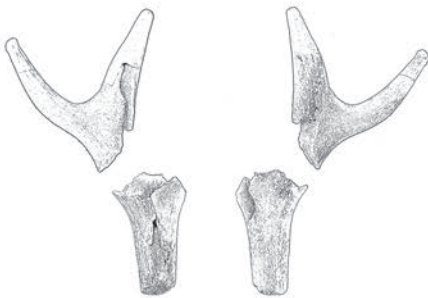
Lot 59-10  
4



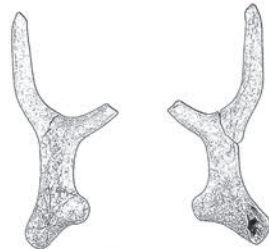
Lot 42\*  
5



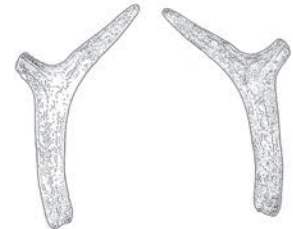
Lot 230-1-2  
6



Lot 201  
7



Lot 61-3  
8



Lot 226  
9



Lot 95\*  
10



Lot 26  
11



Lot 259\*  
12



Lot 77  
13



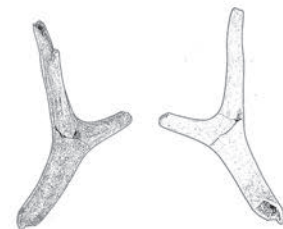
Lot 20-1  
14



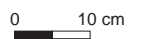
Lot 210-10  
15



Lot 231  
16



Lot 81  
17



**Planche 18. Pointes curvilignes**



Lot 309  
1



Lot 294-2  
2



Lot 87  
3



Lot 124  
4



Lot 286  
5



Lot 137\*  
6

0 10 cm

**Planche 19. Pointes à poignée**



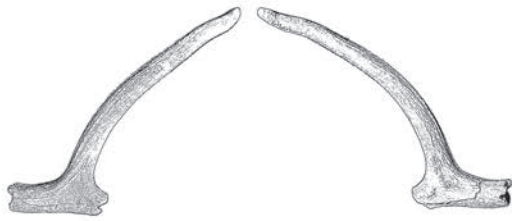
Lot 141  
1



Lot 179\*  
2



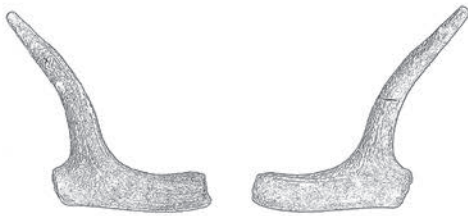
Lot 258\*  
3



Lot 123  
4



Lot 285\*  
5



Lot 129\*  
6



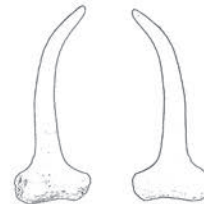
Lot 294-1  
7



Lot 1  
8



Lot 80  
9



Lot 265-10  
10



Lot 103\*  
11



Lot 197-2  
12



Lot 83\*  
13

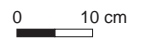




Planche 20. Chutes



Lot 261-10  
1



Lot 186  
2



Lot 78  
3



Lot 168-1  
4



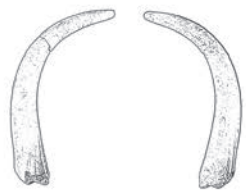
Lot 152-1  
5



Lot 210-1  
6



Lot 249-2  
7



Lot 235  
8



Lot 51-10  
9



Lot 193  
10



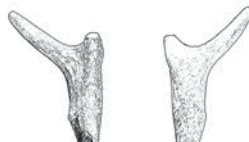
Lot 278-3  
11



Lot 149-2  
12



Lot 104  
13



Lot 71  
14



Lot 191-2  
15



Planche 21. Fragments

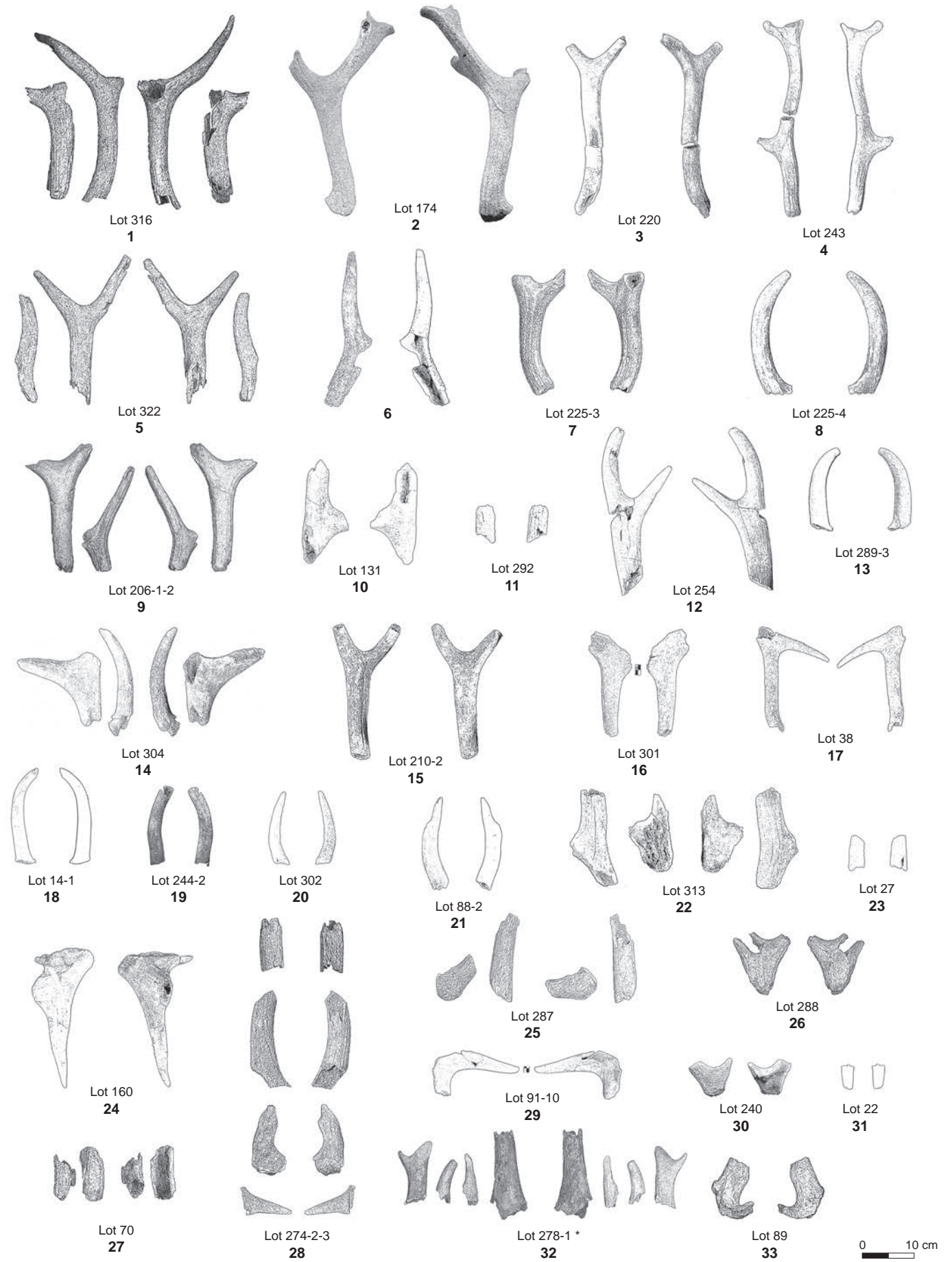
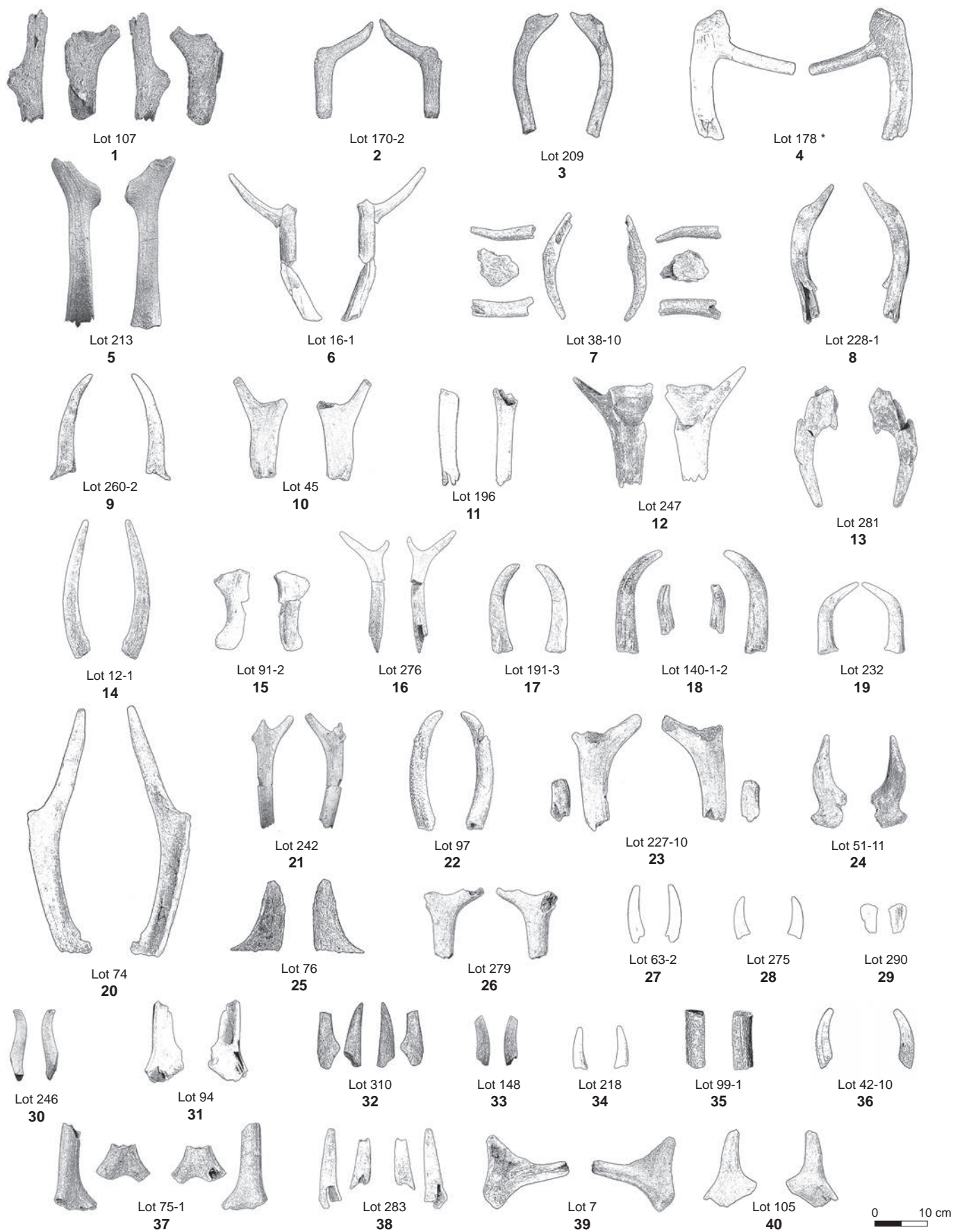
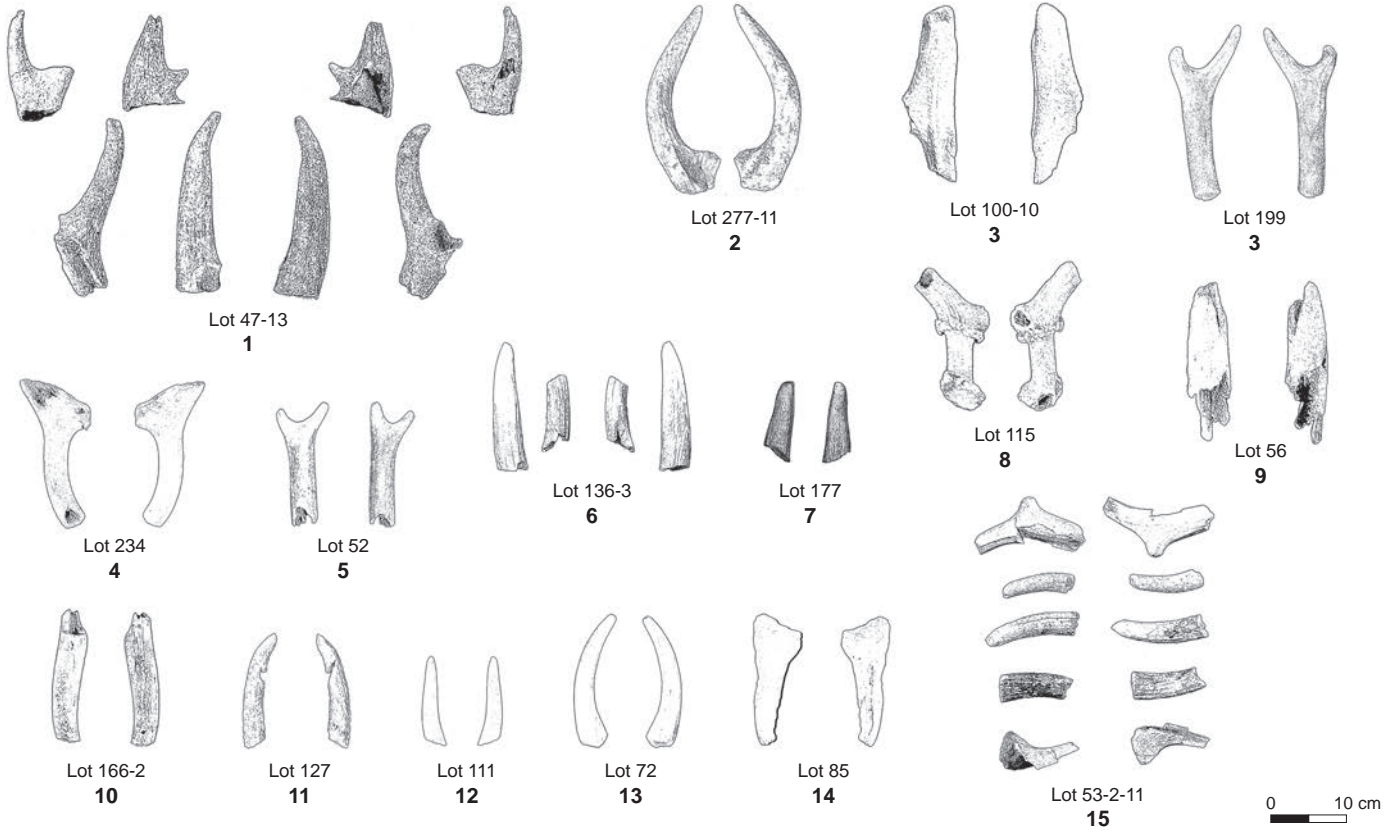


Planche 22. Fragments



0 10 cm

**Planche 23. Fragments**





# Catalogue descriptif des puits

---

Organisation: Emmanuel Ghesquière et David Giazzon

Relevé de terrain: Emmanuel Ghesquière,  
David et Sébastien Giazzon

Photos terrain et objets: Erik Gallouin

Le catalogue des puits est organisé dans l'ordre de numérotation des structures et ne suit donc pas strictement une progression logique, certains petits puits du sud se trouvant relégués en fin de liste.

Tous les puits ayant fait l'objet d'un relevé en coupe ou en plan (au 1/20<sup>e</sup>) sur le terrain figurent dans le catalogue, soit environ un puits sur deux.

Chaque notice regroupe les principales informations concernant les puits: numéro d'identification, localisation sur le plan général, coupe, photo, nombre d'outils en bois de cerf et le numéro de renvoi au catalogue des objets en bois de cerf, le cas échéant des photos des haches ou ébauches de haches en silex ainsi que des relevés/photos des amas de débitage inclus dans les bouchons des puits.

## Puits n° 1

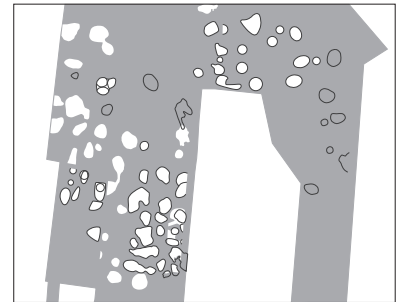
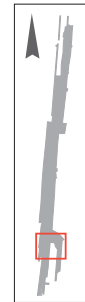
Fouillé à : 50 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- *Prélèvement* : échantillonné
- *Poids total des vestiges (kg)* : 6
- *Outil, pièces particulières* : aucun



## Puits n° 2

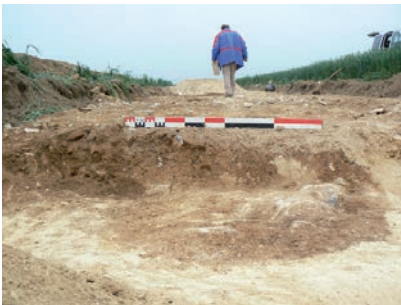
Fouillé à : 50 %

Prélèvement : non

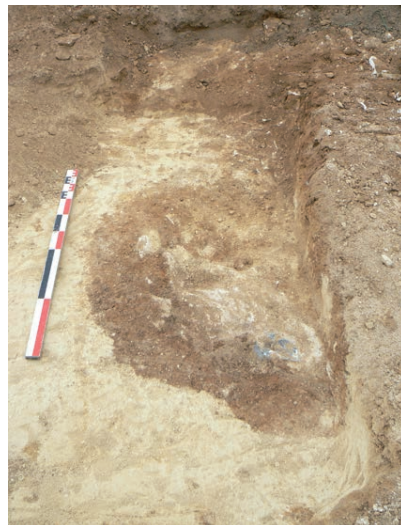
Moulage : non

Mobilier lithique :

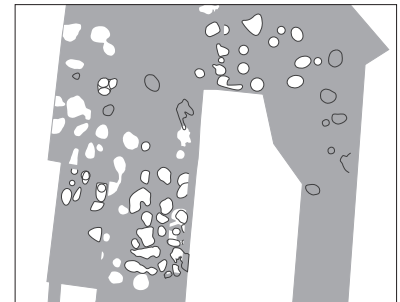
- *Prélèvement* : échantillonné
- *Poids total des vestiges (kg)* : 2
- *Outil, pièces particulières* : aucun



Puits en cours de fouille



Puits en cours de fouille



## Puits n° 4

Fouillé à : 50 %

Prélèvement : non

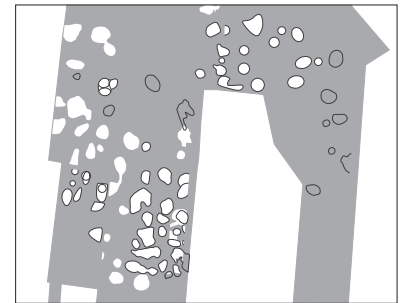
Moulage : non

Mobilier lithique :

- *Prélèvement* : échantillonné
- *Poids total des vestiges (kg)* : 1
- *Outil, pièces particulières* : aucun



Coupe

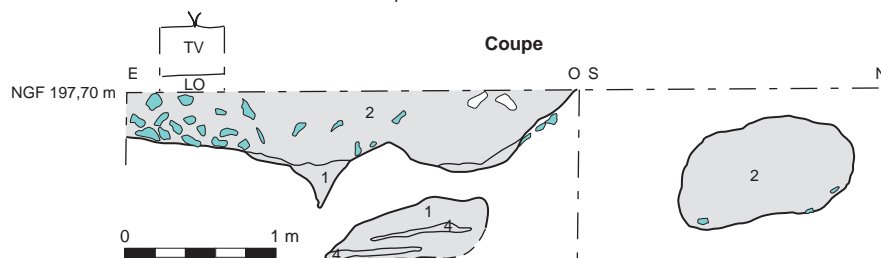


### Puits n° 5

Fouillé à : 50 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - **Prélèvement** : non échantillonné



Coupe



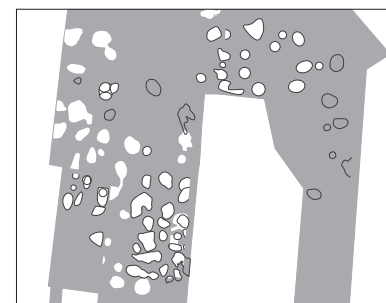
- 1: Limon brun argilo-sablonneux inclusé, mêlé de petits éléments de silex et calcaires.
- 2: Couche limoneuse aérée, cailloutis et traces de mycélium.
- 3: Couche limoneuse brune, amas de débitage et traces de mycélium.
- 4: Couches sablonneuses litées.

### Puits n° 6

Fouillé à : 50 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - **Prélèvement** : échantillonné  
 - **Poids total des vestiges (kg)** : 0,200  
 - **Outil, pièces particulières** : aucun



Coupe

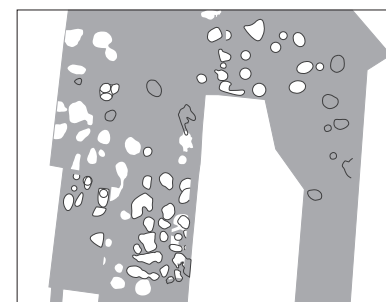


### Puits n° 7

Fouillé à : 50 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique : non



Coupe

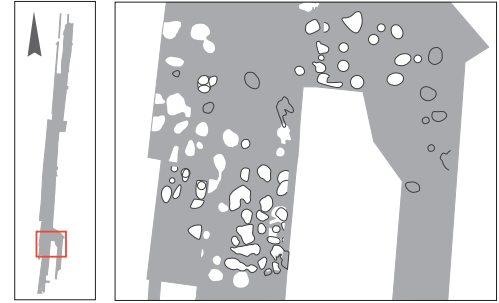


**Puits n° 8**

Fouillé à : 50 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique : non  
 - **Prélèvement** : échantillonné



Coupe

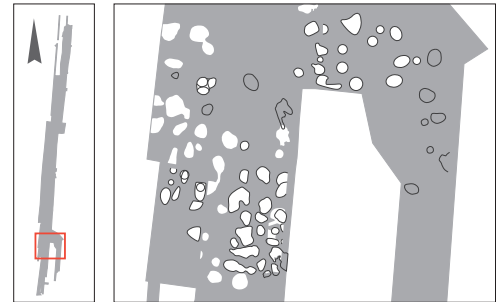


**Puits n° 9**

Fouillé à : 50 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - **Prélèvement** : échantillonné  
 - **Poids total des vestiges (kg)** : 0,500  
 - **Outil, pièces particulières** : aucun



Coupe

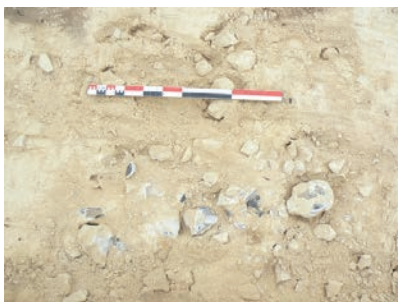
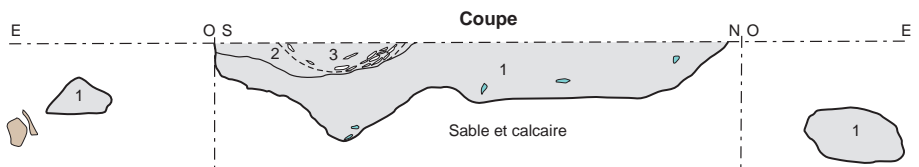
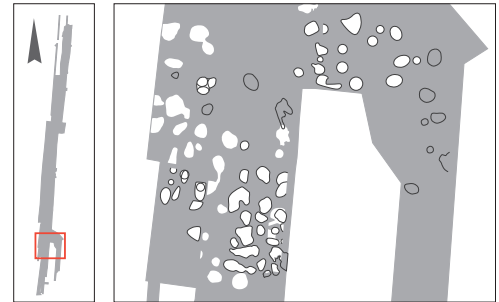


**Puits n° 10**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - **Prélèvement** : exhaustif  
 - **Données taphonomiques** : glissement unilatéral des vestiges dans la cuvette, constituant le remplissage sommital de la structure.  
 - **Poids total des vestiges (kg)** : 44  
 - **Outil, pièces particulières** : 5 pièces intermédiaires, 4 éclats retouchés.  
 - **Description sommaire de l'assemblage** : Essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Traces de façonnage par pans latéraux. Absence de façonnage bifacial et de petits éléments.



Coupe



Blocs de silex au fond du puits

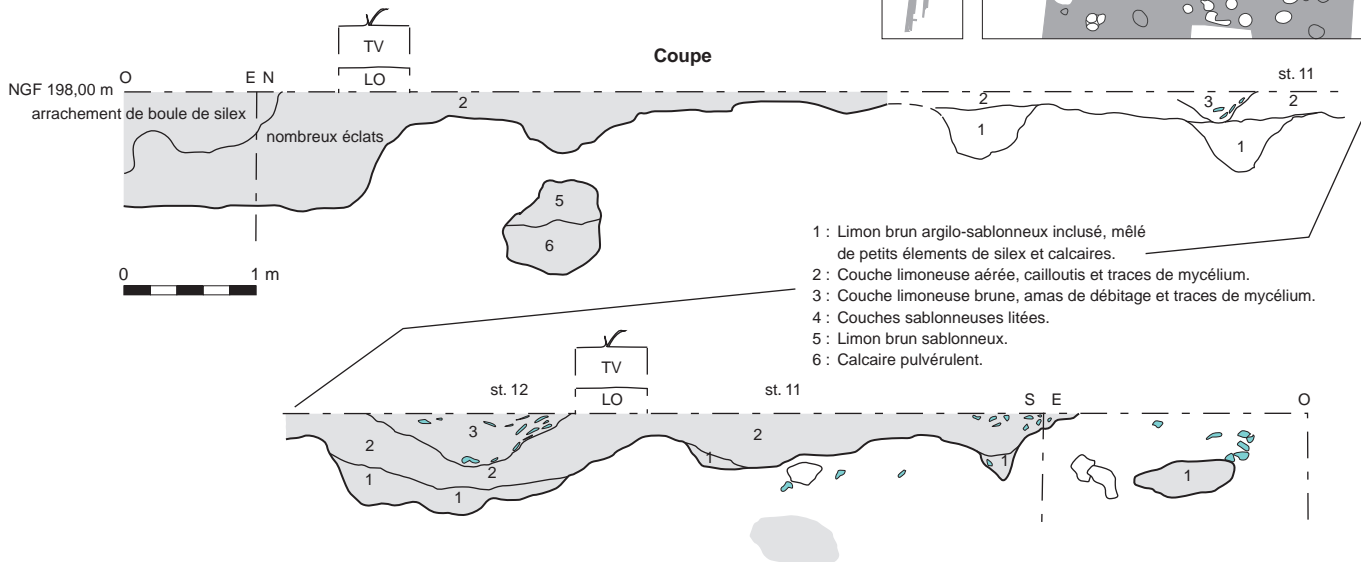


- 1: Limon brun argilo-sablonneux inclusé, mêlé de petits éléments de silex et calcaires.
- 2: Couche limoneuse aérée, cailloutis et traces de mycélium.
- 3: Couche limoneuse brune, amas de débitage et traces de mycélium.
- 4: Couches sablonneuses litées.



**Puits n° 11**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - *Prélèvement* : non échantillonné  
 - *Outil, pièces particulières* : aucun

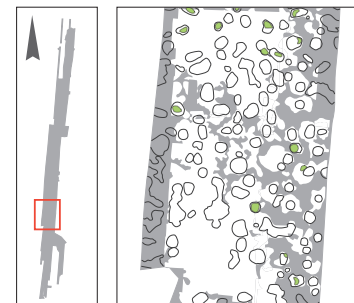


**Puits n° 27**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - *Prélèvement* : échantillonné  
 - *Poids total des vestiges (kg)* : 1  
 - *Outil, pièces particulières* : aucun

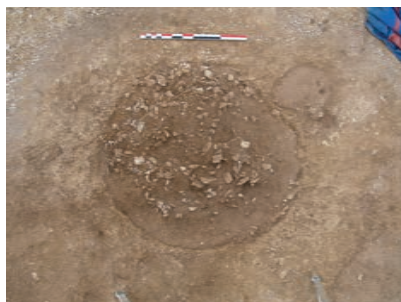


Amas de silex dans la tête du puits

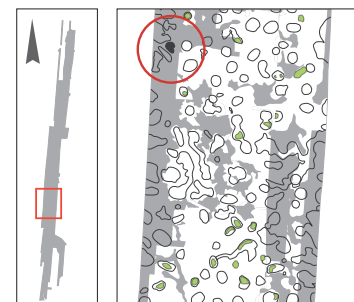


**Puits n° 47**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - *Prélèvement* : non échantillonné  
 - *Poids total des vestiges (kg)* : 1  
 - *Outil, pièces particulières* : aucun



Amas de silex dans la tête du puits



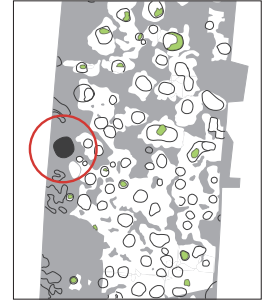
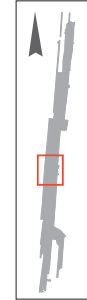
## Puits n° 55

Fouillé à : 100 %

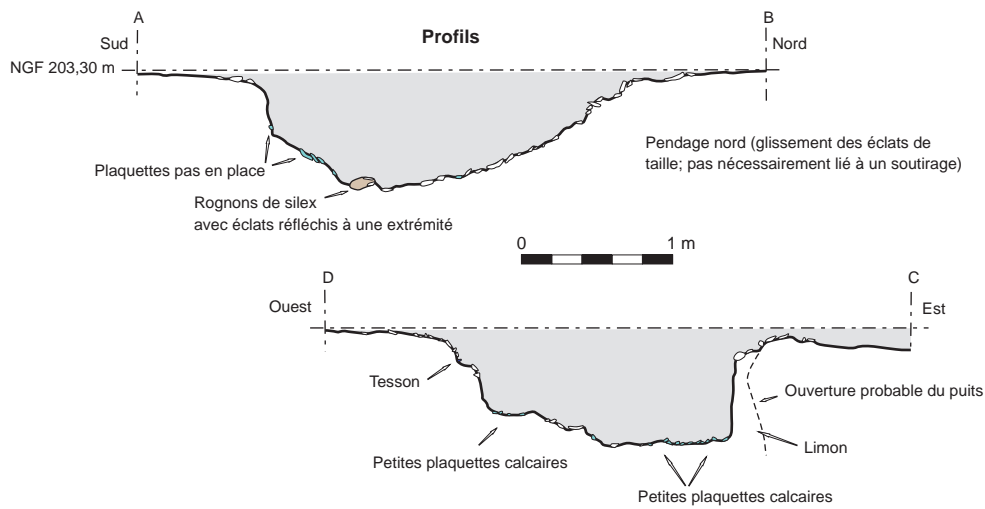
Prélèvement : oui

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif- **Poids total des vestiges (kg)** : 120- **Outil, pièces particulières** : 2 nucléus à éclats, 2 pièces ébauchées, 3 pièces façonnées, 4 pièces intermédiaires, 1 pièce esquillée, 7 éclats épais retouchés.- **Description sommaire de l'assemblage** : Tous les modules sont représentés, y compris les petits éléments. Peu de très gros éléments (deux fragments de nodules) et peu d'esquilles. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est très faiblement représenté.

Amas de silex soutiré par le puits



## Puits n° 70

Fouillé à : 100 %

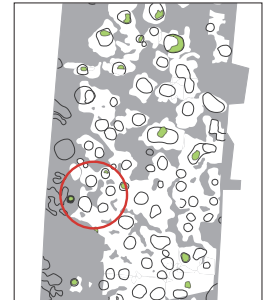
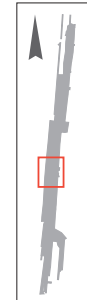
Prélèvement : non

Moulage : non

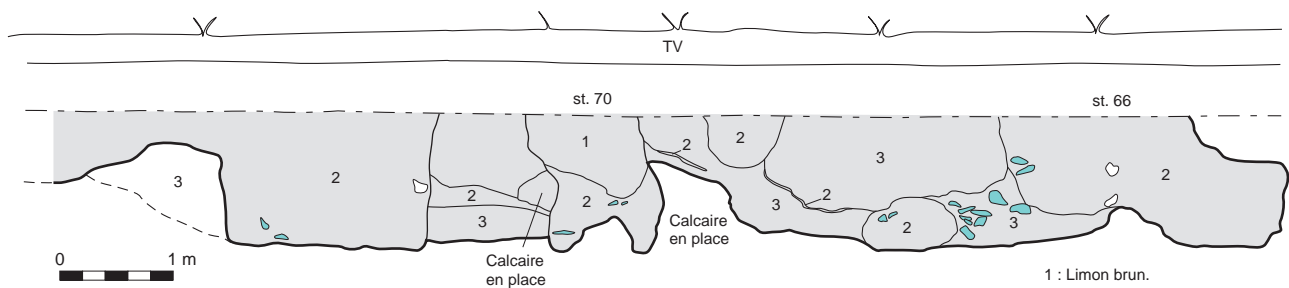
Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif- **Poids total des vestiges (kg)** : 20- **Outil, pièces particulières** : aucun- **Description sommaire de l'assemblage** : quatre gros fragments de nodules uniquement.

Bois de cerf :

- **Nombre** : 1 (planche 3, n° 7)- **Type** : piochon ?

## Coupe



**Puits n° 73**

Fouillé à : 50 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : échantillonné

- **Poids total des vestiges (kg)** : 75

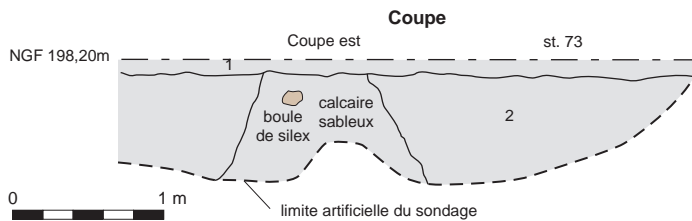
- **Outil, pièces particulières** : 1 percuteur léger, 1 nucléus à éclats, 1 pièce ébauchée, 1 pièce façonnée, 2 pièces intermédiaires, 9 éclats retouchés, 1 pièce esquillée, 3 pièces à retouches latérales.

- **Description sommaire de l'assemblage** : Tous les modules sont représentés, y compris les petits éléments. Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux), et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. De nombreuses cupules corticales ont été observées, ainsi que de nombreux stigmates de débitage par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est faiblement représenté.

Bois de cerf :

- **Nombre** : 6 (planche 21, n° 13, p. 1, n° 18, p. 23, n° 2, p. 6, n° 23, p. 6, n° 21)

- **Type** : 2 piochons, 1 levier, 1 possible piochon, 2 outils incomplets.



- 1: Limon brun sombre avec quelques éclats de silex.
- 2: Limon brun avec des éclats de silex.
- 3: Limon brun clair, sableux.
- 4: Sédiment sableux blanc-beige parfois induré et granuleux.
- 5: Mélange des couches 3 et 4, ensemble hétérogène.
- 6: Limon brun sableux hétérogène avec alternance de passes sombres et plus claires (beige) très mélangées et accompagné de nombreux blocs calcaires.
- 7: Couche 2 avec de nombreux débris de plaquettes calcaires.
- 8: Couche 3 avec de nombreux débris de plaquettes calcaires.

**Puits n° 76**

Fouillé à : 50 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

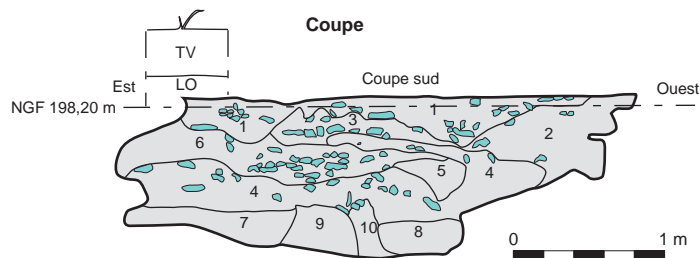
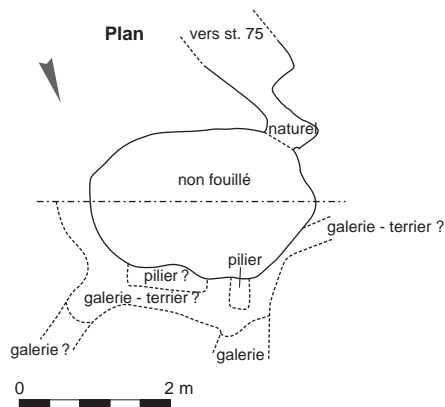
- **Prélèvement** : échantillonné

- **Poids total des vestiges (kg)** : 11

- **Outil, pièces particulières** : aucun



Coupe



- 1: Limon brun foncé.
- 2: Couche marron clair, souple, sableuse, homogène et peu de cailloux.
- 3: Couche couleur crème, sableuse.
- 4: Couche blanc cassé, homogène, calcaire pulvérulent.
- 5: Poche de limon brun très clair, souple et homogène (ruissellement de la Co 6 ?)
- 6: Couche marron foncé, limoneuse avec de nombreux cailloux à l'ouest de la couche.
- 7: Couche marron, sableuse et homogène.
- 8: Comblement identique à la couche 7.
- 9: Calcaire pulvérulent blanc.
- 10: Calcaire pulvérulent jaunâtre.

## Puits n° 94

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif

- **Données taphonomiques** : glissement des vestiges d'orientation est/ouest, constituant le remplissage sommital de la structure, en forme de cuvette du puits.

- **Poids total des vestiges (kg)** : 66

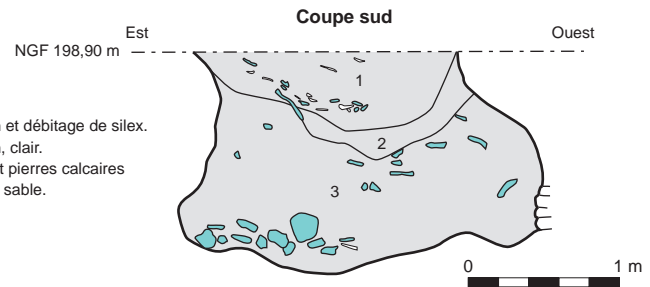
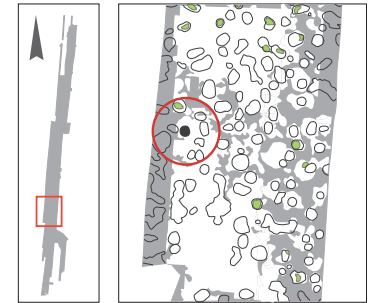
- **Outil, pièces particulières** : 1 percuteur massif, 1 nodule fracturé, 6 pièces intermédiaires, 1 pièce esquillée.

- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, surtout des gros éléments. Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Présence de fragments de nodules. De nombreuses cupules corticales ont été observées, ainsi que de nombreux stigmates de débitage par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est faiblement représenté. L'usage du percuteur dur semble largement représenté.

Bois de cerf :

- **Nombre** : 4 (pl. 14, n° 8).

- **Type** : fer ?, une empaumure, 2 piochons.



## Puits n° 99

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif

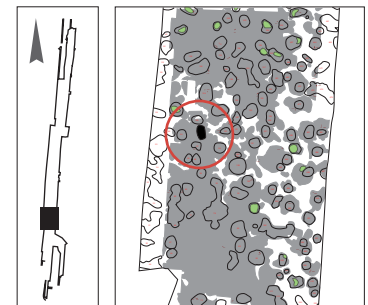
- **Poids total des vestiges (kg)** : 79

- **Outil, pièces particulières** : 3 nucléus à éclats, 2 pièces façonnées, 3 éclats retouchés, 2 pièces à retouches latérales, 1 enveloppe corticale retouchée.

- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, en proportions comparables, hormis pour ce qui concerne les esquilles, absentes. Présence d'éclats massifs et de nombreuses cupules corticales, ainsi que de nombreux stigmates de débitage par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est faiblement représenté.



Coupe



Galleries

.../...





Détail du réseau de galerie



Comblement d'une galerie en automne



Galerie. Au premier plan, boule de silex abandonnée

**Puits n° 100**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

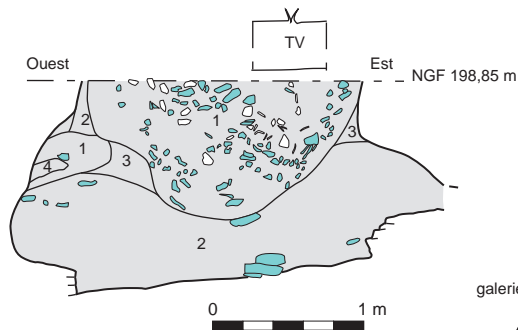
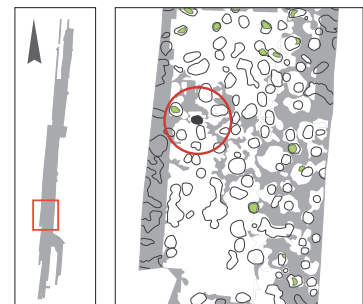
Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif
- **Données taphonomiques** : remplissage sommital de la structure composée d'un bouchon compact, constitué d'une matrice limoneuse emballant cailloux calcaires et silex taillés.
- **Poids total des vestiges (kg)** : 72
- **Outil, pièces particulières** : 1 pièce ébauchée, 6 pièces intermédiaires, 2 pièces à retouche latérales, 1 pièce esquillée et 7 éclats retouchés.
- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, mais on observe peu de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est faiblement représenté. De nombreuses esquilles ont été observées.

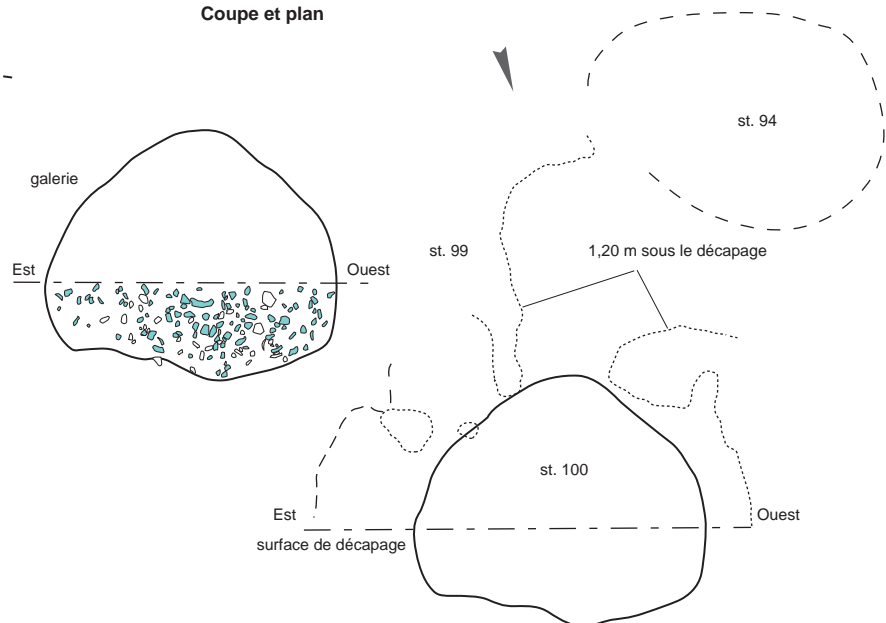


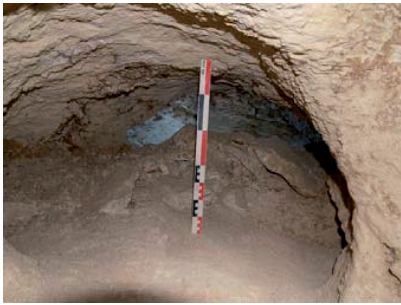
Puits vidé



- 1 : Limon brun, cailloux, pierres calcaires, éclats de silex.
- 2 : Sable et nodules calcaires.
- 3 : Limon brun, clair, nodules calcaires.
- 4 : Sable.

**Coupe et plan**





Galerie non comblée



Vue d'une galerie pendant une éclipse lunaire



Détail de l'ouverture des galeries



Galeries



Vue des galeries



Galerie non comblée



Bloc de silex laissé en place



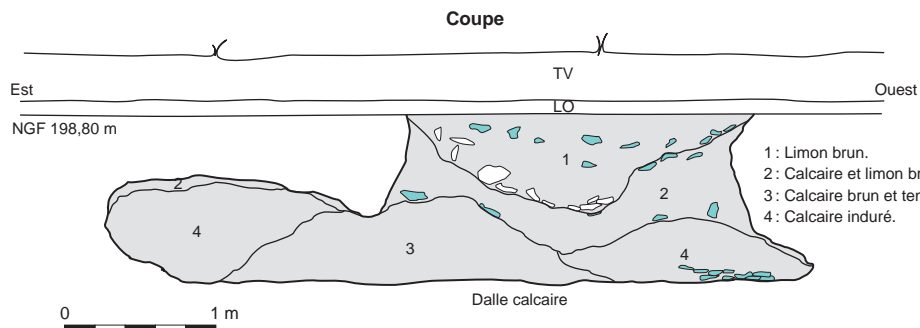
Vue des galeries



Bloc de silex laissé en place

**Puits n° 102**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - Prélèvement : non échantillonné



**Puits n° 104**

Fouillé à : 0 % - 50 % - 100 %

Prélèvement : oui - non

Moulage : oui - non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : échantillonné - exhaustif - non échantillonné

- **Données taphonomiques** : remplissage sommital de la structure composé d'un bouchon compact, constitué d'une matrice limoneuse emballant cailloux calcaires et silex taillés.

- **Poids total des vestiges (kg)** : 107

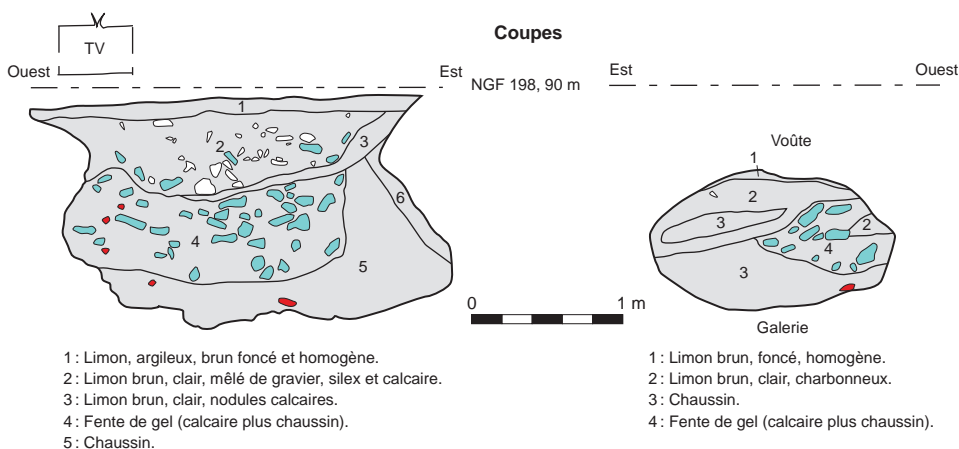
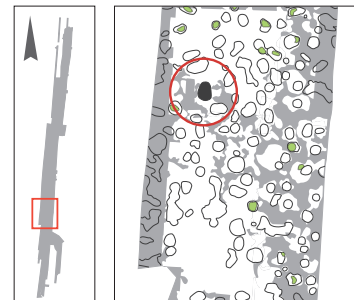
- **Outil, pièces particulières** : 2 percuteurs lourds, 1 percuteur léger en calcaire, 1 nucléus à éclats, 3 pièces ébauchées, 4 pièces façonnées, 4 pièces intermédiaires, 1 pièce à retouches latérales, 14 éclats retouchés.

- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, y compris les petits éléments. Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est faiblement représenté.

**Bois de cerf** :

- **Nombre** : 2 (pl. 4, n° 14; pl. 9, n° 9; pl. 21, n° 1).

- **Type** : piochon, piochon/levier.



**Puits n° 106**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** :

non échantillonné

**Bois de cerf** :

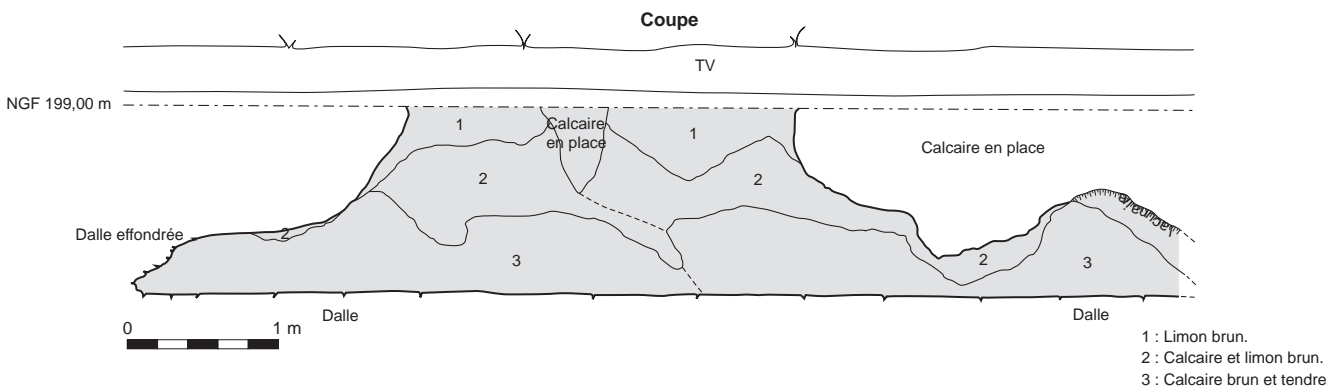
- **Nombre** : 1

- **Type** : outil incomplet.



Coupe

Détail de la coupe



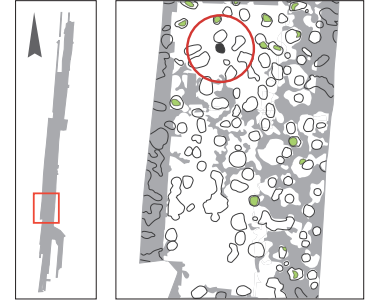


## Puits n° 110

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - **Prélèvement** : non échantillonné  
 Bois de cerf :  
 - **Nombre** : 1 (pl. 9, n° 11).  
 - **Type** : piochon/marteau.



Vue en plan du puits

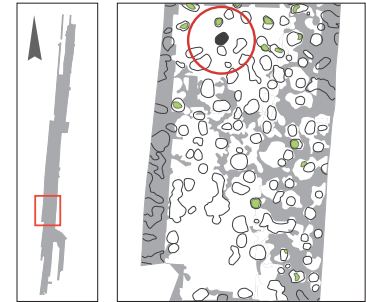


## Puits n° 111

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - **Prélèvement** : non échantillonné  
 Bois de cerf :  
 - **Nombre** : 3 (pl. 21, n° 5 ; pl. 10, n° 19).  
 - **Type** : piochon, fer, outil incomplet.

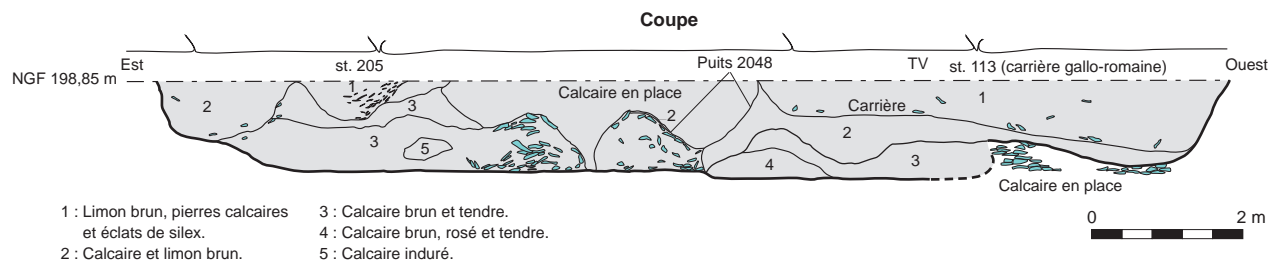


Vue en plan du puits



## n° 205/113 (carrière gallo-romaine)

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - **Prélèvement** : échantillonné  
 - **Données taphonomiques** : glissement unilatéral nord-ouest/sud-est des vestiges à l'intérieur d'une cuvette. En surface les vestiges étaient disposés en croissant de lune.  
 - **Poids total des vestiges (kg)** : 27  
 - **Outil, pièces particulières** : 1 nucléus à éclats, 2 pièces ébauchées, 1 éclat épais retouché.  
 - **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, essentiellement les petits éléments. Quelques éclats massifs ont également été observés. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est faiblement représenté.

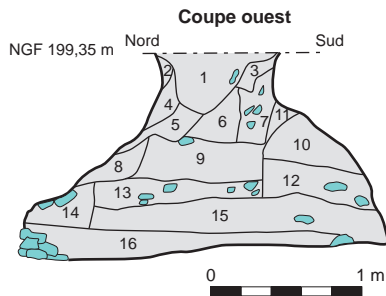
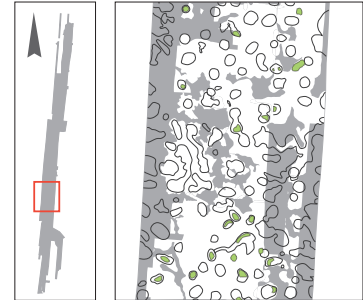




**Puits n° 121**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : échantillonné
- **Poids total des vestiges (kg)** : 44
- **Outil, pièces particulières** : 4 pièces façonnées, 2 enveloppes corticales retouchées, 2 éclats épais retouchés.
- **Description sommaire de l'assemblage** : essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Très peu de petits éléments ont été observés. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Traces de façonnage bifacial.



- 1 : Limon brun, foncé, associé à du calcaire altéré, couche hétérogène et compact pierres cailloutis et inclusions calcaires en forte densité, silex taillés.
- 2 : Limon brun-orangé, poche et cailloutis calcaires, compact.
- 3 : Calcaire pulvérulent, poches de limon brun, ensemble hétérogène et compact.
- 4 : Calcaire pulvérulent mêlé de limon brun, ensemble hétérogène et compact.
- 5 : Limon brun mêlé de cailloutis et inclusions calcaires, ensemble hétérogène et meuble, silex taillés.
- 6 : Calcaire pulvérulent et cailloutis calcaire en forte densité, ensemble homogène et relativement meuble.
- 7 : Calcaire pulvérulent, pierres calcaires, silex taillés, ensemble homogène et meuble.
- 8 : Poche de calcaire, compact.
- 9 : Calcaire pulvérulent aux nuances orangées, cailloutis calcaires, ensemble hétérogène et meuble.
- 10 : Calcaire pulvérulent, nombreux cailloutis calcaires, ensemble hétérogène et meuble.
- 11 : Effet de paroi.
- 12 : Calcaire pulvérulent, blocs calcaires, ensemble compact.
- 13 : Calcaire pulvérulent, pierres calcaires, silex taillés, ensemble compact et homogène.
- 14 : Identique à l'US 9.
- 15 : Calcaire pulvérulent, quelques pierres calcaires, ensemble homogène et compact.
- 16 : Identique à l'US 15, mais très meuble.

**Puits n° 123**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif
- **Données taphonomiques** : silex présents en forte densité dans les deux horizons supérieurs du remplissage.
- **Poids total des vestiges (kg)** : 116
- **Outil, pièces particulières** : 2 perceurs, 2 pièces ébauchées, 1 pièce façonnée, 1 pièce intermédiaire, 2 éclats retouchés.
- **Description sommaire de l'assemblage** : essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclat massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Un nodule intact. Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Très peu de petits éléments ont été observés. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Traces de façonnage bifacial.



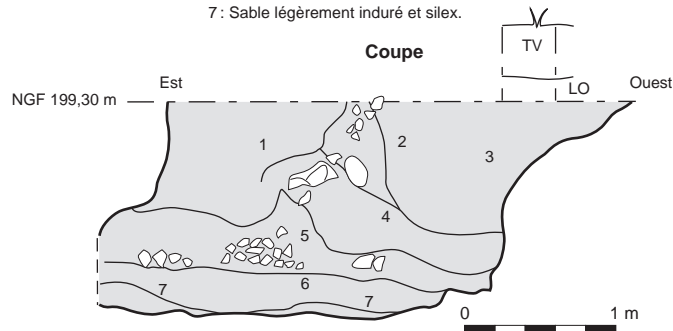
Coupe



- 1 : Argile limoneuse brune, petits blocs calcaires et silex.
- 2 : Poche mélangée de limon et nodules calcaires.
- 3 : Idem US 1.
- 4 : Matrice sablonneuse, blocs de silex et cailloux calcaires.
- 5 : Niveau induré, silex et plaquette calcaire.
- 6 : Niveau calcaire, très tendre et silex.
- 7 : Sable légèrement induré et silex.



Boule de silex avec traces d'extraction



Coupe



Vue en plan



Le puits vidé



Détail de l'ouverture des galeries

### Puits n° 124

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif

- **Données taphonomiques** : dans le remplissage sommital de la structure, probable figure de glissement unilatéral des vestiges, d'orientation est/ouest : matrice limoneuse emballant cailloux calcaires et éclats de silex.

- **Poids total des vestiges (kg)** : 173

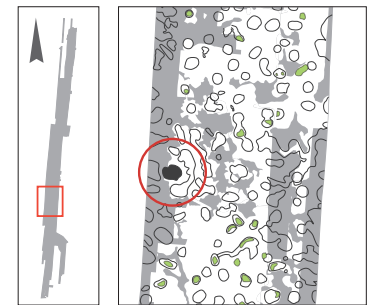
- **Outil, pièces particulières** : 1 percuteur massif, 7 nucléus à éclats, 3 pièces ébauchées, 1 pièce façonnée, 5 pièces intermédiaires, 2 pièces à retouches latérales, 1 enveloppe corticale retouchée, 5 éclats retouchés.

- **Description sommaire de l'assemblage** : essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Plusieurs nodules intacts. Pas de petits éléments, ni de façonnage bifacial. Le façonnage par pans latéraux est faiblement représenté.

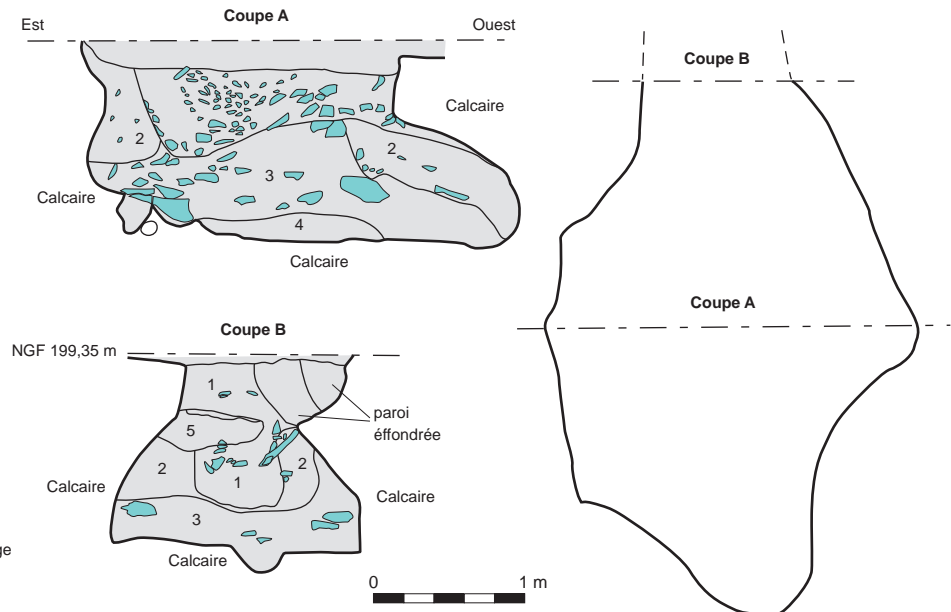
**Bois de cerf** :

- **Nombre** : 1 (pl. 9, n°10).

- **Type** : piochon.



### Plan et coupes



- 1 : Limon brun, chargé en cailloutis calcaire, quelques blocs calcaires, éclats et débitage de silex, traces de charbons.
- 2 : Limon brun, clair, nodules et pierres calcaires.
- 3 : Calcaire remanié.
- 4 : Sol en place ou remanié ?
- 5 : Poche hétérogène qui se caractérise par le mélange de calcaire puvérulent et de limon brun avec des morceaux de calcaire (effondrement de paroi).

**Puits n° 125**

**Fouillé à :** 100 %

**Prélèvement :** non

**Moulage :** non

**Mobilier lithique :**

- **Prélèvement :** exhaustif

- **Données taphonomiques :** silex présents dans tous les épisodes du remplissage, mais majoritairement dans le remplissage sommital. Figure de glissement des vestiges d'orientation est/ouest, se présentant en surface sous la forme d'un demi-cercle. Les silex présentent un pendage net vers l'intérieur de la structure.

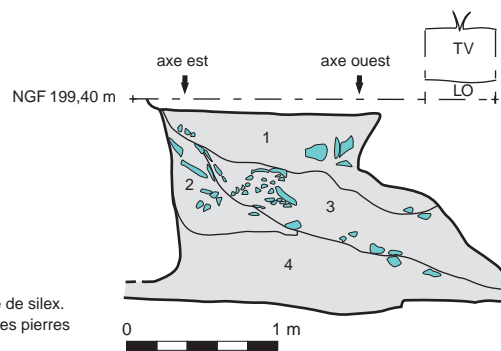
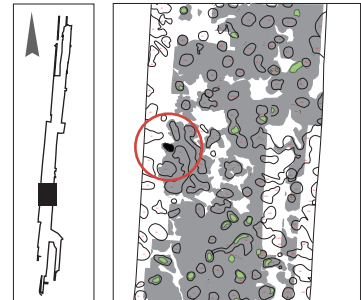
- **Outil, pièces particulières :** 3 nucléus, 1 pièce ébauchée, 3 pièces intermédiaires.

- **Description sommaire de l'assemblage :** essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Beaucoup de cupules corticales. Pas de petits éléments, ni de façonnage bifacial. Le façonnage par pans latéraux est faiblement représenté.

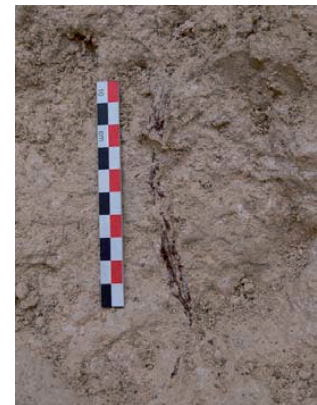
**Bois de cerf :**

- **Nombre :** 2 (pl. 9, n° 1 et n° 15).

- **Type :** 2 piochons.



- 1 : Limon brun, cailloutis et pierres calcaires, débitage de silex.
- 2 : Calcaire pulvérulent avec du débitage de silex et des pierres calcaires.
- 3 : Limon brun, clair, meuble, débitage de silex, cailloutis et pierres calcaires, charbons, nodules d'argiles dans la voûte ouest, tête de blaireau ?
- 4 : Calcaire remanié avec des bois de cerf.



Trace carbonneuse



Galerie non comblée



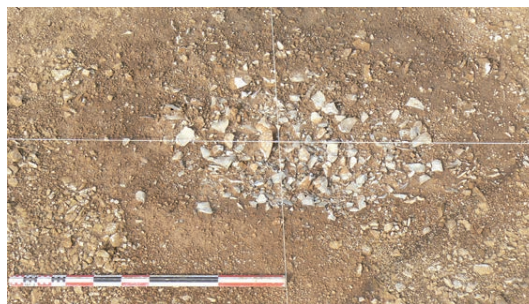
Puits en plan avant nettoyage



Bois de cerf au fond du puits



Puits en cours de fouille



Détail de l'amas au sommet du puits



Bois de cerf au fond du puits



## Puits n° 126

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

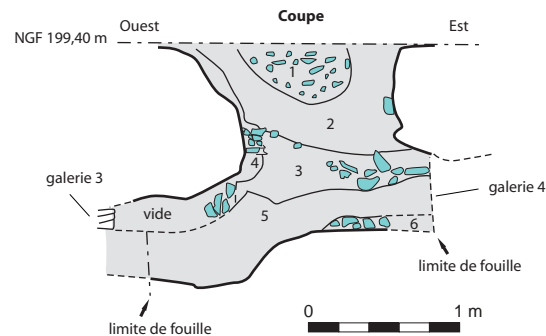
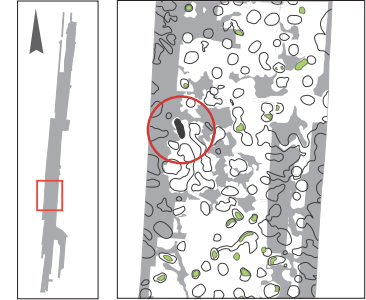
- **Prélèvement** : exhaustif

- **Données taphonomiques** : remplissage sommital de la structure composé d'un bouchon compact, constitué d'une matrice limoneuse emballant cailloux calcaires et silex taillés.

- **Poids total des vestiges (kg)** : 123

- **Outil, pièces particulières** : 1 fragment de nodule, 1 nucléus à éclats, 1 pièce intermédiaire, 2 pièces esquillées, 2 enveloppes corticales retouchées, 7 éclats retouchés.

- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, surtout de gros éléments. Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Un nodule intact. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est faiblement représenté. De nombreuses esquilles ont été observées.



- 1 : Argile brune mêlée d'inclusions et de plaquette calcaire, amas de silex.
- 2 : Argile brune avec des inclusions calcaires.
- 3 : Argile grise, sable et rejet de silex.
- 4 : Calcaire remanié et plaquette.
- 5 : Calcaire induré blanc.
- 6 : Blocs calcaires.



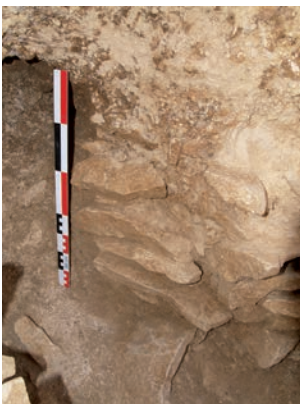
Coupe



Galerie



Vue en plan



Plaquettes calcaires en place en fond d'excavation



Plaquettes calcaires en place en fond d'excavation



Galerie non comblée



## Puits n° 127

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif

- **Données taphonomiques** : silex présents dans le remplissage de la structure.

- **Poids total des vestiges (kg)** : 35

- **Outil, pièces particulières** : 1 percuteur lourd, 1 pièce façonnée, 1 pièce intermédiaire, 1 éclat retouché.

- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, mais on observe une large majorité de gros éléments. Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée, et de cupules corticales. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est très faiblement représenté. Peu d'esquilles et de petits éléments.

Bois de cerf :

- **Nombre** : 2 (pl. 10, n° 2 ; pl. 22, n° 25).

- **Type** : piochon, outil incomplet.

1: Limon sablo-gravillonneux, brun, foncé, homogène et meuble, caillou calcaire et quelques silex.

2: Petit niveau de calcaire pulvérulent jaunâtre, se perdant dans 2b et 2c plus hétérogène.

2a: Limon sablo-gravillonneux, beige-jaune, cailloux calcaire ; meuble et homogène, plus de calcaire à l'ouest.

2b: Mélange de calcaire pulvérulent avec du limon brun.

2c: Poche de calcaire gravillonneux légèrement induré, blanc jaunâtre.

3: Calcaire sablo-gravillonneux, meuble, jaune orangé légèrement grisâtre, hétérogène (aspect tacheté).

4: Limon brun gravillonneux, meuble, cailloux calcaire, éclats de silex, homogène.

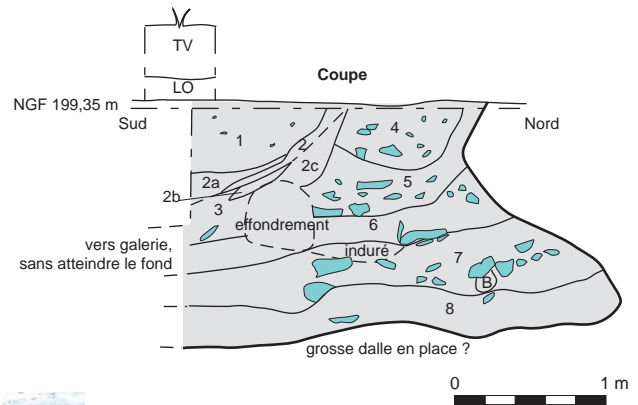
5: Limon brun orangé, meuble, rare silex, caillou et plaquette calcaires, assez homogène.

6: Calcaire pulvérulent, sableux, jaune orangé, meuble avec caillou calcaire (proche de l'US 3).

7: Calcaire pulvérulent, blanc cassé, gravillonneux au sud, débris de plaquette calcaire au nord.

8: Calcaire induré blanc cassé, quelques débris de plaquette calcaire (bois de cerf).

9: Identique à la l'US 2a, plus de calcaire à l'ouest, hétérogène.



Vue en coupe



Coupe



Bois de cerf au fond du puits

## Puits n° 131

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif

- **Données taphonomiques** : remplissage sommital de la structure composé d'un bouchon compact, constitué d'une matrice limoneuse emballant cailloux calcaires et silex taillés.

- **Poids total des vestiges (kg)** : 148

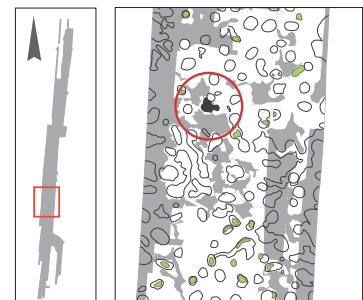
- **Outil, pièces particulières** : 1 percuteur massif, 1 nucléus à éclats, 2 pièces ébauchées, 4 pièces intermédiaires, 1 pièce esquillée, 8 éclats retouchés.

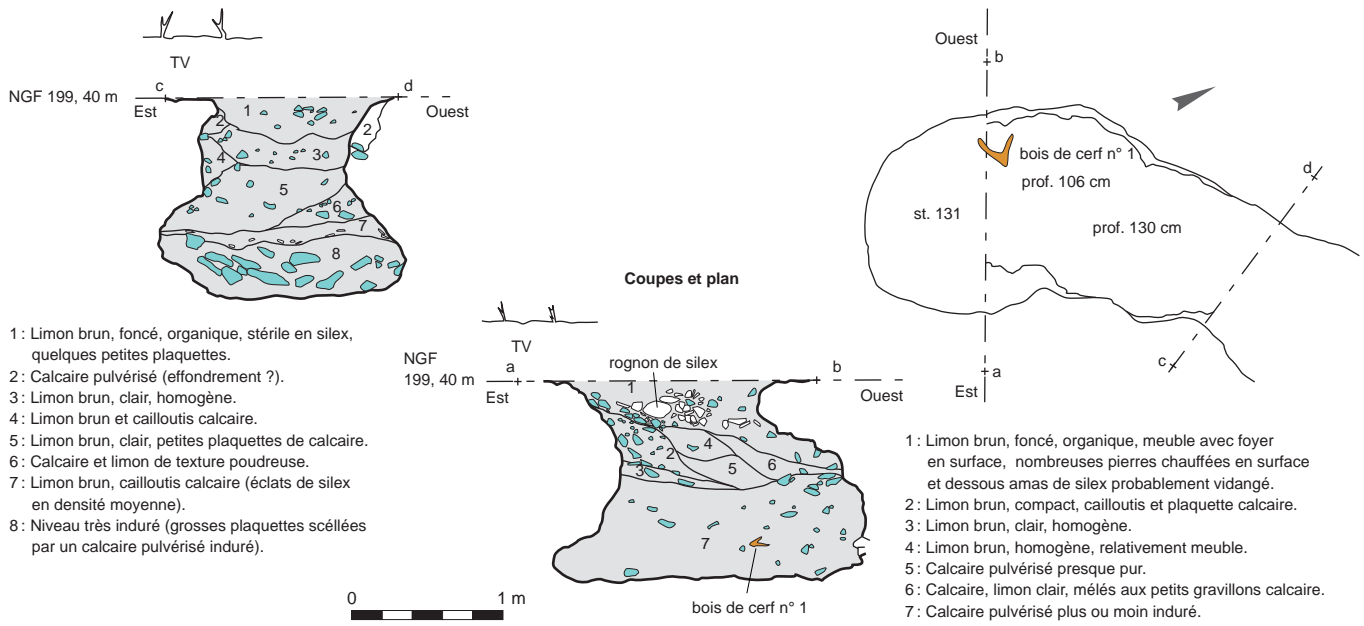
- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, y compris les petits éléments. Peu de très gros éléments. Quelques éclats massifs obtenus par percussion jetée. Beaucoup d'éclats épais corticaux. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est faiblement représenté. De nombreuses esquilles ont été observées, ainsi que quelques éléments de silex brûlé.

Bois de cerf :

- **Nombre** : 1 (pl. 10, n° 5).

- **Type** : piochon.





Coupe du puits



Vue en place du foyer



Vue en plan du foyer



Bois de cerf au fond du puits



Amas de silex



**Puits n° 132**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif

- **Données taphonomiques** : remplissage sommital de la structure composé d'un bouchon compact, constitué d'une matrice limoneuse emballant cailloux calcaires et silex taillés.

- **Poids total des vestiges (kg)** : 153

- **Outil, pièces particulières** : aucune.

- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, mais on observe peu de gros éléments.

Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est faiblement représenté.

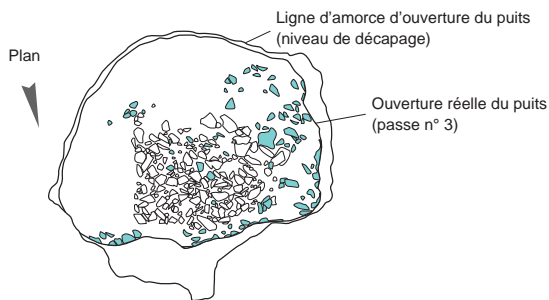
Bois de cerf :

- **Nombre** : 2 (pl. 5, n° 13 ; pl. 17, n° 2).

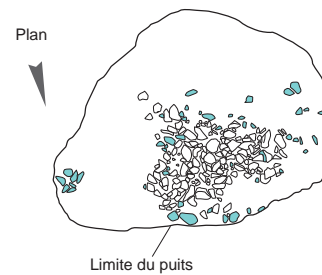
- **Type** : grande pointe ?, piochon.



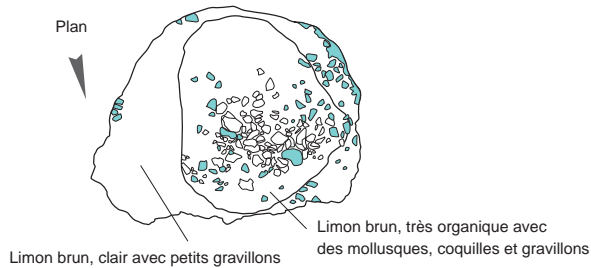
**Passe 3**  
10 cm sous le niveau de décapage



**Passe 4**  
15 cm sous le niveau de décapage



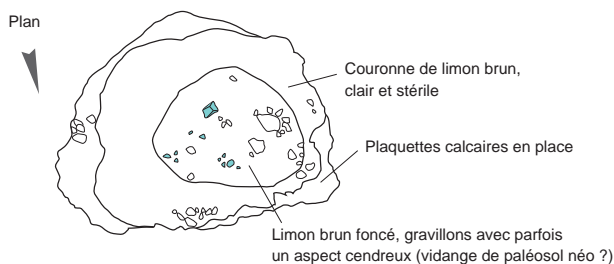
**Passe 5**  
24 cm sous le niveau de décapage



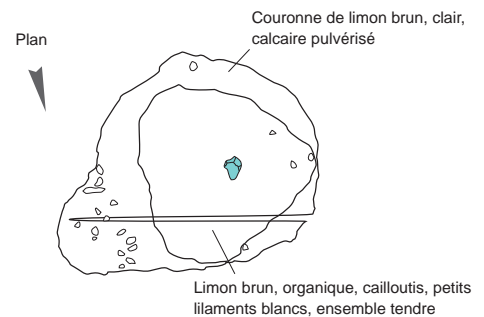
**Passe 6**  
30 cm sous le niveau de décapage



**Passe 7**  
35 cm sous le niveau de décapage

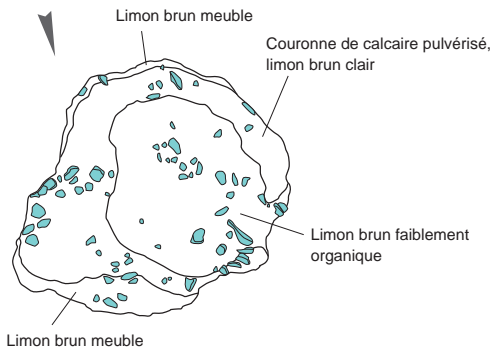


**Passe 8**  
50 cm sous le niveau de décapage



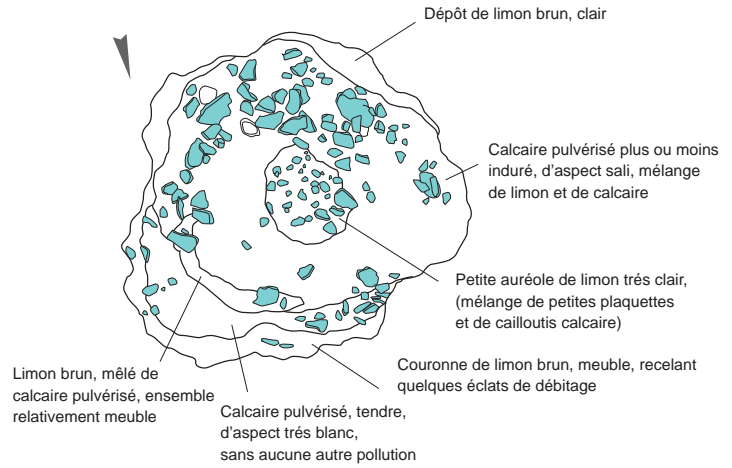


**Passe 9**  
65 cm sous le niveau de décapage

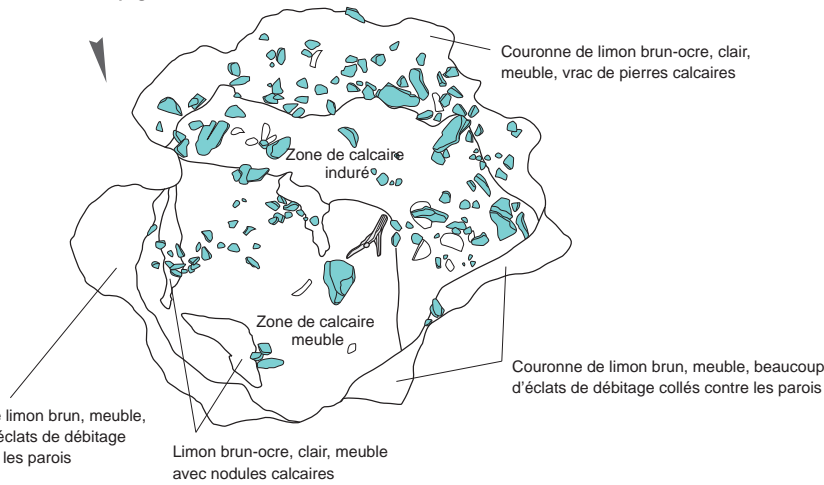


Présence de quelques éclats de silex, dans le limon brun périphérique

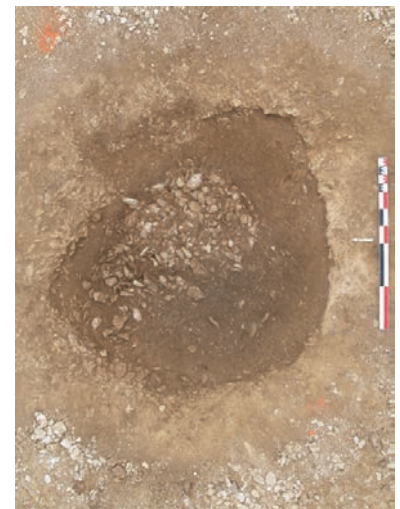
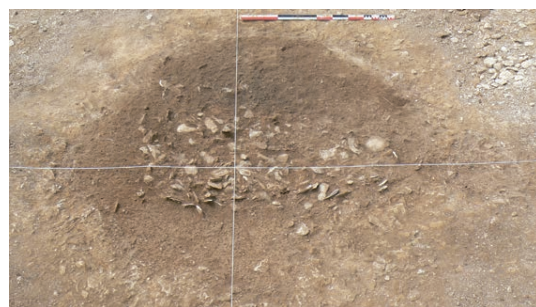
**Passe 10**  
80 cm sous le niveau de décapage



**Passe 11**  
100 cm sous le niveau de décapage



Couronne de limon brun, meuble, beaucoup d'éclats de débitage collés contre les parois



.../...

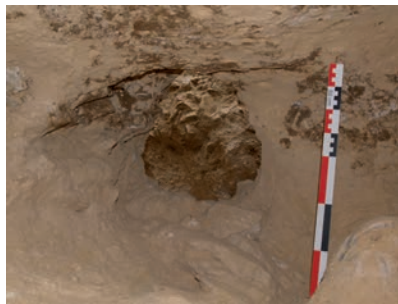


Vue en plan de la 9<sup>e</sup> passeVue en plan de la 11<sup>e</sup> passe

Vue d'une galerie



Traces d'outils sur la paroi



Ouverture d'une galerie



Galerie non comblée



Bois de cerf au fond du puits

### Puits n° 137

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif

- **Données taphonomiques** : remplissage sommital de la structure composé d'un bouchon compact, constitué d'une matrice limoneuse emballant cailloux calcaires et silex taillés (apparemment surtout des gros éléments).

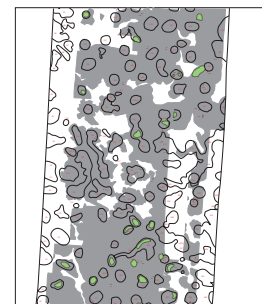
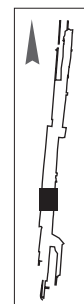
- **Poids total des vestiges (kg)** : 47

- **Outil, pièces particulières** : 2 nucléus à éclats, 3 pièces ébauchées, 3 pièces intermédiaires, 3 pièces façonnées, 3 éclats retouchés, 1 pièce à retouches latérales.

- **Description sommaire de l'assemblage** : essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Parmi les nombreux éclats épais identifiés, le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Pas de traces de façonnage bifacial. Nombreux fragments de pièces bouchardées.

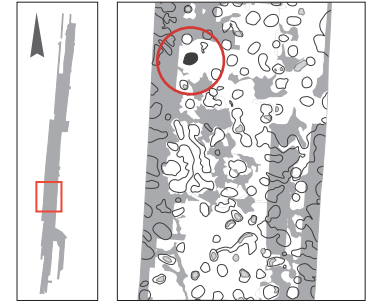
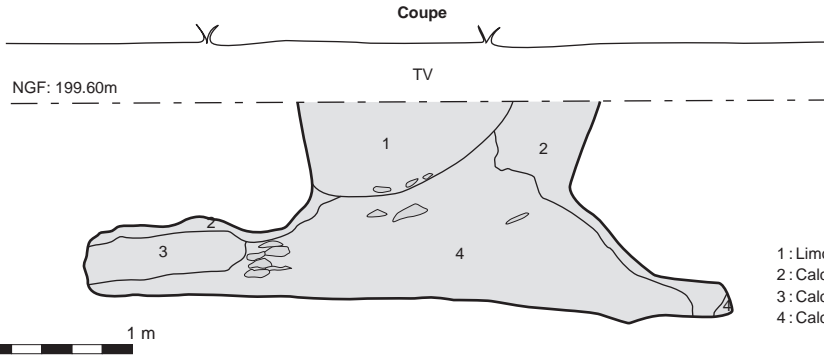


Vue en plan à l'ouverture du puits



**Puits n° 138**

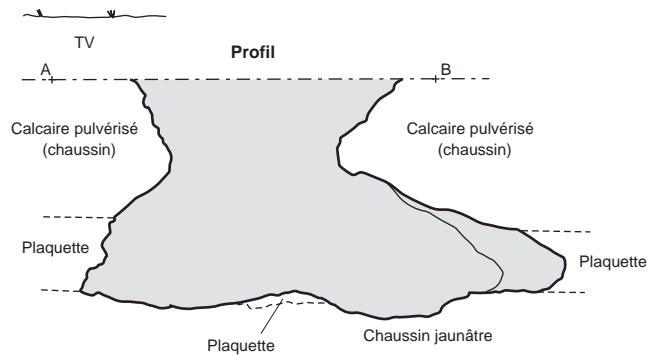
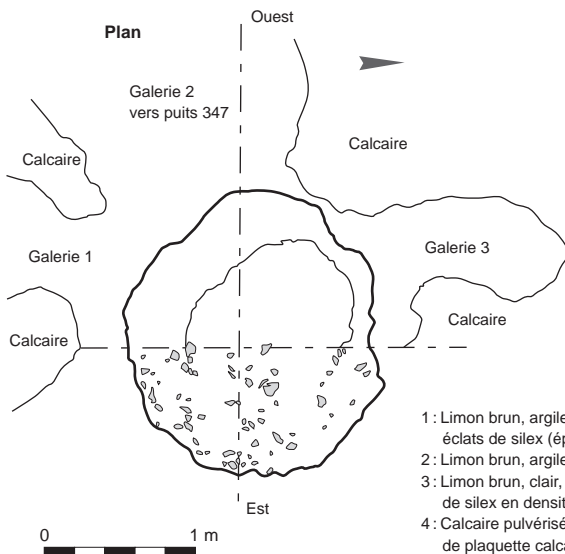
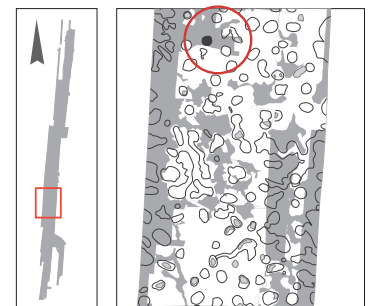
Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : oui  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - **Prélèvement** : non échantillonné



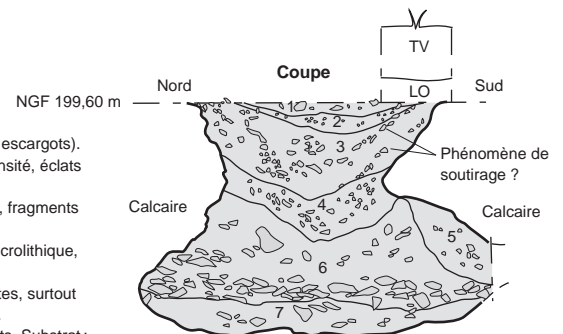
- 1: Limon brun.
- 2: Calcaire et limon brun.
- 3: Calcaire, limon brun, charbons de bois et mycélium.
- 4: Calcaire brun et tendre.

**Puits n° 141**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - **Prélèvement** : échantillonné - exhaustif - non échantillonné  
 - **Données taphonomiques** : silex épars dans le remplissage.  
 - **Poids total des vestiges (kg)** : 23  
 - **Outil, pièces particulières** : 1 pièce façonnée, 3 pièces intermédiaires, 1 éclat retouché.  
 - **Description sommaire de l'assemblage** : essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est fortement représenté. Pas de traces de façonnage bifacial.  
**Bois de cerf** :  
 - **Prélèvement** : 1 (pl. 8, n° 5).  
 - **Type** : piochon ?



- 1: Limon brun, argileux, recelant quelques éclats de silex (épannelage).
- 2: Limon brun, argileux, meuble, petit cailloutis (petits escargots).
- 3: Limon brun, clair, calcaire pulvérisé en faible densité, éclats de silex en densité moyenne.
- 4: Calcaire pulvérisé plus une faible quantité de limon, fragments de plaquette calcaire, couche indurée.
- 5: Calcaire pulvérisé et limon brun à densité égale, microlithique, ensemble meuble.
- 6: Calcaire pulvérisé non pollué, nombreuses plaquettes, surtout dans la partie inférieure, aspect sableux et meuble.
- 7: Calcaire pulvérisé blanc, induré jaunâtre par endroits. Substrat : plaquette horizontale, encastrée dans un sable jaune.





Vue en plan



Bois de cerf dans le comblement



Vue d'une galerie

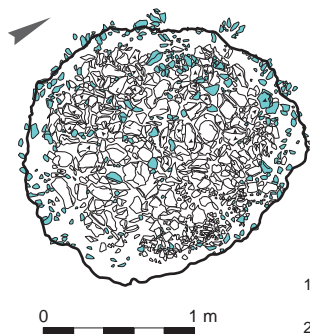
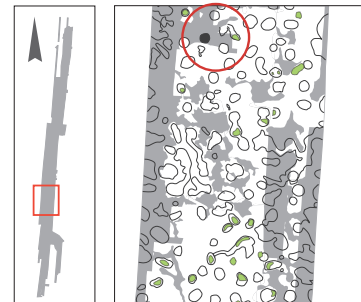


Vue d'une galerie

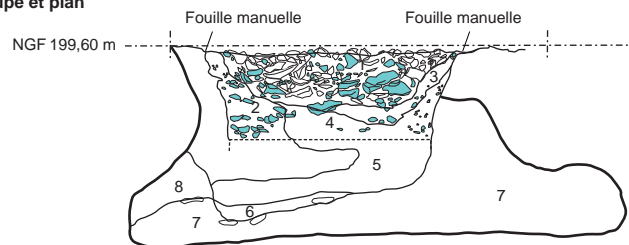
**Puits n° 142**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : oui  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif
- **Données taphonomiques** : remplissage sommital de la structure en bouchon massif et compact. Probable dynamique de remplissage est-ouest, par un effet de glissement des vestiges à l'intérieur du creux. Un tri granulométrique des vestiges était visible dans les vestiges en surface du décapage (concentration de petits éléments disposés en couronne sur la moitié est, puis surmontés par les gros éléments).
- **Poids total des vestiges (kg)** : 261
- **Outil, pièces particulières** : 4 nucléus à éclats, 6 fragments de percuteurs massifs, 1 percuteur lourd, 6 pièces ébauchées, 3 pièces intermédiaires, 5 pièces façonnées, 2 pièces à retouches latérales, 8 éclats épais retouchés, 1 pièce esquillée, 1 enveloppe corticale retouchée.
- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, avec une dominante d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux), et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. De nombreuses cupules corticales ont été observées, ainsi que de nombreux stigmates de débitage par percussion jetée. On note la présence de nombreuses esquilles. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est faiblement représenté.



**Coupe et plan**



- 1: Limon brun, foncé, nombreux éclats de silex mêlés à de grosses plaquettes (pendage des plaquettes et des éclats, irréguliers).
- 2: Limon brun, associé à de la petites plaquettes, stérile en silex.
- 3: Limon brun, clair (mélange de chaussin et une faible quantité de limon), rares plaquettes.
- 4: Chaussin induré mêlé de petite plaquette.
- 5: Calcaire blanc mêlé de limon brun.
- 6: Calcaire induré blanc et brun.
- 7: Calcaire brun et tendre.
- 8: Calcaire induré blanc.





Amas de débitage dans l'ouverture du puits



Puits en cours de fouille

**Puits n° 144**

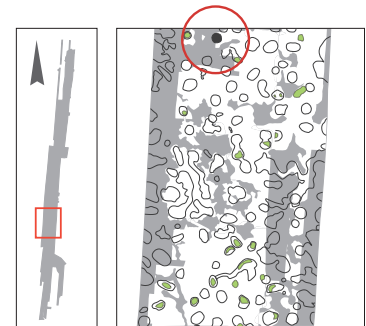
Fouillé à : 100 %

Prélèvement : oui

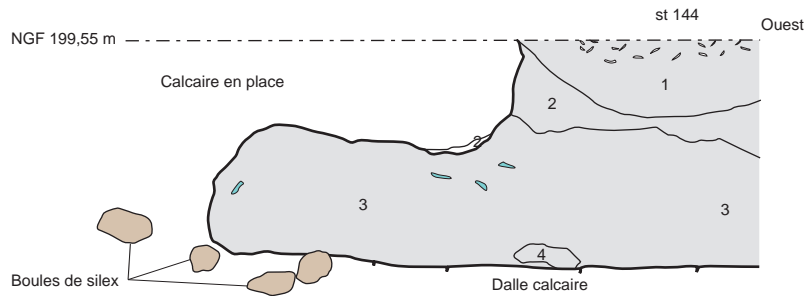
Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif
- **Données taphonomiques** : remplissage sommital de la structure composé d'un bouchon compact, constitué d'une matrice limoneuse emballant cailloux calcaires et silex taillés.
- **Poids total des vestiges (kg)** : 340
- **Outil, pièces particulières** : 1 percuteur léger, 7 fragments de percuteurs, 2 nucléus à éclats, 3 pièces ébauchées, 6 pièces façonnées, 11 pièces intermédiaires, 11 éclats retouchés, 1 pièce esquillée, 1 pièce bouchardée.
- **Description sommaire de l'assemblage** : voir étude détaillée dans l'étude du mobilier lithique.



Coupe



- 1 : Limon brun.
- 2 : Calcaire mêlé de limon brun.
- 3 : Calcaire brun, tendre.
- 4 : Calcaire induré.



**Puits n° 145**

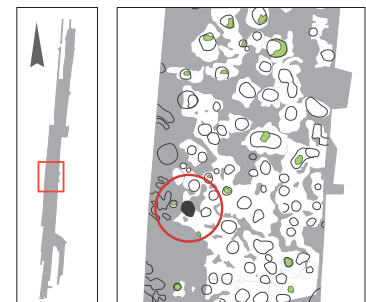
Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

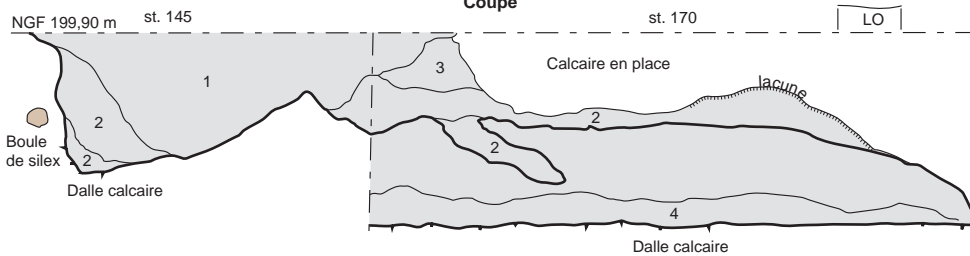
Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : échantillonné
- **Poids total des vestiges (kg)** : 1
- **Outil, pièces particulières** : aucun



Coupe



- 1 : Limon brun.
- 2 : Calcaire et limon brun.
- 3 : Calcaire brun et tendre.
- 4 : Calcaire induré.





## Puits n° 146

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif

- **Poids total des vestiges (kg)** : 42

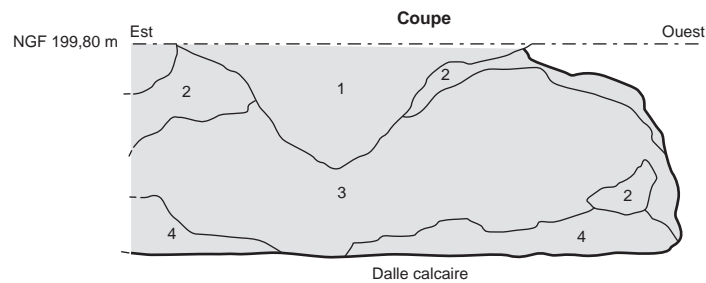
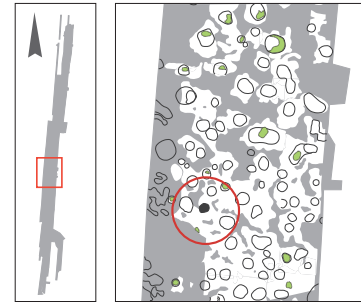
- **Outil, pièces particulières** : 1 nucléus à éclats, 1 pièce façonnée.

- **Description sommaire de l'assemblage** : essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Beaucoup de cupules corticales. Pas de petits éléments, ni de façonnage bifacial. Le façonnage par pans latéraux est faiblement représenté.

Bois de cerf :

- **Nombre** : 4 (pl. 5, n° 19; pl. 7, n° 20; pl. 8, n° 8; pl. 20, n° 11).

- **Type** : 2 piochons, 1 piochon ?, 1 chute ?



## Puits n° 172

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

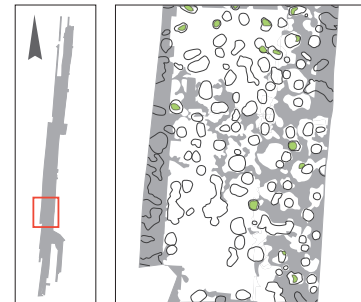
Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : non échantillonné

- **Outil, pièces particulières** : aucune



Ouverture du puits après décapage



## Puits n° 179

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

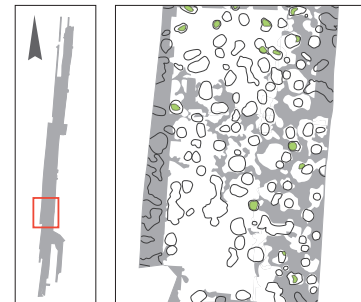
Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : non échantillonné

- **Outil, pièces particulières** : aucune

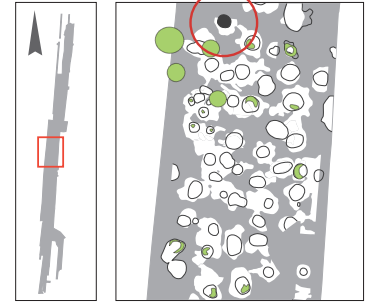
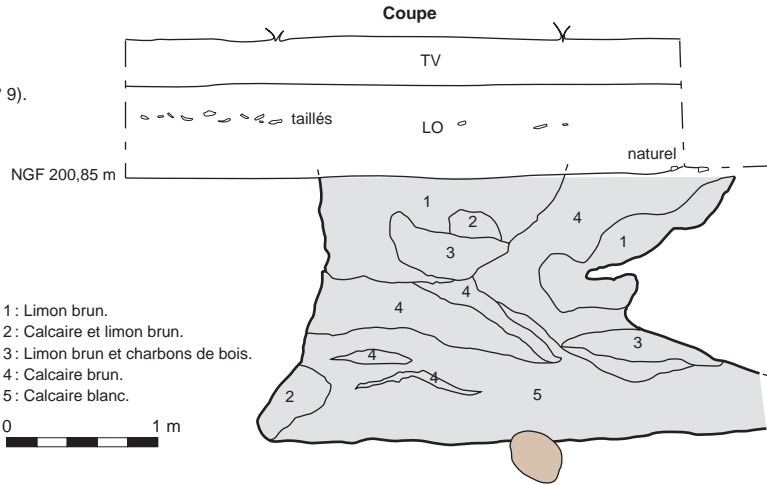


Ouverture du puits après décapage



**Puits n° 182**

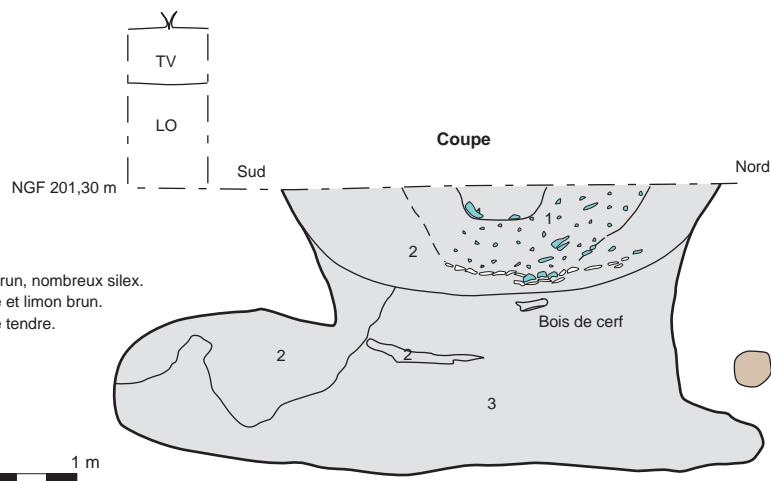
Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Bois de cerf :  
 - **Nombre** : 2 (pl. 21, n° 9).  
 - **Type** : incomplets



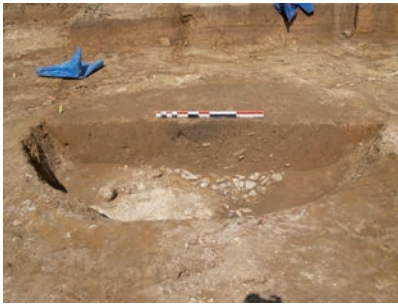
- 1: Limon brun.
- 2: Calcaire et limon brun.
- 3: Limon brun et charbons de bois.
- 4: Calcaire brun.
- 5: Calcaire blanc.

**Puits n° 184**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - **Prélèvement** : exhaustif  
 - **Données taphonomiques** : silex présents en densité peu importante dans un niveau de remplissage secondaire en forme de cuvette.  
 - **Poids total des vestiges (kg)**: 119  
 - **Outil, pièces particulières** : 2 nucléus à éclats, 2 pièces ébauchées, 3 pièces intermédiaires, 2 pièces à retouches latérales, 1 enveloppe corticale retouchée, 6 éclats retouchés.  
 - **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, avec une dominante de gros éléments. Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Présence d'éclats de réduction de pans latéraux (« flûtage »). Le façonnage bifacial est faiblement représenté.  
 Bois de cerf :  
 - **Nombre** : 10 (pl. 7, n° 6 ; pl. 10, n° 7 et 8 ; pl. 19, n° 1 ; pl. 8, n° 9 ; pl. 9, n° 13 ; pl. 11, n° 23 ; pl. 23, n° 8).  
 - **Type** : 4 piochons, 1 piochon/poignée à poignée ?, 1 marteau, 1 pointe à poignée, 2 incomplets.



- 1: Limon brun, nombreux silex.
- 2: Calcaire et limon brun.
- 3: Calcaire tendre.



Puits en cours de fouille



Amas de silex dans l'ouverture du puits



Outil en bois de cerf découvert dans l'amas



Détail de l'amas de silex



**Puits n° 185**

**Fouillé à :** 100 %

**Prélèvement :** non

**Moulage :** non

**Mobilier lithique :**

- **Prélèvement :** exhaustif

- **Poids total des vestiges (kg) :** 33

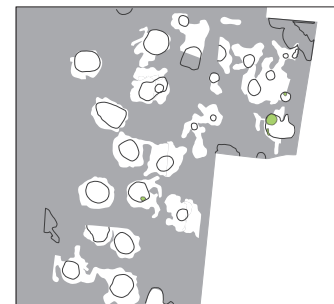
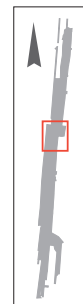
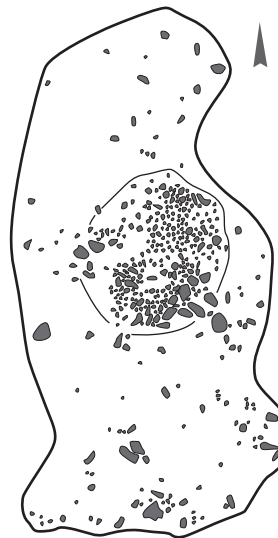
- **Outil, pièces particulières :** 1 pièce intermédiaire.

- **Description sommaire de l'assemblage :** tous les modules sont représentés, avec peu de petits éléments. Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est très faiblement représenté.

**Bois de cerf :**

- **Nombre :** 1

- **Type :** piochons.



## Puits n° 196

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : échantillonné

- **Poids total des vestiges (kg)** : 25

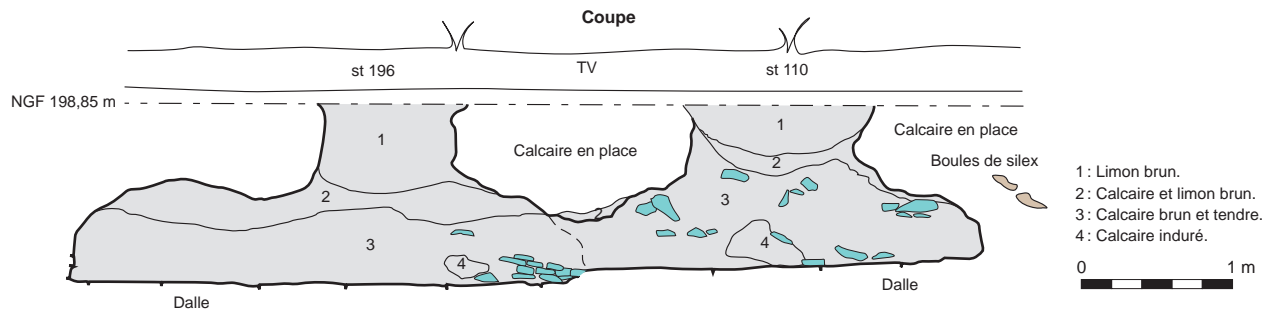
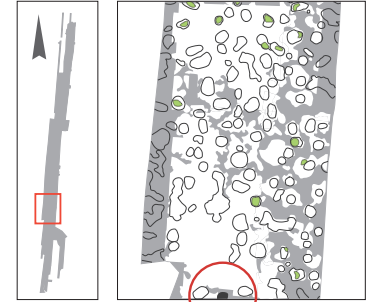
- **Outil, pièces particulières** : 1 perceur massif, 3 pièces ébauchées, 7 éclats retouchés.

- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, y compris les petits éléments. Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. De nombreuses cupules corticales ont été observées. Le façonnage par pans latéraux est peu représenté comparé au débitage par percussion jetée dominant. Le façonnage bifacial est absent.

Bois de cerf :

- **Nombre** : 1 (pl. 18, n° 1).

- **Type** : pointe.



## Puits n° 198

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Bois de cerf :

- **Nombre** : 1 (pl. 22, n° 32).

- **Type** : incomplet.

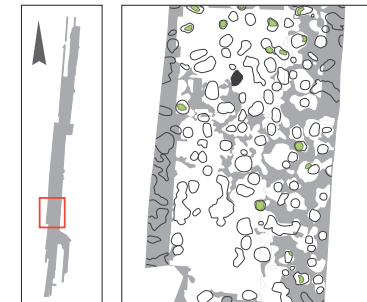
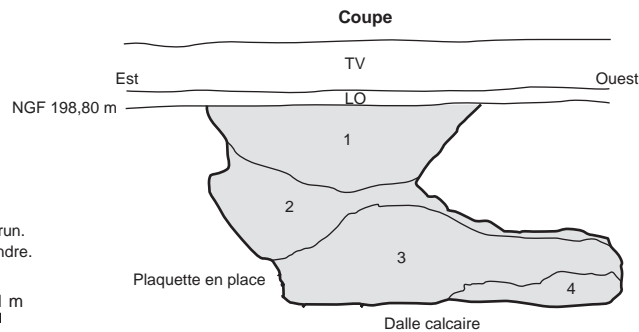
1 : Limon brun.

2 : Calcaire et limon brun.

3 : Calcaire brun et tendre.

4 : Calcaire induré.

0      1 m



## Puits n° 203

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

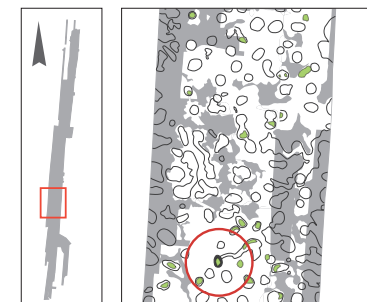
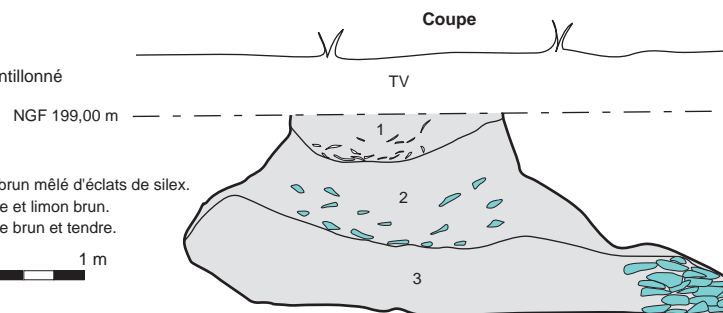
- **Prélèvement** : non échantillonné

1 : Limon brun mêlé d'éclats de silex.

2 : Calcaire et limon brun.

3 : Calcaire brun et tendre.

0      1 m





**Puits n° 204**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif

- **Données taphonomiques** : remplissage de puits. Les vestiges semblent disposés en tas sur un niveau de comblement (coupe seule pas de photos).

- **Poids total des vestiges (kg)** : 131

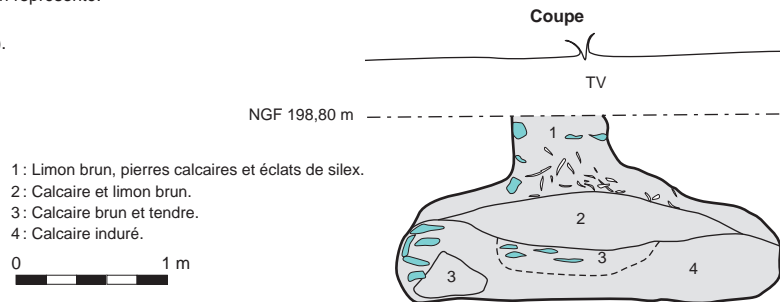
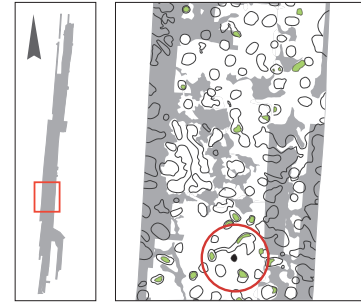
- **Outil, pièces particulières** : 2 percuteurs massifs et un fragment, 1 nucléus à éclats, 1 pièce intermédiaire, 1 éclat épais retouché.

- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, hormis les petits éléments, avec une dominante d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. De nombreuses cupules corticales ont été observées, ainsi que de nombreux stigmates de débitage par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Présence d'éclats de réduction de pans latéraux (« flûtage »). Le façonnage bifacial est bien représenté.

Bois de cerf :

- **Nombre** : 1 (pl. 7, n° 25).

- **Type** : piochon.



**Puits n° 205**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

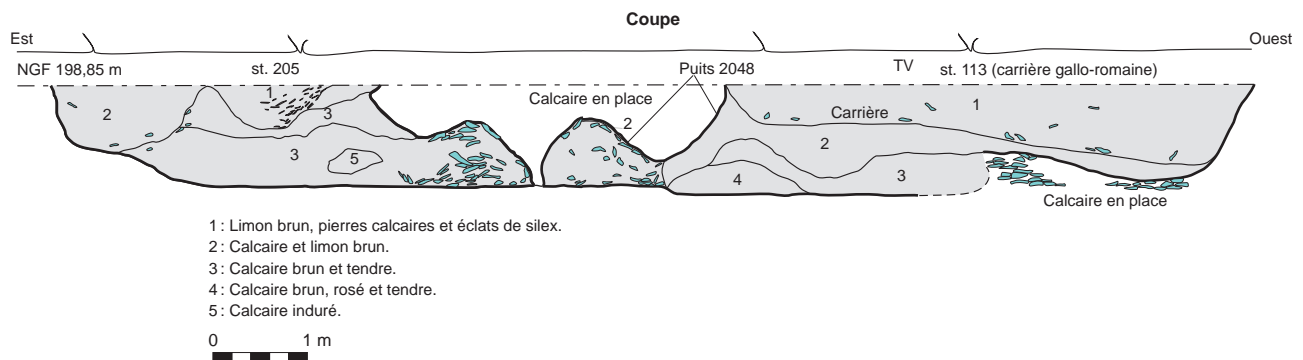
- **Prélèvement** : exhaustif

- **Données taphonomiques** : glissement unilatéral nord-ouest/sud-est des vestiges à l'intérieur d'une cuvette. En surface les vestiges étaient disposés en croissant de lune.

- **Poids total des vestiges (kg)** : 27

- **Outil, pièces particulières** : 1 nucléus à éclats, 2 pièces ébauchées, 1 éclat épais retouché.

- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, essentiellement les petits éléments. Quelques éclats massifs ont également été observés. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est faiblement représenté.



## Puits n° 207

Fouillé à : 100 %

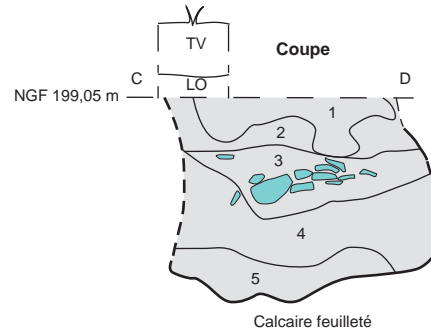
Prélèvement : non

Moulage : non

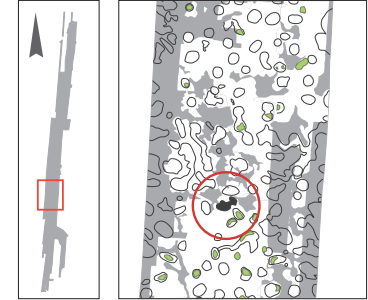
Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif- **Données taphonomiques** : remplissage sommital de la structure constitué d'une matrice limoneuse emballant cailloux calcaires et silex taillés.- **Poids total des vestiges (kg)** : 45- **Outil, pièces particulières** : 1 nucléus à éclats, 1 pièce ébauchée, 3 pièces façonnées, 1 pièce intermédiaire, 4 éclats retouchés, 2 pièces à retouches latérales.- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, avec une dominante de petits éléments. Présence de quelques éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est très faiblement représenté.

Bois de cerf :

- **Nombre** : 1 (pl. 14, n° 2).- **Type** : fer ?

- 1 : Limon brun, éclats de silex.  
 2 : Limon sableux, brun-beige, inclusions calcaires (effondrement de paroi ?).  
 3 : Sable beige mêlé de plaquette calcaire.  
 4 : Sable, meuble, blanc-crème parfois légèrement rosé.  
 5 : Sable induré blanc à blanc-crème.



## Puits n° 210

Fouillé à : 100 %

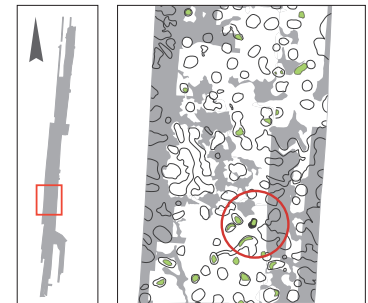
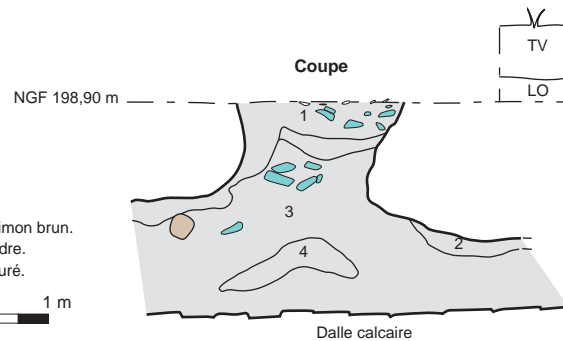
Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : non échantillonné

- 1 : Limon brun.  
 2 : Calcaire et limon brun.  
 3 : Calcaire tendre.  
 4 : Calcaire induré.



## Puits n° 212

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : échantillonné- **Poids total des vestiges (kg)** : 10- **Outil, pièces particulières** : aucun

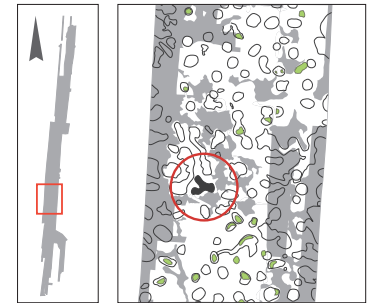
Bois de cerf :

- **Nombre** : 1 (pl. 5, n° 5).- **Type** : piochon

Ouverture du puits après fouille



Traces d'outils sur la paroi du puits



**Puits n° 213**

**Fouillé à :** 100 %

**Prélèvement :** non

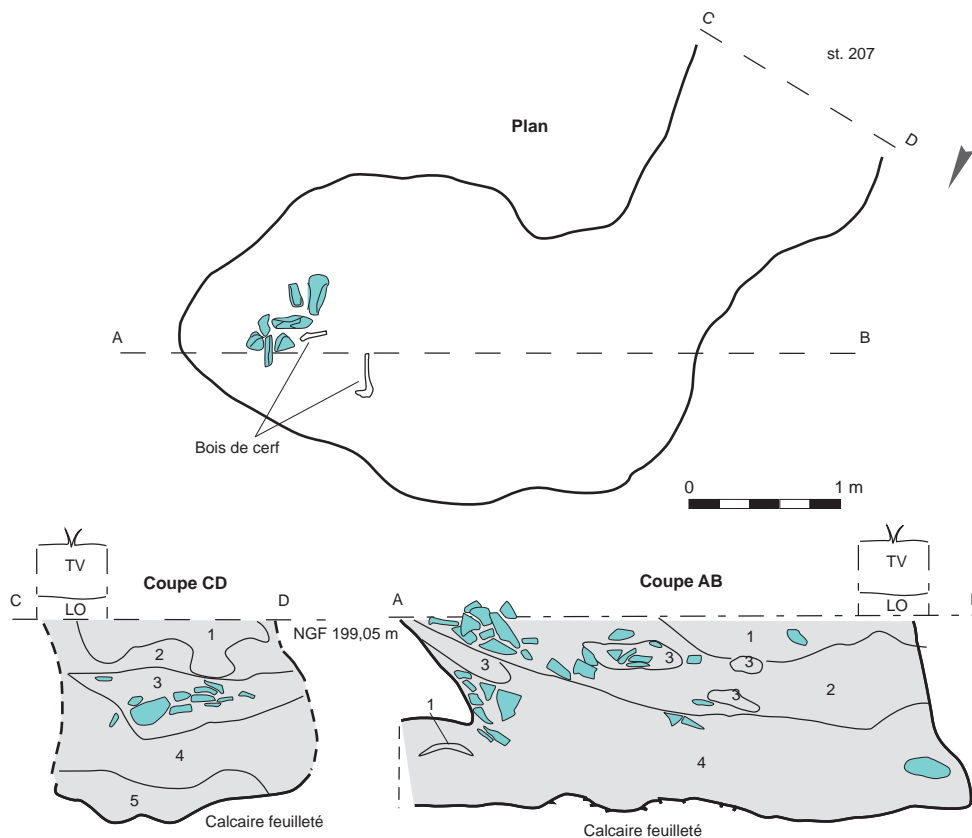
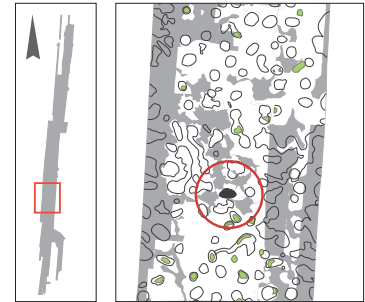
**Moulage :** non

**Mobilier lithique :**

- **Prélèvement :** exhaustif
- **Données taphonomiques :** silex épars dans les différents niveaux de remplissage.
- **Poids total des vestiges (kg) :** 59
- **Outil, pièces particulières :** 1 percuteur lourd, 1 nucléus à éclat, 1 pièce intermédiaire, 1 éclat retouché.
- **Description sommaire de l'assemblage :** uniquement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Beaucoup de cupules corticales. Pas de petits éléments, ni de façonnage bifacial. Le façonnage par pans latéraux est également absent.

**Bois de cerf :**

- **Nombre :** 3 (pl. 7, n°1 ; pl. 8, n°3).
- **Type :** 1 piochon, 1 piochon?, 1 incomplet.



- 1: Limon brun, éclats de silex.
- 2: Limon sableux, brun-beige, inclusions calcaires (effondrement de paroi?).
- 3: Sable beige mêlé de plaquette calcaire.
- 4: Sable, meuble, blanc-crème parfois légèrement rosé.
- 5: Sable induré blanc à blanc-crème.

- 1: Limon brun, sombre, quelques pierres calcaires éparses de petite taille, éclats de silex en petit nombre.
  - 2: Limon sableux, brun, clair, cailloutis, pierres et blocs calcaires, quelques éclats de silex.
  - 3: Poches calcaires sableuses, beiges, cailloutis calcaires.
  - 4: Calcaire pulvérulent, blanc-beige, plaquette calcaire, la couche s'indure au contact du substrat.
- PS: toute la partie gauche du puits semble être caractérisée par un effondrement de la paroi.



Traces d'outils sur la paroi du puits



Coupe du puits



Outils en bois de cerfs abandonnés dans le puits



Outils en bois de cerf abandonné dans le puits



Traces d'outils sur la paroi du puits



Outils en bois de cerf abandonnés dans le puits

### Puits n° 215

**Fouillé à :** 100 %

**Prélèvement :** non

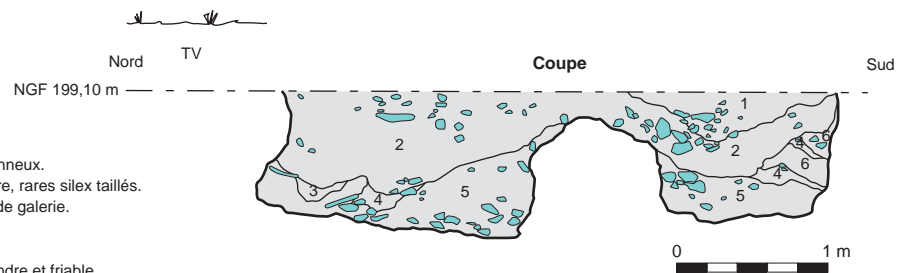
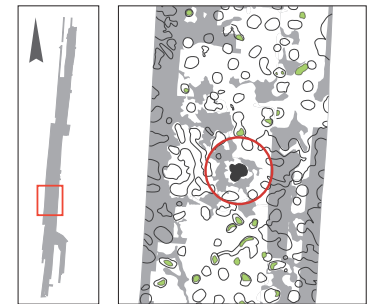
**Moulage :** non

**Mobilier lithique :**

- **Prélèvement :** exhaustif
- **Données taphonomiques :** remplissage sommital de la structure composé d'un bouchon compact, constitué d'une matrice limoneuse emballant cailloux calcaires et silex taillés.
- **Poids total des vestiges (kg) :** 72
- **Outil, pièces particulières :** 2 pièces façonnées, 1 pièce intermédiaire, 1 pièce esquillée, 1 pièce à retouches latérales, 1 éclat retouché.
- **Description sommaire de l'assemblage :** uniquement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Beaucoup de cupules corticales. Pas de petits éléments, ni de façonnage bifacial. Le façonnage par pans latéraux est également absent.

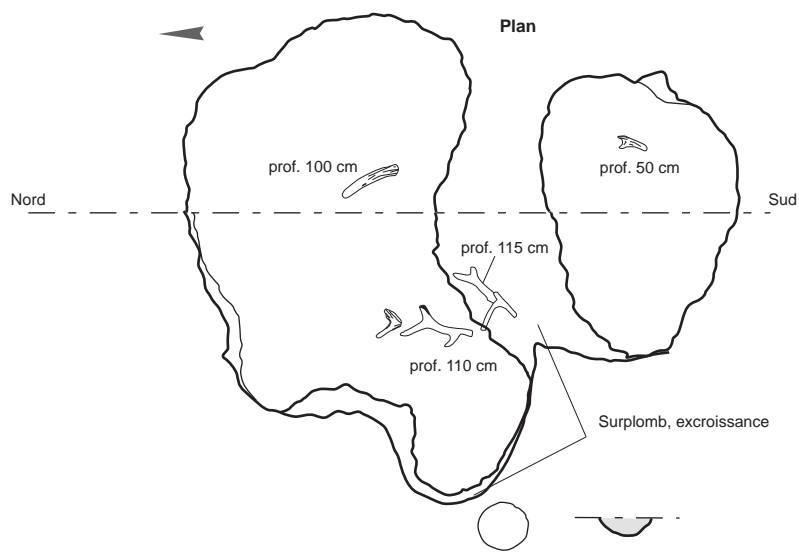
**Bois de cerf :**

- **Nombre :** 6 (pl. 3, n° 4 ; pl. 15, n° 15 ; pl. 4, n° 10 ; pl. 2, n° 3).
- **Type :** 5 piochons, 1 levier ?



- 1: Limon brun, foncé, meuble et parfois charbonneux.
- 2: Limon brun, meuble et clair, plaquette calcaire, rares silex taillés.
- 3: Limon beige, meuble, consistance de limon de galerie.
- 4: Limon brun, virant au blanc-crème sableux.
- 5: Substrat remanié sans pollution limoneuse.
- 6: Poche de substrat remanié avec un limon tendre et friable.





Puits en cours de fouille



Puits en cours de fouille



Coupe du puits



Boule de silex non prélevé au fond du puits



Boule de silex non prélevé au fond du puits



Puits vidé



Boule de silex non prélevé au fond du puits



Galerie fouillée



Traces d'outils sur le plafond d'une galerie



Griffure de blaireau



Outils en bois de cerf abandonnés au fond du puits



Outils en bois de cerf abandonnés au fond du puits



Outils en bois de cerf abandonnés au fond du puits



Outils en bois de cerf abandonnés au fond du puits

### Puits n° 216

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif

- **Données taphonomiques** : remplissage sommital de la structure composé d'un bouchon compact, constitué d'une matrice limoneuse emballant cailloux calcaires et silex taillés.

- **Poids total des vestiges (kg)** : 171

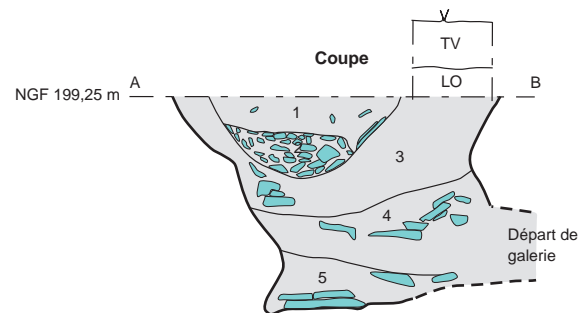
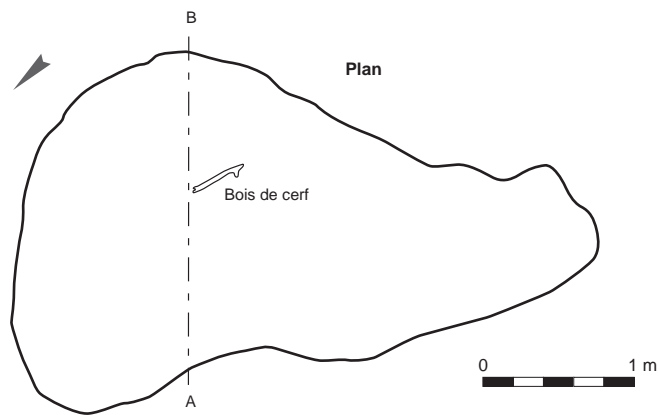
- **Outil, pièces particulières** : 4 nucléus à éclats, 2 pièces ébauchées, 3 pièces façonnées, 1 pièce intermédiaire, 1 pièce esquillée, 1 percuteur, 8 éclats retouchés.

- **Description sommaire de l'assemblage** : essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclat massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Beaucoup de cupules corticales. Pas de petits éléments. Le façonnage par pans latéraux est représenté sur des éclats épais. Traces de façonnage bifacial sur des éclats épais. Présence d'éléments de silex brûlé.

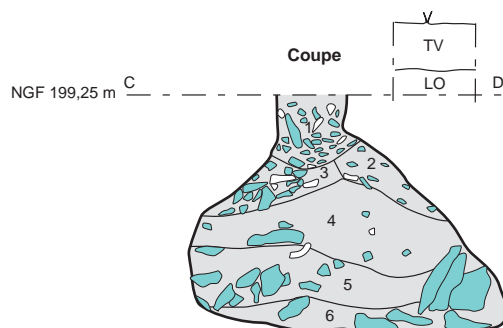
Bois de cerf :

- **Nombre** : 6 (pl. 14, n° 4 ; pl. 9, n° 2 ; pl. 16, n° 3 ; pl. 20, n° 13 ; pl. 12, n° 10 ; pl. 22, n° 35).

- **Type** : 1 piochon, 1 barre à mine, 1 pointe à poignée, 3 incomplets.



- 1 : Limon brun, gravillonneux, assez meuble, éclats de silex et plaquette calcaire en faible quantités.
- 2 : Amas de débitage de silex.
- 3 : Limon brun, clair, sableux, assez meuble, mêlé de pierres et blocs calcaires.
- 4 : Calcaire pulvérulent, meuble, mêlé de blocs de plaquette calcaire, poche de limon brun clair.
- 5 : Même remplissage que la couche 4, mais beaucoup plus compact.



- 1 : Limon brun, sombre, assez meuble, mêlé de de nombreuse plaquettes de calcaire et quelques éclats de silex.
- 2 : Mélange de limon brun clair et calcaire pulvérulent, meuble et aéré, gravillonneux, plaquette de schiste (pourrait correspondre à un effondrement, ou une infiltration progressive).
- 3 : Mélange de limon brun clair et de calcaire pulvérulent, assez meuble, sableux, enchevêtrement de plaquettes calcaires et d'éclats de silex.
- 4 : Calcaire pulvérulent, meuble, aspect très sableux, beige, plaquettes calcaires, rares silex, quelques poches de limon brun.
- 5 : Calcaire pulvérulent, compact, blanchâtre, blocs de plaquettes calcaires, silex taillés.
- 6 : Idem couche 5, mais beaucoup plus compact et blanchâtre, homogène.





Puits en cours de fouille



Coupe du puits



Coupe du puits



Puits en galerie



Galerie fouillée un soir d'été



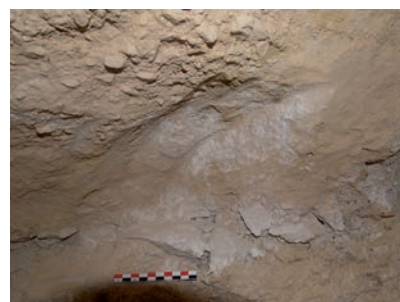
Passage entre deux puits



Fond d'une galerie



Galerie fouillée



Traces d'outils au plafond d'une galerie



Outils en bois de cerf abandonnés dans le comblement



Puits en cours de dégagement



Outils en bois de cerf abandonnés au fond d'une galerie



Bois de cerf abandonné dans le puits



Bois de cerf abandonné dans le puits



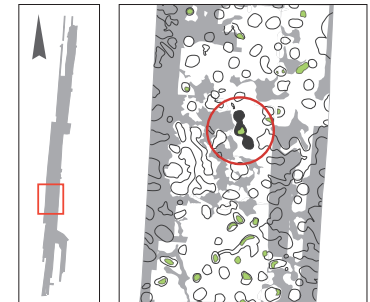
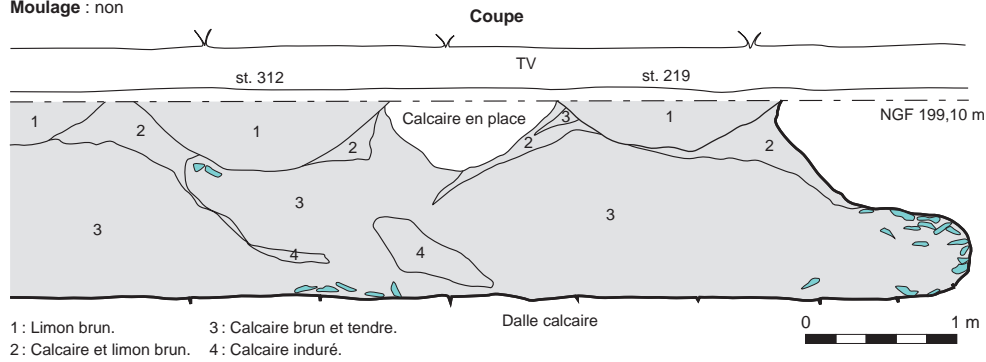
Bois de cerf abandonné dans le puits



Enveloppe corticale retouchée

**Puits n° 219**

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non



**Puits n° 223**

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif
- **Poids total des vestiges (kg)** : 42
- **Outil, pièces particulières** : 1 pièce façonnée, 1 éclat retouché.
- **Description sommaire de l'assemblage** : Essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Beaucoup de cupules corticales. Pas de petits éléments, ni de façonnage bifacial. Quelques éclats épais, parmi lesquels le façonnage par pans latéraux est représenté.

Bois de cerf :

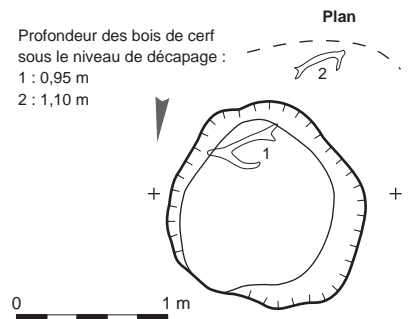
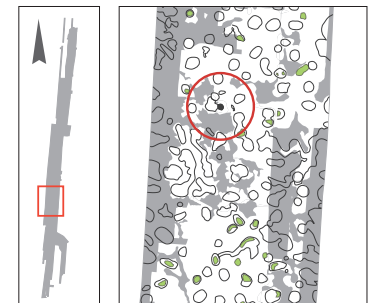
- **Nombre** : 4 (pl. 2, n° 9).
- **Type** : 2 piochons, 2 incomplets.



Outil en bois de cerf abandonné dans le puits



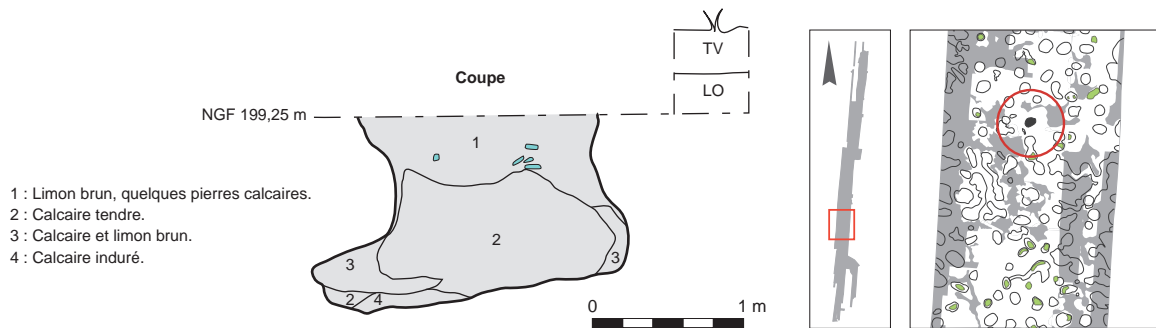
Outil en bois de cerf abandonné dans le puits





**Puits n° 227**

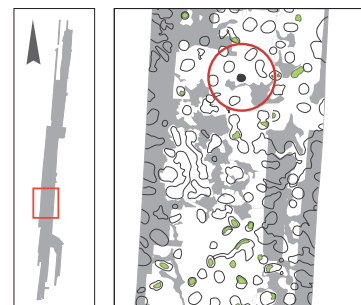
Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non



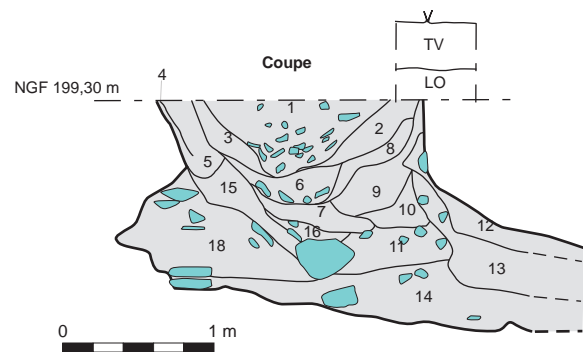
**Puits n° 230**

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non  
Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif
- **Données taphonomiques** : remplissage sommital de la structure composé d'un bouchon constitué d'une matrice limoneuse emballant cailloux calcaires et silex taillés en densité moyenne.
- **Poids total des vestiges (kg)** : 63
- **Outil, pièces particulières** : 1 percuteur massif, 2 nucléus à éclats, 1 pièce ébauchée, 1 pièce à retouches latérales, 1 éclat retouché.
- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, sauf très peu de petits éléments. Présence de quelques éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est absent.



- 1: Limon brun-gris, argileux, hétérogène, poches de calcaire altérées, inclusions et nodules calcaires en forte densité, présence importante d'éclats de silex (naturel et anthropique), pierres et cailloutis calcaire.
- 2: Limon brun, foncé, argileux, hétérogène, nodules et cailloutis calcaires (densité moins importante que l'US 1).
- 3: Limon gris-brun, clair, argilo-sableux, hétérogène, calcaire altéré, cailloutis calcaire.
- 4: Liseré de limon brun-noir.
- 5: Limon brun, clair, sableux, hétérogène, cailloutis calcaires.
- 6: Limon brun, clair, argilo-sableux, hétérogène, nodules, cailloutis et plaquettes calcaires, éclats de silex (naturels et anthropiques) en densité moyenne.
- 7: Limon brun, clair, argilo-sableux, calcaire altéré, ensemble hétérogène.
- 8: Limon brun-gris, argilo-sableux, hétérogène, calcaire altéré, cailloutis calcaires, ensemble meuble.
- 9: Calcaire altéré aux nuances marron et blanches, meuble et hétérogène, nodules calcaires.
- 10: Calcaire pulvérulent, meuble et homogène, cailloutis calcaires.
- 11: Calcaire pulvérulent, meuble et homogène, cailloux calcaire.
- 12: Calcaire mêlé de limon brun-gris, foncé, sableux et homogène, nodules calcaires.
- 13: Calcaire pulvérulent, meuble et homogène, nuances grises et brunes, nodules et plaquettes calcaires.
- 14: Calcaire pulvérulent, très compact, blocs calcaires.
- 15: Comblement identique à l'US 2.
- 16: Limon brun, clair, mêlé au calcaire pulvérulent, meuble et hétérogène, plaquettes calcaires.
- 17: Poches de limon brun orangé, pris dans un comblement de calcaire pulvérulent, nodules et cailloutis calcaires, plaquettes calcaires, meuble et hétérogène.
- 18: Calcaire assez meuble, nodules, cailloutis et plaquettes calcaires.



Coupe du puits



Puits en cours de fouille (passe 1)



Puits en cours de fouille (passe 2)



Galerie fouillée



Galerie partiellement non comblée



Traces d'outils sur le plafond d'une galerie

### Puits n° 232

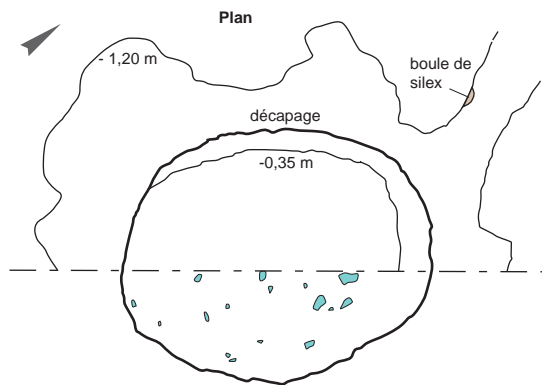
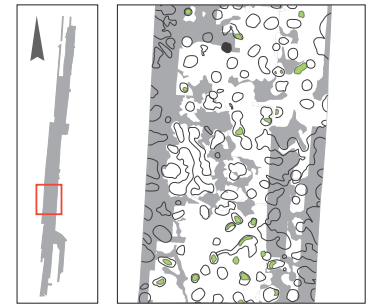
Fouillé à : 100%

Prélèvement : non

Moulage : non

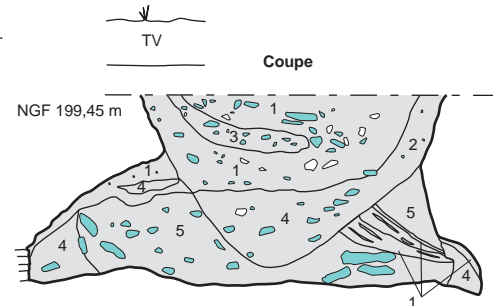
Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif
- **Données taphonomiques** : silex épars dans différents niveaux de remplissage.
- **Poids total des vestiges (kg)** : 47
- **Outil, pièces particulières** : 2 nucléus à éclats, 1 pièce façonnée, 2 pièces intermédiaires, 3 éclats retouchés.
- **Description sommaire de l'assemblage** : uniquement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Beaucoup de cupules corticales. Pas de petits éléments, ni de façonnage bifacial. Le façonnage par pans latéraux est également absent.



- 1: Limon brun, pseudo-mycélium et charbons.
- 2: Limon brun, clair, mêlé à du substrat et des gravillons.
- 3: Limon brun, clair, substrat.
- 4: Substrat pulvérulent.
- 5: Substrat induré et plaquette.

0 1 m



Puits en cours de fouille



Coupe de puits



Galerie en cours de dégagement





Galerie en cours de fouille



Pilier de calcaire conservé entre deux galeries



Boules de silex encore en place



Boule de silex en place dans le substratum



Griffure de blaireau



Griffure de blaireau

### Puits n° 235

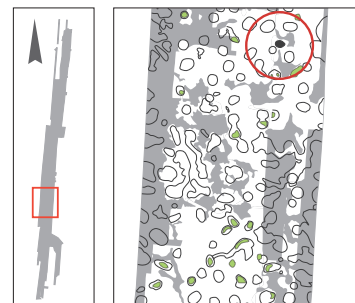
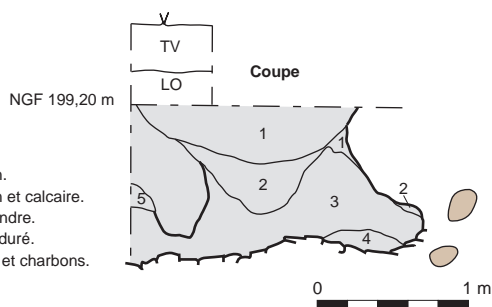
Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif
- **Poids total des vestiges (kg)** : 1
- **Outil, pièces particulières** : aucun.



### Puits n° 236

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

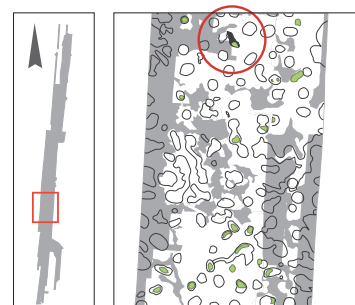
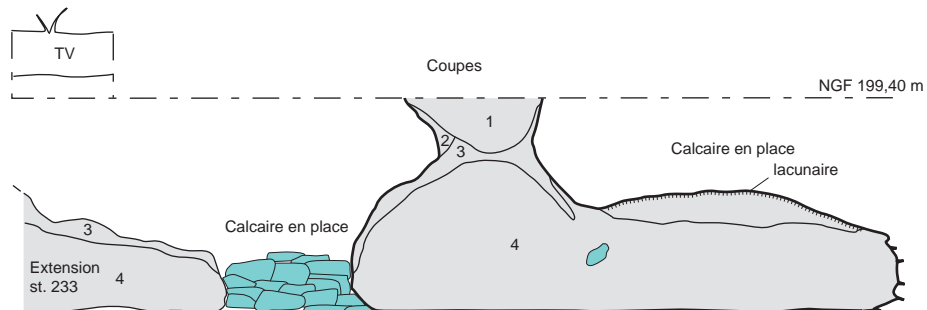
Moulage : non

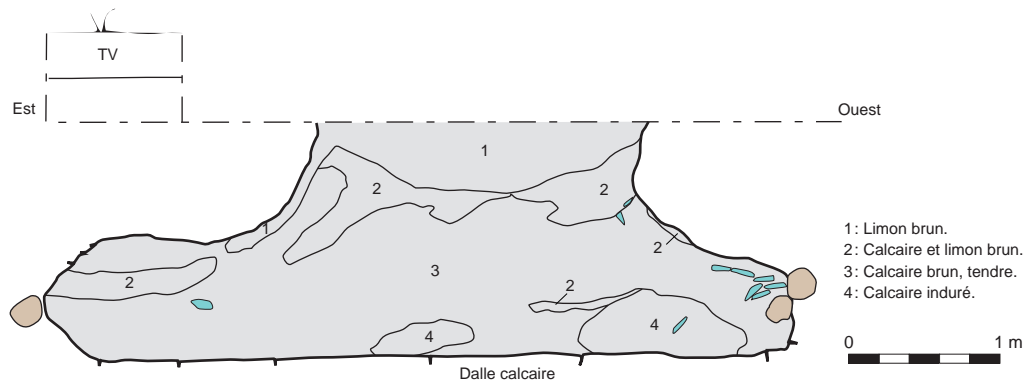
Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif
- **Poids total des vestiges (kg)** : 10
- **Outil, pièces particulières** : aucun.

Bois de cerf :

- **Nombre** : 2 (planche 5, n° 21, p. 20, n° 1).
- **Type** : 21 piochon, 1 chute.

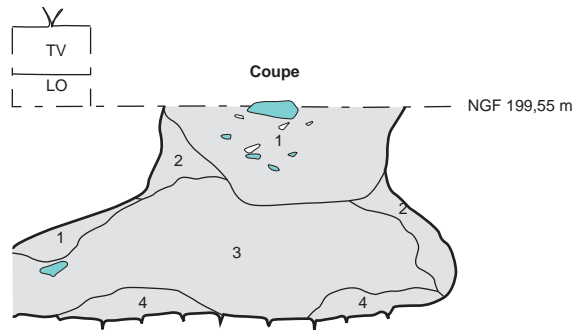




**Puits n° 237**

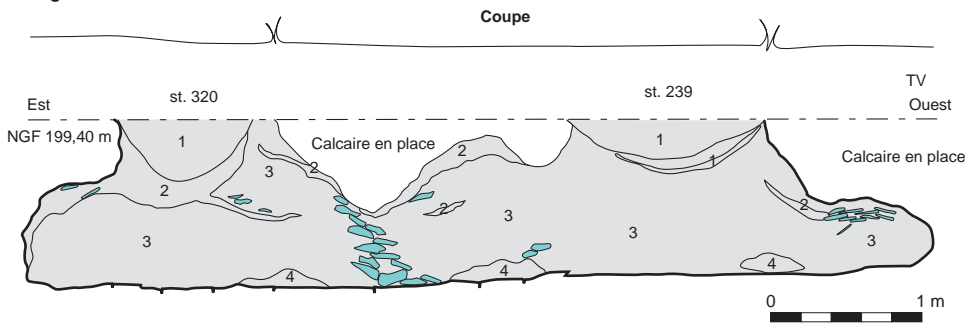
Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non  
Bois de cerf :  
- **Nombre** : 2 (pl. 21, n° 12 ; pl. 16, n° 10).  
- **Type** : 1 grande pointe, 1 incomplet.

1: Limon brun.  
2: Calcaire et limon brun.  
3: Calcaire tendre.  
4: Calcaire induré.

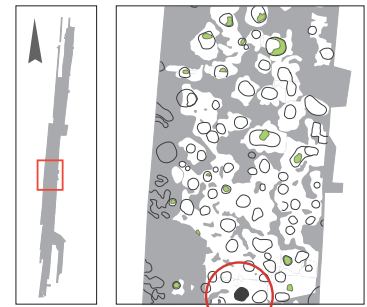


**Puits n° 239**

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non



1: Limon brun.  
2: Calcaire mêlé de limon brun.  
3: Calcaire brun, tendre.  
4: Calcaire induré.





**Puits n° 241**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif

- **Poids total des vestiges (kg)** : 73

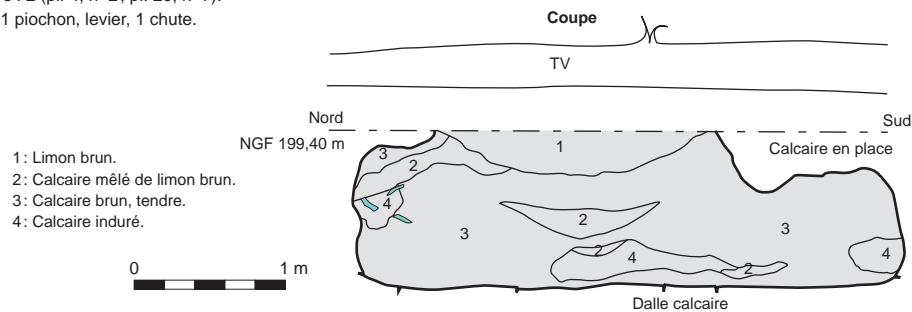
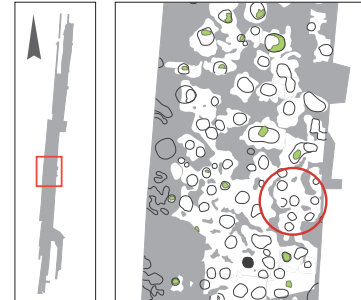
- **Outil, pièces particulières** : 3 pièces ébauchées, 3 pièces intermédiaires, 1 pièce à retouches latérales, 3 éclats retouchés.

- **Description sommaire de l'assemblage** : essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Beaucoup de cupules corticales. Peu de petits éléments, traces de façonnage bifacial. Quelques éclats épais, parmi lesquels le façonnage par pans latéraux est représenté. Quelques éléments en silex brûlé.

Bois de cerf :

- **Nombre** : 2 (pl. 4, n° 2; pl. 20, n° 7).

- **Type** : 1 piochon, levier, 1 chute.

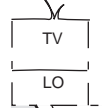


**Puits n° 243**

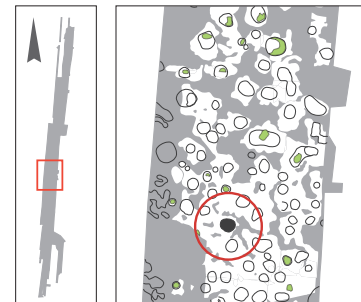
Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non



- 1: Limon brun.  
2: Calcaire et limon brun.  
3: Calcaire blanc.  
4: Calcaire brun, tendre.



**Puits n° 244**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

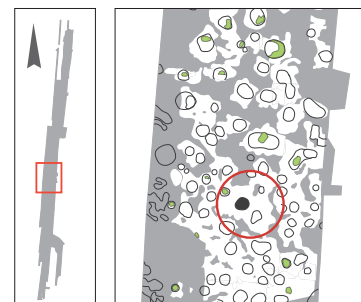
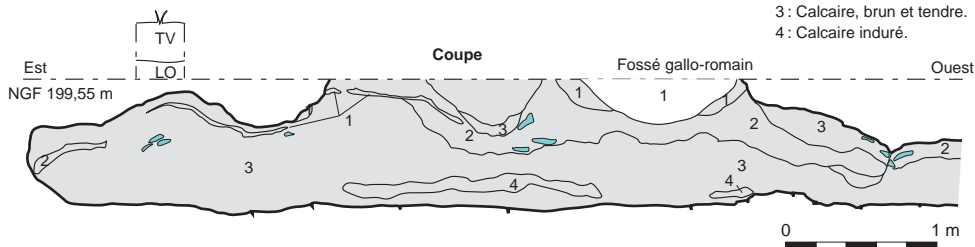
Moulage : non

Bois de cerf :

- **Nombre** : 1 (pl. 7, n° 12).

- **Type** : 1 piochon/marteau.

- 1: Limon brun.  
2: Calcaire et limon brun.  
3: Calcaire, brun et tendre.  
4: Calcaire induré.



## Puits n° 246

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

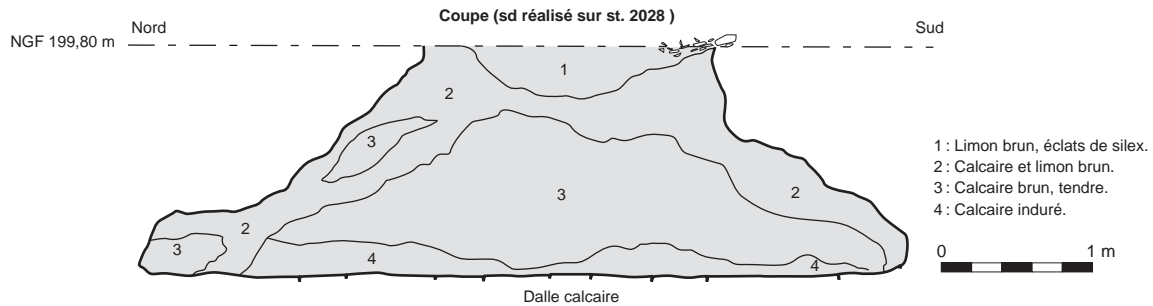
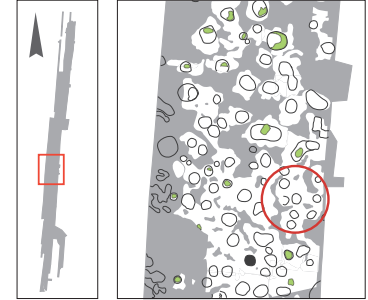
Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif

- **Poids total des vestiges (kg)** : 46

- **Outil, pièces particulières** : 1 percuteur léger, 2 percuteurs lourds, 1 fragment de percuteur lourd, 2 nucléus à éclats, 4 pièces ébauchées, 4 pièces intermédiaires, 2 pièces esquillées, 2 éclats épais retouchés, 1 enveloppe corticale retouchée.

- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, y compris des esquilles. Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Aucune trace de façonnage bifacial.



## Puits n° 251

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif

- **Poids total des vestiges (kg)** : 24

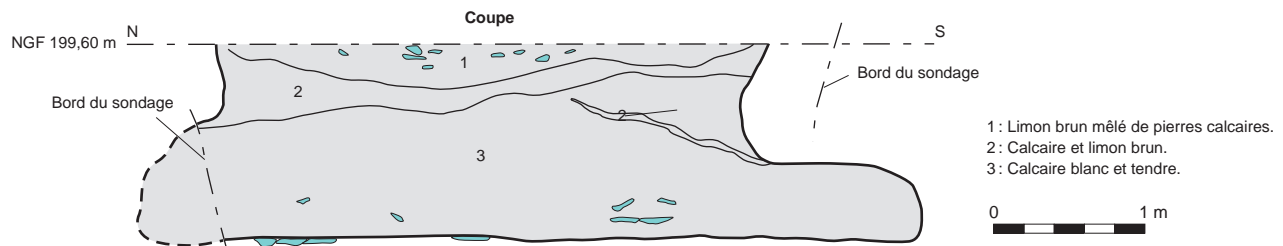
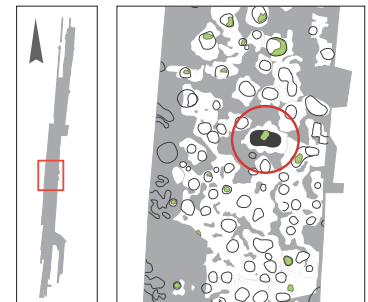
- **Outil, pièces particulières** : 1 éclat épais denticulé.

- **Description sommaire de l'assemblage** : seuls les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). La percussion jetée est attestée. Quelques éléments se rapportent au façonnage par pans latéraux. Aucun élément n'évoque le façonnage bifacial.

Bois de cerf :

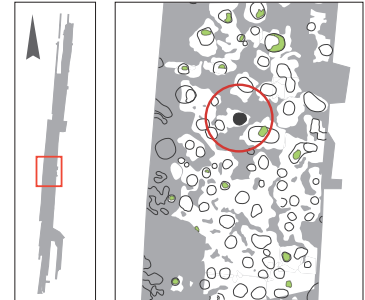
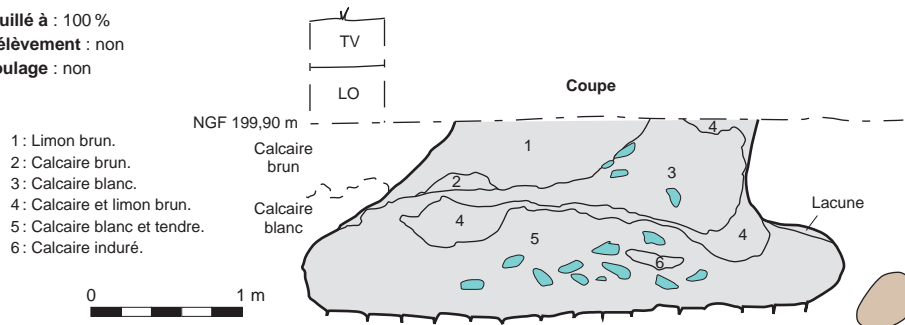
- **Nombre** : 5 (pl. 20, n° 8 ; pl. 22, n° 29 ; pl. 10, n° 13 ; pl. 2, n° 2 ; pl. 19, n° 10).

- **Type** : 1 piochon, 1 piochon/grande pointe, 1 pointe à poignée, 1 chute, 1 incomplet.



**Puits n° 252**

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non



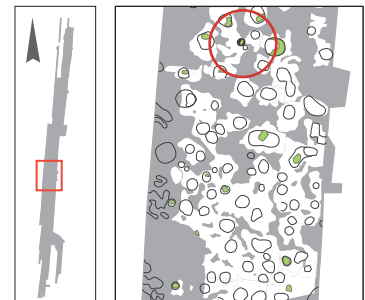
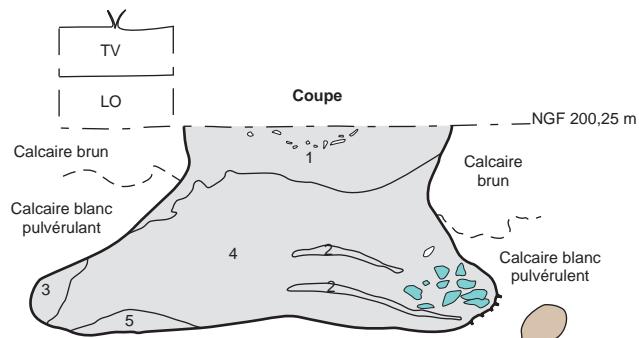
**Puits n° 254**

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : non échantillonné
- **Poids total des vestiges (kg)** : 24
- **Outil, pièces particulières** : aucun.
- **Description sommaire de l'assemblage** : seuls les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). La percussion jetée est attestée. Quelques éléments se rapportent au façonnage par pans latéraux. Aucun élément n'évoque le façonnage bifacial.

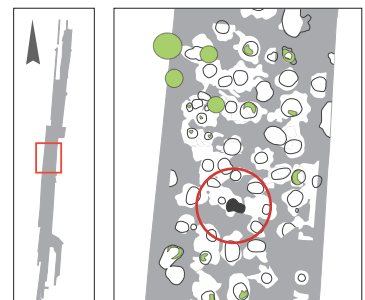
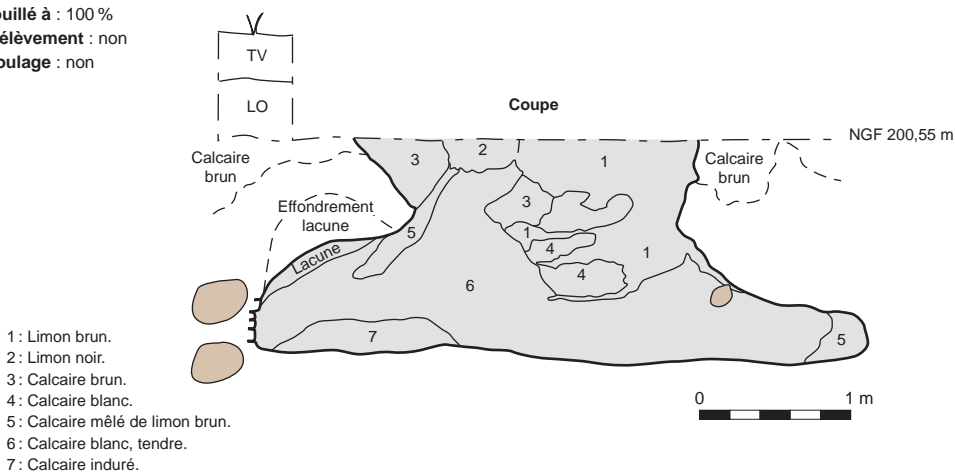
Bois de cerf :

- **Nombre** : 2 (pl. 5, n° 20 ; pl. 22, n° 23).
- **Type** : 1 piochon/marteau, 1 incomplet.



**Puits n° 259**

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non

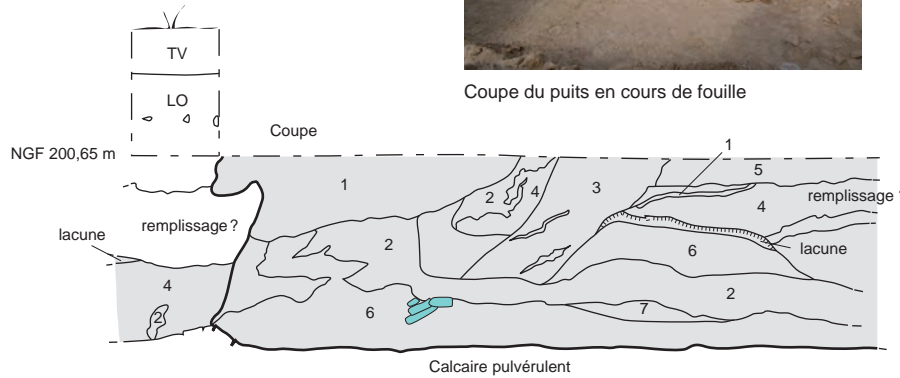
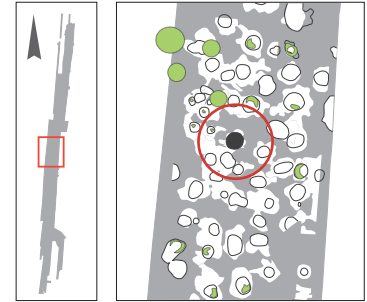


**Puits n° 263**

**Fouillé à :** 100 %  
**Prélèvement :** non  
**Moulage :** non  
**Bois de cerf :**  
 - **Nombre :** 1 (pl. 17, n° 9).  
 - **Type :** 1 grande pointe.



Coupe du puits en cours de fouille

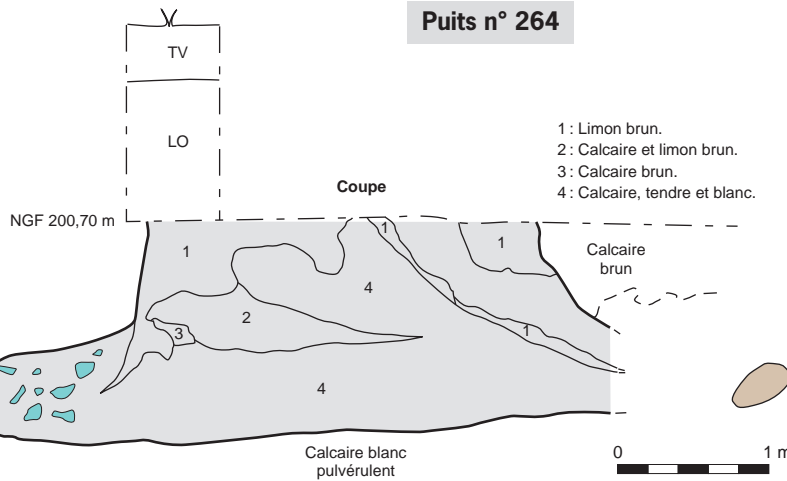


- 1: Limon brun.
- 2: Limon noir.
- 3: Calcaire brun.
- 4: Calcaire blanc.
- 5: Calcaire mêlé de limon brun.
- 6: Calcaire blanc, tendre.

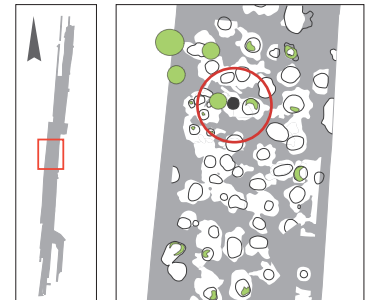


**Puits n° 264**

**Fouillé à :** 100 %  
**Prélèvement :** non  
**Moulage :** non

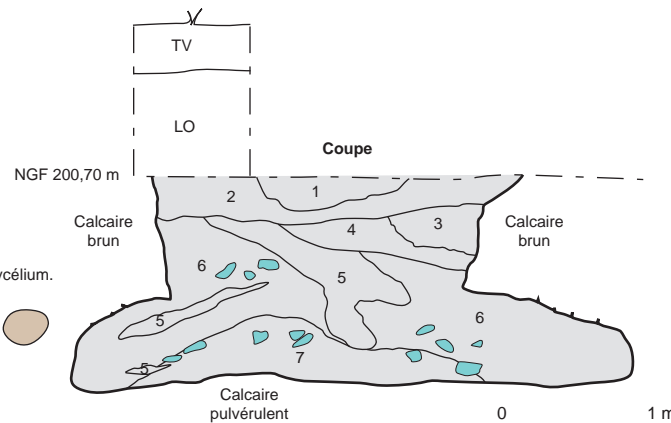


- 1: Limon brun.
- 2: Calcaire et limon brun.
- 3: Calcaire brun.
- 4: Calcaire, tendre et blanc.



**Puits n° 265**

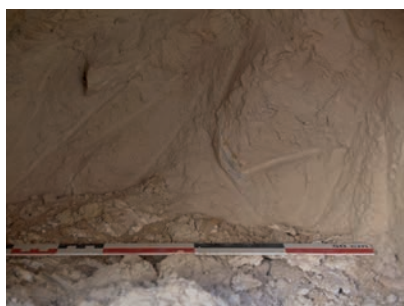
**Fouillé à :** 100 %  
**Prélèvement :** non  
**Moulage :** non  
**Mobilier lithique :**  
 - **Prélèvement :** non échantillonné  
**Bois de cerf :**  
 - **Nombre :** 1 (pl. 6, n° 3).  
 - **Type :** 1 piochon.



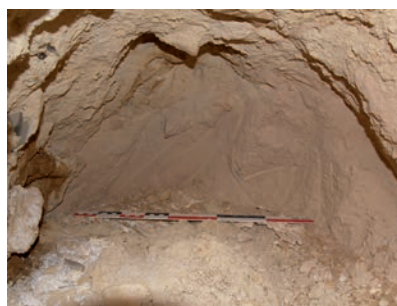
- 1: Limon noir, présence de pseudo-mycélium.
- 2: Limon brun.
- 3: Calcaire blanc.
- 4: Calcaire et limon brun.
- 5: Calcaire brun.
- 6: Calcaire blanc, tendre.
- 7: Calcaire blanc, induré.







Traces d'outils



Traces d'outils au fond d'une galerie



Traces d'outils



Traces d'outils

### Puits n° 266

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- *Prélèvement* : exhaustif

- *Poids total des vestiges (kg)* : 6

- *Outil, pièces particulières* : aucun

Bois de cerf :

- *Nombre* : 1 (pl. 14, n° 13).

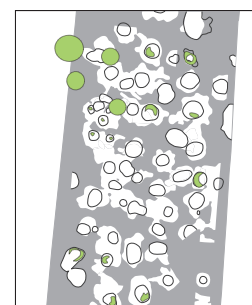
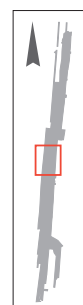
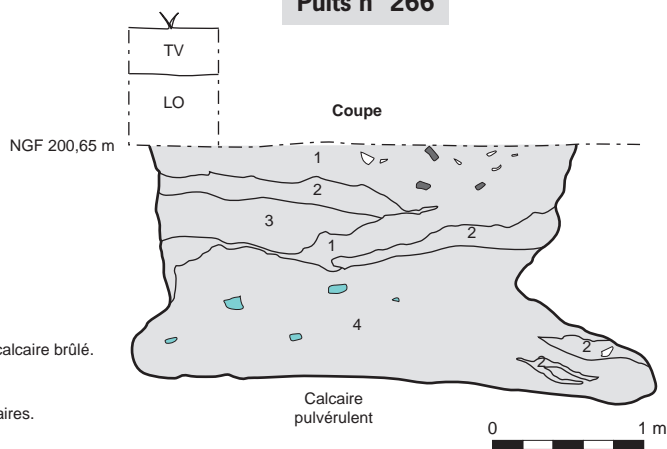
- *Type* : fer ?

1 : Limon brun, éclats de silex et calcaire brûlé.

2 : Calcaire et limon brun.

3 : Calcaire.

4 : Calcaire tendre et pierres calcaires.

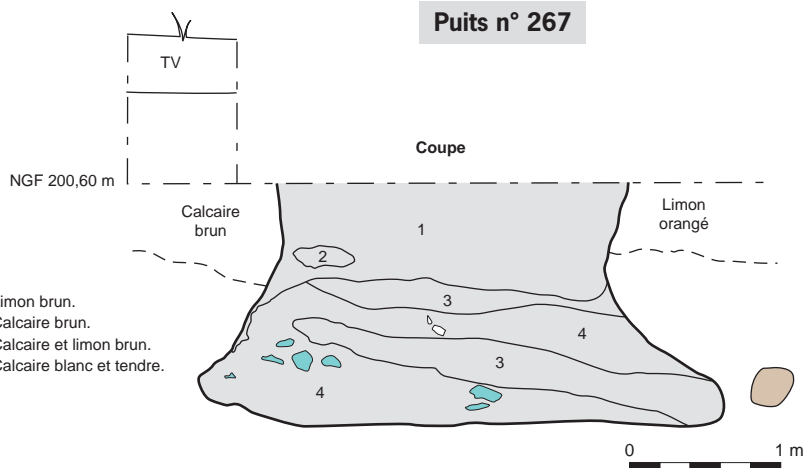


### Puits n° 267

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

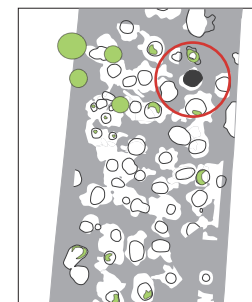
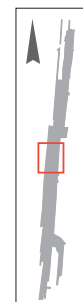


1 : Limon brun.

2 : Calcaire brun.

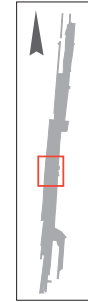
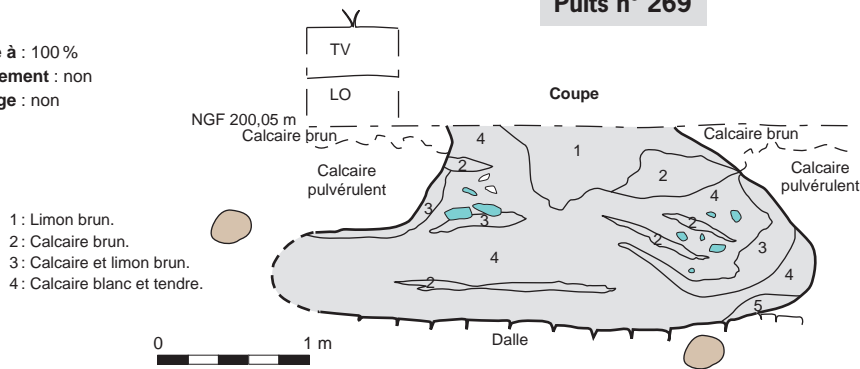
3 : Calcaire et limon brun.

4 : Calcaire blanc et tendre.



**Puits n° 269**

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non



**Puits n° 272**

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non  
Mobilier lithique :

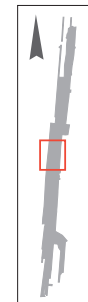
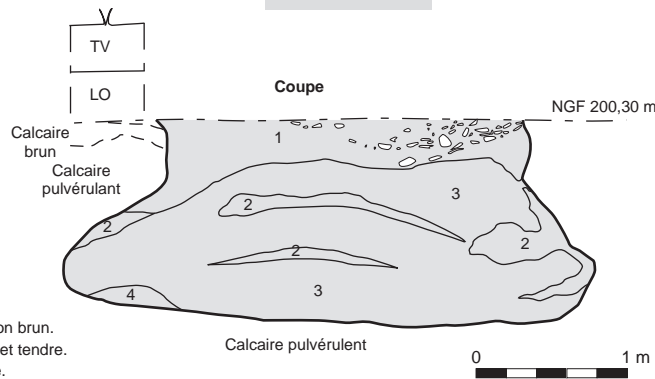
- **Prélèvement** : non échantillonné

Bois de cerf :

- **Nombre** : 6 (pl. 22, n° 9 ; pl. 7, n° 21 ; pl. 5, n° 4 ; pl. 12, n° 19 ; pl. 10, n° 20).

- **Type** : 2 piochons, 1 possible piochon, 1 marteau, 2 incomplets.

1: Limon brun.  
2: Calcaire et limon brun.  
3: Calcaire blanc et tendre.  
4: Calcaire induré.



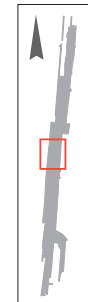
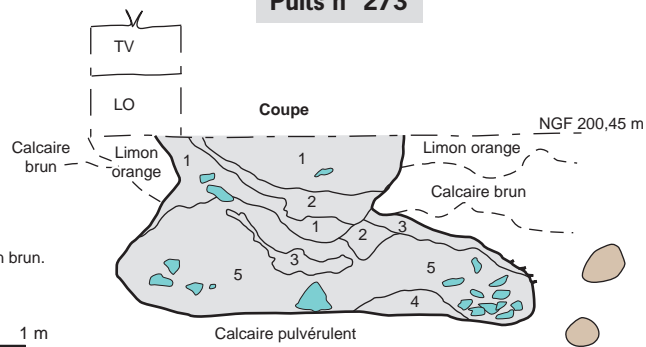
**Puits n° 273**

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non

Bois de cerf :

- **Nombre** : 2 (pl. 21, n° 4 ; pl. 5, n° 9).  
- **Type** : 1 piochon, 1 incomplet.

1: Limon brun.  
2: Calcaire brun.  
3: Calcaire et limon brun.  
4: Calcaire induré.  
5: Calcaire tendre.



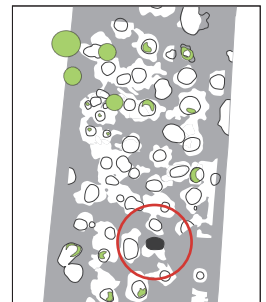
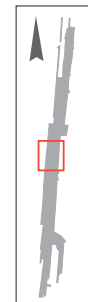
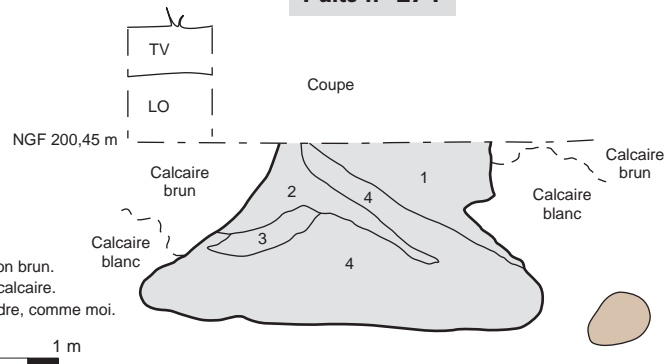
**Puits n° 274**

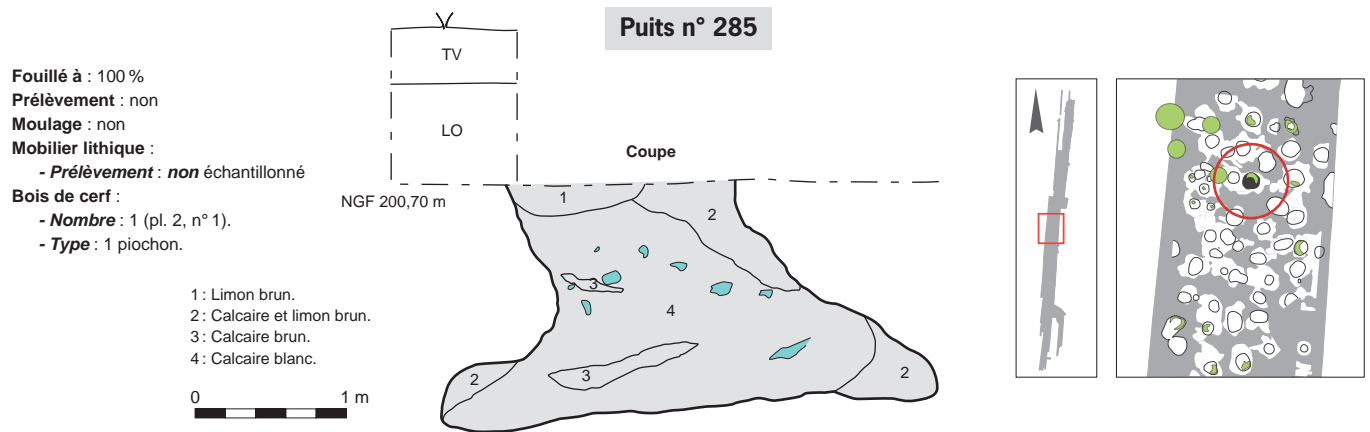
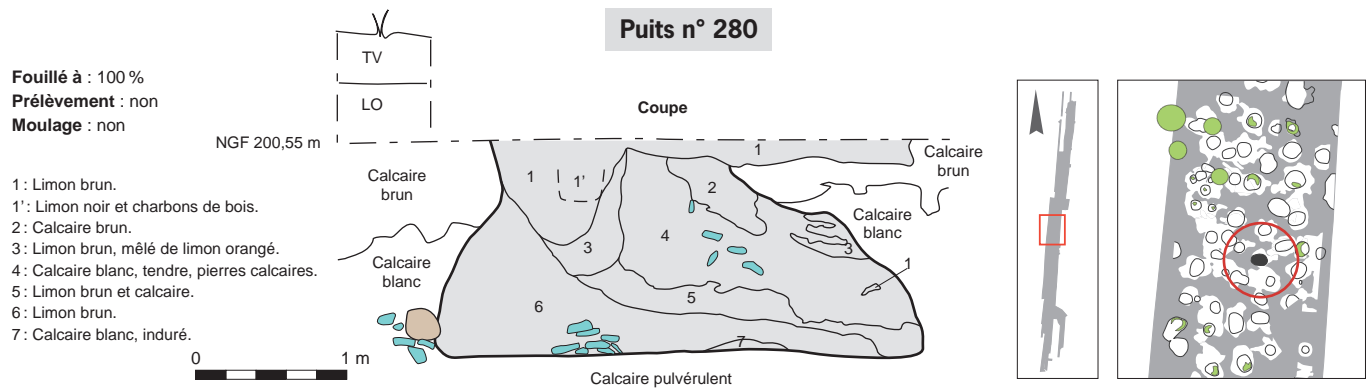
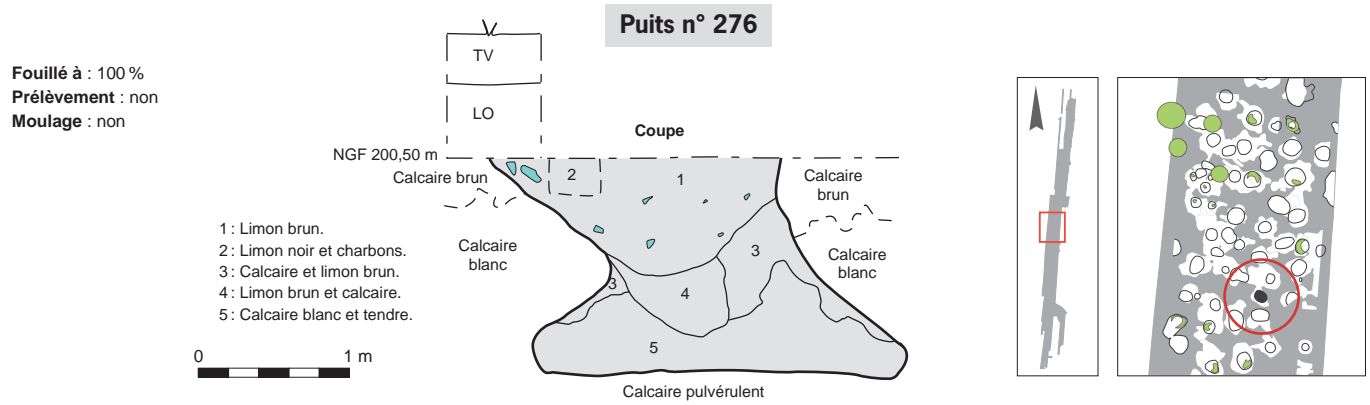
Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non

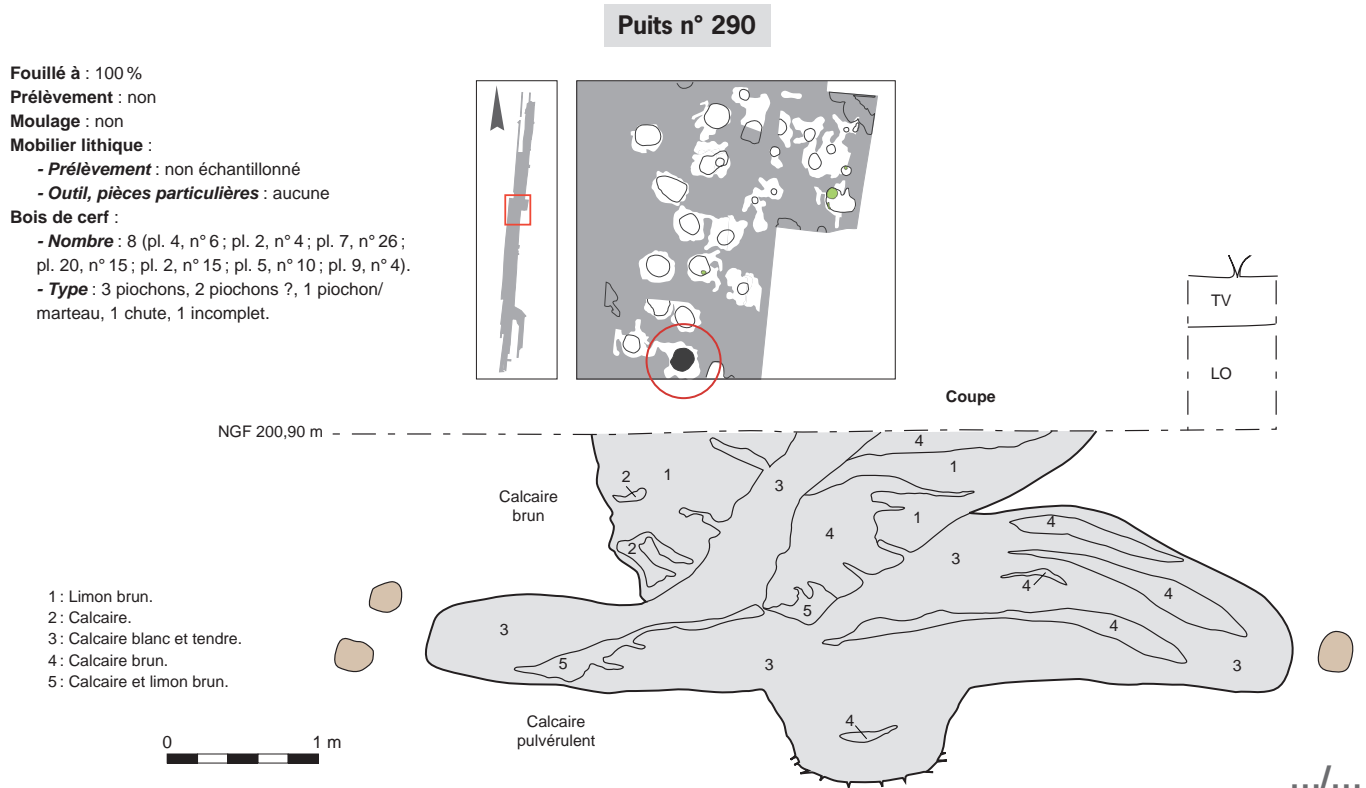
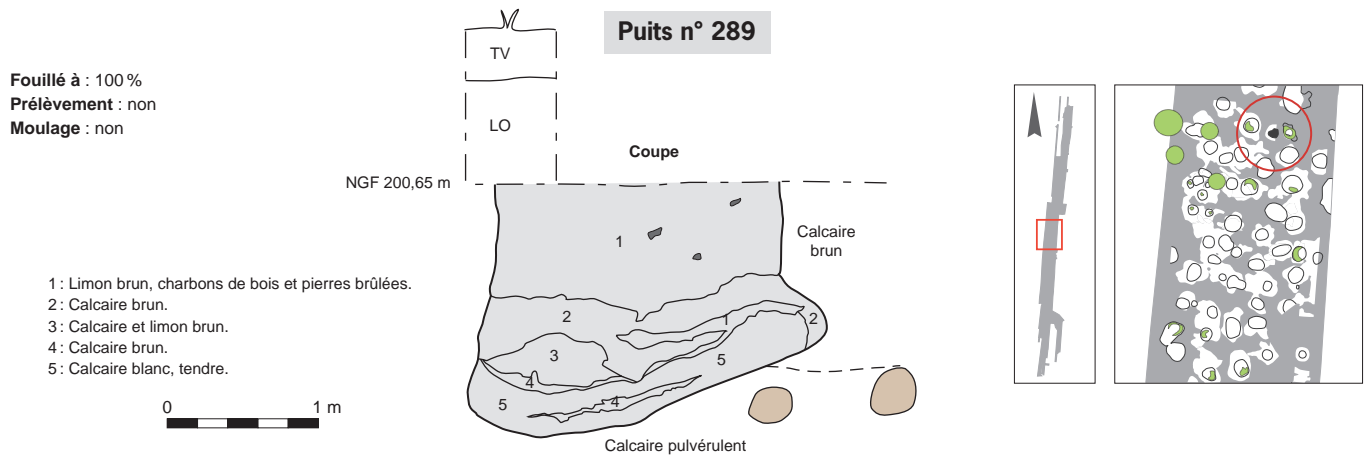
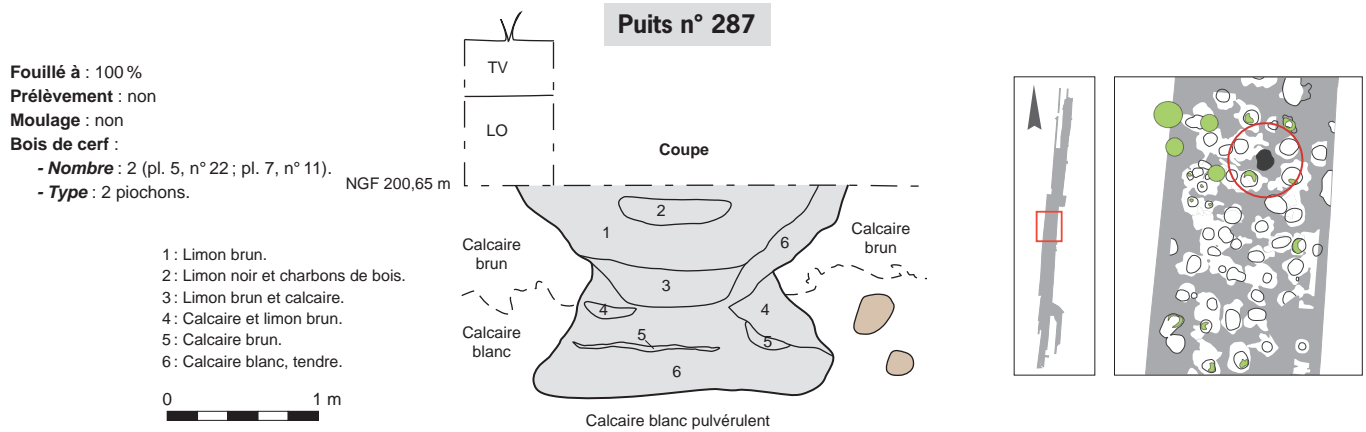
Bois de cerf :

- **Nombre** : 2 (pl. 5, n° 11 et 17).  
- **Type** : 2 piochons.

1: Limon brun.  
2: Calcaire mêlé au limon brun.  
3: Limon brun mêlé de calcaire.  
4: Calcaire blanc et tendre, comme moi.











Traces d'outils au fond d'une galerie



Boule de silex extraite au fond du puits



Vue générale du comblement du puits

**Puits n° 291**

Fouillé à : 50 %

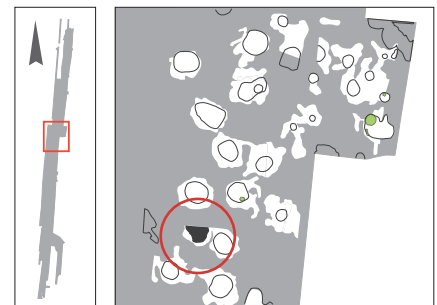
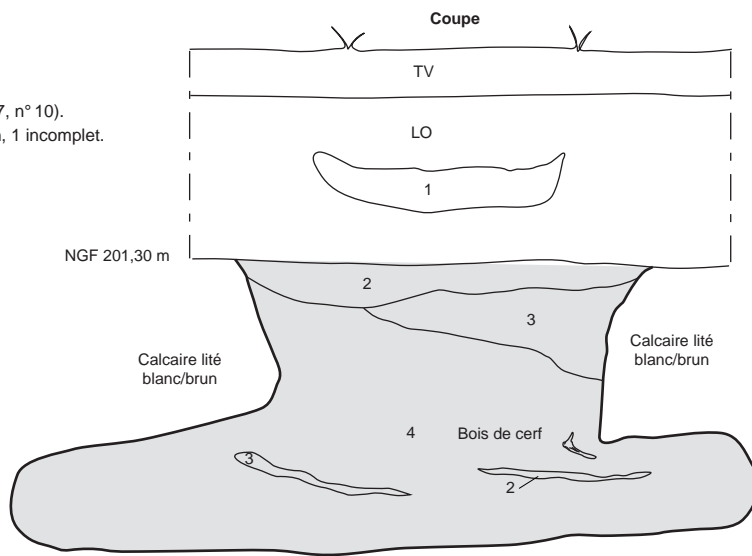
Prélèvement : non

Moulage : non

Bois de cerf :

- **Nombre** : 2 (pl. 7, n° 10).

- **Type** : 1 piochon, 1 incomplet.



- 1: Limon brun et charbons de bois.
- 2: Limon brun.
- 3: Calcaire et limon brun.
- 4: Calcaire tendre.

0 1 m

**Puits n° 292**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

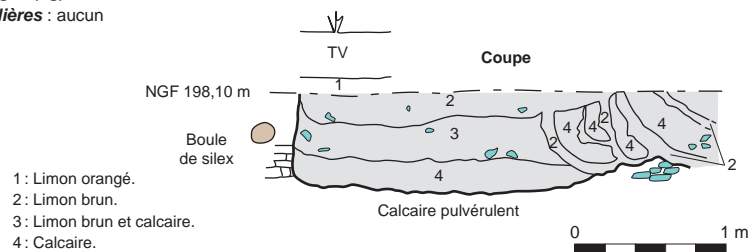
Moulage : non

Mobilier lithique :

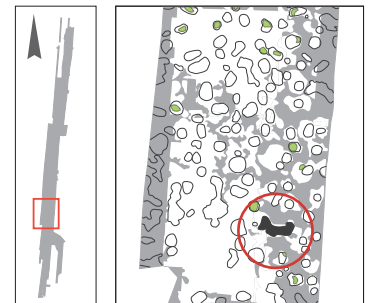
- **Prélèvement** : échantillonné

- **Poids total des vestiges (kg)** : 3

- **Outil, pièces particulières** : aucun



- 1: Limon orangé.
- 2: Limon brun.
- 3: Limon brun et calcaire.
- 4: Calcaire.



0 1 m

## Puits n° 293

Fouillé à : 100 %

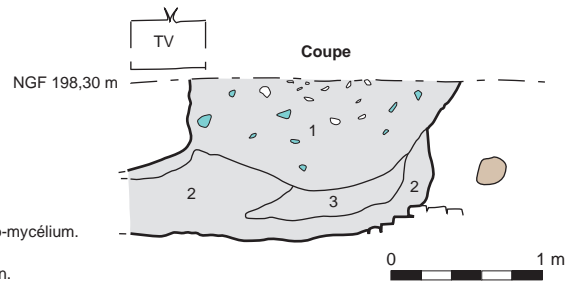
Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- Prélèvement : exhaustif
- Poids total des vestiges (kg) : 8
- Outil, pièces particulières : aucun

- 1: Limon brun à pseudo-mycélium.
- 2: Calcaire induré.
- 3: Calcaire et limon brun.



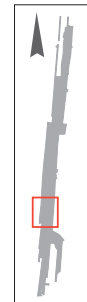
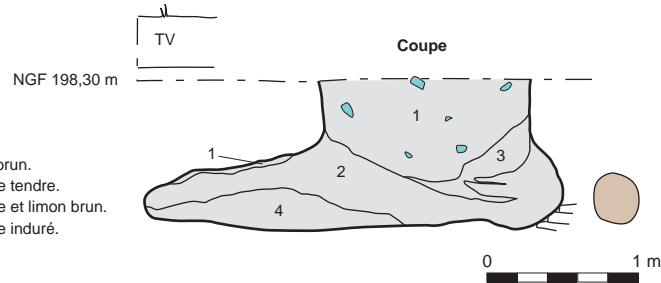
## Puits n° 294

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

- 1: Limon brun.
- 2: Calcaire tendre.
- 3: Calcaire et limon brun.
- 4: Calcaire induré.



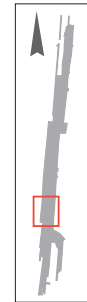
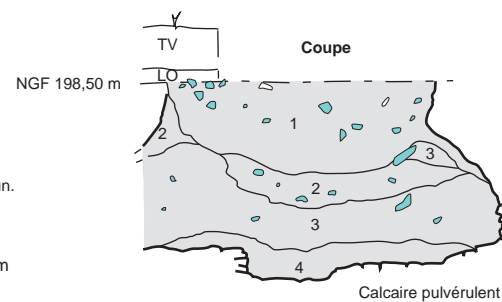
## Puits n° 297

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

- 1: Limon brun.
- 2: Calcaire et limon brun.
- 3: Calcaire tendre.
- 4: Calcaire induré.



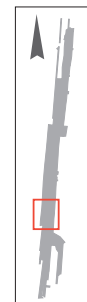
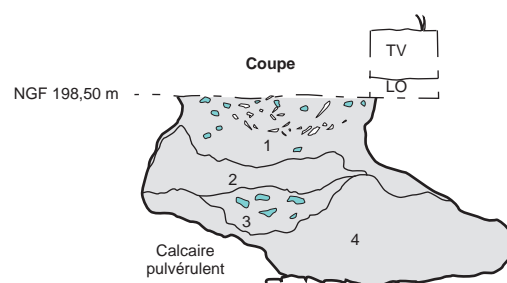
## Puits n° 299

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

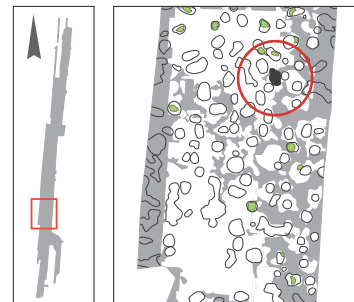
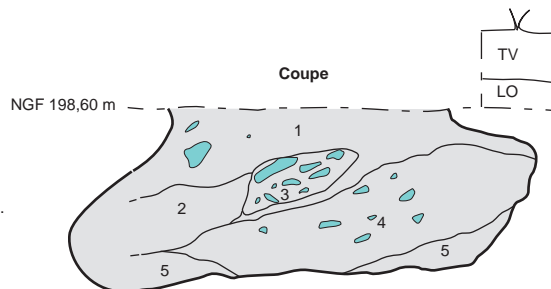
- 1: Limon brun.
- 2: Calcaire et limon brun.
- 3: Calcaire tendre.
- 4: Calcaire induré.



**Puits n° 301**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non

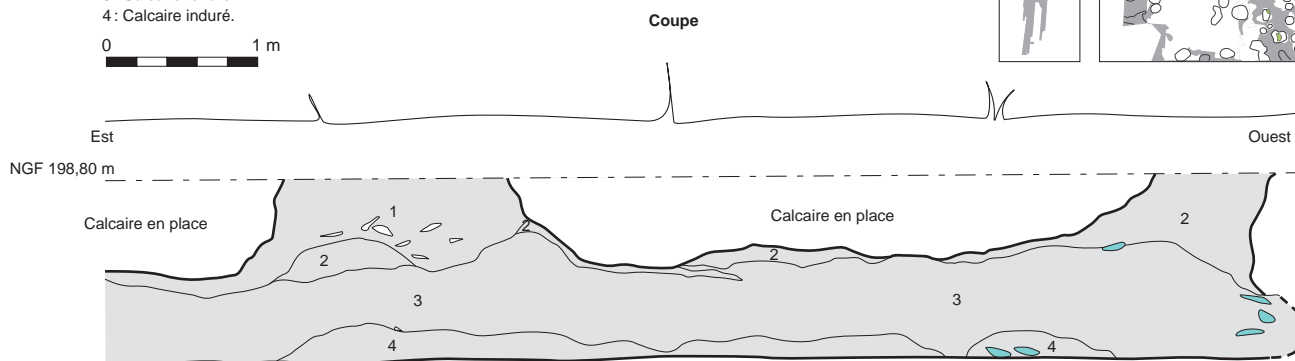
- 1 : Limon brun et pierres calcaires.
- 2 : Calcaire et limon brun.
- 3 : Calcaire et pierres calcaires.
- 4 : Calcaire tendre et pierres calcaires.
- 5 : Calcaire induré.



**Puits n° 304**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - Prélèvement : non échantillonné

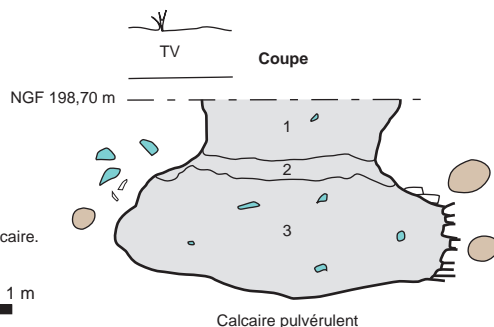
- 1 : Limon brun et calcaire.
- 2 : Limon brun et pierres calcaires.
- 3 : Calcaire tendre.
- 4 : Calcaire induré.



**Puits n° 305**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Bois de cerf :  
 - Nombre : 1 (pl. 10, n° 9).  
 - Type : piochon.

- 1 : Limon brun.
- 2 : Limon brun et calcaire.
- 3 : Calcaire tendre.



## Puits n° 312

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif

- **Poids total des vestiges (kg)** : 37

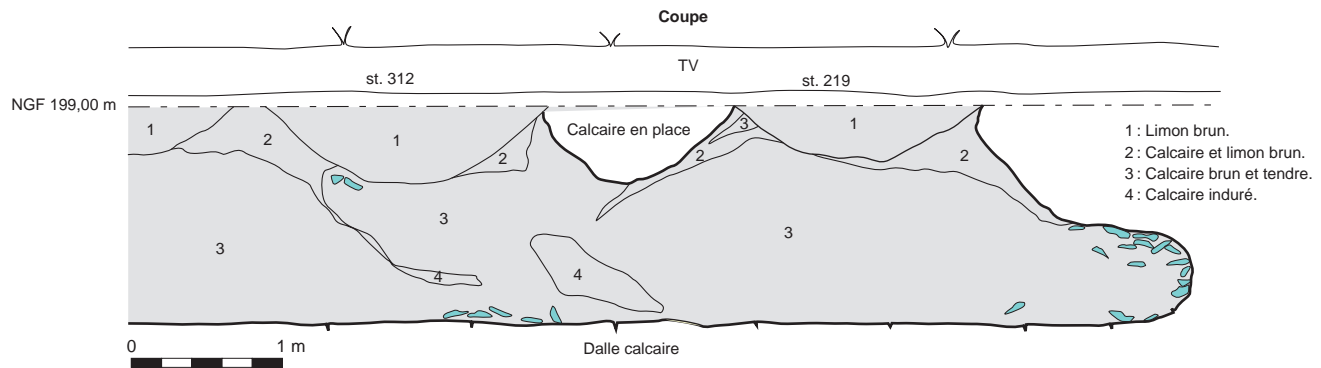
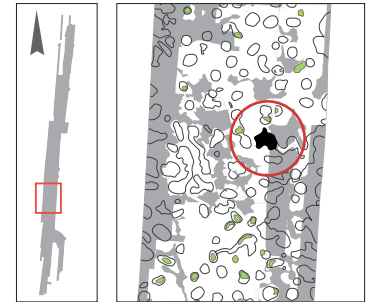
- **Outil, pièces particulières** : 1 pièce façonnée, 2 éclats retouchés.

- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, surtout des gros éléments. Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est faiblement représenté.

**Bois de cerf** :

- **Nombre** : 2 (pl. 16, n° 12 ; pl. 10, n° 21).

- **Type** : 1 piochon, 1 grande pointe.



## Puits n° 314

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif

- **Données taphonomiques** : glissement nord/sud des vestiges. En surface du décapage, plusieurs niveaux de remplissages successifs semblent apparaître : on aurait un niveau de silex, suivi d'un niveau limoneux stérile, puis un dernier épisode de remplissage de plaquettes calcaires dans matrice limoneuse. En surface, les vestiges lithiques sont disposés en croissant de lune, avec pendage perceptible vers l'intérieur de la structure.

- **Poids total des vestiges (kg)** : 86

- **Outil, pièces particulières** : 2 nodules fracturés et percutés, 1 petit percuteur, 1 pièce ébauchée, 3 pièces façonnées, 3 pièces intermédiaires, 2 pièces esquillées, 2 éclats épais retouchés.

- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, y compris les petits éléments. Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. De nombreuses cupules corticales ont été observées, ainsi que de nombreux stigmates de débitage par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Présence d'éclats de réduction de pans latéraux (« flûtage »). Le façonnage bifacial est faiblement représenté. De nombreuses esquilles ont été observées, ainsi que quelques éléments de silex brûlé.

**Bois de cerf** :

- **Nombre** : 1 (pl. 2, n° 4).

- **Type** : piochon.



Ouverture du puits au niveau du décapage

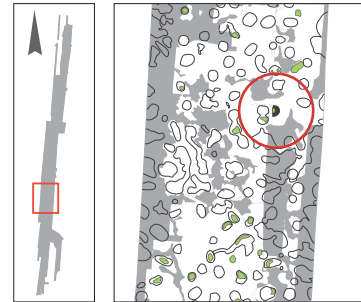
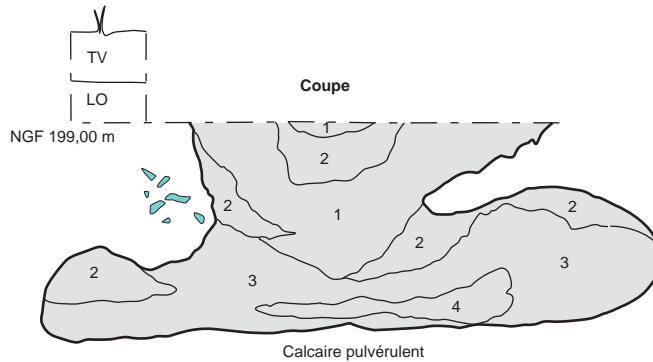




**Puits n° 315**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - **Prélèvement** : non échantillonné

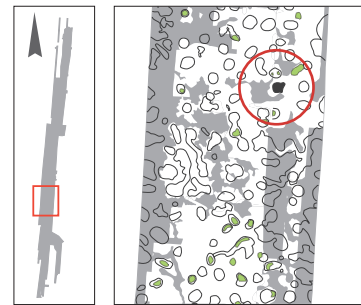
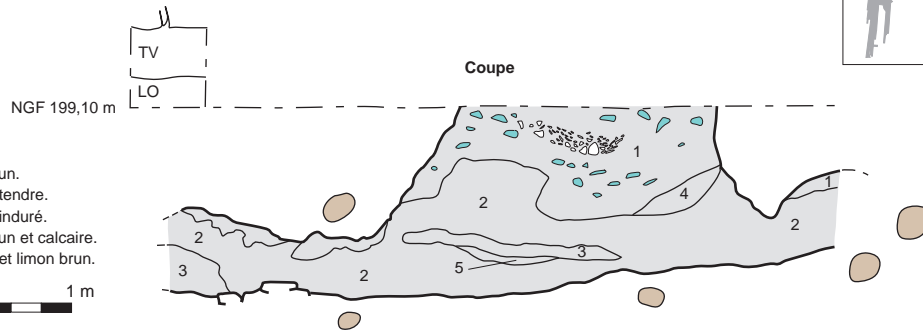
- 1 : Limon brun.
- 2 : Limon brun et calcaire.
- 3 : Calcaire tendre.
- 4 : Calcaire induré.



**Puits n° 317**

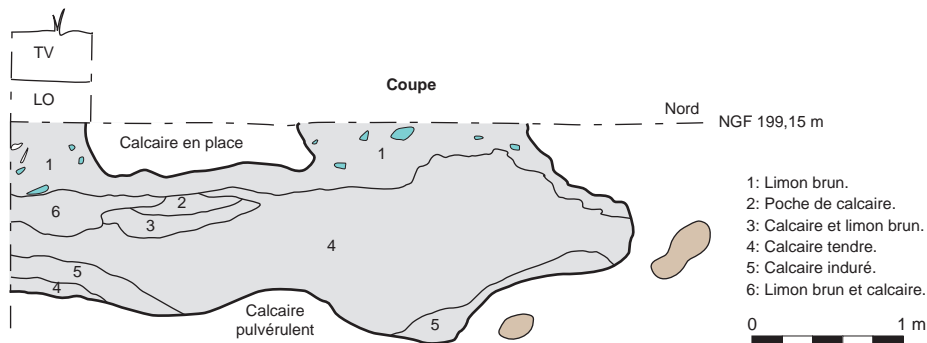
Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - **Prélèvement** : échantillonné  
 - **Poids total des vestiges (kg)** : 16  
 - **Outil, pièces particulières** : aucun  
 Bois de cerf :  
 - **Nombre** : 1 (pl. 8, n° 3).  
 - **Type** : pointe curviligne ?

- 1 : Limon brun.
- 2 : Calcaire tendre.
- 3 : Calcaire induré.
- 4 : Limon brun et calcaire.
- 5 : Calcaire et limon brun.

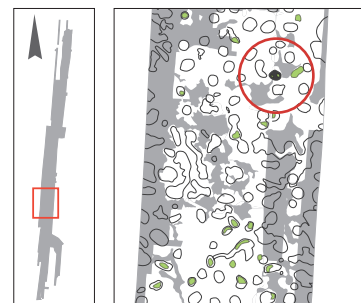


**Puits n° 318**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - **Prélèvement** : exhaustif  
 - **Poids total des vestiges (kg)** : 9  
 - **Outil, pièces particulières** : aucun  
 Bois de cerf :  
 - **Nombre** : 3 (pl. 14, n° 5 ; pl. 4, n° 8).  
 - **Type** : 1 grande pointe, 1 fer ?, 1 levier/piochon.



- 1 : Limon brun.
- 2 : Poche de calcaire.
- 3 : Calcaire et limon brun.
- 4 : Calcaire tendre.
- 5 : Calcaire induré.
- 6 : Limon brun et calcaire.



**Puits n° 320**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

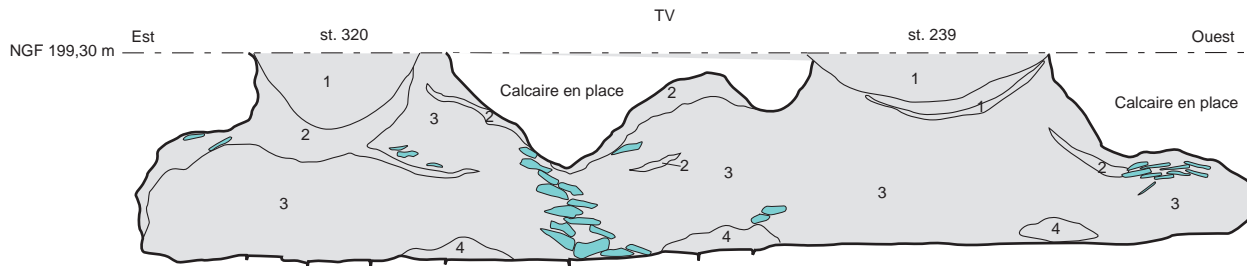
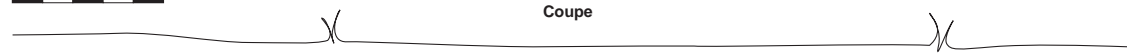
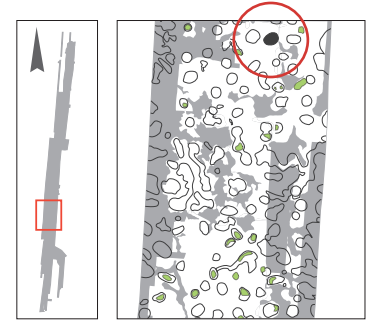
Bois de cerf :

- **Nombre** : 1 (pl. 21, n° 22).

- **Type** : incomplet.

- 1 : Limon brun.
- 2 : Calcaire mêlé de limon brun.
- 3 : Calcaire brun, tendre.
- 4 : Calcaire induré.

0 1 m



**Puits n° 323**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

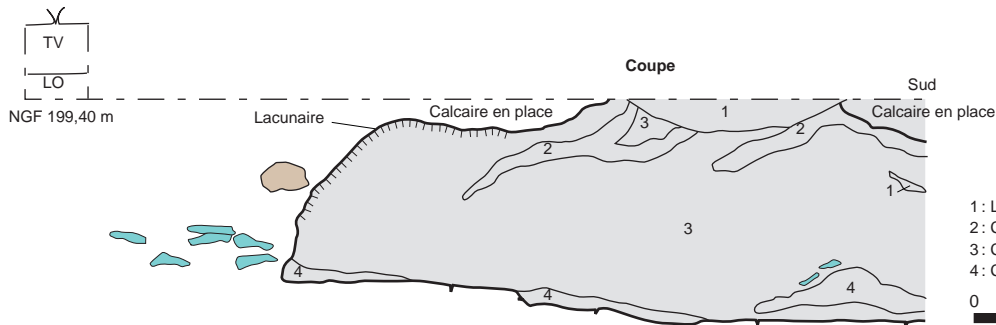
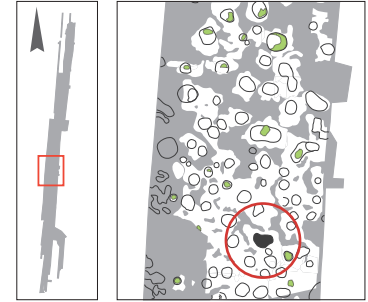
Bois de cerf :

- **Nombre** : 2 (pl. 22, n° 13, 38).

- **Type** : 2 incomplets.



Puits après la fouille



- 1 : Limon brun.
- 2 : Calcaire et limon brun.
- 3 : Calcaire brun, tendre.
- 4 : Calcaire induré.

0 1 m

**Puits n° 324**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

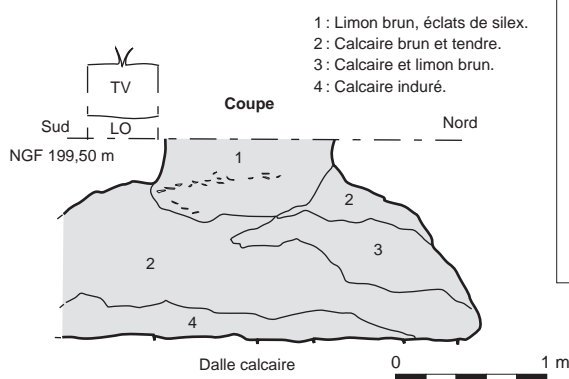
Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : échantillonné
- **Poids total des vestiges (kg)** : 27
- **Outil, pièces particulières** : 1 pièce ébauchée et 1 pièce façonnée.
- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, mais on observe peu de très gros éléments. Le façonnage par pans latéraux est dominant. Le façonnage bifacial est représenté en proportions importantes.

Bois de cerf :

- **Nombre** : 1 (pl. 22, n° 26).
- **Type** : incomplet.



**Puits n° 326**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

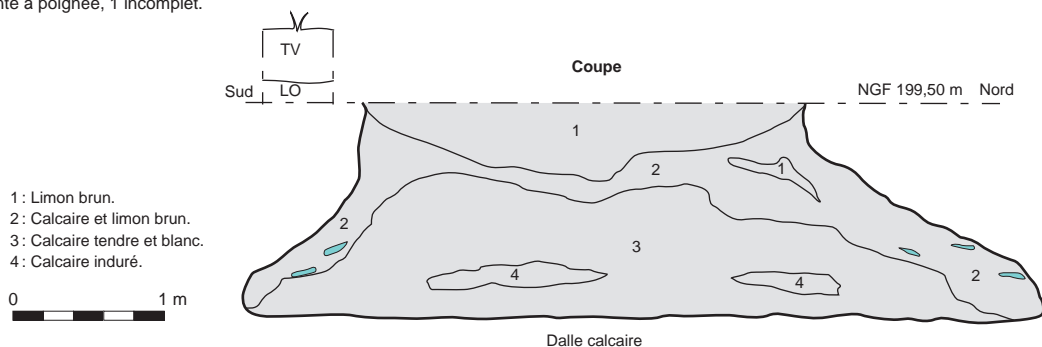
Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : échantillonné - exhaustif - non échantillonné
- **Poids total des vestiges (kg)** : 33
- **Outil, pièces particulières** : 2 perceurs grès/quartzite, 2 nucléus à éclats, 2 pièces ébauchées, 1 pièce esquillée, 1 éclat retouché.
- **Description sommaire de l'assemblage** : essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Beaucoup de cupules corticales. Peu de petits éléments, traces de façonnage bifacial. Quelques éclats épais, parmi lesquels le façonnage par pans latéraux est représenté.

Bois de cerf :

- **Nombre** : 3 (pl. 18, n° 2 ; pl. 3, n° 7 ; pl. 19, n° 7).
- **Type** : 1 piochon, 1 pointe à poignée, 1 incomplet.



**Puits n° 327**

Fouillé à : 100 %

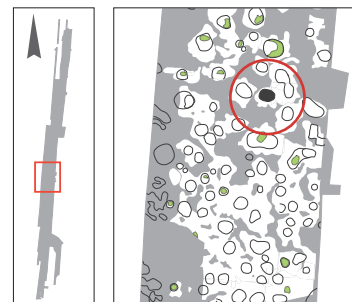
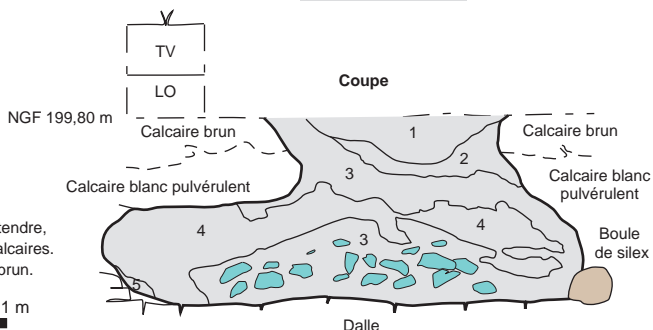
Prélèvement : non

Moulage : non

Bois de cerf :

- **Nombre** : 2
- **Type** : 2 leviers.

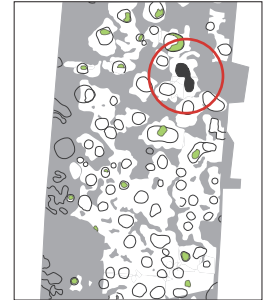
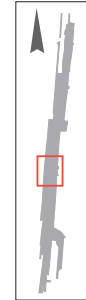
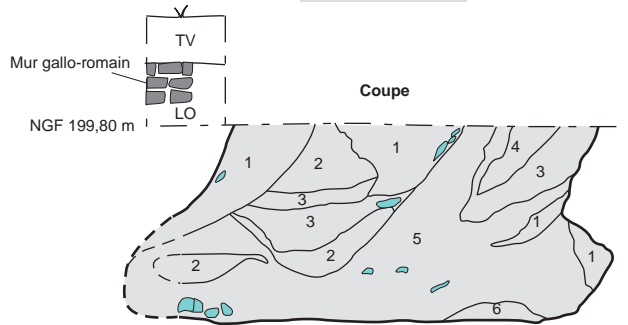
- 1 : Limon brun.
- 2 : Calcaire brun.
- 3 : Calcaire blanc et tendre, pierres et blocs calcaires.
- 4 : Calcaire et limon brun.



**Puits n° 329**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non

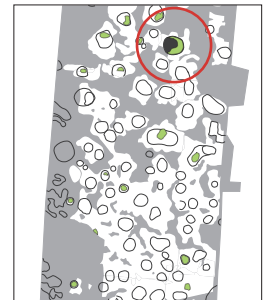
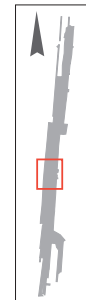
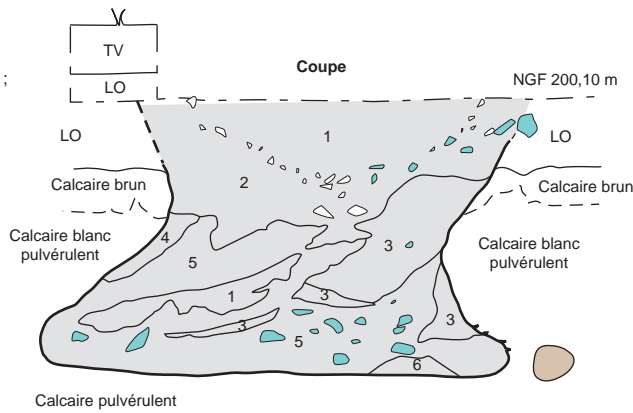
- 1 : Limon brun.
- 2 : Calcaire brun.
- 3 : Calcaire et limon brun.
- 4 : Calcaire blanc.
- 5 : Calcaire blanc et tendre.
- 6 : Calcaire blanc, induré.



**Puits n° 330**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Bois de cerf :  
 - **Nombre** : 5 (pl. 22, n° 34 ; pl. 5, n° 25 ; pl. 21, n° 7 ; pl. 3, n° 8 ; pl. 21, n° 3).  
 - **Type** : 2 piochons, 3 incomplets.

- 1 : Limon brun.
- 2 : Limon brun et limon orange.
- 3 : Calcaire et limon brun.
- 4 : Limon brun et calcaire.
- 5 : Calcaire blanc et tendre.
- 6 : Calcaire blanc, induré.

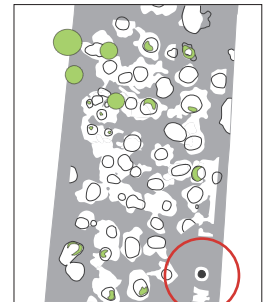
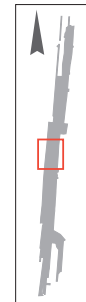


**Puits n° 332**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non



Vue de l'ouverture du puits au décapage





**Puits n° 335**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

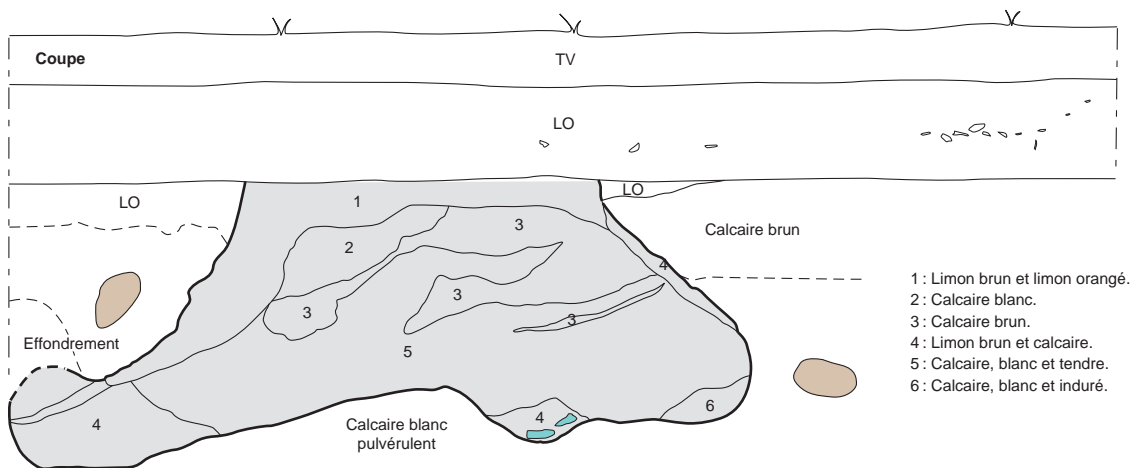
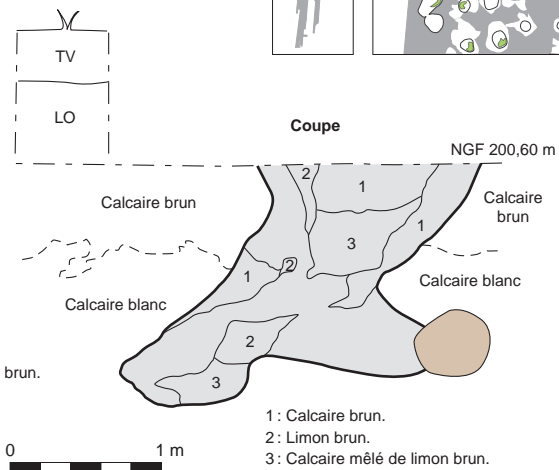
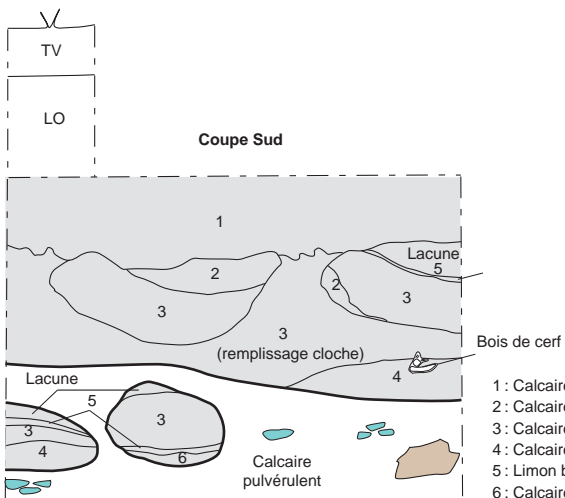
Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : non échantillonné

**Bois de cerf** :

- **Nombre** : 5 (pl. 23, n° 7 ; pl. 12, n° 7 ; pl. 4, n° 9 ; pl. 2, n° 16).

- **Type** : 2 piochons, 1 fourche, 1 grande pointe/marteau, 1 incomplet.



**Puits n° 336**

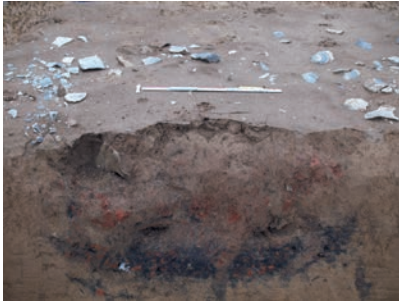
Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

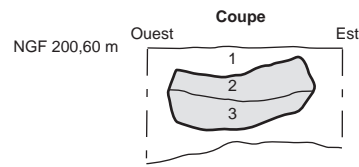
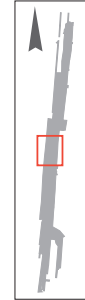
- **Prélèvement** : non échantillonné



Structure de combustion antique, délimitée par du silex



Au décapage apparition du four antique



1 : Argile marron homogène.  
2 : Argile cuite (rouge).  
3 : Argile limoneuse noire (charbons).

0 1 m

**Puits n° 340**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

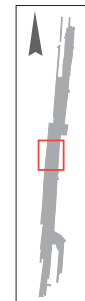
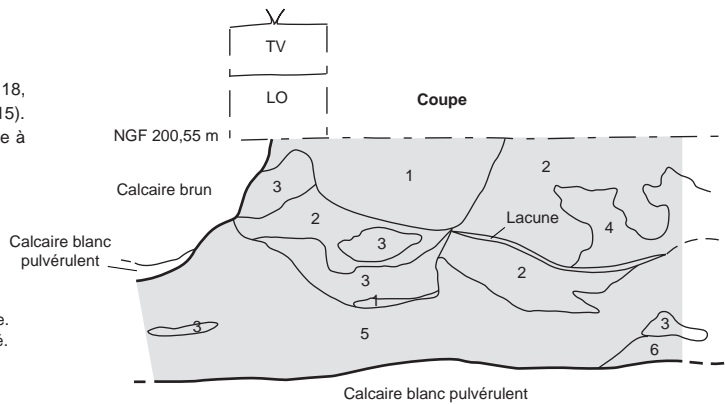
Moulage : non

Bois de cerf :

- **Nombre** : 5 (pl. 19, n° 4 ; pl. 18, n° 4 ; pl. 2, n° 12 ; pl. 3, n° 9, 15).  
- **Type** : 3 piochons, 1 pointe à poignée, 1 grande pointe.

1 : Limon brun.  
2 : Calcaire brun.  
3 : Calcaire et limon brun.  
4 : Calcaire blanc et tendre.  
6 : Calcaire blanc et induré.

0 1 m



**Puits n° 341**

Fouillé à : 100 %

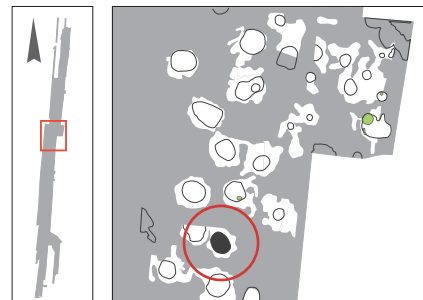
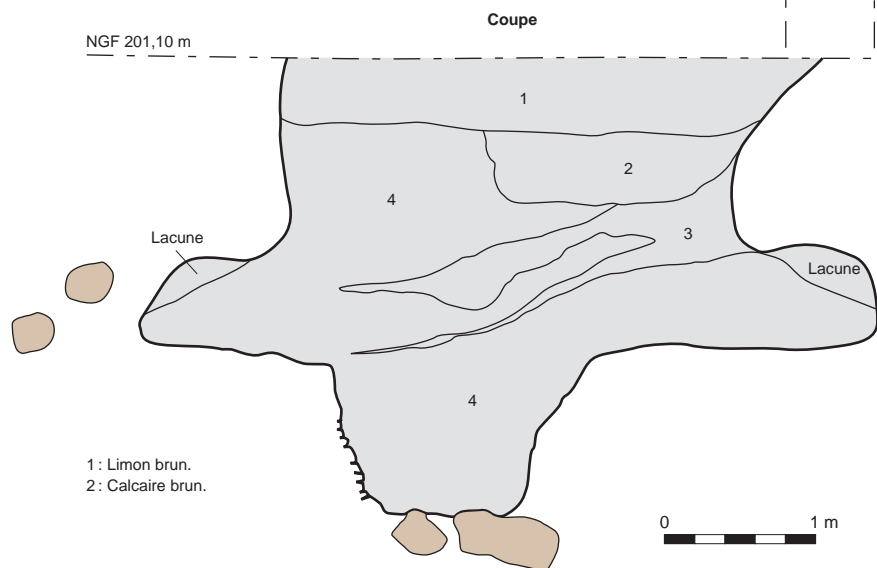
Prélèvement : non

Moulage : non

Bois de cerf :

- **Nombre** : 8 (pl. 5, n° 14 ; pl. 11, n° 13 ; pl. 19, n° 12 ; pl. 23, n° 11 ; pl. 3, n° 10, 13 ; pl. 7, n° 3, 19).

- **Type** : 5 piochons, 1 marteau, 1 pointe à poignée, 1 incomplet.

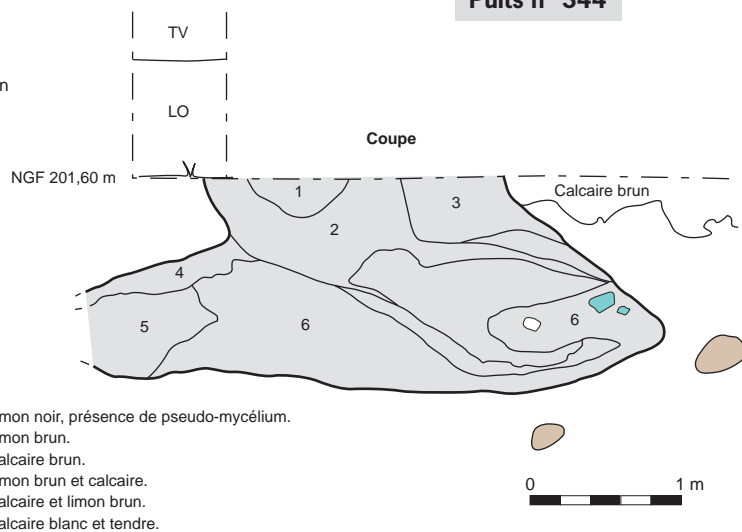


**Puits n° 344**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non



**Puits n° 345**

Fouillé à : 100 %

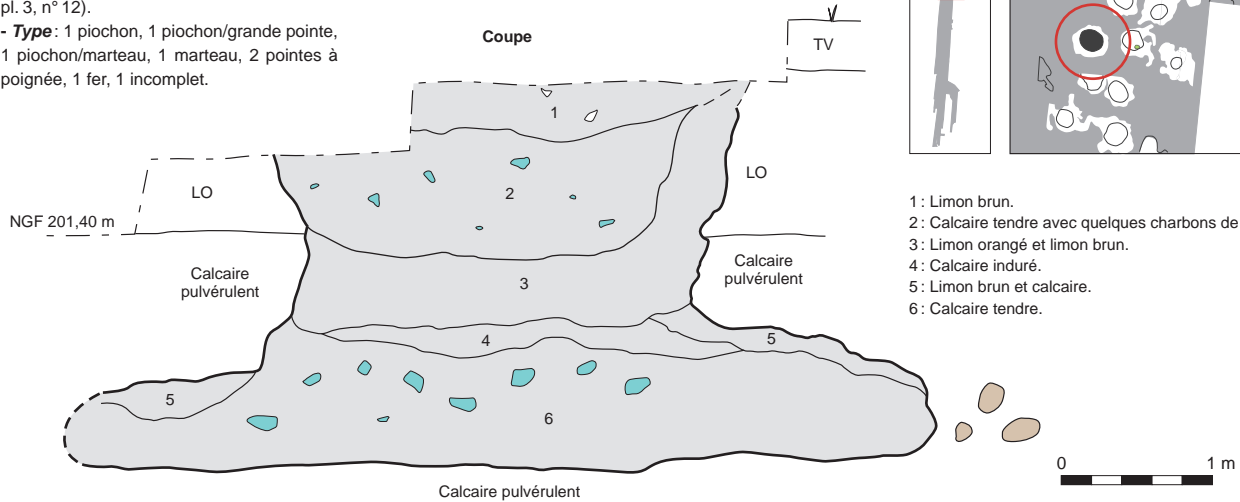
Prélèvement : non

Moulage : non

Bois de cerf :

- **Nombre** : 8 (pl. 7, n°23 ; pl. 12, n° 18 ; pl. 19, n° 9 ; pl. 22, n° 31 ; pl. 14, n° 9 ; pl. 1, n° 11 ; pl. 3, n° 12).

- **Type** : 1 piochon, 1 piochon/grande pointe, 1 piochon/marteau, 1 marteau, 2 pointes à poignée, 1 fer, 1 incomplet.



- 1: Limon brun.
- 2: Calcaire tendre avec quelques charbons de bois.
- 3: Limon orangé et limon brun.
- 4: Calcaire induré.
- 5: Limon brun et calcaire.
- 6: Calcaire tendre.

**Puits n° 347**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

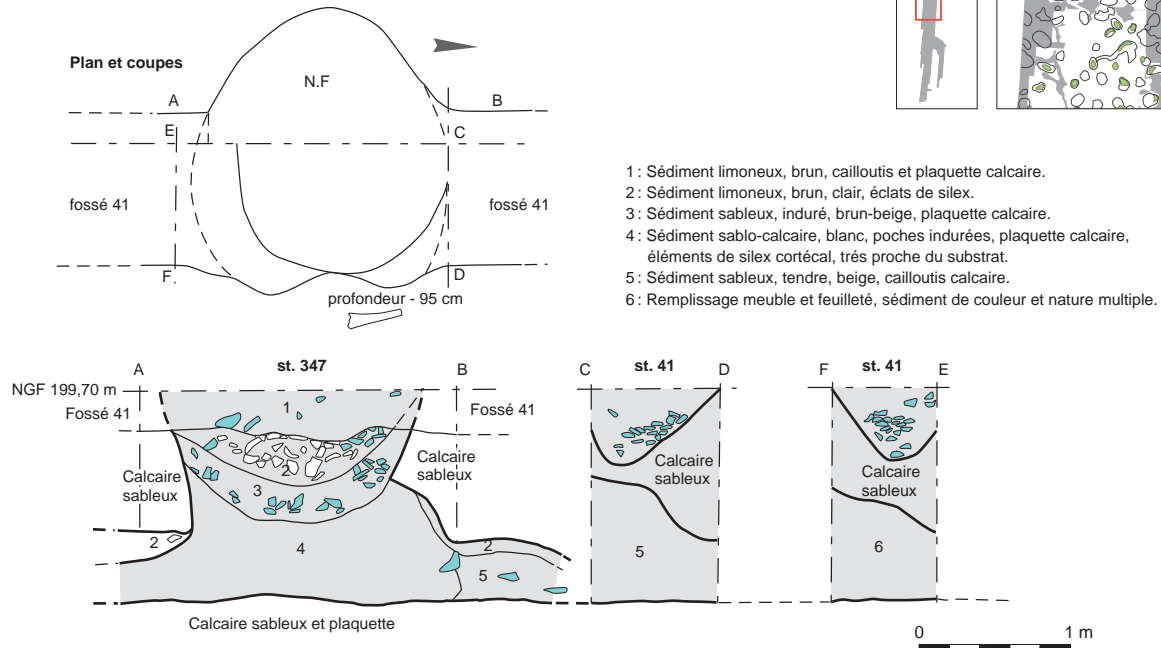
Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : échantillonné
- **Poids total des vestiges (kg)** : 6,5
- **Outil, pièces particulières** : aucun

Bois de cerf :

- **Nombre** : 2 (pl. 12, n° 16 ; pl. 21, n° 5).
- **Type** : 1 marteau, 1 incomplet.



- 1: Sédiment limoneux, brun, cailloutis et plaquette calcaire.
- 2: Sédiment limoneux, brun, clair, éclats de silex.
- 3: Sédiment sableux, induré, brun-beige, plaquette calcaire.
- 4: Sédiment sablo-calcaire, blanc, poches indurées, plaquette calcaire, éléments de silex cortécal, très proche du substrat.
- 5: Sédiment sableux, tendre, beige, cailloutis calcaire.
- 6: Remplissage meuble et feuilleté, sédiment de couleur et nature multiple.





Bois de cerf dans le comblement d'une galerie



Coupe du puits



Bois de cerf dans le comblement d'une galerie



Galerie du puits

**Puits n° 348**

Fouillé à : 0 % - 50 % - 100 %

Prélèvement : oui - non

Moulage : oui - non

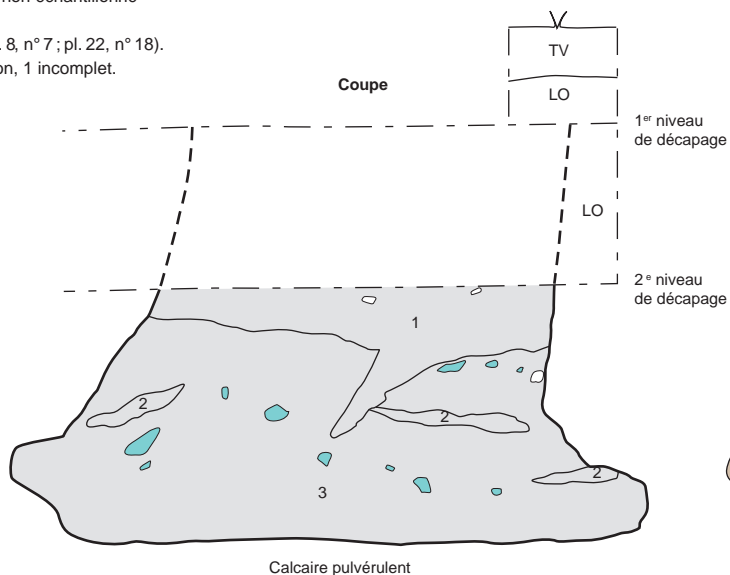
Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : non échantillonné

Bois de cerf :

- **Nombre** : 2 (pl. 8, n° 7 ; pl. 22, n° 18).

- **Type** : 1 piochon, 1 incomplet.



- 1 : Limon brun.
- 2 : Calcaire et limon brun.
- 3 : Calcaire tendre.

0 1 m

## Puits n° 350

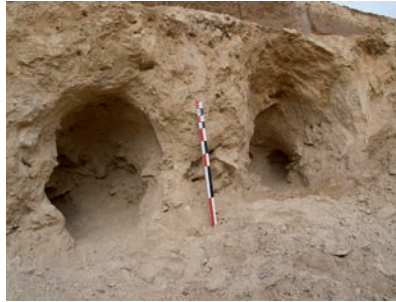
Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

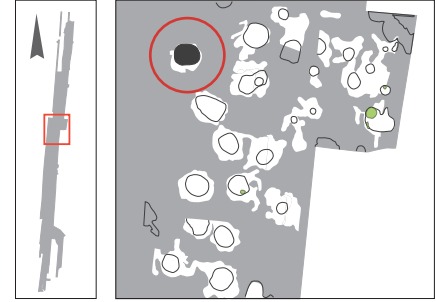
Moulage : non

Bois de cerf :

- **Nombre**: 9 (pl. 5, n° 7 ; pl. 10, n° 17 ; pl. 7, n° 4 ; pl. 8, n° 2 ; pl. 10, n° 17 ; pl. 13, n° 8 ; pl. 14, n° 11 ; pl. 15, n° 9 ; pl. 22, n° 36 ; pl. 23, n° 14).
- **Type**: 3 piochons, 1 piochon/marteau, 1 marteau ?, 1 fer ?, 1 levier, 2 incomplets.



Deux galeries conjointes



Galeries conjointes



Partie supérieure d'une galerie partiellement comblée



Galerie lacunaire

## Puits n° 358

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

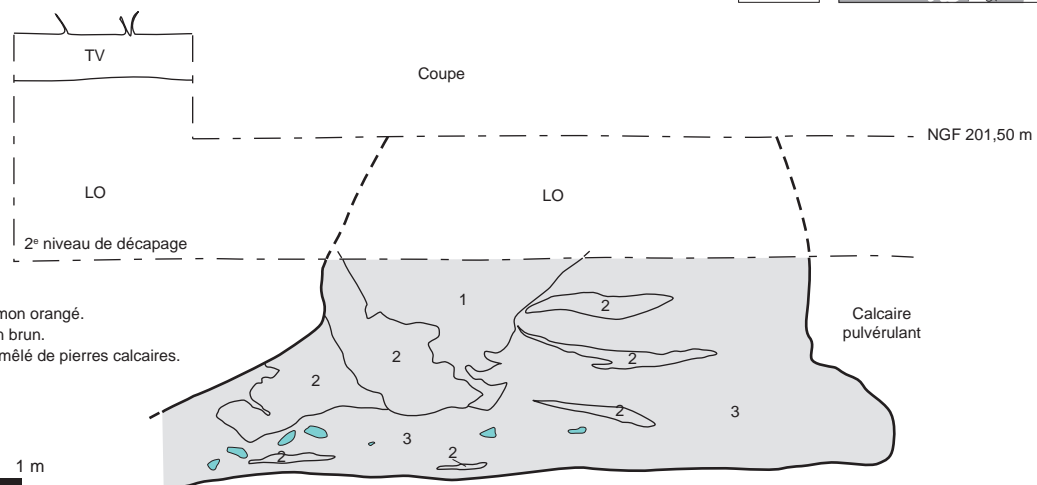
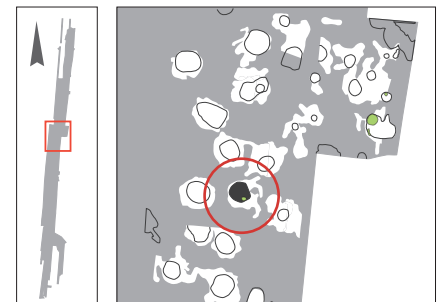
Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement**: échantillonné
- **Poids total des vestiges (kg)**: 1,5
- **Outil, pièces particulières**: aucun

Bois de cerf :

- **Nombre**: 11 (pl. 2, n° 7 ; pl. 2, n° 11 ; pl. 2, n° 14 ; pl. 3, n° 6 ; pl. 4, n° 15 ; pl. 5, n° 15 ; pl. 10, n° 15 ; pl. 11, n° 17 ; pl. 16, n° 7).
- **Type**: 6 piochons, 1 piochon/marteau, 1 pointe à poignée, 1 marteau, 1 incomplet.



.../...



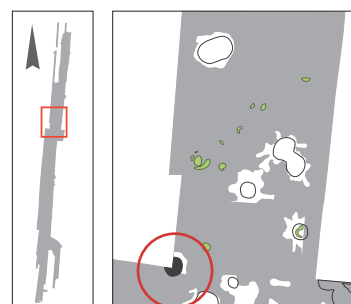
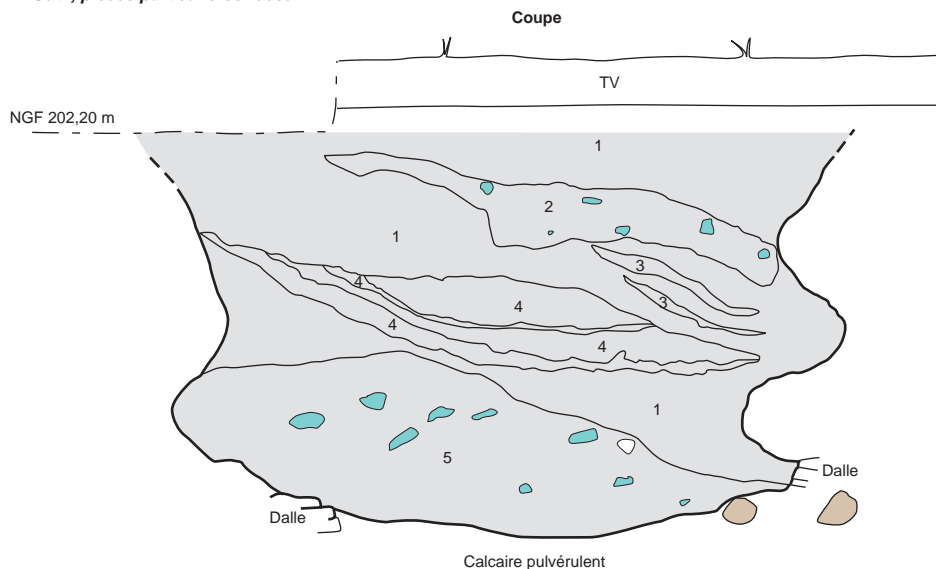
Une galerie



Traces d'outils sur la paroi du puits

**Puits n° 377**

Fouillé à : 50 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - *Prélèvement* : exhaustif  
 - *Poids total des vestiges (kg)* : 10  
 - *Outil, pièces particulières* : aucun

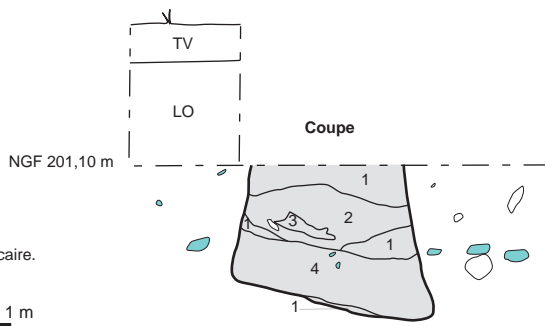


- 1 : Limon brun.
- 2 : Limon brun, calcaire.
- 3 : Calcaire et limon brun.
- 4 : Limon hydromorphe, hétérogène.
- 5 : Calcaire tendre.



**Puits n° 396**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non



- 1 : Limon brun.
- 2 : Calcaire.
- 3 : Limon brun et calcaire.
- 4 : Calcaire tendre.



**Puits n° 402**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Bois de cerf :

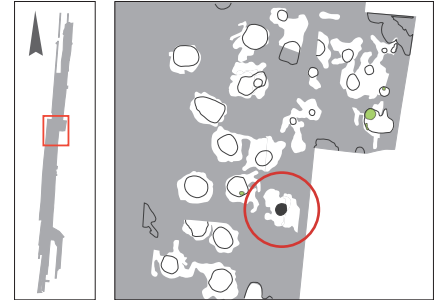
- **Nombre** : 4 (pl. 3, n° 2 ; pl. 3, n° 3 ; pl. 15, n° 14 ; pl. 19, n° 8).
- **Type** : 1 piochon, 1 piochon ?, 1 pointe à poignée, 1 levier.



Bois de cerf au fond du puits



Apparition d'un sol noir dans le comblement du puits

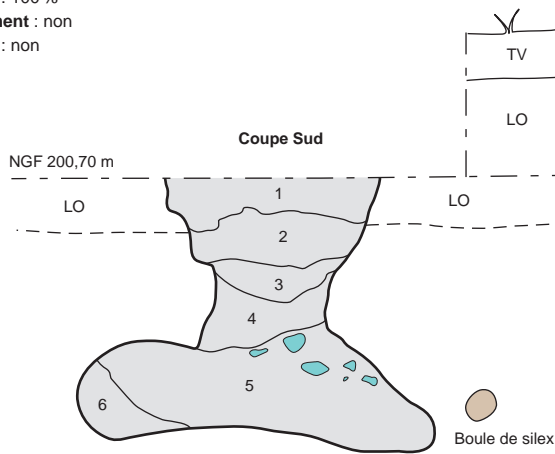


**Puits n° 403**

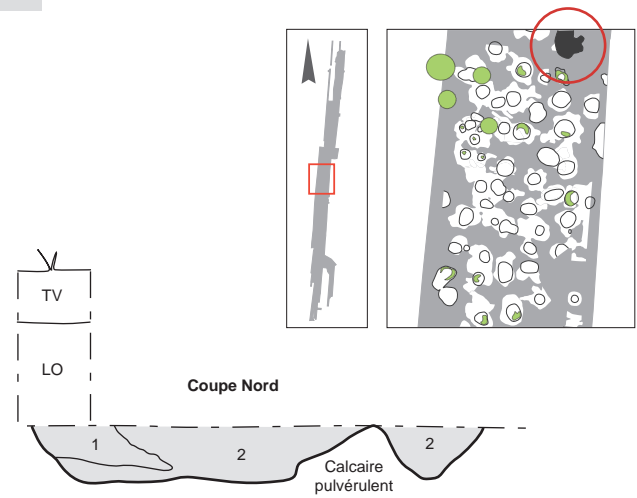
Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non



- 1 : Limon orange mêlé de limon brun.
- 2 : Limon brun et calcaire.
- 3 : Calcaire blanc.
- 4 : Calcaire et limon brun.
- 5 : Calcaire blanc et tendre.
- 6 : Calcaire brun.

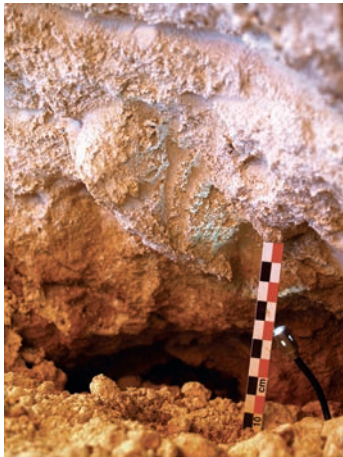


- 1 : Limon noir très charbonneux.
- 2 : Limon orange.



**Puits n° 415**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non



Traces d'outils sur la paroi du puits un soir d'été



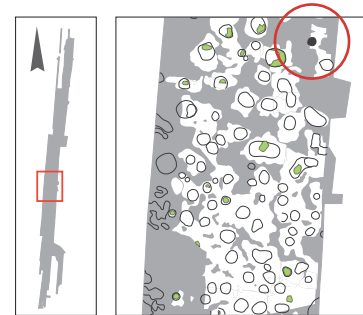
Traces d'outils sur la paroi du puits



Traces d'outils sur la paroi du puits

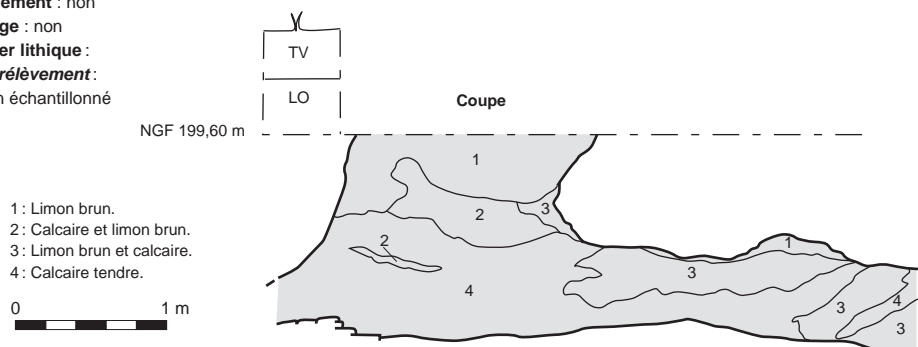


Traces d'outils sur la paroi du puits



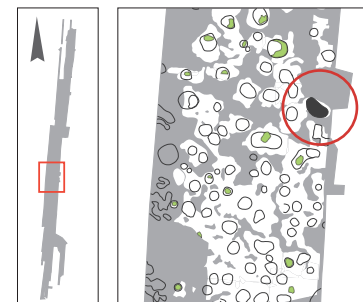
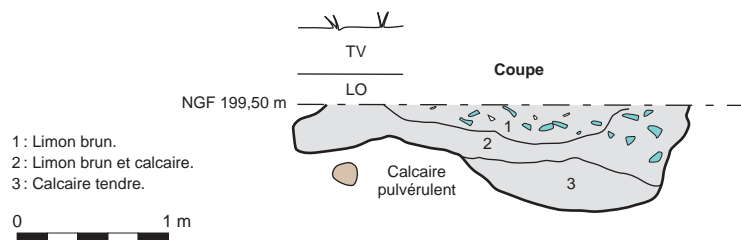
**Puits n° 417**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - Prélèvement :  
 non échantillonné



**Puits n° 418**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - Prélèvement :  
 non échantillonné



## Puits n° 419

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

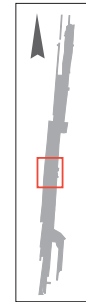
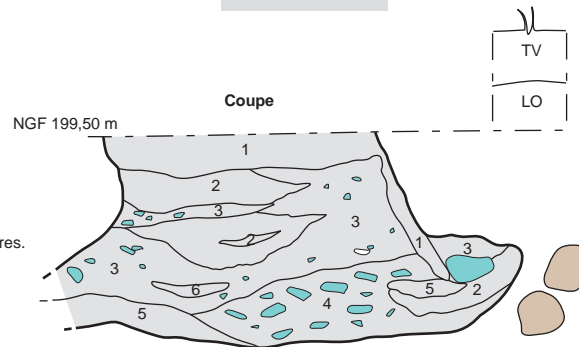
Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : non échantillonné

- 1: Limon brun.
- 2: Calcaire et limon brun.
- 3: Limon brun et calcaire.
- 4: Calcaire tendre mêlé de pierres calcaires.
- 5: Calcaire induré.
- 6: Calcaire.

0 1 m



## Puits n° 422

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

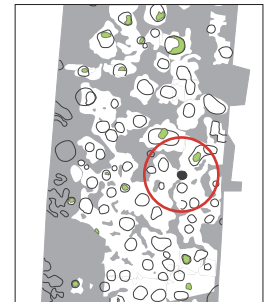
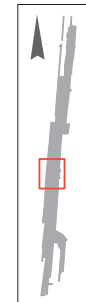
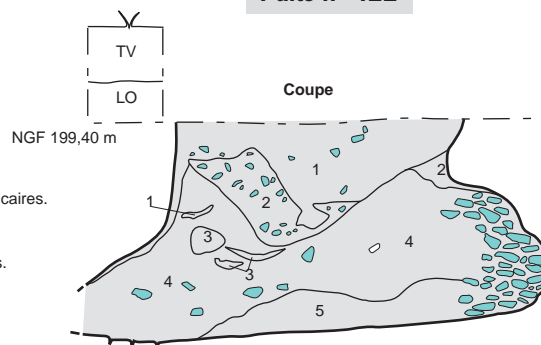
Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : non échantillonné

- 1: Limon brun et quelques pierres calcaires.
- 2: Calcaire et limon brun.
- 3: Limon brun et calcaire.
- 4: Calcaire tendre et pierres calcaires.
- 5: Calcaire induré.

0 1 m



## Puits n° 423

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

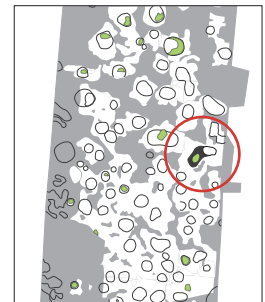
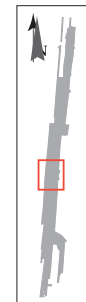
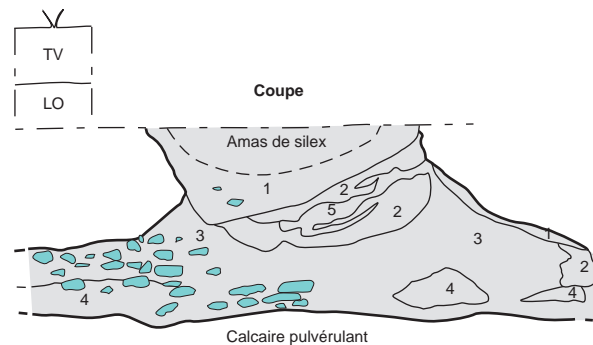
Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : échantillonné- **Données taphonomiques** : remplissage sommital de la structure composé d'un bouchon compact de silex en forme de cuvette, sur une épaisseur maximale de 30 à 40 cm.- **Poids total des vestiges (kg)** : 129- **Outil, pièces particulières** : 3 percuteurs et un fragment, 3 blocs à enlèvements, 1 nucléus à éclats, 1 pièce ébauchée, 1 pièce façonnée, 3 pièces intermédiaires, 1 pièce esquillée, 1 pièce à retouches latérales, 1 enveloppe corticale retouchée.- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés. Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux), et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Trois nodules intacts. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est faiblement représenté.

- 1: Limon brun.
- 2: Calcaire et limon brun.
- 3: Calcaire mêlé de pierres calcaires.
- 4: Calcaire induré.
- 5: Calcaire.

0 1 m

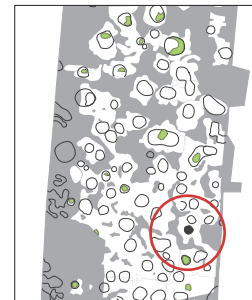
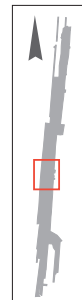
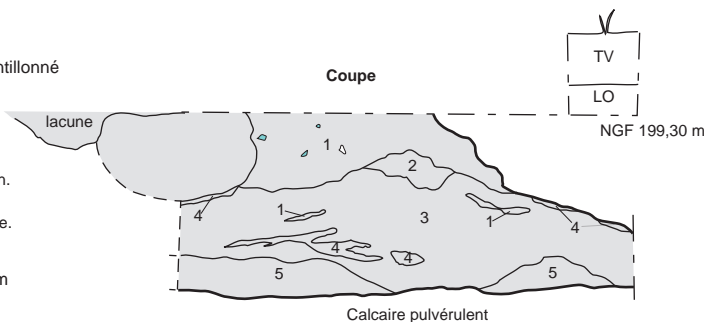


**Puits n° 428**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : non échantillonné

- 1 : Limon brun.
- 2 : Calcaire et limon brun.
- 3 : Calcaire tendre.
- 4 : Limon brun et calcaire.
- 5 : Calcaire induré.



**Puits n° 429**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif

- **Poids total des vestiges (kg)** : 43

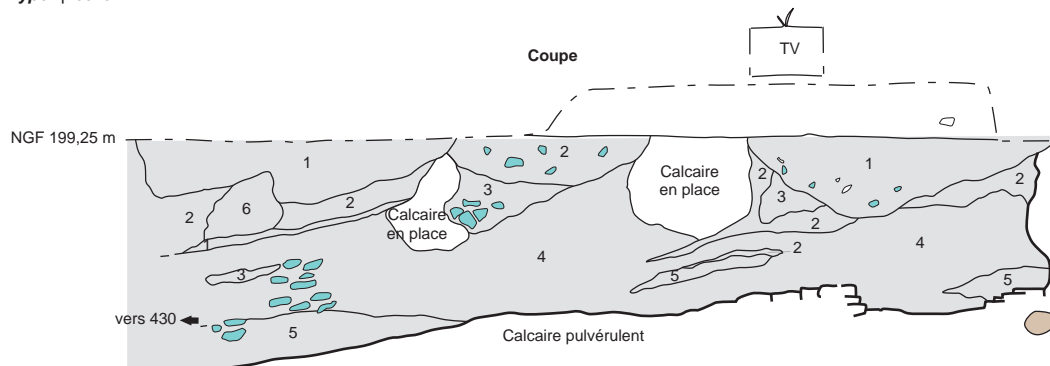
- **Outil, pièces particulières** : 1 pièce à retouches latérales, 5 éclats retouchés.

- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, sauf les très gros éléments. Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. De nombreuses cupules corticales ont été observées, ainsi que de nombreux stigmates de débitage par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est faiblement représenté.

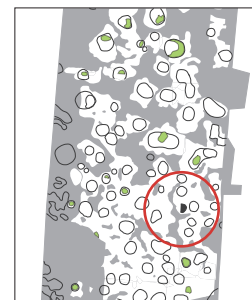
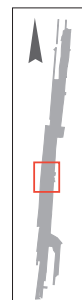
**Bois de cerf** :

- **Nombre** : 1 (pl. 4, n° 1).

- **Type** : piochon.



- 1 : Limon brun.
- 2 : Limon brun et calcaire.
- 3 : Calcaire et limon brun.
- 4 : Calcaire tendre.
- 5 : Calcaire induré.
- 6 : Calcaire.

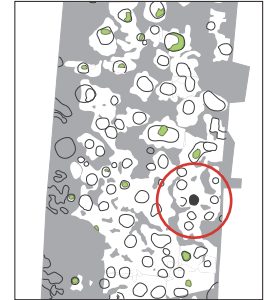
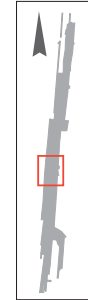


## Puits n° 430

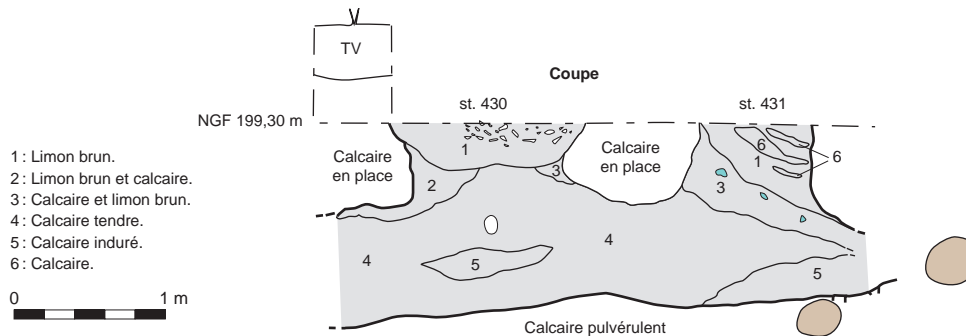
Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non

## Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif
- **Poids total des vestiges (kg)** : 39
- **Outil, pièces particulières** : 2 pièces ébauchées, 3 pièces intermédiaires, 2 pièces à retouches latérales.
- **Description sommaire de l'assemblage** : seuls les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Nombreux stigmates de débitage par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est bien représenté. Le façonnage bifacial est absent. Pas de petits éléments.



Ouverture du puits au niveau du décapage



## Puits n° 437

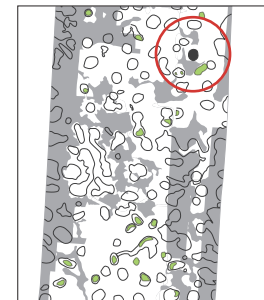
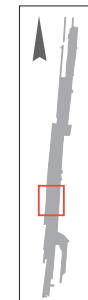
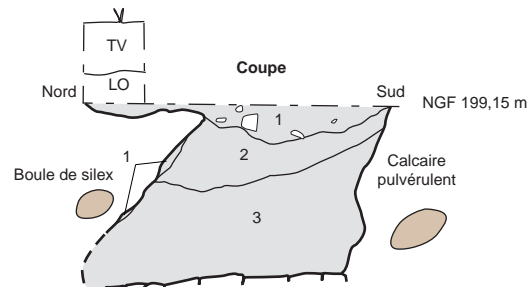
Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non

## Bois de cerf :

- **Nombre** : 1 (pl. 10, n° 4).
- **Type** : piochon.

- 1 : Limon brun.  
2 : Calcaire et limon brun.  
3 : Calcaire tendre.

0 1 m



## Puits n° 438

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non

## Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif
- **Données taphonomiques** : amas de silex ayant probablement subi un effet de glissement dans structure sous-jacente.
- **Poids total des vestiges (kg)** : 71
- **Outil, pièces particulières** : 1 nucléus à éclats, 1 pièce façonnée, 1 pièce intermédiaire, 1 éclat épais retouché, 1 enveloppe corticale retouchée.
- **Description sommaire de l'assemblage** : essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Nombreux stigmates de débitage par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est bien représenté. Le façonnage bifacial est faiblement représenté. On observe peu de petits éléments.

## Bois de cerf :

- **Nombre** : 3 (pl. 11, n° 16 ; pl. 21, n° 23 ; pl. 22, n° 37).
- **Type** : 1 marteau, 2 incomplets.





Outils en bois de cerf abandonné au fond d'une galerie



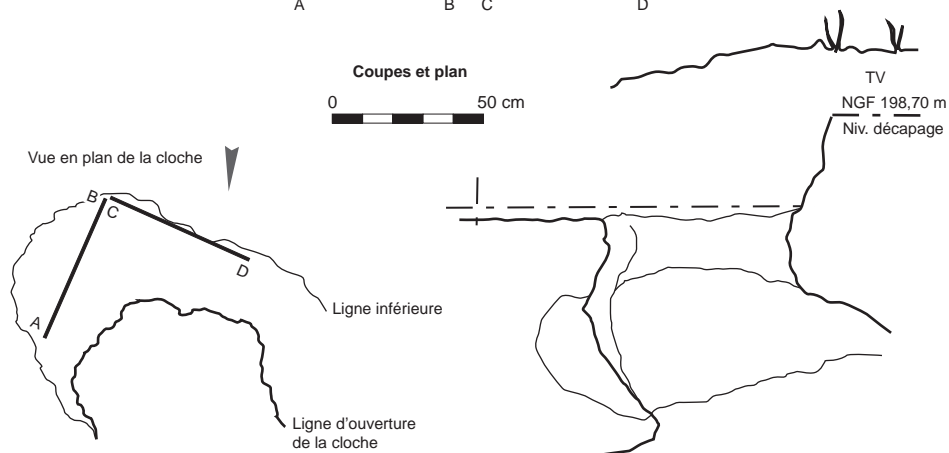
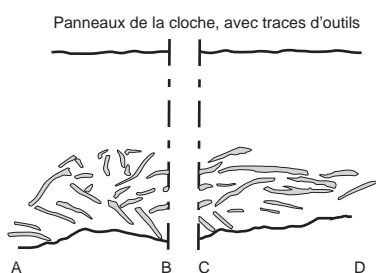
Ouverture du puits



Boule de silex abandonnée au fond du puits

**Puits n° 457**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Bois de cerf :  
 - **Nombre** : 1 (pl. 7, n° 5).  
 - **Type** : piochon.



Traces d'outils



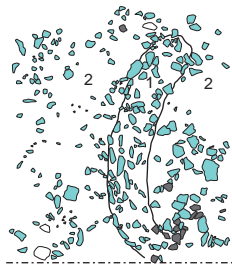
Traces d'outils



Traces d'outils

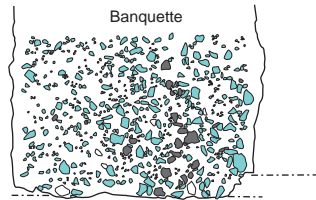
**Foyer n° 458**

Plan du foyer (-10 cm s/s décapage)



Tranchée géologique

Plan du foyer au niveau du décapage (-20 cm sous le labour)



Tranchée géologique



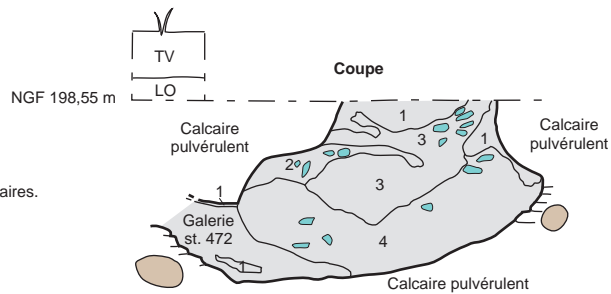
Vue du foyer st. 458

- 1: Plaquettes à chant mêlées à du calcaire pulvérulent et du limon brun.
- 2: Limon argileux, brun, plaquette relativement à plat, peu d'éclats de silex et peu de pierres chauffées à l'est, le long de la tranchée géologique.

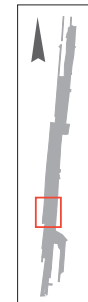
Foyer semble-t-il remanié, à noter que la tranchée à écorner le foyer, les pierres chauffées ont dû être remaniées après utilisation.

**Puits n° 463**

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non

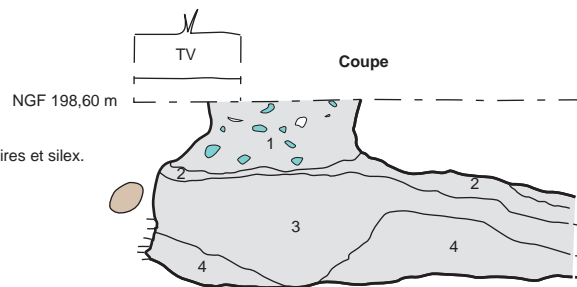


- 1: Limon brun et calcaire.
- 2: Limon brun et pierres calcaires.
- 3: Calcaire tendre.
- 4: Calcaire induré.



**Puits n° 464**

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non



- 1: Limon brun, pierres calcaires et silex.
- 2: Limon brun et calcaire.
- 3: Calcaire tendre.
- 4: Calcaire induré.

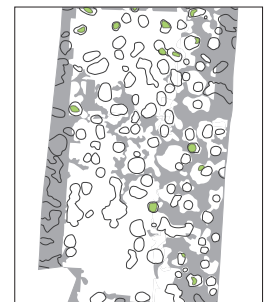
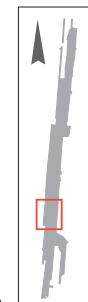
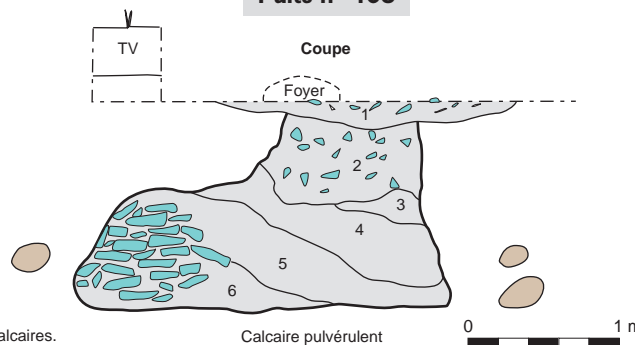


**Puits n° 468**

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non  
Mobilier lithique :

- **Prélèvement**: non échantillonné
- **Outil, pièces particulières**: aucun

- 1: Limon brun, pierres calcaires et silex.
- 2: Limon brun mêlé de calcaire et pierres calcaires.
- 3: Calcaire.
- 4: Limon noir (prélèvement).
- 5: Calcaire induré.
- 6: Calcaire tendre avec de nombreux blocs calcaires.



**Puits n° 473**

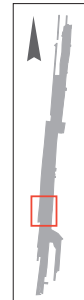
- Fouillé à :** 100 %  
**Prélèvement :** non  
**Moulage :** non  
**Mobilier lithique :**  
 - **Prélèvement :**  
 non échantillonné  
**Bois de cerf :**  
 - **Nombre :** 3 (pl. 14, n° 18  
 et n° 19).  
 - **Type :** 1 incomplet,  
 2 fers ?



Outils en bois de cerf dans le comblement du puits



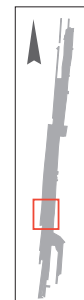
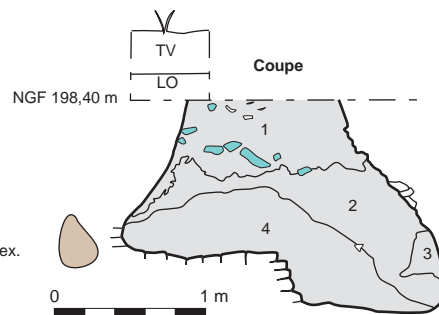
Détail d'un des bois avec une trace de découpe



**Puits n° 480**

- Fouillé à :** 100 %  
**Prélèvement :** non  
**Moulage :** non  
**Mobilier lithique :**  
 - **Prélèvement :** exhaustif  
 - **Poids total des vestiges (kg) :** 1  
 - **Outil, pièces particulières :** aucun

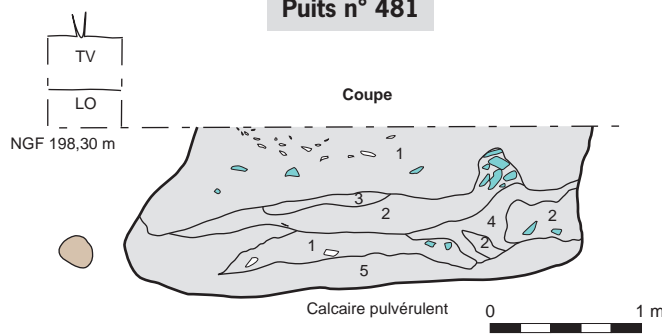
- 1: Limon brun, pierres calcaires et éclats de silex.  
 2: Calcaire induré.  
 3: Limon brun et calcaire.  
 4: Calcaire tendre.



**Puits n° 481**

- Fouillé à :** 100 %  
**Prélèvement :** non  
**Moulage :** non  
**Mobilier lithique :**  
 - **Prélèvement :** exhaustif  
 - **Poids total des vestiges (kg) :** 10  
 - **Outil, pièces particulières :** aucun  
**Bois de cerf :**  
 - **Nombre :** 1 (pl. 6, n° 8).  
 - **Type :** piochon/marteau.

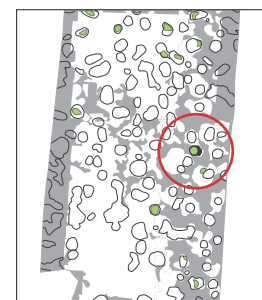
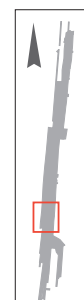
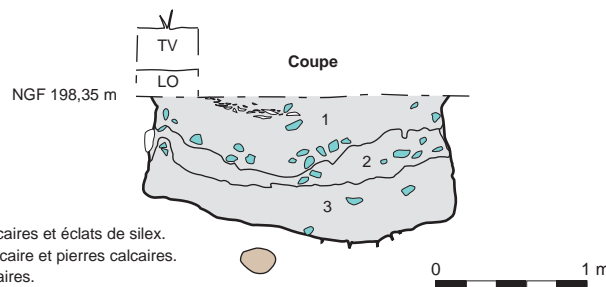
- 1: Limon brun, pierres calcaires et éclats de silex.  
 2: Limon brun et calcaire.  
 3: Calcaire.  
 4: Calcaire tendre.  
 5: Calcaire induré.



**Puits n° 483**

- Fouillé à :** 100 %  
**Prélèvement :** non  
**Moulage :** non  
**Mobilier lithique :**  
 - **Prélèvement :** non échantillonné

- 1: Limon brun, pierres calcaires et éclats de silex.  
 2: Limon brun mêlé de calcaire et pierres calcaires.  
 3: Calcaire et pierres calcaires.



## Puits n° 484

Fouillé à : 100 %

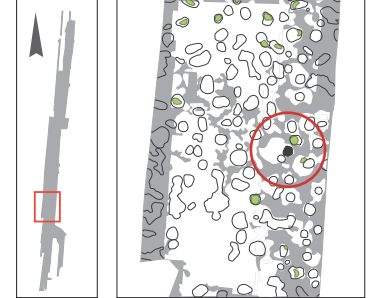
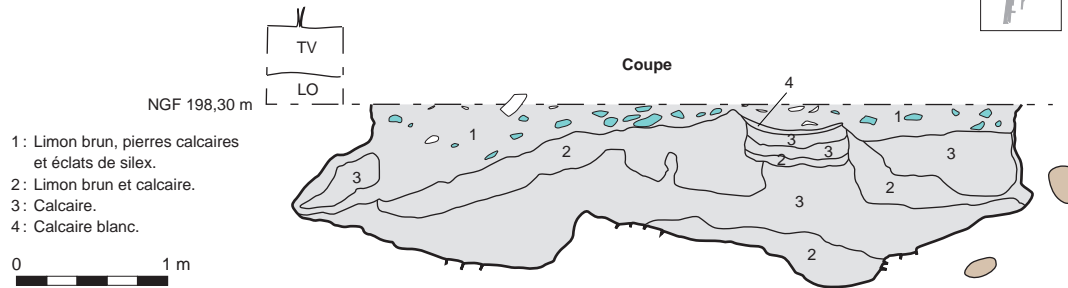
Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- *Prélèvement* : exhaustif- *Poids total des vestiges (kg)* : 13- *Outil, pièces particulières* : aucun

Bois de cerf :

- *Nombre* : 2 (pl. 1, n° 6 ; pl. 22, n° 40).- *Type* : 1 piochon/marteau, 1 incomplet.

## Puits n° 485

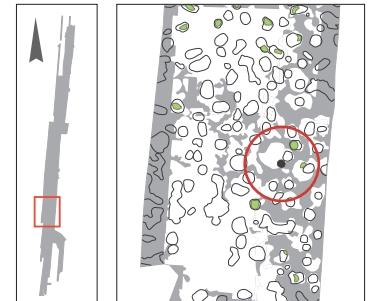
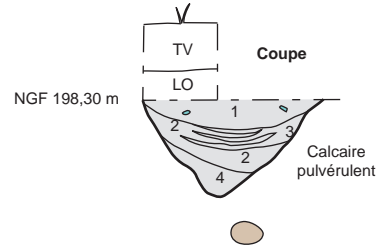
Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

- 1: Limon brun et pierres calcaires.  
2: Limon brun et calcaire.  
3: Calcaire.  
4: Calcaire induré.

0 1 m



## Puits n° 489

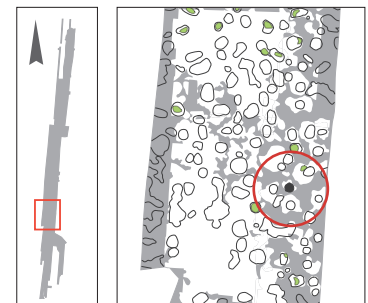
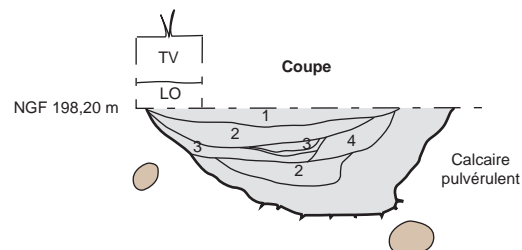
Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

- 1: Limon brun.  
2: Limon brun et calcaire.  
3: Calcaire et limon brun.  
4: Calcaire.

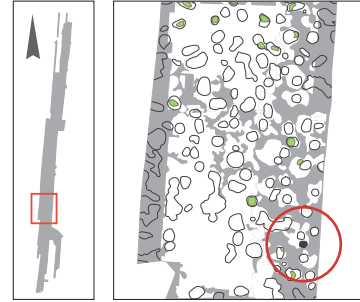
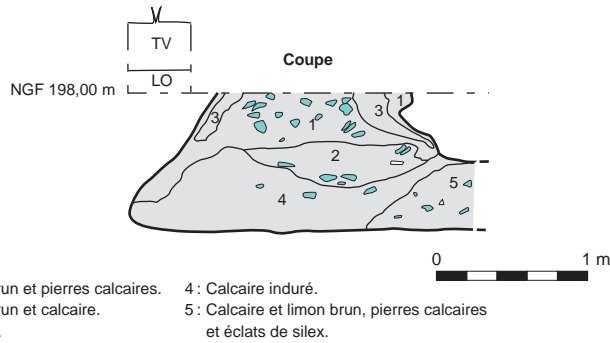
0 1 m





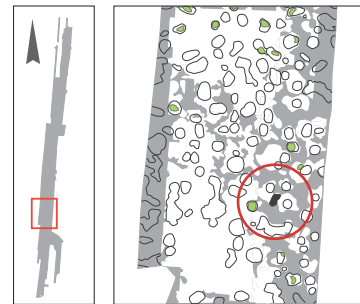
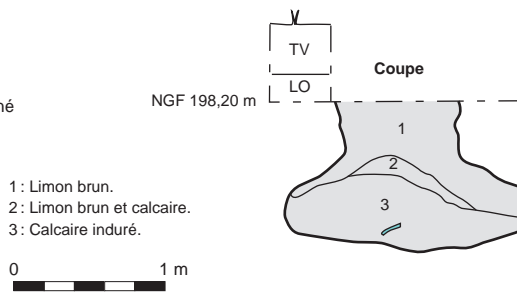
**Puits n° 490**

**Fouillé à :** 100 %  
**Prélèvement :** non  
**Moulage :** non  
**Mobilier lithique :**  
 - **Prélèvement :** exhaustif  
 - **Poids total des vestiges (kg) :** 2  
 - **Outil, pièces particulières :** aucun  
**Bois de cerf :**  
 - **Nombre :** 1 (pl. 13, n°9).  
 - **Type :** marteau ?



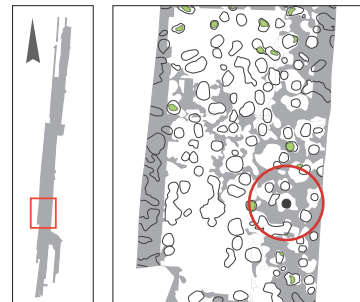
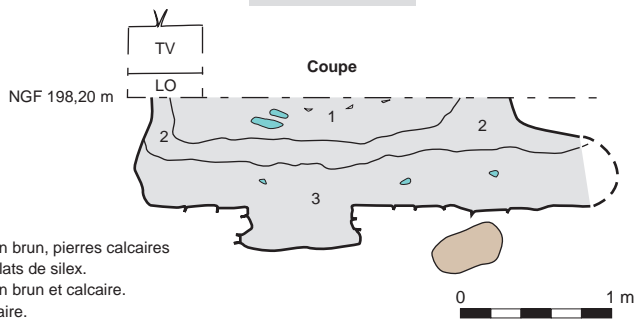
**Puits n° 492**

**Fouillé à :** 100 %  
**Prélèvement :** non  
**Moulage :** non  
**Mobilier lithique :**  
 - **Prélèvement :** non échantillonné



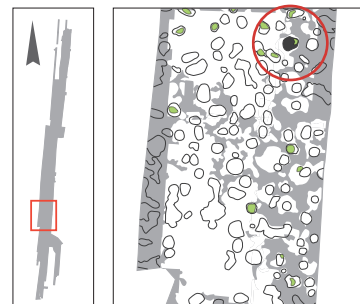
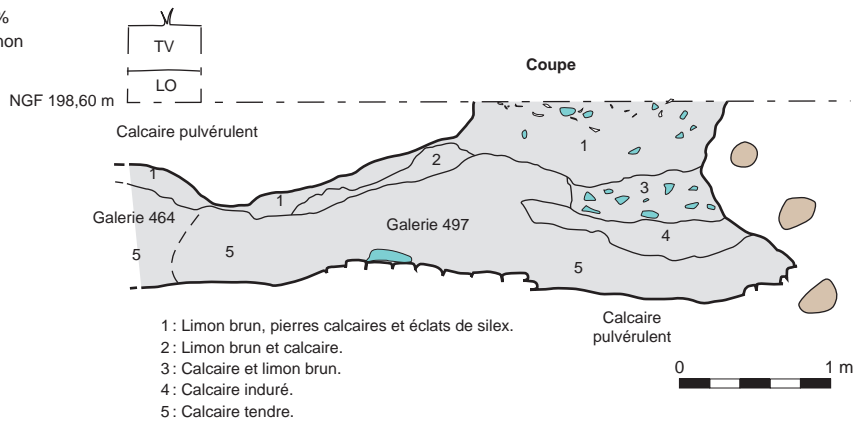
**Puits n° 495**

**Fouillé à :** 100 %  
**Prélèvement :** non  
**Moulage :** non  
**Mobilier lithique :**  
 - **Prélèvement :** exhaustif  
 - **Poids total des vestiges (kg) :** 5  
 - **Outil, pièces particulières :** aucun  
**Bois de cerf :**  
 - **Nombre :** 1 (pl. 1, n°9).  
 - **Type :** piochon.



**Puits n° 497**

**Fouillé à :** 100 %  
**Prélèvement :** non  
**Moulage :** non



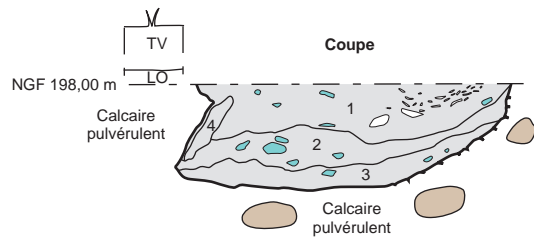
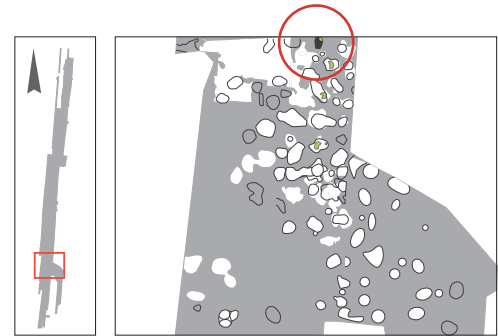
## Puits n° 502

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif- **Données taphonomiques** : figure de glissement unilatéral des vestiges dans un creux, d'orientation nord/sud, faisant un remplissage sommital de la structure en forme de cuvette.- **Poids total des vestiges (kg)** : 25- **Outil, pièces particulières** : 1 demi-nodule ébauché, 3 éclats épais retouchés.- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, mais les éléments de taille modeste dominent largement. Seuls trois éclats très épais, et quelques éclats épais ont été observés. Le débitage par percussion jetée est attesté quoique faiblement représenté. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est faiblement représenté.

- 1 : Limon brun, pierres calcaires, éclats de silex.  
 2 : Limon brun et calcaire.  
 3 : Calcaire tendre.  
 4 : Calcaire.

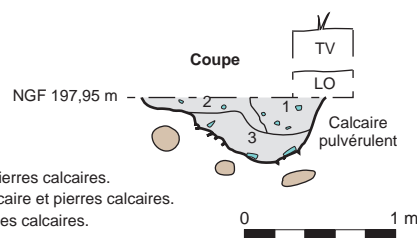
0 1 m

## Puits n° 505

Fouillé à : 100 %

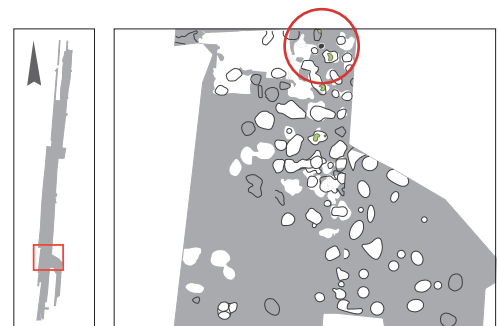
Prélèvement : non

Moulage : non



- 1 : Limon brun et pierres calcaires.  
 2 : Limon brun, calcaire et pierres calcaires.  
 3 : Calcaire et pierres calcaires.

0 1 m

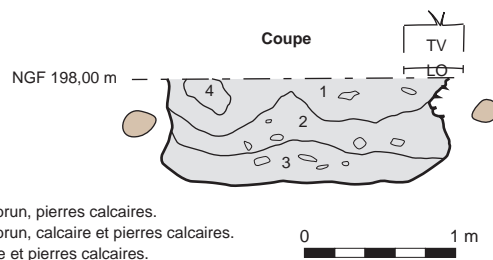


## Puits n° 507

Fouillé à : 100 %

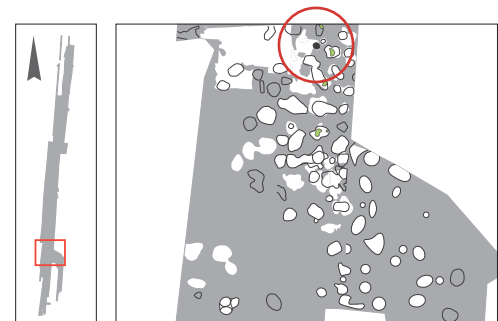
Prélèvement : non

Moulage : non



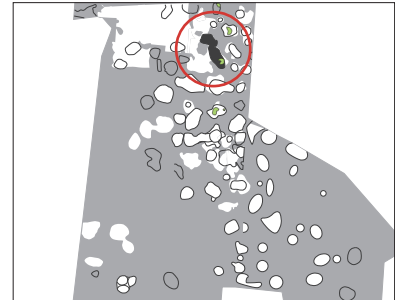
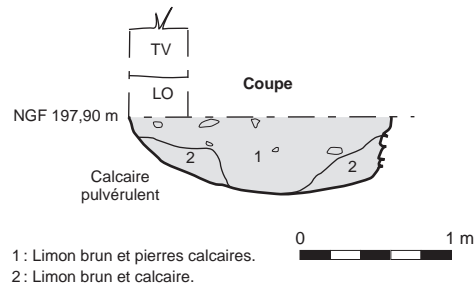
- 1 : Limon brun, pierres calcaires.  
 2 : Limon brun, calcaire et pierres calcaires.  
 3 : Calcaire et pierres calcaires.

0 1 m



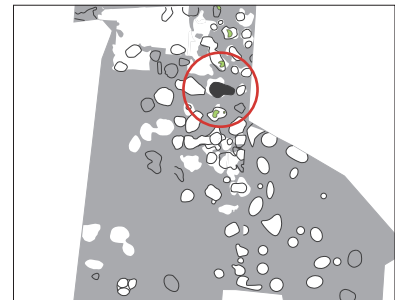
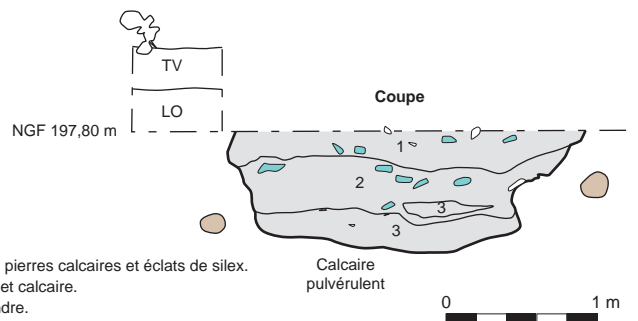
**Puits n° 512**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - **Prélèvement** : non échantillonné



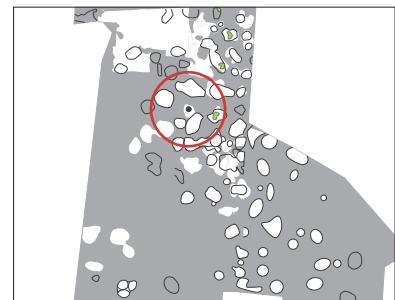
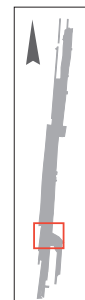
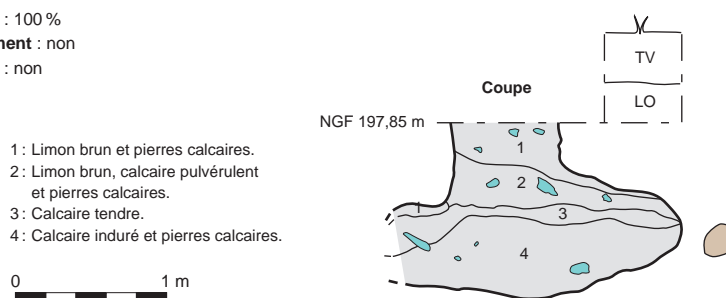
**Puits n° 514**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non



**Puits n° 516**

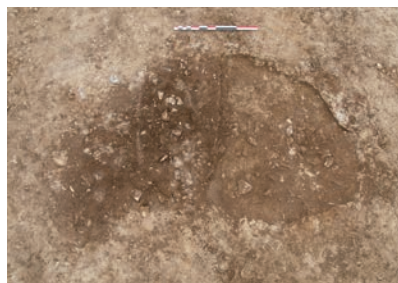
Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non



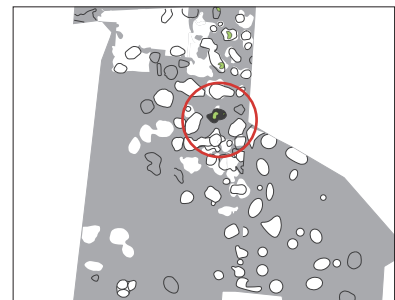
**Puits n° 518**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif
- **Données taphonomiques** : probable remplissage en cuvette. En surface de décapage, l'amas se présentait sous forme d'un demi-cercle.
- **Poids total des vestiges (kg)** : 55
- **Outil, pièces particulières** : 2 pièces ébauchées, 5 pièces intermédiaires, 15 éclats retouchés, 1 enveloppe corticale retouchée.
- **Description sommaire de l'assemblage** : essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales), ainsi que deux nodules intacts. Quelques éclats de taille plus réduite sont représentés, parmi lesquels le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Traces de façonnage bifacial.



Puits en cours de fouille

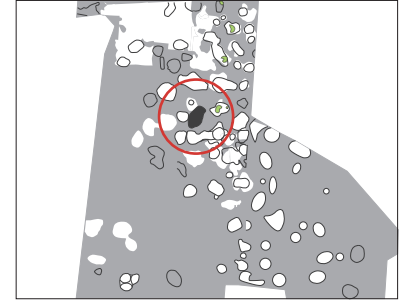
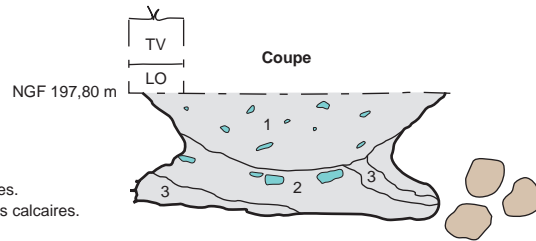


## Puits n° 522

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non

- 1: Limon brun, pierres calcaires.
- 2: Calcaire pulvérulent, pierres calcaires.
- 3: Calcaire induré.

0 1 m

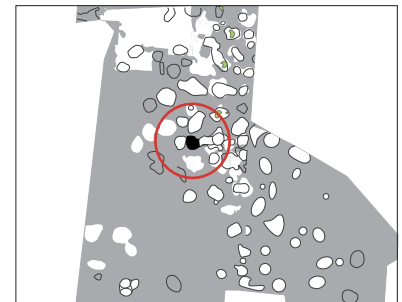
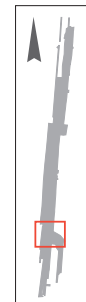
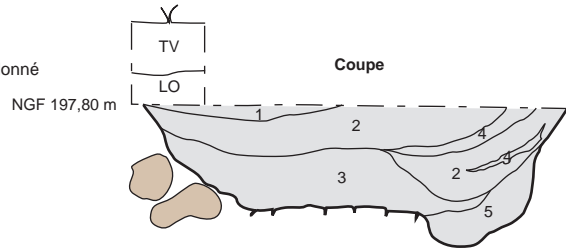


## Puits n° 523

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non  
Mobilier lithique :  
- **Prélèvement** : non échantillonné

- 1: Limon brun.
- 2: Calcaire et limon brun.
- 3: Calcaire tendre.
- 4: Calcaire.
- 5: Calcaire tendre.

0 1 m

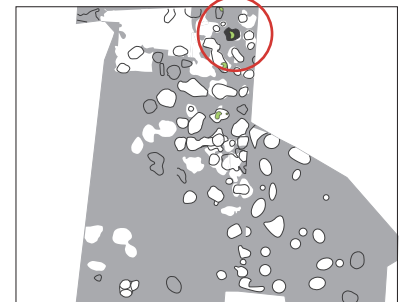
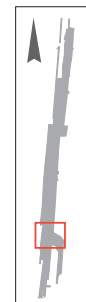
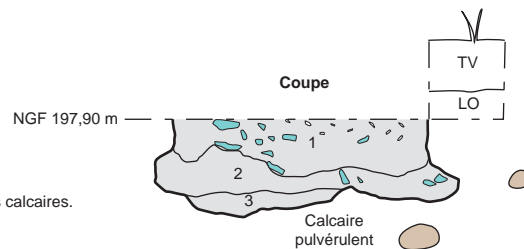


## Puits n° 531

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non  
Mobilier lithique :  
- **Prélèvement** : non échantillonné

- 1: Limon brun, pierres calcaires et éclats de silex.
- 2: Limon brun, calcaire et pierres calcaires.
- 3: Calcaire tendre.

0 1 m

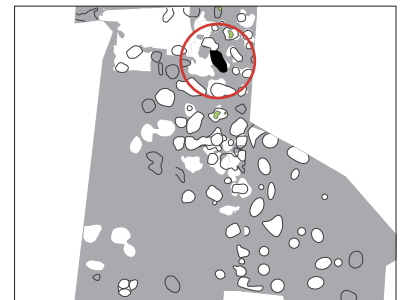
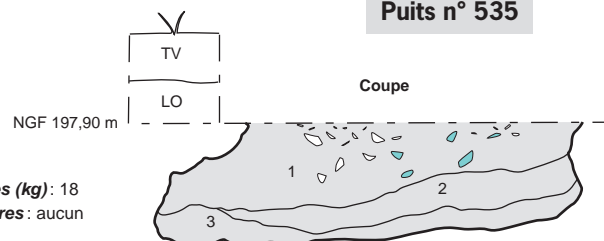


## Puits n° 535

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non  
Mobilier lithique :  
- **Prélèvement** : exhaustif  
- **Poids total des vestiges (kg)** : 18  
- **Outil, pièces particulières** : aucun

- 1: Limon brun, pierres calcaires et éclats de silex.
- 2: Limon brun et calcaire.
- 3: Calcaire.

0 1 m





**Puits n° 544**

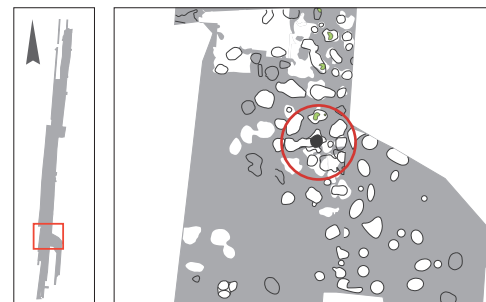
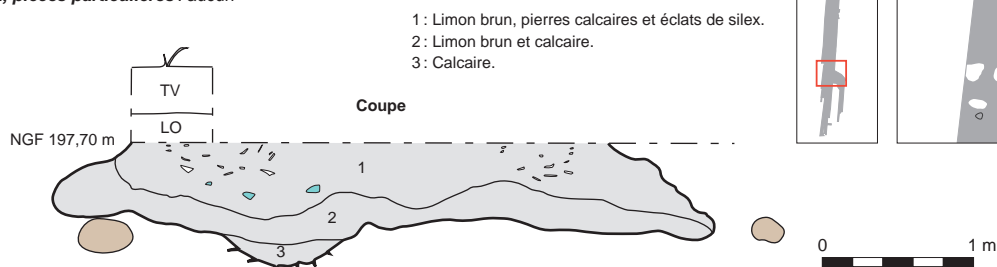
Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif
- **Poids total des vestiges (kg)** : 12
- **Outil, pièces particulières** : aucun



**Puits n° 548**

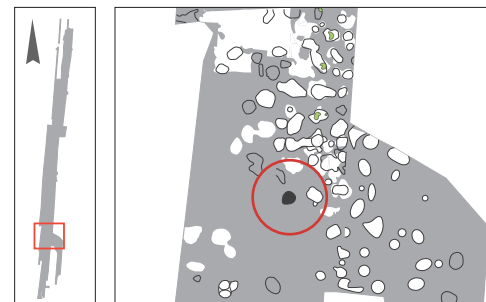
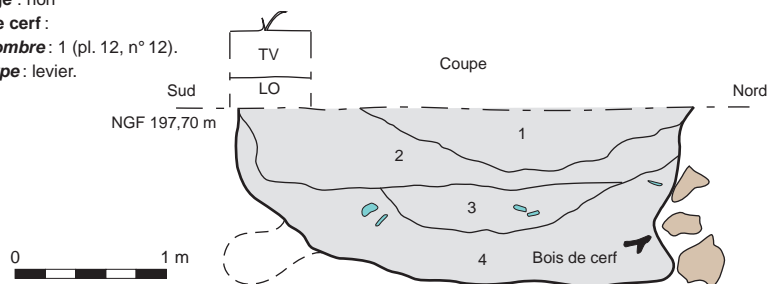
Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Bois de cerf :

- **Nombre** : 1 (pl. 12, n° 12).
- **Type** : levier.



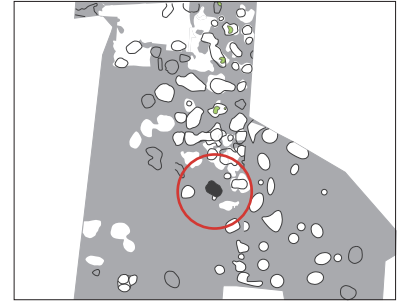
Coupe du puits



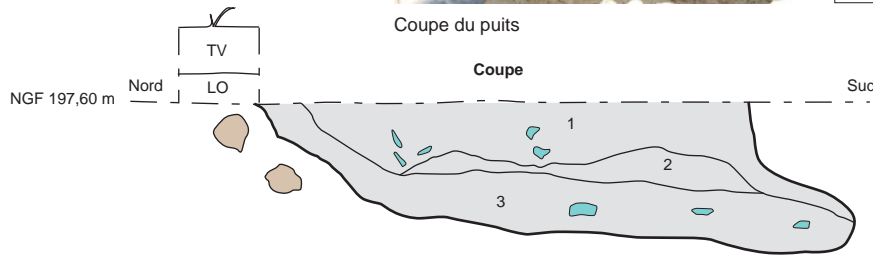
Outils en bois de cerf au fond du puits

**Puits n° 549**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non



Coupe du puits

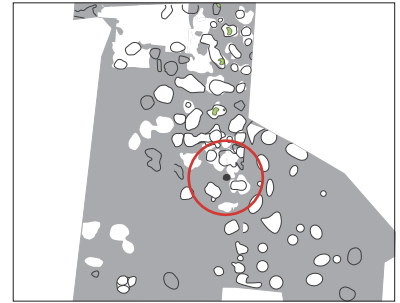


- 1 : Limon brun argileux mêlé de calcaire.
- 2 : Limon mêlé de petits éléments calcaires.
- 3 : Sable, pierres calcaires.



**Puits n° 550**

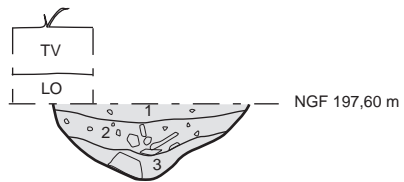
Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
**Mobilier lithique :**  
 - *Prélèvement* : exhaustif  
 - *Poids total des vestiges (kg)* : 3  
 - *Outil, pièces particulières* : aucun



Coupe et plan



Puits en cours de fouille



- 1 : Limon brun, pierres calcaires et pseudo-mycélium.
- 2 : Limon brun, clair, cailloutis et pierres calcaires.
- 3 : Limon brun, clair, calcaire.

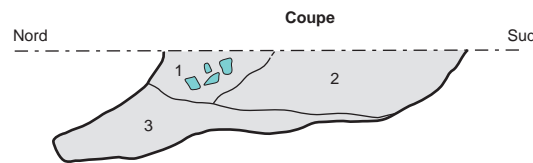
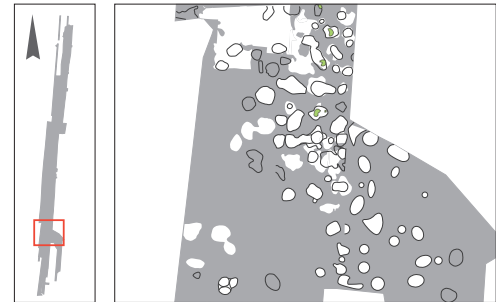


**Puits n° 553**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non



Coupe du puits



- 1 : Limon brun, argileux, pierres calcaires.
- 2 : Sable et cailloux.
- 3 : Limon brun et calcaire pulvérulent.



**Puits n° 577**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non

Mobilier lithique :

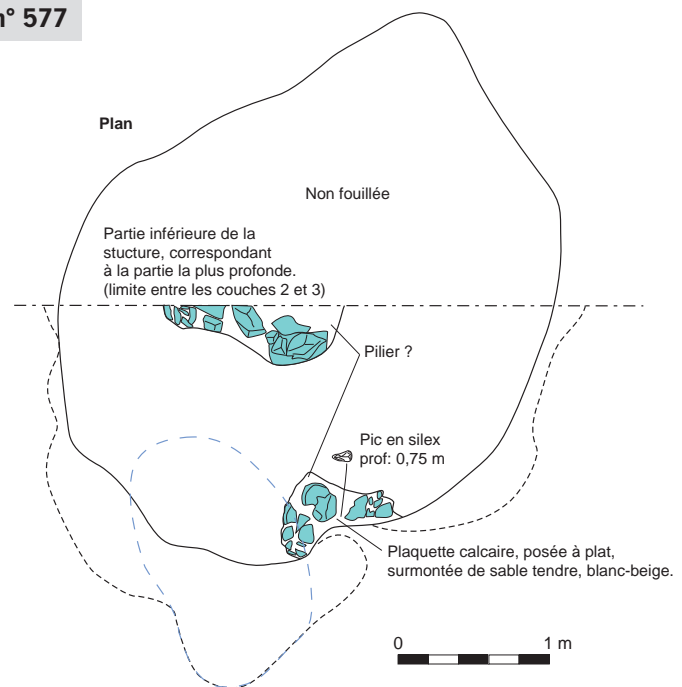
- **Prélèvement** : exhaustif
- **Poids total des vestiges (kg)** : 77
- **Outil, pièces particulières** : 3 pièces intermédiaires, 1 éclat retouché.
- **Description sommaire de l'assemblage** : essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Beaucoup de cupules corticales. Très peu de petits éléments, pas de façonnage bifacial. Quelques éclats épais, parmi lesquels le façonnage par pans latéraux est représenté.



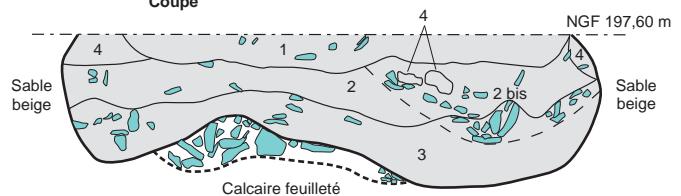
Puits en cours de fouille



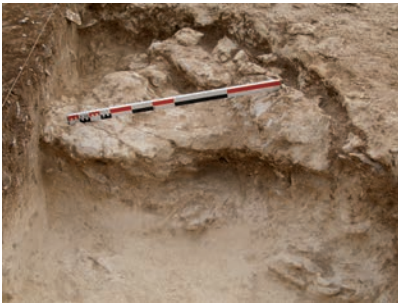
Plan



Coupe



- 1 : Limon brun, sombre, meuble, éclats de silex.
- 2 : Limon sableux, brun-beige, induré, gros éclats de silex et pierres calcaires.
- 2 bis : Idem = effondrement de la voûte.
- 3 : Sable blanc-beige, induré, pierres calcaires et rognons de silex.
- 4 : Sable tendre, infiltrations brunes = négatif de la voûte lié au substrat.



Paroi effondrée



Coupe du puits



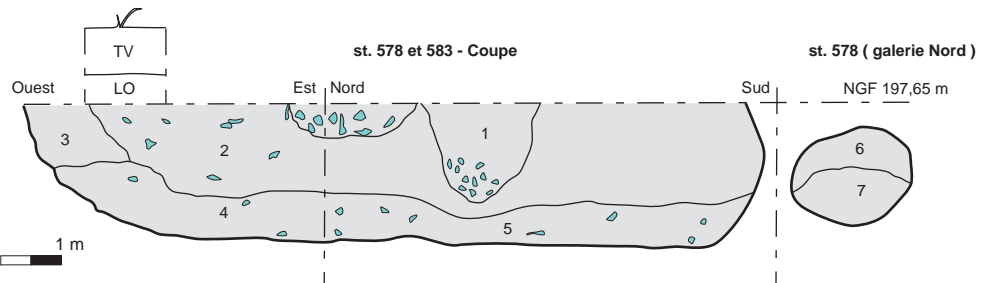
Galerie

**Puits n° 578**

- Fouillé à : 100 %
- Prélèvement : non
- Moulage : non
- Mobilier lithique :
  - *Prélèvement* : exhaustif
  - *Poids total des vestiges (kg)* : 9
  - *Outil, pièces particulières* : aucun
- Bois de cerf :
  - *Nombre* : 1 (pl. 22, n° 22).
  - *Type* : incomplet.



Coupe de la galerie

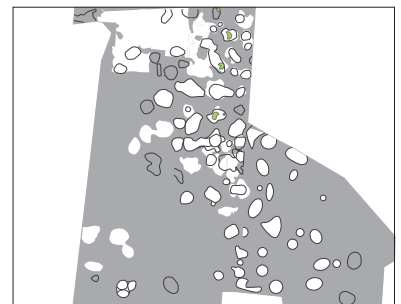


**Puits n° 584**

- Fouillé à : 100 %
- Prélèvement : non
- Moulage : non
- Mobilier lithique :
  - *Prélèvement* : exhaustif
  - *Poids total des vestiges (kg)* : 2
  - *Outil, pièces particulières* : aucun



Puits en cours de fouille



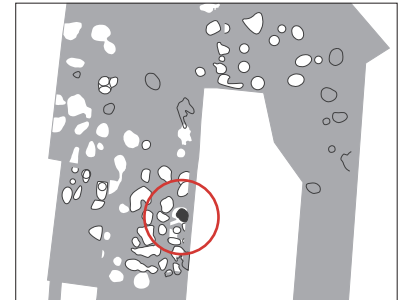
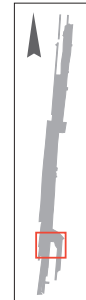


**Puits n° 596**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - **Prélèvement** : non échantillonné  
 Bois de cerf :  
 - **Nombre** : 1 (pl. 6, n° 1).  
 - **Type** : piochon.

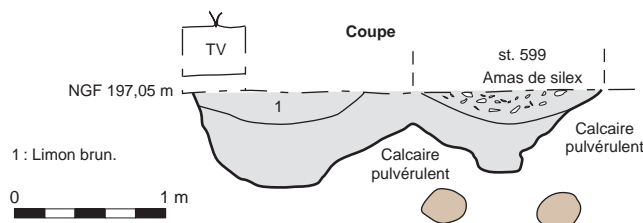


Outil en bois de cerf dans le comblement du puits



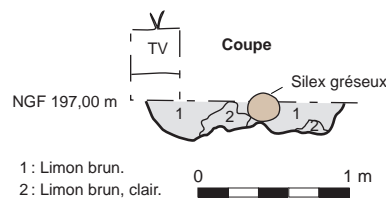
**Puits n° 599**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :  
 - **Prélèvement** : exhaustif  
 - **Données taphonomiques** : remplissage sommital de la structure composé d'un bouchon compact, constitué d'une matrice limoneuse emballant cailloux calcaires et silex taillés.  
 - **Poids total des vestiges (kg)** : 28  
 - **Outil, pièces particulières** : 3 pièces façonnées, 1 pièce intermédiaire, 1 pièce esquillée, 7 éclats retouchés, 1 enveloppe corticale retouchée, 2 pièces à retouches latérales.  
 - **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, surtout des éclats épais de taille modeste. Rares éclats massifs. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est très faiblement représenté.



**Puits n° 618**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non



## Puits n° 629

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

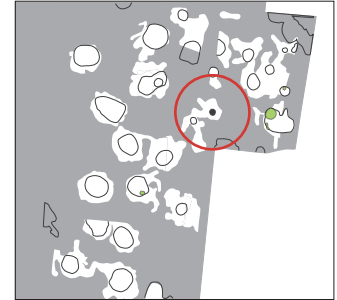
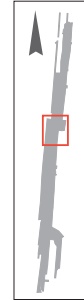
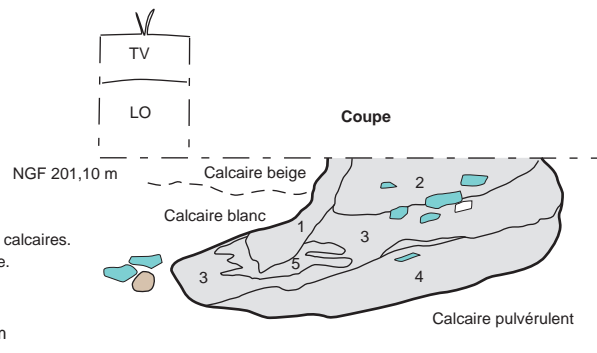
Moulage : non

Bois de cerf :

- **Nombre** : 5 (pl. 1, n° 13 ; pl. 10, n° 6 ; pl. 6, n° 11, 19, 20).
- **Type** : 4 piochons, 1 incomplet.

- 1: Limon brun.
- 2: Limon brun et pierres calcaires.
- 3: Limon brun et calcaire.
- 4: Calcaire tendre.
- 5: Calcaire.

0 1 m



## Puits n° 643

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

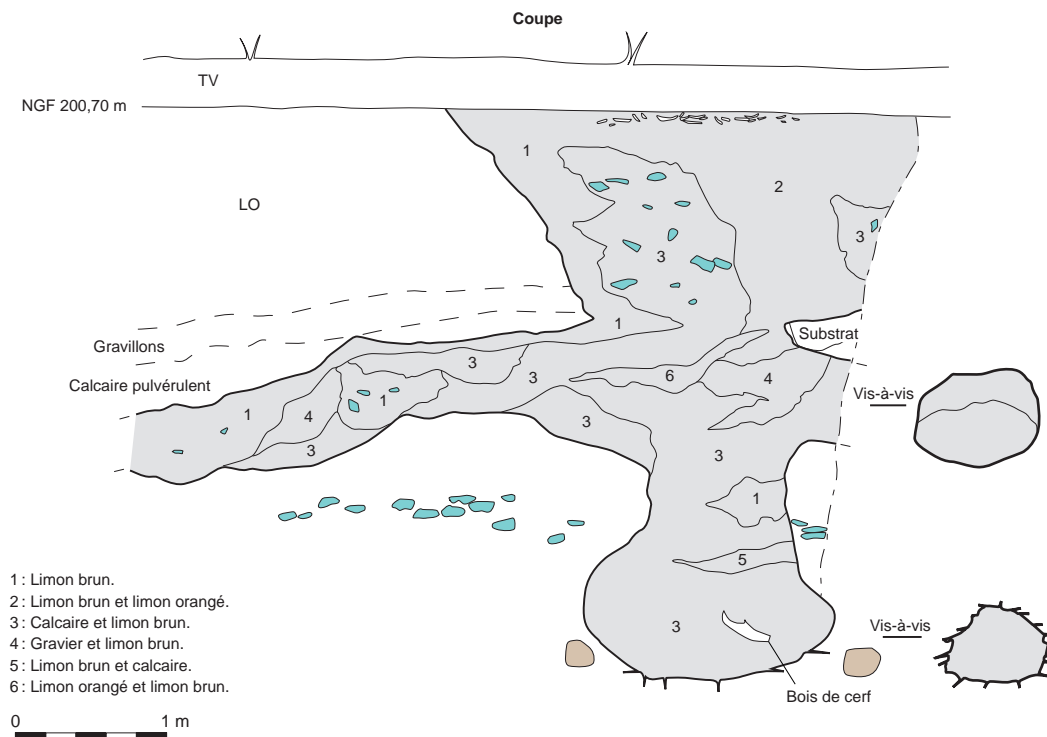
Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif
- **Données taphonomiques** : silex disposés dans une légère déclivité (cuvette faiblement prononcée) dans le remplissage sommital de la structure.
- **Poids total des vestiges (kg)** : 20
- **Outil, pièces particulières** : 3 pièces intermédiaires, 5 éclats retouchés.
- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, y compris les petits éléments. Quelques éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux), et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est peu représenté.

Bois de cerf :

- **Nombre** : 9 (pl. 1, n° 1 ; pl. 14, n° 16 ; pl. 20, n° 14 ; pl. 21, n° 18 ; pl. 22, n° 6 ; pl. 6, n° 2, 10, 17).
- **Type** : 2 piochons ?, 1 piochon, 1 piochon/marteau, 3 incomplets, 1 fer ?, 1 chute ?



- 1: Limon brun.
- 2: Limon brun et limon orangé.
- 3: Calcaire et limon brun.
- 4: Gravier et limon brun.
- 5: Limon brun et calcaire.
- 6: Limon orangé et limon brun.

0 1 m



.../...



Galerie lacunaire



Outils en bois de cerfs abandonnés au fond d'une galerie



Galerie lacunaire



Traces d'outils



Galerie ouverte sur deux niveaux



Outils en bois de cerfs abandonnés au fond d'une galerie

**Puits n° 650**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

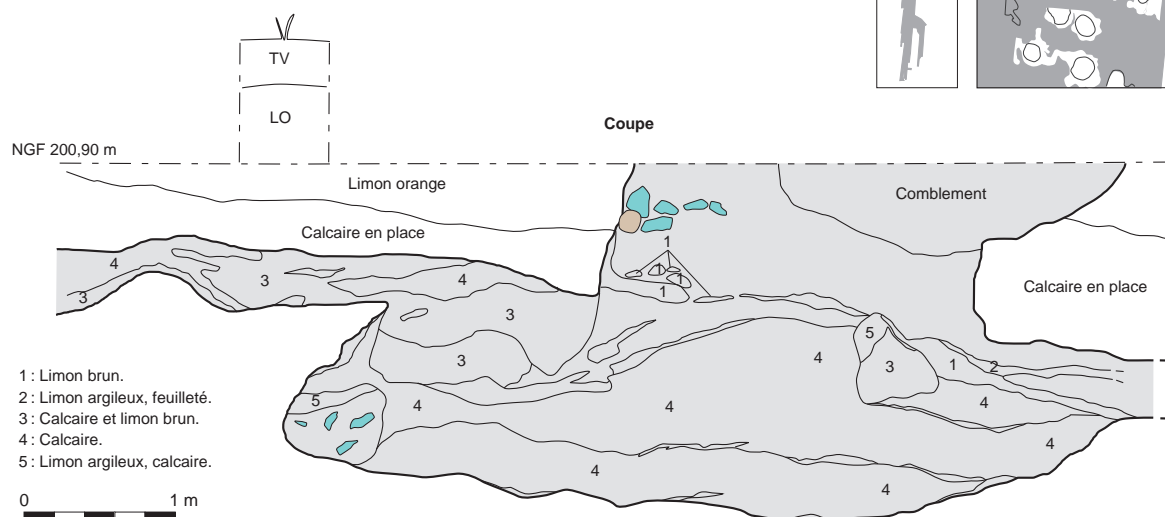
Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : non échantillonné

Bois de cerf :

- **Nombre** : 3 (pl. 12, n° 20 ; pl. 22, n° 10).

- **Type** : 1 piochon ?, 1 marteau, 1 incomplet.

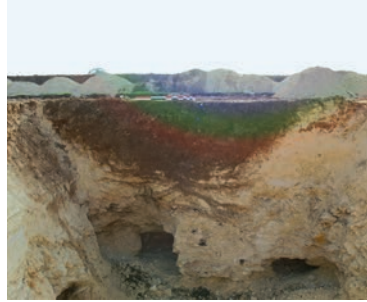


## Puits n° 665

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non

Bois de cerf :

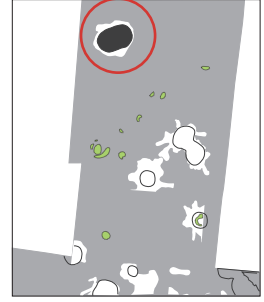
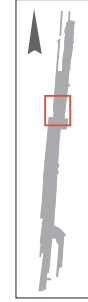
- **Nombre** : 13 (pl. 1, n° 7 ; pl. 20, n° 9 ; pl. 22, n° 24 ; pl. 22, n° 27).
- **Type** : 1 piochon ?, 5 piochons, 5 incomplets, 2 fers ?



Coupe du puits



Galerie non comblée à la base du puits



## Puits n° 668

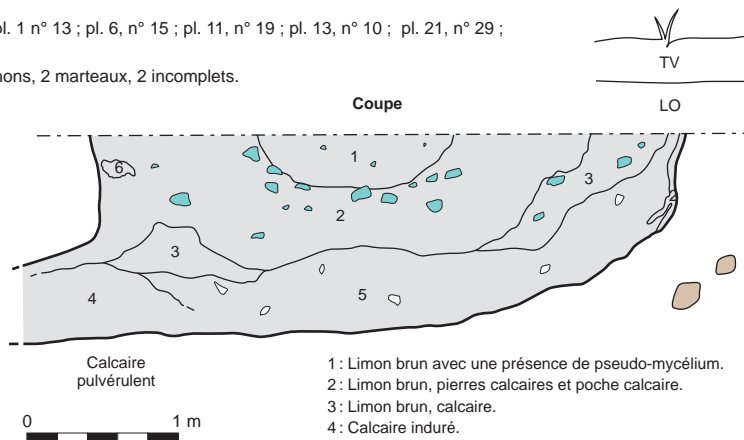
Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non

Mobilier lithique :

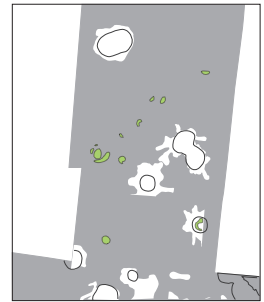
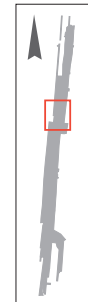
- **Prélèvement** : exhaustif
- **Données taphonomiques** : silex épars apparemment présents dans la couche au fond de la structure.
- **Poids total des vestiges (kg)** : 23
- **Outil, pièces particulières** : aucun
- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, y compris beaucoup de petits éléments. Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Deux nodules entiers. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est faiblement représenté.

Bois de cerf :

- **Nombre** : 6 (pl. 1 n° 13 ; pl. 6, n° 15 ; pl. 11, n° 19 ; pl. 13, n° 10 ; pl. 21, n° 29 ; pl. 22, n° 15)
- **Type** : 2 piochons, 2 marteaux, 2 incomplets.



- 1: Limon brun avec une présence de pseudo-mycélium.
- 2: Limon brun, pierres calcaires et poche calcaire.
- 3: Limon brun, calcaire.
- 4: Calcaire induré.
- 5: Calcaire tendre.
- 6: Calcaire.



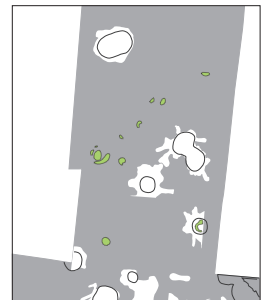
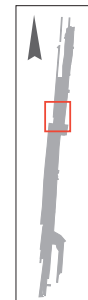
Coupe du puits

## Puits n° 672

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non



Coupe du puits





**Puits n° 688**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif

- **Données taphonomiques** : silex apparemment disposés dans un niveau de remplissage en cuvette.

- **Poids total des vestiges (kg)** : 23

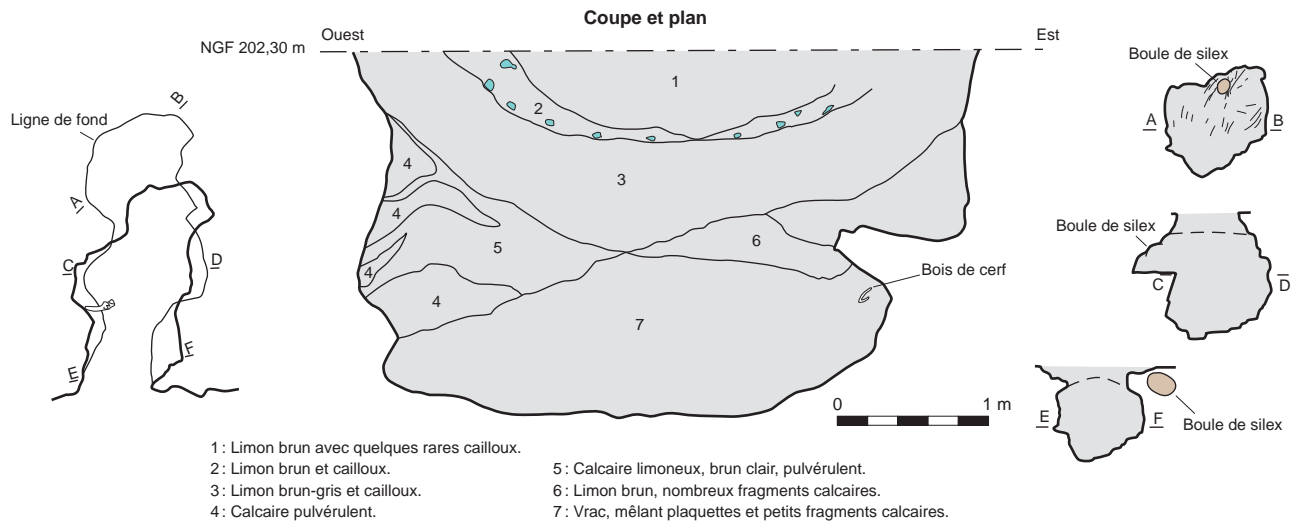
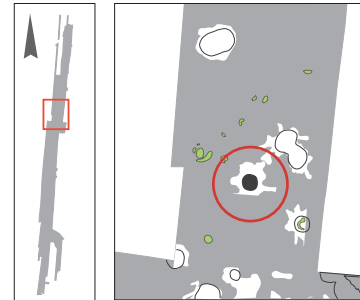
- **Outil, pièces particulières** : 2 pièces façonnées, 1 pièce à retouches latérales.

- **Description sommaire de l'assemblage** : uniquement de gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Beaucoup de cupules corticales.

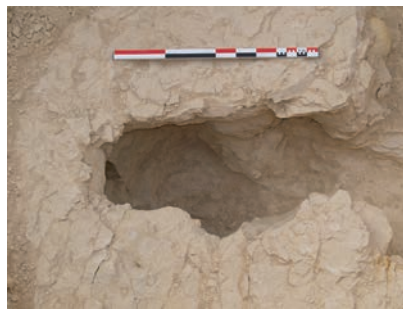
**Bois de cerf** :

- **Nombre** : 2

- **Type** : 1 piochon, 1 incomplet.



Outil en bois de cerf abandonné à l'entrée d'une galerie



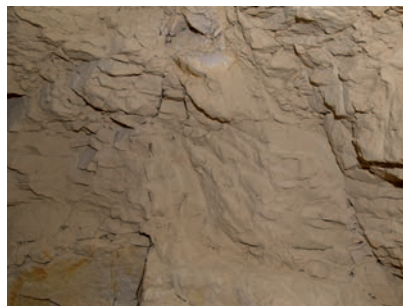
Galerie décapée



Boule de silex en place



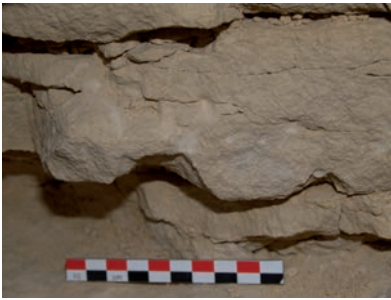
Galerie décapée



Trace d'outils



Trace d'outils



Trace d'outils



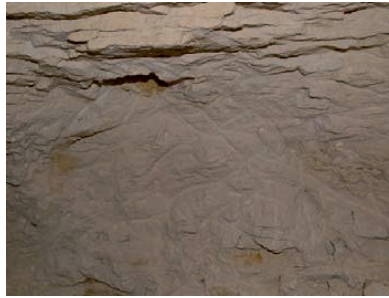
Trace d'outils



Trace d'outils



Lacune ouverte lors de la fouille du puits



Traces d'outils sur la paroi d'une galerie



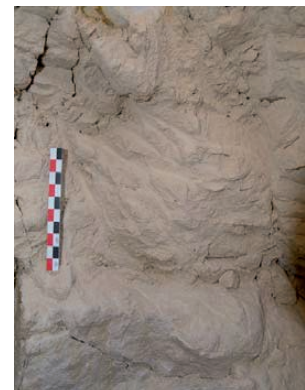
Boule de silex non prélevé



Boule de silex non prélevé au fond d'une galerie



Traces d'outils sur la paroi d'une galerie



Traces d'outils sur la paroi d'une galerie



Boule de silex non prélevé au fond d'une galerie



Galerie non comblée



Galerie non comblée



Galerie non comblée



**Puits n° 689**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

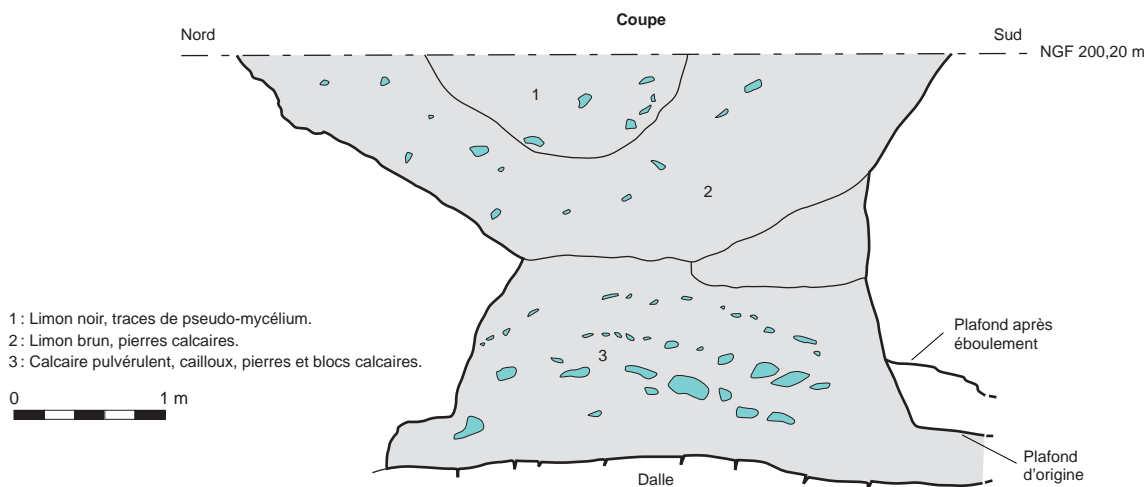
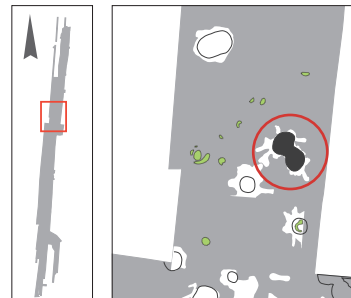
Moulage : non

Mobilier lithique :

- *Prélèvement* : exhaustif
- *Poids total des vestiges (kg)* : 8
- *Outil, pièces particulières* : aucun

Bois de cerf :

- *Nombre* : 7 (pl. 6, n° 22 ; pl. 12, n° 8 ; pl. 17, n° 13 ; pl. 12, n° 15, 8 ; pl. 14, n° 12, 10, 11).
- *Type* : 1 pointe, 2 piochons, 1 marteau, 1 incomplet, 1 fer, 1 fer ?



Au fond d'une galerie, boule de silex non prélevé



Au fond d'une galerie, boule de silex non prélevé



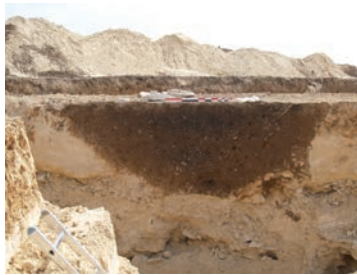
Outils en bois de cerf abandonné au fond du puits



Outils en bois de cerf abandonné au fond du puits



Bois de cerf au fond d'une galerie



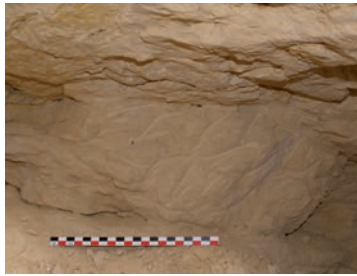
Coupe de puits



Galerie non comblée



Outil en silex cassé lors de l'extraction



Traces d'outils



Outil en silex cassé lors de l'extraction



Traces d'outils



Traces d'outils



Outil en silex cassé lors de l'extraction



Galerie non comblée



Galerie non comblée



Galerie non comblée



Galerie effondrée



Galerie non comblée



Traces d'outils

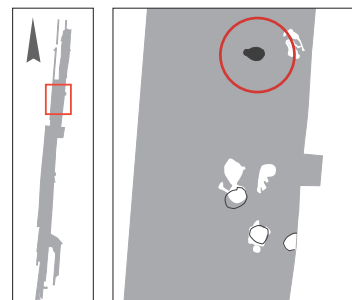


**Puits n° 710**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non



Coupe du puits

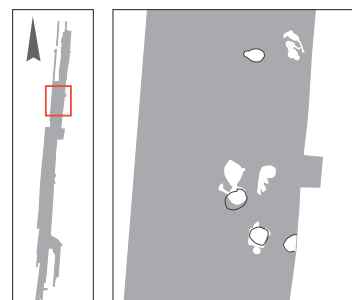


**Puits n° 712**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non



Coupe du puits



**Puits n° 721**

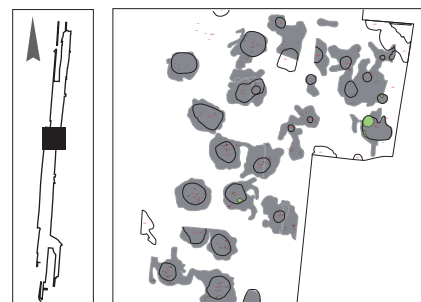
Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non



Ouverture du puits au niveau du décapage



Lacune à l'ouverture du puits



**Puits n° 722**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

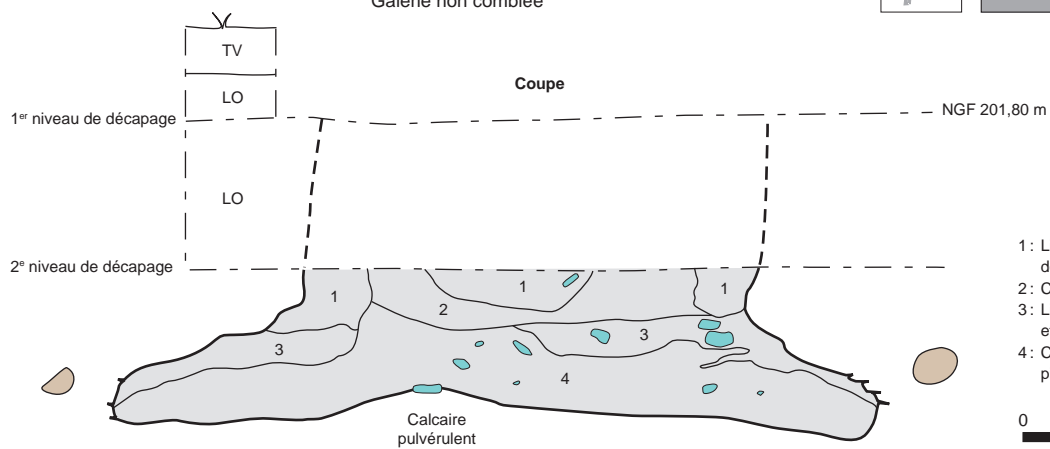
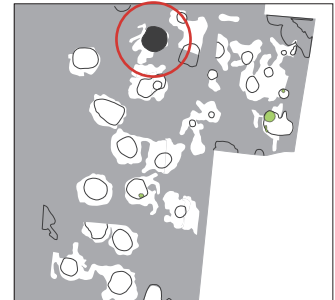
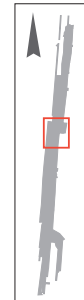
Bois de cerf :

- **Nombre** : 7 (pl. 1, n° 3, 10 ; pl. 6, n° 13 ; pl. 22, n° 11 ; pl. 11, n° 18 ; pl. 13, n° 12).

- **Type** : 3 piochons, 2 marteaux, 2 incomplets.



Galerie non comblée



Galerie non comblée



Galerie non comblée

**Puits n° 1000**

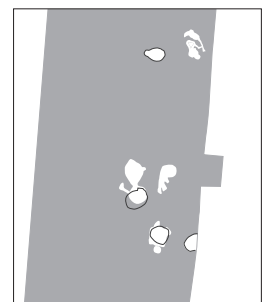
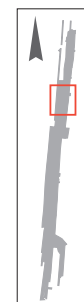
Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non



Ouverture du puits avec amas



Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non

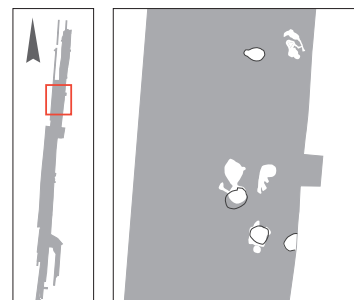


Ébauche de hache dans l'amas

**Puits n° 1001**



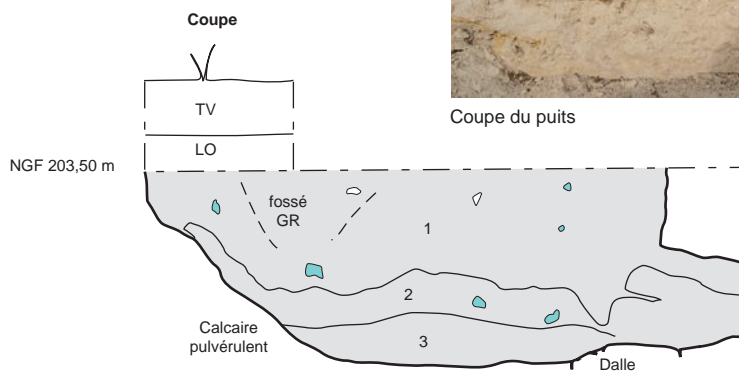
Ouverture du puits au niveau du décapage



Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non

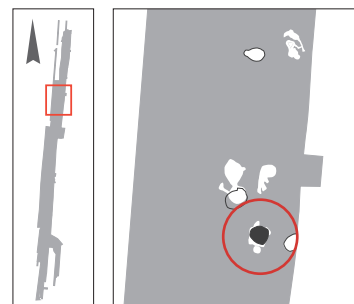


Coupe du puits



1 : Limon brun, pierres calcaires et éclats de silex.  
2 : Calcaire tendre.  
3 : Calcaire induré.

0 1 m

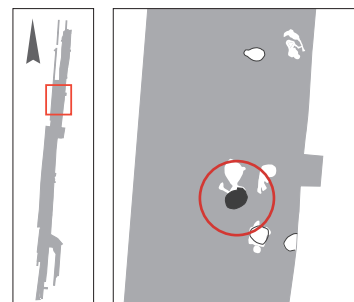


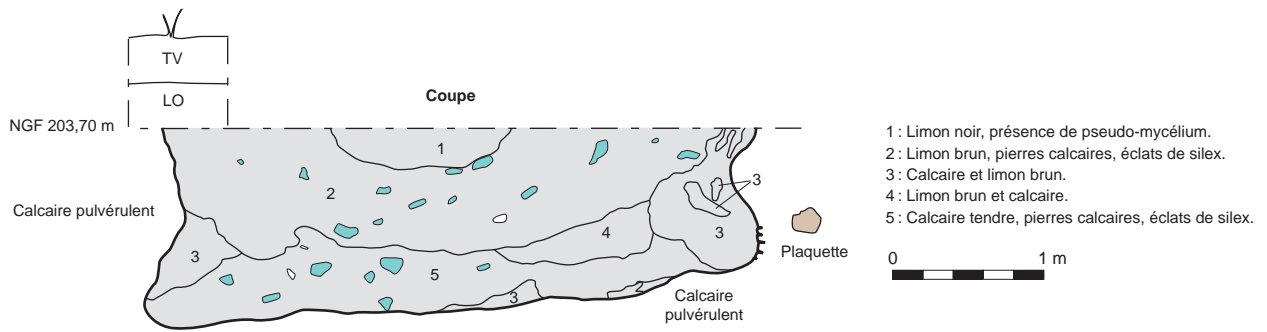
**Puits n° 1026**

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non  
Mobilier lithique :  
- *Prélèvement* : échantillonné  
- *Poids total des vestiges (kg)* : 19  
- *Outil, pièces particulières* : aucun  
Bois de cerf :  
- *Nombre* : 1  
- *Type* : incomplet.



Coupe du puits





**Puits n° 1027**

**Fouillé à :** 100 %  
**Prélèvement :** non  
**Moulage :** non



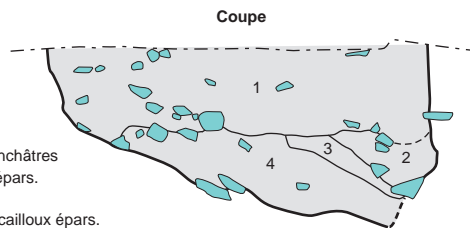
Galerie en cours de fouille



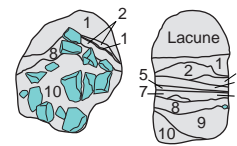
Galerie en cours de fouille

- 1 : Limon brun, marbré.
- 2 : Calcaire pulvérulent (effondrement de voûte).
- 3 : Couche identique à la 1.
- 4 : Calcaire, granules limoneuses.
- 5 : Limon argileux lité.
- 6 : Sédiment calcaire marbré.
- 7 : Couche identique à la 2.
- 8 : Sédiment, hétérogène, calcaire, limoneux (déblais de carrière).
- 9 : Sédiment calcaire avec granules (déblais de carrière).
- 10 : Couche identique à la 8.

**Coupe**



- 1 : Sédiment, brun, limoneux, pierres calcaires.
- 2 : Sédiment, hétérogène, brun, vermicules blanchâtres légèrement indurés avec quelques cailloux épars.
- 3 : Identique à la couche 2, sans cailloux.
- 4 : Sédiment jaunâtre, légèrement induré avec cailloux épars.



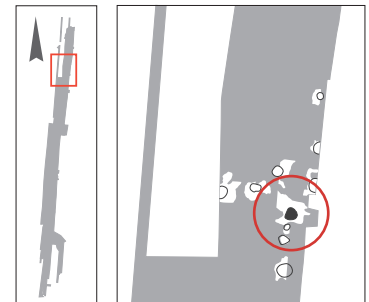
0 1 m

**Puits n° 1077**

**Fouillé à :** 100 %  
**Prélèvement :** non  
**Moulage :** non  
**Mobilier lithique :**  
 - **Prélèvement :** non échantillonné



Après décapage, sous tirage, à l'aplomb d'un puits



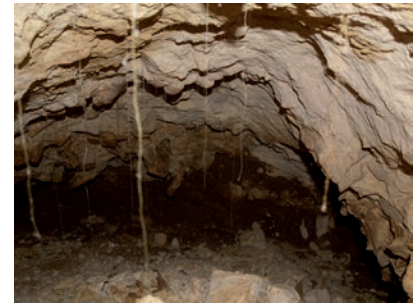




Puits en cours de fouille



Galerie non comblée



Galerie non comblée

**Puits n° 1081**

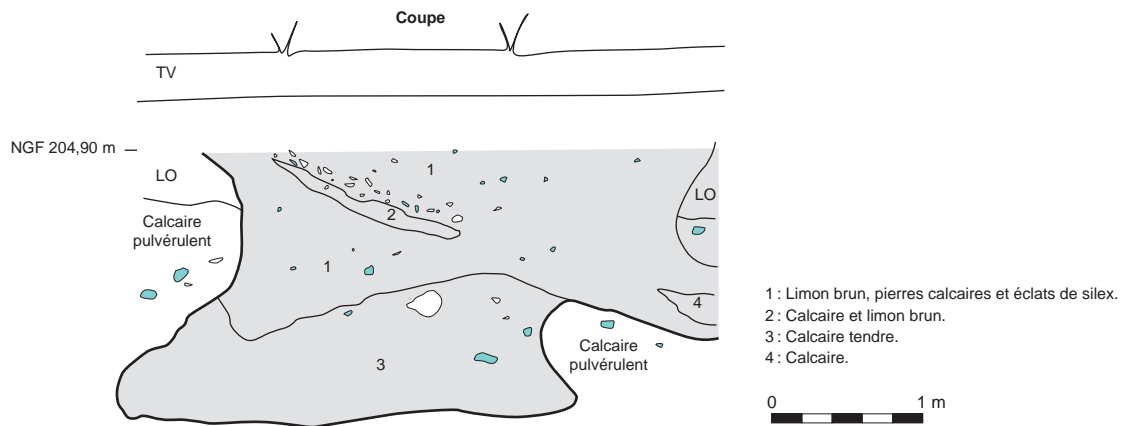
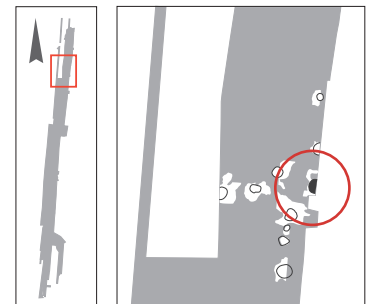
Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : échantillonné
- **Données taphonomiques** : probable figure de glissement, niveau de remplissage riche en silex.
- **Poids total des vestiges (kg)** : 40
- **Outil, pièces particulières** : 3 perceurs, 1 pièce façonnée, 1 éclat retouché.
- **Description sommaire de l'assemblage** : essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux), et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Beaucoup de cupules corticales. Quelques éclats épais, parmi lesquels le façonnage par pans latéraux est fortement représenté. Très peu de petits éléments, présence de façonnage bifacial, notamment sur des gros éclats, malgré une nette dominante de façonnage par pans latéraux.



**Puits n° 1084**

Fouillé à : 50 %

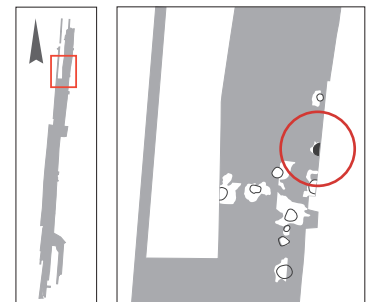
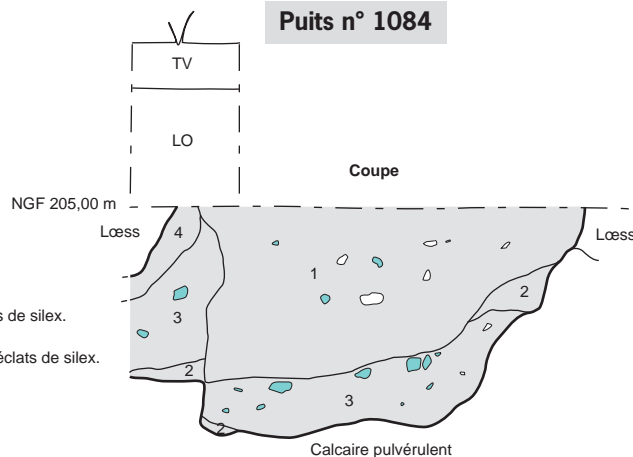
Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : non échantillonné

- 1 : Limon brun, pierres calcaires et éclats de silex.
- 2 : Calcaire et limon brun.
- 3 : Calcaire tendre, pierres calcaires et éclats de silex.
- 4 : Calcaire pulvérulent.



### Puits n° 1087 (chablis)

Fouillé à : 0 % - 50 % - 100 %

Prélèvement : oui - non

Moulage : oui - non

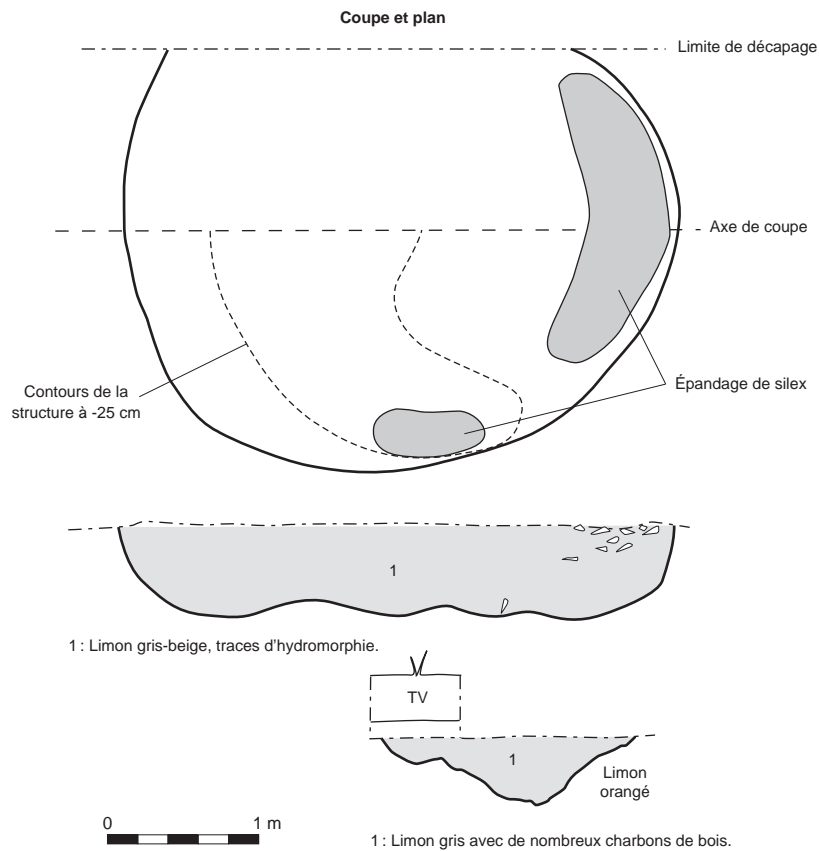
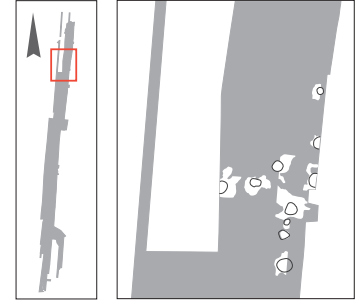
Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : échantillonné - exhaustif - non échantillonné

- **Poids total des vestiges (kg)** : 45

- **Outil, pièces particulières** : 1 nucléus, 1 pièce façonnée, 2 pièces intermédiaires, 1 pièce à retouches latérales.

- **Description sommaire de l'assemblage** : tous les modules sont représentés, sauf de très gros éléments. Rares éclats massifs et peu d'éclats obtenus par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est fortement présent. Le façonnage bifacial est également fortement représenté, en proportions comparables au façonnage par pans latéraux. De nombreuses esquilles ont été observées.

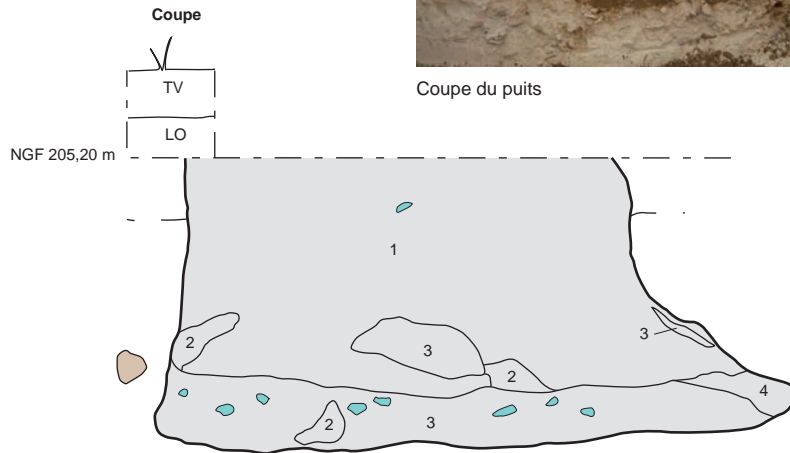
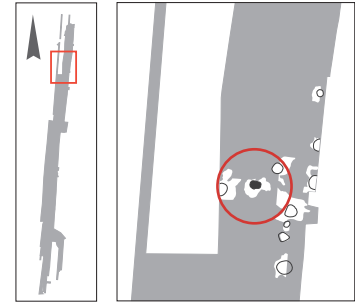


**Puits n° 1093**

Fouillé à : 0 % - 50 % - 100 %  
 Prélèvement : oui - non  
 Moulage : oui - non



Coupe du puits



- 1 : Limon brun.
- 2 : Calcaire et limon brun.
- 3 : Calcaire et pierres calcaires.
- 4 : Limon brun et calcaire.

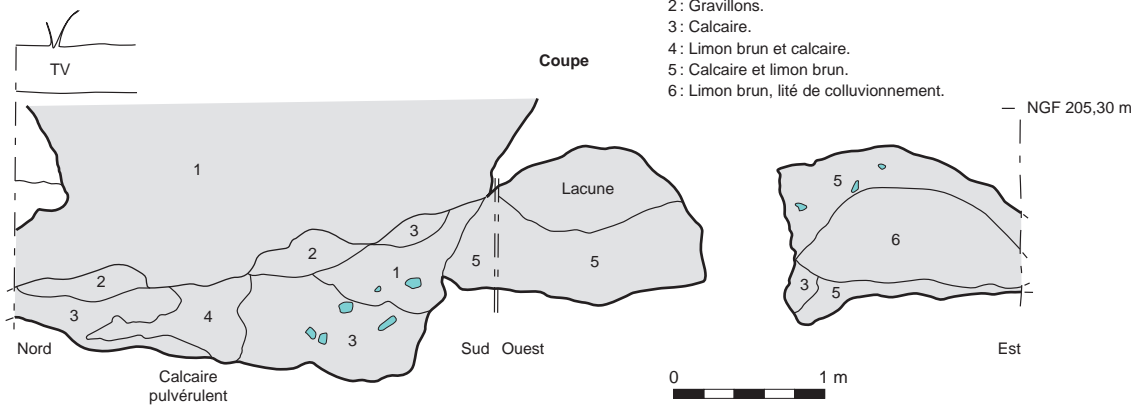
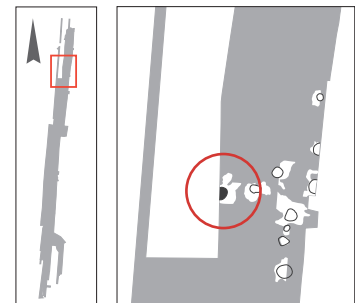
**Puits n° 1094**

Fouillé à : 50 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non  
 Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : échantillonné
- **Poids total des vestiges (kg)** : 20
- **Outil, pièces particulières** : 1 éclat épais retouché.
- **Description sommaire de l'assemblage** : uniquement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Beaucoup de cupules corticales. Pas de petits éléments, ni de façonnage bifacial. Le façonnage par pans latéraux est également absent.

Bois de cerf :

- **Nombre** : 2 (pl. 7, n° 24 ; pl. 16, n° 2).
- **Type** : 1 piochon, 1 grande pointe ?



- 1 : Limon brun.
- 2 : Gravillons.
- 3 : Calcaire.
- 4 : Limon brun et calcaire.
- 5 : Calcaire et limon brun.
- 6 : Limon brun, lité de colluvionnement.

**Puits n° 2003**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

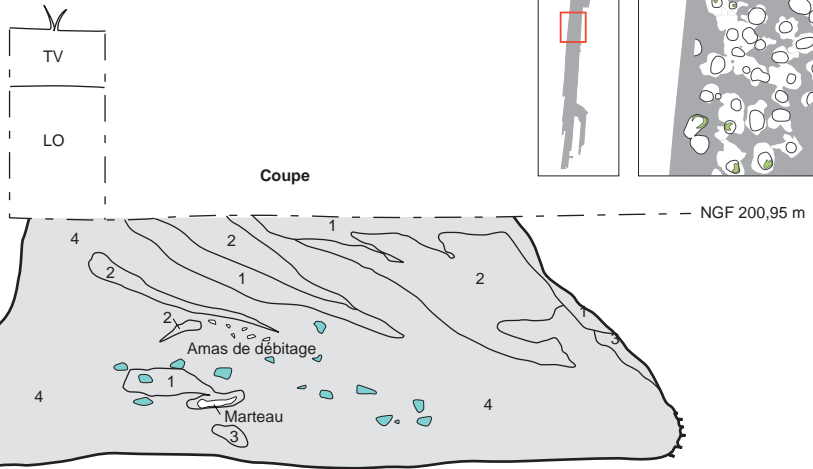
Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : non échantillonné

Bois de cerf :

- **Nombre** : 7 (pl. 20, n° 12 ; pl. 22, n° 3 ; pl. 7, n° 2 ; pl. 16, n° 4 ; pl. 5, n° 12 ; pl. 9, n° 6).

- **Type** : 3 piochons, 1 piochon/marteau, 1 barre à mine, 1 chute ?, 1 incomplet.



- 1 : Limon brun.
- 2 : Calcaire brun.
- 3 : Calcaire et limon brun.
- 4 : Calcaire blanc et tendre.



**Puits n° 2004**

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif

- **Poids total des vestiges (kg)** : 31

- **Outil, pièces particulières** : 1 percuteur lourd, 1 pièce ébauchée, 1 éclat retouché.

- **Description sommaire de l'assemblage** : Essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux), et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Beaucoup de cupules corticales. Quelques éclats épais, parmi lesquels le façonnage par pans latéraux est fortement représenté. Très peu de petits éléments, présence de façonnage bifacial, notamment sur des gros éclats, malgré une nette dominante de façonnage par pans latéraux.

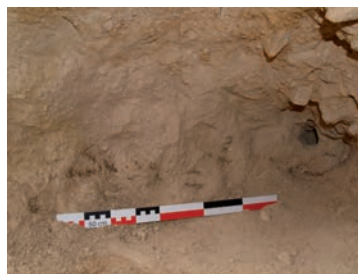
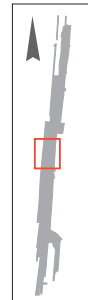
Bois de cerf :

- **Nombre** : 2 (pl. 21, n° 2 ; pl. 20, n° 10).

- **Type** : 1 chute ?, 1 incomplet.



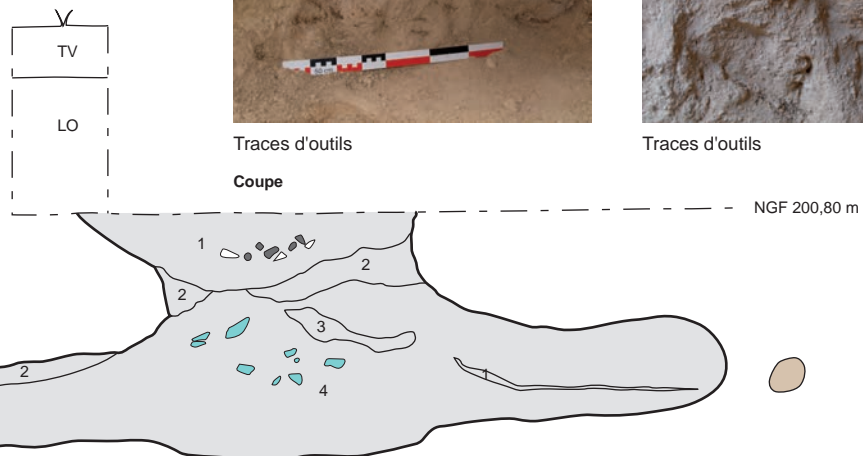
Galerie en cours de fouille



Traces d'outils



Traces d'outils



- 1 : Limon brun.
- 2 : Calcaire et limon brun.
- 3 : Calcaire brun.
- 4 : Calcaire tendre.





**Puits n° 2005**

**Fouillé à :** 100 %  
**Prélèvement :** non

**Moulage :** non

**Mobilier lithique :**

- **Prélèvement :** échantillonné
- **Poids total des vestiges (kg) :** 2 (pl. 9, n° 5 et n° 8 ; pl. 22, n° 2 et n° 33).
- **Outil, pièces particulières :** aucun

**Bois de cerf :**

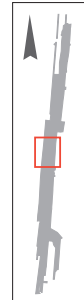
- **Nombre :** 4
- **Type :** 1 piochon, 1 piochon/marteau, 2 incomplets.



Ovin dans le comblement sommital du puits



Ovin dans le comblement sommital du puits



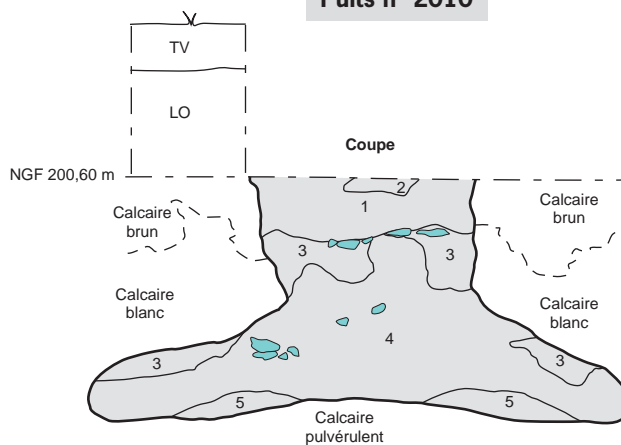
**Puits n° 2010**

**Fouillé à :** 100 %  
**Prélèvement :** non

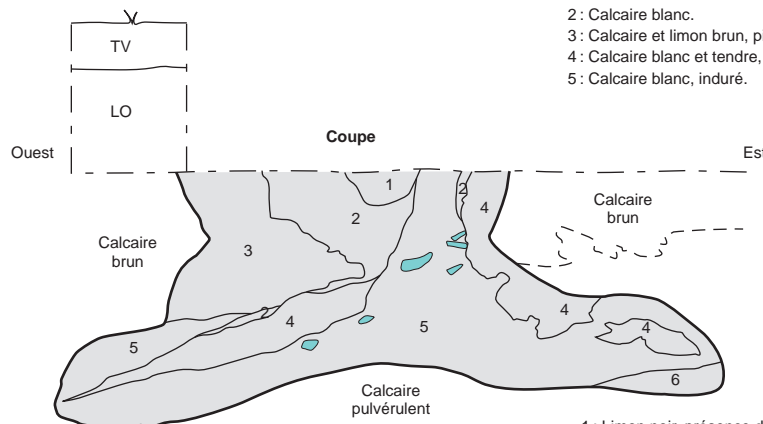
**Moulage :** non

**Bois de cerf :**

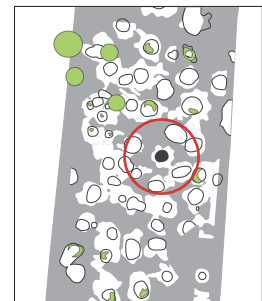
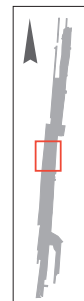
- **Nombre :** 1 (pl. 5, n° 24).
- **Type :** 1 piochon/marteau.



- 1: Limon brun.
- 2: Calcaire blanc.
- 3: Calcaire et limon brun, pierres calcaires.
- 4: Calcaire blanc et tendre, mêlé de quelques pierres calcaires.
- 5: Calcaire blanc, induré.



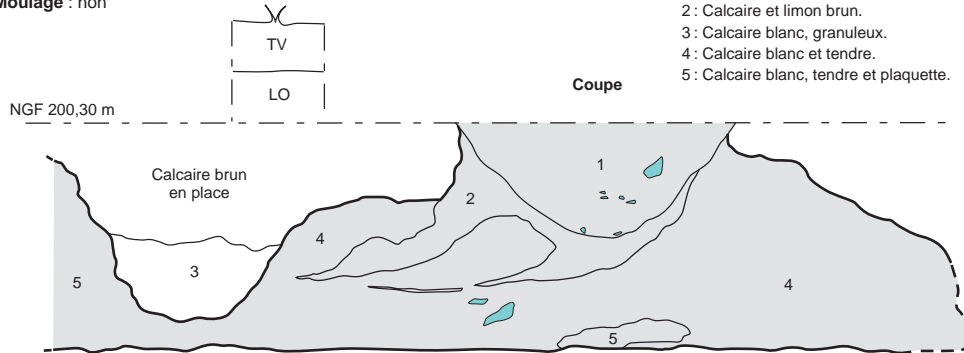
- 1: Limon noir, présence de pseudo-mycélium.
- 2: Limon brun.
- 3: Calcaire brun.
- 4: Calcaire et limon brun.
- 5: Calcaire blanc et tendre.
- 6: Calcaire blanc et induré.



**Puits n° 2021**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non

- 1 : Limon brun et pierres calcaires.
- 2 : Calcaire et limon brun.
- 3 : Calcaire blanc, granuleux.
- 4 : Calcaire blanc et tendre.
- 5 : Calcaire blanc, tendre et plaquette.



**Puits n° 2023**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non

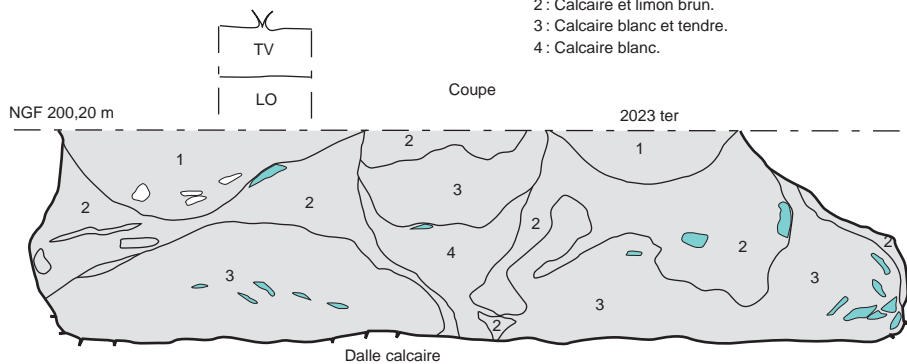
**Bois de cerf :**

- **Nombre** : 5 (pl. 16, n° 8 ; pl. 9, n° 14 ; pl. 21, n° 19 et 30).
- **Type** : 1 piochon, 1 grande pointe, 1 chute ?, 2 incomplets.

**Mobilier lithique :**

- **Prélèvement** : échantillonné
- **Poids total des vestiges (kg)** : 2
- **Outil, pièces particulières** : aucun

- 1 : Limon brun, charbons de bois et éclats de silex.
- 2 : Calcaire et limon brun.
- 3 : Calcaire blanc et tendre.
- 4 : Calcaire blanc.



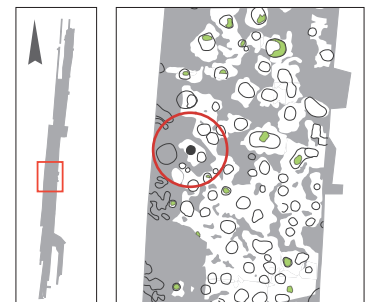
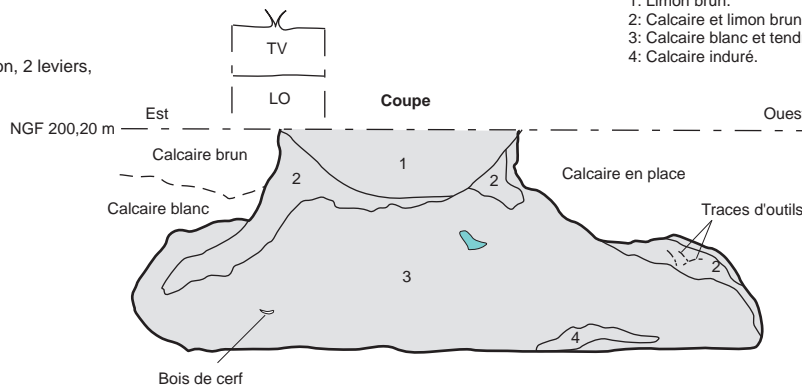
**Puits n° 2024**

Fouillé à : 100 %  
 Prélèvement : non  
 Moulage : non

**Bois de cerf :**

- **Nombre** : 6
- **Type** : 1 piochon, 2 leviers, 3 incomplets.

- 1 : Limon brun.
- 2 : Calcaire et limon brun.
- 3 : Calcaire blanc et tendre.
- 4 : Calcaire induré.





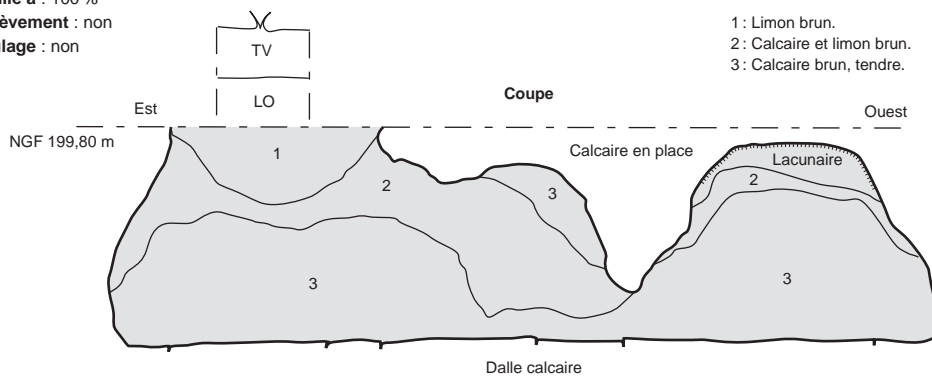
Galerie partiellement comblée



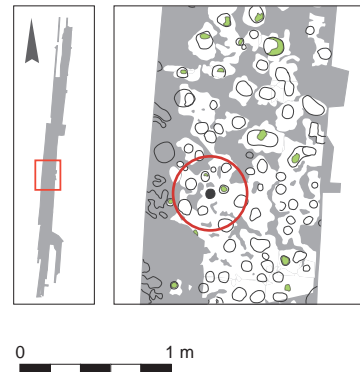
Coupe du puits

**Puits n° 2028**

Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non



1 : Limon brun.  
2 : Calcaire et limon brun.  
3 : Calcaire brun, tendre.

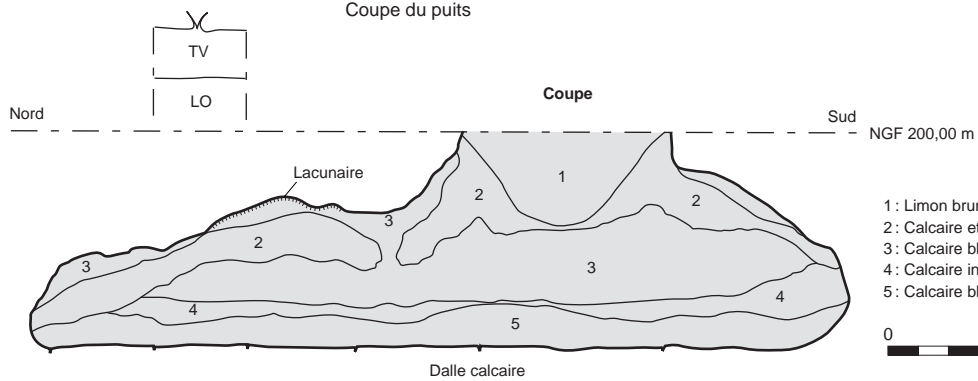


**Puits n° 2029**

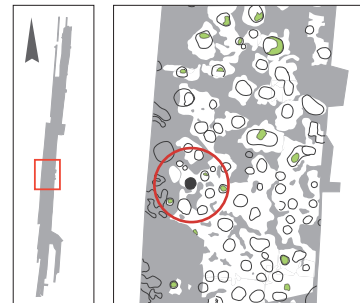
Fouillé à : 100 %  
Prélèvement : non  
Moulage : non  
Bois de cerf :  
- **Nombre** : 1 (pl. 5, n° 2).  
- **Type** : 1 piochon.



Coupe du puits

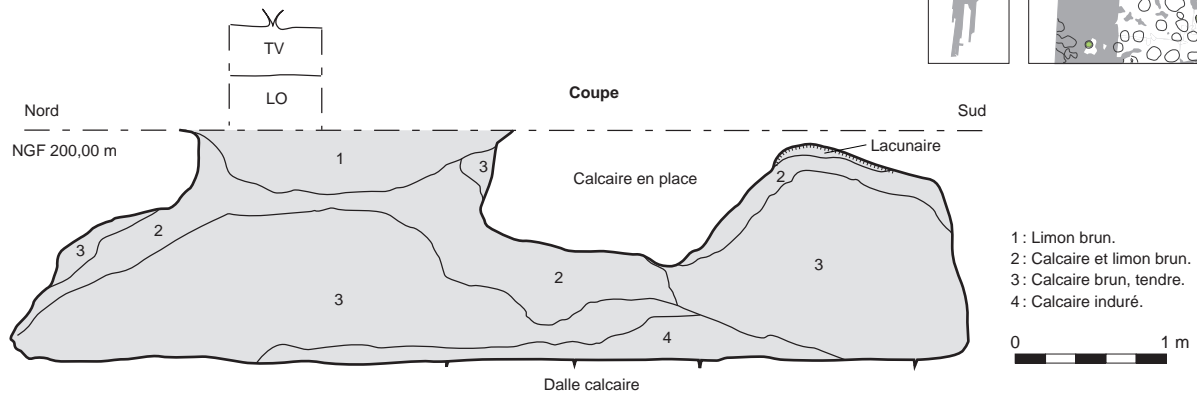


1 : Limon brun.  
2 : Calcaire et limon brun, meuble et lité.  
3 : Calcaire blanc et tendre.  
4 : Calcaire induré.  
5 : Calcaire blanc rosé, tendre.



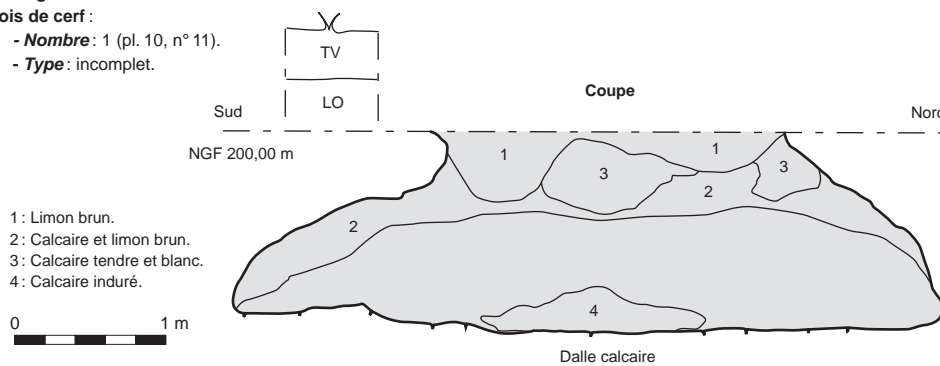
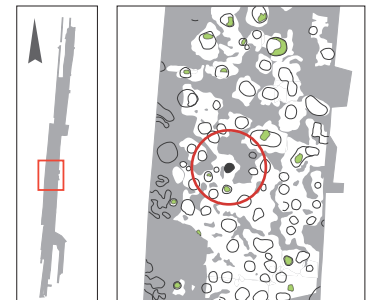
**Puits n° 2030**

**Fouillé à :** 100 %  
**Prélèvement :** non  
**Moulage :** non  
**Mobilier lithique :**  
 - **Prélèvement :** exhaustif  
 - **Poids total des vestiges (kg) :** 10  
 - **Outil, pièces particulières :** aucun



**Puits n° 2031**

**Fouillé à :** 100 %  
**Prélèvement :** non  
**Moulage :** non  
**Bois de cerf :**  
 - **Nombre :** 1 (pl. 10, n° 11).  
 - **Type :** incomplet.





**Puits n° 2032**

**Fouillé à :** 100 %

**Prélèvement :** non

**Moulage :** non

**Mobilier lithique :**

- **Prélèvement :** échantillonné

- **Poids total des vestiges (kg) :** 31

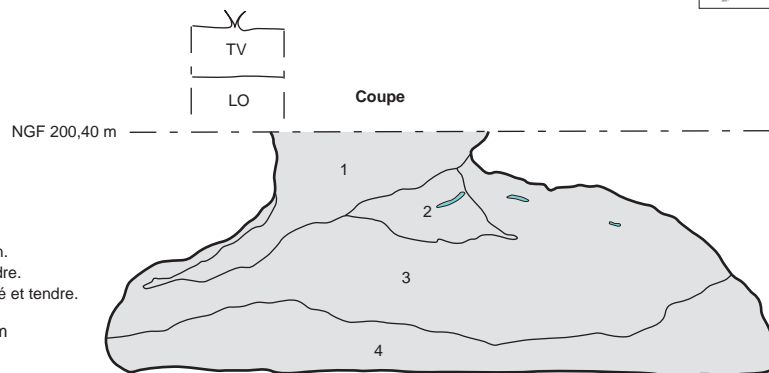
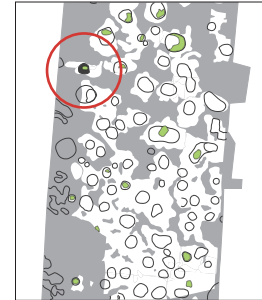
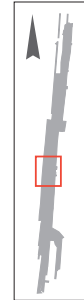
- **Outil, pièces particulières :** aucun

- **Description sommaire de l'assemblage :** essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales). Présence d'éclats massifs (notamment de très gros éclats corticaux) et de très gros éclats obtenus par percussion jetée. Beaucoup de cupules corticales. Quelques éclats épais, parmi lesquels le façonnage par pans latéraux est fortement représenté. Pas de petits éléments.

**Bois de cerf :**

- **Nombre :** 1 (pl. 9, n° 12).

- **Type :** piochon.



**Puits n° 2033**

**Fouillé à :** 100 %

**Prélèvement :** non

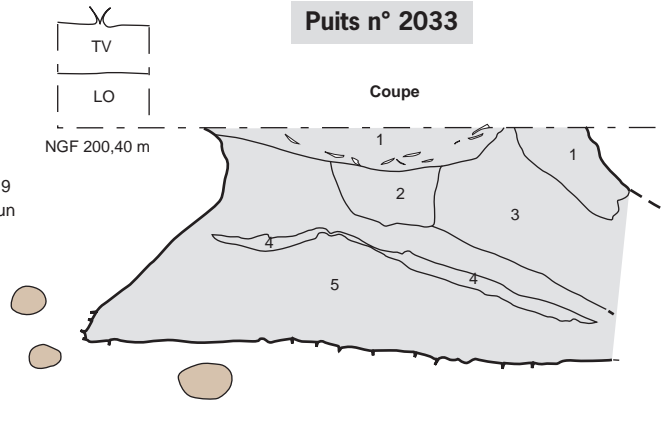
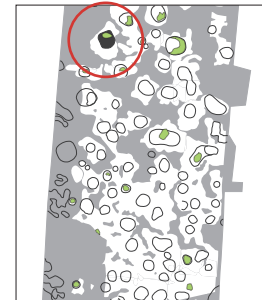
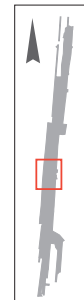
**Moulage :** non

**Mobilier lithique :**

- **Prélèvement :** exhaustif

- **Poids total des vestiges (kg) :** 19

- **Outil, pièces particulières :** aucun



**Puits n° 2037**

**Fouillé à :** 100 %

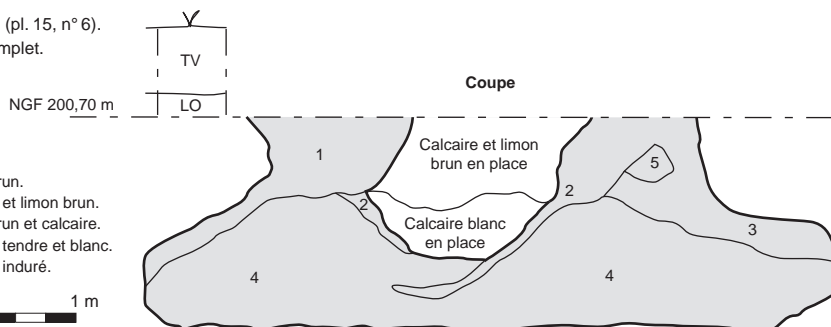
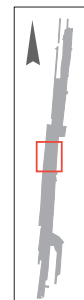
**Prélèvement :** non

**Moulage :** non

**Bois de cerf :**

- **Nombre :** 1 (pl. 15, n° 6).

- **Type :** incomplet.



## Puits n° 2037bis

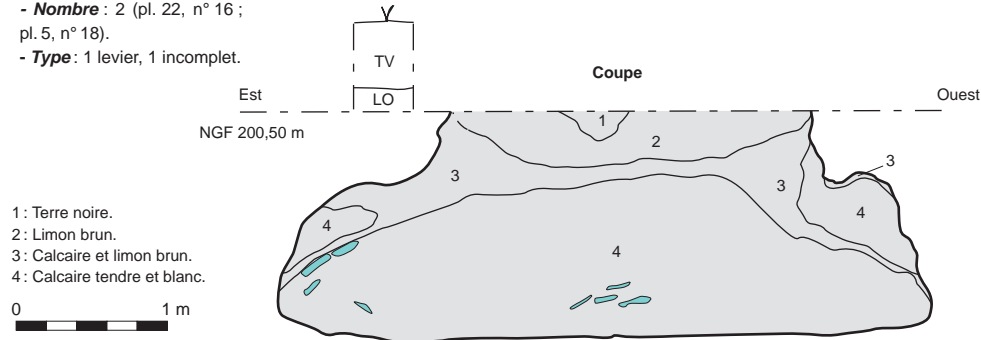
Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

Moulage : non

Bois de cerf :

- **Nombre** : 2 (pl. 22, n° 16 ; pl. 5, n° 18).
- **Type** : 1 levier, 1 incomplet.

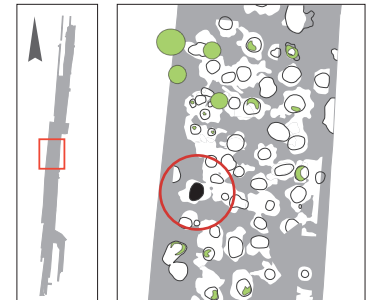
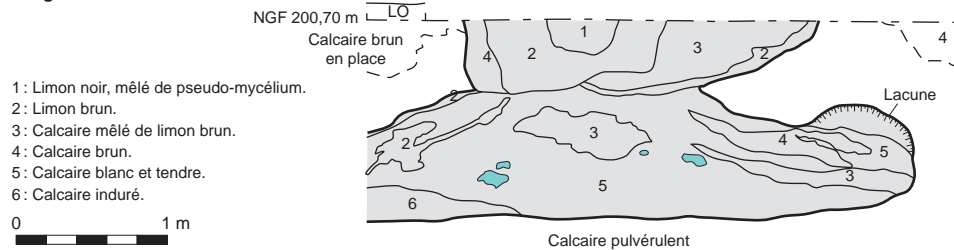


## Puits n° 2038

Fouillé à : 0 % - 50 % - 100 %

Prélèvement : oui - non

Moulage : oui - non



## Puits n° 2039

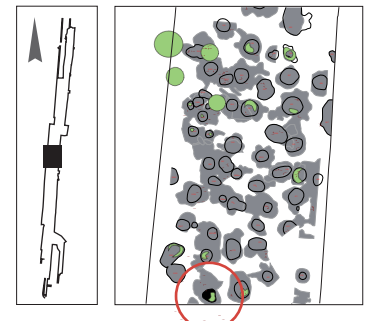
Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

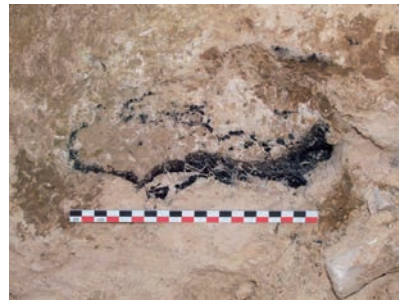
Moulage : non

Mobilier lithique :

- **Prélèvement** : exhaustif
- **Poids total des vestiges (kg)** : 30
- **Outil, pièces particulières** : 1 nucléus à éclats.
- **Description sommaire de l'assemblage** : Tous les modules sont représentés, surtout des éléments de taille moyenne. Rares éclats massifs et peu d'éclats obtenus par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est faiblement représenté.



Amas calciné dans le remplissage du puits



Détail de l'amas calciné dans le remplissage du puits

**Puits n° 2044**

**Fouillé à :** 100 %

**Prélèvement :** non

**Moulage :** non

**Mobilier lithique :**

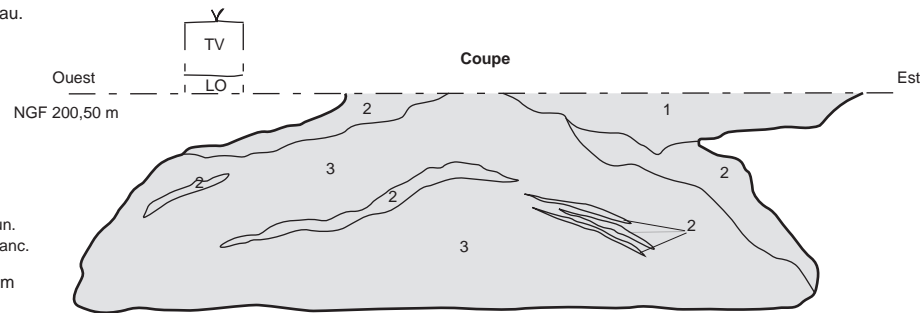
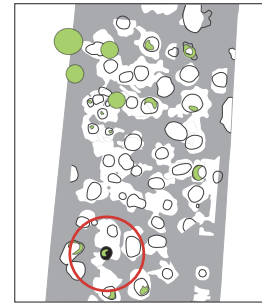
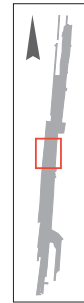
- **Prélèvement :** exhaustif
- **Poids total des vestiges (kg) :** 286
- **Outil, pièces particulières :** 1 fragment de perceur, 4 nucléus à éclats, 1 pièce ébauchée, 1 pièce façonnée, 11 pièces intermédiaires, 3 pièces à retouches latérales, 3 éclats retouchés.
- **Description sommaire de l'assemblage :** essentiellement les gros éléments sont représentés dans cet assemblage (éclats massifs, fragments de nodules, éclats épais et très épais, cupules corticales), ainsi que plusieurs nodules intacts. Le débitage par percussion jetée est fortement représenté. On observe uniquement des gros éclats, pas de petits éléments, parmi lesquels le façonnage par pans latéraux domine. Traces de façonnage bifacial.

**Bois de cerf :**

- **Nombre :** 2 (pl. 4, n° 13).
- **Type :** 1 piochon, 1 piochon/marteau.



Amas de silex dans la tête du puits



**Puits n° 2045**

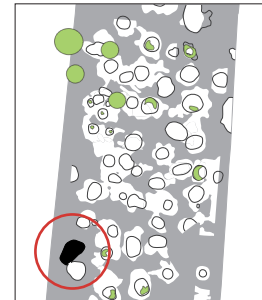
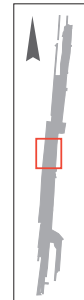
**Fouillé à :** 100 %

**Prélèvement :** non

**Moulage :** non

**Mobilier lithique :**

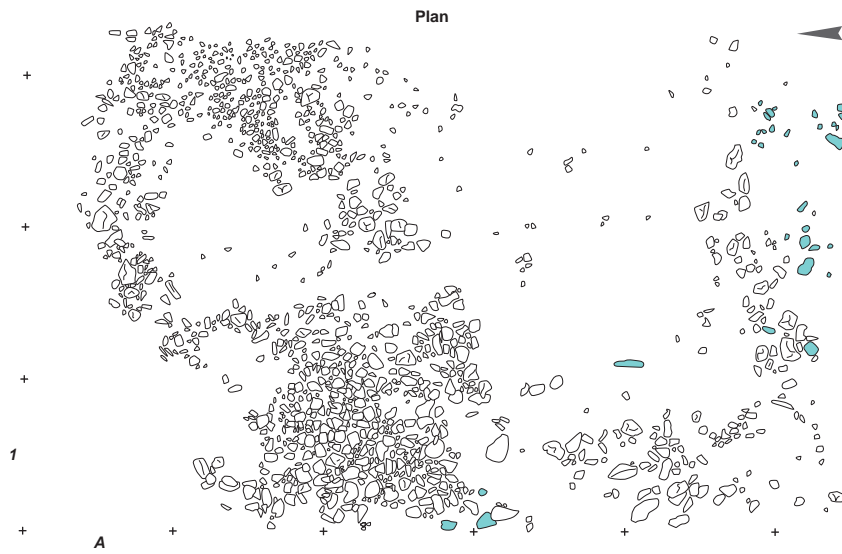
- **Prélèvement :** exhaustif
- **Poids total des vestiges (kg) :** 138
- **Outil, pièces particulières :** 4 nucléus, 2 pièces façonnées, 1 pièce intermédiaire, 9 éclats retouchés, 2 enveloppes corticales retouchées, 1 pièce à retouches latérales, 1 pièce esquillée.
- **Description sommaire de l'assemblage :** tous les modules sont représentés, avec essentiellement des éclats épais. Peu de très gros ou de très petits éléments. Présence de débitage par percussion jetée. Le façonnage par pans latéraux est largement dominant. Le façonnage bifacial est faiblement représenté.



Amas de silex dans la tête du puits



Coupe du puits



### Puits n° 2046

Fouillé à : 100 %

Prélèvement : non

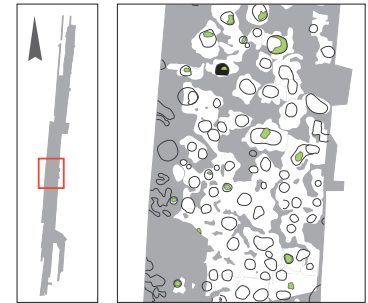
Moulage : non

Mobilier lithique :

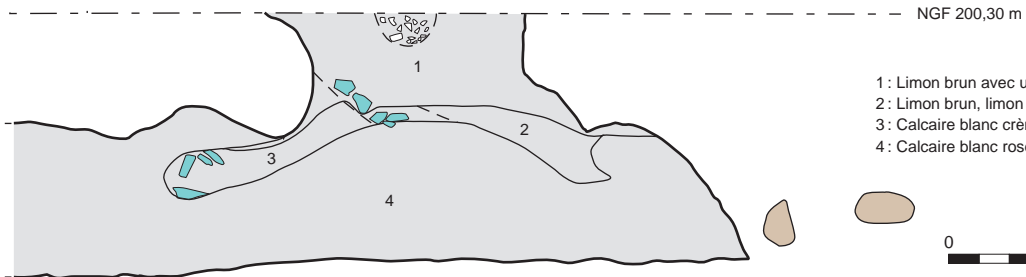
- *Prélèvement* : exhaustif
- *Poids total des vestiges (kg)* : 15
- *Outil, pièces particulières* : aucun

Bois de cerf :

- *Nombre* : 3 (pl. 17, n° 16 ; pl. 20, n° 4 ; pl. 7, n° 17).
- *Type* : 1 piochon, 1 fourche ?, 1 chute ?



### Coupe



- 1 : Limon brun avec une poche de silex.
- 2 : Limon brun, limon orangé et calcaire.
- 3 : Calcaire blanc crème, avec des passes brunes.
- 4 : Calcaire blanc rosé, tendre.



**Puits n° 5007**

**Fouillé à :** 100 %

**Prélèvement :** non

**Moulage :** non

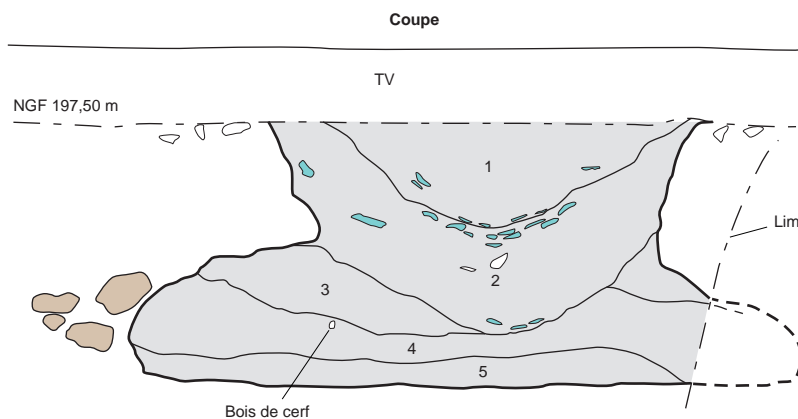
**Mobilier lithique :**

- **Prélèvement :** non échantillonné

**Bois de cerf :**

- **Nombre :** 1 (pl. 18, n° 5).

- **Type :** pointe.



Limite de sondage

- 1 : Limon brun et quelques pierres calcaires.
- 2 : Calcaire et limon brun, pierres calcaires et éclats de silex.
- 3 : Calcaire brun et tendre.
- 4 : Calcaire induré.

0 1 m



# La minière de Ri (Orne)

## Extraction de silex et production de haches au Néolithique moyen

Exploitée sur plus d'un siècle par les populations néolithiques (dans l'intervalle de 4000 à 3800 avant notre ère selon les datations C14), la minière de silex de Ri, dans l'Orne, s'étendait sur plus de 25 hectares. Les deux hectares fouillés ont permis de repérer et d'étudier 550 puits et l'outillage brisé ou perdu en bois, bois de cerf et silex. Si les uns servaient à l'extraction, les autres sont liés à la production sur place de lames de hache, composante essentielle de l'économie néolithique.

Selon les estimations, ce n'était pas moins de 7000 puits d'extraction de silex qui ont été creusés au plus fort de l'exploitation, sans doute par plusieurs communautés installées dans un rayon de quelques kilomètres.

Le substrat étant relativement facile à creuser, un travail expérimental a pu être conduit parallèlement à la fouille. Il a permis d'estimer les méthodes et les durées d'extraction, mais aussi la quantité de production de lames à partir des rognons (environ 3000 lames par an), et de poser des hypothèses sur l'organisation de cette production, entre segmentation et partage des tâches et développement d'un artisanat hautement spécialisé.

**François Charraud**, responsable de recherches archéologiques à l'Inrap rattaché à l'UMR 8215 Trajectoires, est spécialiste des productions lithiques néolithiques en Basse Normandie.

**Emmanuel Ghesquière** est ingénieur de recherches à l'Inrap rattaché à l'UMR 6566-CreAAH. Il est responsable d'opération sur les périodes du Mésolithique, du Néolithique et de l'âge du Bronze.

**Cyril Marcigny** est directeur-adjoint scientifique et technique à l'Inrap rattaché à l'UMR 6566-CreAAH. Spécialiste du Néolithique et de l'âge du Bronze, il assure la coordination des fouilles préventives en Normandie occidentale et a dirigé, entre autres, l'opération archéologique conduit sur la mine de Ri.

XX € prix valable en France  
ISBN : 978-2-271-13716-6  
ISSN : 2118-6472



9 782271 137166

[www.cnrseditions.fr](http://www.cnrseditions.fr)  
[www.inrap.fr](http://www.inrap.fr)