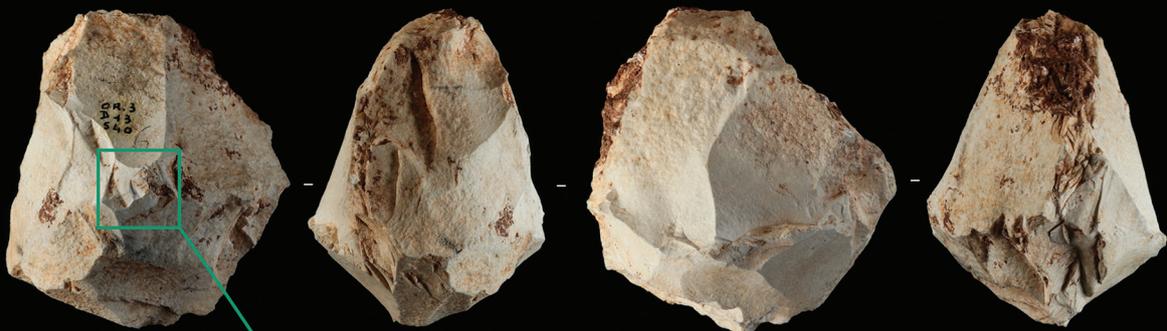
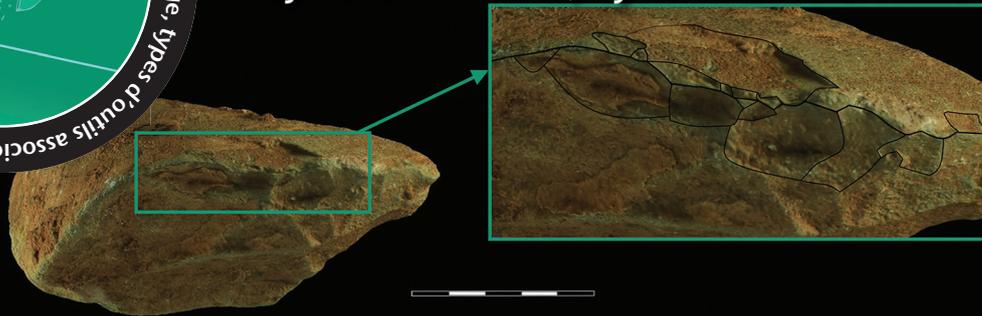


## Diversité des outils et des activités de percussion à la fin du MIS 9 dans le niveau 6 d'Orgnac 3 (Ardèche, France)



Cyrielle MATHIAS, Cyril VIALLET & Anne-Marie MOIGNE



DIRECTEURS DE LA PUBLICATION / PUBLICATION DIRECTORS :  
Bruno David, Président du Muséum national d'Histoire naturelle  
Étienne Ghys, Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences

RÉDACTEURS EN CHEF / EDITORS-IN-CHIEF: Michel Laurin (CNRS), Philippe Taquet (Académie des sciences)

ASSISTANTE DE RÉDACTION / ASSISTANT EDITOR: Adeline Lopes (Académie des sciences ; cr-palevol@academie-sciences.fr)

MISE EN PAGE / PAGE LAYOUT: Audrina Neveu (Muséum national d'Histoire naturelle ; audrina.neveu@mnhn.fr)

RÉDACTEURS ASSOCIÉS / ASSOCIATE EDITORS (\*, took charge of the editorial process of the article/a pris en charge le suivi éditorial de l'article):

Micropaléontologie/Micropalaeontology

Maria Rose Petrizzo (Università di Milano, Milano)

Paléobotanique/Palaeobotany

Cyrille Prestianni (Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels)

Métazoaires/Metazoa

Annalisa Ferretti (Università di Modena e Reggio Emilia, Modena)

Paléoichthyologie/Palaeoichthyology

Philippe Janvier (Muséum national d'Histoire naturelle, Académie des sciences, Paris)

Amniotes du Mésozoïque/Mesozoic amniotes

Hans-Dieter Sues (Smithsonian National Museum of Natural History, Washington)

Tortues/Turtles

Juliana Sterli (CONICET, Museo Paleontológico Egidio Feruglio, Trelew)

Lépidosauromorphes/Lepidosauromorphs

Hussam Zaher (Universidade de São Paulo)

Oiseaux/Birds

Éric Buffetaut (CNRS, École Normale Supérieure, Paris)

Paléomammalogie (mammifères de moyenne et grande taille)/Palaeomammalogy (large and mid-sized mammals)

Lorenzo Rook (Università degli Studi di Firenze, Firenze)

Paléomammalogie (petits mammifères sauf Euarchontoglires)/Palaeomammalogy (small mammals except for Euarchontoglires)

Robert Asher (Cambridge University, Cambridge)

Paléomammalogie (Euarchontoglires)/Palaeomammalogy (Euarchontoglires)

K. Christopher Beard (University of Kansas, Lawrence)

Paléoanthropologie/Palaeoanthropology

Roberto Macchiarelli (Université de Poitiers, Poitiers)

Archéologie préhistorique/Prehistoric archaeology

**Marcel Otte\*** (Université de Liège, Liège)

COUVERTURE / COVER:

Made from the Figures of the article.

*Comptes Rendus Palevol* est indexé dans / *Comptes Rendus Palevol is indexed by:*

- Cambridge Scientific Abstracts
- Current Contents® Physical
- Chemical, and Earth Sciences®
- ISI Alerting Services®
- Geoabstracts, Geobase, Georef, Inspec, Pascal
- Science Citation Index®, Science Citation Index Expanded®
- Scopus®.

Les articles ainsi que les nouveautés nomenclaturales publiés dans *Comptes Rendus Palevol* sont référencés par /  
*Articles and nomenclatural novelties published in Comptes Rendus Palevol are registered on:*

- ZooBank® (<http://zoobank.org>)

*Comptes Rendus Palevol* est une revue en flux continu publiée par les Publications scientifiques du Muséum, Paris et l'Académie des sciences, Paris  
*Comptes Rendus Palevol is a fast track journal published by the Museum Science Press, Paris and the Académie des sciences, Paris*

Les Publications scientifiques du Muséum publient aussi / *The Museum Science Press also publish:*

*Adansonia, Geodiversitas, Zoosystema, Anthropolozologica, European Journal of Taxonomy, Naturae, Cryptogamie* sous-sections *Algologie, Bryologie, Mycologie.*

L'Académie des sciences publie aussi / *The Académie des sciences also publishes:*

*Comptes Rendus Mathématique, Comptes Rendus Physique, Comptes Rendus Mécanique, Comptes Rendus Chimie, Comptes Rendus Géoscience, Comptes Rendus Biologies.*

Diffusion – Publications scientifiques Muséum national d'Histoire naturelle  
CP 41 – 57 rue Cuvier F-75231 Paris cedex 05 (France)  
Tél. : 33 (0)1 40 79 48 05 / Fax : 33 (0)1 40 79 38 40  
[diff.pub@mnhn.fr](mailto:diff.pub@mnhn.fr) / <https://sciencepress.mnhn.fr>

Académie des sciences, Institut de France, 23 quai de Conti, 75006 Paris.

© Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle / © Académie des sciences, Paris, 2021  
ISSN (imprimé / print): 1631-0683/ ISSN (électronique / electronic): 1777-571X

# Diversité des outils et des activités de percussion à la fin du MIS 9 dans le niveau 6 d'Orgnac 3 (Ardèche, France)

**Cyrielle MATHIAS**

UMR 7194 – Histoire naturelle de l'Homme préhistorique (MNHN-UPVD-CERPT),  
avenue Léon Jean Grégory, 66720 Tautavel (France)  
cyrielle.mathias@gmail.com (auteure correspondante)

**Cyril VIALLET**

Paléotime, UMR 7194 – Histoire naturelle de l'Homme préhistorique,  
75 avenue Jean-Séraphin Achard-Picard, 38250 Villard-de-Lans (France)

**Anne-Marie MOIGNE**

UMR 7194 – Histoire naturelle de l'Homme préhistorique (MNHN-UPVD-CERPT),  
avenue Léon Jean Grégory, 66720 Tautavel (France)

Soumis le 9 décembre 2019 | Accepté le 24 février 2020 | Publié le 17 mars 2021

urn:lsid:zoobank.org:pub:B7D32453-4EB7-47FF-917A-551FD7A9D899

Mathias C., Viallet C. & Moigne A.-M. 2021. — Diversité des outils et des activités de percussion à la fin du MIS 9 dans le niveau 6 d'Orgnac 3 (Ardèche, France), in Viallet C., Bourguignon L., Lemorini C. & Ortega I. (eds), La percussion lancée au Paléolithique : identification de son usage, types d'outils associés et étendue chronologique. *Comptes Rendus Palevol* 20 (11) : 175-198. <https://doi.org/10.5852/cr-palevol2021v20a11>

## RÉSUMÉ

Le niveau 6 d'Orgnac 3 correspond à une occupation humaine en grotte, datée de la fin du MIS 9. Il a livré un riche assemblage lithique et paléontologique, témoin d'activités diversifiées des Homininés. Cet article propose un focus sur les différentes activités de percussion lancée, identifiées d'après le matériel lithique et osseux, à la suite d'une analyse technologique et tracéologique. Les activités de taille de la pierre sont les plus représentées, visibles au travers de percuteurs et retouchoirs (en os et en pierre). Des phénomènes de recyclage ont également été mis en évidence, avec des nucléus vraisemblablement utilisés comme percuteurs. Le bulbe d'un éclat présente des endommagements caractéristiques d'un emploi comme retouchoir (« éclat à bulbe piqueté »). Ces phénomènes sont fréquents au Paléolithique moyen et sont ici mis en évidence dès les premières phases de ces techno-complexes. Au sein des pièces façonnées, un « chopper » présente des macro-traces caractéristiques d'une activité menée en percussion lancée sur un matériau dur non minéral (os?). Les restes d'herbivores ont été fracturés de manière anthropique pour récupérer la moelle, les fragments de diaphyses ayant été ponctuellement utilisés comme retouchoirs par la suite. Les activités de percussion occupent ainsi une place importante dans les modes de vies préhistoriques (taille de la pierre, acquisition et transformations de matériaux liés à la subsistance). La diversité de l'outillage de percussion pour un même registre d'activité témoigne d'une spécialisation technologique, tandis que le recyclage montre les capacités d'adaptation des Homininés à la fin du Pléistocène moyen face aux contraintes matérielles liées à leur environnement.

**MOTS CLÉS**  
Percuteur,  
retouchoir,  
percussion lancée,  
Paléolithique moyen  
ancien,  
recyclage.

## ABSTRACT

*Diversity of percussion tools and activities at the end of MIS 9 in level 6 of Orgnac 3 (Ardèche, France).* Layer 6 of Orgnac 3 corresponds to a cave occupation, dated to the end of MIS 9. It yielded numerous lithic and paleontological remains, and witnesses of diverse hominin activities. This paper aims to consider percussive activities from both lithic material and fauna, according to a technological and traceological analysis. Knapping activities are dominant, based on the presence of hammerstones and retouchers (from bone and lithic materials). Recycling phenomena were also highlighted, with cores used as hammerstones. A flake-bulb presents also typical wear marks due to its use as retoucher (“éclat à bulbe piqueté”). These phenomena are usual during the Middle Palaeolithic and are here presented from the first stages of these lithic techno-complexes. Among the shaped pieces, a chopper bears macro-wear marks typical of use in launched percussion on a non-mineral hard material (bone?). Herbivorous remains present anthropic fractures for marrow extraction, diaphysis fragments being further punctually used as retouchers. Percussive activities have an important role in prehistoric lifeways (knapping activities, acquisition and transformation of raw materials linked to subsistence). The diversity of the percussive tool-kit testifies to a technological specialisation, while recycling shows the hominins adaptive skills to their environment.

## KEY WORDS

Hammer, retoucher, launched percussion, Early Middle Palaeolithic, recycling.

## INTRODUCTION

Ces dernières années, les matériaux de percussion au sens large bénéficient d’un regain d’intérêt de la part des chercheurs. Ce constat est particulièrement parlant concernant les périodes anciennes où les galets et les manuports représentent une part importante de l’outillage (Chavaillon 1979; Semaw *et al.* 2009; Whiten *et al.* 2009; Diez-Martin *et al.* 2010, Barsky *et al.* 2015; Arroyo & De la Torre 2018; Titton *et al.* 2018). Dans le contexte du Paléolithique inférieur et moyen européen, plusieurs études archéologiques et expérimentales ont été réalisées sur les percuteurs de différents sites espagnols et français, en lien avec les systèmes de débitage en présence (Roussel *et al.* 2009; Cuartero 2014; Navarro *et al.* 2016). Récemment, de nouvelles méthodologies 3D ont été développées sur cette gamme d’outillage pour le Paléolithique supérieur (Caricola *et al.* 2018).

Des travaux ont également porté sur des matériaux taillés recyclés en percuteurs (Claud *et al.* 2010; Thiebaud *et al.* 2010; Hérissou *et al.* 2012; Baena Preysler *et al.* 2015; Nieto-Márquez & Baena Preysler 2017). Des traces de percussions ont ainsi été mises en évidence sur des nucléus, des éclats et des bifaces. Pour ces derniers, au cours du Paléolithique inférieur et moyen, des traces sont documentées dans de nombreux sites (Moncel 1995; Mitchell 1998; Wenban-Smith & Bridgland 2001; Boëda *et al.* 2004; Leroyer 2016). Si la majorité des outils de percussion identifiés concerne la sphère de la taille de la pierre (percuteurs, retouchoirs), certains bifaces ont vraisemblablement été utilisés comme briquets (Sorensen *et al.* 2018).

Parmi les outils percuteurs, les retouchoirs en os ont fait l’objet d’une attention particulière. Ils sont présents dès le Paléolithique inférieur (Auguste 2002; Langlois 2004; Moigne *et al.* 2016) et ont été souvent utilisés au cours du Paléolithique moyen (Verna & d’Errico 2011; Mallye *et al.* 2012; Blasco *et al.* 2013; Daujeard *et al.* 2014, 2018; Costamagno *et al.* 2018).

Les données archéologiques sont bien plus ténues concernant la percussion lancée avec des outils tranchants, notamment en ce qui concerne les galets aménagés (Viallet *et al.* ce volume [les publications issues de ce volume thématique devraient commencer à pallier ce manque de données concernant les outils de percussion tranchants dans le registre archéologique]). Seules quelques études montrent l’utilisation de bifaces ou de hachereaux dans des activités de percussion sur des matériaux mi-durs comme le bois, l’os ou le sol (Keeley 1980; Rots & Van Peer 2006; Claud 2008, 2012; Claud *et al.* 2015; Viallet 2016a, b; Brenet *et al.* 2017).

Les activités menées avec un geste de percussion lancée comportent donc des outils avec une partie active tranchante ou contondante. Le niveau 6 du gisement d’Orgnac 3 (OIS 9, Ardèche) présente une gamme d’outils de percussion variée, tant au niveau des gestes que des supports choisis, que nous présentons dans cet article. La confrontation des analyses technologique, tracéologique et archéozoologique a pour but de discuter des comportements de subsistance à l’aube du Paléolithique moyen, notamment au travers des activités de percussion.

## PRÉSENTATION DU SITE

### LE GISEMENT D’ORGNAC 3

Le gisement d’Orgnac 3 (Orgnac-l’Aven) est situé à la frontière entre le Gard et l’Ardèche, sur le plateau d’altitude moyenne de Saint-Remèze (Fig. 1A). Ce dernier est entaillé au nord par l’Ardèche et au sud par la Cèze, deux affluents du Rhône qui viennent le rejoindre vingt kilomètres à l’est, en amont et en aval de Pont-Saint-Esprit. Au nord se trouve la barrière cristalline des Cévennes.

Repéré en 1956 par un couple d’instituteurs (A. et M. Héritier), des recherches sur le gisement ont ensuite été réalisées par J. Combié à partir de 1959 (Fig. 1C). Les premières opérations de terrain ont été réalisées par le biais

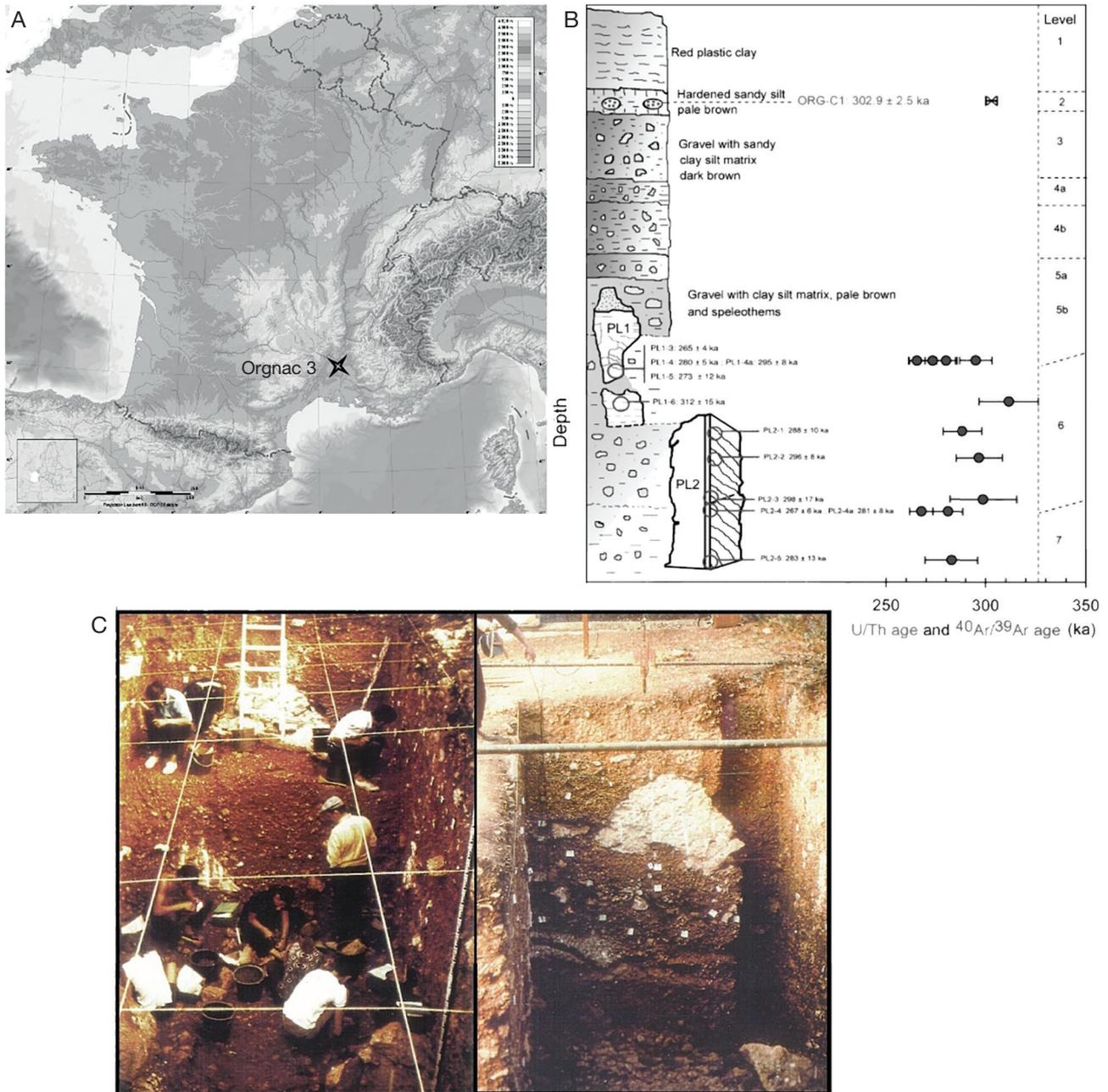


FIG. 1. — **A**, localisation du gisement d'Orgnac 3; **B**, coupe stratigraphique et résultats des datations réalisées (in Michel *et al.* 2013); **C**, photographies du gisement en cours de fouille et séquence stratigraphique (photos de J. Combier).

de sondages avant que des fouilles y soient menées de 1962 à 1972. Ces campagnes ont permis de mettre au jour dix niveaux archéologiques au sein d'une stratigraphie complexe, liée au modelé karstique de la région. Le site a beaucoup évolué : aven, grotte, abri puis occupation de plein-air (Joly 1947; Combier 1967; Debard 1987). Désormais, le site se présente comme une doline effondrée comblée par des formations quaternaires sur 600 m<sup>2</sup> (40 m de grand axe et environ 15 m de largeur). Seule une partie a été fouillée, entre 39 m<sup>2</sup> et 43 m<sup>2</sup> selon les niveaux.

Douze niveaux géologiques ont été identifiés, répartis en quatre ensembles principaux (Debard & Pastre 1988;

Khatib 1989, 1994). Les données biochronologiques et paléoenvironnementales permettent de caler les occupations dans la deuxième partie du Pléistocène moyen, avec un assèchement et un refroidissement au fil de la stratigraphie correspondant au passage entre le stade isotopique 9 et 8 (Guérin 1980; Jeannet 1981; Moncel *et al.* 2005). Le plateau de l'Ardèche voit alors une réduction de la forêt au profit d'un paysage de prairie et de steppe.

Dix niveaux d'occupation humaine ont été identifiés (Combier 1967; Moncel 1999 [Fig. 1B, C]), livrant du matériel lithique associé à de la faune. À l'exception des niveaux inférieurs 7 et 8, tous les niveaux comprennent plusieurs milliers

de pièces. Les occupations sont attribuées au Paléolithique moyen ancien, avec un développement du débitage Levallois *in situ* (Moncel 1999 ; Moigne & Moncel 2005 ; Moncel *et al.* 2011, 2012 ; Mathias 2018). Des bifaces subsistent dans tous les niveaux, même si le mode de façonnage et les proportions varient (raréfaction dans les niveaux sommitaux). Les niveaux 1 et 2 peuvent être considérés comme pleinement moustériens au début du Marine Isotopic Stage (MIS) 8.

Plusieurs campagnes de datations radiométriques ont permis de préciser la chronologie des occupations (Shen 1985 ; Debard & Pastre 1988 ; Falguères *et al.* 1988 ; Khatib 1994 ; Michel *et al.* 2011, 2013 [méthodes croisées (spectrométrie alpha, ESR, U-Th U-series, MC-ICPMS)] [Fig. 1B]). Le sommet du niveau 2 a pu être daté à partir des cendres volcaniques présentes au sommet ( $302,9 \pm 2,9$  ka par  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  ; Michel *et al.* 2013). Les dates les plus récentes placent les niveaux inférieurs 7-6-5b entre 265 et 312 ka (U/Th series) (Michel *et al.* 2013).

#### PRÉSENTATION DU NIVEAU 6

Le niveau 6 d'Ornac 3 correspond à un niveau d'occupation en grotte. Le matériel a été dégagé entre les blocs d'effondrement du plafond de l'aven sur une surface de 39 m<sup>2</sup>.

La faune est variée et illustre une biodiversité importante, les taxons de carnivores et d'herbivores sont nombreux, la présence du macaque est à noter. Les cervidés (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758, *Dama clactoniana* Falconer, 1868, *Capreolus sussenbornensis* Kahlke, 1956, *Megaloceros giganteus* Blumenbach, 1799 et *Rangifer tarandus* Linnaeus, 1758) représentent 46 % des restes de faune (Aouraghe 1992). Les chevaux, les rhinocéros et les aurochs sont également bien représentés. Les herbivores et en particulier l'association cerf, daim, chevreuil, sanglier, aurochs et macaque, suggèrent un couvert forestier, à l'instar des carnivores, avec deux ours (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758 et *Ursus deningeri* Richenau, 1904) et l'abondance des mustélidés (belettes et fouines : Bourgeois 2018). Les micromammifères suggèrent la présence d'une forêt méditerranéenne (Jeannet 1974). L'étude palynologique réalisée sur une stalagmite de ce niveau indique également un paysage semi-forestier en contexte méditerranéen (Gauthier 1992).

Cinq restes humains ont été mis au jour dans ce niveau : deux vertèbres, une dent déciduale et deux dents définitives, attribués à des Anté-Néandertaliens (Lumley 1981 ; travaux en cours).

Le niveau est riche en ossements bien conservés mais systématiquement fragmentés (Moigne & Moncel 2005). Les ossements de grands herbivores sont plus marqués que ceux des petits herbivores. Les traces liées à l'action des carnivores affectent 7 % des os et des esquilles (stries, *pits*, épiphyses qui présentent des traces de mâchonnement). Lorsque les traces sont associées, celles des carnivores sont secondaires (Sam & Moigne 2011). Pour les herbivores, les profils de mortalité à adultes dominants correspondent plutôt à une prédation d'origine anthropique (chasse), néanmoins quelques jeunes individus nous indiquent que cette prédation n'est pas centrée sur une seule saison. La couche 6 correspond d'après ces données à une occupation de la grotte de type récurrent pendant toute l'année (Sam & Moigne 2011).

Des zones d'activités ont été déduites de l'analyse spatiale des restes de faune et des vestiges lithiques (Moigne & Moncel 2005). Par ailleurs, deux foyers ont été mis au jour dans ce niveau (charbons, concentrations denses d'ossements et de matériel lithique brûlés). L'espace est structuré autour de ces deux foyers, aux alentours desquels se situent les postes de débitage (Moigne & Moncel 2005 [Fig. 2]).

L'assemblage lithique comporte 9911 pièces analysables. La présence de foyers a entraîné la production de nombreux débris thermiques (pièces illisibles et cupules ; n = 3023) qui n'ont pas été pris en considération dans ce décompte. Les activités de taille (pour le silex local) se sont déroulées sur le site : les éclats issus de différentes étapes des chaînes opératoires sont présents, tout comme de nombreux éclats de retouche (n = 1807).

Le silex est le matériau qui domine l'assemblage, à l'instar des autres niveaux du site (99,57 %). Il provient des affleurements locaux du bassin de Barjac-Issirac où il se présente sous la forme de plaquettes mais aussi ponctuellement de rognons ou de blocs anguleux. Des plaquettes roulées peuvent également être récoltées dans la Cèze à cinq kilomètres du site. D'autres types de silex sont utilisés : des silex alpins récoltés dans les alluvions du Rhône (c. quinze kilomètres), un silex bleuté en rognons probablement de Laval-Saint-Roman, ainsi qu'un silex du Jurassique dont la provenance reste à déterminer.

Les matériaux autres que le silex sont variés (quartz, calcaires, basalte et granite), mais peu abondants (n = 43 ; soit 0,4 % du total de l'assemblage). Ils ont été récoltés sous la forme de galets dans les alluvions de la Cèze, de l'Ardèche et ponctuellement du Rhône.

L'étude des éclats comme des nucléus montre l'emploi majoritaire de plusieurs méthodes S.S.D.A. (débitages algorithmiques). Deux surfaces de débitage sont principalement exploitées sur les volumes. Il existe une proportion assez importante de nucléus à deux surfaces hiérarchisées (typo-Levallois). Quelques nucléus sur éclat sont présents (Kombewa récurrent et linéal, débitage sur la face supérieure ou les deux faces de l'éclat-matrice) ainsi qu'un débitage Discoïde atypique. Une matrice combinée bifaciale et deux trifaciales ont été identifiées.

L'outillage est essentiellement composé d'éclats retouchés (n = 250). Toutefois, le façonnage est employé dans le niveau puisque quatre bifaces, quatre galets aménagés et un uniface ont été mis au jour. Des éclats de façonnage sont également présents (n = 113).

#### MÉTHODE D'ÉTUDE POUR LE MATÉRIEL DE PERCUSSION

##### DÉFINITION DU MATÉRIEL DE PERCUSSION

Selon la classification d'A. Leroi-Gourhan, les modes d'action sur la matière se répartissent en trois catégories : la percussion lancée, la percussion posée et la percussion lancée avec un percuteur (Leroi-Gourhan 1943). La percussion posée a été employée par A. Leroi-Gourhan pour désigner des gestes comme racler, couper, etc. D'un point de vue purement mécanique il faudrait en réalité parler de « coupe par appui » (Quilici-Pacaud 2010).

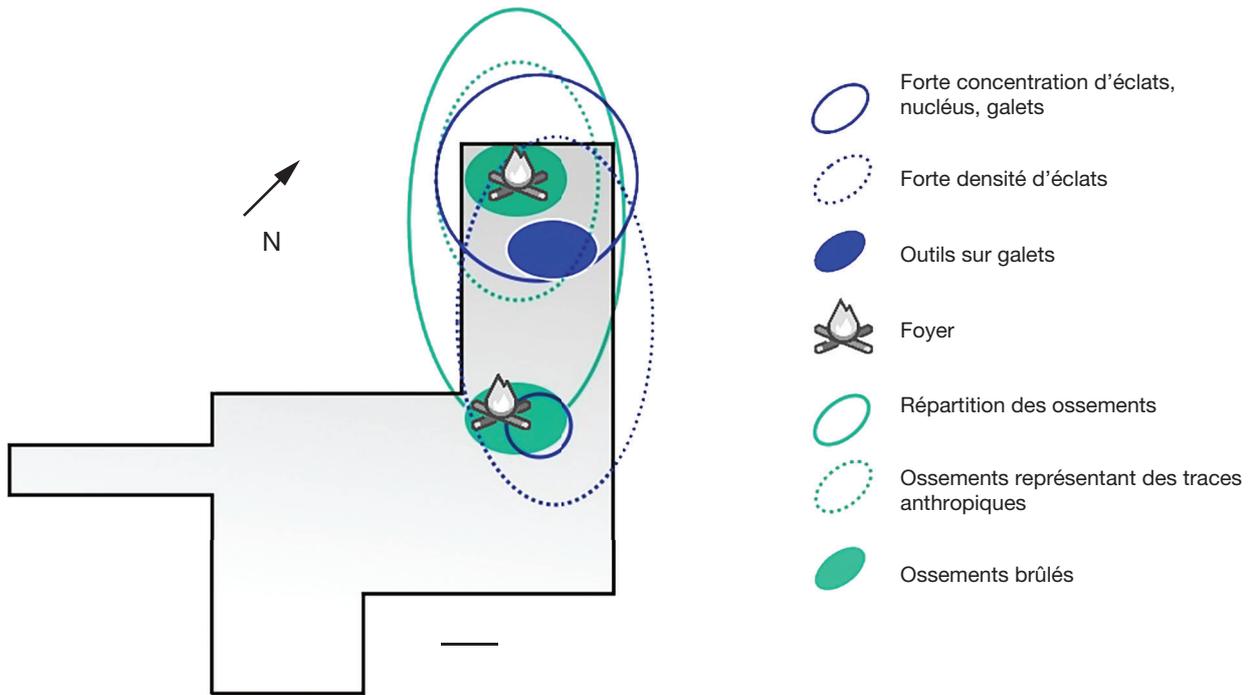


FIG. 2. — Plan de la zone fouillée du niveau 6 et concentrations d'objets identifiées (d'après Moigne & Moncel 2005). Barre d'échelle : 1 m.

Le matériel de percussion pris en considération dans cet article correspond à des activités de percussion lancée, qu'il soit brut ou taillé, contondant ou tranchant.

Afin de réaliser la distinction entre différents outils utilisés en percussion lancée nous avons fait appel à la terminologie employée pour les armes, en parlant de percussions tranchantes et de percussions contondantes (Tableau 1).

#### *Percussion lancée tranchante*

Un outil de percussion tranchant visera à fragmenter un matériau en pénétrant dans la matière (outil pour fracturer des os, du bois, etc.). On peut placer dans cette catégorie des outils correspondant principalement au macro-outillage comme les galets aménagés, les hachereaux (Claud *et al.* 2015), les bifaces (Claud 2012; Viallet 2016a, b) ou encore certaines pièces certaines pièces (Vallin *et al.* 2006; Claud 2008; ce volume) ou lames (ce volume).

#### *Percussion lancée contondante*

Par définition, on emploie le terme contondant pour parler d'un « objet qui blesse par choc, sans couper ni déchirer les chairs » (Larousse). Les pièces impliquées dans ces percussions correspondent à certains *pounding-tools* (De la Torre & Mora 2009; Arroyo & De la Torre 2018). Sont concernés les percuteurs (actifs ou passifs; c'est-à-dire percuteurs simples, retouchoirs, enclumes) ou certains outils de broyage et de concassage (là encore actifs ou passifs; pilons, molettes de concassages, mortiers). Les percuteurs et les molettes de concassage peuvent être parfois confondus tant les traces à l'abandon des outils peuvent être similaires (Semenov 1964; Julien 1985).

Les pièces comme les meules, molettes, pilons ou encore les aiguiseurs et polissoirs correspondent à des actions de percussion « posée » (parfois mixtes). Nous n'avons identifié aucun de ces outils, qui sont cependant présents dès les phases anciennes du Paléolithique (Goren-Inbar *et al.* 2002; De la Torre & Mora 2009; Arroyo & De la Torre 2018), ou à d'autres périodes comme au Paléolithique supérieur (de Beane 1996, 2000) et au Néolithique (Wright 1994; Hamon 2008; Dubreuil & Savage 2014).

#### DESCRIPTION MORPHO-TECHNIQUE

Toutes les pièces taillées ont fait l'objet d'une étude technologique classique du façonnage ou du débitage le cas échéant (Inizan *et al.* 1995). Nous avons également analysé les pièces suivant une approche techno-morpho-fonctionnelle (Lepot 1993; Boëda 1997, 2013; Bourguignon 1997; Soriano 2000). L'analyse s'attache à identifier les différentes zones constitutives de l'outil : zones actives (contact transformatif) et passives (contact préhensif). Dans le cas du macro-outillage, l'analyse est facilitée par le principe « du tranchant d'abord » (Lepot 1993), et quelques analyses techno-morpho-fonctionnelles ont déjà été éprouvées (Donnart 2010). Chaque zone active est décrite selon le plan zénithal, en profil et en section et les angles sont mesurés. La zone de contact transformatif peut être linéaire (« bord ») ou punctiforme (« pointe »).

En fonction de l'ensemble de ces données : structuration du couple zone active/passive sur la pièce, masse de l'outil; et en comparaison avec les données ethnographiques et tracéologiques, une gamme d'activités peut être suggérée (Leroi-Gourhan 1943; Wilmsen 1968; Hayden

TABLEAU 1. — Types de percussions et outils percussifs associés.

Actif/ Passif	Outils	Définitions	Modules	Gestes et morphologies de la zone de percussion (d'après de Beaune 1989)	Exemples d'activités
Percussion lancée tranchante					
Actif	Galets aménagés, bifaces, hachereaux, éclats, etc.	Outils destinés à partitionner la matière (carcasses, os, bois, terre, etc.)	Diversifiés	Percussion perpendiculaire/ tangentielle punctiforme ou linéaire	Fracturation, désarticulation, creusement
Percussion lancée contondante					
Actif	Percuteurs	«Outils dont la fonction est de porter des coups destinés à enfoncer, écraser ou faire éclater» (Laming-Emperaire 1979). Un percuteur peut être minéral (dur ou tendre) ou organique	Galets, blocs anguleux («percuteurs sur arêtes»), bois (végétal, animal)	Percussion perpendiculaire/ tangentielle lancée punctiforme	Taille, fracturation osseuse
Actif	Retouchoirs	Percuteur utilisé spécifiquement pour la retouche (réduction dimensionnelle ; de Beaune 1989). On trouve des retouchoirs durs et tendres (minéral ou organique)	Petits galets, fragment d'ossement	Percussion perpendiculaire/ tangentielle lancée punctiforme	Retouche, micro-débitage ?
Passif	Enclumes	«Percuteur immobile utilisé comme support et jouant un rôle direct ou indirect, mais jamais exclusif, dans un processus de taille» (Mourre 2004). Élément qui reçoit une activité percussive	Galets, blocs	Percussion perpendiculaire lancée punctiforme/diffuse	Taille (bipolaire sur enclume), fracturation osseuse, pilage/concassage (mortier)
Actif	Pilons/Molettes	Pièce utilisée pour fragmenter un matériau tendre sur un mortier. Lorsque le matériau à fragmenter est dur, on parle de molette de concassage (de Beaune 1989)	Galets, galets allongés, morceaux de bois	Percussion perpendiculaire lancée diffuse ou punctiforme	Pilage/Concassage

1979 ; Siegel 1985 ; Geneste & Plisson 1996 et références *in* Soriano 2000 ; Soressi 2002). Les galets bruts, potentiels percuteurs, ont fait l'objet d'une analyse morphologique classique : matière, morphologie générale du galet, masse. Lorsque des traces sont présentes, on renseignera leur type, leur localisation et la morphologie de la touche (convexe ou linéaire : Favre *et al.* 2009).

ANALYSE DES TRACES DE PERCUSSION ET RÉFÉRENTIELS EXPÉRIMENTAUX

L'analyse des endommagements macroscopiques est réalisée à faible grossissement, à l'aide d'un microscope numérique permettant un grossissement jusqu'à  $\times 140$  (Dino-Lite). La conservation du matériel, la concrétion importante et les méthodes de nettoyage des premières fouilles ne permettent pas une analyse à plus fort grossissement.

L'analyse est menée selon un protocole désormais bien établi (Prost 1989 ; Lemorini 2000 ; Claud 2008 ; Cuartero 2014 [Fig. 3A]). Les traces sont d'abord décrites en fonction de leur type (écaille, écrasement, émoussé) et de leur agencement sur le support. Sont renseignées la position, la répartition et la distribution. Par ailleurs, l'initiation, la terminaison et le nombre de chevauchement des écailles sont également documentés.

Les traces sont comparées avec plusieurs référentiels expérimentaux, développés au cours de précédents travaux ou publiés (Fig. 3C, E). Les référentiels publiés concernent aussi bien des outils tranchants que contondants (e.g. Claud 2008 ; Thiebaut *et al.* 2010 ; Cuartero 2014 ; Claud *et al.* 2015, Viallet 2016c) et portent sur des gestes

et des matériaux travaillant et travaillés variés (activités de boucherie, fracturation sur os et sur bois, travail du bois, tannage de peaux, etc.)

Un référentiel de traces dédié spécifiquement à la fracturation osseuse a été réalisé dans le cadre d'un micro-projet du GDR 3591 TaphEnA (Dir. J.-Ph. Brugal), concernant des outils tranchants (Viallet *et al.* 2018). Enfin, la présence dans le niveau 6 d'un éclat avec des endommagements macroscopiques (cônes incipients et écrasements) au niveau du bulbe a donné lieu à une expérimentation spécifique. Le but était de tester le lien entre ces traces et une utilisation de l'éclat en tant que retouchoir (Mathias & Viallet 2018).

ANALYSE DU MATÉRIEL OSSEUX

Les traces mentionnées ont fait l'objet d'observations lors de programmes expérimentaux, permettant de les associer à une activité précise.

Pour les retouchoirs, les critères de plusieurs travaux ont été utilisés : type de support (espèce, os, dimensions), description des zones actives (nombre, localisation, morphologie, plages) et des traces de type *pits* ou *scores* (Patou-Mathis & Schwab 2002 ; Mallye *et al.* 2012 [Fig. 3B]).

La fragmentation liée à l'ouverture des cavités médullaires des ossements a pu être identifiée d'après plusieurs critères.

*Les bords de fracture*

Ces éléments permettent d'identifier si la fracture s'est développée sur os frais ou vert, c'est-à-dire peu de temps après la mort de l'animal et son décharnement ou bien si la cassure s'est faite alors que l'os était déjà isolé et sec, dans un scénario

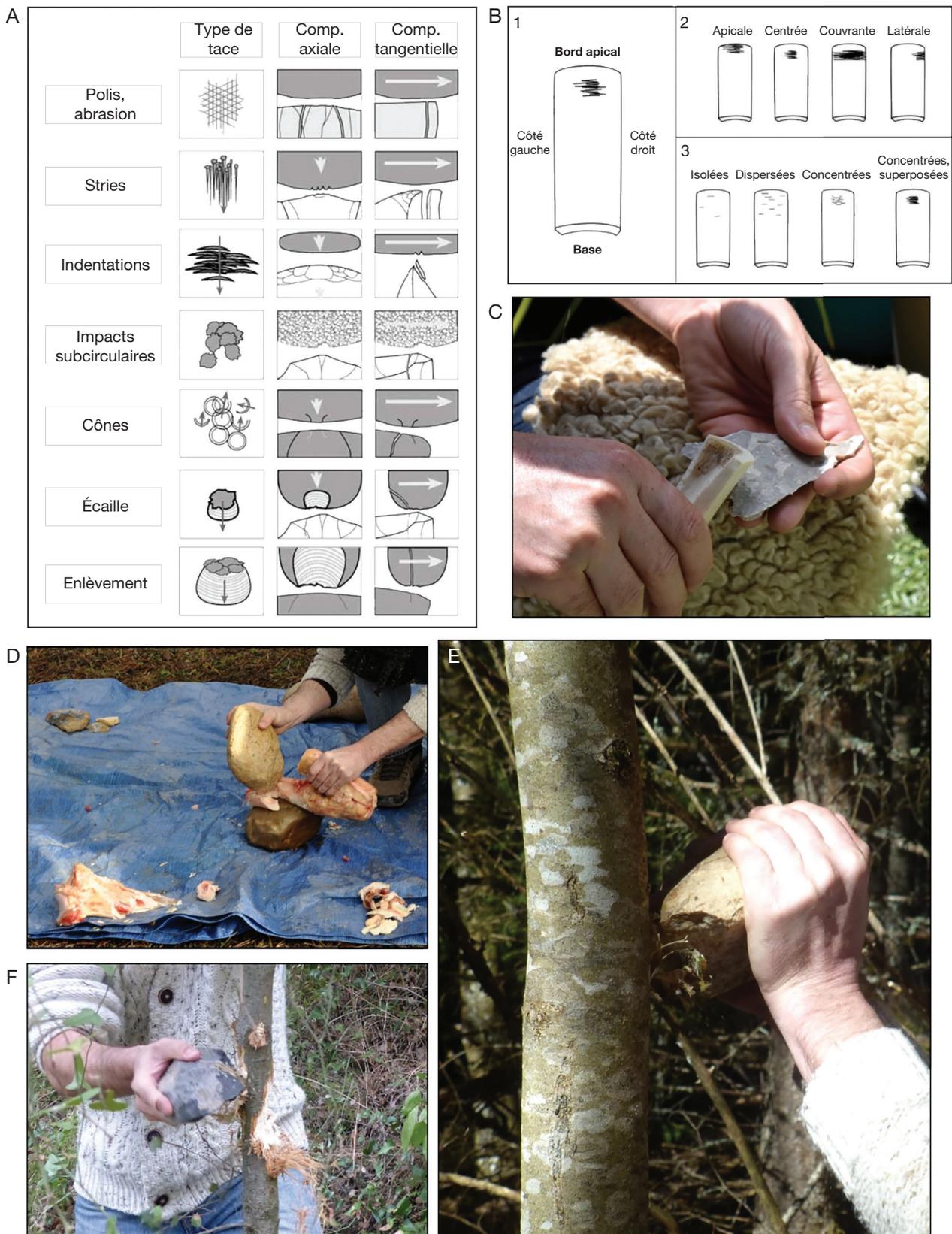


FIG. 3. — **A**, Terminologie employée pour décrire les traces de percussions sur le matériel lithique (*in* Cuartero 2014); **B**, terminologie descriptive employée pour décrire les traces sur le retouchoirs en os (*in* Mallye *et al.* 2012); **C**, utilisation d'un retouchoir en os pour la confection d'un racloir en silex; **D**, fracturation osseuse expérimentale (D, photo de T. Minet); **E**, **F**, fracturation expérimentale de bois frais (E, photo de T. Minet; F, photo de L. Bourguignon).

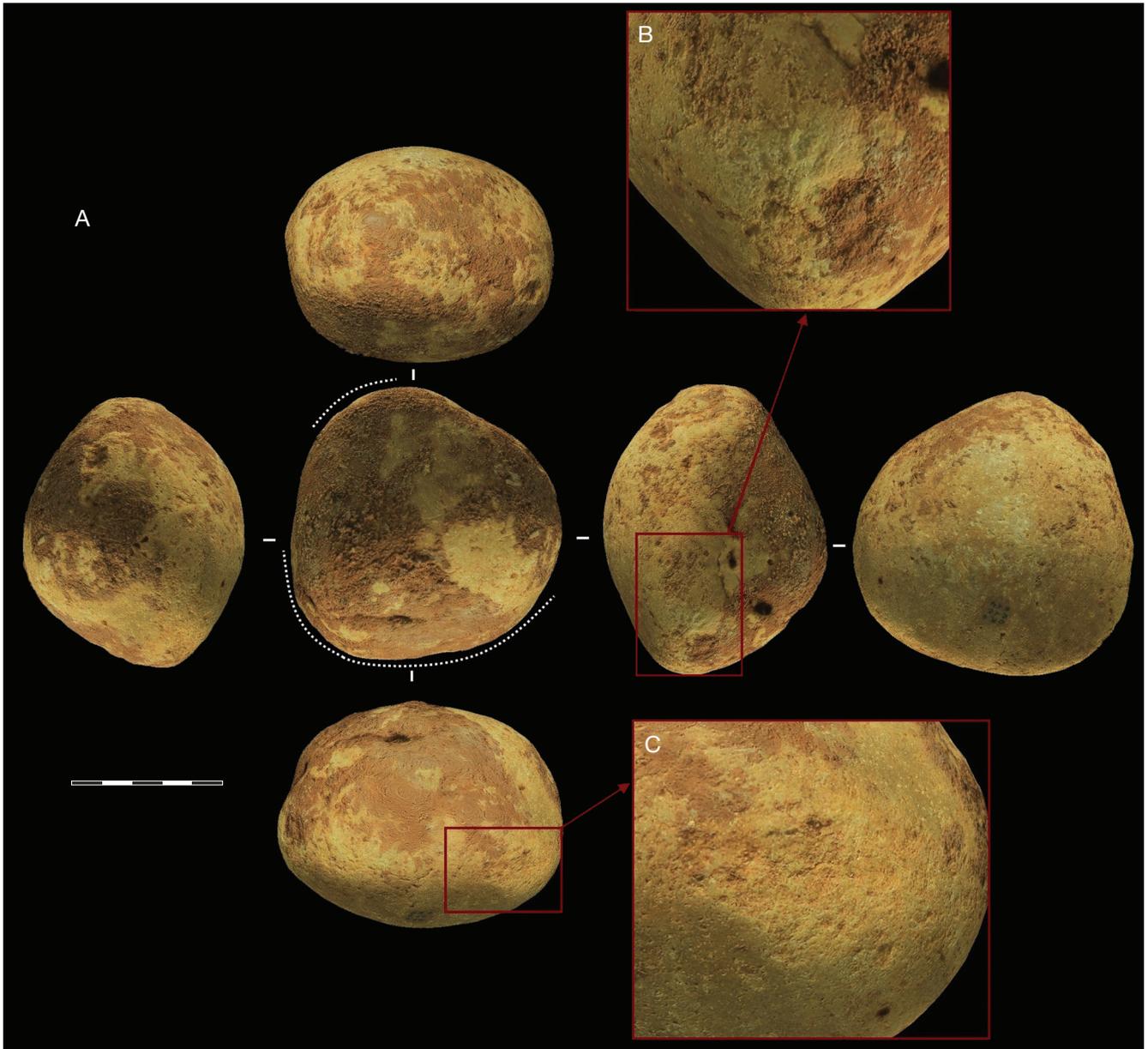


FIG. 4. — Percuteur et traces associées, O3-6-D10-194 (modèle 3D en photogrammétrie, macro-photographies): **A**, vue générale du percuteur et localisation des traces d'usages; **B, C**, détails touches. En **pointillés** : zones présentant des traces. Barre d'échelle : 5 cm.

plus tardif ou secondaire (Moigne 1983; Villa & Mahieu 1991). La fracturation intentionnelle sur os frais dégage des bords de fracture lisses, obliques ou perpendiculaires à la surface corticale. Le format est de type longitudinal si le bord est parallèle au grand axe de l'os ou spiral lorsqu'il devient oblique et se termine en biseau. Les bords quantifiés sont les bords qui restent visibles et qui ne sont pas écrasés, cassés ou recouverts de concrétion.

#### *Les impressions sur les ossements*

Ces impressions sont le résultat de l'enfoncement de la surface corticale avec ou sans périoste. Elles peuvent résulter d'un choc intentionnel avorté pour ouvrir la cavité médullaire ou bien d'une percussion intentionnelle pour utiliser l'os en tant que retouchoir.

Ces traces sont minutieusement observées car elles peuvent être confondues avec les empreintes de dents de carnivores; ces dernières ont été inventoriées, étudiées et quantifiées (Sam & Moigne 2011).

#### *Les éclats corticaux*

Ils se développent à partir du bord de l'os et sont plus ou moins envahissants selon l'orientation de la percussion et son intensité ainsi que la densité de l'os, son épaisseur, sa fraîcheur ainsi qu'en fonction de l'espèce animale.

#### *Les encoches d'impact et les traces de contre coup*

Elles permettent de comprendre le mode de fracturation, par percussion directe de l'os ou percussion sur enclume (Moigne 1983; Blumenschine & Selvaggio 1988).

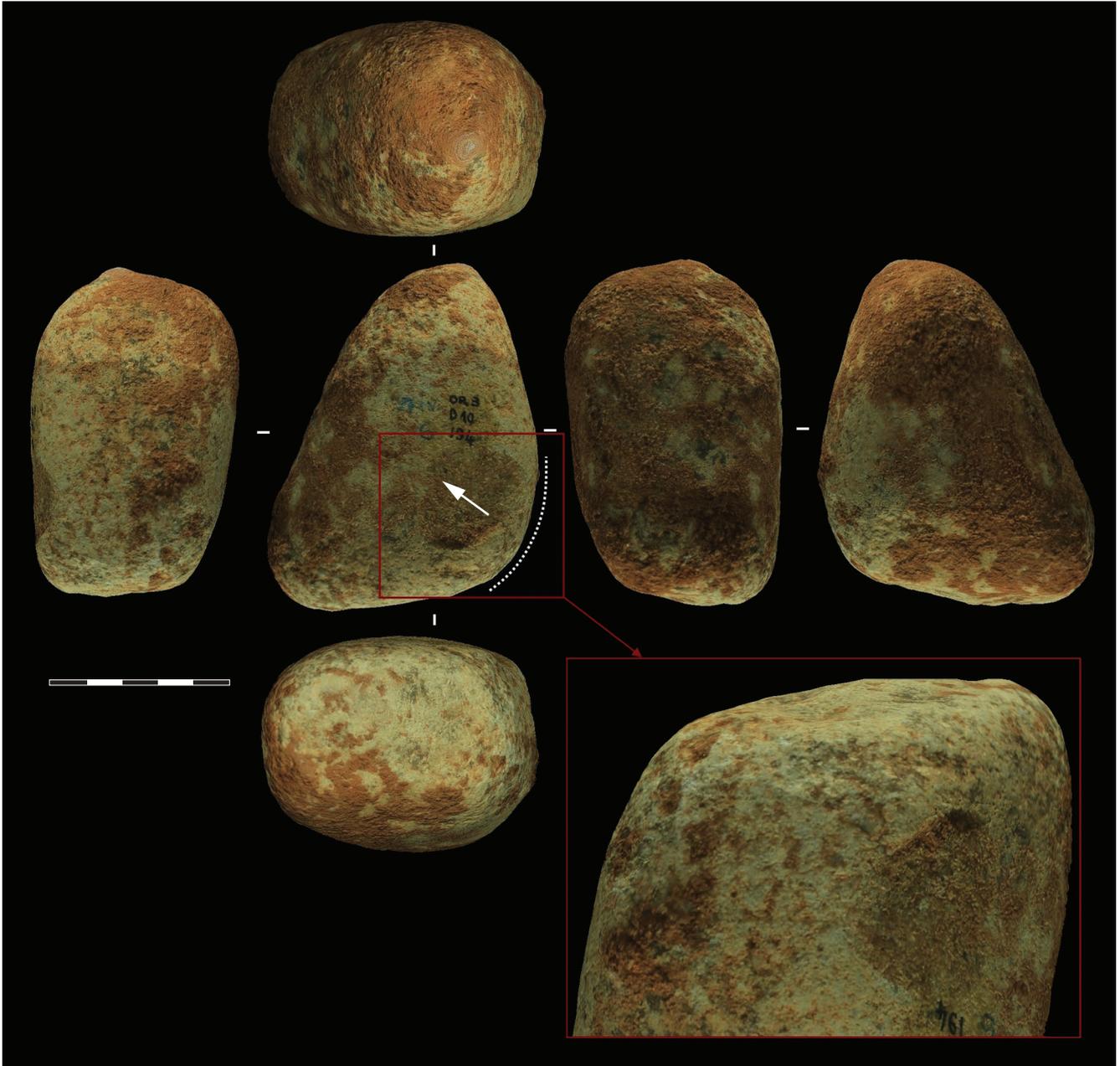


Fig. 5. — Percuteur et traces associées, O3-6-E14-366 (modèle 3D en photogrammétrie, macro-photographies). Vue générale du percuteur et localisation des traces d'usage (associées à un enlèvement de percuteur, cf. **flèche**). En **pointillés** : zones présentant des traces. Barre d'échelle : 5 cm.

## RÉSULTATS

### PERCUSSION CONTONDANTE

#### *L'outillage brut*

Le niveau 6 comporte huit galets bruts. L'analyse macroscopique des surfaces permet d'individualiser six galets bruts qui présentent des stigmates d'une utilisation en tant que percuteurs (Tableau 2). Dans tous les cas, le diagnostic de cette fonction est permis par la présence d'impacts subcirculaires. Dans trois cas, ils sont associés à un enlèvement ou des micro-enlèvements fortuits. Ces percuteurs sont le plus souvent en calcaire ( $n = 3$ ) et dans un cas en quartz, en quartzite et en roche granitique. Le module moyen est ovalaire et mesure environ

10 cm de long pour 8 cm de large et 7 cm d'épaisseur, avec une masse de 1 kg. Il s'agit donc de percuteurs relativement massifs, plutôt dédiés aux premières phases de taille (ouverture et mise en forme). Aucun galet ne porte les traces d'une utilisation en tant qu'enclume, alors que la percussion bipolaire sur enclume semble utilisée pour le quartz dans ce niveau.

Trois percuteurs présentent des traces en faible quantité, ce qui peut traduire un usage limité de ces outils. En revanche dans trois autres cas (O3-6-D10-194; O3-6-E14-366; O3-6-C12-614), l'usage est nettement plus prolongé (Figs 4; 5). Les plages de percussion (impacts subcirculaires) sont principalement localisées sur des surfaces convexes cintrées, ce qui permet des touches quasi punctiformes. Dans un cas (O3-6-C12-614) des stries

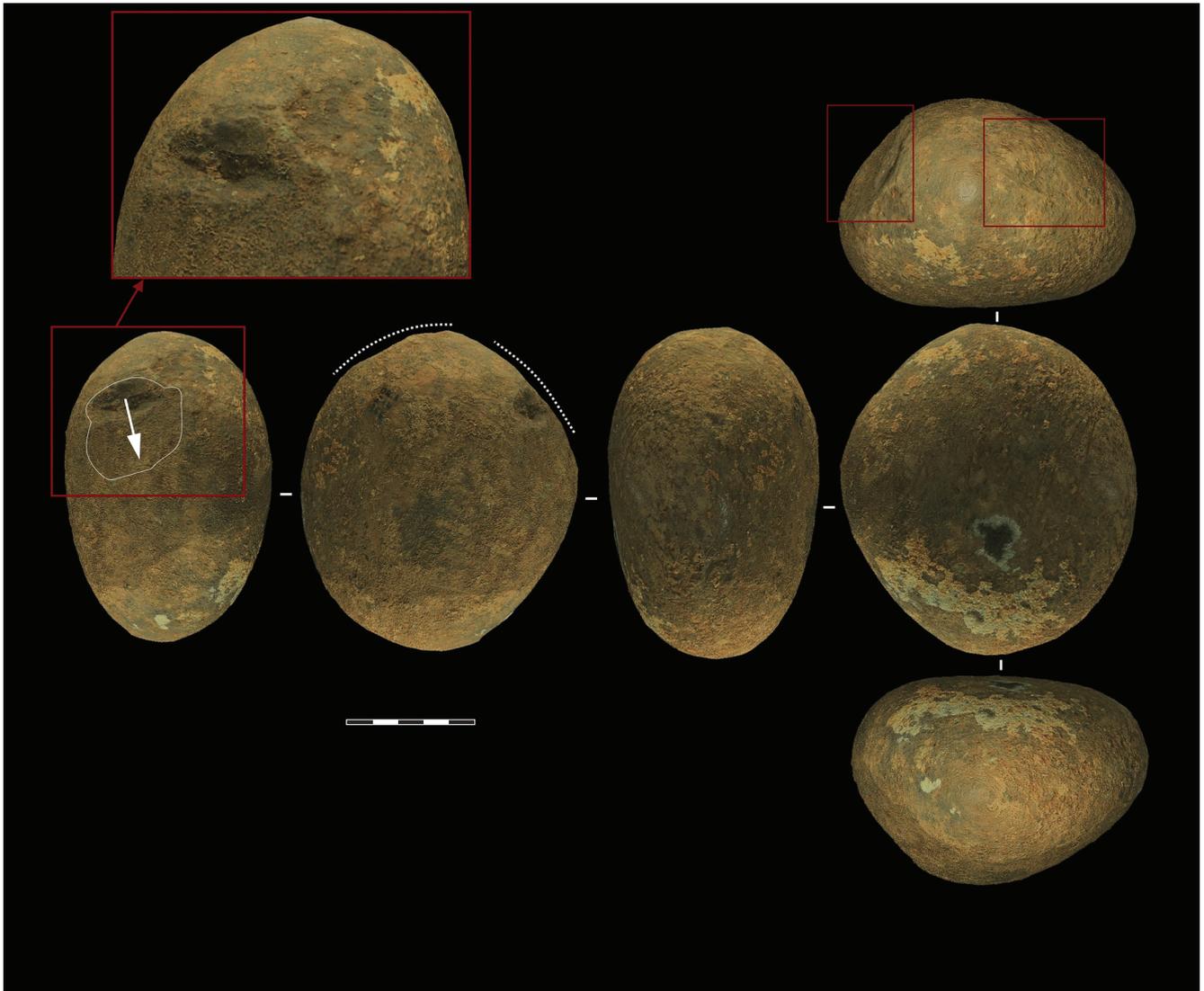


FIG. 6. — Percuteur et traces associées, O3-6-C12-614 (modèle 3D en photogrammétrie, macro-photographies). Vue générale du percuteur et localisation des traces d'usage (associées à un enlèvement de percuteur, cf. **flèche**). En **pointillés** : zones présentant des traces. Barre d'échelle : 5 cm.

sont présentes sur la surface du galet (Fig. 6). Elles n'ont pas été attribuées à une activité, car leur origine n'est pas claire.

#### NUCLÉUS ET ÉCLATS PRÉSENTANT DES TRACES DE PERCUSSION

Des traces de percussion ont été identifiées sur deux nucléus et trois éclats (Tableau 3). Les deux nucléus sont exploités selon une méthode Discoïde, les traces sont localisées au centre des deux pièces, au niveau de la réunion des négatifs d'enlèvements pyramidaux. Sur le nucléus O3-6-D13-540, les traces sont présentes à la jonction de trois négatifs d'enlèvements. Il s'agit d'écaillés avec des terminaisons en escalier et chevauchantes, dont les initiations sont masquées par des écrasements. Une altération récente vient « polluer » cette zone active (Fig. 7C-E). Sur le nucléus O3-6-E13-514, les traces se sont développées sur une surface convexe, elles consistent en des impacts subcirculaires mêlés à des écaillés avec initiation en cône (signe d'un contact élastique) et terminaison en escalier (Fig. 7F-H).

Les traces sont bien marquées et des écaillés sont produites au niveau des nervures. D'après ces traces et au vu des dimensions, de la masse et de leur morphologie, ces pièces ont pu être utilisées en tant que percuteurs pour le débitage. Un éclat présente également, sur sa face supérieure des cônes incipients avortés, pouvant indiquer une reprise du débitage postérieurement à l'action de percussion du nucléus (Fig. 7A, B). En effet, la localisation des traces et la morphologie de l'éclat (dimensions, absence de zone de préhension) orientent vers une reprise. Ce mode de recyclage de nucléus Discoïde percuteur est connu pour le Paléolithique moyen (Claud *et al.* 2010 ; Thiebaut *et al.* 2010). Des nucléus présentant ces stigmates ont notamment été identifiés à Combe Brune 2 et à Payre pour le Paléolithique moyen ancien (Thiebaut *et al.* 2010).

Par ailleurs, un éclat portant au niveau du bulbe des traces telles que des cônes incipients avortés et des impacts subcirculaires (Fig. 8), est rattaché à une activité de percussion validée expérimentalement (Mathias & Viallet 2018).

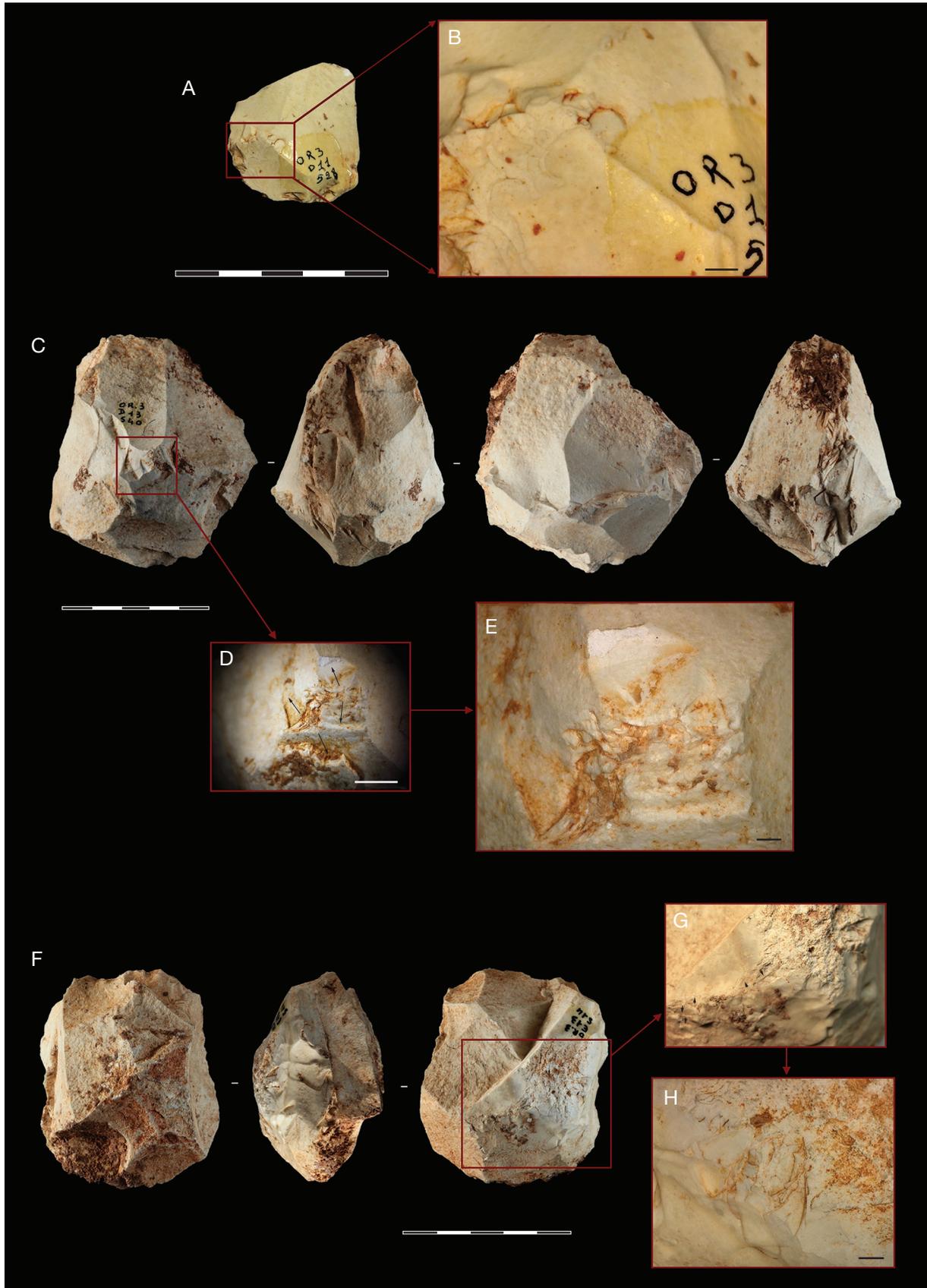


FIG. 7. — **A, B**, Éclat présentant des traces sur sa face supérieure et détail (photographie, image Dino-Lite); **C-E**, nucléus Discoïde présentant des traces de percussion à la jonction des négatifs d'une surface de débitage et détail des traces (C, photo de D. Dainat, CERPT; D, E, images Dino-Lite); **F-H**, nucléus Discoïde présentant des traces de percussion au centre d'une surface de débitage et détail des traces (F, photo de D. Dainat, CERPT; G-H, images Dino-Lite). Barres d'échelles : A, C, F, 5 cm; B, H, 2 mm; D, 5 mm; E, 1 mm.

TABLEAU 2. — Description des percuteurs du niveau 6 d'Ornac 3.

Pièce	Matière première	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Épaisseur (mm)	Poids (g)*	Morphologie zone active	Type de traces	Quantité
O3-6-C14-487	Calcaire	108	108	73	1611	1 et 2 : Convexe cintrée 3 : Convexe peu cintrée	Impacts subcirculaires	Faible
O3-6-E12-496	Quartz	94	72	60	613	1 : Convexe peu cintrée	Impacts subcirculaires	Faible
O3-6-D13-541	Calcaire	93	68	64	644	1 : Convexe peu cintrée	Impacts subcirculaires et micro-enlèvements	Faible
O3-6-D10-194	Granite	115	73	62	877	1 et 2 : Convexe peu cintrée	1 : Impacts subcirculaires 2 : Impacts subcirculaires et enlèvements	Moyenne
O3-6-E14-366	Calcaire	104	92	68	1011	1 : Convexe cintrée 2 : Convexe peu cintrée	1 : Impacts subcirculaires 2 : Impacts subcirculaires et enlèvements	Forte
O3-6-C12-614	Quartzite	107	99	84	1395	1 à 3 : Convexe cintrée 4 : Convexe peu cintré 5 : Plane	1 à 4 : Impacts subcirculaires. 5 : Stries	1 à 3 : forte. 4 et 5 : faible
O3-6-C16-653	Calcaire	57	41	26	100	Absente	—	—
O3-6-D10-167	Quartz	113	91	75	1005	Absente	—	—

TABLEAU 3. — Description des pièces taillées présentant des plages de percussion du niveau 6 d'Ornac 3.

Pièce	Type de pièce	Matière première	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Épaisseur (mm)	Poids (g)*	Types de traces
O3-6-E13-514	Nucléus	Silex	64	53	42	121	Écailles et impacts subcirculaires
O3-6-D13-540	Nucléus	Silex	79	73	60	284	Écailles et écrasements
O3-6-513-566	Éclat	Silex	49	27	19	33	Cônes incipients avortés et impacts subcirculaires
O3-6-C16-613	Éclat	Silex	37	31	17	16.7	Écailles
O3-6-D11-528	Éclat	Silex	31	28	11	8.3	Cônes incipients avortés

La surface de percussion est convexe et linéaire, avec des impacts essentiellement au niveau de la nervure entre le talon et la face d'éclatement. Les traces sont concentrées, parfois surimposées. Elles ressemblent à celles mises en évidence sur les retouchoirs en os présents également dans ce niveau.

D'après l'expérimentation réalisée, l'utilisation d'un éclat pour la retouche s'avère efficace. Trois gestes ont été testés, mais seule la retouche par percussion directe a produit des traces comparables, bien que le développement soit moins important que sur la pièce archéologique. L'emploi de cette pièce en percussion dans une optique de confection est donc tout à fait envisageable.

Un autre éclat semble présenter des traces d'impact au niveau de l'arête entre la face inférieure et un dos. Il s'agit d'écailles courtes, continues sur l'arête, avec une initiation en cône et une terminaison réfléchi ou en escalier. Les chevauchements sont peu nombreux. Les traces sont peu marquées et en l'état de nos référents expérimentaux il n'est pas possible d'attester du réemploi de cet éclat pour une activité percussive.

#### Les retouchoirs en os

À la suite de la révision des formats de fracturation des ossements du niveau 6 d'Ornac 3, quatre pièces présentent des traces de

percussion (Tableau 4) Ces dernières sont plus ou moins concentrées, sur une seule zone ou sur deux zones (retouchoir double).

**O3-6-D9-189 (Fig. 9A).** Est une diaphyse de tibia de cheval. Les bords de fracture en biseau présentent deux impacts de percussion qui correspondent à ceux de dents d'un carnivore comme l'hyène. La surface poplitée présente plusieurs impressions superficielles un peu dégradées, perpendiculaires à l'os, correspondant à des percussions légères.

**O3-6-C16-634 (Fig. 9B).** Est une partie de diaphyse de fémur d'aurochs, présentant une fracturation longitudinale, l'extrémité en biseau a été cassée secondairement. Le bord proximal présente une fracture sur os frais avec une charnière correspondant à une cassure en tension. La concentration de stigmates, unique, est constituée de traces obliques, longues et parallèles. Le profil des stries est asymétrique et profond. Il a été utilisé de façon intensive, la surface de l'os est altérée par les chocs successifs.

**O3-6-D14-496 (Fig. 9C).** Est un retouchoir double sur un fragment de diaphyse de tibia d'aurochs. La fracture initiale est une fracture longitudinale se terminant en biseau. La partie proximale

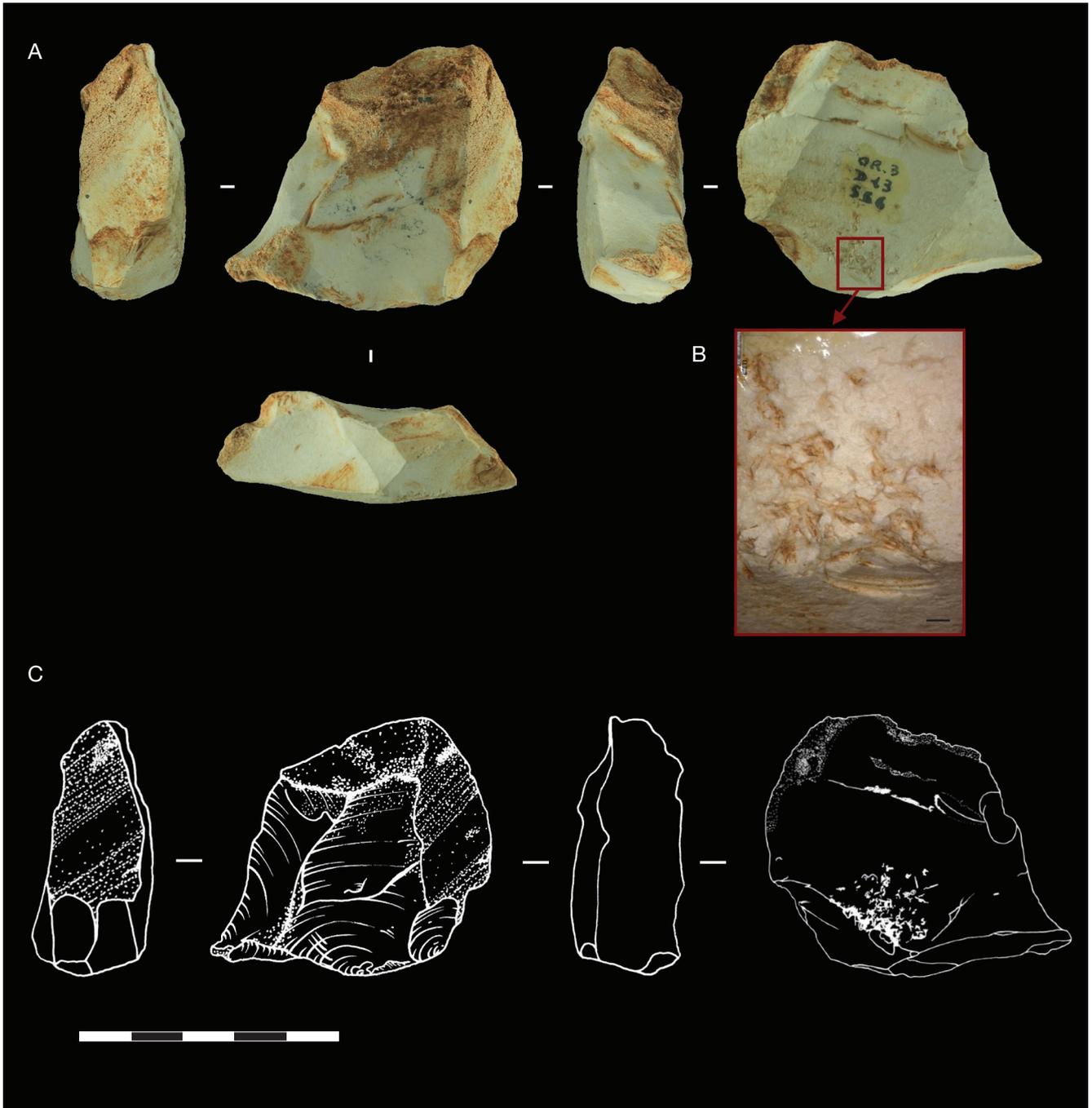


Fig. 8. — Éclat présentant des traces de percussion au niveau du bulbe : **A**, modèle 3D en photogrammétrie ; **B**, image Dino-Lite ; **C**, dessin au trait et relevé des traces. Barre d'échelle : A, C, 5 cm ; B, 1 mm.

a été ensuite fracturée perpendiculairement, le bord de fracture présentant un grand négatif d'enlèvement sur la face externe, avec un bord rebroussé. Le biseau initial est repris depuis la partie médullaire avec deux enlèvements envahissants sur la surface de l'os. En l'absence de recouvrement il est difficile de statuer sur l'antériorité de la mise en forme par rapport à l'usage percussif. Les deux zones présentent des stigmates obliques, parallèles. Les cupules de piquetages sont triangulaires et asymétriques, relativement profondes mais le plus souvent remplies de concrétions (Moigne *et al.* 2016). Le retouchoir a été utilisé de façon modérée.

O3-6-E16-507 (Fig. 9D). Est une esquille de métatarse de cheval, la double fracturation longitudinale forme une baguette dont les bords se rejoignent aux extrémités. Les deux zones de stigmates aux deux extrémités de la baguette sont constituées de plusieurs stries obliques, parallèles fines et peu profondes. Une zone présente un arrachement issu de plusieurs traces superposées. La deuxième zone est recoupée par le bord de fracture qui peut être secondaire (Moncel *et al.* 2012). Les stries présentent une section en V et sont caractéristiques d'un emploi sur silex (d'après les données expérimentales publiées par Mallye *et al.* 2012).

TABLEAU 4. — Description des retouchoirs en os du niveau 6 d'Ornac 3. Les auteurs des espèces sont explicités en Annexe 1.

Pièce	Type de support	Espèce	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Épaisseur (mm)	Nombre d'aires de travail	Dimensions aires (mm)	Localisation des traces	Répartition des traces	Intensité d'utilisation	Description des traces	Orientation des traces
OR3-6-D14-496	Diaphyse de tibia	<i>Bos primigenius</i>	120	39	32	2	15 × 15 Concrétions	Latérale/ Centrée	Concentrées	Modérée	Pits, scores	Oblique
OR3-6-C16-634	Diaphyse de fémur	<i>Bos primigenius</i>	85	55	30	1	20 × 20	Apicale/ Centrée	Concentrées/ Superposées	Intensif	Pits, scores, arrachements	Oblique
OR3-6-E16-507	Esquille de métatarsaire	<i>Equus mosbachensis</i>	180	25	10	2	18 × 12 18 × 15	Centrée/ Latérale	Diffuses et Concentrées/ Superposées	Faible	Pits, scores, arrachements	Oblique
OR3-6-D9-189	Diaphyse de tibia	<i>Equus mosbachensis</i>	130	50	25	1	25 × 15	Centrée	Concentrées	Faible	Pits, scores	Perpendiculaire

L'observation détaillée des traces localisées près de la fracture amène plusieurs éléments. Certaines stries sont situées à l'écart de la fracture, il n'est ainsi pas possible d'établir leur chronologie. En revanche, plusieurs longues stries sont recoupées, attestant d'un emploi avant fracture. Des traces (scores et une grosse écaille) sont postérieures à la fracturation. Elles sont localisées au niveau du bord de fracture et leur orientation est différente des stries antérieures (changement de geste/maintien).

Les retouchoirs en os de ce niveau présentent une variabilité importante, tant du point de vue du format que de l'utilisation (intense ou ponctuelle, avec une ou deux aires). Ils présentent ainsi des intensités d'utilisation différentes et sont réalisés sur des grosses esquilles d'aurochs ou de cheval.

PERCUSSION TRANCHANTE

*Description morpho-technique du matériel lithique*

Le macro-outillage taillé du niveau 6 est composé d'un « chopper », un fragment de « chopper », deux « chopping-tools » ainsi que d'un uniface. Un gros éclat est également associé à cette catégorie d'outillage lourd (Tableau 5). Quatre bifaces sont présents dans le niveau, ils diffèrent cependant par plusieurs aspects : modules et matériaux utilisés (trois en silex, un en basalte), conformation et potentiel fonctionnel (outils plutôt adaptés à des actions de coupe rentrante en percussion posée) (Moncel 1995 ; Viallet 2016c ; Mathias 2018).

Les outils concernés ici sont majoritairement réalisés à partir de galets de calcaire (n = 4 dont 3 silicifiés) à l'exception de l'uniface et du fragment de « chopper » qui sont en basalte. Le basalte utilisé est différent (qualité) et l'uniface présente un état de conservation ne permettant pas son analyse tracéologique et limitant considérablement la lecture technologique. En revanche, l'extrémité distale de « chopper » est relativement bien conservée.

**Le « chopper » (O3-6-E16-556).** Est aménagé par un grand enlèvement envahissant depuis la partie latéro-distale droite d'un galet de calcaire. L'enlèvement vient délimiter un tranchant linéaire rectiligne en vue zénithale comme en profil et biplan asymétrique en section. L'angle du tranchant oscille autour de 70°. Le galet sélectionné initialement est asymétrique en section (avec un pan latéral et un autre au niveau de la base), ovalaire plat. Le tranchant a été aménagé dans la partie la plus étroite, opposé à une base abrupte.

**Le « chopping-tool » (O3-6-D14-493).** Est aménagé par quatre enlèvements longs à envahissants alternants sur un galet de calcaire. Ils viennent créer un tranchant sinueux en vue zénithale et denticulé avoyé en profil. Les angles du tranchant sont compris entre 90° et 100°. Le galet sélectionné est ovalaire épais et présente un pan latéral. Le tranchant est aménagé en partie latéro-distale.

**Le « chopping-tool » (O3-6-C16-699).** Est aménagé par un grand enlèvement envahissant sur une face, suivi par plusieurs enlèvements sur l'autre face d'un galet de calcaire silicifié. Le tranchant ainsi formé est denticulé en vue zénithale et avoyé en profil, avec des angles compris entre 80° et 90°. Le galet sélectionné est ovalaire plat et présente un pan au niveau d'un des bords les plus étroits. Le tranchant est aménagé de manière latérale (une des longueurs).

**Le fragment de « chopper » en basalte (O3-6-D12-622 [Fig. 10A, B]).** Présente une fracture transversale. Il a été aménagé par une série d'enlèvements unifaciaux, venant créer un tranchant linéaire convexe en vue zénithale comme en profil et concavo-plan en section. L'angle oscille entre 75° et 80°. La fracture tend à être oblique par rapport à l'axe morphologique de l'outil. Les directions d'arrachements indiquent que la fracture s'est initiée depuis le bord droit. Ces caractéristiques sont en lien avec une fracture à la taille.

**Le gros éclat fracturé (O3-6-C16-700 [Fig. 10C, D]).** Est réalisé aux dépens d'un galet de calcaire silicifié irrégulier. L'éclat est fracturé transversalement en partie distale. La face supérieure est entièrement en cortex, à l'instar du talon. Ce dernier est droit, avec un angle à l'intersection avec la face inférieure de 92°. Deux zones potentiellement actives se dégagent de la pièce. La première en partie proximale gauche est rectiligne en vue zénithale comme en profil, de section biplane ou plan-convexe avec des angles autour de 80°. La seconde zone, correspondant au bord droit, est convexe en plan et en profil, plan-convexe en section pour des angles compris entre 80° et 90°. De par les angles élevés ces deux unités peuvent être considérées comme bivalentes (Viallet 2016c), c'est-à-dire pouvant également servir de zones de maintien.



FIG. 9. — Retouchoirs en os: **A-D**, photos de D. Dainat, CERPT; détails image Dino-Lite. Barres d'échelles : A-D, 5 cm; détail de B, 1 cm; détails inférieurs de D, 1 mm.

TABLEAU 5. — Description du macro-outillage du niveau 6 d'Orgnac 3 (en dehors des bifaces). Abréviation : **Indét.**, indéterminé.

Pièce	Matière première	Morphologie	Description zone active			Angles du tranchant	Description zone de préhension
			en plan	en profil	en section		
« Chopper » O3-6-E16-556	Calcaire	Ovalaire plat à 2 pans	Linéaire convexe	Rectiligne	Biplane	70°	Base corticale, perpendiculaire transversale
« Chopping-tool » O3-6-D14-493	Calcaire	Ovalaire épais à 1 pan	Denticulée	Avoyée	Convexo-concave et biconcave	90°-100°	Base corticale, perpendiculaire longitudinale
« Chopping-tool » (préforme ?) O3-6-C16-699	Calcaire	Ovalaire plat à 1 pan	Denticulée	Avoyée	Convexo-plan et plan-concave	80°-90°	Base corticale, perpendiculaire longitudinale
Fragment de « chopper » O3-6-D12-622	Basalte	Indét.	Linéaire convexe	Convexe (légèrement irrégulier)	Concavo-concave	75°-80°	Indét.
Gros éclat fracturé O3-6-C16-700	Calcaire	Galet irrégulier	Linéaire rectiligne	Rectiligne	Biplane, Plan-convexe	80°	Zone opposée (face inférieure + face supérieure corticale abrupte)
			Linéaire convexe	Convexe	Plan-convexe	80°-90°	
Uniface (« épannelé »)	Basalte	Indét.	Indét.	Indét.	Indét.	Trop altéré	Indét.

### Analyse des macro-traces

Trois macro-outils présentent des traces d'usage. Le « chopper » O3-6-E16-556 porte des écailles isolées en position bifaciale sur la partie la plus convergente de son tranchant. Elles ont une initiation en cône et en flexion et des terminaisons réfléchies ou en escalier. Ces caractéristiques peuvent être attribuées à un usage en percussion lancée. Le gros éclat (O3-6-C16-700), présente sur ses deux zones actives des écailles. Sur le bord droit il s'agit d'une écaillage, uniquement sur la face la plus convexe, avec des initiations en cône et des terminaisons réfléchies (Fig. 10D). Bien qu'elles puissent se produire dans le cadre d'une percussion lancée, ces traces sont trop peu diagnostiques pour définir assurément un fonctionnement. Sur le bord opposé, les écailles sont discontinues et alternantes, avec des initiations en cône et des terminaisons réfléchies. La distribution alternante ne coïncide pas avec un emploi en percussion lancée, toutefois les autres critères correspondent avec cet usage, de même que la conformation globale de la pièce.

Le fragment de « chopper » porte sur son tranchant plusieurs écailles massives, sur les deux faces, avec des initiations en cône ou en flexion et des terminaisons réfléchies et en escalier. La distribution est bifaciale (Fig. 10B). Ces traces sont caractéristiques d'un emploi en percussion lancée sur un matériau dur non minéral. Expérimentalement, nous avons pu obtenir des traces similaires lors d'actions de fracturation osseuse pour extraire la moelle. D'ailleurs, certains ossements fracturés du niveau 6 portent des stigmates diagnostiques d'une fracturation par des outils de percussion tranchants.

### Les modalités de fracturation osseuses identifiées

La relecture des ossements associés à la fracturation intentionnelle a permis de mieux identifier les différents agents

et surtout les différents types de fractures et d'utilisation des os. Toutes les traces d'activités anthropiques ont été identifiées : les os chauffés ou brûlés représentent 4 %, les stries de découpe pour le dépeçage ou la consommation de la viande sont abondantes (25 % des esquilles d'os et 11 % des os déterminés). Les traces liées à la percussion pour ouvrir les cavités médullaires affectent plus de 10 % des ossements (stries de préparation, grands éclats corticaux, encoches d'impact et de contre coups) (Tableau 6).

Les ossements de carnivores ne présentent pas de fracturation intentionnelle. Les dents ne sont pas altérées par une fracturation intentionnelle contrairement à d'autres sites du Paléolithique inférieur comme la Caune de l'Arago (Moigne 1983). Les os courts sont peu affectés, les os plats sont quant à eux affectés par un écrasement secondaire. Dans le niveau 6, les os longs entiers sont absents et les os d'herbivores (cerfs, chevaux, aurochs, plus rarement daims et rhinocéros) ont subi une fracturation intentionnelle. Cette dernière est parfois occultée par une altération secondaire et par la présence d'une fracturation secondaire attribuée à l'hyène. En effet, dans plusieurs cas des traces de dents, souvent antagonistes, ont été repérées sur les bords de fracture, attestant de cette fracturation secondaire.

La percussion pour fragmenter les ossements se concentre sur les os longs, ce qui semble bien conforter le fait que cette fragmentation soit liée à l'extraction de la moelle ou la recherche d'un format d'esquille pour l'utilisation. Les ossements d'aurochs et de chevaux du niveau 6 ne montrent pas de cupules d'écrasement au niveau des points de percussion. Les encoches d'impact sont nettes, peu marquées, sans petits éclats secondaires vers la face médullaire, ce qui correspond à une percussion avec un outil contondant. Les bords sigmoïdes antagonistes correspondent au contrecoup *a priori* d'une percussion de l'os sur enclume.

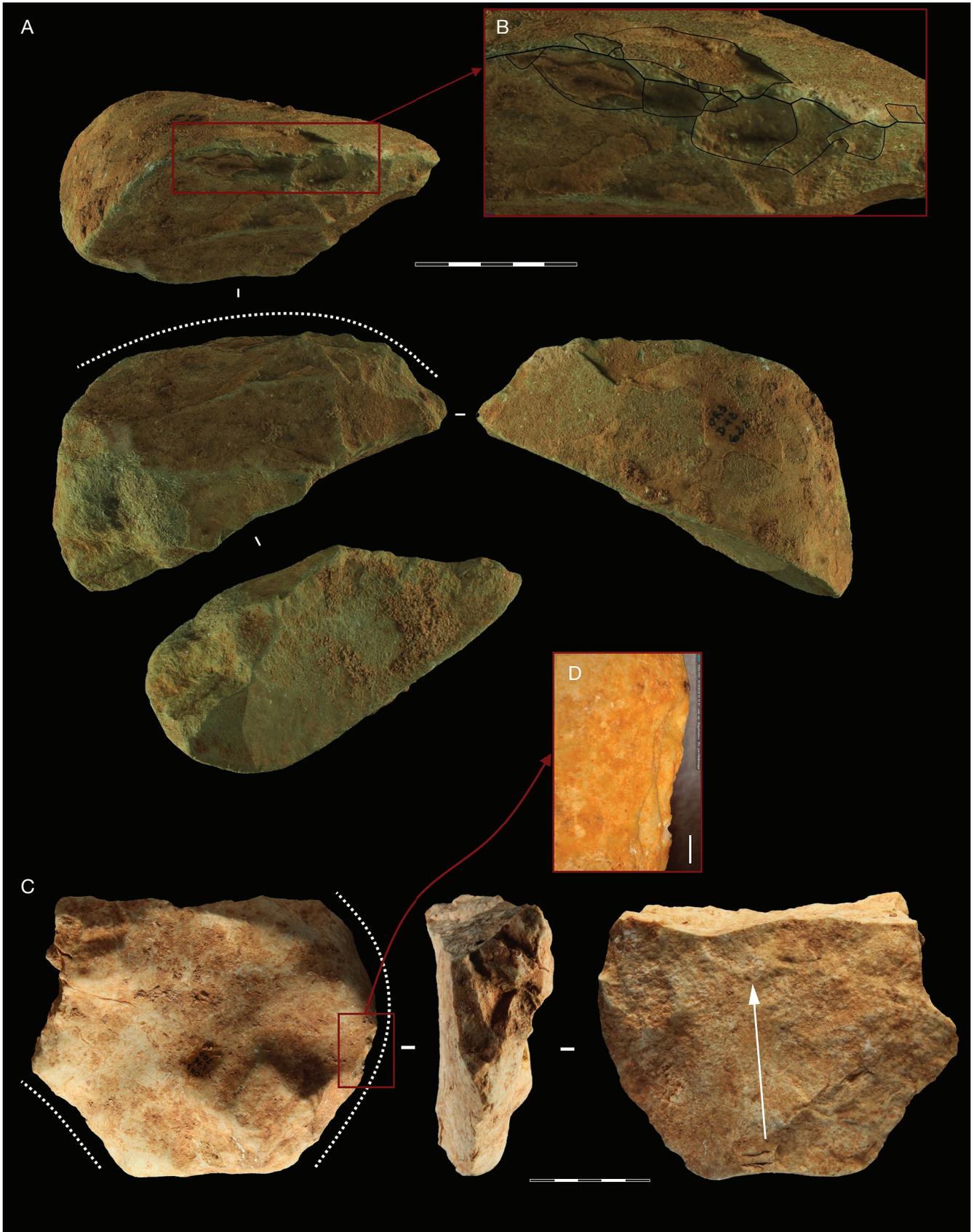


FIG. 10. — **A, B**, Fragment de chopper en basalte et détail des traces de percussion en partie distale (modèle 3D en photogrammétrie, image Dino-Lite); **C, D**, gros éclat de calcaire présentant des traces sur les deux bords, détail (C, photo de D. Dainat; D, image Dino-Lite). En **pointillés** : zones présentant des traces. Barre d'échelles : A, C, 5 cm; D, 5 mm.

TABLEAU 6. — Liste faunique du niveau 6 d’Ornac 3 et traces identifiées. Abréviations : **NRdet** total, nombre de restes déterminés; **NMI**, nombre minimum d’individus, calculé par combinaison en répartissant le matériel dentaire par classes d’âges (**jeune, adulte, âgé**); **NR os**, nombre d’os pour calculer les proportions des traces (% herbivores et % esquilles). Les traces : **mâchonnements**, nombre d’os affectés par des carnivores; **chauffés**, nombre d’os chauffés ou brûlés, totalement ou partiellement; **striés**, découpe – nombre d’os présentant des stries d’origine anthropique; **bords de fracture**, nombre d’os affectés par une fracture sur os frais, longitudinale ou spirale, présentant des bords de fracture lisses; nombre d’**encoches** de percussions, observées sur les bords de fractures; **éclats**, nombre d’éclats corticaux se développant à partir du point de percusion.

	NRdet	NMI	Jeune	Adulte	Âgé	NR os	Mâchonnements	Chauffés	Stries de Bords de		Encoches	Éclats
									découpe	fracture		
Indeterminé	173	–	–	–	–	–	15	7	43	–	6	–
<i>Homo heidelbergensis</i>	5	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–
<i>Macaca</i>	1	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Canis lunellensis</i>	25	2	–	2	–	12	1	–	–	–	–	–
<i>Vulpes vulpes</i>	5	2	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–
<i>Crocota crocuta spelaea</i>	25	2	–	2	–	14	2	–	–	–	–	–
<i>Felis silvestris</i>	10	3	2	–	–	1	–	–	–	–	–	–
<i>Lynx spelaea</i>	8	–	–	1	–	7	1	–	–	–	–	–
<i>Ursus arctos/ deningeri</i>	21	2	–	2	–	8	–	1	–	–	–	–
<i>Meles taxus</i>	3	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Mustela nivalis</i>	15	9	–	12	–	1	–	–	–	–	–	–
<i>Sus priscus</i>	55	5	1	3	1	27	–	–	–	–	–	–
<i>Bos primigenius</i>	170	10	4	3	3	92	4	4	22	18	11	4
<i>Hemitragus bonali</i>	20	–	–	–	–	12	–	–	–	–	–	–
<i>Capreolus sussenbornensis</i>	46	3	1	1	1	38	3	–	4	–	–	–
<i>Dama clactoniana</i>	137	8	1	7	–	73	2	2	1	2	2	–
<i>Rangifer tarandus</i>	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Cervus elaphus</i>	558	13	2	7	4	341	5	14	30	41	14	1
<i>Magaloceros giganteus</i>	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Equus mosbachensis</i>	322	12	2	9	1	185	8	9	31	26	18	1
<i>Stephanorhinus hemitoechus</i>	27	6	2	3	1	11	–	–	–	1	–	–
Herbivores	1338	57	13	33	11	779	22	29	88	88	45	6
% herbivores	–	–	–	–	–	–	3	4	11	11	6	1
Esquilles	–	–	–	–	–	173	15	7	43	–	6	4
% esquilles	–	–	–	–	–	–	9	5	25	–	3	2

Les ossements d’herbivores de taille moyenne présentent également des bords lisses (10%). Sur les métatarses, tibias, fémurs et radius, la fragmentation longitudinale se termine par un biseau, réduisant les diaphyses à moins d’un quart de leur longueur. L’impact est latéral ou palmaire. Les encoches (4%) observées sur les ossements de cerfs et daims sont plus développées, elles présentent de nombreux petits éclats ou écaillage sur la face médullaire et sont plutôt attribuées à des outils tranchants.

## DISCUSSION

### PRINCIPALES ACTIVITÉS IDENTIFIÉES

L’étude de l’outillage de percusion montre que plusieurs activités ont été réalisées sur le site. La présence de percuteurs et de retouchoirs indique que l’outillage léger a été produit et transformé sur place, ce qui est corroboré par la composition de l’assemblage lithique. En effet, pour la matière première principale (silex en plaquettes), toutes les étapes des chaînes opératoires de débitage et de façonnage sont présentes ainsi que la phase de transformation

des supports (nombreux éclats de retouche). Les chaînes opératoires des matériaux d’origine plus lointaine (galets de silex) sont quant à elles tronquées.

La fracturation osseuse est attestée par les traces laissées sur les restes fauniques. Elle pourrait l’être également d’après certaines pièces du macro-outillage (le matériau ne peut toutefois être confirmé). Des travaux antérieurs avaient montré un usage probable des bifaces de ce niveau en translation longitudinale sur un matériau tendre (Viallet 2016c), montrant que diverses activités de boucheries ont dû être pratiquées.

Il est possible de s’interroger sur le fait qu’aucune enclume n’ait été identifiée, alors qu’elles semblent employées pour la fracturation osseuse et le débitage du quartz. Il est probable que ces enclumes correspondent aux galets altérés, aux blocs d’effondrement de la voûte ou qu’elles soient présentes sur une surface non fouillée.

Il est ainsi possible de considérer le niveau 6 comme un site d’habitat en grotte où la production de l’outillage et les activités de boucherie sont réalisés sur place, la (ou les) occupation(s) étant structurées autour des deux foyers (Moigne & Moncel 2005).

## LE RECYCLAGE POUR DES ACTIVITÉS PERCUSSIVES AU PALÉOLITHIQUE MOYEN

### *Nucléus*

Dans le niveau 6 d'Orgnac 3 plusieurs pièces taillées ont été recyclées en matériaux percutants (deux nucléus Discoïde et un éclat de manière assurée). Des traces sont également visibles sur les faces supérieures des éclats. Cette réutilisation avec un changement de fonction de l'objet (d'une catégorie à une autre) correspond à un processus de recyclage (Amick 2014). Ce phénomène est connu de longue date puisque depuis l'Oldowayen, des cas de réemploi de nucléus polyédriques pour des activités de percussion sont connus (Leakey 1971 ; Toth 1982).

De nombreux cas de recyclage de nucléus ont également été rapportés pour le Paléolithique moyen européen. Ces comportements de recyclage/réutilisation sont d'ailleurs particulièrement fréquents au Paléolithique moyen. Des nucléus utilisés comme percuteurs ont été découverts dans le Sud de la France, comme à Payre ou Combe Brune 2, Cantalouette 1, le Rocher de Villeneuve, Chez-Pinaud ou encore Saint-Césaire (Thiebaut *et al.* 2010). Ces comportements se retrouvent également en Espagne, dans l'Area 3 de Cañaverol ou à l'abri Romani (Thiebaut *et al.* 2010 ; Baena Preysler *et al.* 2015 ; Nieto-Márquez & Baena Preysler 2017).

Dans le niveau 6 l'utilisation de nucléus comme percuteurs est ponctuelle, comme l'attestent le faible développement des traces d'utilisation. Pourtant, il a été montré que plus le nucléus est utilisé et plus son efficacité en tant que percuteur augmente (Navarro *et al.* 2016). Le développement des stigmates augmente toutefois le risque de fragmentation du percuteur. Malgré tout l'utilisation de nucléus pour le débitage devait constituer un second choix, puisque n'étant pas la solution technique la mieux adaptée (Claud *et al.* 2010). À l'instar des sites de Dordogne, le contexte environnemental peut être mis en avant pour expliquer ce phénomène de recyclage. En effet, les galets ne sont pas disponibles aux environs immédiats du site mais à cinq kilomètres au nord et au sud du site, dans les alluvions de l'Ardèche et de la Cèze. Cette utilisation ponctuelle montre les capacités d'adaptation et la plasticité des comportements des premiers Néandertaliens.

### *Éclat-retouchoir*

L'éclat ayant probablement été utilisé en tant que retouchoir revêt un intérêt particulier dans le sens où ces pièces sont encore peu signalées dans le registre archéologique européen. Elles ont été désignées sous l'appellation d'« éclats-retouchoirs » (Shchelinskii 1983 *in* Plisson 1988) ou d'éclats « à bulbes piquetés » (Tixier 2000).

Ces pièces ont été initialement identifiées en Crimée dans des stations moustériennes comme la Gouba ou Rojok 1 (Semenov 1961 ; Praslov & Semenov 1969 ; Shchelinskii 1975, 1983 ; cf. Plisson 1988). V. Shchelinskii a entrepris des travaux expérimentaux, émettant pour ces pièces l'hypothèse d'un emploi en percussion en tant qu'éclat-retouchoir : « À côté des galets et des nucléus épuisés, on employait manifestement des éclats ordinaires pour la retouche par percussion. Ce sont les expériences qui nous ont porté à

cette conclusion. Elles montrent que n'importe quel éclat, lame ou même outil en roche siliceuse, s'il a un bulbe assez bombé et lisse, peut faire office de percuteur; ce bulbe est très commode pour percuter le bord de l'objet à façonner » (Shchelinskii 1983, traduit par Plisson 1988: 131).

J. Tixier a identifié ensuite plusieurs outils présentant des traces similaires dans le moustérien de Retaïmia, en Algérie (Tixier 2000). En plus de l'utilisation en tant que retouchoir, lui et S. Beyries émettent l'hypothèse d'un piquetage volontaire du bulbe destiné à faciliter l'emmanchement ou au contraire à le désemmancher.

De telles pièces ont été identifiées dans plusieurs sites du Paléolithique moyen récent du Caucase (Stepanchuk 1992 ; Kolosov & Stepanchuk 1997 ; Stepanchuk & Sytnyk 1999 ; Adler 2002 ; Chabai 2004 ; Stepanchuk *et al.* 2017). Certains travaux ont donné lieu à une approche expérimentale pour interpréter ces pièces comme retouchoirs (Adler 2002). Les expérimentations que nous avons menées tendent en l'état à la même interprétation. Elles ont également montré l'efficacité des bulbes d'éclats convexes dans les activités de retouche par percussion lancée. Enfin, une étude récente montre la présence de très nombreux éclats-retouchoirs au Proche-Orient, dans les deux sites moustériens de Neshet-Ramla et de Quneitra (Centi *et al.* 2019). Ces pièces sont particulièrement présentes à Neshet-Ramla, conférant à ce site un statut exceptionnel (> 100).

Ainsi, des évidences de bulbes piquetés sont attestées dans des séries du Paléolithique moyen ancien et récent en Europe, au Proche-Orient et en Afrique du nord. Phénomène ponctuel de recyclage, il pourrait en réalité être sous-estimé, car non diagnostiqué. Comme l'écrivait J. Tixier en 2000 : « Spécialistes du Moustérien : à vos bulbes ! » (Tixier 2000: 130).

L'éclat-retouchoir du niveau 6 d'Orgnac présente des traces d'utilisation très développées, qui montrent qu'il a été utilisé pendant un temps long. En effet, aucune des répliques expérimentales réalisées ne possède un tel développement des traces (600, 1200 et 2000 coups). Ce retouchoir n'a donc pas été utilisé ponctuellement et devait produire des retouches spécifiques, différentes de celles de retouchoirs en os. Ainsi, une spécialisation dans l'outillage de confection a pu exister. Il est toutefois nécessaire de poursuivre les approches expérimentales, puisque les traces sont légèrement différentes de celles publiées (Tixier 2000 ; Centi *et al.* 2019).

## RELATION RETOUCHOIRS EN OS/OUTILLAGE LITHIQUE ET ACTIVITÉS DE CONFECTION

Quatre retouchoirs en os ont été identifiés. Ils présentent plusieurs types d'utilisations, ponctuelle ou intense. Les traces orientent vers une utilisation sur silex, ce qui est cohérent dans la mesure où seuls trois outils sur éclats en quartz ont été identifiés pour 247 en silex. Les retouches sur ces outils sont longues à envahissantes, majoritairement écailleuses, parfois scalariformes.

D'après l'analyse, il n'existe pas de véritable format de retouchoir, les quatre identifiés présentant une variabilité importante. Un ou deux pôles sont utilisés. Par ailleurs, un des retouchoirs a été fracturé au cours de l'utilisation.

## QUELLE PLACE POUR LES ACTIVITÉS DE PERCUSSION AU DÉBUT DU PALÉOLITHIQUE MOYEN ?

À une plus large échelle, il est intéressant de questionner la place des activités de percussion dans les modes de vies des premiers Néandertaliens. Dans le niveau 6 d'Orgnac 3, la gamme d'outils percussifs est diversifiée (percussion lancée tranchante ou contondante). Les données disponibles quant aux pratiques de ces activités au Paléolithique moyen ancien et récent sont hétérogènes.

Concernant la percussion tranchante, certaines catégories d'objets comme les bifaces et les hachereaux ont fait l'objet d'analyses technologiques et fonctionnelles détaillées, indiquant des emplois en percussion lancée (Claud 2012; Claud *et al.* 2015; Brenet *et al.* 2017) ou en tant que briquets (Sorensen *et al.* 2018).

À propos de la percussion contondante, les activités documentées concernent avant tout la taille de la pierre, que ce soit avec des galets bruts ou des matériaux recyclés, incluant nucléus et bifaces (Boëda *et al.* 2004; Thiebaut *et al.* 2010; Cuartero 2014; Baena Preysler *et al.* 2015). Il n'existe à l'heure actuelle pas d'étude ayant montré une utilisation d'outils pour broyer des végétaux. De même, il est possible que la fracturation osseuse laisse peu de traces sur les galets. Cette activité peut toutefois être identifiée d'après les restes osseux, se pose alors la question des outils utilisés.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Diverses activités de percussion ont pu être identifiées dans le niveau 6 d'Orgnac 3 à la fin du MIS 9. Elles concernent en grande partie la taille de la pierre (percuteurs, retouchoirs en os et en pierre). Les activités de débitage/façonnage puis de transformation des supports (retouche) se sont déroulées sur place, ce qui est cohérent avec les données techno-économiques. Plusieurs pièces ont été recyclées en percuteurs (nucléus et retouchoir), ce qui est à relier avec l'environnement autour du site où les galets sont accessibles à cinq kilomètres. Il s'agit d'un comportement déjà présent au Paléolithique inférieur et très fréquent au cours du Paléolithique moyen, qui témoigne des capacités d'adaptation des Homininés (le recyclage de ces éléments ne constituant pas le choix technique le plus approprié). L'utilisation d'un éclat-retouchoir et de retouchoirs en os montre une spécialisation de l'outillage et des gestes associés à la confection dans les premières phases du Paléolithique moyen.

Quelques pièces taillées présentent également des traces qu'il est possible d'assimiler à des activités de percussion tranchante, sur un matériau dur non minéral (os?). L'analyse des ossements montre une fracturation anthropique (contondante, sur enclume et tranchante) et une récupération des fragments de diaphyses pour une utilisation en tant que retouchoirs.

Pour aller plus loin dans la réflexion sur la diversité des activités de percussion réalisées au sein d'une occupation, il apparaît nécessaire de multiplier les approches combinées sur les restes fauniques et le matériel lithique. Pour cela, la création de référentiels expérimentaux spécifiques est nécessaire, notamment pour identifier le matériel de percussion utilisé (contondant ou tranchant).

## Remerciements

Nous tenons à remercier Jean Combié pour l'accès aux collections d'Orgnac 3 conservées au CERPT, ainsi qu'à l'équipe DisCo de l'UMR 7194 – Histoire naturelle de l'Homme préhistorique. Merci également aux programmes et équipes dans lesquels les expérimentations de fracturation se sont déroulées : le GDR 3591 TaphEnA et particulièrement J.-Ph. Brugal, P. Magniez et L. Bourguignon, ainsi que Paléotime. Nous tenons enfin à remercier le reviewer et les éditeurs de cette thématique, pour leurs commentaires.

## RÉFÉRENCES

- ADLER D. R. 2002. — *Late Middle Palaeolithic Patterns of Lithic Reduction. Mobility and Land-Use in the Southern Caucasus*. Unpublished PhD Thesis. Harvard University, Cambridge.
- AMICK D. 2014. — Reflections on the origins of recycling: A paleolithic perspective. *Lithic Technology* 39 (1): 64-69. <https://doi.org/10.1179/0197726113Z.00000000025>
- AOURAGHE H. 1992. — *Les faunes de grands mammifères du site Pléistocène moyen d'Orgnac 3 (Ardèche, France)*. Unpublished PhD Thesis. Muséum national d'Histoire naturelle de Paris, Paris, 492 p.
- ARROYO A. & DE LA TORRE I. 2018. — Pounding tools in HWK EE and EF-HR (Olduvai Gorge, Tanzania): Percussive activities in the Oldowan-Acheulean transition. *Journal of Human Evolution* 120: 402-421. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2017.10.005>
- AUGUSTE P. 2002. — Fiche éclats diaphysaires du Paléolithique moyen : Biache-Saint-Vaast (Pas-de-Calais) et Kulna (Moravie, République Tchèque) in PATOU-MATHIS M. (dir.), *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique. Cahier X : Compresseurs, percuteurs, retouchoirs... Os à impressions et éraillures*. Société Préhistorique Française, Paris: 39-57.
- BAENA PREYSLER J., NIETO-MARQUEZ I. O., TORRES NAVAS C. & BAREZ-CUETO S. 2015. — Recycling in abundance: Re-use and recycling processes in the Lower and Middle Paleolithic contexts of the central Iberian Peninsula. *Quaternary International* 361: 142-154. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.07.007>
- BARSKY D., VERGÈS J.-M., SALA R., MENENDEZ L. & TORO-MOYANO I. 2015. — Limestone percussion tools from the Late Early Pleistocene sites of Barranco León and Fuente Nueva 3 (Orce, Spain). *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 370 (1682). <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0352>
- BLASCO R., ROSELL J., CUARTERO F., FERNANDEZ-PERIS A., GOPHER A. & BARKAI R. 2013. — Using bones to shape stones: MIS 9 bone retouchers at both edges of the Mediterranean Sea. *PLoS ONE* 8 (10): e76780. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076780>
- BLUMENSCHINE R. J. & SELVAGGIO M. M. 1988. — Percussion marks on bone surfaces as a new diagnostic of hominid behaviour. *Nature* 333: 763-765. <https://doi.org/10.1038/333763a0>
- BOËDA E. 1997. — *Technogenèse de systèmes de production lithique au Paléolithique inférieur et moyen en Europe occidentale et au Proche-Orient*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Paris-X-Nanterre, Nanterre, 173 p.
- BOËDA E. 2013. — *Techno-logique & Technologie. Une Paléo-histoire des objets lithiques tranchants*. Archeo-editions, Lormont, 266 p.
- BOËDA E., SORIANO S. & NOËL-SORIANO S. 2004. — Fonction et fonctionnement d'un site à la fin du Pléistocène moyen. Le niveau acheuléen C3 base de Barbas I (Creysse, Dordogne) in BODU P. & CONSTANTIN C. (dir.), *Approches fonctionnelles en préhistoire*. Actes du XXV<sup>e</sup> Congrès préhistorique de France, Nanterre, 24-26 novembre 2000, Société préhistorique française, Paris: 293-30
- BOURGOIS G. 2018. — *Les Mustelidae (CARNIVORA) du Pléistocène du Sud de la France. Approche paléontologique,*

- biométrique et de morphométrie géométrique des genres *Gulo*, *Martes*, *Mustela* et *Meles*. Thèse de doctorat, Université de Perpignan Via Domitia, Perpignan, 310 p.
- BOURGUIGNON L. 1997. — *Le Moustérien de type Quina : nouvelle définition d'une entité technique*. Thèse de doctorat, Université de Paris-X-Nanterre, Nanterre, 2 tomes, 672 p.
- BRENET M., CHADELLE J.-P., CLAUD E., COLONGE D., DELAGNES A., DESCHAMPS M., FOLGADO M., GRAVINA B. & IHUEL E. 2017. — The function and role of bifaces in the Late Middle Paleolithic of southwestern France: Examples from the Charente and Dordogne to the Basque Country. *Quaternary International* 428: 251-169. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.12.052>
- CARICOLA I., ZUPANCICH A. MOSCONI D., MUTRI G., FALCUCCI A., DUCHES R., PERESANI M. & CRISTIANI E. 2018. — An integrated method for understanding the function of macro-lithic tools. Use wear, 3D and spatial analyses of an Early Upper Palaeolithic assemblage from northeastern Italy. *PLoS ONE* 13 (12): e0207773. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207773>
- CENTI L., GROMAN-YAROSLAVSKI I., FRIEDMAN N., ORON M., PRÉVOST M. & ZAIDNER Y. 2019. — The bulb retouchers in the Levant: New insights into Middle Palaeolithic retouching techniques and mobile tool-kit composition. *PLoS ONE* 14 (7): e0218859. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218859>
- CHABAI V. P. 2004. — Chokurcha I Unit IV: Artifacts, in CHABAI V. P., MONIGAL K. & MARKS A. E. (eds), *The Middle Paleolithic and Early Upper Paleolithic of eastern Crimea*. Presses Universitaires de Liège, coll. ERAUL, no. 104, vol. 3, Liège: 377-416.
- CHAVALLON J. 1979. — Essai pour une typologie du matériel de percussion. *Bulletin de la Société préhistorique française* 76 (8): 230-233.
- CLAUD E. 2008. — *Le statut fonctionnel des bifaces au Paléolithique moyen récent dans le Sud-Ouest de la France. Étude tracéologique intégrée des outillages des sites de La Graulet, La Combe de Bergerac, Combe Brune 2, Fonseigner et Chez-Pinaud/Jonzac*. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux-I, Bordeaux, 546 p.
- CLAUD E. 2012. — Les bifaces : des outils polyfonctionnels ? Étude tracéologique intégrée de bifaces du Paléolithique moyen récent du Sud-Ouest de la France. *Bulletin de la Société préhistorique française* 109, 3: 413-439.
- CLAUD E., MOURRE V., THIEBAUT C. & BRENET M. 2010. — Le recyclage au Paléolithique moyen. Des bifaces et des nucléus utilisés comme percuteurs. *Archeopages*: 6-15.
- CLAUD E., DESCHAMPS M., COLONGE D., MOURRE V. & THIEBAUT C. 2015. — Experimental and functional analysis of Late Middle Paleolithic flake cleavers from southwestern Europe (France and Spain). *Journal of Archaeological Science* 62: 105-127. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.05.013>
- COMBIER J. 1967. — *Le Paléolithique de l'Ardèche dans son cadre paléoclimatique*. Publication de l'Institut de Préhistoire de Bordeaux, Mémoire no. 4, Bordeaux, 462 p.
- COSTAMAGNO S., BURGUIGNON L., SOULIER M.-C., MEIGNEN L., BEAUVAL C., RENDU W., MUSSINI C., MANN A. & MAUREILLE B. 2018. — Bone Retouchers and Site Function in the Quina Moustérien: the case of Les Pradelles (Marillac-Le-Franc, France), in *The Origins of Bone Tool Technologies*. RGZM, Mayence: 1-31.
- CUARTERO F. 2014. — *Percutores y retocadores: Interpretación de comportamientos técnicos en el Paleolítico medio peninsular desde el análisis del instrumental del tallador*. Thèse de doctorat, Université Autonome de Madrid, Madrid.
- DAUJEARD C., MONCEL M.-H. FIORE I., TAGLIACCOZZO A., BINDON P. & RAYNAL J.-P. 2014. — Middle Paleolithic bone retouchers in Southern France: Variability and functionality. *Quaternary International* 326-327: 492-518. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.12.022>
- DAUJEARD C., VALENSI P., FIORE I., MOIGNE A.-M., TAGLIACCOZZO A., MONCEL M.-H., SANTAGATA C., CAUCHE D. & RAYNAL J.-P. 2018. — A Reappraisal of Lower to Middle Palaeolithic bone retouchers from Southeastern France (MIS 11 to 3), in *The Origins of Bone Tool Technologies*. RGZM, Mayence: 93-139.
- DE BEAUNE S. A. 1989. — Essai d'une classification typologique des galets et plaquettes utilisés au Paléolithique. *Gallia préhistoire* 31 (1): 27-64.
- DE BEAUNE S. A. 1997. — Les galets utilisés au Paléolithique supérieur. Approche archéologique et expérimentale. *Gallia Préhistoire*, supplément 32, 300 p.
- DE BEAUNE S. A. 2000. — *Pour une archéologie du geste. Broyer, moudre, piler. Des premiers chasseurs aux premiers agriculteurs*. CNRS Éditions, Paris, 238 p.
- DE LA TORRE I. & MORA R. 2009. — A technological analysis of non-flaked stone tools in Olduvai Beds I & II. Stressing the relevance of percussion activities in the African Lower Pleistocene. *Paleo*, no. special « Entre le marteau et l'enclume »: 13-34. <https://doi.org/10.4000/paleo.1877>
- DEBARD E. 1987. — *Le Quaternaire du Bas-Vivarais : dynamique sédimentaire, paléoclimatologie et chronologie d'après l'étude sédimentologique des remplissages d'avens, de porches, de grottes et d'abris-sous-roches. Comparaison avec le Velay oriental*. Thèse de doctorat, Université de Lyon-I, Lyon, 316 p.
- DEBARD E. & PASTRE J.-F. 1988. — Un marqueur chronostratigraphique du Pléistocène moyen à la périphérie du Massif central : la retombée de clinopyroxène vert du Sancy dans le site acheuléen d'Orgnac III (Bas-Vivarais, SE France). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Ser. 2, 306: 1515-1520.
- DIEZ-MARTIN F., SANCHEZ YUSTOS P., DOMINGUEZ-RODRIGO M., MABULLA A. Z. P., BUNN H. T., ASHLEY G. M., BARBA R. & BAQUEDANO E. 2010. — New insight into hominin lithic activities at FLK North Bed I, Olduvai Gorge, Tanzania. *Quaternary Research* 74: 376-387. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2010.07.019>
- DUBREUIL L. & SAVAGE D. 2014. — Ground stones: a synthesis of the use-wear approach. *Journal of Archaeological Science* 48: 139-153. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.06.023>
- DONNART K. 2010. — L'analyse des unités techno-fonctionnelles adaptées à l'étude du macro-outillage néolithique. *L'Anthropologie* 114 (2): 179-198. <https://doi.org/10.1016/j.anthro.2010.03.001>
- FAIVRE J.-PH., GENESTE J.-M. & TURQ A. 2009. — La fracturation en split, une technique de production dans l'industrie lithique des Tares (Sourzac, Dordogne). *Paleo*, no. spécial « Entre le marteau et l'enclume »: 133-142. <https://doi.org/10.4000/paleo.1944>
- FALGUÈRES C., SHEN G. & YOKOHAMA Y. 1988. — Datations de l'Aven d'Orgnac 3: comparaison par les méthodes de la résonance de spin électronique (ESR) et du déséquilibre des familles de l'Uranium. *L'Anthropologie* 92: 727-730.
- GAUTHIER A. 1992. — *Paléoenvironnements du Pléistocène moyen dans le Sud de la France. Apports et limites de l'analyse pollinique de trois sites préhistoriques : Caune l'Arago, Orgnac 3, Grotte du Lazaret*. Thèse de doctorat, Museum national d'Histoire naturelle de Paris, Paris, 265 p.
- GENESTE J.-M. & PLISSON H. 1996. — Production et utilisation de l'outillage lithique dans le Moustérien du Sud-Ouest de la France : les Tares à Sourzac, vallée de l'Isle, Dordogne, in BIETTI A. & GRIMALDI S. (eds), *Reduction Processes (« chaînes opératoires ») for the European Mousterian (Rome, 26-28 mai 1995)*, Actes de la table ronde internationale. *Quaternaria nova* 6: 343-368.
- GOREN-INBAR N., SHARON G., MELAMED Y. & KISLEV M. 2002. — Nuts, nut cracking, and pitted stones at Gesher Benot Ya'aqov, Israel. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99: 2455-2460. <https://doi.org/10.1073/pnas.032570499>
- GUÉRIN C. 1980. — *Les Rhinocéros (mammalia, Perissodactyla) du Miocène terminal au Pléistocène supérieur en Europe occidentale (comparaison avec les espèces actuelles)*. Thèse d'État, Université de Lyon-I, Lyon, 1182 p.
- HAMON C. 2008. — Functional analysis of stone grinding and polishing tools from the Earliest Neolithic of northwestern Europe. *Journal of Archaeological Science* 35 (6): 1502-1520. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.10.017>
- HAYDEN B. (dir.) 1979. — *Lithic use-wear analysis*. Proceedings of the Conference held Department of Archaeology, Burnaby, 16-20 march 1977, Academic Press, New York, 413 p.

- HÉRISSON D., AIRVAUX J., LENOBLE A., RICHTER D., CLAUD E. & PRIMAULT J. 2012. — Le gisement acheuléen de La Grande Vallée à Colombiers (Vienne, France) : stratigraphie, processus de formation, datations préliminaires et industries lithiques. *Paleo* 23: 137-154. <https://doi.org/10.4000/paleo.2329>
- INIZAN M.-L., REDURON M., ROCHE H. & TIXIER J. 1995. — *Préhistoire de la pierre taillée*, t. 4, *Technologie de la pierre taillée*. Cercle de recherches et d'études préhistoriques, Antibes, 199 p.
- JEANNET M. 1974. — *Les rongeurs d'Orgnac 3 (Ardèche)*. DESS Sciences Naturelles, Université de Dijon, Dijon, 113 p.
- JEANNET M. 1981. — Les rongeurs du gisement acheuléen d'Orgnac 3 (Ardèche). *Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon* 50: 49-71.
- JOLY R. DE 1947. — Hypothèse sur la formation de l'Aven d'Orgnac (Ardèche). *La Nature* 3139: 209-214.
- JULIEN M. 1985. — L'outillage lithique non façonné, in LAVALLÉE D. (dir.), *Télar-machay. Chasseurs et pasteurs préhistoriques des Andes*. Éditions Recherches sur les Civilisations, synthèse 20, 1, Paris: 207-213.
- KEELEY L. H. 1980. — Experimental Determination of Stone Tool Use. The University of Chicago Press, Chicago, 212 p.
- KHATIB S. 1989. — *Le site d'Orgnac 3 (Ardèche) : étude sédimentologique et géochimique. Cadre chronologique et évolution paléoclimatique*. Thèse de doctorat, Museum national d'Histoire naturelle de Paris, Paris, 209 p.
- KHATIB S. 1994. — Datation des cendres volcaniques et analyses géochimiques du remplissage d'Orgnac 3 (Ardèche, France). *Quaternaire* 5 (1): 13-22.
- KOLOSOV Y. U. G. & STEPANCHUK V. N. 1997. — New type of Middle Palaeolithic Industry in eastern Crimea. *Archeologičké Rozhl* XLIX: 124-45.
- LAMING-EMPERAIRE A. 1979. — Lexique, in *Enregistrement et analyse des données archéologiques. Essai sur l'analyse descriptive d'industries lithiques américaines*. Textes réunis et présentés par PLUMET P. Société Recherches amérindiennes au Québec, coll. Paleo-Quebec, no. 9, Montréal, 246 p.
- LANGLOIS A. 2004. — *Au sujet du Cheval de La Micoque (Dordogne) et des comportements humains de subsistance au Pléistocène moyen dans le Nord-Est de l'Aquitaine*. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, vol 1., Bordeaux, 383 p.
- LEAKEY M. D. 1971. — *Olduvai Gorge, Excavations in Beds I and II, 1960-1963*. Cambridge University Press, vol. 3, Cambridge, 306 p.
- LEMORINI C. 2000. — Reconnaître les tactiques d'exploitation du milieu au Paléolithique moyen. La contribution de l'analyse fonctionnelle. *BAR International Series* 828, 127 p.
- LEPOT M. 1993. — *Approche techno-fonctionnelle de l'outillage moustérien. Essai de classification des parties actives en termes d'efficacité technique. Application de la couche M2e sagittale du grand abri de la Ferrassie (fouille Henri Delporte)*. Mémoire de maîtrise, Université de Paris-X-Nanterre, Nanterre, 2 tomes, 170 p.
- LEROI-GOURHAN A. 1943. — *Evolution et techniques I : l'Homme et la Matière*. Albin Michel, réédition de 1971, Paris, 352 p.
- LEROYER M. 2016. — *Palethnologie acheuléenne : de la technologie bifaciale à l'organisation de la subsistance collective. Étude du site de Boxgrove - Eartham Pit (West-Sussex, Angleterre) et de deux sites du cours moyen de la Seine*. Thèse de doctorat, Université Paris-I Panthéon-Sorbonne, Paris, 621 p.
- LUMLEY M.-H. DE 1981. — Les restes humains d'Orgnac 3, in *Les premiers habitants de l'Europe (15,000-1,000,000 ans)*. Catalogue de l'exposition du laboratoire de préhistoire du musée de l'Homme, Paris, 143-145.
- MALLYE J.-B., THIÉBAUT C., MOURRE V., COSTAMAGNO S., CLAUD E. & WEISBECKER P. 2012. — The Mousterian bone retouchers of Noisetier Cave: experimentation and identification of marks. *Journal of Archaeological Science* 39:1131-1142. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.12.018>
- MATHIAS C. 2018. — *Les phases anciennes du Paléolithique moyen dans le Sud-Est et le Sud-Ouest de la France : étude des systèmes techniques lithiques*. Thèse de doctorat, Université de Perpignan Via-Domitia, Perpignan, 728 p.
- MATHIAS C. & VIALLET C. 2018. — On the possible use of flake-bulbs for retouch during the Early Middle Palaeolithic in southeastern France: First results of an experimental approach. *Butletí Arqueològic* V, 40: 323-328.
- MICHEL V., SHEN G., SHEN C. C., FORNARI N., VERATI C., GALLET S. & SABATIER D. 2011. — Les derniers *Homo heidelbergensis* et leurs descendants les néandertaliens : datation des sites d'Orgnac 3, du Lazaret et de Zafarraya. *Comptes Rendus Palevol* 10: 577-587. <https://doi.org/10.1016/j.crvp.2011.06.002>
- MICHEL V., SHEN G., SHEN C. C., WU C. C., VERATI C., GALLET S., MONCEL M.-H., COMBIER J., KHATIB S. & MANETTI M. 2013. — Application of U/Th and <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar Dating to Orgnac 3, a Late Acheulean and Early Middle Palaeolithic Site in Ardèche, France. *PLoS ONE* 8 1(2): 1-17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082394>
- MITCHELL J. C. 1998. — A use-wear analysis of selected british lower Paleolithic Handaxes with special reference to the site of Boxgrove (West Sussex). A study incorporating optical microscopy, computer aided image analysis and experimental archaeology. Dissertation submitted for the degree of Doctor of Philosophy, Oxford, 604 p.
- MOIGNE A.-M. 1983. — *Taphonomie des faunes quaternaires de la Caune de l'Arago, Tautavel*. Thèse de doctorat, Université de Paris-VI Pierre et Marie Curie, Paris, 344 p.
- MOIGNE A.-M. & MONCEL M.-H. 2005. — Données nouvelles sur les restes fauniques et lithiques dans différents niveaux d'occupation du site d'Orgnac 3 (Ardèche, Sud-Est de la France) : types d'occupation, in MOLINES N., MONCEL M.-H. & MONNIER J.-L. (eds), *Les Premiers peuplements en Europe. BAR International Series* 1364: 215-226.
- MOIGNE A.-M., VALENSI P., AUGUSTE P., GARCIA-SOLANO J., TUFFREAU A., LAMOTTE A., BARROSO C. & MONCEL M.-H. 2016. — Bone retouchers from Lower Palaeolithic sites: Terra Amata, Orgnac 3, Cagny-l'Épinette and Cueva del Angel. *Quaternary International* 409B: 195-212. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.06.059>
- MONCEL M.-H. 1995. — Biface et outil-biface du Paléolithique moyen ancien : réflexion à partir des sites d'Ardèche, Orgnac 3 et Payre. *Paleo* 7: 157-169.
- MONCEL M.-H. 1999. — *Les assemblages lithiques du site Pléistocène moyen d'Orgnac 3 (Ardèche, Moyenne vallée du Rhône, France)*. Presses Universitaires de Liège, coll. ERAUL, no. 89, 446 p.
- MONCEL M.-H., MOIGNE A.-M. & COMBIER J. 2005. — Pre-Neandertal behaviour during isotopic stage 9 and the beginning of stage 8. New data concerning fauna and lithics in the different occupation levels of Orgnac 3 (Ardèche, South-East France). *Journal of Archaeological Science* 32: 1263-1301. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.03.014>
- MONCEL M.-H., MOIGNE A.-M., SAM Y. & COMBIER J. 2011. — The Emergence of Neanderthal Technical Behavior: New evidence from Orgnac 3 (Level 1, MIS 8), southeastern France. *Current Anthropology* 52 (1): 37-75. <https://doi.org/10.1086/658179>
- MONCEL M.-H., MOIGN A.-M. & COMBIER J. 2012. — Towards the Middle Palaeolithic in western Europe: the case of Orgnac 3 (southeastern France). *Journal of Human Evolution* 63: 103-124. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2012.08.001>
- MOURRE V. 2004. — Le débitage sur enclume au Paléolithique moyen dans le Sud-Ouest de la France, in VAN PEER P., BONJEAN D. & SEMAL P. (dir.), *Actes du XIV<sup>e</sup> congrès UISPP, session 5 : Paléolithique moyen*, Liège, 2-8 septembre 2001. *BAR International Series* S1239: 29-38.
- NAVARRO L. V., DIAZ PEREZ S., BUSTOS-PEREZ G., CUARTERO MONTEAGUDO F., TORRES NAVAS C. & BAENA PREYSLER J. 2016. — Experimental study on flint hammerstone use in Discoid-Levallois technologies: A comparison with the workshop assemblages of the central Iberian Peninsula. *Journal of Lithic Studies* 3 (2), 19 p. <https://doi.org/10.2218/jls.v3i2.1442>

- NIETO-MÁRQUEZ I. O. & BAENA PREYSLER J. 2017. — Did stones speak about people? Flint catchment and Neanderthal behaviour from Area 3 (Cañaveral, Madrid-Spain). *Quaternary International* 435: 144-163. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.019>
- PATOU-MATHIS M. & SCHWAB C. 2002. — Fiche générale, in PATOU-MATHIS M. (dir.), *Retouchoirs, compresseurs, percuteurs... Os à impressions et éraillures*. Éditions SPF, Cahier X, Paris: 11-19.
- PLISSON H. 1988. — Technologie et tracéologie des outils lithiques moustériens en Union-Soviétique: les travaux de V.E. Schelinskiï, in *L'Homme de Néandertal 4*. La Technique, Liège: 121-168.
- PRASLOV N. D. & SEMENOV S. A. 1969. — Founktsiiah moust'erskih kremnevnyh oroudiï iz stoianok Priazov'ia. *Kratkie Soobshcheniia Institouta Arheologii AN SSSR*: 117.
- PROST D. 1989. — *Enlèvements accidentels, enlèvements d'utilisation et de retouche sur les outils de pierre taillée*. Thèse de doctorat, Université de Paris-X-Nanterre, Nanterre, 552 p.
- QUILLICI-PACAUD J.-F. 2010. — Hommage à André Leroi-Gourhan. *Techniques & Culture* 54-55 (1): 71-83. <https://doi.org/10.4000/tc.4990>
- ROTS V. & VAN PEER P. 2006. — Early evidence of complexity in lithic economy: core-axes production, hafting and use at Late Middle Pleistocene site 8-B-11, Sai Island (Sudan). *Journal of Archaeological Science* 33: 360-371. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.08.002>
- ROUSSEL M., BOURGUIGNON L. & SORESSI M. 2009. — Identification par l'expérimentation de la percussion au percuteur de calcaire au Paléolithique moyen: le cas du façonnage des raclours bifaciaux Quina de Chez Pinaud (Jonzac, Charente-Maritime). *Bulletin de la Société préhistorique française* 106: 219-238.
- SAM Y. & MOIGNE A.-M. 2011. — Rôle des Hommes et des carnivores dans l'accumulation osseuse de niveaux profonds d'Ornac 3 (Ardèche, France), in BRUGAL J.-Ph., GARDEISEN A. & ZUCKER A. (eds), *Prédateurs dans tous leurs états. Évolution, Biodiversité, Interactions, Mythes, Symboles*. Éditions Association pour la Promotion et la Diffusion des Connaissances Archéologiques, Antibes: 64-83.
- SEMAW S., ROGERS M. J. & STOUT D. 2009. — Insights into late Pliocene lithic assemblage variability: the East Gona and Ounda Gona South Oldowan archeology (2.6 million years ago), Afar, Ethiopia, in SCHICK K. & STOUT N. (eds), *The Cutting Edge: New Approaches to the Archaeology of Human Origins*. Stone Age Institute Press, Bloomington: 211-246.
- SEMENOV S. A. 1961. — Sledy rabot y na oroudiïah i dokazatel'stva rabot y neandertal'tchev provoi roukoï. *Kratkie Soobshcheniia Institouta Arheologii* 84: 12-18.
- SEMENOV S. A. 1964. — *An Experimental Study of the oldest Tools and Artefacts from traces of Manufacture and Wear*. Adams & Dart, 212 p.
- SHELINSKIÏ V. E. 1975. — Trasologiticheskoe izoutchenie founktsiï kamennyh oroudiï Goubsoï moust'erskoï stoianki v Prikouban'e (Analyse tracéologique de la fonction des outils lithiques du site moustérien de la Gouba dans le Prékouban). *Kratkie Soobshcheniia Institouta Arheologii AN SSSR* 141: 51-57.
- SHELINSKIÏ V. E. 1983. — Kizoutcheniïou tehnik, tehnologii izgotovleniia i founktsiï oroudiï moust'erskoï epohou (Vers une étude de la technique, de la technologie de fabrication et de la fonction des outils de l'époque moustérienne), in *Tehnologiiia proizvodstva v epohy paleolita*. Nauka, Leningrad: 72-133.
- SHEN G. 1985. — *Datation des planchers stalagmitiques de sites acheuléens en Europe par les méthodes des déséquilibres des familles de l'Uranium et contribution méthodologique*. Thèse de doctorat, Université de Paris-VI Pierre et Marie Curie, Paris, 169 p.
- SIEGEL P. 1985. — Edge angle as a functional indicator: a test. *Lithic Technology* 14 (2): 90-94. <https://doi.org/10.1080/01977261.1985.11754508>
- SORESSI M. 2002. — *Le Moustérien de tradition acheuléenne du Sud-Ouest de la France. Discussion sur la signification du faciès à partir de l'étude comparée de quatre sites : Pech-de-l'Azé I, Le Moustier, la Rochette et la grotte XVI*. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux-I, Bordeaux, 345 p.
- SORENSEN A. C., CLAUD E. & SORESSI M. 2018. — Neanderthal fire-making technology inferred from microwear analysis. *Scientific Reports* 8 (1): 10065. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28342-9>
- SORIANO S. 2000. — *Outillage bifacial et outillage sur éclat au Paléolithique ancien et moyen : coexistence et interaction*. Thèse de doctorat, Université de Paris-X-Nanterre, Nanterre, 459 p.
- STEPANCHUK V. N. 1992. — Kiik-Kobian: A Distinct Mousterian Industry in the Crimea. *Archeologické Rozhledy* XLIV (4): 505-23.
- STEPANCHUK V. N. & SYTNYK O. 1999. — The Chaines Opératoires of Levallois site Pronyatyn, western Ukraine. *Préhistoire Européenne* 13: 33-67.
- STEPANCHUK V. N., VASILYEV S. V., KHALDEEVA N. I., KHARLAMOVA N. V. & BORUTSKAYA S. B. 2017. — The last Neanderthals of Eastern Europe: Micoquian layers IIIa and III of the site of Zaskalnaya VI (Kolosovskaya), anthropological records and context. *Quaternary International* 428: 132-50. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.042>
- THIEBAUT C., CLAUD E., MOURRE V., CHACON M. G., ASSELIN G., BRENET M. & PARAVEL B. 2010. — Le recyclage et la réutilisation de nucléus et de bifaces au Paléolithique moyen en Europe occidentale : quelles fonctions et quelles implications culturelles? *P@lethnologie*, 41 p. <https://doi.org/10.4000/palethnologie.588>
- TITTON S., BARGALLO A., VERGES J. M., GUARDIOLA M., GARCIA SOLANO J., JIMENEZ ARENAS J. M., TORO-MOYANO I. & SALARAMOS R. 2018. — Active percussion tools from the Oldowan site of Barranco Leon (Orce, Andalusia, Spain): The fundamental role of pounding activities in hominin lifeways. *Journal of Archaeological Science* 96: 131-147. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2018.06.004>
- TIXIER J. 2000. — Outils moustériens à bulbe « piqueté » (Retaimia, Algérie). *À la recherche de l'Homme Préhistorique* 95: 125-130.
- TOTH N. P. 1982. — *The Stone Technologies of Early Hominids at Koobi Fora, Kenya: an Experimental Approach*. Thèse de doctorat, Department of Anthropology, University of California, Berkeley.
- VALLIN L., MASSON B., CASPAR J.-P. & DEPIEREUX E. 2006. — L'outil idéal. Analyse du standard Levallois des sites moustériens d'Hermies (Nord de la France). *Paleo* 18: 237-272.
- VERNA C. & D'ERRICO F. 2011. — The earliest evidence for the use of human bone as a tool. *Journal of Human Evolution* 60: 145-157. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2010.07.027>
- VIALLET C. 2016a. — Bifaces used for percussion? Experimental approach to percussion marks and functional analysis of the bifaces from Terra Amata (Nice, France). *Quaternary International* 409: 174-181. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.08.068>
- VIALLET C. 2016b. — Macrotraces of Middle Pleistocene bifaces from two Mediterranean sites: Structural and Functional analysis. *Quaternary International* 411b: 202-211. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.024>
- VIALLET C. 2016c. — *Potentiel fonctionnel des outils bifaciaux au Pléistocène moyen en contexte méditerranéen. Analyse de la structure et des macro-traces des séries bifaciales de la Caune de l'Arago, Terra Amata, Ornac 3 et du Lazaret*. Thèse de doctorat, Université de Perpignan Via-Domitia, Perpignan, 398 p.
- VIALLET C., BOURGUIGNON L., MATHIAS C., MAGNIEZ P., IVORRA J. & BRUGAL J.-Ph. 2018. — Identify the launched percussion use of Lower Palaeolithic tools: The case of shaped pieces in limestone and basalt. *Buttletéi Arqueològic* V, 40: 49-55.
- VILLA P. & MAHIEU E. 1991. — Breakage pattern of human bones. *Journal of Human Evolution* 21: 27-48. [https://doi.org/10.1016/0047-2484\(91\)90034-S](https://doi.org/10.1016/0047-2484(91)90034-S)
- WENBAN-SMITH F. & BRIDGLAND D. 2001. — Palaeolithic Archaeology at the Swan Valley Community School, Swanscombe, Kent. *Proceedings of the Prehistoric Society* 67: 219-259. <https://doi.org/10.1017/S0079497X00001675>

- WHITEN A., SCHICK K. & TOTH N. 2009. — The evolution and cultural transmission of percussive technology: integrating evidence from palaeoanthropology and primatology. *Journal of Human Evolution* 57: 420-435. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2008.12.010>
- WILMSEN E. 1968. — Functional analysis of flaked stone artefacts. *American Antiquity* 33 (2): 156-161. <https://doi.org/10.2307/278517>
- WRIGHT K. 1994. — Ground-stone tools and hunter-gatherer subsistence in Southwest Asia: implications for the transition to farming. *American Antiquity* 59: 238-263. <https://doi.org/10.2307/281929>

*Soumis le 9 décembre 2019;  
 accepté le 24 février 2020;  
 publié le 17 mars 2021.*

## ANNEXE

ANNEXE 1. — Tableau des espèces.

Espèce	Auteur
<i>Bos primigenius</i>	Bojanus, 1827
<i>Equus mosbachensis</i>	Von Reichenau, 1915
<i>Homo heidelbergensis</i>	Schoetensack, 1908
<i>Canis lupus lunellensis</i>	Bonifay, 1971
<i>Vulpes vulpes</i>	Linnaeus, 1758
<i>Crocuta crocuta spelaea</i>	Goldfuss, 1823
<i>Felis silvestris</i>	Schreber, 1775
<i>Lynx spelaea</i>	Boule, 1906
<i>Ursus arctos</i>	Linnaeus, 1758
<i>Ursus deningeri</i>	Reichenau, 1904
<i>Meles taxus</i>	Linnaeus, 1758
<i>Mustela nivalis</i>	Linnaeus, 1766
<i>Sus priscus</i>	Bojanus, 1825
<i>Hemitragus bonali</i>	Harlé & Stehlin, 1913
<i>Capreolus sussenbornensis</i>	Kahlke, 1956
<i>Dama clactoniana</i>	Falconer, 1868
<i>Rangifer tarandus</i>	Linnaeus, 1758
<i>Cervus elaphus</i>	Linnaeus, 1758
<i>Magaloceros giganteus</i>	Blumenbach, 1799
<i>Stephanorhinus hemitoechus</i>	Falconer, 1859