comptes rendus palevol

2022 • 21 • 14

Percuteurs et retouchoirs au Paléolithique moyen en péninsule Ibérique : caractérisation et mode de fonctionnement

Felipe CUARTERO & Laurence BOURGUIGNON

La percussion lancée au Paléolithique — usage, types d'outils associés, étendue chronologique

art. 21 (14) — Publié le 12 avril 2022
www.cr-palevol.fr

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

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* : Adenise 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)

Révisions linguistiques des textes anglais / *English language revisions* : Kevin Padian (University of California at Berkeley)

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*
Eric 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)

Référés / *Reviewers* : https://sciencepress.mnhn.fr/fr/periodiques/comptes-rendus-palevol/referes-du-journal

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***, ***Anthropozoologica***, ***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 / https://sciencepress.mnhn.fr

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

© This article is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
ISSN (imprimé / *print*) : 1631-0683/ ISSN (électronique / *electronic*) : 1777-571X

Percuteurs et retouchoirs au Paléolithique moyen en péninsule Ibérique : caractérisation et mode de fonctionnement

Felipe CUARTERO
Technicien en Archéologie Expérimentale au CENIEH, Burgos (Espagne)
felipecuartero@gmail.com (correspondig author)

Laurence BOURGUIGNON
Inrap, UMR7041 AnTet, ArScan
Lotissement Actipolis, Impasse sur rue Dionysos, 34420 Villeneuve-les-Bézier (France)

Soumis le 15 mai 2020 | Accepté le 10 octobre 2020 | Publié le 12 avril 2022

urn:lsid:zoobank.org:pub:EDDA9431-0803-4C60-AE34-5FDB1F9635C3

Cuartero F. & Bourguignon L. 2022. — Percuteurs et retouchoirs au Paléolithique moyen en péninsule Ibérique : caractérisation et mode de fonctionnement, *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* 21 (14) : 273-301. https://doi.org/10.5852/cr-palevol2022v21a14

RÉSUMÉ

Alors que les retouchoirs en os ont fait l'objet d'études spécifiques et de grandes ampleurs (travaux de Auguste, Mallye, Hutson et leurs collaborateurs), l'outillage de percussion en pierre employé pour les opérations de taille lithique n'a été étudié que de façon partielle et limitée jusqu'à présent. Pourtant, sa caractérisation est essentielle en tant qu'outils fondamentaux pour le développement des techniques de taille des différentes périodes et en particulier pour le Paléolithique moyen. Les outils de percussion en pierre sont analysés ici selon les caractéristiques physiques (dimensions, poids, matière première) des objets sélectionnés (souvent des galets) et les modes d'action percussive que l'on constate à partir des stigmates de percussion, tout comme leurs localisations sur la surface de l'outil (dite zone active de percussion [ZAP]). La direction d'utilisation est inférée des deux caractères antérieurs. Ces types d'outils de percussion et leurs modes d'action sont évalués sur la base de 12 assemblages du Paléolithique moyen en péninsule Ibérique. Localisés dans des contextes géographiques et géologiques diversifiés, ils représentent également des types d'occupations différents durant des périodes chrono-culturelles distinctes et où le contexte techno-typologique des industries (modes de débitages et façonnage) varie également. Cette étude exhaustive de 202 outils de percussion à cette échelle (tant chronologique que géographique) nous permet de définir quelles sont les variables d'influence dans la sélection des outils, mais surtout quels patrons d'utilisation sont liés à des choix technologiques au-delà des possibles facteurs déterminants (contexte lithologique). Les types d'occupations et les systèmes de taille semblent, pour chaque assemblage, être les facteurs les plus déterminants lors de la sélection et de l'utilisation des outils de percussion.

MOTS CLÉS
Paléolithique moyen, outils de percussion en pierre, technologie, stratégies d'occupation, péninsule Ibérique.

ABSTRACT
Hammerstones and retouchers in the Middle Paleolithic of the Iberian Peninsula: depiction and function mode. Although Palaeolithic bone retouchers have been the object of both specific and large-scale studies in recent years (work of Auguste, Mallye, Hutson and their collaborators), the percussive stone tools used for knapping actions have only been analyzed from a partial and limited perspective. However, the characterization of the latter as tools for developing knapping techniques in different Prehistoric periods, and more specifically in the Middle Palaeolithic, is crucial. Percussive stone tools are analyzed here according to the physical features (measures, weight and raw material) of the selected blanks (usually cobbles and pebbles) and the percussive action modes recorded on them, as observed in the macroscopic use-wear traces and their location on the tools' surfaces (referred here as "active zone of percussion" [ZAP]). The direction of use is inferred from these two parameters. Our study is based on the analysis of 12 Middle Palaeolithic assemblages from the Iberian Peninsula. These assemblages are located in sites with different geographical and geological contexts, showing different types of occupational and technological contexts, and comprising different chrono-cultural periods. This exhaustive analysis, including up to 202 percussive tools gathered in a wide geographic and chronological framework, has allowed us to define the factors involved in tool selection, and especially the patterns of use related to technological choices regardless of other factors, such as the lithological context. Our results show that the type of occupation and the knapping technical system were the most determinant factors in the selection and use of percussive stone tools during the Iberian Middle Palaeolithic.

KEY WORDS
Middle Paleolithic, percussion stone tools, technology, occupation strategies, Iberian Peninsula.

INTRODUCTION

Bien qu'il soit utilisé par quelques primates actuels, le percuteur en pierre est probablement le plus ancien outil humain. Il a toujours joué un rôle important dans l'économie des groupes paléolithiques. L'évolution de cet outil illustre à la fois une diversification et une spécialisation jusqu'aux objets modernes comme les différents types de marteau (du maillet au marteau piqueur). Tout cela concourt probablement au développement d'un intérêt particulier, ces dernières années, pour les études de l'outillage de percussion et leurs publications et colloques sur le sujet (Mourre & Jarry 2011 ; de la Torre & Hirata 2015 ; Hutson *et al.* 2018)

Quelques essais de systématisation ont été réalisés sur des outils de percussion, parmi lesquels on doit souligner les travaux de Chavaillon (1979) et de Beaune (2000 ; de Beaune *et al.* 2004), qui sont des références obligées pour les systèmes classificatoires de ces outils encore utilisés par divers préhistoriens. La fonction y tient toujours une importance relative, et dans la plupart des analyses postérieures, les études prédominantes sont essentiellement celles centrées sur un assemblage unique (e.g. Goren-Inbar *et al.* 2002, 2015 ; Chavaillon 2004 ; Mora & de la Torre 2005 ; Diez-Martín *et al.* 2009 ; Roussel *et al.* 2009 ; de la Torre *et al.* 2013 ; Caruana *et al.* 2014 ; Barsky *et al.* 2015 ; Alperson-Afil & Goren-Inbar 2016 ; Titton *et al.* 2018 ; de Weyer *et al.* 2018). Ces études ponctuelles ont cependant permis d'identifier des types particuliers de percussion, tels les percuteurs d'angle (Mora & de la Torre 2005), les percuteurs à touche rectiligne (Faivre *et al.* 2010), ou encore les percuteurs de concassage (Alperson-Afil & Goren-Inbar 2016).

Notons également d'importantes avancées dans le champ de la primatologie, avec l'étude d'activités de concassage de fruits chez les singes (Boesch & Boesch 1981 ; Kortlandt 1986 ; Mercader *et al.* 2002 ; Davidson & McGrew 2005 ; Pouydebat *et al.* 2006 ; Visalberghi *et al.* 2007, 2013 ; Brosnan 2009 ; Benito-Calvo *et al.* 2015). Ces activités de concassage, qui produisent parfois des cassures non intentionnelles des enclumes et des percuteurs utilisés (Arroyo *et al.* 2016), servent souvent comme éléments de réflexion pour l'étude des premières industries où la taille intentionnelle est soumise à débat.

Nonobstant ces approches particulières, spécifiques et locales, restent une application partielle s'il n'existe pas de contexte plus large qui puisse les replacer dans l'économie des groupes. Dans cette étude, nous nous interrogeons sur l'importance des activités de percussion pour les populations néandertaliennes de la fin du Pléistocène moyen et du Pléistocène supérieur au cœur de la péninsule Ibérique. Dans cette approche ample, tant sur le plan chronologique que géographique, nous tenterons d'évaluer les différentes contraintes et les choix techniques qui ont été fais pour 12 assemblages différents représentant un échantillon significatif de la technologie moustérienne dans ce contexte.

MÉTHODOLOGIE

Abréviations

ARE	Abric Romaní, niveau E ;
ARJ	Abric Romaní, niveau J ;
ARO	Abric Romaní, niveau O ;
ATD	Atapuerca, Gran Dolina ;
ATG	Atapuerca, Galería ;
BOL	Cova del Bolomor ;
CBD	centre bord distal ;
CBM	centre bord médial ;
ESQ	Cueva de El Esquilleu ;
F	type d'action frontal ;
GF	grain fin ;
GG	grain grossier ;

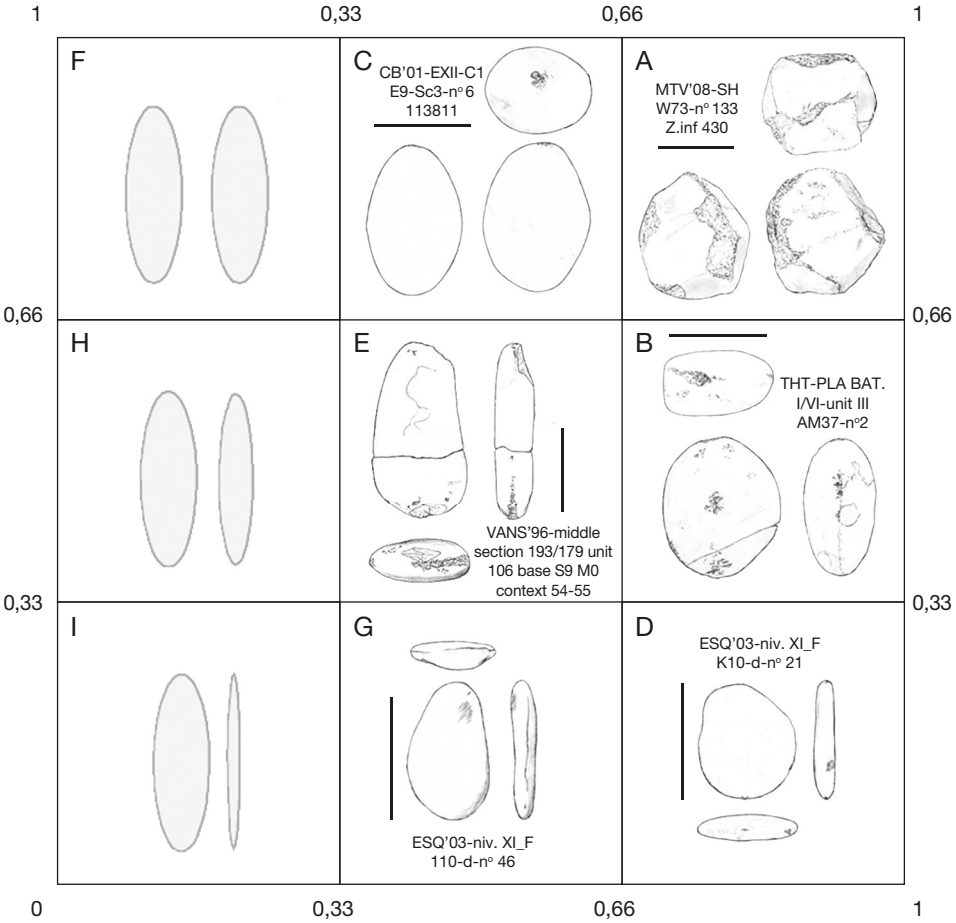

Fig. 1. — Classes volumétriques : **A**, épais court ou sphéroïdal ; **B**, plat court ou discoïdal d'épaisseur moyenne ; **C**, épais long ou ovoïde ; **D**, très plat court ou discoïdal très plat ; **E**, plat long ou allongé d'épaisseur moyenne ; **G**, très plat long. Les volumes type **F** (épais très long ou cylindrique), **H** (très long d'épaisseur moyenne) et **I** (très long et très plat ou laminaire) ne sont pas attestés à l'échantillon analysé. Échelles : 5 cm.

GM	grain moyen ;
LBD	latéral bord distal ;
LCT	large cutting tool ;
LPD	latéral plan distal ;
LPM	latéral plan médial ;
T	type d'action tangentiel ;
ZAP	zone active de percussion.

Analyse techno-morpho-fonctionnelle des outils de percussion : critères morpho-métriques et stigmates

Les outils de percussion en pierre sont étudiés ici selon une analyse techno-fonctionnelle comprenant les caractéristiques physiques des objets sélectionnés (dimensions, poids, matière première), les modes de percussion constatés à partir des stigmates macroscopiques de percussion, leur localisation sur la surface de l'outil, le tout inférant sur le geste et la direction d'utilisation. Ces modes d'action et types d'outils de percussion sont évalués dans 12 assemblages qui représentent des périodes, des contextes géologiques, des systèmes techniques et des types d'occupation différents.

En ce qui concerne les critères physiques des galets sélectionnés comme outils percutants, la terminologie employée est très variable selon les auteurs et les types de travaux. Par exemple, les volumes sont déduits de données dimensionnelles, telles l'épaisseur et la longueur : plat/épais, court/long (Barsky *et al.* 2015), ovale/circulaire à section ovale (Caricola *et al.* 2018), ou dites de morphologies standard (sphéroïde, cylindrique…) (Rodríguez Álvarez 2009). Dans le cadre de ce travail, les classes volumétriques sont obtenues d'après les indices d'épaisseur/largeur et de largeur/longueur, fixant les limites entre catégories aux tiers des proportions (0,33 et 0,66). Les neuf classes théoriques en résultant sont nommées avec des lettres (de A à I), parmi lesquelles seules six catégories sont présentes dans le registre archéologique (Cuartero 2014 [Fig. 1]) :

A	épais court ou sphéroïdal ;
B	plat court ou discoïdal d'épaisseur moyenne ;
C	épais long ou ovoïde ;
D	très plat court ou discoïdal très plat ;
E	plat long ou allongé d'épaisseur moyenne ;
G	très plat long.

Les formes plus allongées (F, H et I) sont absentes du registre archéologique étudié (Cuartero 2014).

Ces catégories volumétriques sont accompagnées de cinq catégories pondérales synthétisées par tranches de 200 g de un à cinq (1, galets entre 1 et 200 g à 5, ≥ 801 g). Chaque outil de percussion possède donc une lettre et un chiffre permettant

de définir sa classe pondérale et volumétrique parmi les 30 cas théoriques (e.g. 1A, 3C, 2D, etc.).

L'autre variable importante, par rapport aux propriétés physiques de l'outil percutant, est la nature de sa matière première. Certains matériaux tels que les grès et quartzites ont été subdivisés sur la base de la grosseur de leur grain : grossier (GG), moyen (GM) et fin (GF). Sur le même critère, dans le cas du groupe lithologique des calcaires, trois types ont été différenciés : le calcaire micritique (GF), le calcaire sparitique (GM) et la calcarénite (type de grès formés par la consolidation de sables calcaires), donc plus proche du grès et avec un comportement univoque de pierre tendre (mais peu élastique).

La reconnaissance des outils de percussion en elle-même part de l'identification de stigmates de percussion sur la surface des objets (Fig. 2). Les stigmates les plus importants (ordonnés par ordre d'intensité de la plus à la moins forte) sont : les fractures (Fig. 2H), les micro-fractures écailleuses (Fig. 2G), les impacts sous-circulaires (Fig. 2F), les cônes de percussion (Fig. 2E), les impressions linéales (Fig. 2D), les stries (Fig. 2C) et l'abrasion ou polissage (Fig. 2B) (Cuartero 2014).

Ces stigmates sont regroupés dans cette analyse en quatre catégories : 1) fractures, micro-fractures, impacts sous-circulaires et cônes de percussion ; 2) impressions linéales (associées ou non aux groupes de stigmates antérieurs [1] et suivant [3]) ; 3) stries, abrasion ou polissages associés à points d'impact ou fractures ; et 4) stries, abrasion ou polissages isolés.

L'origine de certains de ces stigmates ont déjà fait l'objet de description en association avec certaines actions et types d'interactions entre matériaux percutés et percutants (Bourguignon 2001 ; Mallye *et al.* 2012 ; Cuartero 2014 ; Caricola *et al.* 2018 ; Titton *et al.* 2018). Parmi les activités de percussion, celles qui vont créer le plus de stigmates avec un plus grand développement et le plus facilement lisibles sont celles liées à la percussion sur matières minérales, et en particulier la taille (de Beaune 2004 ; Roussel *et al.* 2009 ; Cuartero 2014 ; Barsky *et al.* 2015 ; Titton *et al.* 2018).

Les stigmates groupés sur une aire délimitée du galet sont nommés ici comme zone active de percussion (ZAP) quel que soit le type et l'intensité des stigmates (Cuartero 2014). Chaque ZAP est considérée comme une unité fonctionnelle indépendante dont la description s'appuie sur des critères morpho-fonctionnels mesurables et quantifiables qui se fondent sur l'ensemble des critères antérieurs : le type de stigmates macroscopiques (stries, arrachements, etc.) la morphologie (plane à convexe) mesurée par des degrés de courbure et d'allongement, son amplitude et l'intensité d'utilisation (fréquence des coups portés et type de dommage physiques). Leur association à une localisation spécifique permet d'inférer pour chaque ZAP une direction d'utilisation. Certains stigmates (fractures, cônes de percussion, impressions linéales, stries) donnent une information plus précise (Caricola *et al.* 2018) que d'autres (impacts, abrasions sans impacts) qui peuvent offrir plusieurs possibilités de préhension (ou gestuelle) ou, au contraire, être parfois plus restreintes selon la logique du mouvement qui génère les stigmates (Cuartero 2014).

Les stigmates du groupe 1 (impacts, cônes, fractures) sont générés avec une percussion forte et plutôt frontale qui va créer certains types de stigmates en association à des types d'action et des surfaces déterminées qui sont (Cuartero 2014) :

Les cônes de percussion

Ils apparaissent lors du choc des percuteurs de quartzite ou silex avec des surfaces lisses ou à légère convexité contre des matériaux taillés de surfaces similaires. L'indication de la direction du coup dans ce cas est donnée par l'absence d'une partie de l'anneau circulaire du point d'impact ; si l'anneau du cône est complètement développé, il indique une percussion frontale.

Les impacts sous-circulaires

Ils apparaissent par l'arrachement de portions produit par : 1) le développement de fractures écailleuses (pour le calcaire) ; 2) l'écrasement de grains et petites particules de la matrice (pour les grès), surtout en contact avec des surfaces dures et rugueuses de la matière taillée ; et 3) une combinaison des deux (quartzites). En revanche, ce stigmate n'est pas le meilleur indicateur de direction du geste.

Les fractures

Elles peuvent être classées selon les trois systèmes d'initialisation de la rupture décrits par Cotterell & Kamminga (1979) comme « bending », conchoïde et « wedging ». Ces différents modes d'initialisation sont en relation avec la compression exercée comme, par exemple, la flexion ou « bending », qui sont préférentiellement réalisées par des outils percutants allongés, ou encore la « wedging » (plus compressive) qui est plus habituelle lors de chocs violents sur des surfaces facettées et/ou sur des matières premières tenaces. Ce stigmate est un très bon marqueur pour interpréter la direction.

Impressions linéales

Les impressions linéales (avec ou sans stries, abrasions, points d'impact et fractures) sont générées lors d'actions de retouche continue, principalement de type écailleuse scalariforme (Bourguignon 1997, 2001 ; Caricola *et al.* 2018) même si d'autres types de retouche semblent aussi pouvoir créer ce stigmate (Mallye *et al.* 2012 ; Blasco *et al.* 2013). Elles s'initient sur la surface plate du retouchoir quand celle-ci va percuter frontalement une arête tranchante selon un geste particulier (dit lancé-arraché) qui crée un arrachement de matière tant sur le tranchant retouché que sur la ZAP du retouchoir (Bourguignon 2001 ; Bourguignon *et al.* 2013). Des stigmates similaires sont décrits sur de nombreux retouchoirs en os au sein des contextes souvent Quina (e.g. Henri-Martin 1906 ; Vincent 1993 ; Costamagno *et al.* 2018). Néanmoins, toutes les actions de retouche ne produisent pas ce type de stigmate : les points sous-circulaires apparaissent sur certains retouchoirs en os (Mallye *et al.* 2012 ; Costamagno *et al.* 2018) et les stries, pour le cas des actions de retouche sub-parallèle (Caricola *et al.* 2018). De même, des impressions linéales peuvent se générer avec d'autres actions qui impliquent une percussion sur une arête d'un objet lithique quelconque utilisé comme

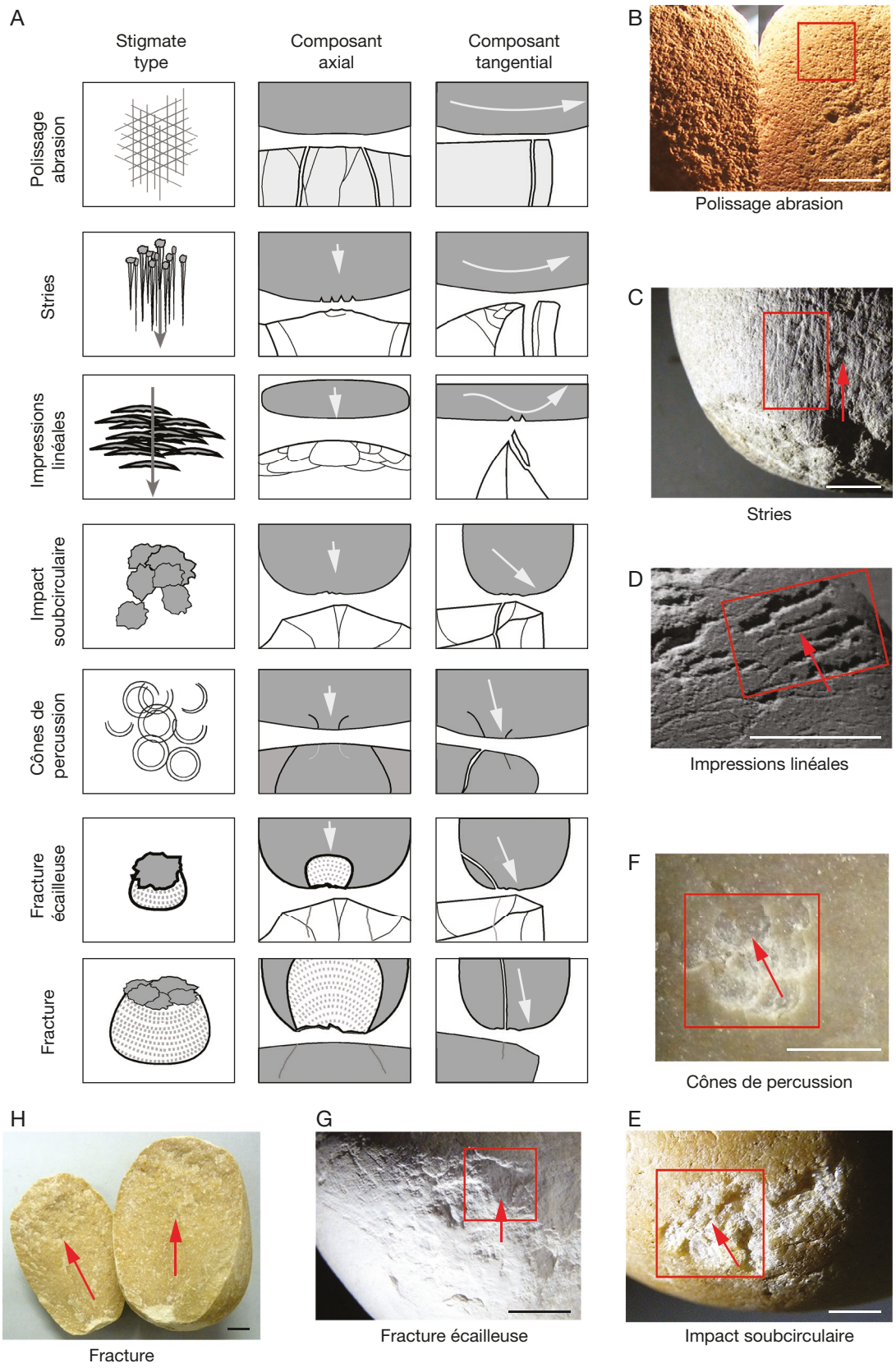

Fig. 2. — Principaux stigmates macroscopiques de percussion classés selon la force et la trajectoire des impacts (des actions les plus tangentielles aux plus frontales) : stries et aires polies liées à des gestes tangentiels, impressions linéales sur un galet plat créées par la percussion d'un tranchant vif (retouche d'un racloir) ; cônes de percussion produits par le choc de deux surfaces naturelles de galet en quartzite, impacts sous-circulaires, micro-fractures ou fractures écailleuses et fractures qui sont liées à une percussion plus violente. Les **flèches rouges** indiquent la direction d'utilisation qui reste cependant moins facile à déterminer pour les abrasions et les impacts sub-circulaires. Échelles : 1 cm.

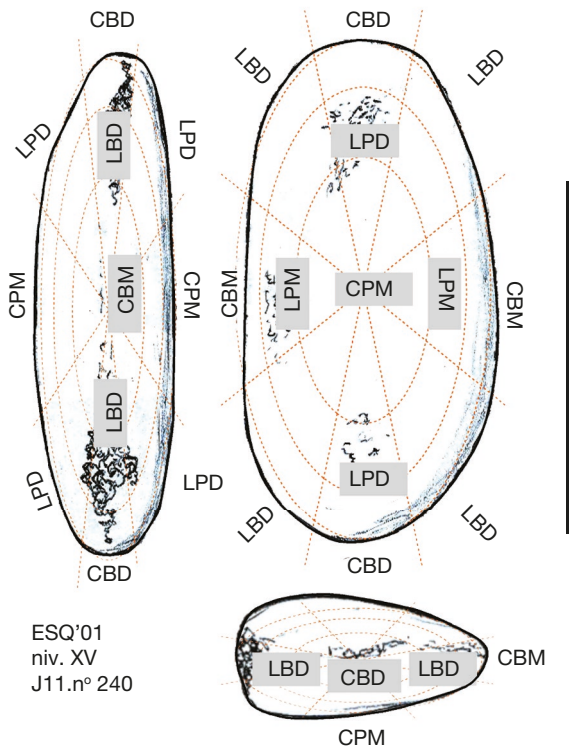

Fig. 3. — Critères de localisation des zones actives de percussion (ZAP). Abréviations : **CBD**, centre bord distal ; **CBM**, centre bord médial ; **CPM**, centre plan médial ; **LBD**, latéral bord distal ; **LPD**, latéral plan distal ; **LPM**, latéral plan médial. Échelle : 5 cm.

objet intermédiaire (de Beaune 2000 ; de la Peña Alonso 2011) ou encore la percussion transversale sur une arête de nucléus (Claud *et al.* 2010 ; Thiébaut *et al.* 2010).

Autres stigmates : stries, polis, abrasions

Les abrasions, polis et stries sans impacts ou autres signes de percussion, peuvent se produire par diverses actions comme la mouture ou le traitement de tissus organiques divers (Adams 1988 ; Clemente-Conte *et al.* 2002 ; de Beaune 2004 ; Adams *et al.* 2009 ; Roda Gilabert *et al.* 2012 ; Revedin *et al.* 2015). Certaines stries et abrasions peuvent également se produire lors de processus d'abrasion en taille lithique, de même que certains polis peuvent être liés à la préhension des outils percutants (Caricola *et al.* 2018). Ces origines variées et les possibilités de recouvrements font que ces stigmates ne peuvent être strictement associés à des actions de taille *stricto sensu*. Seules les associations de ces stigmates à des impacts sous-circulaires et/ou des fractures sur des pierres tendres signeraient des actions de taille en percussion tangentielle (Cuartero 2014).

Pour identifier et classifier les directions d'utilisation, il faut préalablement localiser la ZAP par rapport aux différentes parties du galet. Différentes méthodologies sont proposées par divers auteurs selon des grilles de lecture numérotées (Barsky *et al.* 2015 ; Titton *et al.* 2018) ou, avec plus de précision, selon le rapport au volume des galets moyennant le scan 3-D (Benito-Calvo *et al.* 2015 ; Caricola *et al.* 2018).

Dans notre étude, la localisation des ZAP se place sur une grille comme variable discrète (Fig. 3) qui est nommée pour chaque partie avec un acronyme de trois lettres : 1) C ou L selon les aires centrales ou latérales par rapport aux dimensions maximales du galet ; 2) B ou P pour les bords ou surfaces planes du galet ; et 3) M et D selon les aires médianes ou distales du galet.

Les directions d'utilisation (Fig. 4) sont nommées selon sa position relative aux axes dimensionnels maximaux du galet : X = longueur ; Y = largeur ; Z = épaisseur. Une deuxième lettre selon la même nomenclature représente la direction du vecteur de force du plan de fracture qui peut se développer. Ainsi, une direction Xz montre une force sur la longueur du galet (X) qui va se diriger dans l'épaisseur du galet. Ces critères de direction seront toujours accompagnés de la localisation de la ZAP. Une action Xz sera, de fait, toujours longitudinale par rapport à l'axe d'allongement de la ZAP. Néanmoins, placée au centre (CBD-Xz), elle aura un effet plutôt frontal, alors que placée en latéral de l'aire distale (LBD-Xz), elle sera tangentielle tout en restant longitudinale. Afin de rendre ces trajectoires plus simples, elles peuvent être classées en modes de percussion par rapport à l'axe d'allongement de la ZAP (transversale ou longitudinale) et selon le type d'action tangentiel (T) ou frontal (F). Ces modes de percussion (tangentielles vs frontales et longitudinales vs transversales) permettent de reconstituer les différents mouvements relatifs à l'outil percutant par rapport à son volume, et ainsi inférer sur les gestes de percussion et leurs effets sur les matériaux percutés.

À part l'analyse intrinsèque des propriétés physiques des percuteurs, d'autres questions sont abordées dans ce travail, telle la proportion entre ces outils particuliers et les autres catégories lithiques. À ce propos, l'approche développée par Barton *et al.* (2011), puis suivie par d'autres, comme Kuhn (2013) sur les proportions d'outils par rapport aux densités d'artefacts par mètre cubique, offre une vision particulièrement intéressante que l'on tentera d'analyser ici. Dans cette approche, une corrélation est habituellement constatée entre le fort taux d'outils et les basses densités de restes par mètre cubique et, au contraire, de forts taux de restes par mètre cubique et un faible taux d'outils. Ce phénomène s'explique comme étant le fruit d'un comportement exploratoire des groupes de chasseurs-cueilleurs qui, au fur et mesure qu'ils connaissent mieux un territoire, vont se rendre plus régulièrement sur un site et vont y laisser plus de restes des activités menées au sein desquelles le débitage serait fréquent (Kuhn 2013).

CORPUS : 12 ASSEMBLAGES REPRÉSENTATIFS DU PALÉOLITHIQUE MOYEN DE LA PÉNINSULE IBÉRIQUE

Sierra de Atapuerca (Burgos)

Il s'agit d'un ensemble de sites archéo-paléontologiques localisés sur une petite chaîne montagneuse de 10 km de long peu élevée du secteur nord-oriental de la « Meseta » centrale.

Parmi plus de 300 sites couvrant une période comprise entre 1,3 Ma jusqu'à 3000 ans, trois des dix sites en grotte les plus importants (Gran Dolina, Galería et Elefante) sont localisés dans le secteur nommé et connu comme la « Trinchera del Ferrocarril » (Carbonell *et al.* 2014). Deux de ces sites

comprennent des séquences du Pléistocène moyen qui font l'objet d'analyses dans le cadre de ce travail : Gran Dolina (ATD) et Galería (ATG). Le territoire proche de la chaîne montagneuse et elle-même offrent de nombreuses matières premières : le silex Néogène (lacustre, à grain grossier et en grands formats), le silex du Crétacé (peu abondant et en petits nodules à grain fin), les grès et quartzites des rivières Arlanzón et Vena (à textures, formats et qualités variés pour la taille) et le quartzite à grain fin et moyen de facies Utrillas (Ollé *et al.* 2013).

Gran Dolina

Ce site d'une stratigraphie de plus de 15 m d'épaisseur comprend 11 niveaux numérotés de la base au sommet de 1 à 11, parmi lesquels le niveau 10 est le plus riche en vestiges. Ce niveau a été subdivisé en quatre unités archéologiques (1 à 4 de haut en bas). L'unité la plus récente ATD10.1, elle-même subdivisée en deux sous-unités (Upper et Lower) montre des caractéristiques variées en termes d'occupation. Pour la sous-unité ATD10.1-U, datée de 337 ± 29 Kans (ESR et U/Th), il s'agit d'occupations courtes et de faibles intensités (2000 restes de faune et 834 pièces lithiques). Les chaînes opératoires sont fragmentées avec des objets de dimensions moyennes (Fig. 13C) et une proportion élevée de pièces retouchées et de percuteurs et, inversement, peu d'éclats et de nucléus, ce qui suggère une introduction de pièces taillées depuis l'extérieur (Ollé *et al.* 2013). Les nucléus montrent des schémas unifaciaux, multifaciaux et surtout bifaciaux centripètes avec une certaine hiérarchisation des surfaces pour ce dernier (Ollé *et al.* 2013).

La sous-unité ATD10.1-Lbasale (379 ± 57 ESR et U/Th) montre des occupations intenses de type campement, avec une faune (48 000 restes) variée dominée par des éléments appendiculaires des carcasses et les chaînes opératoires lithiques complètes (Ollé *et al.* 2013). L'abondante industrie lithique (21 250 restes) est composée d'un fort pourcentage d'éclats (Fig. 13B) et de fragments d'éclats (69 %), d'outils de petites dimensions (racloirs et denticulés, pointes et encoches) et de quelques nucléus unifaciaux, multipolaires ou bifaciaux centripètes (parfois hiérarchisés) classifiés de type discoïde ou proches d'une conception Levallois, mais sans préparation soigneuse (Ollé *et al.* 2013). Ces nucléus correspondent, selon nous, au typo-Levallois de structure D, et non à un Levallois de structure F (*sensu* Boëda 2013). On constate aussi quelques LCTs (dont 70 % sont sur éclat) principalement des bifaces ovales à bords sinueux et sans retouche de finition. Un retouchoir en os a été identifié dans ce niveau (Rosell *et al.* 2015).

Galería

Le site de Galería est subdivisé en deux grandes unités sédimentaires (GII et GIII) qui sont-elles mêmes subdivisées en deux unités archéologiques chacune (GIIa et GIIb ; GIIIa et GIIIb). L'activité principale du site semble avoir toujours été l'approvisionnement carné, avec des occupations sporadiques de courtes ou très courtes durées (prédominance des éléments du squelette axial principalement d'Equus et Cervus). Les outils de type acheuléen (bifaces et hachereaux) sont taillés hors de la cavité (Carbonell *et al.* 2014). Seule l'unité archéologique la plus ancienne, ATGIIa (503 ± 95 TL ; 422 ± 55 TL ; 317 ± 60 ESR et U/Th) sera analysée ici. Elle est composée par un nombre important de LCTs (17 : 6,14 % du total du lithique), de galets et de percuteurs (51 : 18,41 %), d'outils sur éclat (51 %), d'éclats (52,71 %) et de quelques nucléus (7 %). La plupart des pièces semblent avoir été introduites dans la grotte déjà taillées, mais il existe de brèves séquences de remontages qui confirment également la taille sur place (Ollé *et al.* 2013). Les LCTs sont dominés par les bifaces majoritairement sur galets de quartzite (55 % des LCTs) au contour ovale et façonnés par de courtes séquences de quelques enlèvements très envahissants au percuteur dur (Fig. 13A). Les nucléus ont un caractère centripète et les outils sont dominés par les racloirs, pointes de Tayac et quelques encoches et denticulés (Ollé *et al.* 2013).

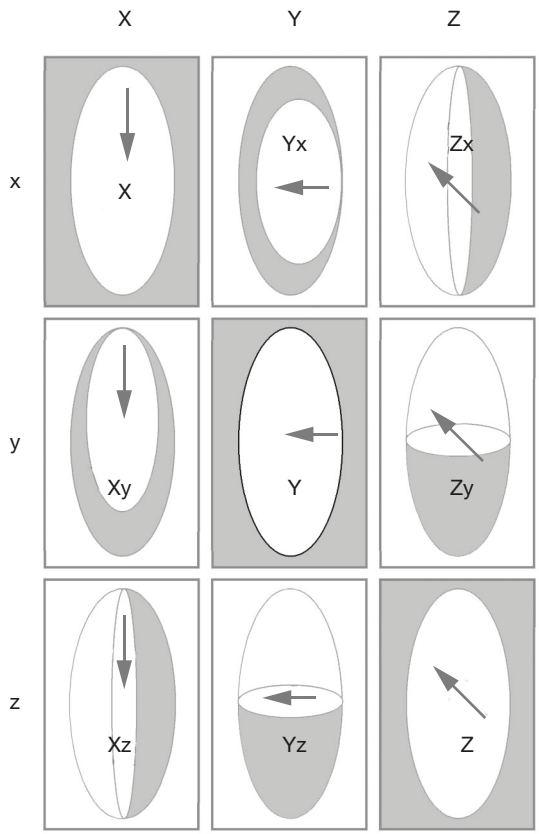

Fig. 4. — Critères de direction. L'axe vertical signale le vecteur principal de force ; l'axe horizontal indique le composant transversal. Abréviations : **X**, longueur ; **Y**, largeur ; **Z**, épaisseur.

Cova del Bolomor (Valencia)

Il s'agit d'une grotte localisée à une altitude de 100 m sur le flanc latéral d'un ravin près de la côte méditerranéenne dans la province de Valencia. D'une surface initiale de plus de 300 m², il ne reste seulement aujourd'hui que quelques témoins sédimentaires après l'exploitation en carrière du début du xxe siècle (Fernández Peris *et al.* 2014). La séquence stratigraphique divisée en 17 niveaux a une épaisseur de plus

de 8 m qui couvre une chronologie de 350 ka (niveau XVII de base : 525 ± 125 RA) à 120 ka (niveau II sommital : 121 ± 18 TL). L'industrie lithique comprend de légères variations liées aux différents types d'occupation, mais toujours caractéristiques d'un Paléolithique moyen (Fernández Peris *et al.* 2014). Elle comprend des outils sur éclat de petites dimensions et de très rares LCTs. Les matières premières locales sont le calcaire (la plus abondante et la plus proche sous forme de grands blocs), le silex, récolté dans les alluvions proches de la rivière Serpis, colluvions de pente et plages (toujours en petits nodules ou galets peu abondants mais à grain fin) et le quartzite (de diverses qualités et sous forme de petits galets), provenant également des terrasses alluviales proches mais de la rivière Xúquer (provenant de la Meseta, Fernández Peris 2007). Le site a livré des restes humains et de nombreux foyers (Fernández Peris *et al.* 2014). Quelques retouchoirs en os ont été identifiés au sein de la séquence : un pour le niveau XVII, quatre pour le niveau XIII et 11 pour le niveau XII (Rosell *et al.* 2015).

Les niveaux sélectionnés pour l'analyse sont les niveaux XVII, XIII et XII. Ils traduisent trois étapes de conditions environnementales différentes (MIS 9-8, 7 et 6) et quelques variations par rapport à la production lithique (Fernández Peris 2007). Le niveau XVII, placé au MIS 9 comporte deux unités archéologiques (a et c) séparées avec un intervalle stérile (b). Dans les deux unités on trouve des caractères d'occupations brèves et répétées de type campement avec une faune composée par le cheval (dominant), le cerf, le thar et du petit gibier (lapins, oiseaux) (Blasco 2011). L'industrie lithique (Fig. 14A) est composée de racloirs (surtout déjetés et latéraux) en silex (matière première dominante : 65,5 %), de denticulés et de macro-outills en calcaire. Les nucléus montrent deux surfaces de débitage (dont l'une d'elles est plate), mais sont rarement exploités sur tout leur pourtour (Fernández Peris 2007). Sur le plan des concepts de débitage, ces nucléus montrent certaines similitudes avec le SSDA du Clactonien d'une part, et le Levallois sans préparation soigneuse des surfaces d'autre part (Fernández Peris *et al.* 2008). Là encore, nous interprétons ces nucléus comme étant de structure D typo-Levallois (*sensu* Boëda 2013).

Le niveau XIII (228 ± 53 RA), placé au MIS 7, montre les phases finales de consommation d'une faune dominée par le cerf, puis par le thar, le cheval et le daim (Blasco 2011). La diminution des espèces de plaine peut être liée à la transgression marine qui aurait considérablement réduit ce biotope à cette période (Fernández Peris 2007). Le silex, matière première dominante (63,8 %), est accompagné de calcaire (31 %) et d'une faible proportion de quartzite (5,2 %). La présence de macro-outillage est rare, les éclats et surtout les nucléus sont peu abondants (Fig. 14B), ce qui suggère une introduction de pièces finies au sein de la cavité. Les outils montrent une forte proportion de racloirs et d'outils à retouche continue (racloirs convergents, ou de type perçoir), spécialement en silex (Fernández Peris 2007). La conception de débitage, est difficile à définir sur la base de quatre nucléus, mais ils sont caractérisés par des surfaces sécantes proches du concept discoïde au sens large (Fernández Peris *et al.* 2008 : 299).

Le niveau XII (185 ka, RA) placé au MIS 6 montre des conditions climatiques plus rigoureuses, avec une dominance d'espèces de demi-pente et de plaine (cerf : 41,3 % ; cheval : 25,8 % ; auroch : 8,6 %) (Fernández Peris 2007). La présence dans certains sous-niveaux d'éléments du squelette axial accompagnés de macro-outillage et de percuteurs en calcaire suggère quelques épisodes brefs d'occupation qui seraient néanmoins accompagnés d'étapes finales de consommation de la faune (Blasco *et al.* 2008). L'industrie lithique (Fig. 14C) est dans ce niveau dominée par le calcaire (65,7 %), elle est composée de nucléus discoïdes et Levallois récurrents centripètes, denticulés (parfois convergents) et de grands éclats (parfois débordants et toujours avec des plages importantes de cortex) (Fernández Peris *et al.* 2008). Le silex, plus abondant que dans les couches inférieures du niveau (Fernández Peris 2007), montre quelques éclats et outils taillés probablement hors de la cavité avec une présence de talons facettés et des morphologies qui suggèrent un débitage Levallois.

Cueva de El Esquilleu (Cantabrie)

Cette grotte est localisée en Cantabrie, dans une gorge au milieu de la région montagneuse de « los Picos de Europa ». Sa séquence stratigraphique, qui fait un peu plus de 4 m est subdivisée en 41 niveaux, parmi lesquels 29 sont positifs du point de vue archéologique, répartis entre 60 ka BP et 40 ka BP. La faune est toujours dominée par des ruminants de petite taille issus d'un environnement montagneux (principalement *Capra* et *Rupicapra*). D'autres herbivores moins fréquents comme le cerf et l'auroch et de rares carnivores sont également représentés dans les niveaux supérieurs V à I (Yravedra 2006). Le site est probablement lié à des occupations stationnaires en été et en automne (Baena *et al.* 2005), avec des foyers indiquant des occupations de type campement de base. Les niveaux inférieurs (XXIX-XVI) montrent une technologie discoïde et Levallois ; les niveaux intermédiaires (XVI à XI) sont technologiquement et typologiquement Quina ; suivis par un nouvel épisode à technologie Levallois dans les niveaux IX à VII ; et enfin toute la partie supérieure (VI-f à I) présente une technologie discoïde *sensu stricto* (Carrión Santafé *et al.* 2008). Les matières premières de l'environnement local (quartzites et grès de qualités variées) ont été récoltées principalement dans les rivières Deva et Cares ainsi que dans certains dépôts secondaires fossiles comme les conglomérats de El Habario (quartzites à grain moyen et fin, nodules ferrugineux). D'autres matériaux comme le quartz hyalin, les calcaires silicifiés ou le silex noir local de Picos de Europa sont aussi présents (Manzano Espinosa *et al.* 2005).

Dans le cadre de cette étude, nous avons sélectionné les niveaux XVII, XIII et VI-fauna. Le niveau VI-fauna (VI-f) a une datation de laboratoire relativement récente (34380 ± 670) qui, une fois calibrée, donne une date raisonnable pour les dernières occupations moustériennes de la région (Cuartero *et al.* 2015) et qui pourrait même être d'environ 47 ka BP d'après le modèle bayésien (Marín-Arroyo *et al.* 2018). Ce niveau pourrait illustrer des occupations un peu plus sporadiques que les niveaux sous-jacents, avec une

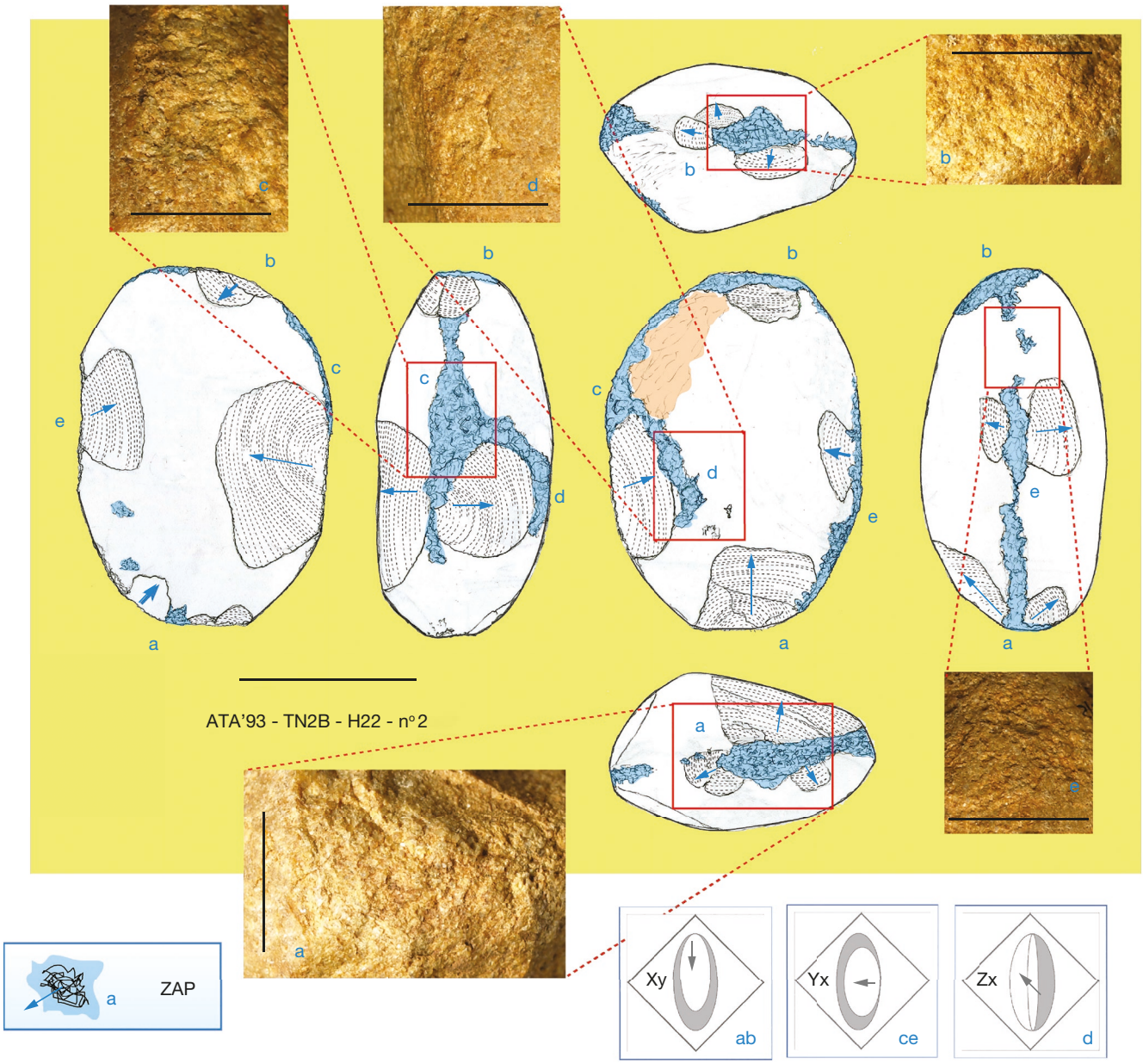

Fig. 5. — Fiche d'analyse d'un percuteur provenant du niveau ATGIIa du site de Galería-Atapuerca. Les ZAPs placées sur les centres distaux et mésiaux du galet (CBD et CBM) sont utilisées selon une action transversale par rapport à l'axe d'allongement des ZAPs (**a**, **b**, CBD-Xy ; **c**, **e**, CBM-Yx), alors que la ZAP de l'aire latéral-plan-médian a aussi été utilisée transversalement, mais sur l'épaisseur du galet (**d**, LPM-Zx). Certains stigmates, comme les impacts sous-circulaires documentés ici, donnent une information plus réduite pour déterminer la direction d'utilisation, compraré à d'autres comme les stries, les impressions linéales ou les cônes de percussion. Cependant, quand les impacts sont accompagnés de fractures ou microfractures (voir ZAP a = CBD-Xy), ou lorsque la position des impacts indique une percussion frontale qui n'est autorisée que par une seule possibilité de préhension et mouvement, la direction peut être déduite, comme ici pour le cas de la ZAP d. Échelles : dessins, 5 cm ; photos, 1 cm.

présence de carnivores (17 % des restes), et est caractérisé par une technologie discoïde (*sensu* Boëda 1993) avec de très forts taux de pointes pseudo-Levallois (Fig. 15C) et d'éclats débordants (22,9 % et 11,3 % des éclats). Racloirs et denticulés (51,04 % et 33,33 % des outils respectivement) constituent l'essentiel du cortège typologique. Ce niveau comporte une quantité importante de nucléus (environ 5 % du total), parmi lesquels presque la moitié sont sur éclats (Cuartero *et al.* 2015). Les matières premières de ce niveau sont très diverses, avec une forte proportion de matières de mauvaise qualité (Cuartero *et al.* 2015) et d'acquisition très immédiate (Manzano Espinosa *et al.* 2005). L'occupation a été caractérisée comme non résidentielle et de faible intensité (Baena *et al.* 2012).

Le niveau XIII (39 000 ± 83 014C sans calibrage) est caractérisé comme un niveau Quina tant sur le plan typologique (92 % de racloirs) que technologique (éclats à talon-dos cortical, talons larges et inclinés, à pan et dièdres asymétriques). Peu de nucléus sont documentés, mais quelques racloirs ont été recyclés en nucléus de type encoche clactonienne (Fig. 15B) produisant des éclats sur le front du racloir antérieurement retouché (Cuartero *et al.* 2015), illustrant

une ramification des chaînes opératoires (Bourguignon *et al.* 2004, 2013). Les chaînes opératoires semblent fragmentées avec des proportions plus élevées pour les phases finales. La sélection de matières premières est orientée vers le choix de très bonnes qualités (Cuartero *et al.* 2015). L'occupation est jugée comme résidentielle d'après un accès au gibier de forte intensité (Yravedra 2006).

Le niveau XVII (53 400 ± 1300, 49 400 ± 1300, 52 600 ± 1200 par C14 non calibré) montre une technologie laminaire (Cuartero *et al.* 2007, 2015) accompagné de schémas Levallois unipolaires et récurrents centripètes (Fig. 15A). Le débitage de conception laminaire inclue des schémas lamellaires et laminaires de type Kostienki (Cuartero *et al.* 2015). Le choix de matières premières s'est porté sur une sélection qualitative (quartzites à grain fin, calcaire silicifié, silex, quartz hyalin) (Cuartero *et al.* 2015). Les outils sont dominés par les racloirs (49,18 %), les denticulés (39,34 %) et les pointes moustériennes (8,19 %). Comme pour le cas antérieur, les chaînes opératoires sont plus représentées dans leurs phases finales (même s'il existe un débitage sur éclat important ici) et les occupations peuvent se caractériser comme résidentielles et de fortes intensités d'après la faune et la présence de foyers (Baena *et al.* 2005).

Abric Romaní (Barcelone)

Il s'agit d'un abri sous roche localisé sur la Vallée de la rivière Anoia, dans une formation de travertin qui comprend plusieurs sites archéologiques. Cette partie de la vallée est étroite, en forme de couloir, et constitue une zone de passage privilégiée pour les populations humaines dans leurs déplacements (Vaquero Rodríguez *et al.* 2008). La stratigraphie de l'abri, avec une épaisseur connue de plus de 20 m, alterne dépôts de plateforme de travertin (stériles) et de fines couches limono-sableuses qui contiennent les niveaux archéologiques, tous caractérisés (à l'exception d'un niveau supérieur Aurignacien) comme moustériens (Vaquero Rodríguez *et al.* 2008). La bonne préservation du site a permis de documenter des dizaines de foyers et de nombreux remontages ont été faits, tant sur la faune que sur le lithique. La séquence compte avec des séries de datation U/Th et 14C qui permettent de situer le site entre les 40 et les 70 ka BP (Bischoff *et al.* 1994).

Quelques traits sont persistants à travers la séquence comme l'utilisation du silex (malgré sa disponibilité relativement lointaine), le débitage discoïde, la dominante des denticulés sur les autres outils, la consommation de cerf et de cheval et le développement de la plupart des activités autour de foyers. Néanmoins, il existe aussi des variations avec des épisodes sporadiques d'activités non résidentielles (éloignées des foyers) liées à des occupations plus courtes ou la présence d'autres conceptions de débitage (spécialement le Levallois pour les niveaux E et O) (Vaquero Rodríguez *et al.* 2008). Les gîtes des silex présents sont distants de 14 à 30 km (spécialement ceux provenant des formations du Paléogène de la dépression de l'Èbre) (Vaquero Rodríguez *et al.* 2012). Les calcaires sélectionnés sous forme de galets viennent dans leur majorité des terrasses et plages de la rivière Anoia, ainsi que de quelques conglomérats et dépôts secondaires proches du site (Cuartero 2014). Deux retouchoirs en os ont été identifiés sur ce site : un pour le niveau Ja et un autre pour le niveau E (Vaquero Rodríguez *et al.* 2001).

Pour cette étude les niveaux E (ARE), Ja (ARJ) et Osup (ARO) ont été sélectionnés. Le niveau E (compris dans la série B à F/G = *c.* 40-45 ka BP) a été caractérisé comme l'un des plus représentatifs de la partie supérieure de la séquence (B-G) (Vaquero Rodríguez *et al.* 2008). Les systèmes de débitage de ce niveau sont discoïdes, Levallois (avec cependant des plans de fracturation peu subparallèle, Vaquero Rodríguez *et al.* 2008) et Quina (*sensu* Bourguignon 1997 ; Cuartero 2014), et l'occupation est de forte intensité (Carbonell i Roura 2012). Les outils (Fig. 16A) sont dominés par les denticulés et encoches comme dans toute la séquence, mais il existe des taux un peu plus hauts de racloirs et outils à retouche continue (Vaquero Rodríguez 1999).

Le niveau J (*c.* 45-50 ka BP) a été subdivisé en deux sous-niveaux (a et b) qui présentent quelques différences en intensité d'occupation. Ici on analysera le sous-niveau Ja, avec une intensité plus importante et des matériaux plus diversifiés (Carbonell i Roura 2012). Dans ce niveau, les nucléus sont structurés en deux surfaces de débitage sécantes (Fig. 16B). Il existe de nombreux nucléus sur éclat exploitant la surface ventrale et/ou surface dorsale. Le silex est, comme pour toute la séquence, la matière première dominante, mais il y a de plus importantes proportions d'autres matériaux de moins bonne qualité, comme le quartz ou le calcaire qui sont taillés aussi selon une conception discoïde. Sur les produits, les talons facettés sont presque inexistants, tout comme les racloirs dans l'outillage à la différence du niveau E (Vaquero Rodríguez *et al.* 2008, 2012).

Le niveau O (54,6 ± 2,3 ka BP) comporte 40 000 artefacts dont 23 273 sont des pièces lithiques. Deux sous-niveaux sont définis : Oa et Ob (Bargalló Ferrerons 2014). Le sous-niveau Oa a été défini comme un niveau à technologie Levallois au sein d'une occupation de faible intensité (Carbonell i Roura 2012 ; Bargalló Ferrerons 2014), pour autant, l'accès à la viande est primaire et immédiat comme pour les autres niveaux du site (Gabucio *et al.* 2012), interprétés dans ce cas avec l'aide des analyses spatiales comme un site résidentiel de courte durée (Bargalló Ferrerons 2014). Les nucléus de ce niveau sont épuisés mais illustrent toujours une conception Levallois (Fig. 16C) à laquelle correspondent des éclats débordants, des pointes, des éclats Levallois (Bargalló Ferrerons 2014) et probablement quelques produits allongés que l'on pourrait classifier de laminaires (Cuartero 2014). Plusieurs méthodes ont été définies : linéal, récurrent centripète et récurrent unipolaire longitudinal (Chacón *et al.* 2013). Les matières premières du niveau sont dominées par le silex, mais d'autres matériaux exotiques comme les agates sont présents (Bargalló Ferrerons 2014). Les outils, bien que très peu abondants, sont dominés par les racloirs et grattoirs et quelques-uns ont été introduits comme « tool-kit » (Bargalló Ferrerons 2014). Cette auteure a constaté aussi l'introduction de grands éclats employés comme support de nucléus et l'exportation d'éclats de type Levallois en silex et en calcaire (Bargalló Ferrerons 2014).

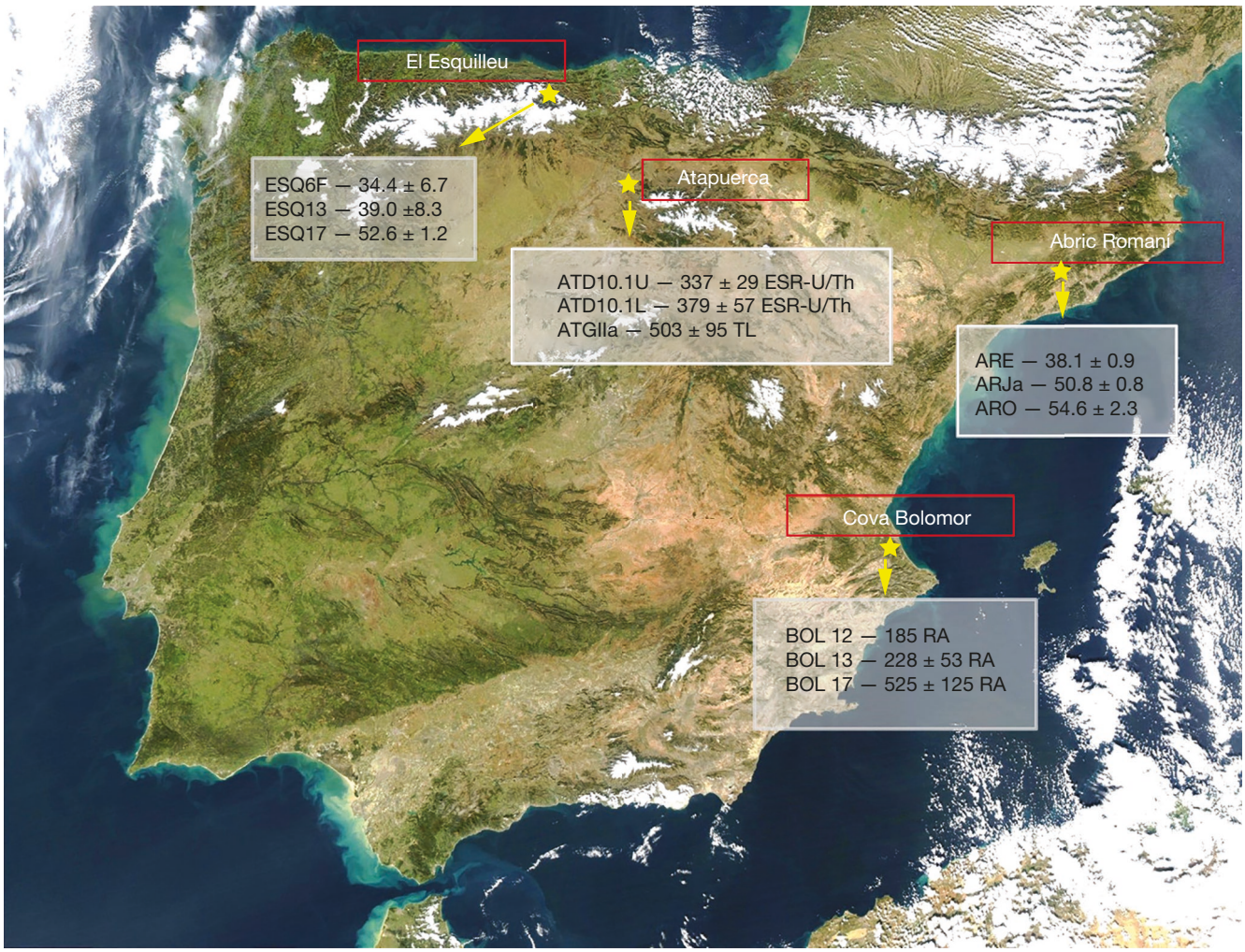

Fig. 6. — Localisation des sites analysés dans cette étude, liste des assemblages et leurs datations (ka). Carte composée à partir de l'image de https://visibleearth.nasa.gov/view.php?id=64573 - Jacques Descloitres, MODIS Rapid Response Team, NASA/GSFC.

RÉSULTATS

Place des percuteurs au sein des assemblages

Notre corpus d'étude est important, il comprend 202 percuteurs parmi les 447 galets analysés. Ces percuteurs représentent entre 12,2 et 100 % des galets présents dans les différentes occupations (Tableau 1) et entre 0,1 % à 17,2 % du total des industries (ATD10.1L et BOL13, respectivement).

La représentation des outils percutants au sein des industries ne semble pas de prime abord en relation avec la période chronologique, ni d'ailleurs avec la fréquence des activités de taille réalisées dans les occupations. Nous verrons néanmoins plus loin que certains liens peuvent être faits avec le pourcentage de produits retouchés.

Les matières premières des galets sélectionnés comme des outils de percussion (Fig. 7) montrent trois tendances : 1) une dominante des matériaux locaux acquis sur les terrasses alluviales proches ; 2) une dominante des calcaires pour l'arc méditerranéen (Abric Romaní, Cova del Bolomor) ; et 3) une prédominance du quartzite et du grès pour les secteurs centraux des Plateaux (Atapuerca) et atlantique Cantabrique (Esquilleu). Ces proportions sont en concordance avec les types lithologiques les plus fréquents et disponibles pour chaque région. Toutefois, dans le détail, quelques occupations se distinguent dans chacune de ces régions : des assemblages à compositions très variées, tels ATGIIa, ESQVIf ou BOL12, ou au contraire plus exclusifs, comme à ARJ, BOL17, ESQ17.

La diversité des matières premières des outils percutants semble illustrer une certaine corrélation avec les occupations de faible intensité, comme à ATGIIa, ESQVIf, ou ARO. Néanmoins, les deux sous-niveaux d'ATD10.1 (U et L) montrent une tendance inverse, avec plus de variabilité pour ATD10.1L (R-HI) face à la variabilité plus réduite des matériaux à ATD10.1U (NR-BI).

Il est possible que certaines propriétés mécaniques et fonctionnelles de certains matériaux aient été recherchées, en particulier quand ils apparaissent en proportions plus importantes. C'est le cas du grès à ESQ17 et ESQ13 ou du grès et de la calcarénite dans le niveau ARO, où ils sont très certainement en relation avec une recherche d'adhérence de la ZAP lors de la percussion plus ou moins tangentielle pour des débitages laminaires ou de retouche Quina. De même, le quartzite

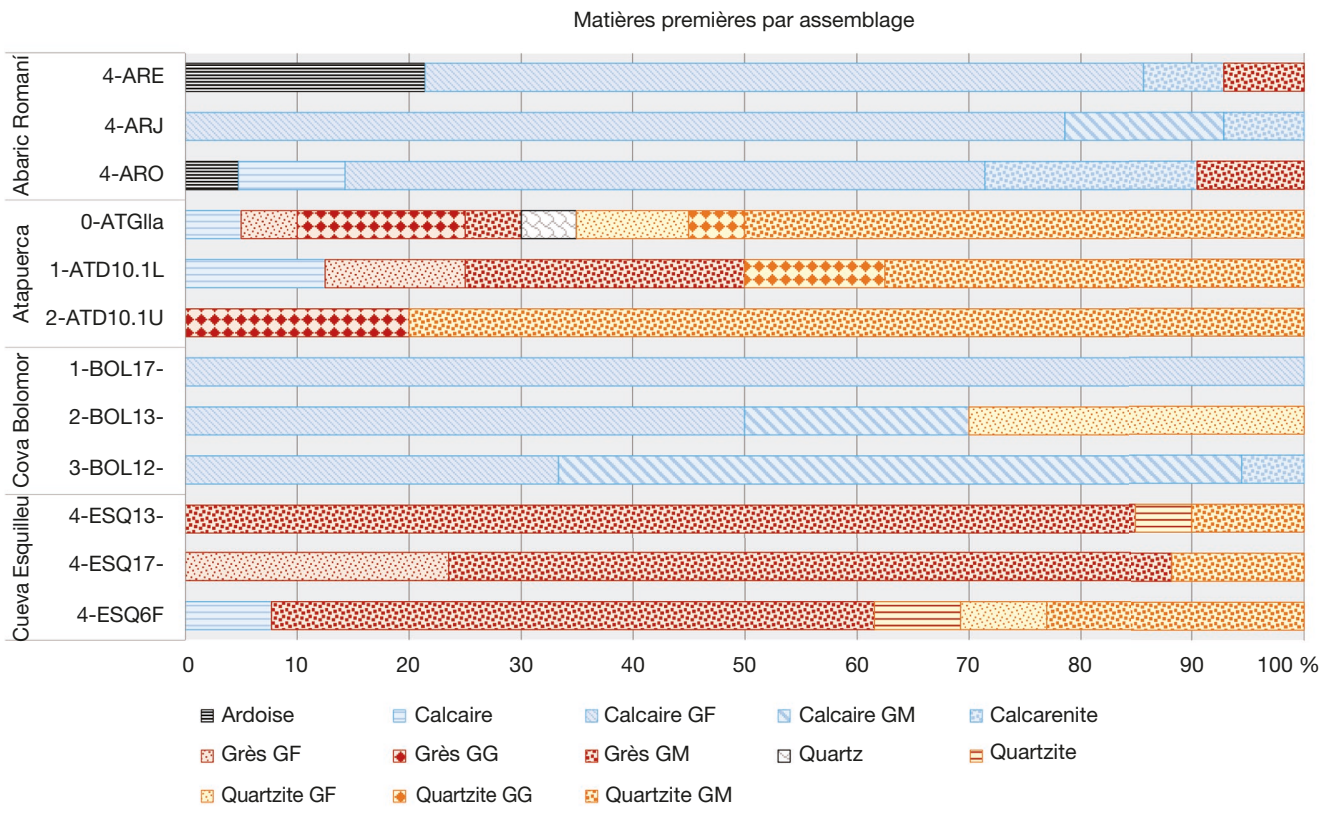

Fig. 7. — Matières premières par assemblage et région. Différenciation des grès et quartzites à grain grossier (**GG**), moyen (**GM**) et fin (**GF**). Dans le cas du groupe lithologique des calcaires, on différencie trois types : le calcaire micritique (**GF**), autres types de calcaire (**GM**) et le calcarénite. Échantillon : 179 pièces (tous les outils de percussion et fragments documentés sur chaque assemblage).

à Esquilleu VI-f et à ATD10.1U ou le calcaire sparitique à Bolomor XII qui signeraient une percussion plus contondante pour le débitage discoïde *s.l.*

Aussi, même si l'environnement lithologique semble alors avoir eu une influence non négligeable pour l'acquisition des matières dominantes des outils de percussion, celle-ci doit être nuancée par la recherche de propriétés spécifiques et les types d'occupation menant à une certaine diversification, tant dans les matériaux que dans les objectifs des diverses actions de percussion.

Types volumétriques

Une certaine sélection des outils percutants peut-être perçue sur la base des classes volumétriques (Fig. 8). Il ressort une forte présence de galets de poids réduits (catégorie pondérale 1 : 1-200 g), spécialement dans les niveaux de El Esquilleu et dans les niveaux XIII et XVII de Bolomor. Inversement, ces catégories volumétriques considérées comme légères sont absentes dans les occupations de courte durée (ATGIIa et ATD10.1U) ou très rares (BOL12). La catégorie la plus lourde (5 ≥ 801 g) est seulement présente dans cinq des 12 assemblages : ATD10.1L, BOL12, ARJ, ARO et ESQ6F. Les quatre sites de notre corpus présentent néanmoins cette catégorie de percuteur et l'on ne peut établir de corrélation stricte entre la fréquence d'occupation (faible ou intense) et les systèmes de débitage dominants.

Si l'on considère conjointement le poids et le volume des outils percutants, de nouvelles régularités dans les associations ressortent : les formats les plus petits (catégorie pondérale 1) sont associés d'une façon prédominante à des volumes plats (B, D, E), même s'il y a des exceptions où ces formats existent (de façon minoritaire) pour des volumes épais (BOL17, BOL12 et ARJ). Inversement, la catégorie la plus lourde (5) est toujours dominée par volumes épais (5A, 5C). Pour les catégories pondérales intermédiaires (2, 3, 4) plusieurs cas sont présents, des volumes épais à plats. L'élection des formats est liée aux modes de préhension et de transmission de la force durant les actions de percussion. Les petites morphologies (en y incluant même les pièces entre 201 et 400 g) et surtout plates permettent des actions avec plus de précision. Parallèlement, les volumes plus grands permettent d'exercer une bonne préhension et une application plus contondante de la force lors de la percussion (Cuartero 2014).

La sélection des formats, comme les matières premières, est partiellement conditionnée par l'environnement. On constate certaines régularités entre chacun des trois assemblages à l'intérieur de chaque site (Atapuerca, Bolomor, Esquilleu et Romaní), mais toujours avec des traits particuliers en relation avec les types d'occupation, le système technique ou les activités spécifiques développées. Ces régularités de choix des outils percutants semblent plus fortes au sein de deux sites du MIS 3 (Abric Romaní et Esquilleu) et apparaissant comme moins prononcées pour les contextes anciens (Bolomor, Atapuerca).

La grande variabilité de combinaisons possibles avec le croisement de formats et de stigmates (cinq types volumétriques ×

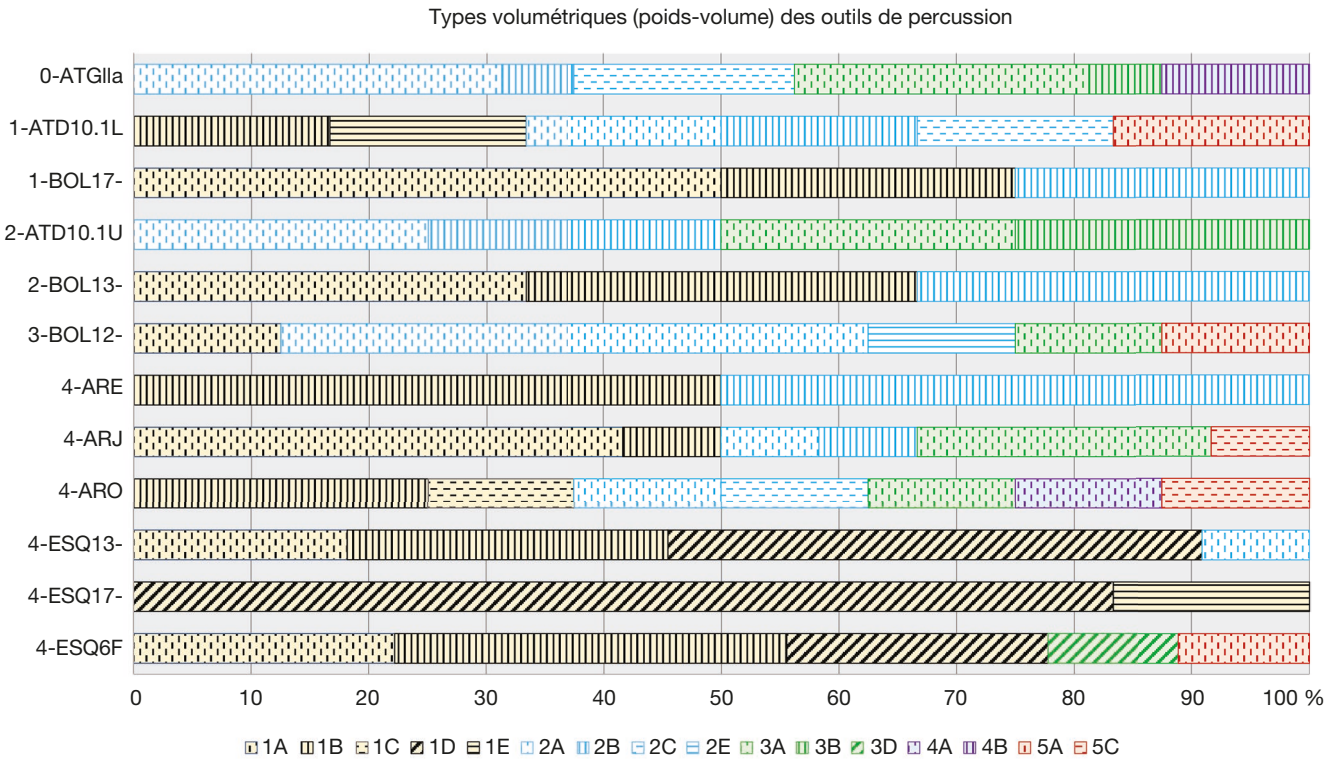

Fig. 8. — Classes volumétriques décomposées en deux variables : poids (synthétisé par tranches de 200 g jusqu'à la catégorie 5 pour les galets ≥ 801 g), et volume, avec cinq catégories présentes : **A**, épais court ou sphéroïdal ; **B**, plat court ou discoïdal d'épaisseur moyenne ; **C**, épais long ou ovoïde ; **D**, très plat et court ou discoïdal très plat ; **E**, plat long ou allongé d'épaisseur moyenne. Échantillon : 97 pièces (soit tous les outils de percussion entiers ou presque, qui permettent de reconstruire leurs morphologies).

cinq catégories pondérales × quatre groupes de stigmates = 100 types possibles) s'est largement réduite à 25 cas différents (Fig. 9). Selon l'assemblage, ces combinaisons apparaissent, de plus, en nombres différents et, dans l'ensemble, plutôt réduits (entre trois et huit). Ce fait permet de supposer un choix de certains types d'utilisation liés à des caractéristiques physiques.

Les stigmates dominants dans tous les assemblages, hormis ARO, sont les impacts et les fractures. Viennent ensuite les impressions linéales malgré leur absence dans cinq des occupations (ARO, ARJ, ESQ6F, BOL12, ATD10.1U) sur 12 assemblages analysés. Les abrasions, stries et polis associés à des impacts sont présents dans des proportions marginales dans trois assemblages (ESQ17, ESQ13 et ATGIIa) et sont seulement significatives dans un seul (ARO). Enfin, les stries et abrasions sans relation avec des traces de percussion sont uniquement présents dans ARJ (de façon marginale) et dans ARO (plus importants).

La sélection de galets plats et petits (1B, 2B, 1E, 1D) s'avère très fréquente pour les actions générant des impressions linéales, notamment lors de la retouche écailleuse scalariforme. Dans seulement deux cas, ces types de stigmates apparaissent sur un volume épais (1A à ESQ13 et 3A à ATGIIa). Cette association entre types volumétriques plats et principalement petits, et stigmates de type impression linéale nous permet de confirmer leur fonction de retouchoir. Néanmoins, il faut souligner que l'association entre galets plats de petites dimensions (1B, D et E) et les impressions linéales n'est pas systématique, car à l'intérieur de deux assemblages à technologie discoïde, comme ESQ6F et ARJ, les impressions linéales sont absentes.

Une autre association notoire est celle d'outils percutants de volumes plutôt épais et grands (3A, 5A, 5C) avec des stries, abrasions et polis accompagnés d'impacts. Cette relation, plus remarquable à ARO est également présente à ARJ et à ATGIIa. Les abrasions et polis sans impacts dans ARJ et ARO sont sur les mêmes volumes. S'il est vrai que les abrasions ou stries sans association à des impacts peuvent se générer avec d'autres actions que la taille, la correspondance entre ces stigmates et ceux avec impacts sur des volumes similaires laisse penser qu'il puisse s'agir d'une même action selon le caractère plus ou moins tangentiel du geste. L'association de ce stigmate sur matériaux dits tendres (calcarénite, grès) dans l'assemblage où il est plus significatif (ARO) nous permet d'identifier une action de taille en percussion tangentielle à la pierre tendre. Pour ce dernier exemple, le débitage à tendance laminaire dominant pourrait matérialiser leurs usages selon cette gestuelle.

Deux principes généraux peuvent être dégagés de cette comparaison : 1) l'association volume/stigmate semble généralisée (même s'il y a des exceptions ESQ17 pour l'abrasion sur un galet plat et ESQ13 avec des impressions sur un volume épais) ; et 2) quand les stigmates moins habituels (impressions linéales, abrasions avec ou sans impacts) sont présents, les formats qui les possèdent ont toujours des stigmates du groupe dominant aussi (impacts, fractures). Seules deux exceptions existent : un volume 3A sans impacts à ARO et un retouchoir sans impacts à BOL17). Ce fait indique plus une inconstance fonctionnelle des formats sélectionnés pour une fonction précise qu'une utilisation aléatoire des formats.

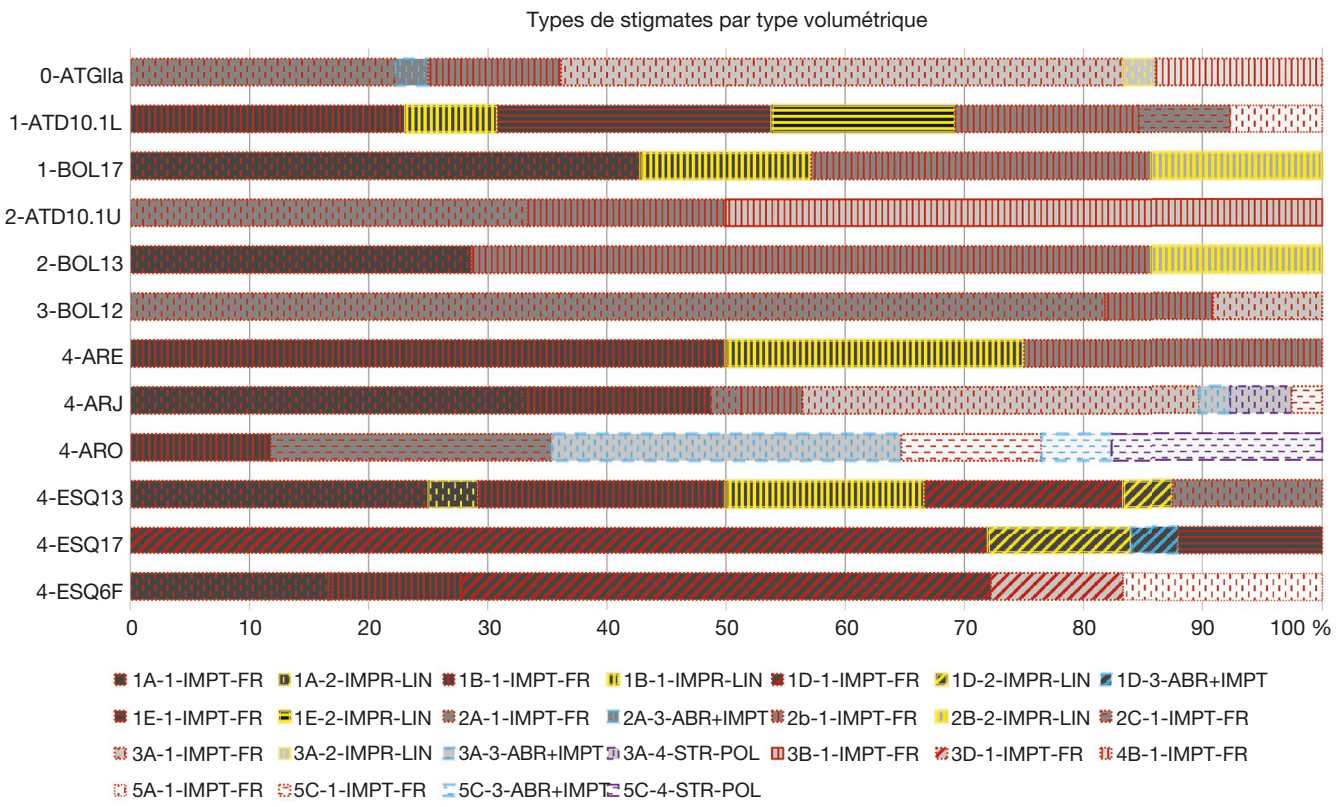

Fig. 9. — Types de stigmates par type de galet (poids et volume). Classes de formats (poids – volume) identique à la figure antérieure avec en couleur du fond des barres plus foncées pour les catégories les moins lourdes. Stigmates par couleur : **rouge**, impacts; **jaune**, impressions linéales; **bleu**, abrasions ou stries associées à des impacts; **violet**, abrasions ou stries sans impacts. Échantillon : 215 ZAPs (soit toutes les ZAPs sur outils de percussion entiers ou presque, qui permettent de reconstruire leurs morphologies).

De plus, il est fort probable que d'autres types d'usages soient masqués sous des stigmates plus communs (impacts et fractures) et ne soient pas si faciles à percevoir.

Les galets épais et plus petits (1A) sans autres stigmates que des impacts et fractures sont présents dans quatre assemblages (ESQ6F, ARJ, BOL17 et BOL13). Les galets plus larges (> 800 g, catégorie cinq) qui présentent seulement des impacts et des fractures sont présents dans uniquement trois assemblages (ATD10-1. L, ARJ et ESQ6F).

Les directions d'utilisation (Fig. 10) sont quant à elles restreintes à quelques possibilités de gestuelles en fonction des localisations des ZAPs sur l'outil de percussion. Ainsi, les aires centrales des convexités maximales du galet (CBD, CBM, CPM) offrent plus de gestes d'utilisation possibles que les aires latérales (LBD, LPD, LPM). Deux types sont très communs au sein de l'échantillon analysé : l'utilisation transversale de l'extrémité (CBD-Xy) et l'utilisation longitudinale des bords latéraux distaux, qu'elle soit tangentielle ou frontale (LBD-Xz ou Yz). Les actions transversales du bord centre-médian (CBM-Yx) sont aussi présents dans presque tous les assemblages, bien que minoritaires dans la plupart d'entre eux.

Mis à part ces modes de percussion étendus, on constate aussi quelques spécificités. Pour les assemblages où le système discoïde est dominant (ESQ6F, ARJ), ce sont les outils percutants où les modes d'action tangentielles des bords distaux des percuteurs (CBD-Zy ou CBD-Yz) qui sont les plus présents avec des pourcentages globaux aux alentours de 10 % (9,09 % pour ESQ6F et 11,11 % pour ARJ). De même, les percuteurs avec une ZAP de type CPM, bien que toujours minoritaires, montrent une certaine tendance de leur utilisation de façon transversale et plus spécifiquement durant les phases anciennes du PM (ATGIIa : 2,7 %, BOL13 : 7,14 %) alors que pour les périodes plus récentes une utilisation longitudinale semble plus préconisée (ARO : 4,34 %). Les actions LPD-Zy sont quant à elles associées à la confection de retouche (écailleuse mais pas toujours : ARJ est une exception notable, avec 27,77 % sans évidences d'impressions linéales) et sont toujours en proportions importantes au sein des occupations présentant un taux d'outillage retouché élevé et ce quel que soit le système de débitage dominant discoïde hiérarchisé (ATD10.1L : 28,57 %), Levallois (ARE : 25,0 % ou ESQ17 : 14,28 %) ou principalement Quina (ESQ13 : 33,33 %).

DISCUSSION

L'influence du contexte est toujours importante sur la population de percuteurs, mais elle n'est jamais déterminante, ce qui nous permet de mener une réflexion sur les aspects suivants : quel rôle jouent les percuteurs dans les stratégies de mobilité des outillages et dans les comportements techniques de taille (systèmes de débitage et aménagement de l'outillage retouché) au sein desquelles ils tiennent une place importante. Deux points que nous évoquerons ci-après.

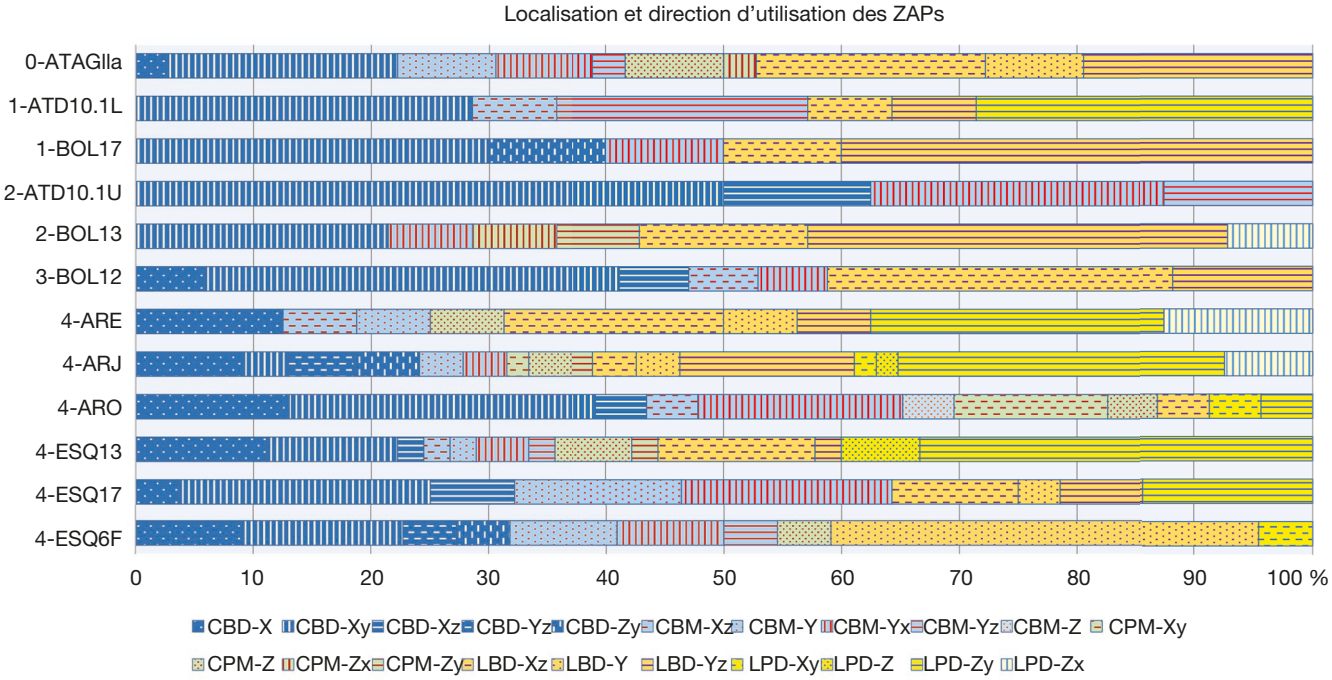

Fig. 10. — Code de lecture : couleurs indiquant localisation (CBD, CBM, CPM, etc.). Traits et lignes indiquant directions (par rapport à l'axe d'allongement de la ZAP) : **pointillé**, directions indéterminées ; **lignes horizontales**, utilisation frontale longitudinale ; **lignes verticales**, utilisation frontale transversale ; **traits horizontaux**, utilisation tangentielle longitudinale ; **traits verticaux**, utilisation tangentielle transversale. Échantillon : 215 ZAPs (soit toutes les ZAPS sur outils de percussion entiers ou presque, qui permettent de reconstruire leurs morphologies).

Stratégies de mobilité et présence ou absence de l'outillage de percussion

Pour mieux appréhender les stratégies de mobilité, deux aspects sont analysés : les proportions de l'outillage de percussion par rapport à d'autres catégories du lithique et les proportions des différents types d'outils de percussion en détail.

Les proportions entre les outils de percussion et les autres outils semblent avoir des proportions équivalentes (Tableau 1). Ainsi, là où les taux de l'outillage *s.l.* (outillage sur éclat avec ou sans LCTs) sont importants (entre 18 et 38 %), les percuteurs sont également nombreux (entre 9 et 19 %). Inversement, là où les éclats bruts sont dans des proportions beaucoup plus importantes (entre 85 et 96 %), les outils de percussion sont moins abondants (entre 0,4 et 1,5 %). Or, les outils percutants les plus représentés dans les séries à fort taux d'outillage retouché ne sont pas de type retouchoir. Il est d'ailleurs intéressant de souligner que l'occupation où les retouchoirs sont les plus représentés au sein du corpus en contexte Quina de la grotte d'Esquilleu le pourcentage de produits retouchés est faible (6,8 %).

La correspondance observée entre taux d'outils et taux de percuteurs pourrait donc indiquer que l'outillage de percussion, malgré son apparente origine locale, fait partie du « toolkit » à déplacer comme les autres outils taillés (éclats, nucléus, bifaces, outils retouchés), ce qui est fréquemment observé pour le Paléolithique moyen (Turq *et al.* 2013). Cette dernière observation reste ici une hypothèse à contraster dans le futur, sa confirmation sortant des limites de ce travail. Certains taux d'usure sur quelques percuteurs suggèrent également une utilisation plus intense que la durée estimée d'occupation. C'est le cas des percuteurs de l'assemblage ATGIIa, très nombreux (15,5 %) par rapport au nombre d'éclats présents (52,7 % : voir Tableau 1) et qui présentent parfois des traces de percussion très intenses (Fig. 5). Cette intensité inusuelle d'utilisation invite à penser à un développement des activités de taille produites majoritairement hors site car les actions de taille documentées dans cet assemblage (d'après les remontages et groupes de matières premières) sont toujours rares et les occupations ont toujours été interprétées comme de courte durée sur ce site (Terradillos Bemal 2010). Aussi, tout comme une partie du débitage, les percuteurs auraient alors été introduits. Inversement, la rareté, voire l'absence de percuteurs dans certaines occupations où des activités de taille *in situ* sont documentées, suggèrent le caractère mobile des outils percutants (Bourguignon *et al.* ce volume). Enfin, de nombreux retouchoirs de type « bulbes piquetés » des sites de Nesher Ramla et de Quneitra (Levant) sont en silex exogènes (Centi *et al.* 2019) régulièrement retouchés ou transformés en nucléus. Cela confirme que ces outils percutants font parties des pièces mobiles intégrant un cycle long.

Une autre donnée intéressante est celle des densités d'industrie lithique par mètre cubique et les proportions d'outils (Barton *et al.* 2011). Les sites avec les plus forts taux d'outils et basses densités par mètre^3 (Tableaux 1 ; 2) sont interprétés (Barton *et al.* 2011) comme des lieux où l'intensité d'occupation est faible et avec essentiellement une représentation des phases finales de la chaine opératoire (abandon d'outils avec pas ou peu de retouche). Probablement ATGIIa (Ollé *et al.* 2013) ou Bolomor XII et XIII (Fernández Peris 2007) pourraient être rapprochés de ce modèle. Ces assemblages ont de fortes

Tableau 1. — Effectifs totaux des principales catégories de l'industrie lithique par assemblage. Le nombre d'éclats inclu les fragments d'éclat. LCTs est ici considéré comme une catégorie générique comprenant les bifaces, hachereaux et galets aménagés.

échantillon archéologique	no. total lithique	no. total galets	%	no. percuteurs	%	% percuteurs du total des galets	no. nucléus	%	no. éclats + fragments	%	no. outils sur éclat	%	no. LCTs	%
ATGIIa	277	51	18,4	43	15,5	84,3	7	2,5	146	52,7	51	18,4	17	6,14
ATD10.1L	21250	147	0,69	18	0,1	12,2	188	0,8	14632	68,8	634	2,9	33	0,16
ATD10.1U	834	30	3,6	9	1,1	30,0	10	1,2	466	55,8	53	6,3	4	0,48
BOL17-	357	5	1,4	5	1,4	100,0	22	6,1	245	68,6	87	24,3	1	0,28
BOL13-	58	10	17,2	10	17,2	100,0	4	6,9	35	60,3	19	32,7	1	1,7
BOL12-	175	17	9,7	16	9,1	94,1	11	6,2	84	48,0	65	37,1	1	0,57
ESQ17-	2526	32	1,2	17	0,6	53,1	27	1,1	2142	84,8	181	7,1	0	0,00
ESQ13-	9855	42	0,4	15	0,1	35,7	23	0,2	8765	88,9	672	6,8	0	0,00
ESQ6-6F	1123	24	2,1	14	1,2	58,3	55	4,9	817	72,7	198	17,6	0	0,00
ARO	1584	12	0,7	10	0,6	83,3	9	0,5	1358	85,7	17	1,0	1	0,06
ARE	2149	34	1,5	15	0,7	44,2	38	1,7	2088	97,1	80	3,7	1	0,05
ARJ	5253	43	0,8	30	0,5	69,7	73	1,3	4999	95,1	149	2,8	0	0,00

proportions de percuteurs (entre 9 et 20 %), ce qui suggère très certainement aussi que les percuteurs font partis du « tool-kit » individuel et qu'ils ont été introduits et abandonnés en nombre. Au contraire, les assemblages à hautes densités cubiques et basses proportions d'outillage retouché peuvent être reliés à des occupations plus intenses comme ce serait le cas d'Esquilleu XVII et XIII (Carrión Santafé *et al.* 2008), ATD10.1L (Ollé *et al.* 2013) ou ARJ (Vaquero Rodríguez *et al.* 2012) et où les percuteurs sont peu abondants (du 0,1 au 0,7 %).

Néanmoins, d'autres combinaisons apparaissent aussi : fortes densités cubiques et nombreux outils (EQ6F, BOL17) ou au contraire faibles densités et faibles proportions d'outils (ATD10.1U, ARE, ARO). Sauf pour le cas d'ATD10.1U où les percuteurs sont un peu plus nombreux que les outils, les autres exemples suivent la corrélation taux d'outils taillés/taux de percuteurs, même si les occupations indiquent d'autres situations possibles entre les deux extrêmes du modèle de Barton et collaborateurs (2011). Ces correspondances entre densités et taux d'outils sont en général plus communes à partir du MIS 7 (Kuhn 2013), or elles semblent ici très évidentes à partir du MIS 9 voire même un peu avant, avec les cas d'ATGIIa et ATD10.1L. La complémentarité entre divers aspects technologiques et économiques de ces deux sites très proches a par ailleurs déjà été signalée (Terradillos Bernal & Díez-Fernández-Lomana 2012 ; García-Medrano *et al.* 2015).

La présence de modes de percussion et d'outils précis : retouchoirs, percuteurs, enclumes

La présence ou l'absence d'outils de percussion spécifiques comme les retouchoirs et/ou d'autres types de percuteurs trouvent une raison logique pour la plupart des cas. Par exemple, là où la retouche continue est importante (notamment celle écailleuse et scalariforme), les retouchoirs ressortent également parmi les outils de percussion (ATD10.1L, BOL17, BOL13, ARE, ESQ17, ESQ13). Inversement, dans le cas où ces retouchoirs sont rares ou absents plusieurs explications sont possibles selon les occupations : 1) pour le cas d'ARJ le mode de retouche denticulé dominant dans ce niveau ne laisserait les impressions linéales typiques et ils seraient obtenus avec un autre type de percuteur (hypothèse également retenue pour certains retouchoirs en os, Costamagno *et al.* 2018) ; 2) ou bien les outils, spécialement les racloirs, pourraient être introduits déjà confectionnés (ESQ6F, ATGIIa, ATD10.1U) ; ou 3) voire avoir été en partie retouchés par des retouchoirs en os également présents (cas pour BOL12).

L'autre caractéristique qui ressort de la comparaison pour ces retouchoirs c'est une certaine évolution, avec une augmentation progressive de la régularité en termes de sélection et d'utilisation. Les retouchoirs du Pléistocène moyen ont des morphologies un peu plus épaisses et irrégulières, des poids plus variés et des ZAPs de localisations diverses que ceux observés sur les exemples de retouchoir de El Esquilleu et de l'Abric Romaní, plus récents. Pour le cas des retouchoirs en os, il semble aussi exister quelques tendances diachroniques au Paléolithique moyen de la péninsule Ibérique : on constate une augmentation de leur fréquence. Ainsi, si l'on compare les séries du Pléistocène moyen à celles des assemblages moustériens plus récents on constate que les premières ne livrent qu'une dizaine de retouchoirs au maximum (e.g. Bolomor, Rosell *et al.* 2015) contre souvent plus d'une centaine dans les seconds, comme à Peña Miel, Axlor ou Covalejos (Mozota Holgueras 2012). De plus, sur ces derniers sites, l'obtention de supports normalisés de retouchoir parmi la fracturation des diaphyses orientée vers la production de cet outil a été mise en évidence (Mozota Holgueras 2012, 2015), alors que ce comportement semble absent pour les périodes antérieures.

L'existence d'autres types de stigmates que les impressions linéales sur le groupe volumétrique des petits retouchoirs plats, tout comme la présence d'outils de percussion de petites dimensions de volume épais, nous permettent de proposer deux sous-classes d'outils : les petits percuteurs et les retouchoirs de bord.

La sous-classe des petits percuteurs (< 200 g et épais) est présente à BOL17, BOL13, ARJ, ESQ13 et ESQ6F. Leurs existences à BOL17 et BOL13 seraient liées à des activités de débitage de petites dimensions déterminées par le choix

Tableau 2. — Synthèse des principaux traits des assemblages analysés. Abréviations : **ARE**, Abric Romaní, niveau E ; **ARJ**, Abric Romaní, niveau J ; **ARO**, Abric Romaní, niveau O ; **ATD**, Atapuerca, Gran Dolina ; **ATG**, Atapuerca, Galería ; **BI**, basse intensité ; **BIF**, bifacial ; **BOL**, Cova del Bolomor ; **D**, discoïde ; **DH**, discoïde hiérarchisé ; **ESQ**, Cueva de El Esquilleu ; **HI**, haute intensité ; **L**, Levallois ; **Lam**, laminaire ; **NR**, non résidentielle ; **Q**, Quina ; **R**, résidentielle. *, indique des problèmes de conservation.

échantillon archéologique	chronologie ka BP	technologie	no. total lithique	no. de restes lithique × m³	no. total faune	no. de restes faune × m³	ratio éclats / percuteurs	ratio nucléus/ percuteur	ratio outillage*/ percuteur	ratio outillage* + nucléus / percuteur	chaîne opéra-toire faune	chaîne opéra-toire lithique	foyers	type d'occupation
ATGIIa	500	BIF	277	6,93	70*	1,75*	3,40	0,16	1,18	1,74	Ind/1-2?	3	non	NR-BI
ATD10.1L	380	DH	21 250	447,37	48000	1010,53	812,89	10,44	35,22	47,50	3	2-3	non	R-HI
ATD10.1U	340	DH	834	17,56	2000	42,11	51,78	1,11	5,88	7,44	1?-2	3	non	NR-BI
BOL17-	350	DH	357	89,25	3054	763,50	49,00	4,40	17,40	22,00	3	3	non	R-HI
BOL13-	230	Ind/D ?	58	9,67	829	138,17	3,50	0,40	1,90	2,30	3	3	non	R-BI
BOL12-	180	D+L	175	36,46	200	41,67	5,25	0,69	4,06	4,81	2/ 3	2-3	non	NR-BI / R-HI
ESQ17-	55	Lam+L	2526	12630,00	263*	1315,0*	126,00	1,59	10,64	12,24	Ind/2-3?	2-3	oui	R-HI
ESQ13-	50	Q	9855	30796,88	7312	22 850,0	584,33	1,53	44,80	46,33	2-3	3	oui	NR-HI
ESQ6-6F	45	D	1123	3509,38	1227	3834,38	58,36	3,93	14,14	18,07	2-3	2-3	non	NR-BI
ARO	55	L	1584	37,89	483	11,56	135,80	0,90	1,70	2,70	3	2	oui	R-BI
ARE	45	L+D	2149	38,38	2662	47,54	139,20	2,53	5,33	7,93	3	2-3	oui	R-HI
ARJ	50	D	5253	78,87	5630	84,53	166,63	2,43	4,96	7,40	3	2-3	oui	R-HI

orienté du silex (toujours de petits formats) comme matière première dominante dans ces deux niveaux (Fernández Peris 2007 ; Fernández-Peris *et al.* 2020). Par contre, son existence à ESQ13, ARJ et ESQ6F ne semble pas liée aux propriétés spécifiques des matériaux taillés mais plutôt à un choix techno-économique vers la ramification (Bourguignon *et al.* 2004) systématique des supports Quina pour le premier cas et discoïde pour les deux autres assemblages. Ce comportement est bien attesté à El Esquilleu (Cuartero *et al.* 2015) et est aussi bien représentée à ARJ avec de très nombreux exemples de débitage sur éclat (Vaquero Rodríguez *et al.* 2012).

Par ailleurs, la présence d'impacts et de fractures attestent une utilisation systématique du bord (LBD, CBD, CBM) de petits galets plats (y compris ceux de type 2B), et ce plus fréquemment que les impressions linéales sur des aires plates (LPD-Zy). L'attribution de certaines gammes de percuteurs à des actions de débitage de petites dimensions ou à des actions de retouche autres qu'écailleuse scalariforme pourrait être proposée pour ces assemblages comme pour le cas de l'assemblage ESQ6F à El Esquilleu ou ARJ et ARO à l'Abric Romaní.

Pour ce qui est des percuteurs *sensu stricto* (de débitage/façonnage), la variabilité apparente et continue des morphologies et des poids à l'intérieur de la plupart des assemblages laisse penser à une recherche d'un éventail de propriétés qui peut rarement se systématiser en types aussi évidents que celui des retouchoirs. Seuls de grands percuteurs de volume épais en pierres tendres de l'assemblage ARO montrent une association fréquente de stigmates de type abrasion, polis et stries constituant ainsi une probable distinction classificatoire. Pour autant, dans le cas d'ARJ, la présence de stries associées à des calcaires micritiques locaux, qui n'ont pas les mêmes comportements physiques et mécaniques d'une pierre tendre, incite à la prudence. Dans nos expériences de taille, le calcaire micritique montre une surface glissante et un comportement de fracture fragile qui produit une moindre adhérence par rapport à d'autres roches comme le grès ou les calcaires de type craie qu'on peut considérer nettement comme pierre tendre (Cuartero 2014).

D'ailleurs, une autre catégorie d'outils de percussion ressort à l'intérieur de l'échantillon analysé : celle des outils de percussion sur des éléments de l'industrie lithique préalablement taillée, notamment des nucléus. Cette catégorie est attestée principalement sur les assemblages de technologie discoïde (ARJ et ESQ6F) et fait penser pour ces deux cas à des reprisses ou des recyclages de nucléus en percuteur plutôt qu'à des fonctions spécifiques des surfaces aménagées tels les « strike-a-light » (Sorensen *et al.* 2018), les percuteurs d'angle (Mora & de la Torre 2005) ou les percuteurs de concassage (Alperson-Afil & Goren-Inbar 2016). L'utilisation comme « strike-a-light » reste possible pour un seul cas de percuteur sur nucléus de quartzite pour ESQ6F (Fig. 15Cd), mais il faut l'écarter pour les cinq percuteurs en calcaire de ce type attestés à ARJ (Fig. 16Bc). De même, les dimensions réduites de tous ces percuteurs comparés aux percuteurs d'angle préalablement définis (Mora & de la Torre 2005 ; Titton *et al.* 2018) tout comme les processus fréquents de recyclage et de ramification dans ces deux assemblages (Vaquero Rodríguez *et al.* 2012 ; Cuartero *et al.* 2015) incitent à penser à une utilisation de ces petits percuteurs d'ARJ et ESQ6F pour des débitages de petites dimensions. Il s'agirait pour nous plutôt de petits percuteurs, identiques à ceux que l'on vient de définir, avec la particularité dans ce cas de présenter des ZAPs sur des surfaces antérieurement taillées à l'image de ceux décrits pour le moustérien français (Claud *et al.* 2010 ; Thiebaut *et al.* 2010), mais qui, pour notre cas, seraient plus petits. D'autres types d'outils de percussion sur élément débité comme les retouchoirs sur bulbes d'éclats dits « bulbes piquetés » (Shchelinskij *in* Plisson 1988 ; Tixier 2000 ; Semenov 2005 ;Veselsky & Kabazi 2008 ; Mathias & Viallet 2018) bien développés dans le Moustérien Levantin (Centi *et al.* 2019) n'ont pas été documentés sur l'échantillon analysé.

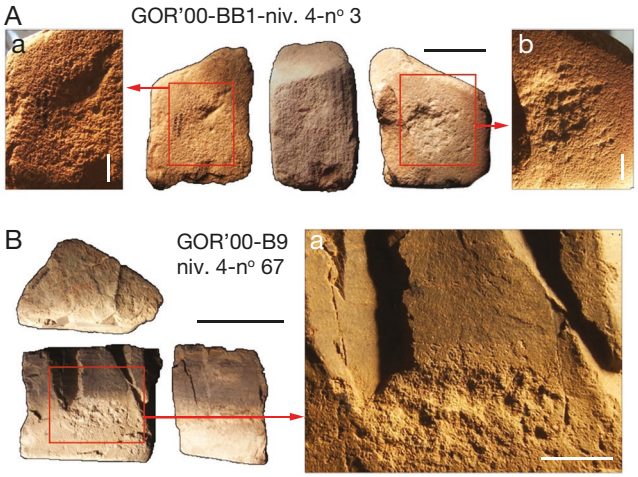

Fig. 11. — Gorham's Cave (Gibraltar, United Kingdom), niveau IV : **A**, enclume-broyeur sur bloc quadrangulaire de grès ferrugineux ; les deux surfaces les plus larges (**Aa**, **Ab**) montrent des piquetages (CPM-Z) créant des cupules centrales ; l'une des surfaces (**Ab**) montre un polissage intense qui suggère une utilisation comme broyeur ; **B**, enclume sur bloc quadrangulaire en calcaire à bande silicifiée ; le piquetage central (CPM-Z) répandu également sur la bande silicifiée et le calcaire du bloc implique une action de percussion avec un élément minéral dur, probablement en relation avec un aménagement intentionnel de la cupule centrale. Échelles : A, B, 5 cm ; Aa, Ab, Ba, 1 cm.

Deux des outils déjà décrits revêtent des modes de percussion particuliers et évidents par leur association à des matériaux et formes déterminés : les retouchoirs (spécialement quand on considère les impressions linéales sur les plans distaux : LPD-Zy) et les percuteurs en pierre tendre pour une utilisation tangentielle des débitages d'ARO. Deux autres modes de percussions spécifiques bien que moins évidents ressortent : l'utilisation tangentielle des bords centro-distaux (CBD-Zy/Yz) à BOL17, ARJ et ESQ6F, et l'utilisation d'aires CPM en percussion frontale et parfois avec des actions transversales à l'axe d'allongement des ZAPs pour d'ATGIIa. Les actions tangentielles des bords pourraient tout aussi bien être associées à la retouche non scalariforme qu'au débitage de petites dimensions (en particulier sur éclat pour ARJ et ESQ6F). Pour le cas de l'action frontale d'aires CPM d'ATGIIa, les dimensions relativement larges des galets (3A, 3B, 4B) font penser à des actions de débitage ou de façonnage de grandes dimensions.

D'autres classes d'outils aisément identifiables tels les percuteurs de grandes dimensions et enclumes sont possibles. Ainsi, les percuteurs de grandes dimensions (> 800 g) et volumes épais apparaissent dans les assemblages ARJ, ESQ6F, ARO, BOL12, ATD10.1L et BOL17 comme une classe bien différenciée. À ATD10.1L et BOL17 on constate qu'il s'agit de grands galets portant des traces de percussion active opposées à des parties taillées qui interviennent après l'utilisation de ces galets comme percuteurs (Figs 13Bc ; 14Aa), même si on ne peut pas attester (en l'absence de remontages) que cette transformation secondaire a pu avoir lieu au moment des occupations ou antérieurement. Cette classe pondérale lourde s'accompagne de stigmates de type abrasion et impacts à ARO. Le caractère épais, plat et angulaire (ou peu arrondi) de ces gros blocs nous permet de caractériser des enclumes dans les cas de ARJ et BOL12. L'ensemble de ces grands galets pourrait être lié à des activités de concassage à l'exception peut-être d'ARO, où un débitage de grandes dimensions est présent.

La présence de ces gros blocs est pourtant rare dans l'échantillon analysé et invite donc à une réflexion plus détaillée. Les activités de concassage (fracturation) d'ossements sont bien présentées dans tous les assemblages ici analysés, mais seuls quelques blocs peuvent être interprétés comme des enclumes de façon univoque, notamment un exemplaire de BOL12 (Fig. 13Ca) et un autre d'ARJ (Fig. 15Ba). Il faut rappeler ici que la fracturation d'ossements laisse rarement des stigmates sur les galets employés, qu'il s'agisse des percuteurs ou des enclumes (Titton *et al.* 2018), et que seuls les blocs moindrement arrondis, à surfaces aménagées ou taillées montrent des stigmates de fractures lorsque la percussion « ratée » fait glisser le percuteur sur l'enclume (Arroyo *et al.* 2016 ; Titton *et al.* 2018). Pour autant, ce type de fractures du bord d'enclume n'est pas diagnostique d'une activité précise (Goren-Inbar *et al.* 2015).

De plus, même si la consommation de végétaux est bien attestée pour les populations néandertaliennes (El Zaatari *et al.* 2011 ; Sistiaga *et al.* 2014), tout comme l'utilisation de colorants minéraux principalement travaillés par raclage (Dayet *et al.* 2019), aucun des outils sur galet ou sur bloc de l'échantillon analysé ici ne montre des traces d'abrasion similaires aux outils de broyage documentés pour des périodes plus récentes (de Beaune 2000, 2004 ; Roda Gilabert *et al.* 2012 ; Revedin *et al.* 2015). Par contre, d'autres assemblages analysés par ailleurs (Cuartero 2014), et notamment le niveau IV du site de Gorham's Cave, comporte des éléments présentant des polissages et des abrasions sur des surfaces plates et larges et des cupules de percussion apparemment aménagées pouvant être en relation avec ces activités de concassage et de broyage (Fig. 11). Il importe néanmoins de rappeler que cet assemblage, avec une technologie caractérisée comme moustérienne (Giles Pacheco *et al.* 2012), offre une chronologie très récente qui suggère des critiques du point de vue de l'attribution du techno-complexe (Zilhao & Pettit 2006) ou de la précision des dates (Higham *et al.* 2014).

Aussi, si l'on considère l'échantillon analysé ici comme représentatif du Paléolithique moyen de la péninsule Ibérique, il apparait raisonnable d'affirmer que les outils sur bloc ou galet employés comme broyeurs en abrasion, en percussion posée (de Beaune 2004) ou comme enclumes sont très rares.

Modes de percussion et système technique

Les liens entre modes de percussion et systèmes techniques semblent plus ou moins évidents. Néanmoins, expliquer pourquoi ces modes de percussion se répètent même de façon discrète exige une interprétation en termes des possibilités d'action qu'offrent les résultats. Dans ce contexte, les expériences de taille pour chaque système technique selon diverses actions apportent de plausibles explications ou confirme les interprétations issus de l'étude du matériel.

En contexte Quina, les travaux antérieurs soulignent la prévalence de la percussion « rentrante », tant pour le débitage que pour la retouche, mais selon des gestes de trajectoire différents (Bourguignon 1997, 2001). Pour le débitage, cette technique de percussion permet de produire les supports

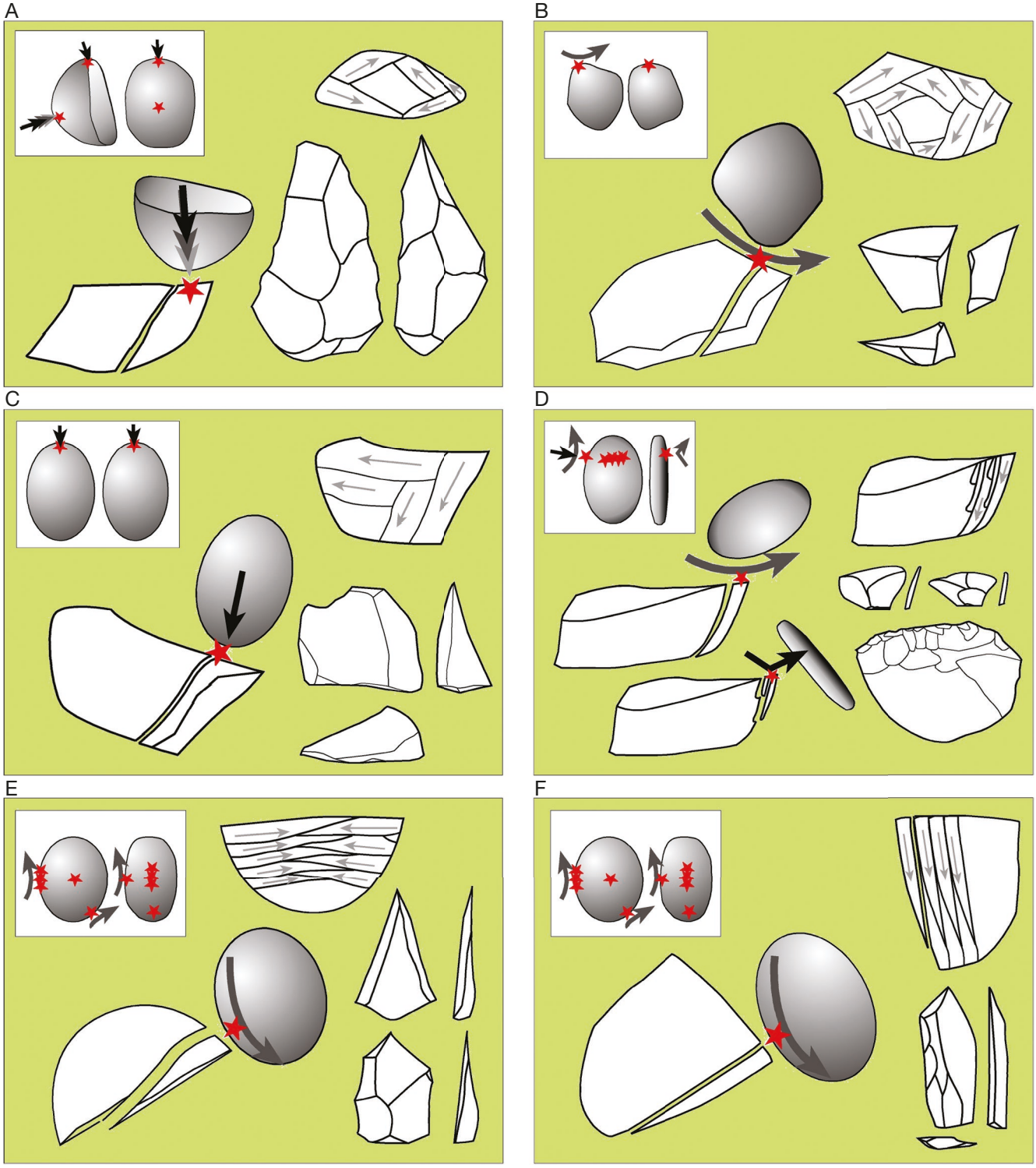

Fig. 12. — Synthèse des principaux modes de percussion selon le système technique : **A**, façonnage bifacial au percuteur dur ; **B**, discoïde à pointes pseudo-Levallois ; **C**, débitage Quina ; **D**, retouche Quina ; **E**, débitage Levallois ; **F**, débitage laminaire avec percussion tangentiel.

épais à talon large et incliné (Fig. 12C), typiques de ce système qui sont conçus comme des matrices de longue durée de vie et polyvalentes soit par leur potentiel de réaffûtage (Bourguignon 1997, 2001 ; Bourguignon *et al.* 2013) soit par celui de ramification (Bourguignon & Turq 2003 ; Bourguignon *et al.* 2006 ; Faivre 2008). Pour la retouche écailleuse scalariforme Quina, il s'agit d'une combinaison de séries d'enlèvements longs couvrants puis courts et rebroussés, généralement obtenus à l'aide d'un geste lancé-arraché (Fig. 12D), réalisés à l'aide d'un percuteur de morphologie allongé et tendre (en os ou pierres tendres) (Bourguignon 1997, 2001 ; Bourguignon *et al.* 2013 ; Costamagno *et al.* 2018).

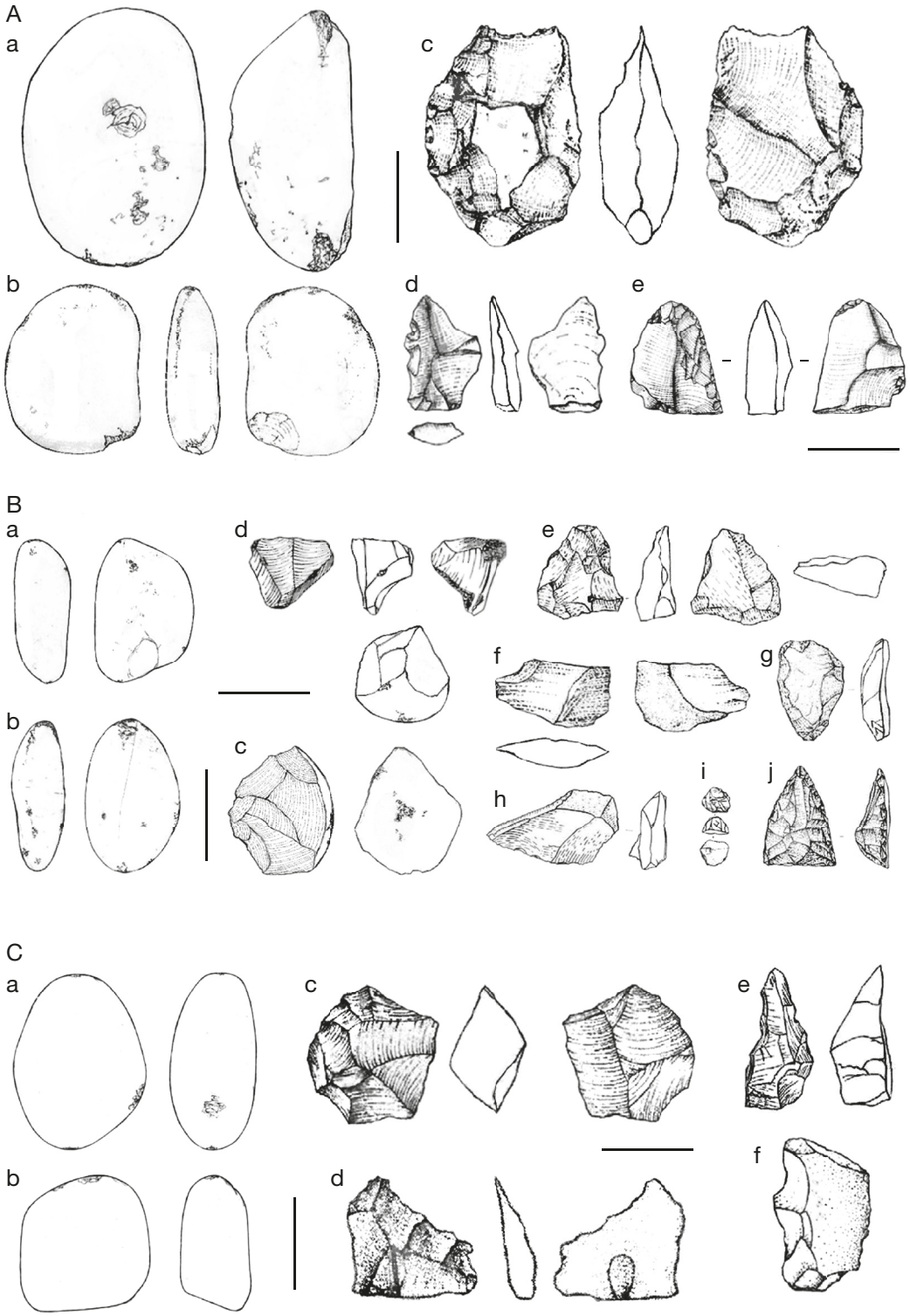

Fig. 13. — Sierra de Atapuerca (Burgos, Espagne) : **A**, niveau ATGIIa du site de Galería : **Aa**, grand percuteur à section plan-convexe (quartzite) avec ZAPs aux extrémités (CBD-Xy) et au milieu de la surface plus large (CPM-Z) ; **Ab**, galet plat moyen (format 2B) en grès utilisé sur les bords (CBD-Xy ; LBD-Xz/Yz) ; **Ac**, biface à tranchant transversal droit (type hachereau) façonné avec quelques enlèvements au percuteur dur ; **Ad**, éclat (silex Néogène) avec deux encoches ; **Ae**, grattoir sur éclat de quartzite ; **B**, niveau ATD10.1L du site de Gran Dolina : **Ba**, **b**, galets plats et allongés (format 1E) utilisés comme retouchoir aux extrémités latero-plan-distal (LPD-Zy) ; **Bc**, nucléus (quartzite) à exploitation discoïde unidirectionnelle et stigmates de percussion sur la surface naturelle restante ; **Bd**, nucléus à exploitation unipolaire/multipolaire en silex Néogène ; **Be**, **f**, nucléus sur éclat en quartzite ; **Bg**, racloir en quartzite ; **Bh**, éclat en grès ; **Bi**, petit nucléus ou grattoir en silex Crétacé ; **Bj**, pointe en quartzite ; **C**, niveau ATD10.1U du site de Gran Dolina : **Ca**, **b**, percuteurs en quartzite utilisés aux extrémités latérales et distales (CBD, CBM) ; **Cc**, nucléus discoïde en silex Néogène ; **Cd**, éclat en silex Néogène ; **Ce**, pointe denticulé (type Tayac) en silex Crétacé ; **Cf**, denticulé en en silex Crétacé. Toutes les images sont obtenues à partir de Terradillos Bernal (2010), sauf Ae (Ollé *et al.* 2013) et les percuteurs (dessins des auteurs). Échelles : 5 cm.

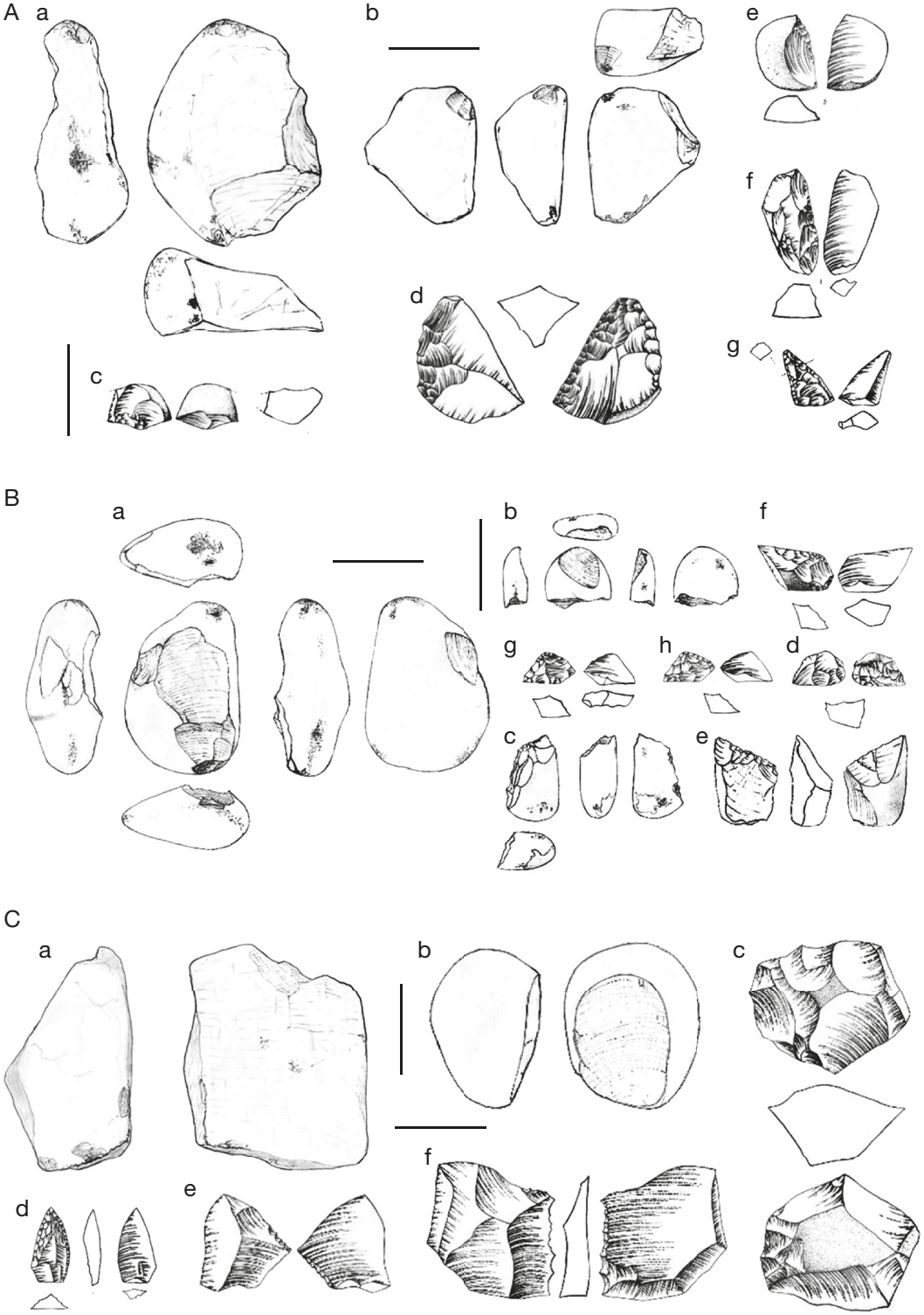

Fig. 14. — Cova del Bolomor (Valencia, Espagne) : **A**, niveau XVII : **Aa**, grand percuteur en calcaire à grande fracture (CBD-Xy) et possible aménagement postérieur ; **Ab**, petit percuteur ou retouchoir épais en calcaire avec différentes directions d'utilisation des extrémités distales (CBD-Xy et Zy) et utilisation en retouchoir avec des impressions linéales (LPD-Zy) ; **Ac**, petit nucléus à deux surfaces et exploitation unidirectionnelle ; **Ad**, nucléus en silex avec retouche postérieure créant un tranchant ; **Ae**, **f**, racloirs latéraux en silex ; **Ag**, outil à retouche convergente type perçoir ou pointe de Quinson ; **B**, niveau XIII : **Ba**, percuteur de format moyen (format 2B ?) en calcaire utilisé aux extrémités latérales et distales (CBD-Xy ; CBM-Y) et à l'aire LPD comme retouchoir (LPD-Zy, impressions linéales) ; **Bb**, petit retouchoir en calcaire (format 1B) utilisé sur ses bords avec une ZAP type retouchoir (impressions linéales LPD-Zy) ; **Bc**, petit galet aménagé en quartzite avec stigmates type impression linéale en localisations LBD et LPD ; **Bd**, **e**, nucléus en silex à deux surfaces exploitées, l'une d'elles est plate (discoïde hierarchisé ? trifacial ?) ; **Bf**-**h**, outils en silex avec retouche continue adjacente au talon ou à un dos ; **C**, niveau XII : **Ca**, enclume en calcaire ; la surface plus large présente quelques impacts frontaux (LPD-Z) et fractures sur les bords, très droits donc difficiles à utiliser comme éléments actifs de taille (LPM-Zx, LBD-Xz) ; **Cb**, percuteur de dimensions grandes-moyennes (Ca) avec utilisation frontale de extrémité distale (CBD-Xy) ; **Cc**, nucléus Levallois récurrent centripète ou discoïde hiérarchisé en calcaire ; **Cd**, pointe moustérienne ; **Ce**, **f**, éclats en calcaire à retouche denticulée. Toutes les pièces reproduites sont issues de Fernández Peris (2007) sauf les outils de percussion et le nucléus Be (dessins des auteurs). Échelles : 5 cm.

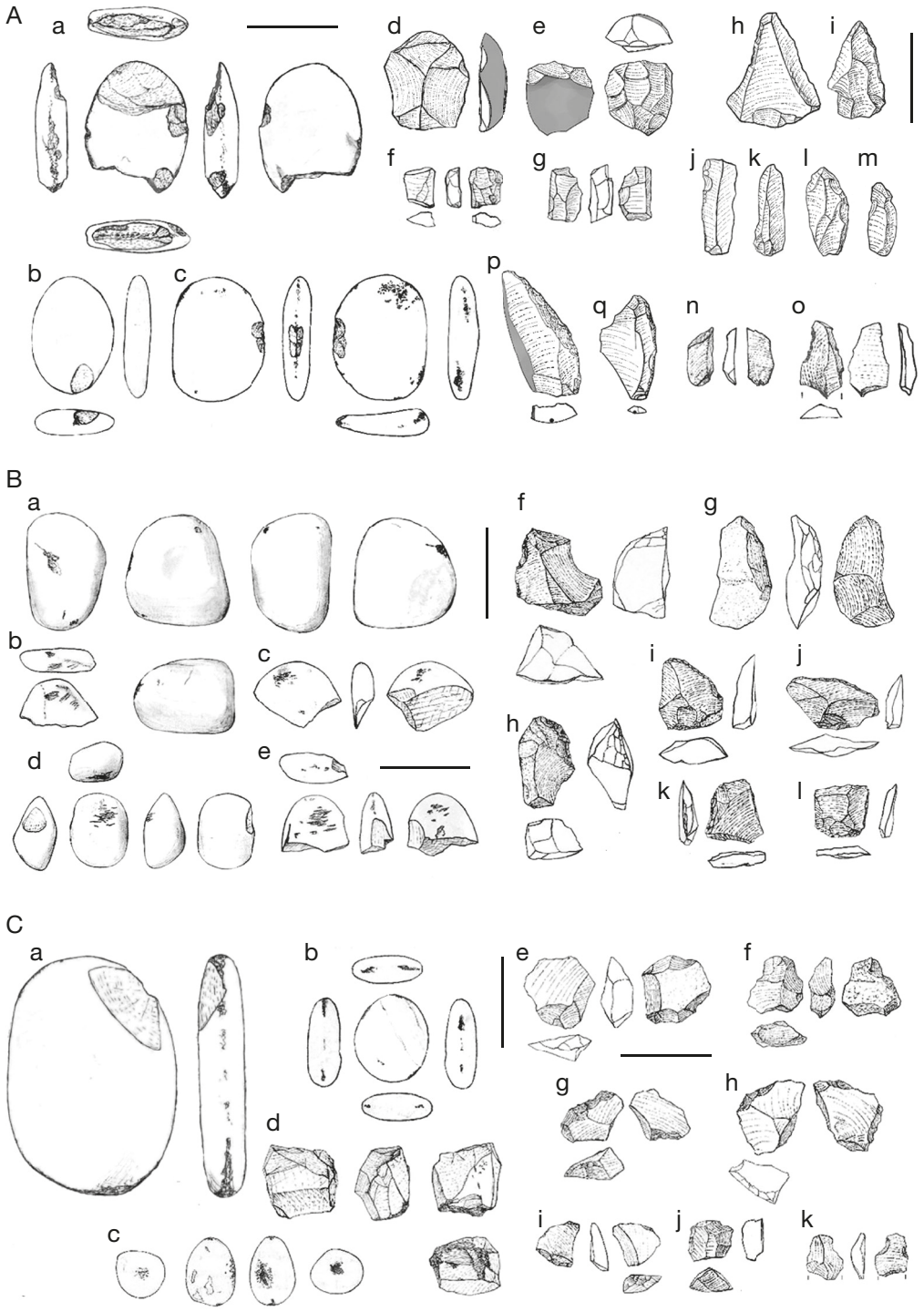

Fig. 15. — Cueva de El Esquilleu (Cantabrie, Espagne) : **A**, niveau XVII : **Aa**, galet plat en grès à grain moyen (format retouchoir 1B) avec utilisation des bords (CBM-Xz, LBD-Xz) ; **Ab**, galet plat (format retouchoir 1B) utilisé sur un bord distal (CBD-Xy) ; **Ac**, galet très plat (format retouchoir 1D) utilisé sur ses bords latéro-distaux (LBD-Yz), centro-bord-mésial (CBM-Xz ?) et utilisation pour des actions de retouche avec impacts et impressions linéales (LPD-Zy) ; **Ad**, nucléus Levallois récurrent centripète en quartzite ; **Ae**, nucléus Levallois récurrent unipolaire ou laminaire en quartzite ; **Af**, **g**, nucléus de lamelles en silex noir local ; **Ah**, pointe Levallois ; **Ai**, pointe moustérienne ; **Aj**, **k**, **m**, petites lames en quartzite ; **Al**, éclat allongé en chaille ; **An**, **o**, éclats allongés en quartzite, probables entames de nucléus laminaires en quartzite ; **B**, niveau XIII : **Ba**, petit percuteur (1A) en quartzite utilisé sur ses aires latérales (LBD et LPD) ; **Bb**, **c**, **e**, fragments de retouchoirs en grès (LPD-Zy) ; **Bd**, galet de format type petit percuteur (1A) en quartzite avec utilisation en retouchoir (LPD-Zy) ; **Bf**, **h**, racloirs Quina avec enlèvements d'encoche (type IV de Bourguignon 1997, 2001) ; **Bg**, nucléus unifacial en quartzite aménagé comme racloir Quina ; **Bj**, **l**, raclettes sur éclats de réaffutage de racloirs Quina ; **Bi**, raclette sur éclat Kombewa ; **Bk**, éclat de recyclage de racloir Kombewa en nucléus (type VII de Bourguignon 1997, 2001) ; **C**, niveau VI-f : **Ca**, grand galet plat utilisé aux bords à localisations et directions différents ; **Cb**, galet plat et petit (format 1B) à utilisation des quatre aires des bords latéro-distal (LBD) ; **Cc**, petit percuteur (format 1A) en quartzite utilisé aux extrêmes distaux (CBD-X) et au bord médial (CBM-Y) ; **Cd**, nucléus en quartzite à morphologie polyédrique (probablement de gestion discoïde) recyclé en percuteur avec une ZAP placé à l'intersection de trois arêtes ; **Ce**, **f**, nucléus discoïdes sur éclat ; **Cg**, **h**, denticulés en quartzite sur éclat débordant et sur pointe pseudo-Levallois ; **Ci**, **k**, éclats Kombewa ; **Cj**, grattoir en quartzite. Tous les dessins de cette planche sont des auteurs. Échelles : 5 cm.

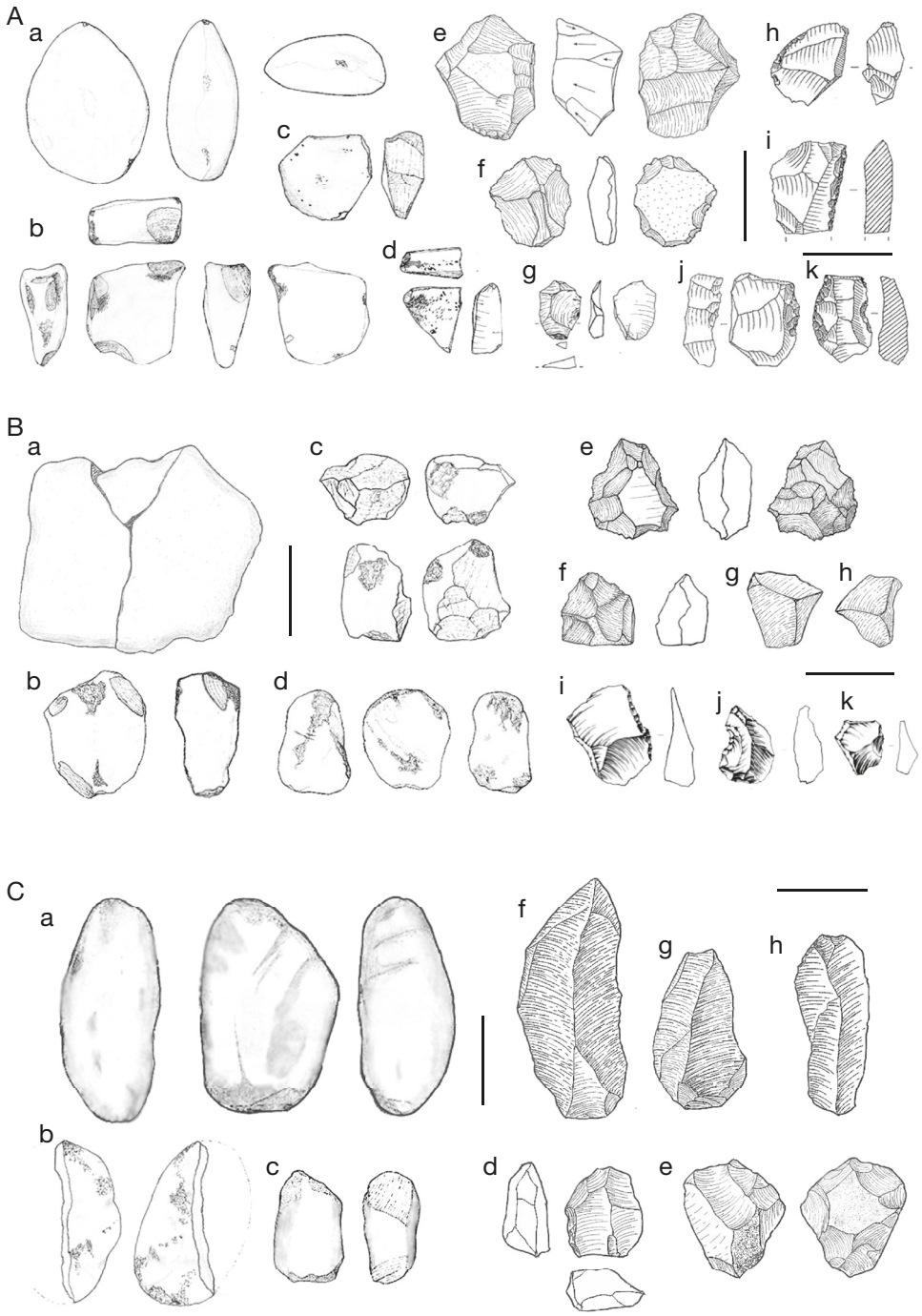

Fig. 16. — Abric Romaní (Barcelone, Espagne) : **A**, Romaní niveau E : **Aa**, galet plat de format moyen en grès (2B) utilisé à l'extrémité (CBD) ; **Ab**, galet angulaire en calcaire à plusieurs ZAPs avec impressions linéales sur plans proches des bords (LPM-Zx, LPD-Zy) ; **Ac**, fragment de galet à surface plate avec impacts indiquant une percussion frontale (CPM/LPM-Z), probablement un fragment d'enclume ; **Ad**, fragment de retouchoir avec une ZAP très étendue d'impressions linéales et fractures multiples par impacts sur le bord ; **Ae**, nucléus à trois surfaces exploitées de façon orthogonale probablement de conception Quina ; **Af**, nucléus Levallois récurrent centripète ; **Ag**, éclat débordant Levallois ; **Ah**, **k**, outils à retouche continue peu envahissante opposée à des dos débordants dans deux cas (**Ah** et **Ak**) ; **B**, Romaní niveau Ja : **Ba**, enclume en calcaire fracturée en trois morceaux, parmi lesquels un a été utilisé en percussion active ; **Bb**, **d**, petits percuteurs en calcaire (formats 1E et 1.A) utilisés principalement de façon latérale (LPD-Zy et LBD-Yz/Xz) ; **Bc**, nucléus en calcaire de type discoïde unidirectionnel à deux ZAPs, une d'elles est placée sur un enlèvement du nucléus ; **Be**, **f**, nucléus discoïdes ; **Bg**, **h**, pointes pseudo-Levallois points introduites à l'abri comme « toolkit » ; **Bi**, **k**, outils sur éclat à retouche peu envahissante continue, denticulé ou en encoche ; **C**, Romaní niveau Oa : **Ca**, grand percuteur en grès ou calcarénite, avec aires linéales, abrasion de surface et impacts parfois associés ; **Cb**, moitié d'un percuteur en grès à ZAPs multiples le long de la surface préservée ; **Cc**, petit galet épais en calcarénite avec fractures indiquant une utilisation des aires plano-distales et centro-distales (LPD et CBD) ; **Cd**, nucléus Levallois de méthode linéale ; **Ce**, nucléus Levallois récurrent unipolaire en calcaire ; **Cf**, **g**, éclats allongés probablement issus de nucléus Levallois unipolaires ; **Ch**, grattoir sur lame. Crédits des images : tous les outils de percussion et Ae, dessins des auteurs ; Ag, dessin de Michel Guilbaud (Vaquero *et al.* 2001) ; Ah-k, Vaquero Rodríguez 1997 ; Be-h, dessins des auteurs à partir de photos à Vaquero *et al.* (2012) ; Bi-k, Vaquero *et al.* (2012) ; Cd, dessiné à partir de photos de Chacón *et al.* (2013) ; Ce-h, dessinés à partir de photos de Bargalló Ferrerons (2014). Échelles : 5 cm.

Dans l'échantillon analysé, les percuteurs en quartzite des types volumétriques 1A et 2A, et retouchoirs en grès de types volumétriques 1B et 1D du niveau XIII de El Esquilleu sont totalement conformes à ces caractéristiques.

Pour ce qui est du débitage discoïde (Boëda 1993), pour produire des pointes pseudo-Levallois tout comme le reste du répertoire des supports produits par ce débitage, il a été constaté qu'une rythmicité d'alternance continue (tel un algorithme de base) est l'une des procédures les plus efficaces en particulier sur éclat-matrice (Bourguignon & Turq 2003 ; Bourguignon *et al.* 2004 ; Mathias & Bourguignon 2020). Or, d'un point de vue technique, la clé pour pouvoir créer l'ensemble des produits est d'exécuter la percussion sur un des deux bords du contre bulbe de l'enlèvement antérieur en se déplaçant de 45° de l'axe du débitage de ce dernier. La percussion appliquée ainsi va délimiter la fracture du nouvel éclat à partir de l'axe médian du contre bulbe antérieur. Les types de percuteurs épais et à extrêmes bien détachés (parfois mal arrondis), comme ceux documentés à ARJ ou ESQ6F, montrent un choix intentionnel de précision nécessaire pour créer de bons contre-bulbes et l'alternance de détachement à partir de ces derniers. Ce procédé technique permet de créer des produits similaires avec des matériaux de qualités très diverses (Fig. 12B). Ceci pourrait en partie expliquer la pauvreté du spectre pétrographique dans la sélection des matières premières habituelle de ce système technique (Faivre 2008 ; Turq *et al.* 2013 ; Faivre *et al.* 2017). De même, il permet une exploitation diminutive des nucléus et les étapes en amont produisent des éclats-matrices pour un processus de ramification. Cette conception de débitage apparaît alors comme l'une des plus adaptées à n'importe quel environnement lithologique épargnant des « efforts » importants dans les étapes d'approvisionnement.

Concernant le système Levallois, il montre une énorme diversité de méthodes et de modalités (Boëda 1994). Dans le cas des débitages unipolaires plus ou moins convergents, la clé technique consiste à dépasser le centre de la surface exploitée. D'après nos expériences de taille (Cuartero 2014), la percussion tangentielle avec de percuteurs (de longueurs similaires au produits recherchés) en pierre tendre épais (même si elle n'est pas exclusive) apparait la plus adéquate, permettant un meilleur contrôle des produits prédéterminants (tels les longs éclats débordants) mais aussi de certains produits prédéterminés comme les pointes Levallois. Le cas de l'Abric Romaní Oa, présentant de percuteurs de diverses dimensions en pierres de nature tendre, laisse suggérer cette spécificité. Celle-ci pourrait également être représentée à ESQ17 et utilisée pour obtenir les nombreux produits Levallois (pointes et lames ou éclats allongés) importés dont les talons montrent les caractères propres de la percussion à la pierre tendre (Cuartero *et al.* 2007). Les productions Levallois récurrentes centripètes réalisées *in situ* ne possèdent pas ces stigmates de percussion spécifiques. La construction volumétrique centripète (Fig. 12E) permet systématiquement de dépasser le centre du nucléus (toujours plus proche des bords que pour les autres modalités) et ainsi d'auto-entretenir la morphologie avec moins d'exigences techniques.

Un dernier cas peut être illustré pour le façonnage bifacial partiel (quelques rares enlèvements larges et envahissants) réalisé au percuteur dur de l'Acheuléen de ATGIIa, (Ollé *et al.* 2013). Les matériaux employés sont très tenaces (principalement le quartzite) augmentant la difficulté de produire ces enlèvements par percussion dure. Pour y parvenir, d'après nos expériences de taille (Cuartero 2014), deux clés semblent importantes : 1) la surface à percuter (futur talon de l'éclat débité) doit être plate ou très légèrement convexe mais jamais facettée intensément (comme c'est le cas pour la percussion au percuteur tendre). Cette condition rend plus facile l'auto-entretien de ce type de surfaces par une alternance discontinue qui créée systématiquement une surface plate avec deux ou trois enlèvements juxtaposés ; et 2) le mode de percussion doit être frontal sur cette surface, rentrante et amortie (dite aussi « adoucie ») juste après l'impact. Cette retenue finale du geste permet la propagation de l'onde de choc sur des matériaux tenaces (Baena *et al.* 2012 ; Bourguignon *et al.* 2016). Les percuteurs d'ATGIIa, de dimensions plutôt grandes avec ZAPs larges, tant sur le bord des galets (CBM-Yx, LBD-Yz, CBD-Xy) que sur la partie centrale de la surface plus large du galet (CPM-Z/Zx), montrent de forts impacts frontaux (Fig. 12A). Ces caractéristiques (tant pour les types de bifaces que pour les stigmates sur les percuteurs) attestés dans cet assemblage ont pu être reproduits expérimentalement avec succès.

La technique, associant le type de percuteur et les gestes de percussion, s'avère alors comme l'un des mécanismes les plus importants pour expliquer comment la structure des nucléus (voire aussi des bifaces) est construit en termes de méthodes et de procédés particuliers. Ces relations entre technique et conceptions volumétriques ouvrent une voie d'exploration qui permettra rapidement d'évaluer quelques choix techniques d'une façon plus précise.

CONCLUSION

L'objectif principal de cette étude était de comparer tant sur le plan quantitatif que qualitatif un large corpus d'outils de percussion, afin d'apprécier toutes les données technologiques et économiques qu'offrent ces outils pour la taille de la pierre. C'est seulement via cette ample comparaison que des différences, parfois, subtiles de cet outillage ressortent et deviennent significatives. Sur le plan économique, les proportions de cet outillage et ses diverses classes par rapport aux autres catégories du répertoire lithique montrent un comportement de mobilité similaire à celui déterminé pour les outils façonnés ou retouchés, mais aussi à celui de quelques supports très spécifiques comme les Levallois. Sur cet aspect, une analyse plus détaillée des matières premières des outils de percussion pourrait donner quelques surprises en lien avec leur origine habituellement interprétée comme proche ou très proche des sites.

L'approche technologique *sensu stricto* des outils de percussion nous a permis de reconstituer certains modes d'action qui s'avèrent très importants pour la reconstruction des gestes et qui expliquent certains aspects de la composante technologique de l'assemblage de manière prégnante. C'est le cas, par exemple,

du système de débitage discoïde qui n'est pas seulement une technologie expéditive comme habituellement décrite, mais plutôt un système de production fondé sur une synergie simple de procédés techniques (alternance continue sur le nucléus), du type de percuteur (avec une ZAP dégagée) et du mode d'action (gestuelle tangentielle) qui permettent d'accéder à l'exploitation de n'importe quelle matrice et roche à fracture conchoïdale avec une importante productivité.

Certains types d'outils de percussion (retouchoirs, petits percuteurs, enclumes, grands percuteurs) et quelques sous-types définis dans cette étude s'avèrent de bons indicateurs des activités qu'ils représentent de par leur emploi testé en expérimentation. Même si, pour l'heure, rien ne peut affirmer que cette utilisation ait bien eu lieu sur place, ou encore si les imports/exports (flux et reflux techno-économiques), ainsi que des processus de recyclage ou de ramification des assemblages lithiques aient augmenté ou réduit leur importance relative.

Certains de ces outils offrent une information considérable, tels les retouchoirs. Ils semblent suivre une certaine évolution avec une sélection volumétrique plus précise et une utilisation plus spécialisée de façon régulière tout au long de la période analysée. Ce fait suggère une évolution d'une phase abstraite à une phase de concrétisation, comme cela a été identifié pour de nombreux autres processus technologiques sur d'autres outils (Boëda 1997, 2013).

Même si les données technologiques et chronologiques ne suffissent pas pour établir de grandes tendances d'évolution, on constate une augmentation de la diversité fonctionnelle et des classes volumétriques sur le plan diachronique pour l'échantillon Ibérique analysé. Cette augmentation de la diversité semble en corrélation avec la diversité des productions très spécifiques (tels que discoïdes à pointes pseudo-Levallois, Quina, ou certaines variantes Levallois, comme les unipolaires) qui ne semblent pas être présents en péninsule Ibérique avant le Pléistocène supérieur.

Si le répertoire d'outils de percussion ici proposés n'est pas tout à fait applicable à d'autres contextes sans une observation exhaustive antérieure des corpus, la méthode de caractérisation, quant à elle, est facilement reproductible. Les autres moyens d'observation, comme le scan 3-D, déjà utilisés pour quelques études sur des outils de percussion (Benito-Calvo *et al.* 2015 ; Caricola *et al.* 2018), permettent une meilleure précision pour décrire et localiser les ZAPs ; de même, d'autres approches statistiques plus fines ouvriront des formes plus précises pour comprendre les relations entre les différentes variables, tant sur le contexte que sur des aspects concrets des outils de percussion. Dans tous les cas, le modèle proposé d'une analyse combinée des morphologies, stigmates et directions d'utilisation provenant en partie de l'analyse techno-morpho-fonctionnelle de ces pièces peut s'appliquer comme système classificatoire, ou plutôt comme outil d'analyse.

Remerciements

Ce travail est spécialement dédié à la mémoire d'amis et collègues qui ont travaillé aussi sur l'étude des outils de percussion : Iluminada Ortega, Mathieu Duplessis et Sandrine Duplessis, qui nous ont inspiré des idées et des réflexions ici développées. Nous voulons remercier le Professeur Javier Baena qui nous a aidé durant la phase initiale de collecte des données de ce travail de thèse à l'origine (Cuartero 2014). Nous remercions aussi spécialement Andion Arteaga, Dr Andreu Ollé, Dr Paula García-Medrano et Dr Marina Mosquera pour leur aide à l'attribution des outils de percussion des différents assemblages de la Sierra de Atapuerca. Nous exprimons aussi notre gratitude au Dr Manuel Alcaraz, pour ses commentaires précieux sur la version préliminaire de cet article. Nous remercions également l'éditeur associé, Marcel Otte, et les commentaires et suggestion du reviewer anonyme, qui ont enrichi et amélioré quelques aspects du texte.

RÉFÉRENCES

Adams J. L. 1988. — Use-wear analyses on manos and hide-processing stones. *Journal of Field Archaeology* 15 (3): 307-315. https://doi.org/530311

Adams J. L., Delgado S., Dubreuil L., Hamon C., Plisson H. & Risch R. 2009. — Functional analysis of macro-lithic artefacts: a focus on working surfaces, *in* Sternke F., Eigeland L. & Costa L. J. (eds), *Non-flint Raw Material Use in Prehistory: Old Prejudices and New Direction*. Proceedings of the XV World Congress U.I.S.P.P. BAR Publishing (coll. International Series 1939), Oxford: 43-66.

Alperson-Afil N. & Goren-Inbar N. 2016. — Scarce but significant: the limestone component of the Acheulean site of Gesher Benot Ya'aqov, Israel, *in* Haidle M. N., Conard N. J. & Bolus M. (eds), *The nature of culture*. Springer, Dordrecht: 41-56.

Arroyo A., Hirata S., Matsuzawa T. & de la Torre I. 2016. — Nut cracking tools used by captive chimpanzees (Pan troglodytes) and their comparison with Early Stone Age percussive artefacts from Olduvai Gorge. *PLoS ONE* 11 (11): e0166788. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166788

Auguste P., Averbouh A., Bodu P., David É., Giacobini G., Leroy-Prost C., Malerba G., Patou-Mathis M., Schwab C. & Valensi P. 2002. — Os à Impressions et à Éraillures, *in* Patou-Mathis M. (ed.), *Retouchoirs, compresseurs, percuteurs, os à impressions et éraillures. Fiches Typologiques de l'Industrie Osseuse Préhistorique. Cahier X*. Éditions Société Préhistorique Française, Paris, 136 p.

Baena J., Carrión E., Ruiz B., Ellwood B., Sesé C., Yravedra J., Jordá Pardo J. F., Uzquiano P., Velázquez R., Manzano I., Sánchez Marco A. & Hermández F. 2005. — Paleoecología y comportamiento humano durante en la comarca de Liébana: la secuencia de Esquilleu (Occidente de Cantabria, España). *Neandertales cantábricos, estado de la cuestión*, *Monografías* 20: 461-487.

Baena J., Carrión E., Cuartero F. & Fluck H. 2012. — A chronicle of crisis: the Late Mousterian in north Iberia (Cueva del Esquilleu, Cantabria, Spain). *Quaternary International* 247: 199-211. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.07.031

Bargalló Ferrerons A. 2014. — *Anàlisi tecnològica dels assentaments neandertals del nivell o de l'abric romaní (Barcelona, Espanya)*. Dissertaton de doctorat, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, 719 p.

Bar-Yosef O. 2002. — The upper paleolithic revolution. *Annual Review of Anthropology* 31 (1): 363-393. https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.31.040402.085416

Barsky D., Vergès J. M., Sala R., Menéndez 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): 20140352. https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0352

Barton C. M., Riel-Salvatore J., Anderies J. M. & Popescu G. 2011. — Modeling human ecodynamics and biocultural interactions in the late Pleistocene of western Eurasia. *Human Ecology* 39 (6): 705-725. https://doi.org/10.1007/s10745-011-9433-8

Benito-Calvo A., Carvalho S., Arroyo A., Matsuzawa T. & de la Torre I. 2015. — First GIS analysis of modern stone tools used by wild chimpanzees (*Pan troglodytes verus*) in Bossou, Guinea, West Africa. *PLoS ONE* 10 (3): e0121613. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121613

Bischoff J. L., Ludwig K., García J. F., Carbonell E., Vaquero Rodríguez M., Stafford Jr. T. W. & Jull A. J. T. 1994. — Dating of the basal Aurignacian sandwich at Abric Romaní (Catalonia, Spain) by radiocarbon and Uranium-series. *Journal of Archaeological Science* 21 (4): 541-551. https://doi.org/10.1006/jasc.1994.1053

Blasco R. 2011. — *La amplitud de la dieta cárnica en el Pleistoceno medio peninsular: una aproximación a partir de la Cova del Bolomor (Tavernes de la Valldigna, Valencia) y del subnivel TD10-1 de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos)*. Dissertaton de doctorat, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, 734 p.

Blasco R., Fernández Peris J. & Rosell J. 2008. — Estrategias de subsistencia en los momentos finales del Pleistoceno Medio: el nivel XII de la Cova del Bolomor (La Valldigna, Valencia). *Zephyrus* 62 (6): 63-80.

Blasco R., Rosell J., Cuartero F., Peris J. F., 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

Boëda É. 1993. — Le débitage discoïde et le débitage Levallois récurrent centripède. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 90 (6): 392-404. https://doi.org/10.3406/bspf.1993.9669

Boëda É. 1994. — *Le concept Levallois : variabilité des méthodes*. Archéo éditions, Paris, 287 p.

Boëda É. 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 Paris X-Nanterre, Paris, 244 p.

Boëda É. 2013. — *Techno-logique & Technologie. Une Paléo-histoire des objets lithiques tranchants*. Archéo éditions, Paris, 259 p.

Boesch C. & Boesch H. 1981. — Sex differences in the use of natural hammers by wild chimpanzees: a preliminary report. *Journal of Human Evolution* 10 (7): 585-593. https://doi.org/10.1016/S0047-2484(81)80049-8

Bourguignon L. 1997. — *Le Moustérien de type Quina : nouvelles définitions d'une entité technique*. Dissertation de doctorat, Université Paris X, Paris, 723 p.

Bourguignon L. 2001. — Apports de l'expérimentation et de l'analyse techno-morpho-fonctionnelle à la reconnaissance du processus d'aménagement de la retouche Quina, *in* Bourguignon L. & Frere-Sautot M.-C. (dirs), *Préhistoire et approche expérimentale*. Éditions Mergoil, Montagnac: 35-66.

Bourguignon L. & Turq A. 2003. — *Une chaîne opératoire de débitage discoïde sur éclat du Moustérien à denticulés aquitain : les exemples de Champ Bossuet et de Combe-Grenal* c. *14*. BAR Publishing (coll. International Series 1120), Oxford: 131-152.

Bourguignon L., Faivre J. P. & Turq A. 2004. — Ramification des chaînes opératoires : une spécificité du Moustérien. *Paléo* 16: 37-48.

Bourguignon L., Delagnes A. & Meignen L. 2006. — Systèmes de production lithique, gestion des outillages et territoires au Paléolithique moyen : où se trouve la complexité, *in* Astruc L., Bon F., Léa V., Milcent P.-Y. & Philibert S. (eds), *Normes techniques et pratiques sociales. De la simplicité des outillages pré-et protohistoriques*. XXVIe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, APDCA, Sophia Antipolis: 75-86.

Bourguignon L., Turq A. & Fauquignon J. 2013. — Lascas de puesta en funcionamiento, de reacondicionamiento y de recicado de las raederas Quina: estimación e interpretación tecnoeconómica, *in* Palomo A., Piqué i Huerta R. & Terradas Batlle X. (coords), *Experimentación en arqueología: estudio y difusión del pasado*. Museu d'Arqueologia de Catalunya: 229-235.

Bourguignon L., Barsky D., Ivorra J., de Weyer L., Cuartero F., Capdevila R., Cavallina C., Oms O., Bruxelles L., Crochet J.-Y. & Garaizar J. R. 2016. — The stone tools from stratigraphical unit 4 of the Bois-de-Riquet site (Lézignan-la-Cèbe, Hérault, France): a new milestone in the diversity of the European Acheulian. *Quaternary International* 411 Part B: 160-181. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.065

Bourguignon L., Ortega I. & Cuartero F. ce volume. — L'outillage en Quartz spécialisé utilisé en percussion lancée en contexte Discoïde à Pointe pseudo-Levallois : l'exemple de Champs de Bossuet. *Comptes Rendus Palevol.*

Brosnan S. F. 2009. — Animal behavior: the right tool for the job. *Current Biology* 19 (3): R124-R125. https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.12.001

Carbonell i Roura E. (ed.) 2012. — *High Resolution Archaeology and Neanderthal Behavior: Time and Space in Level J of Abric Romaní (Capellades, Spain)*. Springer Science & Business Media, Dordrecht, 411 p. https://doi.org/10.1007/978-94-007-3922-2

Carbonell i Roura E., Huguet Pàmies R., Cáceres I., Lorenzo Merino C., Mosquera Martínez M., Ollé Cañellas A., Rodríguez Álvarez X.-P., Saladié i Ballesté P., Vergès Bosch J.-M., García Medrano P., Rosell Ardèvol J., Vallverdú Poch J., Carretero Díaz J.-M., Navazo Ruiz M., Ortega Martínez A.-I., Martinón Torres M., Muro Morales J.-I., Allué Martí E., Aranburu Artano A., Canals Salomó A., Carrancho Alonso Á., Castilla Casado M., Expósito Barea I., Fontanals i Torroja M., Francés Negro M., Galindo-Pellicena M.-Á., García-Antón Trassierra M.-D., García García N., Gracia Alonso F., Gómez Merino G., Iriarte Avilés E., García González R., Lombera Hermida A. de, López-Polín L., Lozano Ruiz M., van der Made J., Martínez I., Mateos Rodríguez A.-B., Pérez Romero A., Poza E., Michael Quam R., Rodríguez Hidalgo A., Rodríguez L., Rodríguez J., Santos E., Terradillos Bernal M., Bermúdez de Castro J.-M., Arsuaga J.-L. & Rosell J. 2014. — Los yacimientos arqueológicos de la Sierra de Atapuerca, *in* Sala Ramos R., Carbonell i Roura E, Bermúdez de Castro J.-M. & Arsuaga J.-L. (eds), *Los cazadores recolectores del Pleistoceno y del Holoceno en Iberia y el Estrecho de Gibraltar: Estado actual del conocimiento del registro arqueológico*. Fundación Atapuerca, Universidad de Burgos, Burgos: 534-560.

Caricola I., Zupancich A., Moscone D., Mutri G., Falcucci A., Duches R., Peresani & 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 North Eastern Italy. *PLoS ONE* 13 (12): e0207773. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207773

Carrión Santafé E., Baena Preysler J., Conde Ruiz C., Cuartero Monteagudo F. & Roca M. 2008. — Variabilidad tecnológica en el musteriense de Cantabria. *Treballs d'Arqueologia* (14): 279-318.

Caruana M. V., Carvalho S., Braun D. R., Presnyakova D., Haslam M., Archer W., Bobe R. & Harris J. W. 2014. — Quantifying traces of tool use: a novel morphometric analysis of damage patterns on percussive tools. *Plos ONE* 9 (11): e113856. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113856

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 toolkit composition. *PLoS ONE* 14 (7): e0218859. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218859

Chacón M. G., Bargalló A., Gómez de Soler B., Picin A., Vaquero Rodríguez M. & Carbonell E. 2013. — Continuity or discontinuity of Neanderthal technological behaviours during MIS 3: level M and level O of the Abric Romaní site (Capellades,

Spain). *Pleistocene foragers on the Iberian Peninsula: their culture and environment* 7: 55-84.

Chavaillon J. 1979. — Essai pour une typologie du matériel de percussion. *Bulletin de la Société préhistorique française* 76 (8): 230-233.

Chavaillon J. 2004. — Discovery, geological introduction and study of percussion material and tools on pebble, *in* Chavaillon J. & Piperno M., *Studies on the Early Paleolithic site of Melka Kunture, Ethiopia.* Origines, Firenze: 253-369.

Claud E., Mourre V., Thiébaut C. & Brenet M. 2010. — Le recyclage au Paléolithique moyen. Des bifaces et des nucléus utilisés comme percuteurs. *Archéopages* 29: 6-15.

Clemente-Conte I., Risch R. & Zurro Hernández D. 2002. — Complementariedad entre análisis de residuos y trazas de uso para la determinación funcional de los instrumentos macrolíticos: su aplicación a un ejemplo etnográfico del país Dogón (Mali), *in* Clemente I., Risch R. & Gibaja Bao J. F. (eds), *Análisis funcional: su aplicación al estudio de sociedades prehistóricas*.Vol. 1073. Archaeopress, Oxford: 87-96.

Costamagno S., Bourguignon 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 Mousterian: the case of Les Pradelles (Marillac-le-France, France)*. Archive Ouverte HAL, Strasbourg I: 165-195.

Cotterell B. & Kamminga J. 1979. — "The mechanics of flaking", *in* Hayden B. (ed.), *Lithic Use-Wear Analysis*. Academic Press, New York: 97-112.

Cuartero Monteagudo F. 2014. — *Percutores y retocadores: Interpretación de comportamientos técnicos en el Paleolítico medio peninsular desde el análisis del instrumental del tallador*. Dissertation de doctorat, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 409 p.

Cuartero F., Martin Puig D. & Baena J. 2007. — Propuesta experimental para el análisis tecno-económico de conjuntos líticos: el caso de la industria laminar del nivel XVII de El Esquilleu (Castrocillórigo, Cantabria), *in* Ramos Sáinz M. L., González Urquijo J. E. & Baena Preysler J. (eds), *Arqueología Experimental en la Península Ibérica*. Asociación Española de Arqueología Experimental, Santander: 113-120.

Cuartero F., Alcaraz-Castano M., López-Recio M., Carrión-Santafé E. & Baena-Preysler J. 2015. — Recycling economy in the Mousterian of the Iberian Peninsula: The case study of El Esquilleu. *Quaternary international* 361: 113-130. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.11.059

Davidson I. & McGrew W. C. 2005. — Stone tools and the uniqueness of human culture. *Journal of the Royal Anthropological Institute* 11 (4): 793-817. https://doi.org/10.1111/j.1467-9655.2005.00262.x

Dayet L., Faivre J. P., Le Bourdonnec F. X., Discamps E., Royer A., Claud E., Lahaye C., Cantin N., Tartar E., Queffelec A., Gravina B., Turq A. & d'Errico F. 2019. — Manganese and iron oxide use at Combe-Grenal (Dordogne, France): a proxy for cultural change in Neanderthal communities. *Journal of Archaeological Science: Reports* 25: 239-256. https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.03.027

de Beaune S. 2000. — *Pour une archéologie du geste. Broyer, moudre, piler, des premiers chasseurs aux premiers agriculteurs*. Éditions du CNRS, Paris, 256 p.

de Beaune S. 2004. — The invention of technology: prehistory and cognition. *Current Anthropology* 45 (2): 139-162. https://doi.org/10.1086/381045

de la Peña Alonso 2011. — Sobre la identificación macroscópica de las piezas astilladas: propuesta experimental. *Trabajos de Prehistoria* 68 (1): 79-98. https://doi.org/10.3989/tp.2011.11060

de la Torre I. & Hirata S. 2015. — Percussive technology in human evolution: an introduction to a comparative approach in fossil and living primates. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 370 (1682): 20150105. https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0105

de la Torre I., Martínez-Moreno J. & Mora R. 2013. — Change and stasis in the Iberian Middle Paleolithic considerations on the significance of Mousterian technological variability. *Current Anthropology* 54 (S8): S320-S336. https://doi.org/10.1086/673861

de Weyer L., Ivorra J., Viallet C., Barsky D., Ríos Garaizar J., Cuartero F., Bello-Alonso P. & Bourguignon L. 2018. — *The function of Manuports in late Lower Pleistocene sites: a case study from Unit US2 of the Bois-de-Riquet site (Lézignan-la-Cèbe, France)*. XVIII World Union Internationale des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques (UISPP) Congress, 2018, Paris.

Diez-Martín F., Sánchez P., Domínguez-Rodrigo M., Mabulla A. & Barba R. 2009. — Were Olduvai hominins making butchering tools or battering tools? Analysis of a recently excavated lithic assemblage from BK (Bed II, Olduvai Gorge, Tanzania). *Journal of Anthropological Archaeology* 28 (3): 274-289. https://doi.org/10.1016/j.jaa.2009.03.001

El Zaatari S., Grine F. E., Ungar P. S. & Hublin J. J. 2011. — Ecogeographic variation in Neandertal dietary habits: evidence from occlusal molar microwear texture analysis. *Journal of Human Evolution* 61 (4): 411-424. https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2011.05.004

Faivre J. P. 2008. — *Organisation techno-économique des systèmes de production dans le Paléolithique moyen récent du Nord-Est aquitain: Combe-Grenal et Les Fieux.* Dissertation de doctorat, Université de Bordeaux 1, Bordeaux, 555 p.

Faivre J. P., Geneste J. M. & Turq A. 2010. — La fracturation en split, une technique de production dans l'industrie lithique des Tares (Sourzac, Dordogne). *Paleo*, numéro spécial « entre le marteau et l'enclume »: 133-142. https://doi.org/10.4000/paleo.1944

Faivre J. P., Gravina B., Bourguignon L., Discamps E. & Turq A. 2017. — Late Middle Palaeolithic lithic technocomplexes (MIS 5–3) in the northeastern Aquitaine Basin: Advances and challenges. *Quaternary International* 433 (Part B): 116-131. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.02.060

Fernández Peris J. 2007. — La Cova del Bolomor (Tavernes de la Valldigna, Valencia). Las industrias líticas del Pleistoceno medio en el ámbito del Mediterráneo peninsular. *Serie de Trabajos varios* 108, 403 p. http://mupreva.org/pub/139/va

Fernández Peris J., Barciela González V., Blasco R., Cuartero Monteagudo F. & Sañudo P. 2008. — El Paleolítico Medio en el territorio valenciano y la variabilidad tecno-económica de la Cova del Bolomor. *Treballs d'Arqueologia* 14: 141-169.

Fernández Peris J., Barciela V., Blasco R., Cuartero F., Hortelano L. & Sañudo P. 2014. — La Cova del Bolomar (Tavernes de la Valldigna, Valencia, España), *in* Carbonell E., Bermúdez de Castro J. M., Arsuaga J. L. & Sala R. (coords), *Los cazadores recolectores del Pleistoceno y del Holoceno en Iberia y el Estrecho de Gibraltar: Estado actual del conocimiento del registro arqueológico*. Fundación Atapuerca, Universidad de Burgos, Burgos: 323-331.

Fernández Peris J., Cuartero F., Barciela V., Blasco R. & Sañudo P. 2020. — The flake microlithism in the European Pleistocene: the case of Bolomor Cave (MIS 9-5, Valencia, Spain). *Journal of Archaeological Science: Reports* 31: 102305. https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102305

Gabucio M. J., Cáceres I. & Rosell J. 2012. — Evaluating post-depositional processes in level O of the Abric Romaní archaeological site. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen* 265 (2): 147-163. https://doi.org/10.1127/0077-7749/2012/0252

García-Medrano P., Ollé A., Mosquera M., Cáceres I. & Carbonell E. 2015. — The nature of technological changes: The Middle Pleistocene stone tool assemblages from Galería and Gran Dolina-subunit TD10. 1 (Atapuerca, Spain). *Quaternary International* 368: 92-111. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.03.006

Giles Pacheco F., Guzmán F. J. G., López J. M. G., Pérez A. S., Finlayson C., Vidal J. R., Finlayson G. & Fa D. A. 2012. — The tools of the last Neanderthals: morphotechnical characterisation of the lithic industry at level IV of Gorham's Cave, Gibraltar. *Quaternary international* 247: 151-161. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.02.026

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 (4): 2455-2460. https://doi.org/10.1073/pnas.032570499

Goren-Inbar N., Sharon G., Alperson-Afil N. & Herzlinger G. 2015. — A new type of anvil in the Acheulian of Gesher Benot Ya'aqov, Israel. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 370 (1682): 20140353. https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0353

Henri-Martin L. 1906. — Maillets ou enclumes en os provenant de la couche moustérienne de la Quina (Charente). Bulletin de la Société préhistorique de France 3 (4): 155-162. https://doi.org/10.3406/bspf.1906.11456

Higham T., Douka K., Wood R., Ramsey C. B., Brock F., Basell L., Camps M., Arrizabalaga A., Baena J., Barroso-Ruíz C., Bergman C., Boitard C., Boscato P., Caparrós M., Conard N. J., Draily C., Froment A., Galván B., Gambassini P., Garcia-Moreno A., Grimaldi S., Haesaerts P., Holt B., Iriarte-Chiapusso M.-J., Jelinek A., Jordá Pardo J. F., Maíllo-Fernández J.-M., Marom A., Maroto J., Menéndez M., Metz L., Morin E., Moroni A., Negrino F., Panagopoulou E., Peresani M., Pirson S., de la Rasilla M., Riel-Salvatore J., Ronchitelli A., Santamaria D., Semal P., Slimak L., Soler J., Soler N., Villaluenga A., Pinhasi R. & Jacobi R. 2014. — The timing and spatiotemporal patterning of Neanderthal disappearance. *Nature* 512 (7514): 306-309. https://doi.org/10.1038/nature13621

Hutson J. M., García-Moreno A., Noack E. S., Turner E., Villaluenga A. & Gaudzinksi-Winheuser S. 2018. — *The origins of bone tool technologies: an introduction*. Conference at Schloss Herrenhausen in Hannover, Germany, 21-23 October 2015, herausgegeben von Jarod M. Hutson *et al.*, Heidelberg: Propylaeum, 2018 (RGZM – Tagungen, Band 35). https://doi.org/10.11588/propylaeum.408.590

Kortlandt A. 1986. — The use of stone tools by wild-living chimpanzees and earliest hominids. *Journal of human Evolution* 15 (2): 77-132. https://doi.org/10.1016/S0047-2484(86)80068-9

Kuhn S. L. 2013. — Roots of the Middle Paleolithic in Eurasia. *Current Anthropology* 54 (S8): S255-S268.

Mallye J. B., Thiébaut C., Mourre V., Costamagno S., Claud É. & Weisbecker P. 2012. — The Mousterian bone retouchers of Noisetier Cave: experimentation and identification of marks. *Journal of Archaeological Science* 39 (4): 1131-1142. https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.12.018

Manzano Espinosa I., Baena Preysler J., Lázaro A., Martín-Puig D., Dapena Albiach L. & Roca García M. 2005. — Análisis de los recursos líticos en la Cueva del Esquilleu: gestión y comportamiento durante el Musteriense (Comarca de la Liébana, Occidente de Cantabria), *in Neandertales cantábricos, estado de la cuestión: actas de la reunión científica: celebrada en el Museo de Altamira los días 20-22 de octubre de 2004*. Subdirección General de Publicaciones, Información y Documentación, Santillana del Mar: 285-300.

Marín-Arroyo A. B., Rios-Garaizar J., Straus L. G., Jones J. R., de la Rasilla M., Morales M. R. G., Ricards M. Altuna J., Mariezkurrena K. & Ocio D. 2018. — Chronological reassessment of the Middle to Upper Paleolithic transition and Early Upper paleolithic cultures in cantabrian Spain. *PloS ONE* 13 (4): 1-20. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194708

Mathias C. & Viallet C. 2018. — On the possible use of flake-bulbs for retouch for retouch during the early Middle Palaeolithic in southeastern France: first results of an experimental approach. *Buttletí Arqueològic* 40: 323-328. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02541751

Mathias C. & Bourguignon L. 2020. — Cores-on-flakes and ramification during the early Middle Palaeolithic in Southern France. *Journal of Archaeological Science: Reports* 31: 102336. https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102336

Mercader J., Panger M. & Boesch C. 2002. — Excavation of a chimpanzee stone tool site in the African rainforest. *Science* 296 (5572): 1452-1455. https://doi.org/10.1126/science.1070268

Mora R. & De la Torre I. 2005. — Percussion tools in Olduvai Beds I and II (Tanzania): implications for early human activities. *Journal of Anthropological Archaeology* 24 (2): 179-192. https://doi.org/10.1016/j.jaa.2004.12.001

Mourre V. & Jarry M. 2011. — Entre le marteau et l'enclume. La percussion directe au percuteur dur et la diversité de ses modalités d'application. *Paleo*, numéro spécial « entre le marteau et l'enclume », 293 p. https://doi.org/10.4000/paleo.1873

Mozota Holgueras M. 2012. — *El hueso como materia prima: El utillaje óseo del final del Musteriense en el sector central del norte de la Península Ibérica.* Dissertation de doctorat, Universidad de Cantabria, Santander, 361 p.

Mozota Holgueras M. 2015. — Un análisis tecno-funcional de los retocadores óseos musterienses del norte de la Península Ibérica, y su aplicación al estudio de los grupos neandertales. *Munibe* 66 (1): 5-21.

Ollé A., Mosquera M., Rodríguez X. P., de Lombera-Hermida A., García-Antón M. D., García-Medrano P., Peña L., Menéndez L., Navazo M., Terradillos Bernal M., Bargalló A., Márquez B., Sala R. & Carbonell E. 2013. — The Early and Middle Pleistocene technological record from Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain). *Quaternary International* 295: 138-167. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.11.009

Plisson H. 1988. — « Technologie et tracéologie des outils lithiques moustériens en Union Soviétique : les travaux de V. E. Shchelinskij », *in* Otte M. (dir.), *L'Homme de Néandertal. Actes du Colloque International de Liège 4-7 décembre 1986*. Presses Universitaires de Liège (coll. ERAUL 31 (4), « La Technique »), Liège: 121 168.

Pouydebat E., Coppens Y. & Gorce P. 2006. — Évolution de la préhension chez les primates humains et non humains : la précision et l'utilisation d'outils revisitées. *L'anthropologie* 110 (5): 687-697. https://doi.org/10.1016/j.anthro.2006.10.002

Revedin A., Longo L., Lippi M. M., Marconi E., Ronchitelli A., Svoboda J., Eva Anichini E., Matilde Gennai M. & Aranguren B. 2015. — New technologies for plant food processing in the Gravettian. *Quaternary International* 359: 77-88. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.09.066

Roda Gilabert X., Martínez-Moreno J. & Mora Torcal R. 2012. — Pitted stone cobbles in the Mesolithic site of Font del Ros (Southeastern Pre-Pyrenees, Spain): some experimental remarks around a controversial tool type. *Journal of Archaeological Science* 39 (5): 1587-1598. https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.12.017

Rodríguez Álvarez B. 2009. — *Estudio experimental sobre los criterios de selección de percutores para su uso en tres tareas cotidianas durante la evolución humana*. Thèse de master, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, 86 p.

Rosell J., Blasco R., Peris J. F., Carbonell E., Barkai R. & Gopher A. 2015. — Recycling bones in the middle pleistocene: some reflections from Gran Dolina TD10-1 (Spain), bolomor cave (Spain) and Qesem cave (Israel). *Quaternary International* 361: 297-312. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.08.009

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 racloirs bifaciaux Quina de Chez Pinaud (Jonzac, Charente-Maritime). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 106 (2): 219-238.

Semenov S.-A. 2005 (première publication russe en 1972). — « Concerning the traces of use on mousterian artefacts from Vorontsov cave », *in* Longo L. & Skakun N. (dirs), The roots of use-wear analysis : selected papers of S.A. Semenov, Published in the

occasion of the Congress Prehistoric Technology 40 years later: Functional studies and the Russian Legacy, Verona 20-23 april 2005. *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Sezione science dell'uomo* 7: 102-106.

Sistiaga A., Mallol C., Galván B. & Summons R. E. 2014. — The Neanderthal meal: a new perspective using faecal biomarkers. *PloS ONE* 9 (6): e101045. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101045

Sorensen A. C., Claud E. & Soressi M. 2018. — Neandertal fire-making technology inferred from microwear analysis. *Scientific reports* 8 (1): 1-16. https://doi.org/10.1038/s41598-018-28342-9

Terradillos Bernal M. 2010. — *El Paleolítico inferior en la Meseta norte, España: sierra de Atapuerca, la Maya, el Basalito, San Quirce y Ambrona: estudio tecnológico y experimental*. BAR Publishing (coll. International Series 2155), Oxford, 460 p. https://doi.org/10.30861/9781407306971

Terradillos Bernal M. & Díez-Fernández-Lomana J. C. 2012. — La transition entre les Modes 2 et 3 en Europe : le rapport sur les gisements du Plateau Nord (Péninsule Ibérique). *L'Anthropologie* 116 (3): 348-363. https://doi.org/10.1016/j.anthro.2012.06.001

Thiébaut C., Claud E., Mourre V., Chacón 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 ? *Palethnologie* 2010, 42 p. https://doi.org/10.4000/palethnologie.588

Titton S., Barsky D., Bargallo A., Vergès J. M., Guardiola M., Solano J. G., Jimenez Arenas J. M., Toro-Moyano I. & Sala-Ramos R. 2018. — Active percussion tools from the Oldowan site of Barranco León (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 » (Retaïma, Algérie), *in* Mester Z. & Ringer Á. (eds), *À la recherche de l'Homme Préhistorique*. Presses Universitaires de Liège (coll. ERAUL 95), Liège: 125-130.

Turq A., Roebroeks W., Bourguignon L. & Faivre J. P. 2013 — The fragmented character of Middle Palaeolithic stone tool technology. *Journal of human evolution* 65 (5): 641-655. https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2013.07.014

Vaquero Rodríguez M. 1997. — *Tecnología lítica y comportamiento humano: organización de las actividades y cambio diacrónico en el paleolítico medio del Abric Romaní*. Thèse de doctorat, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, 874 p. http://hdl.handle.net/20.500.11797/TDX904

Vaquero Rodríguez M. 1999. — Variabilidad de las estrategias de talla y cambio tecnológico en el Paleolítico Medio del Abric Romaní (Capellades, Barcelona). *Trabajos de Prehistoria* 56 (2): 37-58. https://doi.org/10.3989/tp.1999.v56.i2.275

Vaquero Rodríguez M., Vallverdú J., Rosell J., Pastó I. & Allué E. 2001. — Neandertal behavior at the middle Palaeolithic site of Abric Romaní, Capellades, Spain. *Journal of Field Archaeology* 28 (1-2): 93-114. https://doi.org/3181461

Vaquero Rodríguez M., Chacón G., García-Antón M. D. & Gómez de Soler B. 2008. — Variabilidad de los conjuntos líticos en el Paleolítico Medio del Abric Romaní (Capellades, Barcelona). *Treballs d'Arqueologia* 14: 195-212.

Vaquero Rodríguez M., Chacón M. G., Cuartero F., García-Antón M. D., Gómez de Soler B. & Martínez K. 2012. — The lithic assemblage of level J, *in* Carbonell i Roura E. (ed.), *High Resolution Archaeology and Neanderthal Behavior*. Springer, Dordrecht: 189-311.

Veselsky A. P. & Kabazi V. 2008. — Bone and Stone Tools Used in Flint Knapping, *in* Chabai V., Richter J. & Uthmeier T. (eds), *Palaeolithic Sites of Crimea KABAZI V: Interstratification of Micoquian and Levallois-Mousterian Camp Sites*. Vol. 3. Part 2. University of Cologne, Simferopol-Cologne: 427-453.

Viallet C., Bourguignon L., Mathias C., Magniez P., Ivorra J. & Brugal J. P. 2017. — *Identify the launched percussion use of Lower Palaeolithic tools: the case of shaped pieces in limestone and basalt*. Vth InternationalCongress of Experimental Archaeology 25th-27th October, 2017, Tarragona, Spain: 39-45.

Vincent A. 1993. — *L'outillage osseux au Paléolithique moyen : une nouvelle approche*. Dissertation de doctorat, Université Paris X, Paris, 331 p.

Visalberghi E., Fragaszy D., Ottoni E., Izar P., de Oliveira M. G. & Andrade F. R. D. 2007. — Characteristics of hammer stones and anvils used by wild bearded capuchin monkeys (Cebus libidinosus) to crack open palm nuts. *American Journal of Physical Anthropology* 132 (3): 426-444. https://doi.org/10.1002/ajpa.20546

Visalberghi E., Haslam M., Spagnoletti N. & Fragaszy D. 2013. — Use of stone hammer tools and anvils by bearded capuchin monkeys over time and space: construction of an archeological record of tool use. *Journal of Archaeological Science* 40 (8): 3222-3232. https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.03.021

Yravedra J. 2006. — Aportes biológicos y antrópicos en la Cueva del Esquilleu (Cantabria, España). *Zona Arqueológica* 7 (1): 280-289.

Zilhao J. & Pettit P. 2006. — On the new dates for Gorham's Cave and the late survival of Iberian Neanderthals. Before Farming 3 (3): 1-9. https://doi.org/10.3828/bfarm.2006.3.3

Soumis le 15 mai 2020 ;
accepté le 10 octobre 2020 ;
publié le 12 avril 2022.