HAL open science

Le référentiel des outils lithiques

Émilie Claud, Céline Thiébaut, Aude Coudenneau, Marianne Deschamps, Vincent Mourre, Michel Brenet, Maria Gema Chacon Navarro, David Colonge, Cristina Lemorini, Serge Maury, et al.

To cite this version:

Émilie Claud, Céline Thiébaut, Aude Coudenneau, Marianne Deschamps, Vincent Mourre, et al.. Le référentiel des outils lithiques. P@lethnologie, 2019, L'acquisition et le traitement des matières végétales et animales par les néandertaliens : quelles modalités et quelles stratégies ?, 10, pp.56-194. 10.4000/palethnologie.5142 . hal-02411184

HAL Id: hal-02411184

https://hal.science/hal-02411184

Submitted on 7 Jun 2020

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

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

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

Palethnologie
Archéologie et sciences humaines

10 | 2019
L'acquisition et le traitement des matières végétales et animales par les néandertaliens : quelles modalités et quelles stratégies ?

Le référentiel des outils lithiques

Émilie Claud, Céline Thiébaut, Aude Coudenneau, Marianne Deschamps, Vincent Mourre, Michel Brenet, Maria Gema Chacón-Navarro, David Colonge, Cristina Lemorini, Serge Maury, Christian Servelle et Flavia Venditti

Édition électronique
URL : http://journals.openedition.org/palethnologie/5142
DOI : 10.4000/palethnologie.5142
ISSN : 2108-6532

Éditeur
Presses universitaires du Midi

Référence électronique
Émilie Claud, Céline Thiébaut, Aude Coudenneau, Marianne Deschamps, Vincent Mourre, Michel Brenet, Maria Gema Chacón-Navarro, David Colonge, Cristina Lemorini, Serge Maury, Christian Servelle et Flavia Venditti, « Le référentiel des outils lithiques », *Palethnologie* [En ligne], 10 | 2019, mis en ligne le 01 novembre 2019, consulté le 14 mars 2020. URL : http://journals.openedition.org/palethnologie/5142 ; DOI : https://doi.org/10.4000/palethnologie.5142

Palethnologie est mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

CHAPITRE 2

Le référentiel des outils lithiques

1 - Introduction

(C. Thiébaut., É. Claud, A. Coudenneau, M. Deschamps, V. Mourre)

Afin de répondre aux problématiques énoncées (*cf.* Introduction et Partie I, chapitre 1.1) nous avons orienté une partie de nos recherches vers l'identification de la fonction technique de différents types d'outils considérés comme caractéristiques d'un faciès *sensu* Bordes ou d'un technocomplexe (Delagnes *et al.*, 2007) et dont le statut fonctionnel, mal connu, nécessitait de nouvelles recherches.

Les bifaces sont ainsi souvent présentés comme des outils multifonctionnels. Toutefois, les études tracéologiques, relativement rares, ont généralement été réalisées sur de faibles échantillons (*cf.* Partie I, chapitre 2.10). Il était donc nécessaire de tester cette hypothèse à la lumière de nouvelles données techno-fonctionnelles. De la même manière, les pièces encochées du Paléolithique moyen, généralement associées intuitivement au travail du bois, n'ont pas fait l'objet d'expérimentations systématiques et les études fonctionnelles concernent aussi des échantillons numériquement faibles (*cf.* Partie I, chapitre 2.7). À de rares exceptions près, les hachereaux moustériens, caractérisant le Vasconien, ne sont connus que dans la région franco-cantabrique. Si l'on peut *a priori* mettre en relation l'importante résistance du tranchant actif des hachereaux avec la pratique de travaux de grande ampleur nécessitant une forte résistance, aucune expérimentation n'a jusqu'à présent été menée pour confirmer cette hypothèse fonctionnelle et très peu d'études tracéologiques ont été effectuées (*cf.* Partie I, chapitre 2.9). Nous souhaitions donc contribuer à documenter les modalités d'utilisation de ces outils, pour *in fine* mieux évaluer la part culturelle, souvent avancée, qui aurait éventuellement influencé la réalisation de ce type d'objet. Enfin, un autre objectif est de mieux cerner la fonction des pointes du Paléolithique moyen, leur diversité morphologique et technologique pouvant refléter une diversité fonctionnelle (*cf.* Partie I, chapitre 2.8). Se pose plus particulièrement la question de leur usage comme arme de chasse, et, de manière générale, celle des stratégies d'acquisition des matières animales au Paléolithique moyen.

En ce qui concerne les autres types d'outils comme les racloirs et les éclats bruts, des référentiels tracéologiques avaient, avant le début du PCR, déjà été constitués par plusieurs participants (Lemorini, 2000 ; Coudenneau, 2004 ; Claud, 2008), pouvant servir de base pour l'interprétation des pièces archéologiques. C'est pourquoi un thème spécifique n'a pas été dédié à leur utilisation et à leur étude.

Mieux comprendre la fonction des outils retouchés moustériens vise à mieux appréhender la réalité des faciès, groupes techniques ou technocomplexes du Paléolithique moyen proposés, retenus et utilisés par la majorité des préhistoriens.

Un autre volet, plus transversal, concerne la recherche d'éventuels liens entre les modes de fonctionnement des outils et les matières premières aux dépens desquelles ils ont été réalisés. Au Paléolithique moyen, l'utilisation de matériaux « réputés médiocres » tels que les quartz et les quartzites est relativement fréquente. Les études technologiques intègrent désormais assez systématiquement ces matériaux. Certaines ont montré que les méthodes de débitage mises en œuvre étaient adaptées aux matériaux utilisés et conduisaient à la production de supports aux caractéristiques morphologiques diversifiées (Jaubert, Mourre, 1996 ; Thiébaut *et al.*, 2009b). Selon une idée largement répandue, quartz et quartzite seraient des matériaux de substitution utilisés en

l'absence de silex. Mais les analyses tracéologiques menées sur le Paléolithique moyen sont le plus souvent restées cantonnées aux supports en silex, au moins jusqu'à une période récente voire très récente, au cours de laquelle d'autres matières premières, notamment le quartzite et le quartz ont commencé à être étudiées (Marquez-Mora, Preysler 2002 ; Borel, 2008 ; Cristiani *et al.*, 2009 ; Derndarsky, 2006 ; Plisson, 2008 ; Gibaja *et al.*, 2009 ; Clemente-Conte *et al.*, 2012 ; Lazuén, 2012a, 2012b ; Lelouvier *et al.*, 2012 ; Cura *et al.*, 2014 ; Daffara *et al.*, 2014 ; Venditti, 2014 ; Lemorini *in* Jaubert *et al.*, en prép. ; Annexe 1). Afin de tester la validité de cette hypothèse et d'évaluer dans quelle mesure le type de support réalisé est lié à une fonction particulière, l'élaboration de référentiels expérimentaux et le développement d'analyses tracéologiques sur ces matériaux ont donc été nécessaires (*cf.* Partie I, chapitre 2.6).

2 - Les études tracéologiques lithiques : historique et méthodologie

(É. Claud)

A - La naissance de la discipline

Dans les années 1930, S. A. Semenov, un préhistorien russe, fut à l'origine d'une nouvelle discipline, la tracéologie, dont l'objet est l'étude des traces d'usure portées par les objets archéologiques. Cet archéologue pionnier s'est intéressé aux traces ayant une origine « active » (liées à l'utilisation), ou bien « passive », (liées à la manufacture, mais qui peuvent aussi résulter de la préhension, du transport ou du port), et a montré que des objets en diverses matières premières pouvaient livrer des traces d'usure diagnostiques (silex, obsidienne, os, bois, coquillage, métal, ...). Il élabora la première méthode d'étude directe de la fonction des outils préhistoriques par un examen à la loupe binoculaire (faible grossissement) et au microscope (fort grossissement) des stries, des émoussés, des écaillures et des polis situés sur les parties actives des outils. Il compara, grâce à la mise en place d'une première expérimentation systématique et d'observations à fort grossissement, les traces archéologiques avec les traces expérimentales, et en déduisit le mode d'emploi et la matière travaillée par ces pièces (Semenov, 1964, 2005). D'autres chercheurs russes participèrent à partir du milieu du XXe siècle et jusqu'à aujourd'hui au développement de la discipline au côté de S. A. Semenov : Korobkova, Shchelinskij, Filippov ou encore Skakun (voir Levitt, 1979 ; Plisson, 1988a, 1988b ; Skakun, 1992 ; Korobkova, 1993 ; Shchelinskij, 1993). La thèse de S. A. Semenov, *Prehistoric technology*, écrite en Russe, ne fut traduite en anglais, et donc accessible par les non slavophones, qu'en 1964. La traduction de sa thèse engendra une prise de conscience des préhistoriens concernant l'importance des études fonctionnelles. Ainsi, entre 1964 et 1980, après quelques recherches ponctuelles prenant en compte les traces d'utilisation (Keller, 1966 ; Wilmsen, 1968 ; Kantman, 1970a, 1971 ; Lenoir, 1971 ; Nance, 1971 ; Rosenfeld, 1971), plusieurs méthodes d'analyse fonctionnelle inspirées des travaux de S. A. Semenov, intégrant une large pratique expérimentale et des observations à la loupe binoculaire ou au microscope, furent véritablement développées, testées et appliquées.

À partir de 1974, Tringham et collaborateurs, inspirés par l'approche de S. A. Semenov, proposèrent une méthode « à faible grossissement » ou *Low Power Approach*, utilisant un microscope stéréoscopique grossissant de 10 à 80 fois (ou loupe binoculaire). Elle permet d'observer des écaillures ou micro-esquillements, des émoussés et des stries macroscopiques, macro-traces desquelles il est possible de déduire le sens du travail et la dureté de la matière travaillée (Tringham *et al.*, 1974). D'autres chercheurs, comme Odell (1975, 1981), Lawrence (1979), Cotterell et Kamminga (1979), Odell et Odell-Vereecken (1980), Roy (1982), Shea (1987, 1988) et Akoshima (1987) ont par la suite validé et utilisé cette approche.

Parallèlement, Keeley élabora la méthode « à fort grossissement » ou *High Power Approach*, utilisant un microscope optique métallographique grossissant de 100 à 400 ×, en lumière réfléchie en fond clair (Keeley, 1974, 1976, 1980). Elle permet d'observer des micro-traces (micro-polis et des micro-stries) qui renseignent sur le sens du mouvement et la nature des matières travaillées (os, bois, viande, peau, ...). Plusieurs tests à l'aveugle confirmèrent le bien-fondé de la méthode (Keeley, Newcomer, 1977 ; Newcomer, Keeley, 1979 ; Gendel, Pirnay, 1982), à la suite de quoi un grand nombre de chercheurs utilisèrent cette approche, comme Vaughan (1981a, 1981b), Anderson-Gerfaud (1981), Plisson (1982a, 1982b, 1985, 1986), Moss (1983a), Moss, Newcomer (1982), ou encore Beyries (Beyries, Boëda, 1983 ; Beyries, 1987a, 1988b, 1993b).

Enfin, en 1980, Anderson-Gerfaud introduisit, dans la continuité de la méthode « à fort grossissement », la méthode à « très fort grossissement », utilisant un microscope électronique à balayage (MEB) grossissant jusqu'à 10 000 ×, et permettant de distinguer à la fois les micro-traces mais aussi les éventuels résidus de matière travaillée (collagène, tissus carnés, tendons, poils, sang, fibres végétales, pollens, graines, phytolithes, ...), dont la morphologie voire la composition chimique (grâce à une micro-sonde) permet de caractériser cette matière.

B - Le choix de la méthode d'observation

La coexistence de deux méthodes principales – faible et fort grossissement –, du fait de leurs différences en termes de longueur d'analyse et de degré de précision des interprétations, notamment sur la matière travaillée (dureté *versus* nature), eurent pour conséquence, entre les années 1980 et 1990, l'ouverture de débats d'ordre méthodologique et de désaccords entre les partisans des méthodes respectives. En effet, les premiers avançaient, d'une part, que les esquillements, ou plus généralement les macro-traces, n'étaient pas toujours présents, difficilement différentiables des traces naturelles, accidentelles et technologiques (Keeley, 1976 ; Hayden, Kamminga, 1979, Moss, 1983b ; Vaughan, 1981a ; Mansur-Franchomme, 1986), et par conséquent qu'ils ne devaient pas être pris comme unique critère pour déterminer la fonction des pièces et, d'autre part, que les macro-traces n'étaient diagnostiques que dans des cas très précis tels que les fractures de pointe de projectile ou les émoussés produits par le grattage des matières abrasives (Anderson-Gerfaud *et al.*, 1987). D'un autre côté, le fait que les micro-polis soient diagnostiques de la matière travaillée a également été mis en doute, notamment du fait de la multiplicité de facteurs entrant en jeu dans leur formation et les recouvrements morphologiques entre plusieurs polis liés au travail de matières travaillées différentes (Odell, Odell-Vereecken, 1980 ; Holley, Del Bene, 1981 ; Grace *et al.*, 1985 ; Newcomer *et al.*, 1986 ; Unger-Hamilton, 1989 ; Levi Sala, 1989 ; Rees *et al.*, 1991).

Il semble que ces débats aient en réalité été nourris par des problèmes de définition, en partie liés au fait qu'un même stigmate a des caractéristiques propres à chaque grossissement et à chaque technique d'observation, et par des différences d'expérience, de traitements (nettoyage), de constitution des collections de comparaison et enfin de nature et d'état du matériel archéologique (d'Errico, 1985 ; Vaughan, 1985 ; Newcomer *et al.*, 1986 ; Mansur-Franchomme, 1986 ; Moss, 1983b, 1986 ; Plisson, 1988c ; Plisson, van Gijn, 1989). En effet, depuis les années 1990, la plupart des chercheurs travaillant sur les traces d'usure utilisent de manière complémentaire des observations à faible et à fort voire très fort grossissements, apportant des informations d'une précision différente sur les matières travaillées, pouvant se confirmer et/ou se compléter (p. ex. Philibert, 1994 ; Gassin, 1996 ; Longo *et al.*, 1997 ; Geneste, Plisson, 1996 ; Texier *et al.*, 1996 ; Fagnarts, Plisson, 1997 ; Plisson, Beyries, 1998 ; Bosquet, Jardon-Giner, 1999 ; Lemorini, 2000 ; Plisson, 2000 ; Beugnier, Plisson, 2004 ; Caspar *in* Locht *et al.*, 2002 ; Gibaja Bao, 2007 ; Plisson, 2007 ou encore Rots, 2010).

Dans le cadre de ce PCR, nous avons également choisi d'utiliser les deux échelles d'observation de manière complémentaire. Lorsque l'état de conservation le permettait, les industries ont été analysées à faible et à fort grossissements, à la recherche de tous les indices fonctionnels disponibles. Loupe binoculaire et microscope métallographique ont donc été utilisés. Pour les quartzites (Partie I, chapitre 2.6), un microscope métallographique équipé d'un système DIC (Differential Interferential Contrast, Plisson, 2000) permettant de s'affranchir des problèmes de réflexion des cristaux, a été utilisé. Plusieurs pointes expérimentales en quartz / quartzite ainsi que la série de Coudoulous ont quant à elles été étudiées grâce à un microscope métallographique équipé d'un système à interférométrie (observations F. Venditti et C. Lemorini, *cf.* Partie I, chapitre 2.8).

Dans la première partie consacrée aux référentiels expérimentaux, nous avons privilégié la documentation des macro-traces, et ce pour plusieurs raisons :

- les macro-traces, de plus grandes dimensions, sont en général moins fragiles que les micro-traces : les chances de les observer sont donc plus grandes dans le cadre de l'étude d'industries relativement anciennes, qui souffrent souvent de problèmes de conservation (Beyries, 1990) ;
- les macro-traces sont très dépendantes de la morphologie des outils, notamment de la présence de retouches et de l'angle de coupant, c'est pourquoi il était nécessaire de construire des référentiels spécifiques aux différents outils (Tringham *et al.*, 1974 ; Gonzáles Urquijo, Ibáñez Estévez, 1994 ; Trias, 2002). L'effet de la présence de retouches sur la formation des esquillements n'avait jusqu'à présent, par exemple, pas fait l'objet de recherches systématiques ;
- les macro-traces sur les tranchants en quartzite, voire en ophite, ont très rarement été documentées (voir néanmoins Cristiani *et al.*, 2009 ; Lelouvier *et al.*, 2012 ; Cura *et al.*, 2014), et une étude a montré que les macro-traces sur certains quartzites ne sont pas suffisamment diagnostiques (Gibaja *et al.* 2009). Il semble que selon le type de quartzite étudié, leur ténacité et le degré de cohésion des grains varient et pourraient conditionner la manière dont les tranchants s'usent (Leipus, Mansur, *in* Gibaja *et al.*, 2009), c'est pourquoi nous souhaitions connaître le potentiel interprétatif des macro-traces se développant sur les quartzites exploités sur les sites archéologiques étudiés dans le cadre du PCR.

Les micro-traces d'utilisation ont néanmoins fait l'objet de descriptions précises au sein du référentiel d'éclats en quartzite. Les micro-traces portées par les quartzites de la Péninsule ibérique ont déjà été documentées dans le cadre de la publication de quelques référentiels expérimentaux (de Araújo Igreja, 2009 ; Gibaja *et al.*, 2009 ; Clemente-Conte, Gibaja Bao, 2009 ; Aranda *et al.*, 2014), mais il s'agissait pour nous de vérifier que les quartzites utilisés sur les sites archéologiques étudiés, notamment les quartzites de la vallée d'Aure et des terrasses de la Garonne, se prêtent bien aux analyses micro-tracéologiques. En effet, comme dans le cas des macro-traces, il semble que certains quartzites portent des micro-traces diagnostiques alors que d'autres en sont dépourvus (Beyries, 1982 ; Plisson, 1986).

3 - Protocoles suivis lors des expériences

(C. Thiébaut, É. Claud)

Les différents supports utilisés ont été taillés par des tailleurs compétents (V. Mourre, S. Maury, D. Colonge et M. Brenet) qui ont reproduit le plus fidèlement possible les caractéristiques morphologiques des pièces archéologiques des sites étudiés, en mettant en œuvre des méthodes de débitage, de retouche et de façonnage adéquates.

Des photographies des pièces, ainsi que des empreintes et des moulages des zones actives ont été réalisées avant utilisation afin de conserver leur état initial et de pouvoir le comparer avec leur état après utilisation. Les empreintes ont été réalisées grâce à un élastomère dentaire, un silicone par addition, appelé *Provil Novo Light* de la marque *Heraeus Kulzer* (D'Errico, 1988 ; D'Errico *et al.*, 2004 ; Ollé, 2003 ; Dubreuil, 2004), très précis et rapide à préparer, et les moulages grâce à une résine polyuréthane réactive de la marque *Pascal Rosier*, très fluide, fidèle (retrait inférieur à 0,4 %) et résistante[1].

Cet enregistrement permet d'identifier les traces d'utilisation et de les distinguer des autres stigmates présents (petits négatifs de retouche ou altérations présentes avant utilisation).

Pendant les expérimentations, une fiche d'enregistrement standardisée a été utilisée pour chaque outil. Différentes informations concernant l'outil, la matière travaillée et l'activité effectuée ont été consignées sur ces fiches (figure 21), qui ont également permis de décrire en détail au verso les différents gestes effectués et les matières en contact avec le tranchant, la durée d'utilisation de l'objet pour chaque étape du travail et les éventuelles contraintes rencontrées. Pour les expériences de tir avec les pointes, une fiche spécifique a été utilisée (figure 22).

Concernant la description des zones actives, plusieurs critères ont été utilisés pour décrire, sur les fiches et dans la base de données, les tranchants expérimentaux : localisation, longueur, angle du coupant, morphologie (en plan, profil, section) et caractéristiques des retouches (position, morphologie, inclinaison, étendue et répartition).

Au préalable, une terminologie commune avait été élaborée afin que chaque expérimentateur et chaque transcripteur utilise un vocabulaire précis et identique (*cf.* Partie I, chapitre 2.4).

4 - Traces et fonction : définitions et critères de description utilisés

(É. Claud, C. Thiébaut, A. Coudenneau)

A - Terminologie autour de la fonction

La reconstitution du fonctionnement d'un outil est la première étape interprétative des analyses fonctionnelles : il s'agit de déterminer la matière travaillée (nature ou dureté, et éventuellement état et additifs), le mode d'action (mouvement réalisé) et le mode de préhension (à main nue ou emmanché). La prise en compte de la morphologie des bords utilisés et des stigmates d'usure eux-mêmes peut parfois permettre de se prononcer sur les activités[2] pratiquées sur un site : la boucherie, le travail de la peau, du bois, de l'os, le ramassage d'Herbacées, etc., et même de replacer les objets au sein d'une étape précise de la chaîne opératoire de l'activité (p. ex. l'écharnage de la peau).

L'étape suivante, difficilement accessible, relève de la fonction. La fonction suppose de connaître l'ensemble des finalités pour lesquelles l'outil a été mis en œuvre (Sigaut, 1991) : elle inclut à la fois le mode de fonctionnement, la fonction technique et la fonction symbolique ou sociale (Faulkner *in* Hayden, 1979b : 61 ; Plisson, 1993).

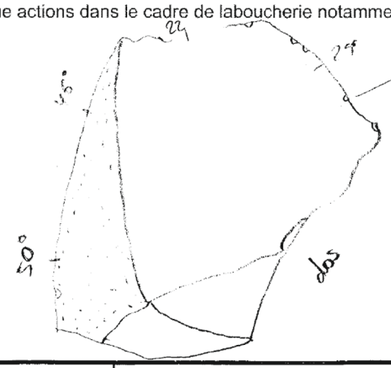
1. Cette résine est parfaitement adaptée pour l'observation des macro-traces, qui sont reproduites très fidèlement. Par contre, nous avons constaté que les polis sont également reproduits de manière précise, mais que la micro-topographie du moulage est assez fragile et que de grandes précautions lors des manipulations (démoulage, observation) et du rangement (conditionnement évitant le plus de contacts) sont indispensables pour la conservation des polis sur ces supports. Par exemple, le fait de frotter pendant quelques secondes le fil du tranchant moulé avec un gant en latex crée un poli de coalescence dure bombée sur celui-ci.
2. Certains auteurs utilisent le terme « activité » pour désigner le mode de fonctionnement (van Gijn, 1989b) ou le mode d'action (Odell, Odell-Vereecken, 1980 ; Gutierrez Saez, 1993), et le terme « tâche » pour désigner ce que nous appelons « activité ».

N° pièce : TH11 7			**Nom de l'expérimentateur :** Che			
Date et lieux de l'expérimentation : Villeneuve avril						
MP	**type**	**sous-type**	**type outil :**	pointe pseudo		
	silex : X	Vaucluse				
	qz :					
	qzite					
	autre :					
emmanché	oui :	type bois :		axe :		
	non : X	type ligature :		type colle		
morphologie du tranchant utilisé	localisation	**droit**	**gauche**	**dist**	**prox**	**autre**
	morpho section :		plan - plan	plano-plan		
	morpho profil :		rectiligne	rectiligne		
	morpho plan :		rectiligne	convexe		
	angle :					
utilisation	1ère fois : X	2ème après :		3ème après :		
N° objet fini :						
matière travaillée	bois végétal :		diamètre/âge : 20 ans			
	bois animal :		espèce : bison			
	écorce :					
	viande :		état de fraîcheur :			
	os :		frais			
	articulation : X					
	tendon : X					
	autre :					
activité : DESARTICULATION patte arrière gauche		utilisation directe : X		utilisation dormante :		
		tenue :		utilisation intermédiaire :		
Type action : de os du membre		contact : linéaire	geste : poké	mouvement : perp. et oblique		
		coupe :		angle de l'action :		
		Face sup. ou retouchée : interne ou externe				
		durée ou nombre de coups : 37 min		photos action :		

Schéma /observations:

(au verso : détailler les différentes actions et temps pour chaque actions dans le cadre de laboucherie notamment)

L: 67 l: 54 e: 18 p: 46 gr



enlevé avant utilisation

observation efficacité :	**encore efficace**	Oui : X
— Tibia / Fémur (désarticul) = très bonne		non :
— cubo-navicul (désarticul) = tranchant esquinté - mais très efficace		
15h25 = Le tranchant est très bon !		

Figure 21 - Exemple de fiche d'objet utilisée lors des expérimentations (hors tir), recto et verso (déroulé de l'expérimentatition)

Séparation - Tibia

14h46 = début désarticul. Tibia / Fémur — Utilisation tranchant 22° et 29°

- contact à 14h47 = mvt longitudinal - perpendiculaire au membre
- contact - grosse strie sur le tibia (surface articulaire)
- contact

plus stries sont repérées à postérieur lors du dégag des ligaments

- contact 14h33

"ça coupe super bien"

- contact - grosse strie

" il me faudrait une petite pointe " car difficulté à insérer la pte entre les 2 surfaces articulaires.

14h56 - contact

14h57 - Séparation Tibia / Fémur

14h59 - Début désarticul Tibia / Tarsia - aide par la flexion

mvt longitudinal pas inversé

15h - contact

15h01 - contact - mvt longitudinal

15h03 - plus contacts sur l'astragale

" le tranchant prend chair "

contacts ininterrompus avec les os

15h06

15h08 ↓ retrait de tendons

15h09 Désarticul. = cubo - Navicul

15h16 - après usage du desticul (TH11-16) prélev tendon.

util de la pte pr désarticulation métatarse - tarsien.

(+ fine calcaneum Talus - cubo Navicul

Alternance desticul / pte pr comparer l'efficacité.

15h20 Séparation cubo - Naicul - calcaneum Talus

15h21 -

15h24 prélev tendon + desarticul - gros tendons - autour du calcaneum

15h30 | supp cartilage/B[illegible] sur la rotule. Fin.

UHP exclusivement des tranchants de 50 et 100 contacts très bien conservés - tract continu

contacts

Numéro de l'expérimentation

Emmanchement

Type de manche

- ☐ Axial
- ☐ Latéral
- ☐ Mixte

Matière du manche

- ☐ Roseau
- ☐ If
- ☐ Saule
- ☐ Peuplier
- ☐ Autre :

Liens

- ☐ Cuir
- ☐ Tendons
- ☐ Fibres végétales :

Adhésifs

- ☐ Résine
- ☐ Cire
- ☐ Bitume
- ☐ Autre :

Caractéristiques élément lithique

Taille

- ☐ L=
- ☐ l=
- ☐ e=
- ☐ Poids (pièce)=
- ☐ Poids (ensemble)=
- ☐ Angle p.=

Matière première

- ☐ Silex :
- ☐ Cornsfeld
- ☐ Quartz
- ☐ Quartzite
- ☐ Autre :

Profils

- ☐ Bord :
- ☐ Bulbe :

Morphologie

- ☐ Triangulaire
- ☐ Trapézoïdal
- ☐ Losangique
- ☐ Autre :

Typologie

Technique de débitage

- ☐ Direct dure
- ☐ Directe tend.
- ☐ Indirecte dure
- ☐ Indirecte tend.

Caractéristiques experimentales

Type d'arme

- ☐ Hast
- ☐ Javelot main
- ☐ Javelot prop.

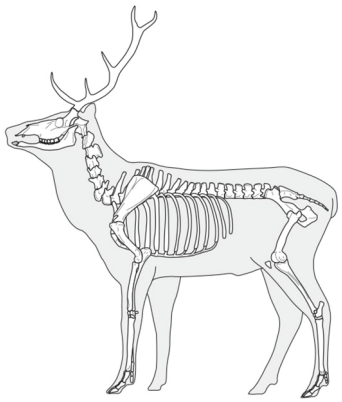
Cible :

Atteind

oui / non

Matières rencontrées :

Fractures : Nb : Où :
oui / non



@ 2004, ArcheoZoo.org

Figure 22 - Exemple de fiche d'objet utilisé comme pointe de projectile ou d'hast (DAO : A. Coudenneau).

B - Le fonctionnement

a - La matière travaillée

Si la nature exacte (viande, peau, os, bois, ...) peut être proposée à partir des polis, les traces macroscopiques renseignent sur la dureté relative de la matière travaillée. Le degré de dureté des matières travaillées a été déterminé en fonction des possibilités de déformation de celles-ci et de l'intensité des esquillements produits lors du travail. Nous incluons dans les matières tendres ou souples la viande, la peau (fraîche et sèche mais souple), les graminées et la terre meuble. Les matières mi-dures regroupent le bois végétal et la peau sèche et rigide. Enfin, sont considérées comme matières dures l'os, le bois de cervidé sec, le bois végétal chauffé, l'ivoire, ou encore la pierre, les pigments minéraux et la coquille. Des catégories intermédiaires peuvent également être utilisées, comme « matière tendre à mi-dure », pour intégrer les usures relevant de contacts avec des matières de dureté variable : par exemple, dans le cas de la boucherie, le tranchant coupe des matières tendres (viande et peau) mais est souvent en contact avec des matières plus dures comme le cartilage ou même l'os, ce qui produira sur le tranchant des esquillements hétérogènes et caractéristiques de cette activité.

b - Le mode d'action

Le mode d'action est relatif au mouvement réalisé avec l'outil dans l'espace et par rapport à la matière travaillée. Travaillant sur les industries moustériennes, nous nous sommes concentrés sur des actions réalisables avec des tranchants, linéaires ou pointus, et des surfaces plus ou moins planes en excluant les burins et les trièdres (Gutierrez Saez, 1993).

Le mouvement peut, dans un premier temps, être caractérisé par le geste[3] (figure 23), conditionnant le mode d'application de la force (Gutierrez Saez, 1993) :

- geste posé (pression) : le contact est continu entre l'outil et la matière travaillée et la force est exercée de façon prolongée ;
- geste lancé (percussion) :
  - percussion directe : le contact est discontinu entre l'outil et la matière travaillée et la force est exercée de façon instantanée ;
  - percussion indirecte : le contact est continu entre l'outil et la matière travaillée et la force est exercée de façon instantanée. Elle implique la présence d'une pièce intermédiaire en contact avec la matière à transformer et un percuteur.

Figure 23 - Terminologie employée : les gestes (DAO : C. Thiébaut).

3. Nous préférons employer le terme de « geste posé » ou « geste lancé » à ceux de « percussion posée » ou « percussion lancée » (Leroi-Gourhan, 1943). Il nous semble en effet que cet oxymore puisse prêter à confusion dans la mesure où une percussion induit nécessairement un geste lancé.

Le type de contact (figure 24) entre l'outil et la matière a aussi été décrit : linéaire (tranchant), punctiforme (dièdre) ou bien diffus (surface).

- les contacts linéaires impliquent un contact du fil du tranchant sur la matière ;
- les contacts diffus diffèrent par l'application du tranchant et d'une partie proche du tranchant de la face inférieure ou supérieure du support sur la matière ;
- les contacts punctiformes, quant à eux, impliquent un contact limité de la pointe de l'objet.

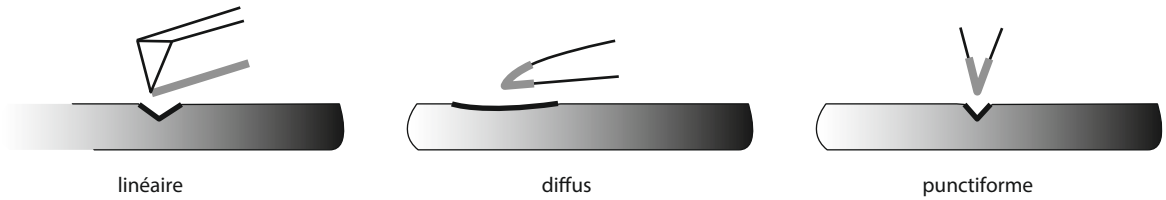


Figure 24 - Terminologie employée : les contacts (DAO : C. Thiébaut).

Nous avons distingué plusieurs directions du mouvement par rapport à la matière travaillée :

- longitudinale, quand la direction est parallèle au tranchant sur un même plan ;
- transversale, quand la direction est perpendiculaire au tranchant sur un même plan ;
- rotative, quand la direction relève d'une rotation dans un même plan.

En fonction des activités pratiquées, l'expérimentateur impulsera différents mouvements à l'outil utilisé qui peut combiner la position de l'outil sur la matière (perpendiculaire, ou oblique p. ex. dans le cas d'une découpe tangentielle) et une trajectoire non linéaire, en levier ou rotative (figure 25).

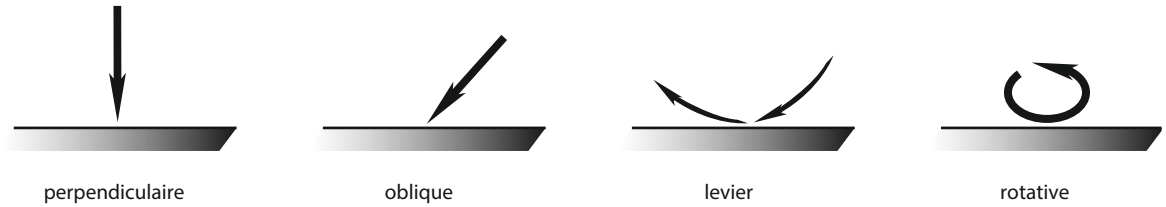


Figure 25 - Terminologie employée : les mouvements (DAO : C. Thiébaut).

À ces directions peuvent correspondre plusieurs modes d'action, en fonction du sens du mouvement et des angles entre les faces de l'outil et la matière travaillée (Gutierrez Saez, 1993). L'angle d'attaque est situé entre la matière travaillée et la face de l'outil orientée dans le sens du mouvement (face d'attaque), l'autre angle situé entre l'autre face (face de dépouille) et la matière étant appelé angle de dépouille (Gassin, 1996 ; figure 26).

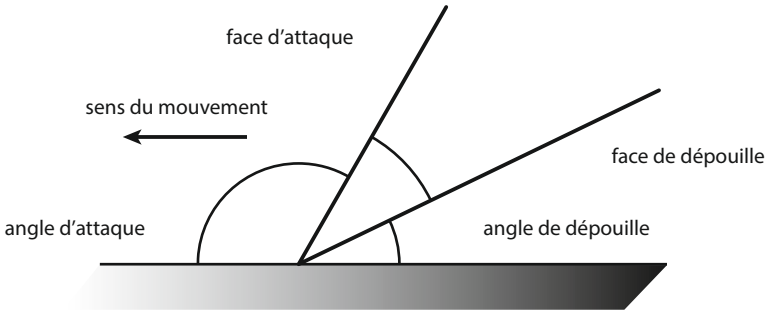


Figure 26 - Position des faces d'attaque et de dépouille et des angles associés (modifié d'après Pasquini, 2003-2004).

Par exemple, selon une direction longitudinale, l'outil a pu servir à couper dans le cas d'un mouvement unidirectionnel, ou bien à « scier » dans le cas d'un mouvement bidirectionnel. On peut également prendre en compte l'angle que fait la matière travaillée avec l'outil (perpendiculaire ou oblique) pour distinguer une coupe classique d'une coupe tangentielle, auquel cas une des faces sera en contact rapproché avec la matière. Pour les actions transversales unidirectionnelles (figure 27), on peut distinguer le raclage en coupe positive, quand l'angle d'attaque est supérieur à 90°, et celui en coupe négative, quand il est inférieur à 90° (Gassin, 1996). Le raclage peut également être bidirectionnel, combinant coupes positive et négative. Perforer se rapporte à un mouvement rotatif unidirectionnel, tandis que percer à un mouvement bidirectionnel. Enfin, pour la percussion directe, nous avons distingué une orientation du geste oblique (de type hache) d'une orientation perpendiculaire (de type herminette), à partir de l'angle formé entre le tranchant et le plan dans lequel le geste s'exécute.

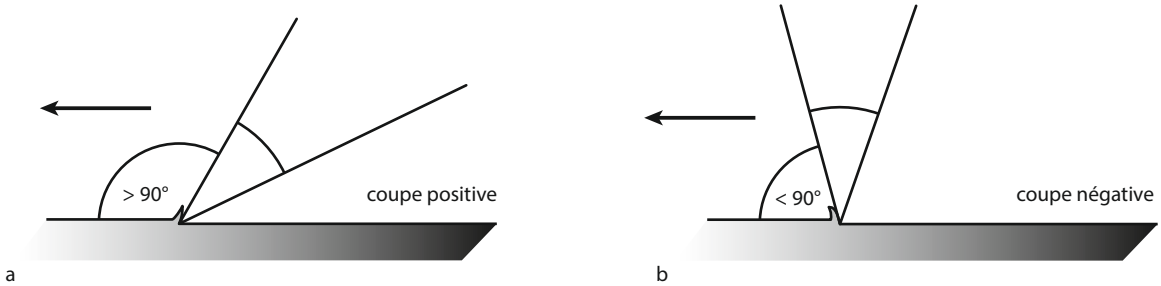


Figure 27 - Valeurs de l'angle d'attaque en fonction du mode d'action d'un tranchant utilisé en pression selon une direction transversale et un sens unidirectionnel (coupe positive et négative) (modifié d'après Gassin, Garidel, 1993).

c - Le mode de préhension

Le mode de préhension concerne la tenue de la pièce lithique et la structure de l'outil entier : à main nue, avec une gaine ou par l'intermédiaire d'un manche. Dans ce dernier cas, l'outil est dit « composite », car composé d'une partie lithique portant la zone active et d'un manche servant de zone préhensive et de contact réceptif (bras de levier).

Plusieurs critères de description ont été utilisés pour caractériser les gaines et manches : la nature et l'état de la matière les composant, la présence / absence et nature des ligatures et adhésifs, et la structure de l'emmanchement d'après les combinaisons proposées par D. Stordeur (1987 ; figure 28). Nous avons, en plus de cette nomenclature, utilisé le terme « *manche en pince* » (Anderson-Gerfaud, Helmer, 1987 ; Lemorini, 2000) pour désigner un mode d'articulation qui consiste à insérer la partie active (silex) à l'intérieur d'un manche fendu dans sa longueur (complètement ou non) éventuellement resserré par des ligatures, voire combiné à un adhésif.

C - Les traces : terminologie utilisée

a - Les macro-traces

Les esquillements (ou ébréchures, écaillures, *microflaking* ou *scarring*) sont les négatifs des micro-éclats provoqués par des forces de compression exercées par pression ou percussion sur les bords des pièces lithiques (Odell, 1975 ; Cotterell, Kamminga, 1979 ; Prost, 1989).

Position de l'outil	terminale		latéro-distale		latérale				
Direction de l'outil	axiale		transversale		transversale				axiale
Orientation de la partie active									
Direct ou indirect	direct ou indirect	direct ou indirect	direct ou indirect : gaine	direct	direct ou indirect : gaine			direct	direct
Articulation	mâle	mâle	mâle ou juxtaposée	mâle	mâle	jux.	fem.	mâle	mâle
Exemples									

Fem. : femelle ; jux. : juxtaposée
Figure 28 - Combinaisons existantes des différents attributs de l'emmanchement (modifié d'après Stordeur, 1987).

La nomenclature utilisée pour caractériser les esquillements est principalement issue de la *Hoho Classification*, proposée à l'occasion de la conférence de Burnaby au Canada (Hayden, 1979c), des travaux d'Odell et Odell-Vereecken (1980), de Tringham *et al.* (1974), d'Akoshima (1987) et de Prost (1989). Les critères descriptifs, communs à la plupart des tracéologues, sont les suivants : localisation, position, distribution, disposition, nombre, morphologie, terminaison, étendue, initiation, taille, allongement et direction (tableau 11). Un autre critère a également été pris en compte ; il s'agit du nombre de générations d'esquillements superposés.

Les esquillements partant d'une zone active pointue (p. ex. extrémité distale d'une pointe), dont les ondulations se développent perpendiculairement au tranchant, emportant le fil, ont été appelés « enlèvements burinants ».

Les fractures sont des cassures formées, comme les esquillements, par des forces de compression. La terminologie utilisée est principalement issue de Fisher *et al.* (1984) et O'Farell (2004, 2005) (tableau 12).

L'émoussé (*edge-rounding*), stigmate pourtant très informatif de certaines matières travaillées, est un terme qui a peu souvent été défini dans la littérature. Il s'agit en quelque sorte d'un arrondi des reliefs, lié à une fine perte de matière, entrainant une forte baisse de l'acuité du fil. Sur le silex on considère que l'émoussé a généralement un aspect lisse et une topographie régulière. Sur le quartzite deux types d'émoussé ont été distingués (figure 29) :

- un émoussé d'aspect lisse (lié à une perte fine de matière, par micro-corrosion ou micro-émoussé des cristaux) ;
- un émoussé d'aspect rugueux (lié au départ de nombreux petits cristaux ou à leur écrasement ou leur fracturation, créant un arrondi).

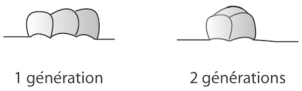
La position et l'intensité des émoussés ont été renseignées (tableau 13).

Les esquillements

Position sur la pièce

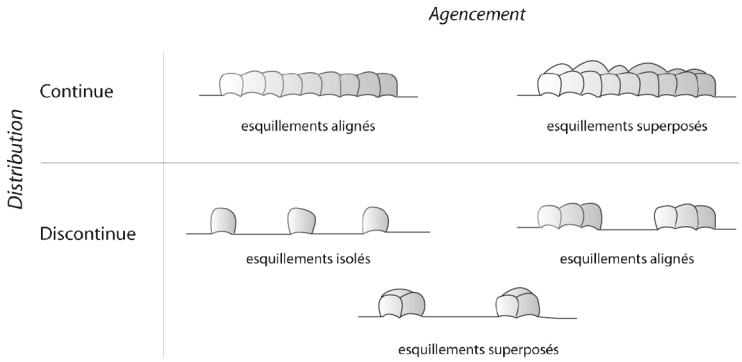
- face inférieure
- face supérieure
- bifaciale
- bifaciale mais davantage la face inférieure
- bifaciale mais davantage la face supérieure

Nombre de génération d'enlèvements

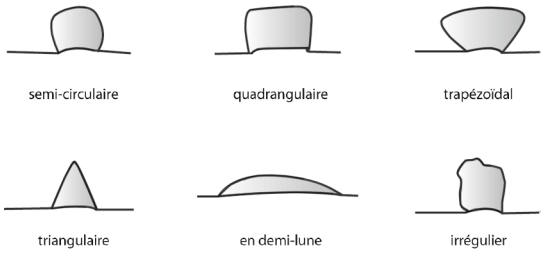


(...)

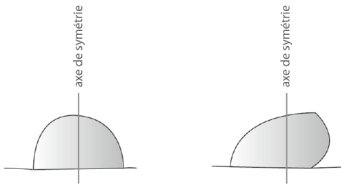
Distribution et agencement



Morphologie

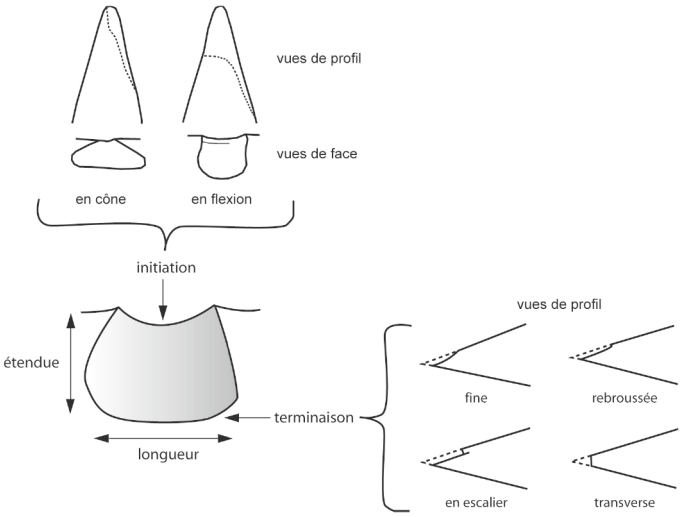


Symétrie / orientation



perpendiculaire oblique

Initiation et terminaison



Dimensions

Longueur :
- très petit (< 0,5 mm)
- petit (0,5 à 1 mm)
- moyen (1 à 3 mm)
- grand (> 3 mm)

Allongement (longueur / étendue) :
- courts (< 1)
- moyens (entre 1 et 2)
- longs (entre 2 et 3)
- combinaisons

Tableau 11 - Critères descriptifs retenus pour la description des esquillements (schémas modifiés d'après Gonzáles Urquijo, Ibáñez Estévez 1994 ; Coudenneau 2004 ; Prost 1989 ; Lawrence 1979).

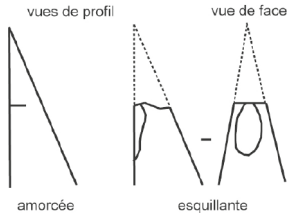
Les fractures	*Position* - distale - distale 1/3 - mésiale - proximale - proximale 1/3 - latérale - siret	*Dimensions* mesure de la languette pour les fractures en flexion	 enlèvement fracturant apical
	Type		
	Terminaison - fine - rebroussée - en escalier - transverse - esquillante ou à esquillement secondaire (*spin off*) - amorcée ou embryonnaire		

Tableau 12 - Critères descriptifs retenus pour la description des fractures (schéma de l'enlèvement fracturant : A. Coudenneau, les autres d'après O'Farrell 1996, modifié, et Fischer *et al.* 1984).

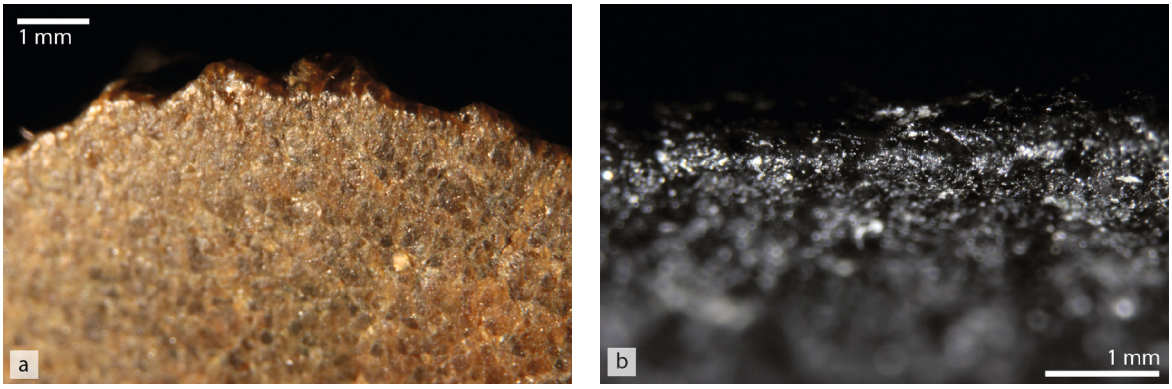


Figure 29 - Types de macro-émoussés observables sur le quartzite. a : émoussé d'aspect lisse, raclage d'une peau fraîche d'agneau (écharnage) ; b : émoussé d'aspect rugueux : arrondi, raclage d'un os de bœuf frais (nettoyage du périoste) (clichés : É. Claud).

Les émoussés	*Position* - face supérieure - face inférieure - bifacial - bifacial mais davantage la face inférieure - bifacial mais davantage la face supérieure	*Intensité* - nulle - faible (discontinu et limité au fil du tranchant) - moyenne (continu sur le fil) - forte (continu, sur le fil et le tranchant ; arêtes des esquillements émoussées)

Tableau 13 - Critères descriptifs retenus pour la description des émoussés.

Le terme « écrasements » (*crushing*, Hayden, 1979c) a été choisi pour désigner de petites pertes répétées de matière liées à des forces de compression : ils font le plus souvent suite à des esquillements, sont concentrés et superposés sur le fil, et leurs caractéristiques (morphologie, initiation, terminaison) ne peuvent être décrites en raison de leur très petite taille et de leurs superpositions. Pour les silex, l'« arrondi » du bord est le terme que nous avons retenu pour désigner un bord complètement régularisé par ces écrasements et dont le fil ne coupe ou n'accroche plus du tout. L'arrondi a un aspect rugueux et sa topographie est irrégulière par rapport à un émoussé « classique » (*cf.* ci-dessus).

b - Les micro-traces

Les critères de description des micro-polis sur le silex sont dérivés de ceux proposés par Plisson (1985) et ceux des micro-stries sont issus des travaux de Mansur-Franchomme (1986). La terminologie descriptive des micro-traces observées sur les quartzites est quant à elle dérivée des études de J.F. Gibaja *et al.* (2009) et I. Clemente-Conte et J.F. Gibaja Bao (2009).

Les polis sont les résultantes optiques d'un état de surface rendu luisant et uni, liées à la modification du micro-relief du silex (Plisson, 1985). La coalescence est la structure résultant de la modification de son micro-relief original ; elle peut être fluide (le poli épouse le relief sans l'affecter), douce (les sommets du relief sont faiblement affectés par le poli, les surfaces polies pouvant prendre un aspect grenu ou lisse), ou dure (le poli modifie intensément les reliefs, qui sont aplanis, et les surfaces polies peuvent avoir un aspect bombé, plat, ondulé ou nappé). La coalescence fluide et douce correspond à une texture rugueuse et la coalescence dure à une texture lisse. La trame est la combinaison des espaces coalescents et non coalescents au sein du poli) ; elle peut être lâche (espaces non coalescents supérieurs aux espaces coalescents), serrée (alternance régulière des espaces coalescents et non coalescents), unie (espaces non coalescents absents ou résiduels). La coalescence peut être perturbée par des « cratères », cavités de diamètres variés, par des craquelures et par des stries. Leur présence ainsi que le type de coalescence et la trame font partie des critères de description des micro-polis, ainsi que les suivants : position, distribution, extension, orientation, contour et micro-topographie (tableau 14).

Les stries sont définies comme des traces linéaires, et peuvent présenter plusieurs morphologies (Kamminga, 1979 ; Keeley, 1980 ; Mansur-Franchomme, 1986). Plusieurs critères descriptifs peuvent être renseignés, comme leur position, leur longueur, leur quantité ou encore leur orientation (tableau 15).

Concernant les quartzites, des critères descriptifs supplémentaires ont été utilisés. En effet, les cristaux, reliés entre eux par une matrice, s'usent par corrosion, c'est-à-dire par disparition ou dissolution d'une partie de la surface des cristaux. Lorsque la corrosion est continue, c'est-à-dire qu'elle fait disparaître tout le cristal – le poli pouvant se développer en continu sur cette nouvelle surface et la matrice adjacente –, on parle de « continuous breakage » (Gibaja *et al.*, 2009 ; Clemente-Conte, Gibaja Bao, 2009). Les caractéristiques de la corrosion, la fréquence du phénomène de « continuous breakage », la localisation du poli et des stries sur la matrice et/ou sur les cristaux ou encore les caractéristiques des esquillements sur les cristaux sont des critères supplémentaires à prendre en compte pour la description des micro-traces d'utilisation sur les quartzites (tableau 16).

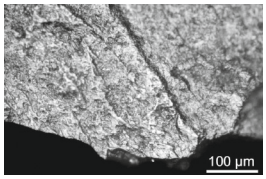
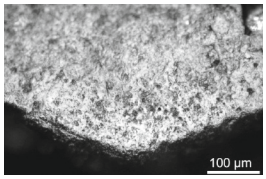
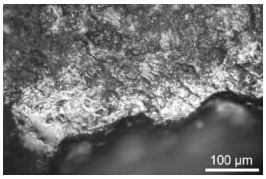
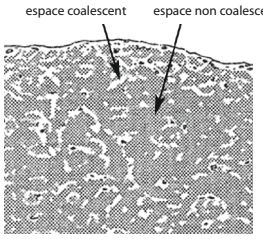
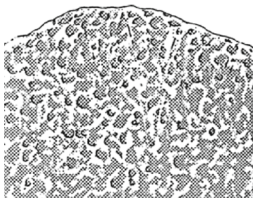
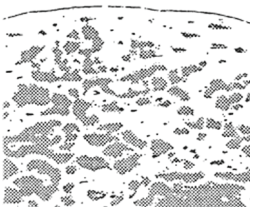
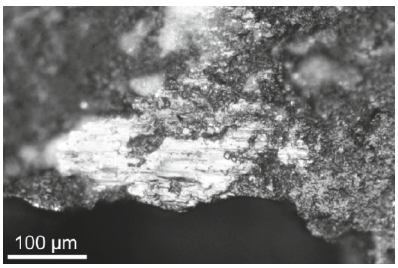
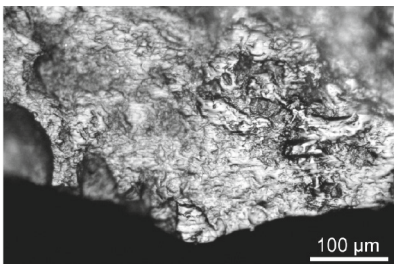
Les polis/micro-polis	*Position* - face inférieure - face supérieure - bifaciale - bifaciale mais davantage la face inférieure - bifaciale mais davantage la face supérieure	*Distribution* - sur le fil le long du bord - en bande le long du bord - en bande loin du bord - spots - traces linéaires - sur les sommets - combinaison	*Extension* - marginale (< 0,2 mm) - modérée (0,2 à 0,5 mm) - envahissante (0,5 à 1 mm) - couvrante (> 1 mm)	*Contour ou limite* - nette - floue *Orientation* - aucune - parallèle - perpendiculaire - oblique - aléatoire
	Coalescence / texture - fluide { rugueuse - douce - dure / lisse	 fluide (désarticulation)	 grenue (raclage de peau sèche)	 dure (raclage d'os, nettoyage de périoste)
	Trame - lâche - serrée - unie	 micropoli à trame lâche	 micropoli à trame serrée	 micropoli à trame unie
	Micro-topographie - plate - bombée	 plate (rainurage de coquillage)	 bombée (sciage de bois frais)	

Tableau 14 - Critères descriptifs retenus pour la description des micro-polis (clichés : É. Claud ; schéma modifié d'après Plisson 1985).

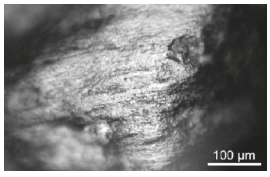
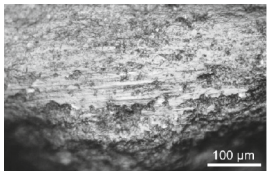
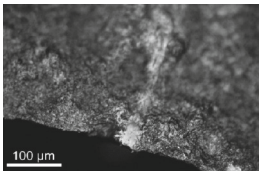
Les stries	*Position* - face inférieure - face supérieure - bifaciale - bifaciale mais davantage la face inférieure - bifaciale mais davantage la face supérieure	*Quantité* - absentes - rares - fréquentes	*Agencement* - parallèles - sub-parallèles - sécantes - aléatoires	*Orientation* (par rapport au tranchant) - parallèle - perpendiculaire - oblique - aléatoire
	Largeur - fines (< 2 µm) - larges (> 2 µm) - variables	*Longueur* - courtes (> 50 microns) - moyennes (50 à 150 microns) - longues (> 150 microns) - variables		*Profondeur* - profondes - superficielles - variables
	Morphologie - à fond rugueux (abrasives) - à fond lisse - additive (lisse) - stries comblées	 stries à fond rugueux (coupe de peau sur le sol)	 stries à fond rugueux et à fond lisse (creuser de la terre)	 stries additive (retouche au percuteur organique)

Tableau 15 - Critères descriptifs pour la description des stries (clichés : É. Claud).

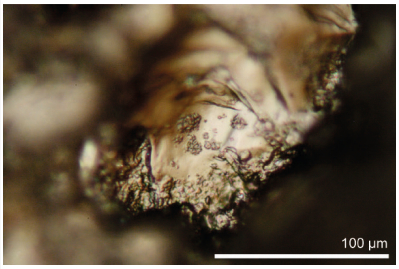
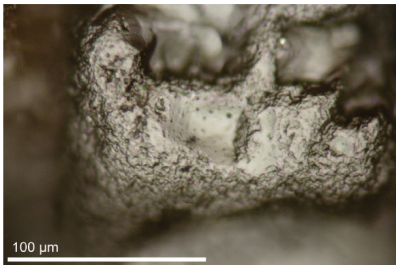
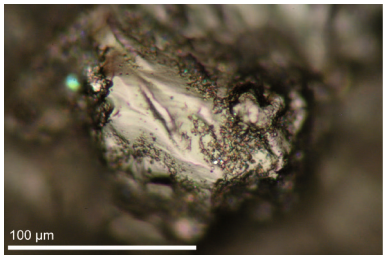
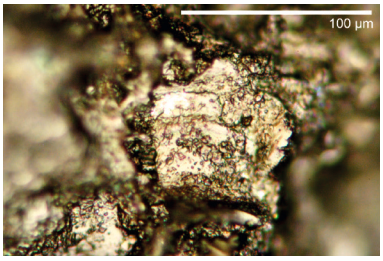
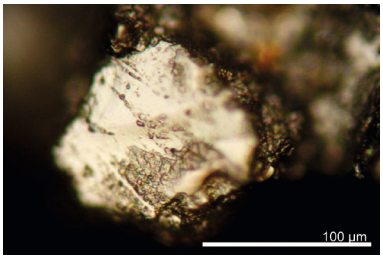
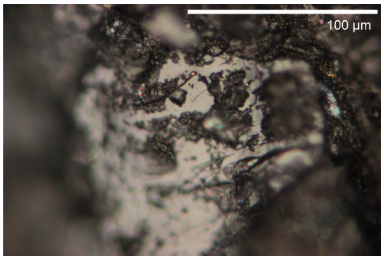
Les micro-traces sur le quartzites	*Localisation du micro-poli* - sur la matrice - sur les cristaux - sur les deux		*Localisation des stries* - sur la matrice - sur les cristaux - sur les deux
	Distribution de la corrosion - isolée (située sur la surface du cristal) - continue (située sur les bords du cristal) - les deux	 corrosion isolée (désarticulation)	 corrosion continue (raclage de peau fraîche pour l'écharnage)
	Morphologie du piquetage lié à la corrosion - fin et régulier - moyennement grossier et régulier - moyennement grossier et irrégulier - grossier et irrégulier (« large extractions ») - combinaison	 piquetage fin et régulier (coupe de peau sèche)  piquetage moyennement grossier et irrégulier (désarticulation)	 piquetage moyennement grossier et régulier (dépouillement)  piquetage grossier (perçage de bois)
	Fréquence du « continuous breakage » - absent - rare - fréquent		*Fréquence des esquillements sur les cristaux* - absents - rares - fréquents
	Localisation des esquillements sur les cristaux - face supérieure - face inférieure - les deux		*Distribution des esquillements sur les cristaux* - continue - discontinue - combinaison
	Disposition des esquillements sur les cristaux - isolés - alignés - superposés - combinaison		*Orientation des esquillements sur les cristaux* - perpendiculaires - obliques - combinaison

Tableau 16 - Critères descriptifs supplémentaires pour les micro-traces sur les quartzites (clichés : É. Claud).

D - Protocoles suivis pour l'analyse des pièces

Après lavage des outils à l'eau et parfois au savon, les pièces présentant des résidus persistants ont été trempées dans de l'eau oxygénée (résidus animaux) ou dans de l'acétone (résidus végétaux). Les traces d'utilisation ont été documentées à l'échelle macroscopique, grâce à une loupe binoculaire (grossissements de 12 et 30 ×) et, pour une partie du référentiel, à l'échelle microscopique, le plus souvent grâce à un microscope métallographique Leica DM2500M (grossissements de 100 à 500 ×). Un microscope métallographique équipé d'un système à interférométrie a été utilisé pour l'examen des pointes expérimentales en quartz-quartzite et l'étude de l'industrie de Coudoulous (F. Venditti, C. Lemorini). Ainsi, trois échelles d'observation ont été utilisées de manière complémentaire : l'œil nu pour examiner les cassures et les grands esquillements, la loupe binoculaire pour analyser les émoussés et les esquillements ainsi que le microscope métallographique pour observer les micro-polis, stries et micro-émoussés.

L'ensemble des données décrivant l'outil, la morphologie de la zone active et l'activité pratiquée figurant sur la fiche d'expérimentation ont été intégrées dans une base de données au format *Excel*. Chaque partie active de la pièce a été comparée à son moulage et la description des traces résultant de l'utilisation du tranchant a également été intégrée dans la base de données.

5 - État des connaissances en tracéologie : le cas des tranchants bruts en silex

(É. Claud, A. Coudenneau)

Grâce à l'ensemble des travaux réalisés en tracéologie, et notamment à la publication de référentiels décrivant, en large majorité, le comportement à l'usure de tranchants bruts en silex (*cf.* notamment Tringham *et al.*, 1974 ; Hayden, 1979c ; Odell, Odell-Vereecken, 1980 ; Vaughan, 1981a, 1981b ; Plisson, 1985 ; Prost, 1989 ; Gonzáles Urquijo, Ibáñez Estévez, 1994 ; Trias, 2002), et grâce à l'expérience individuelle des tracéologues participant à ce PCR (voir p. ex. Lemorini, 2000 ; Coudenneau, 2004, 2005 ; Claud, 2008), nous disposions déjà de connaissances sur les macro- et les micro-traces se développant sur des tranchants bruts en silex utilisés comme zones actives. Les caractéristiques de ces dernières et surtout les facteurs influençant leur développement sont rapidement rappelées ci-dessous, afin de constituer un préalable à la présentation des différents référentiels constitués, étant donné que nos résultats expérimentaux seront parfois comparés à celles-ci. Deux illustrations synthétisent les macro-traces et les micro-traces observées en fonction de la dureté de la matière travaillée et des modes d'actions mis en œuvre (figures 30-31).

A - Les macro-traces

Soulignons tout d'abord que si les esquillements présentent des différences selon le mode d'utilisation, il est indispensable de prendre en compte une combinaison de critères les décrivant. En effet, un seul d'entre eux n'est jamais diagnostique.

Leur localisation, distribution, disposition et orientation est fortement corrélée au mode d'action : une action longitudinale (coupe, sciage) produit des esquillements bifaciaux, discontinus, isolés ou alignés, d'orientation oblique et parfois perpendiculaire, alors que dans le cas d'une action transversale (raclage) les esquillements sont plutôt unifaciaux (ou asymétriques entre les deux faces), continus, alignés ou superposés et d'orientation perpendiculaire (figure 30). La dimension des esquillements, leur nombre, et le nombre de générations dans le cas d'esquillements superposés, sont par contre conditionnés par la dureté de la matière travaillée : en toute logique, tous paramètres égaux (notamment le type d'action), le travail d'une matière tendre comme la viande ou la peau produit moins d'esquillements que celui d'une matière mi-dure ou dure comme le bois

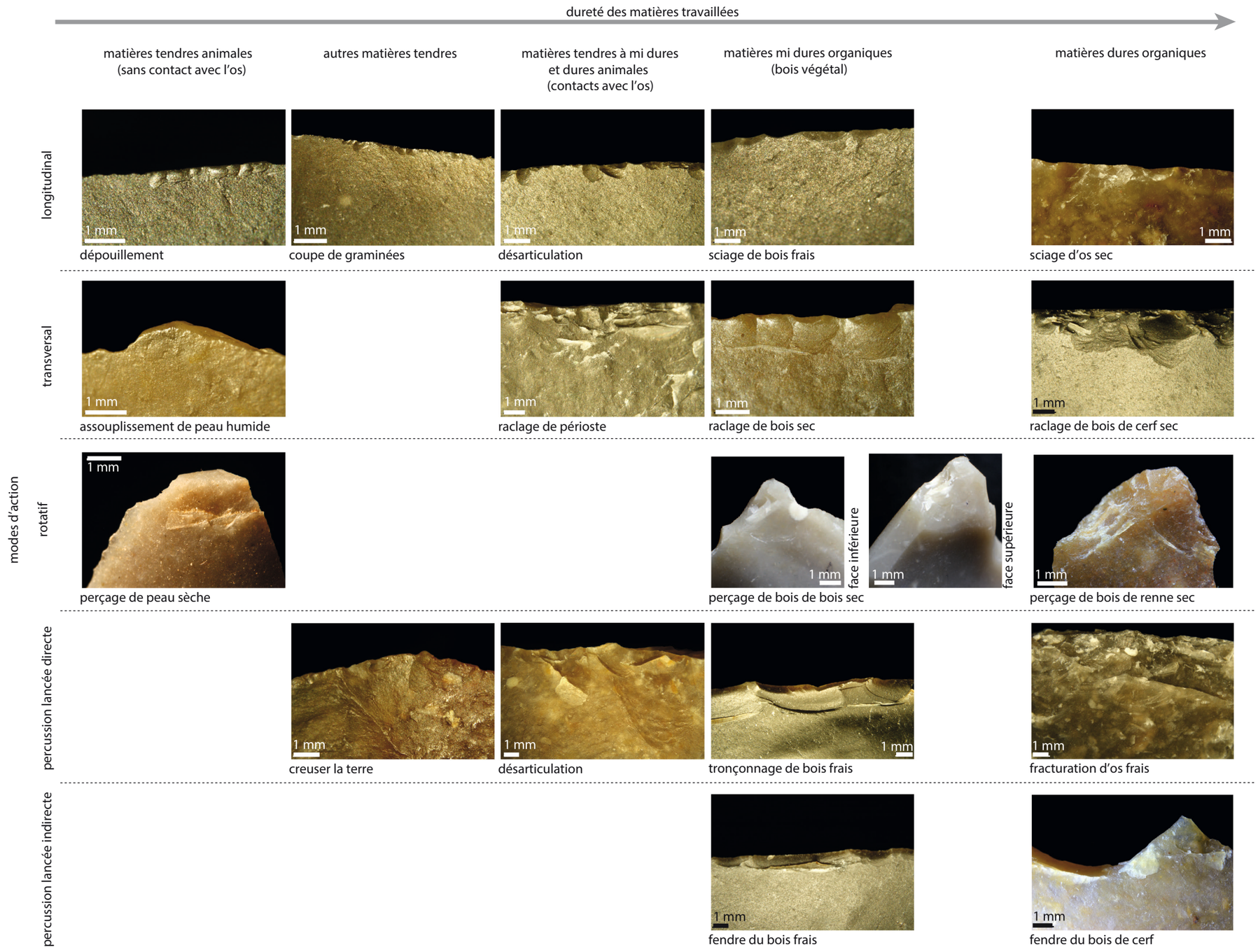


Figure 30 - Synthèse des macro-traces observées sur des supports en silex (clichés : É. Claud et A. Coudenneau ; DAO : É. Claud et M. Coutureau).

ou l'os. Les esquillements sont aussi de plus grandes dimensions dans le cas d'une utilisation en geste lancé, puisque la force appliquée est généralement supérieure. Les morphologies d'esquillements sont dépendantes à la fois de l'action et de la dureté de la matière. Des tendances peuvent être dégagées mais en aucun cas ce critère n'est à lui seul déterminant :

- les formes en demi-lune s'observent surtout dans le cas du travail de matières tendres ou mi-dures, surtout selon des actions longitudinales, mais également parfois transversales voire en percussion ;
- les quadrangulaires sont souvent observées dans le cas du raclage de matières mi-dures ;
- les trapézoïdales sont fréquentes lors du contact avec des matières dures ;
- alors que les semi-circulaires sont plutôt ubiquistes.

Enfin, le type de terminaison dépend de nombreux facteurs comme la dureté de la matière, le mode d'action mais aussi l'angle de coupant, et ne constitue pas un critère de détermination facile à manipuler. Néanmoins il semble que la découpe de matières très tendres (peau fraîche, viande sans contact avec os) produit très peu d'esquillements ayant une terminaison en escalier et que les actions longitudinales et en percussion, notamment sur matières mi-dures et dures produisent parfois quelques esquillements à terminaison transverses, alors que ces derniers sont rares dans le cas d'actions transversales. Les initiations des esquillements sont quant à elles très souvent en flexion, seul le travail de matières dures (organiques, plus souvent minérales, ou contact avec une pierre dans la terre) pouvant parfois produire des initiations en cône.

Le travail de matières particulièrement abrasives crée un macro-émoussé du fil sur les tranchants : c'est le cas de la peau, de la terre, ou encore de l'écorce. Celui-ci est d'autant plus intense que la durée d'utilisation est longue et que les particules abrasives, constituant la matière travaillée (terre, écorce, peau) ou additionnées (ocre, cendres), sont abondantes.

Un arrondi du fil lié à des écrasements s'observe dans le cas du travail des matières dures minérales, naturellement abrasives, l'intensité de l'arrondi augmentant avec la dureté du minéral et le temps d'utilisation.

La localisation et l'orientation de ces stigmates dépendent, tout comme les esquillements, du mouvement réalisé.

B - Les micro-traces

L'observation de différents polis expérimentaux montre qu'ils sont diagnostiques du mode de fonctionnement, en prenant en compte plusieurs critères propres au poli, et non pas la seule coalescence, fortement en lien avec la matière travaillée mais non exclusive, ces observations ayant déjà été retranscrites par de nombreux chercheurs, en particulier Vaughan (1981a), Plisson (1985), Mansur-Franchomme (1986) et Plisson et van Gijn (1989).

La position et l'orientation du poli dépendent clairement de la direction du mouvement, comme pour les esquillements (micro-polis obliques ou parallèles et symétriques entre les deux faces dans le cas d'actions longitudinales *versus* micro-polis perpendiculaires ou obliques et asymétriques entre les deux faces dans le cas d'actions transversales (figure 31) alors que les autres propriétés sont surtout fonction de la matière travaillée :

- l'étendue et la distribution varient selon sa dureté : les matières tendres, comme la peau fraîche ou la viande, se déforment et polissent toute la micro-topographie de manière envahissante, tandis que les matières dures, comme l'os, offrent un contact limité avec le fil de l'outil, dont seules les parties saillantes seront polies (figure 31) ;
- la coalescence, la trame, le contour et la luisance dépendent aussi surtout de la nature de la matière travaillée et de son état, en particulier du taux d'humidité, et de la présence éventuelle d'abrasifs ;

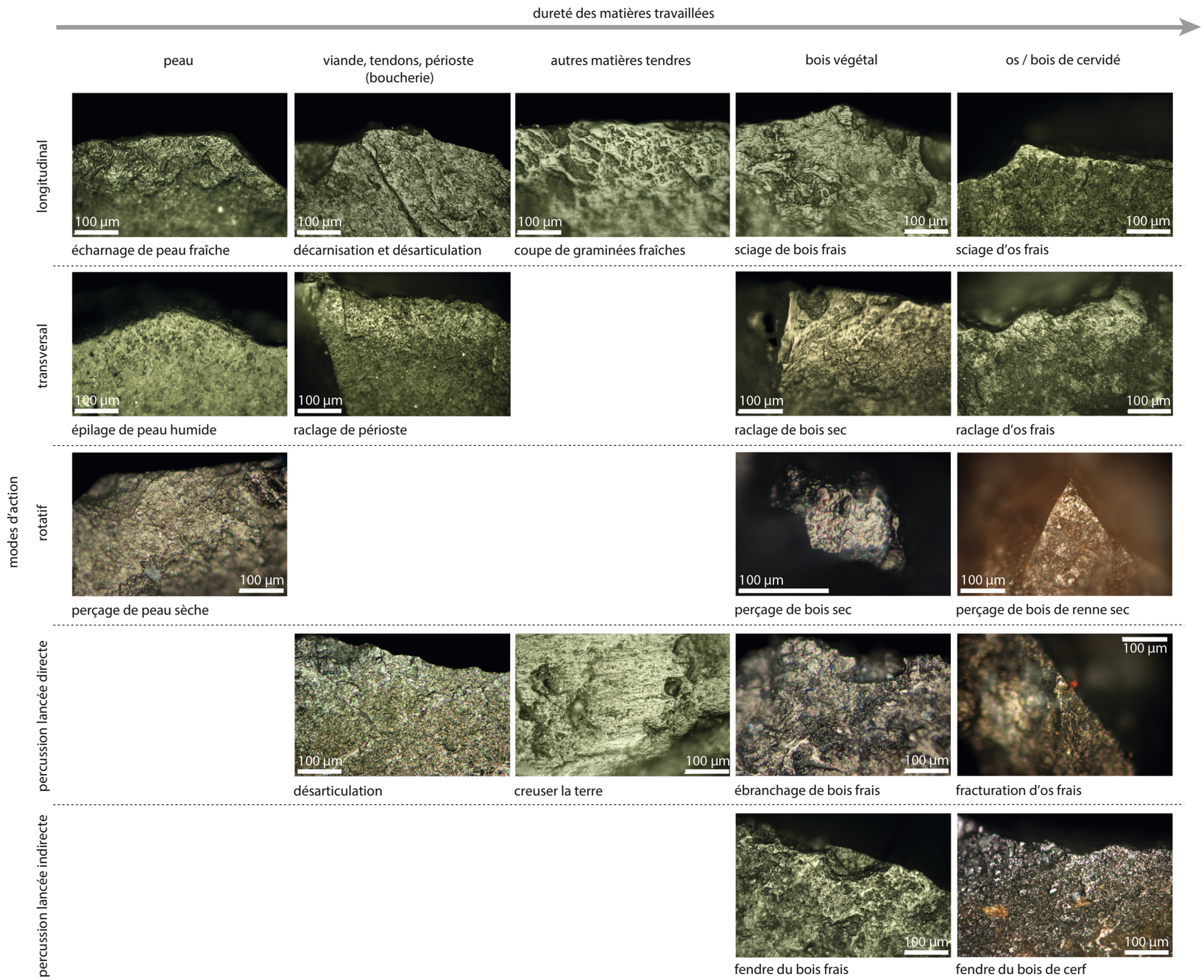


Figure 31 - Synthèse des micro-traces observées sur des supports en silex (clichés : É. Claud et A. Coudenneau ; DAO : É. Claud et M. Coutureau).

- la présence de cratères ou de craquelures au sein du poli est également liée à la nature de la matière travaillée : les premiers sont surtout observés pour le travail de la peau et les secondes pour le travail de l'os.

Les polis enregistrent les modes d'utilisation et sont caractéristiques, notamment de la matière travaillée, donc interprétables, au bout de quelques minutes seulement, avant lesquelles le poli est dit indifférencié (*generic weak polish*, Vaughan, 1981a ; Plisson, van Gijn, 1989). Passé ce stade, la durée d'utilisation, tout comme l'intensité de la force exercée, n'ont d'effets que sur l'étendue et la trame du poli.

Cependant, certains modes d'action produisent peu de micro-polis, car ils entrainent un esquillement intense et/ou des contacts brefs avec la matière, c'est le cas du perçage et des gestes de percussion directe et indirecte sur matières mi-dures et dures organiques. Les pièces expérimentales portent en général des micro-polis rares et peu développés donc rarement caractéristiques de la matière travaillée, qui s'organisent souvent sous forme de traces linéaires ou de spots sur les zones les plus exposées du tranchant. De plus, la présence d'esquilles de silex fichées dans la matière conduit souvent au développement de micro-polis brillants, de coalescence dure et de topographie plate ou légèrement bombée, liés au frottement de l'outil contre les esquilles.

Des stries, observées sur les pièces expérimentales dans le cadre de différents modes de fonctionnement, sont souvent en association avec le micro-poli. L'orientation et la position des stries sont fonction du mouvement réalisé et leur morphologie dépend, selon Mansur-Franchomme (1986), de l'état de surface du silex (fluidité du gel de silice plus ou moins forte) lors de l'utilisation, état variant notamment en fonction de la nature de la matière travaillée, de son humidité et de sa durée d'utilisation. Le travail de la peau fraîche, du bois de cervidé, la découpe de la viande et le fait de creuser la terre provoquent des stries à fond rugueux, toujours rares et difficiles à voir sauf dans le dernier cas, où elles sont fréquentes et associées à des stries à fond lisse. Le travail du bois végétal produit des stries à fond lisse ou des stries additives. Celui de la peau sèche des stries à fond lisse ou à fond rugueux et la coupe de graminées des stries comblées. Enfin, les actions de percussion directe ou indirecte sur les matières mi-dure et dures organiques produisent souvent de larges stries additives à la topographie plate ou bombée, qui sont vraisemblablement liées au frottement des esquilles contre la surface de l'outil.

En outre, la largeur des stries dépend de la dimension des particules abrasives – provenant de l'environnement (poussières, terre), de la matière travaillée, des additifs utilisés, ou de l'outil qui s'ébrèche –, et leur profondeur de la force exercée. Ces deux critères varient aussi en fonction de la matière travaillée (Mansur-Franchomme, 1986).

Les polis et les stries peuvent être associés à un micro-émoussé, qui, dans de rares cas, peut aussi être observé seul (raclage ou coupe de peau sèche sans ajout d'abrasif). Le micro-émoussé est toujours présent sur les pièces montrant un macro-émoussé d'utilisation, c'est-à-dire les pièces ayant travaillé des matières abrasives (raclage de peau sèche, travail de l'écorce, fait de creuser la terre), alors qu'un arrondi lié à des écrasements ne correspond généralement pas, à l'échelle microscopique, à un émoussé mais à des pertes de matières plus importantes, sous la forme de micro-esquillements superposés. Un micro-émoussé peut aussi être observé sur des pièces sur lesquelles aucun émoussé macroscopique n'est visible, en raison d'une durée d'utilisation faible ou en lien avec le travail de matières peu abrasives (coupe de peau fraîche, de tendons).

L'intensité et la position de l'émoussé dépendent du caractère abrasif de la matière travaillée et/ou des ajouts d'abrasifs éventuels (ocre, cendre, ...), mais aussi de la durée d'utilisation, de la direction du mouvement et de l'angle entre la matière travaillée et l'outil.

6 - Influence de la matière première sur les traces d'utilisation : le référentiel d'éclats en quartzite

(É. Claud, V. Mourre, C. Thiébaut, M. Deschamps, A. Coudenneau, D. Colonge, M.-G. Chacón-Navarro)

A - Pourquoi un tel référentiel ?

Depuis la naissance de la Préhistoire en tant que discipline, la plupart des chercheurs étudiant les industries lithiques d'Europe occidentale ont tendance à écarter ou négliger celles réalisées aux dépens de matériaux autres que le silex, en particulier les quartz et quartzites. Dans un contexte régional où dominent les grands bassins sédimentaires riches en silex de bonne qualité, largement utilisés par les populations paléolithiques, les préhistoriens semblent considérer que l'emploi de silex serait une norme, alors que l'emploi d'autres matériaux dits « de substitution » ne serait qu'un pis-aller. L'embarras qu'ils éprouvent quand ils sont confrontés à d'autres matériaux se traduit notamment par de multiples tentatives visant à regrouper artificiellement les industries en question sous une appellation commune : on trouve par exemple « *non-flint stone tools* » (MacRae, Moloney, 1988) ou plus récemment « *non-flint raw material* » traduit maladroitement en français par « matières premières lithiques alternatives » (Sternke *et al.*, 2009). L'expression paradoxale et erronée « matériaux non siliceux » revient également régulièrement pour désigner les quartz et quartzites, constitués presque exclusivement de silice (Mourre, 1996, 1997). Pour mettre l'accent sur l'abîme séparant la perception de ces matériaux par les préhistoriens et le rôle majeur qu'ils ont pourtant joué pour les groupes humains paléolithiques en Europe, il a été proposé de les désigner par l'expression « matériaux réputés médiocres » (Mourre, 2003b : 259).

La difficulté à nommer les matériaux autres que le silex est liée à une difficulté à les étudier et à les interpréter. En France, la « technologie de la pierre taillée » reste trop souvent la « technologie du silex taillé », à tel point que « silex » est parfois employé comme synonyme de « vestige lithique » par les étudiants, voire par certains chercheurs. Si cet état de fait est aisément explicable par l'omniprésence du silex dans les régions qui ont vu naître et se construire la discipline et qui ont vu s'élaborer dès la fin du XIXe siècle les séquences chronoculturelles que nous utilisons encore aujourd'hui dans leurs grandes lignes, il ne doit pas pour autant être accepté comme tel. Le faible investissement concernant l'analyse des vestiges en quartz et quartzite n'est pas l'apanage des études technologiques : il se retrouve dans le cadre des analyses fonctionnelles qui sont longtemps restées cantonnées aux supports en silex.

Il convient de préciser que l'analyse fonctionnelle de vestiges en quartz ou quartzite se heurte à des difficultés méthodologiques et techniques non négligeables. Les principales difficultés sont liées à la texture des surfaces de fracturation et à la forte réflectivité des cristaux de quartz observés à fort grossissement. Se basant sur un travail expérimental systématique, des travaux pionniers dans ce domaine ont été réalisés par K. Knutson (1988a, 1988b) et S. Sussman (1985, 1988a, 1988b). Ils ont été les premiers à effectuer des analyses fonctionnelles sur des ensembles en quartz par microscopie optique et microscope électronique à balayage (MEB). Bien que le MEB résolve tous les problèmes optiques concernant la réflexion du quartz, c'est néanmoins un équipement coûteux. K. Knutson a développé de nouvelles techniques d'observation moins onéreuses telles que l'analyse au microscope métallographique avec un système optique à interférométrie en lumière réfléchie (système Nomarski, ou DIC : *Differential Interferential Contrast*). Ce système limite la réflexion des surfaces et amplifie les différences de profondeur, ce qui permet de disposer d'une vision très claire de la topographie des quartz, et donc, de reconnaître aisément les traces d'usage (Plisson, 2000 ; de Araújo Igreja, 2009).

Un autre système qui peut être appliqué à un microscope métallographique et qui donne les mêmes résultats que ceux du MEB est le système confocal. Il s'agit d'un balayage au laser de sections de la surface de l'échantillon étudié. Au moyen d'un programme, on restitue une image détaillée de la surface analysée. Bien que moins coûteux que le MEB, il s'agit d'un équipement qui demande un investissement financier également important et il n'est guère plus facile d'emploi pour un laboratoire de tracéologie. L'application du microscope confocal à l'analyse des traces d'usage des pièces en quartz est récente. M. Derndasky, de l'*Institut für Ur-und Frühgeschichte* de Vienne (Autriche), a commencé à utiliser le système confocal dans cette optique à partir de 1999 (Derndasky, 2009 ; Derndasky, Ocklind, 2001).

Après avoir longtemps été négligées, les études fonctionnelles d'industries paléolithiques en quartz et quartzite ont récemment connu un développement important (*cf.* notamment Gibaja *et al.*, 2002 ; Cristiani *et al.*, 2009 ; Lombard, 2011 ; Clemente-Conte *et al.*, 2014 ; Cura *et al.*, 2014 ; Lemorini *et al.*, 2014 ; Márquez *et al.*, 2016 ; Ollé *et al.*, 2016 ; de Lombera-Hermida, Rodríguez-Rellán, 2016).

Le corpus archéologique étudié dans le cadre du PCR intègre des gisements dont les industries ont été réalisées aux dépens de matériaux variés : silex mais aussi quartz et quartzite principalement (*cf.* notamment Mauran, Coudoulous, les Fieux couche K et la grotte du Noisetier, Olha, Gatzarria, Isturitz). Il était absolument impossible de proposer une interprétation fonctionnelle globale des ensembles étudiés en écartant de l'analyse une part toujours significative du mobilier, au sens propre de « porteuse de signification » qu'elle soit d'ailleurs majoritaire ou non. Dans le cadre des séances expérimentales, nous avons donc réalisé un référentiel avec des matériaux prélevés au plus près des sites, afin de caractériser les stigmates propres aux éclats bruts en quartzite, en fonction du mode d'utilisation de l'objet. Notre objectif était de déterminer si les types de quartzite utilisés sur les sites étudiés enregistraient des traces macro- et microscopiques pouvant servir de base pour les études fonctionnelles. Une fois ce potentiel informatif confirmé, les clefs de lecture dégagées devaient nous permettre une étude comparative entre le matériel expérimental et le matériel archéologique.

B - Outils utilisés et activités pratiquées

Différents outils en quartzite ont été utilisés dans le cadre d'activités variées (*cf.* Partie I, chapitres 1.2 et 1.3). Ce chapitre traite uniquement des éclats bruts, les expérimentations et les traces d'usure sur les autres types d'outils étant décrites dans les chapitres qui suivent (denticulés Partie I, chapitre 2.7, pointes au chapitre 2.8 et hachereaux au chapitre 2.9). Si quelques expérimentations ont été effectuées avec des éclats bruts en schiste, leur effectif trop restreint ne permet pas de dégager des résultats aussi précis et complets que pour les quartzites pour être transférables au registre archéologique. De plus, nous nous sommes rendu compte, après avoir réalisé plusieurs expérimentations, que nous avions utilisé deux types de schiste dont l'aspect microscopique différait, ce qui compliquait les observations et les comparaisons entre les pièces.

65 éclats bruts ont été utilisés, quatre portant deux zones actives, ce qui représente un total de 69 zones actives. Les éclats, pour la plupart des éclats à dos corticaux et des pointes pseudo-Levallois, proviennent du débitage de blocs récoltés dans les alluvions de la Neste ou de la Garonne. Suite aux observations effectuées sur les denticulés en quartzite à grain grossier (absence de macro-traces, *cf.* Partie I, chapitre 2.7), nous avons, dès 2011 et pour la constitution du référentiel, privilégié l'utilisation de supports en quartzite à grain fin ou moyen, correspondant de plus aux types de quartzite majoritairement retrouvé sur les sites de Mauran et de la grotte du Noisetier.

Ces supports bruts ont été utilisés dans le cadre de différentes activités appartenant aux chaînes opératoires d'acquisition et de traitement de matières végétales et animales (*cf.* Partie I, chapitres 1.2 et 1.3). Seules des utilisations en geste posé ont été réalisées. En effet, les traces liées

à des gestes lancés sont par ailleurs renseignées par l'utilisation de hachereaux en quartzite ou en ophite en percussion, pour l'acquisition de bois et le traitement des carcasses (Partie I, chapitre 2.9).

À l'exception de deux petites pointes pseudo-Levallois utilisées pour la décarnisation du Bison et emmanchées dans un manche en pince en bois, tous les éclats ont été tenus à main nue. Aucune macro-trace liée à la préhension ou à l'emmanchement n'a été détectée, et nous n'avons pas recherché ces traces à l'échelle microscopique.

a - L'acquisition et le travail du bois

Qu'il s'agisse de la phase d'acquisition ou de transformation, 14 pièces ont été utilisées pour travailler principalement du bois de noisetier (n=9), très fréquent à la grotte du Noisetier (Théry-Parisot *in* Mourre *et al.*, à paraître). Le noisetier a été travaillé principalement à l'état frais, lors d'actions :

- longitudinales (sciage), pour l'acquisition de branches (n=3), avec des durées d'utilisation variant de 20 à 41 minutes ;
- transversales (contact linéaire), pour la fabrication d'épieu ;
- et rotatives, pour percer un épieu en noisetier.

Une branche d'acacia frais a également été sciée, une branche de lierre frais écorcée et un épieu en pin sec façonné.

Les durées d'utilisation sont très variables, allant de 10 à 101 minutes.

Les actions de raclage ont globalement pu être réalisées sans grande difficulté, hormis un encrassement des tranchants demandant à l'expérimentateur d'interrompre l'activité régulièrement pour retirer, même grossièrement, les fibres de bois adhérant à l'outil et réduisant l'acuité du fil. Une baisse d'efficacité s'est ressentie à la fin de l'expérimentation pour une pièce utilisée 67 minutes pour façonner un épieu en pin sec.

En revanche, les expérimentations de sciage furent laborieuses, l'objectif n'ayant pas pu être atteint en raison du manque d'efficacité des éclats. Quant au perçage, efficace au départ, l'éclat a dû être abandonné au bout de 29 minutes car sa morphologie ne permettait plus de creuser suffisamment profondément l'épaisseur de l'épieu.

b - Le travail de boucherie

Diverses espèces animales ont été exploitées dans un but alimentaire : Mouton, Cerf, Bœuf et Bison. Les différentes étapes de la chaîne opératoire de boucherie, exception faite de la fracturation des os, ont été mises en œuvre, en utilisant 33 supports.

Les actions de découpe sont les plus nombreuses. Au total, 14 supports ont permis de dépouiller différentes carcasses (biches et bison). Parmi elles, huit ont uniquement été dédiées à cette activité. Les autres ont par la suite servi pour décarniser, désarticuler et prélever des tendons. Les supports uniquement utilisés pour décarniser sont au nombre de quatre et ceux ayant seulement servi à désarticuler au nombre de 8 (cervidés et bison). Trois supports ont servi à la fois pour la décarnisation, la désarticulation et le prélèvement des tendons. À l'exception de trois pièces utilisées très peu de temps (une et deux minutes), les temps d'utilisation de ces éclats varient entre 14 et 109 minutes, pour une moyenne de 37 minutes.

L'emmanchement des pointes pseudo-Levallois dans les manches en pince (manche droit en bois frais simplement fendu à une extrémité) nous a semblé être une bonne alternative à leur utilisation à main nue, en raison de la petite dimension de ces pièces et de la rapidité de fabrication d'un tel manche.

En dehors de la nécessité de nettoyer fréquemment les tranchants pour qu'ils conservent un maximum de leur acuité – les résidus de chairs venant rapidement combler les creux entre les grains et se coller sur le fil du tranchant –, les éclats ont permis d'atteindre les objectifs souhaités. Néanmoins, une sensible baisse d'efficacité a été notée à la fin des expérimentations pour cinq pièces ayant servi au dépouillement (29, 43, 47, 57 et 62 minutes) et six pièces ayant servi à la désarticulation (10, 17, 19, 29, 93 et 109 minutes).

Quelques pièces ont servi selon une action transversale (raclage) pour préparer les os de Bœuf, de Mouton ou de Cheval en vue de leur fracturation pour récupérer la moelle (8 éclats, utilisés entre 10 et 20 minutes).

c - Le travail de peaux

Les supports dévolus au travail de la peau, au nombre de 13, ont servi à diverses étapes de la chaîne opératoire, depuis l'écharnage de peau fraîche jusqu'à la découpe de peau sèche. L'activité d'écharnage, menée principalement sur une peau de bison fraîche et réhumidifiée, a été menée avec neuf supports, sept ayant fonctionné en coupe tangentielle et deux en raclage, pour une durée variant de 6 à 107 minutes. Les actions transversales se sont avérées peut adaptées, le raclage ne retirant que très peu de chair de la fleur, à l'instar de ce qui a été mis en évidence pour les éclats ou les racloirs en silex. Quant aux éclats utilisés en coupe tangentielle, s'ils ont bien permis d'atteindre l'objectif d'écharnage, le fait que leur tranchant s'encrasse et exige un nettoyage régulier a quelque peu ralenti l'opération.

Deux éclats ont servi à découper des lanières de peau sèche de Cerf et de Bison humidifiée, pendant 22 et 24 minutes, sans qu'aucune difficulté rédhibitoire n'ait été rencontrée, si ce n'est que la peau épaisse et rigide du bison rendait sa découpe moins aisée.

Une pièce utilisée pendant près de 40 minutes a servi à épiler une peau de Cerf sèche selon une action transversale. Le tranchant, relativement long et de délinéation convexe, était bien adapté à cette activité, et le travail a pu être effectué efficacement dès lors que la peau était bien tendue.

Enfin, une dernière pièce a été utilisée pour percer une peau sèche de Cerf pendant 8 minutes. La pointe s'est avérée trop large et la section peu adaptée (trièdre insuffisamment résistant) pour être réellement adaptée à cette activité, même si le perçage a pu être effectué.

d - Le travail d'autres matières

Dans le but de compléter le référentiel nous avons, de manière plus anecdotique, utilisé des supports en quartzite pour le travail de la corne en action longitudinale (n=2, 8 et 14 minutes), pour creuser la terre (n=1, 17 minutes) et pour la récolte de graminées sauvages (n=1, 50 minutes). L'os sec a aussi été travaillé, bien que pour cette période le travail de cette matière soit un peu anachronique. Ces expériences ont été mises en œuvre dans un souci de comparaison avec les traces résultant du travail du bois (*cf.* Partie I, chapitre 1.3). Le raclage d'un os sec a été effectué avec deux zones actives d'un même support pendant 8 et 10 minutes. Un éclat a été utilisé pour inciser de l'os sec (10 minutes), un second a servi à inciser un os sec (12 minutes). Enfin, deux derniers éclats ont été utilisés pour extraire une rondelle dans une omoplate selon un contact punctiforme en action longitudinale (2 minutes, abandonné après une fracture, et remplacé par un éclat utilisé 51 minutes).

En dehors de la nécessité de nettoyer fréquemment les tranchants pour qu'ils conservent un maximum de leur acuité – les résidus de chairs venant rapidement combler les creux entre les grains et se coller sur le fil du tranchant –, les éclats ont permis d'atteindre les objectifs souhaités. Néanmoins, une sensible baisse d'efficacité a été notée à la fin des expérimentations pour cinq pièces ayant servi au dépouillement (29, 43, 47, 57 et 62 minutes) et six pièces ayant servi à la désarticulation (10, 17, 19, 29, 93 et 109 minutes).

Quelques pièces ont servi selon une action transversale (raclage) pour préparer les os de Bœuf, de Mouton ou de Cheval en vue de leur fracturation pour récupérer la moelle (8 éclats, utilisés entre 10 et 20 minutes).

c - Le travail de peaux

Les supports dévolus au travail de la peau, au nombre de 13, ont servi à diverses étapes de la chaîne opératoire, depuis l'écharnage de peau fraîche jusqu'à la découpe de peau sèche. L'activité d'écharnage, menée principalement sur une peau de bison fraîche et réhumidifiée, a été menée avec neuf supports, sept ayant fonctionné en coupe tangentielle et deux en raclage, pour une durée variant de 6 à 107 minutes. Les actions transversales se sont avérées peut adaptées, le raclage ne retirant que très peu de chair de la fleur, à l'instar de ce qui a été mis en évidence pour les éclats ou les racloirs en silex. Quant aux éclats utilisés en coupe tangentielle, s'ils ont bien permis d'atteindre l'objectif d'écharnage, le fait que leur tranchant s'encrasse et exige un nettoyage régulier a quelque peu ralenti l'opération.

Deux éclats ont servi à découper des lanières de peau sèche de Cerf et de Bison humidifiée, pendant 22 et 24 minutes, sans qu'aucune difficulté rédhibitoire n'ait été rencontrée, si ce n'est que la peau épaisse et rigide du bison rendait sa découpe moins aisée.

Une pièce utilisée pendant près de 40 minutes a servi à épiler une peau de Cerf sèche selon une action transversale. Le tranchant, relativement long et de délinéation convexe, était bien adapté à cette activité, et le travail a pu être effectué efficacement dès lors que la peau était bien tendue.

Enfin, une dernière pièce a été utilisée pour percer une peau sèche de Cerf pendant 8 minutes. La pointe s'est avérée trop large et la section peu adaptée (trièdre insuffisamment résistant) pour être réellement adaptée à cette activité, même si le perçage a pu être effectué.

d - Le travail d'autres matières

Dans le but de compléter le référentiel nous avons, de manière plus anecdotique, utilisé des supports en quartzite pour le travail de la corne en action longitudinale (n=2, 8 et 14 minutes), pour creuser la terre (n=1, 17 minutes) et pour la récolte de graminées sauvages (n=1, 50 minutes). L'os sec a aussi été travaillé, bien que pour cette période le travail de cette matière soit un peu anachronique. Ces expériences ont été mises en œuvre dans un souci de comparaison avec les traces résultant du travail du bois (*cf.* Partie I, chapitre 1.3). Le raclage d'un os sec a été effectué avec deux zones actives d'un même support pendant 8 et 10 minutes. Un éclat a été utilisé pour inciser de l'os sec (10 minutes), un second a servi à inciser un os sec (12 minutes). Enfin, deux derniers éclats ont été utilisés pour extraire une rondelle dans une omoplate selon un contact punctiforme en action longitudinale (2 minutes, abandonné après une fracture, et remplacé par un éclat utilisé 51 minutes).

C - Description des traces d'utilisation

Des descriptions très détaillées des traces macro- et microscopiques en fonction des différents modes de fonctionnement testés sont disponibles sous forme d'un tableau présenté à l'Annexe 2. Nous présentons ci-dessous une synthèse des caractéristiques des traces macroscopiques, puis des micro-traces.

a - Observations à faible grossissement : les macro-traces d'utilisation

Avant toute chose, il est utile de caractériser l'état des tranchants avant utilisation (figure 32). Par rapport aux tranchants bruts en silex, les tranchants bruts en quartzite ont une délinéation plus irrégulière, en lien avec la présence de nombreux cristaux de quartz. L'irrégularité est d'autant plus marquée sur les quartzites à grains moyens, qui présentent aussi une topographie des surfaces plus accidentée (figure 32[e-f]). Sur ces derniers les cristaux sont de plus grandes dimensions et la matrice entre les grains est plus rare.

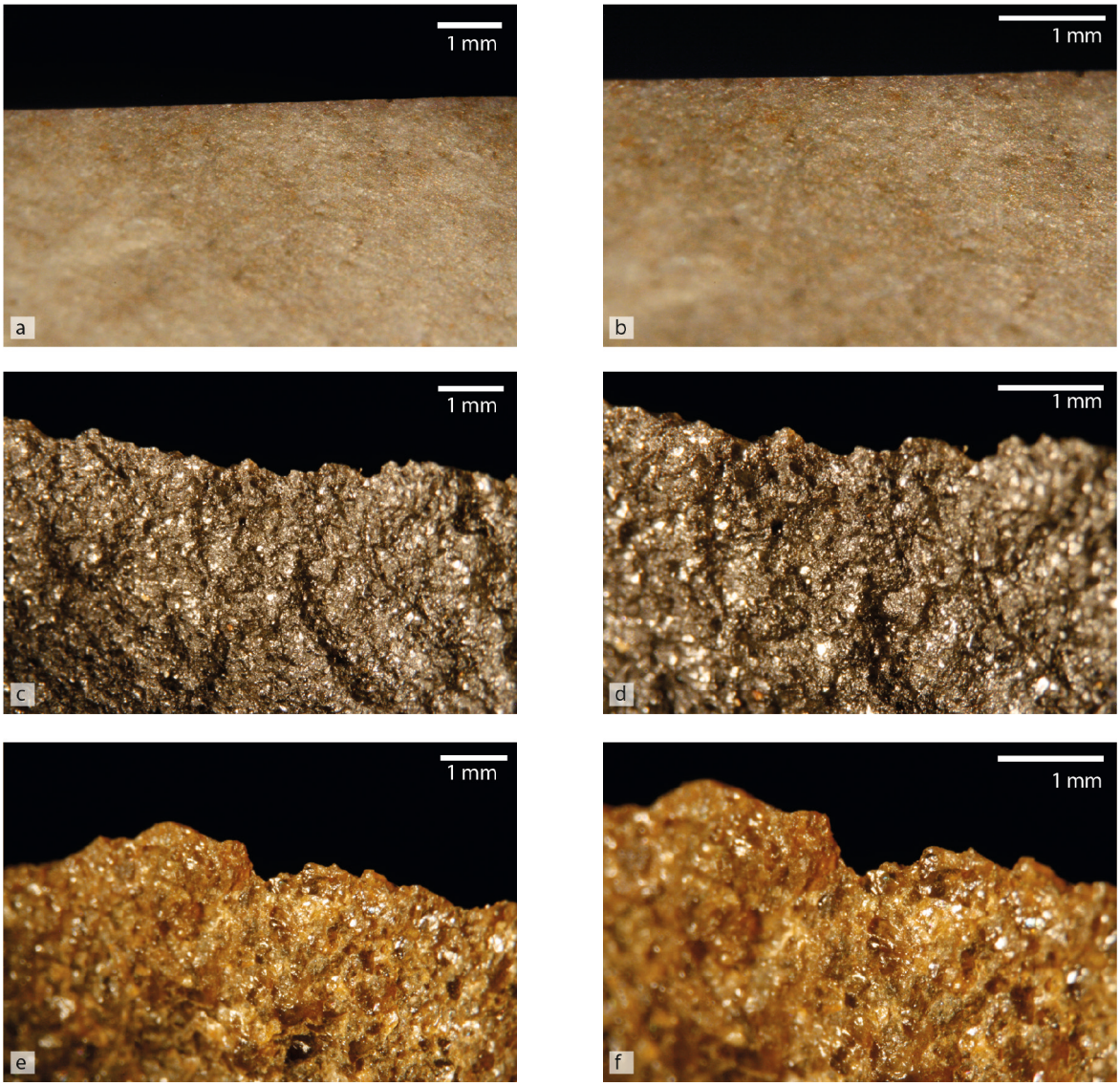


Figure 32 - État des tranchants bruts avant utilisation, à différentes échelles de grossissement macroscopique. a-b : silex ; c-d : quartzite à grain fin (alluvions de la Neste) ; e-f : quartzite à grain moyen (alluvions de la Garonne) (clichés : É. Claud).

Les macro-traces liées à l'utilisation, visibles à la loupe binoculaire, consistent en des cassures, des esquillements et des émoussés. De telles traces ont très souvent pu être observées sur les tranchants, révélant à cette première échelle des indices sur le mode de fonctionnement effectué. Seules trois pièces, en quartzite à grain fin, ne présentent aucune trace macroscopique ou bien des traces trop ténues pour être interprétées comme des traces d'origine fonctionnelle en contexte archéologique. L'une a coupé la viande de biche pendant 15 minutes, une autre a dépouillé et désarticulé une biche pendant 32 minutes (mais l'expérimentateur a rencontré des difficultés de préhension de cet outil, jugé peu efficace) et une dernière a raclé du bois de lierre frais (écorçage) pendant 10 minutes, l'angle du bord utilisé étant très ouvert (70°). De la même manière que sur les outils en silex, le travail de matières très tendres et peu abrasives – sans contact avec les os dans le cas de la boucherie par exemple –, ainsi que l'utilisation d'angles de coupant ouverts réduisent donc la formation de traces à cette échelle, ce qui est d'autant plus vrai si les durées d'utilisation sont faibles.

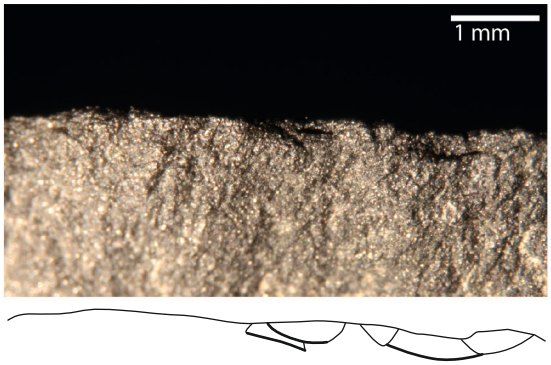
Commençons par quelques remarques générales sur l'observation des macro-traces sur les quartzites. Des difficultés de lecture des esquillements ont parfois été rencontrées :

- l'identification de la morphologie précise des esquillements est plus délicate à établir sur les tranchants en quartzite que sur les tranchants en silex, d'autant plus si la terminaison du négatif est fine (donc continuité avec la surface de l'outil, sans rupture). La lecture est rendue difficile par l'aspect hétérogène de la surface, sauf dans le cas des surfaces corticales et des quartzites à grain très fin. À titre d'exemple, le travail du bois produit, sur le silex, des esquillements présentant une initiation en flexion, qui se développent ensuite sur la surface de manière très rasante n'ôtant ainsi que très peu de matière (à la manière d'une languette de fracture) et qui se terminent parfois sans rupture (terminaison fine). Sur le quartzite, le développement sur la surface de ce type d'esquillement est parfois difficilement perceptible. Seul le caractère semi-abrupt ou abrupt de l'initiation est alors visible ;
- la caractérisation de l'initiation des esquillements (cône *versus* flexion) est aussi plus difficile à établir surtout quand ceux-ci sont de petites dimensions. Quand la granulométrie du quartzite est grossière, la zone de l'initiation peut en effet correspondre à l'enlèvement ou à l'altération d'un ou deux grains, qui peuvent laisser une surface irrégulière ;
- enfin, de manière générale, plus la granulométrie du quartzite est fine, plus les traces macroscopiques sont proches de celles se produisant sur le silex, et plus leur lecture s'avère évidente.

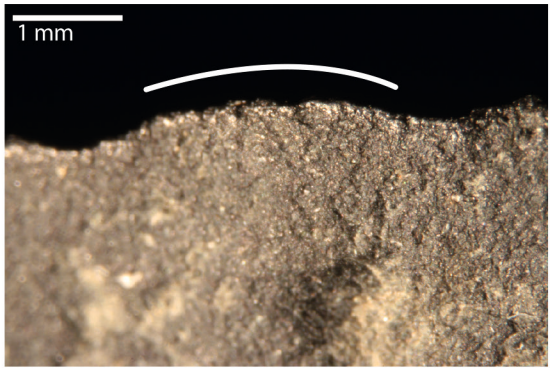
Mises à part les difficultés qui ne permettent pas toujours de caractériser précisément tous les aspects morphologiques de chaque esquillement comme sur le silex, nous avons pu constater que les tranchants en quartzite suivent globalement les mêmes règles générales d'usure que ceux en silex, à l'exception de quelques particularités que nous développons ci-dessous.

Tout comme sur le silex, le mouvement effectué influence la **disposition**, la **distribution** et l'**orientation des esquillements**. Les esquillements ont tendance à être unifaciaux, continus et orientés perpendiculairement dans le cas d'un travail de raclage par exemple, tandis que ces derniers sont plutôt bifaciaux, discontinus et obliques dans le cas d'une action longitudinale (découpe, sciage, figures 33-42). Lors d'un perçage, les esquillements se distribuent sur la pointe, au niveau des deux tranchants convergents voire de l'arête mésiale dans le cas d'une section triédrique de la zone active (figures 34^{e-f}, 35^{g-i}, 36^{g-i}, pour une comparaison avec un perçoir utilisé pour percer de l'os).

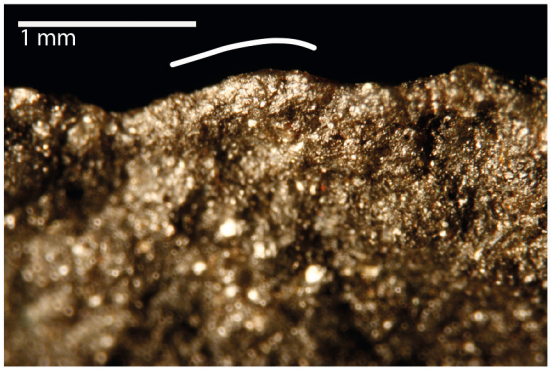
La dureté des matières influence également le développement des macro-traces, en particulier la **dimension** et le **nombre des esquillements** (figures 37-42). Tous paramètres égaux (durée d'utilisation, angle de coupant, ...), le travail de l'os ou de la corne (matières dures) produit davantage d'esquillements que celui de la peau fraîche, de la viande (matières tendres), du bois ou de la peau sèche (matières mi-dures).



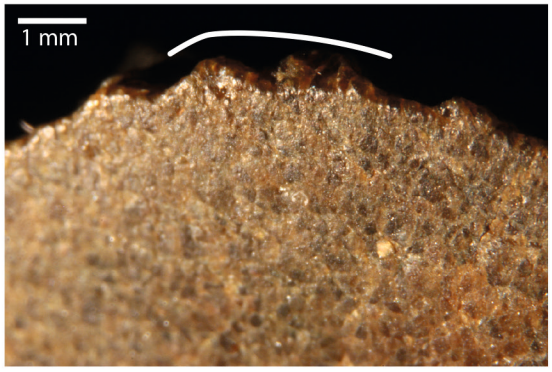
a - Dépouillement



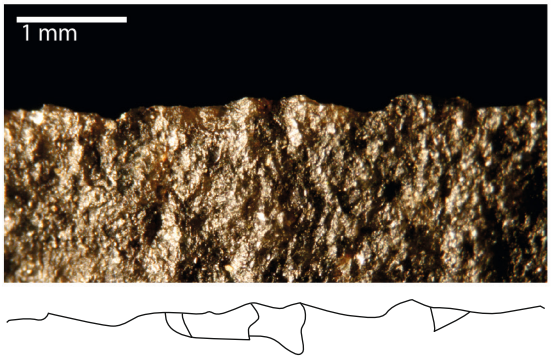
b - Dépouillement



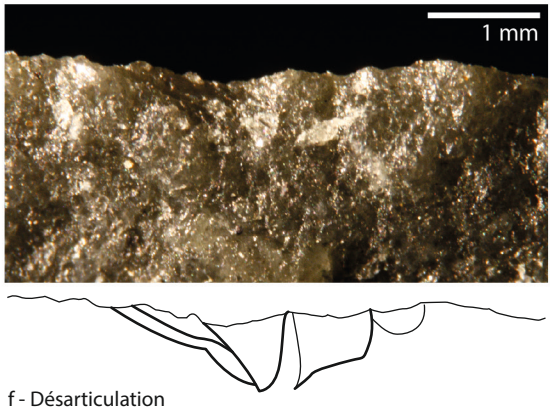
c - Écharnage peau fraîche / coupe



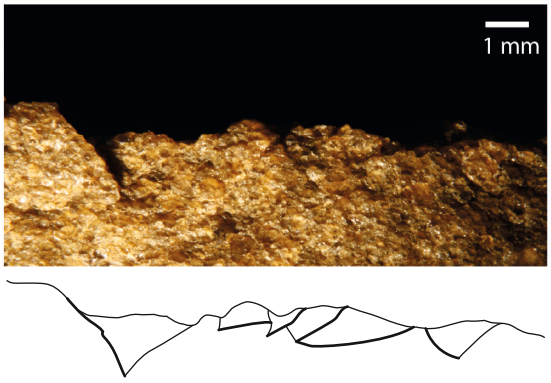
d - Écharnage peau fraîche / raclage



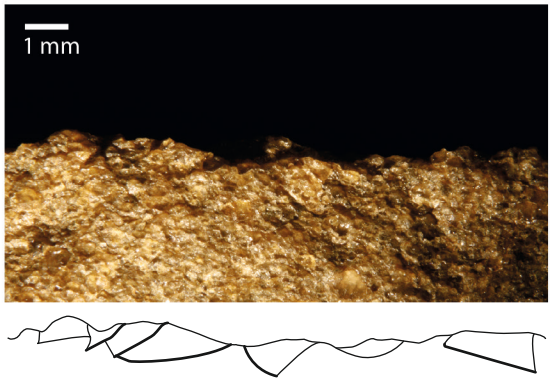
e - Décarnisation



f - Désarticulation

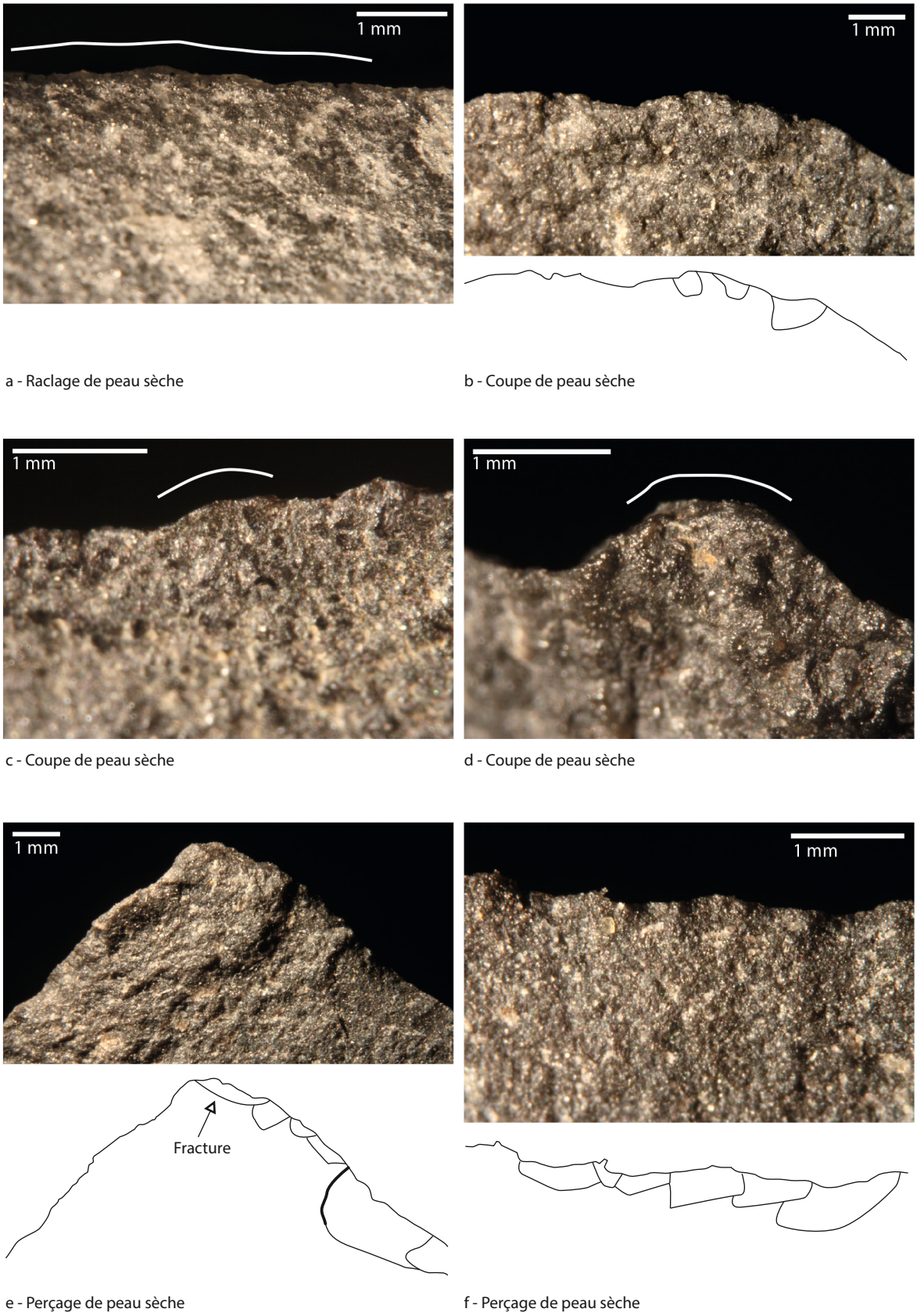


g - Dépouillement des sabots et prélèvements des tendons



h - Dépouillement des sabots et prélèvements des tendons

Figure 33 - Macro-traces observées sur les outils ayant servi au travail de matières tendres comme la peau fraîche (dépouillement, écharnage) et la viande (décarnisation) et tendre à mi-dure (décarnisation, prélèvement des tendons). Le trait blanc indique la localisation des émoussés (clichés : É. Claud ; DAO : C. Thiébaut et M. Coutureau).



a - Raclage de peau sèche

b - Coupe de peau sèche

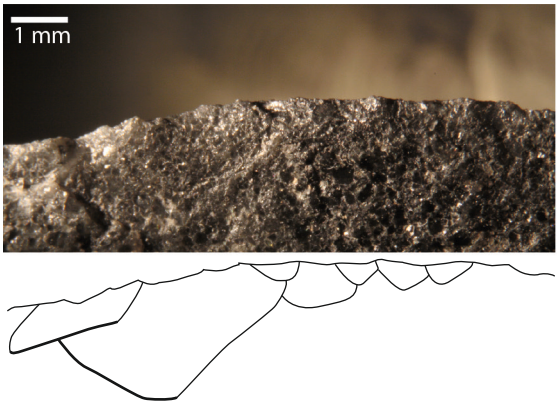
c - Coupe de peau sèche

d - Coupe de peau sèche

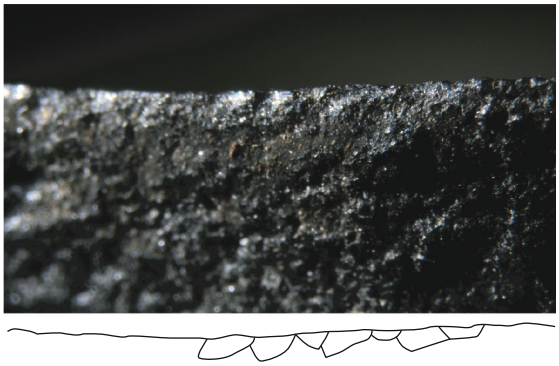
e - Perçage de peau sèche

f - Perçage de peau sèche

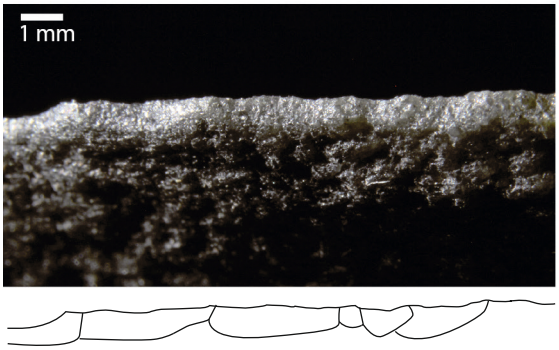
Figure 34 - Macro-traces résultant du travail de la peau sèche, en raclage, en coupe et en perçage. a, c-d : émoussés ; b, e-f : esquillements semi-circulaires en flexion. Le trait blanc indique la localisation des émoussés (clichés : É. Claud ; DAO : C. Thiébaut et M. Coutureau).



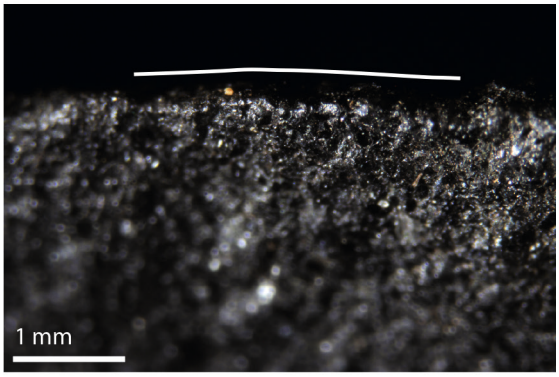
a - Raclage de bois



b - Raclage de bois

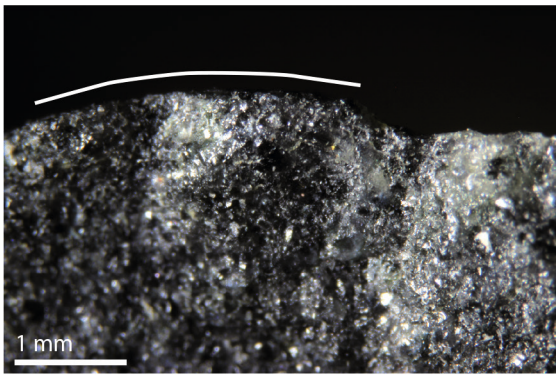


c - Raclage de bois

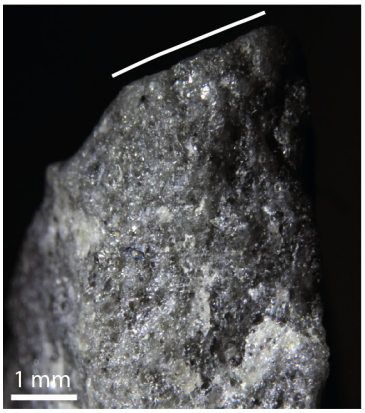


d - Raclage de bois

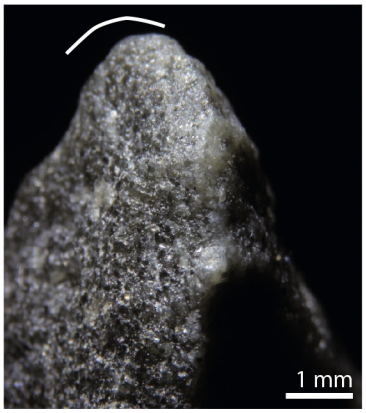
e - Sciage de bois



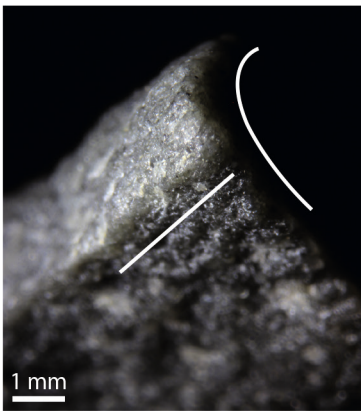
f - Sciage de bois



g - Perçage de bois

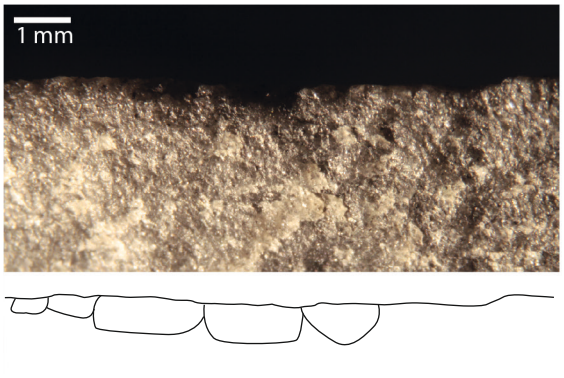


h - Perçage de bois

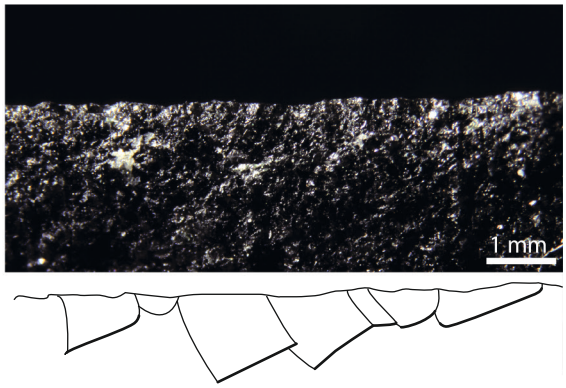


i - Perçage de bois

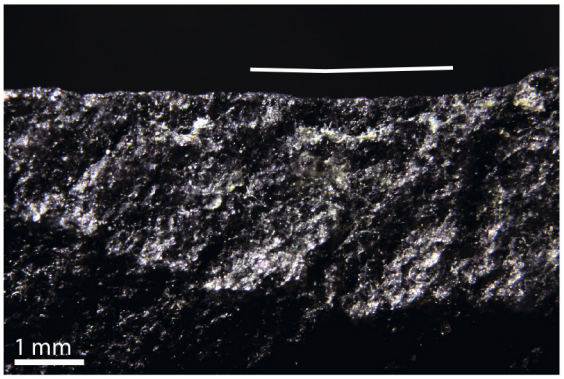
Figure 35 - Macro-traces liées au travail du bois en raclage, sciage et perçage. Le trait blanc indique la localisation des émoussés (clichés : É. Claud ; DAO : C. Thiébaut et M. Coutureau).



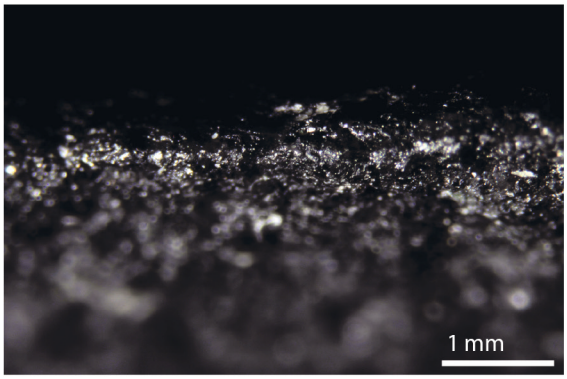
a - Raclage d'os frais, décarnisation



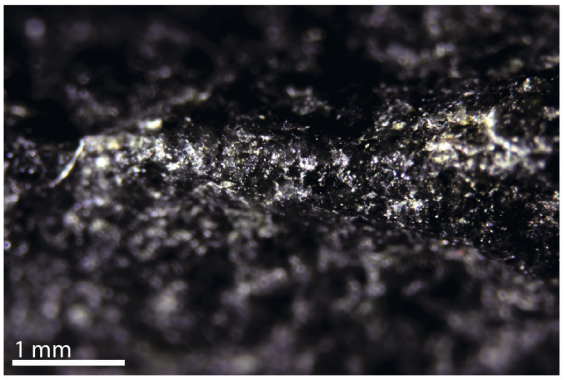
b - Raclage d'os frais, décarnisation et nettoyage



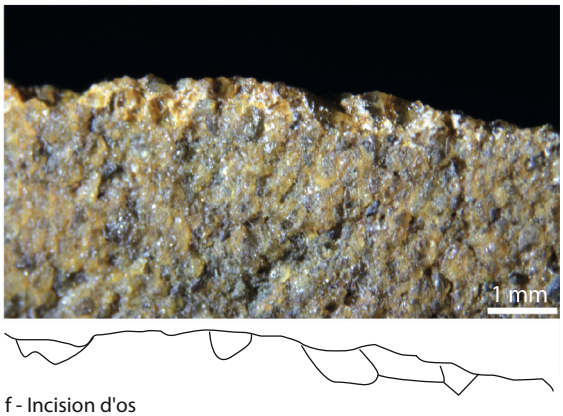
c - Raclage d'os sec



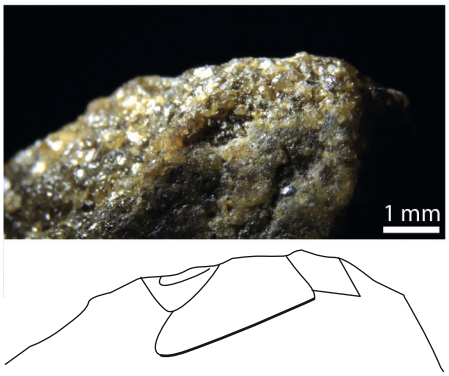
d - Raclage d'os frais, décarnisation et nettoyage



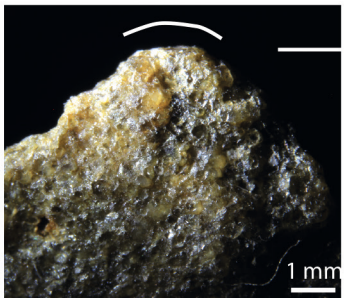
e - Raclage d'os frais, décarnisation et nettoyage



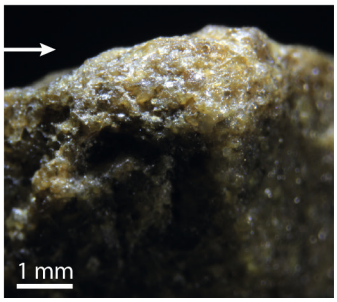
f - Incision d'os



g - Perçage d'os



h - Perçage d'os



i - Perçage d'os

Figure 36 - Macro-traces observées sur des tranchants ayant servi à nettoyer ou travailler des matières dures organiques (os, corne). Les traits blancs indiquent la localisation des émoussés / arrondis ; d-e et i en illustrent le détail (clichés : É. Claud ; DAO : C. Thiébaut et M. Coutureau).

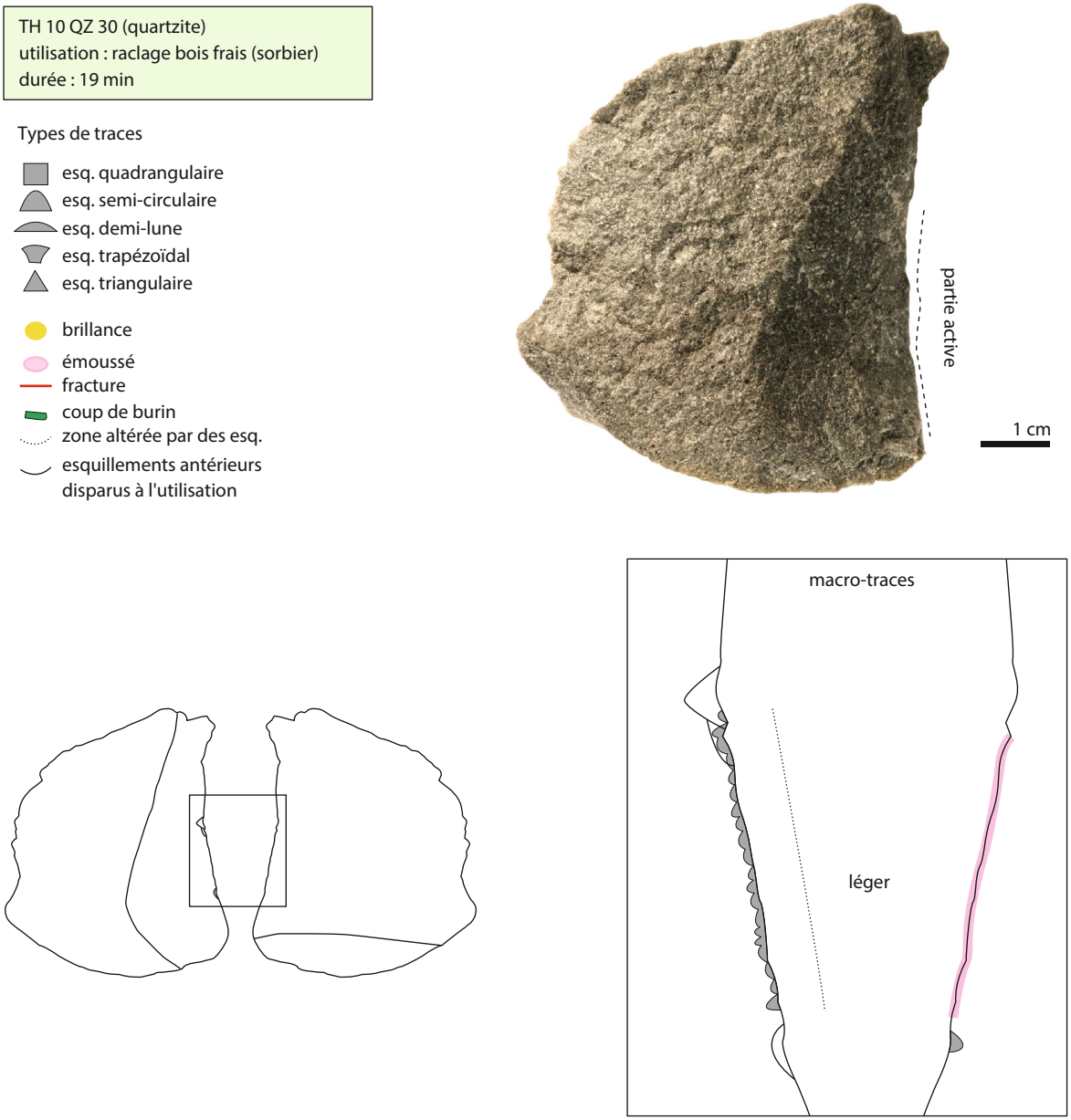


Figure 37 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un éclat brut en quartzite ayant raclé du bois (cliché et DAO : C. Thiébaut).

De la même manière, la matière travaillée induit le développement d'esquillements aux **morphologies particulières**. Tout comme pour le silex, dans le cadre d'un travail de boucherie, des esquillements discontinus, rasants, triangulaires, obliques, s'initiant en flexion et se terminant en escalier, ont également été observés sur les tranchants en quartzite (figures 33[f-h], 40-41). Le travail du bois produit quant à lui des esquillements quadrangulaires, semi-circulaires ou trapézoïdaux et dont l'initiation, souvent clairement en flexion, rend le fil semi-abrupt ou abrupt (figure 35[a-c,e]). Par contre, si pour le silex les esquillements s'organisent clairement et systématiquement de manière superposée (plusieurs générations) sur les tranchants ayant travaillé des matières dures (notamment en raclage, mais aussi en perçage ou en sciage), dans le cas du quartzite les superpositions sont plus rares et plus difficiles à percevoir (figure 36[a-c]).

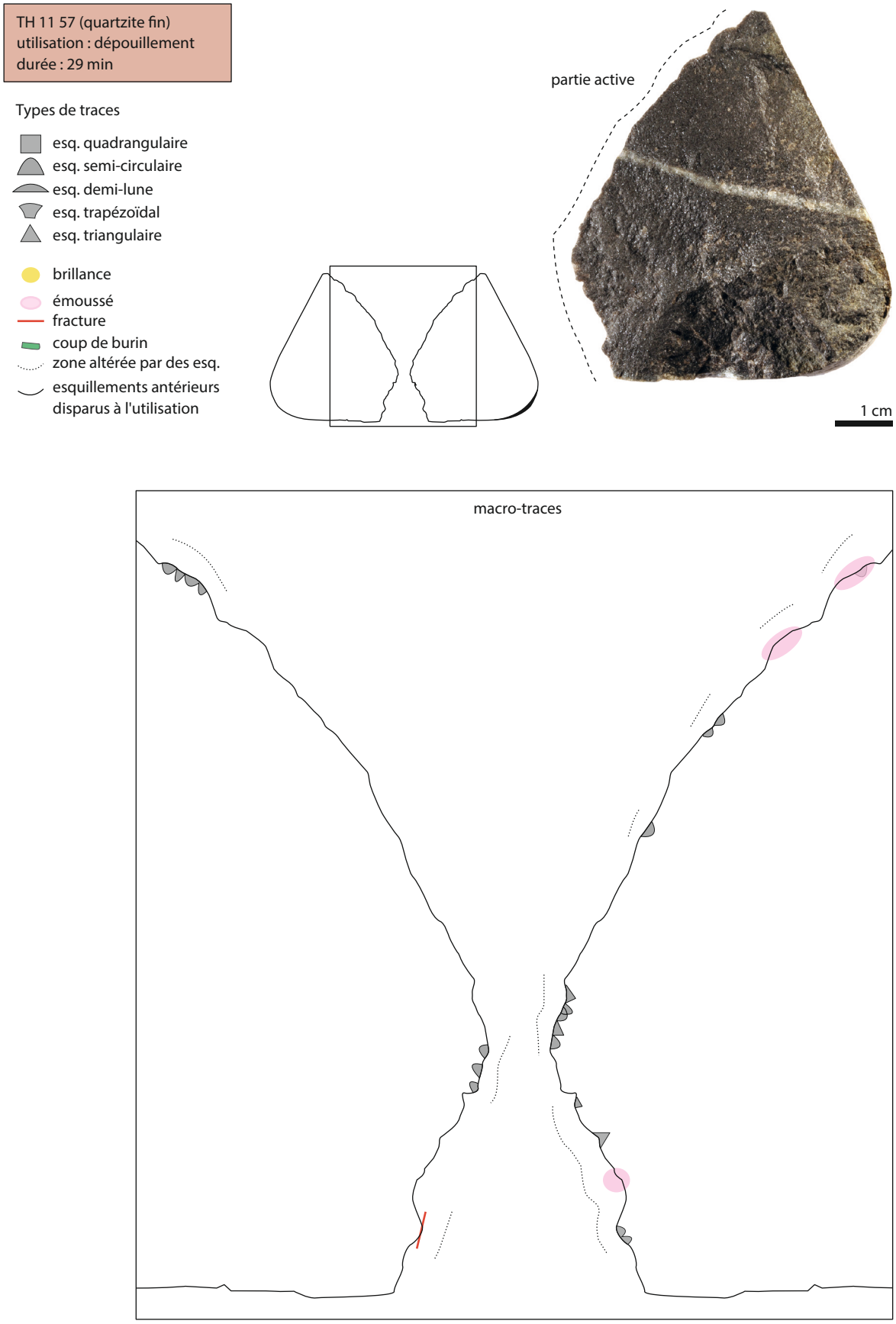


Figure 38 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un éclat brut en quartzite ayant dépouillé une carcasse (cliché et DAO : C. Thiébaut).

En réalité, après le départ des esquillements, le tranchant semble davantage s'user par écrasement, ce qui va finalement conduire à la formation d'un **arrondi**, ou d'un émoussé, ce dernier étant plus terne et présentant une topographie plus irrégulière que les émoussés classiquement documentés sur les outils ayant travaillé la peau (figure 36[d-e]). Un émoussé a également été observé sur les pièces ayant servi à scier du bois (acacia et noisetier frais, figure 35[f]), alors que ce dernier est absent ou très ténu sur les éclats en silex ayant travaillé le bois (mais présent sur les denticulés en silex ayant servi à scier du bois sec, *cf.* Partie I, chapitre 2.7). Des émoussés ont parfois aussi été détectés sur les zones actives ayant raclé et percé du bois (figure 35[d,g-i]). Ces derniers sont moins intenses et plus fins que ceux produits par le travail de matières plus dures comme l'os.

Sur les pièces utilisées longuement pour le raclage de bois (entre 20 et 101 minutes), les **polis** d'utilisation, bien développés au microscope, sont parfois déjà perceptibles à la loupe binoculaire, en association avec l'émoussé (figure 35[d]). La distinction entre des traces liées au travail d'une matière dure comme l'os et d'une matière mi-dure comme le bois pourra donc difficilement se faire sur le nombre de générations d'esquillements, puisque les superpositions sont rares, mais devra principalement se concentrer sur les modifications présentes sur le fil, à savoir l'arrondi ou l'émoussé de celui-ci : son intensité, sa régularité et son association éventuelle avec un macro-poli, notamment dans le cadre d'une action transversale. De plus, qu'il s'agisse d'éclats en silex ou

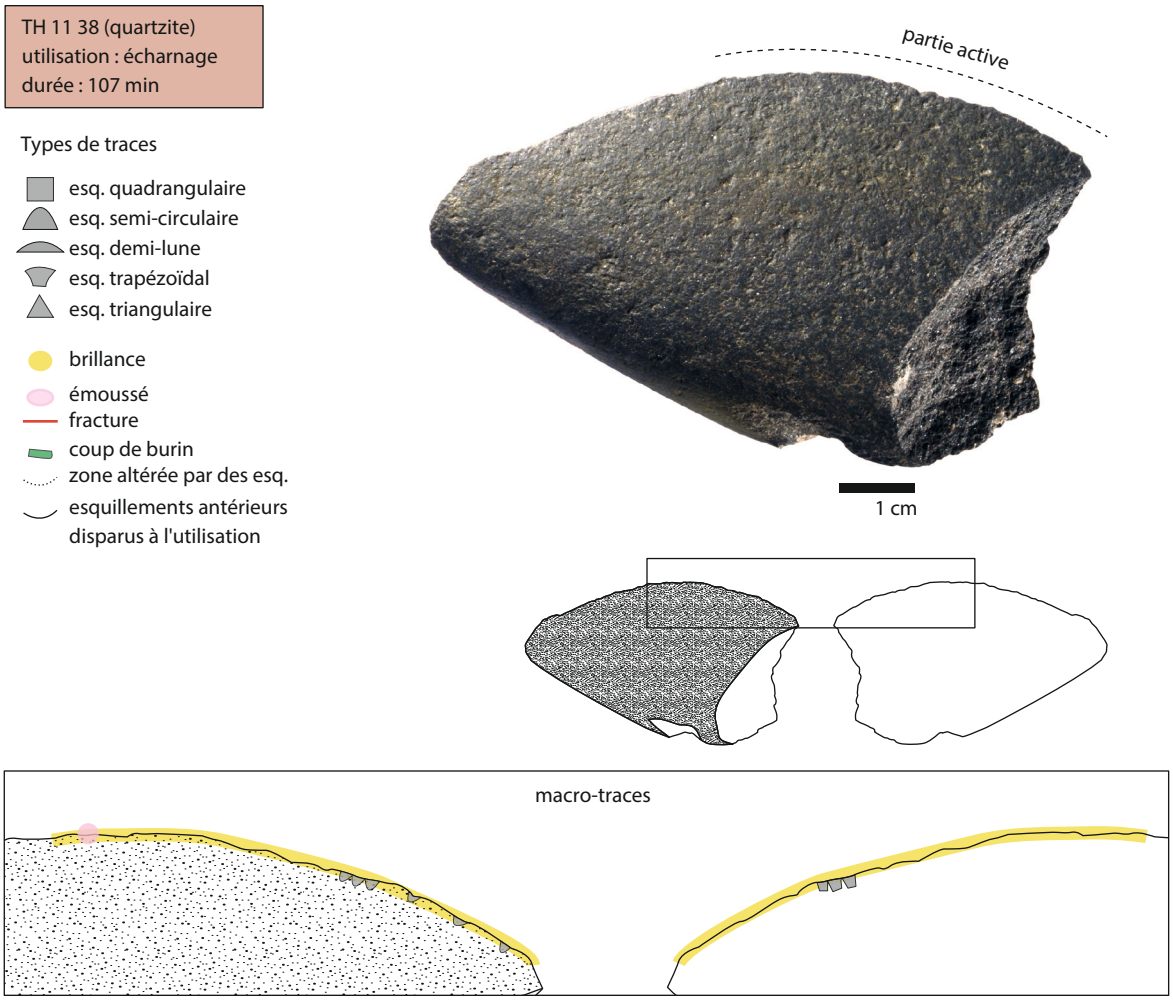


Figure 39 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un éclat brut en quartzite ayant écharné une peau fraîche (cliché et DAO : C. Thiébaut).

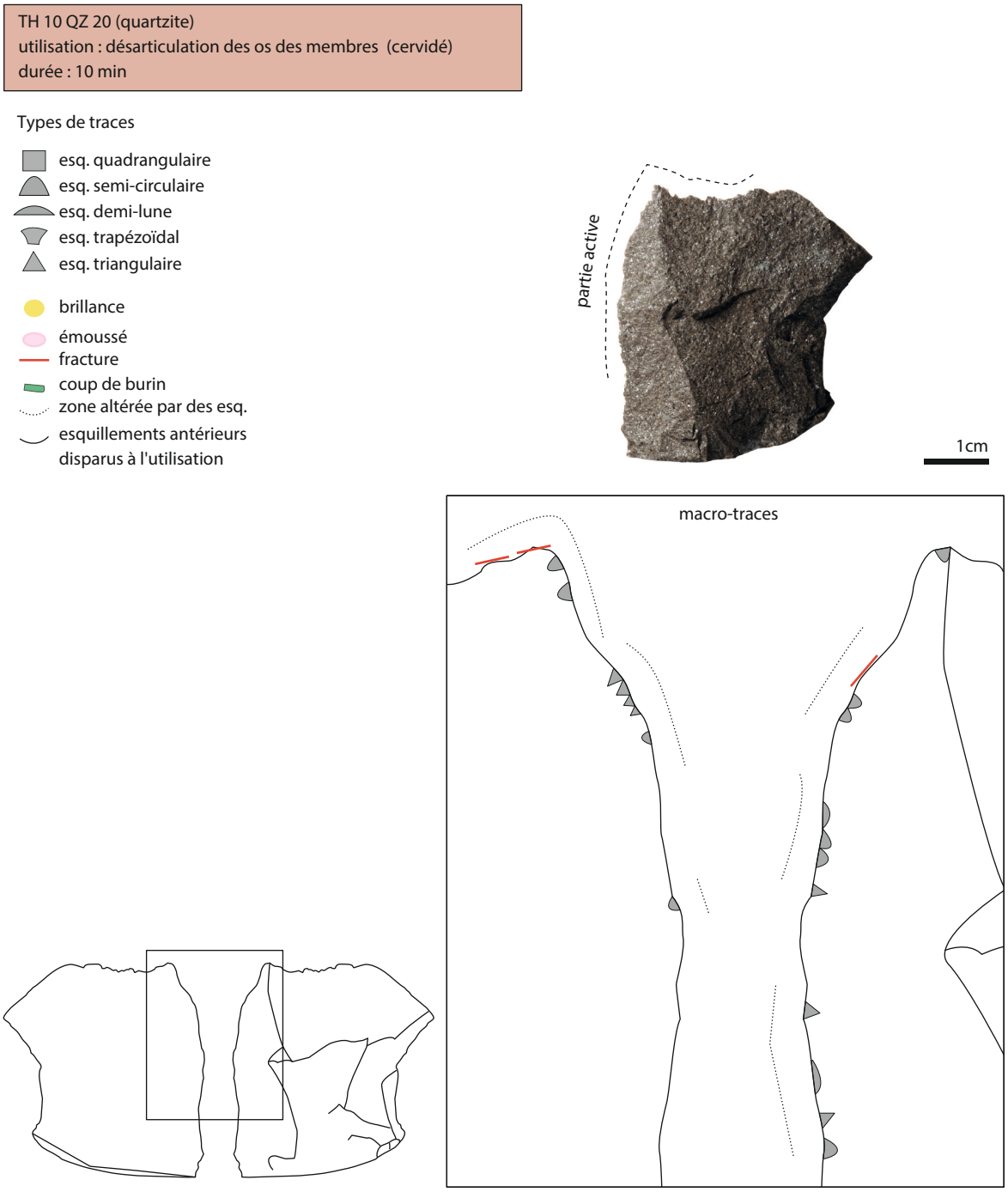


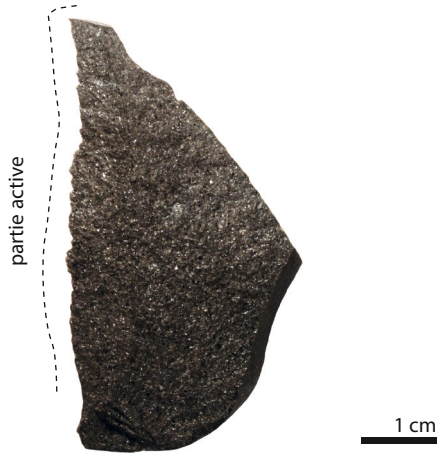
Figure 40 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un éclat brut en quartzite ayant désarticulé une carcasse (cliché et DAO : C. Thiébaut).

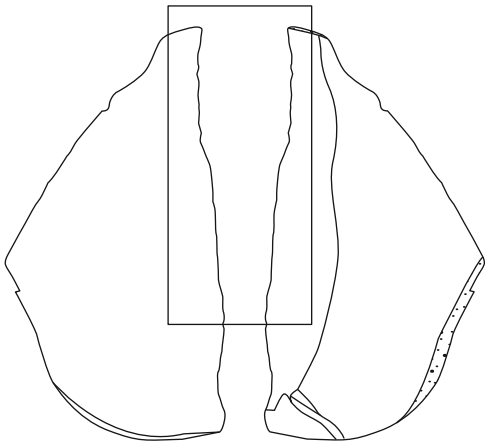
en quartzite, il faut garder en tête qu'il existe une continuité dans la dureté des matières travaillées, qui conduit par exemple en une proximité des macro-traces produites par le travail d'un bois dur et sec (comme l'acacia), de matières dites dures organiques comme un os peu résistant (p. ex. la carcasse d'un immature) ou encore de la corne trempée. Cette continuité doit donc nous inciter à être prudent dans l'interprétation des stigmates qui pourraient être considérés comme « intermédiaires ». Par exemple, l'observation d'esquillements continus, unifaciaux, non superposés, associés avec quelques écrasements créant un léger arrondi sans macro-poli conduira à une interprétation dont la précision sera moindre (raclage de matière mi-dure à dure) que dans le cas de

TH 10 QZ 15 (quartzite)
utilisation : désarticulation des os des membres
durée : 29 min

Types de traces

- esq. quadrangulaire
- esq. semi-circulaire
- esq. demi-lune
- esq. trapézoïdal
- esq. triangulaire
- brillance
- émoussé
- fracture
- coup de burin
- zone altérée par des esq.
- esquillements antérieurs disparus à l'utilisation





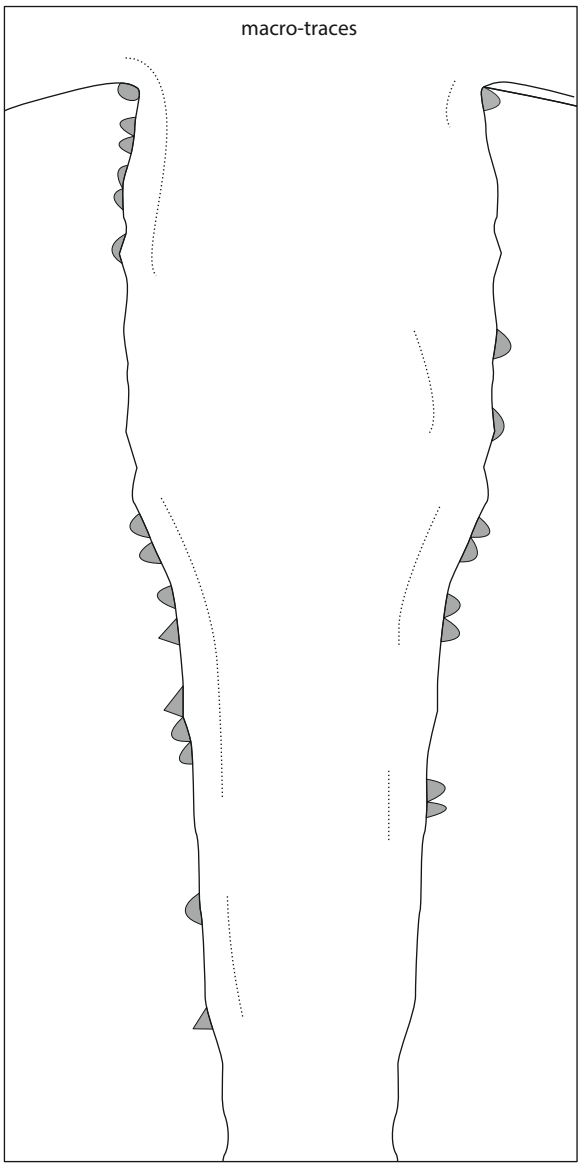


Figure 41 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un éclat brut en quartzite ayant désarticulé une carcasse (cliché et DAO : C. Thiébaut).

traces aux caractéristiques bien marquées (esquillements superposés à terminaisons en escalier avec fort émoussé irrégulier pour l'os *versus* esquillements alignés à terminaison fine avec émoussé régulier et associé à un macro-poli pour le bois).

Enfin, tout comme sur le silex, le travail de la peau provoque peu ou pas d'esquillements mais de véritables émoussés bien lisibles (figure 42), surtout dans le cas du raclage : les émoussés sont intenses, brillants et présentent une surface fine et régulière similaire à celle observée sur les silex (figures 33[d], 34[a]). De légers émoussés peuvent aussi se former au moment du dépouillement et du prélèvement des tendons (figure 33[b]), parallèlement à de nombreux esquillements.

Creuser la terre, pour extraire des tubercules par exemple, produit également de très forts **macro-émoussés**, qui se distinguent de ceux produits par le travail de la peau par leur plus forte intensité (pour une durée d'utilisation égale) et leur caractère plus couvrant (figure 43[c-d]).

Ainsi l'étude du référentiel montre que la plupart des utilisations produit des traces qui pourront être utilisées dans le cadre de l'étude du matériel archéologique. Les macro-traces, *a minima*, pourront permettre de repérer la localisation d'une zone active et, dans le meilleur des cas, seront diagnostiques du mouvement effectué et de la dureté relative de la matière travaillée voire de l'activité conduite (esquillements de boucherie p. ex.). Une partie des activités impliquant des contacts avec les matières tendres (dépouillement et décarnisation avec peu de contacts avec l'os, raclage de bois frais et tendre), surtout en cas de durées d'utilisation faibles et d'angles de coupant ouverts, sont susceptibles de ne pas être détectées et reconnues en tant que telles dans le registre archéologique, même sur les séries bien conservées.

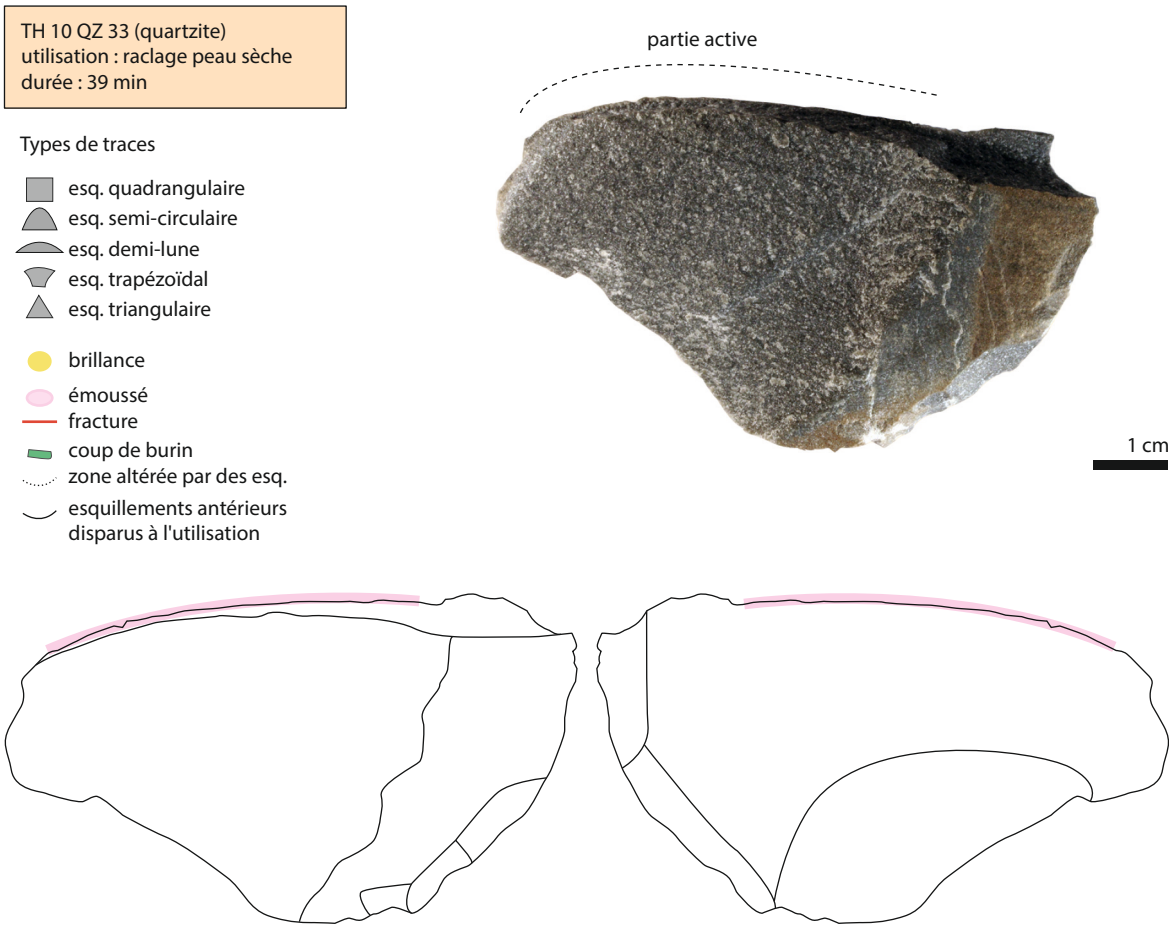
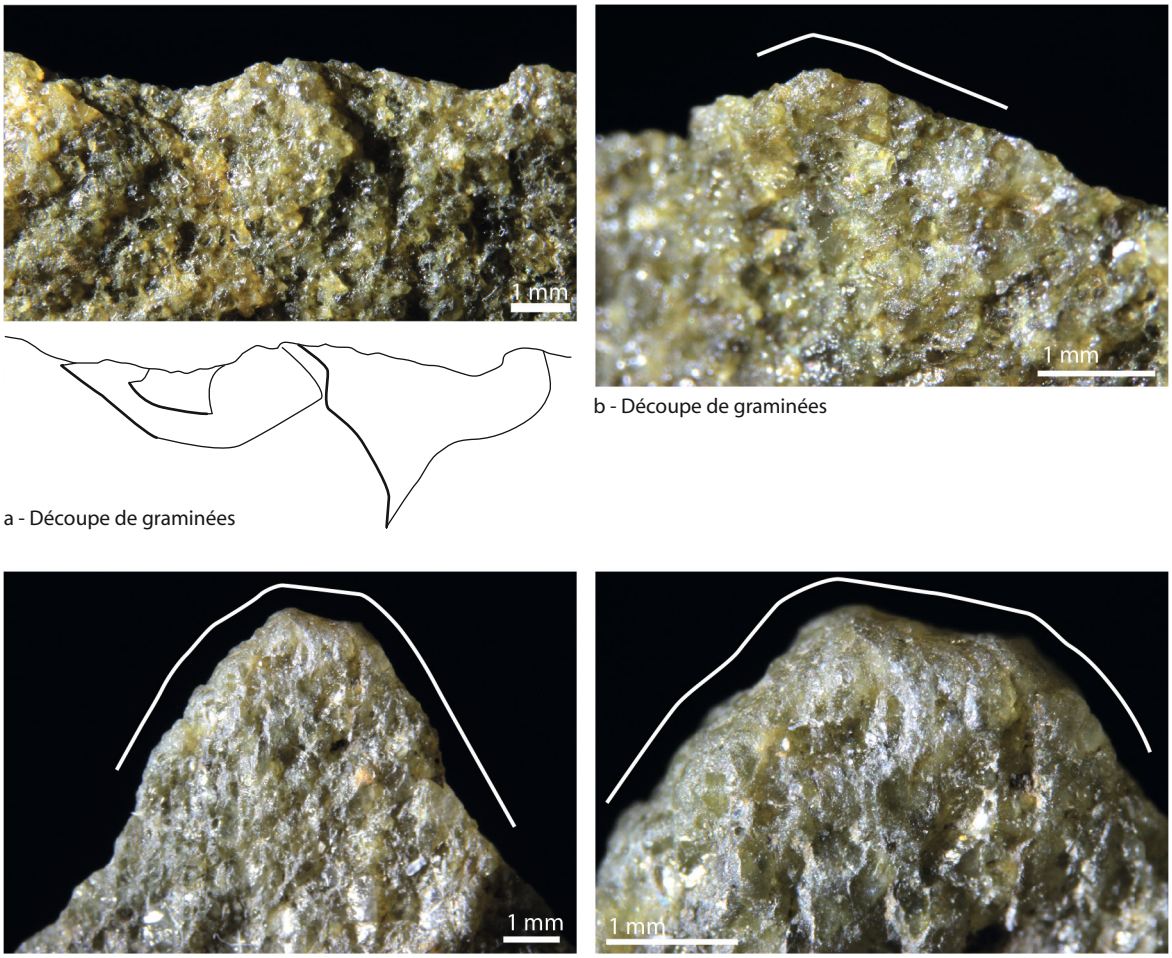


Figure 42 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un éclat brut en quartzite ayant raclé une peau sèche (cliché et DAO : C. Thiébaut).



a - Découpe de graminées

b - Découpe de graminées

c - Creuser la terre

d - Creuser la terre

Figure 43 - Macro-traces observées sur des tranchants ayant servi pour la découpe de graminées et pour creuser la terre. Les traits blancs indiquent la localisation des émoussés / arrondis (clichés : É. Claud ; DAO : C. Thiébaut et M. Coutureau).

Si les traces de découpe dans le cadre de la boucherie, à partir du moment où des contacts accidentels avec les os ou le cartilage se sont produits, sont tout à fait caractéristiques et différentiables des macro-traces produites par les autres activités, il semble que l'identification des différentes étapes de la boucherie, sur la base des seules macro-traces, soit compromise. En effet, les macro-traces produites par le dépouillement, la décarnisation et la désarticulation sont extrêmement proches (*cf.* Annexe 2). Le nombre et la morphologie des esquillements varient en fonction de la fréquence des contacts avec les matières dures et de la durée d'utilisation, indépendamment de l'étape précise de la boucherie. Ainsi, un tranchant utilisé pour le dépouillement dans une zone où l'os est situé juste sous la peau sera susceptible de porter des esquillements aussi marqués qu'un tranchant ayant servi pour la désarticulation. Seule la présence d'un émoussé pourrait distinguer les éclats ayant servi à dépouiller, mais sa faible intensité (sur des pièces utilisées 13, 29, 47 et 62 minutes) et sa présence non systématique ou extrêmement rare même sur des pièces ayant servi relativement longuement (14, 43, 57 et 76 minutes), en font un critère peu informatif, surtout dans le cas d'études de séries archéologiques altérées et comportant un émoussé naturel présent sur tous les bords et arêtes.

b - Observations à fort grossissement : les micro-traces d'utilisation

Pour décrire l'état des surfaces et des tranchants des éclats en quartzite, nous avons utilisé le dispositif DIC (*cf. supra*) couplé à un microscope métallographique.

Du fait de la présence de cristaux de quartz, les tranchants d'éclats en quartzite se caractérisent, avant utilisation, par une topographie beaucoup plus irrégulière (figure 44). Les cristaux sont anguleux et montrent parfois sur leur surface des stries ou des déformations (ondulations, plissures) d'origine technologique.

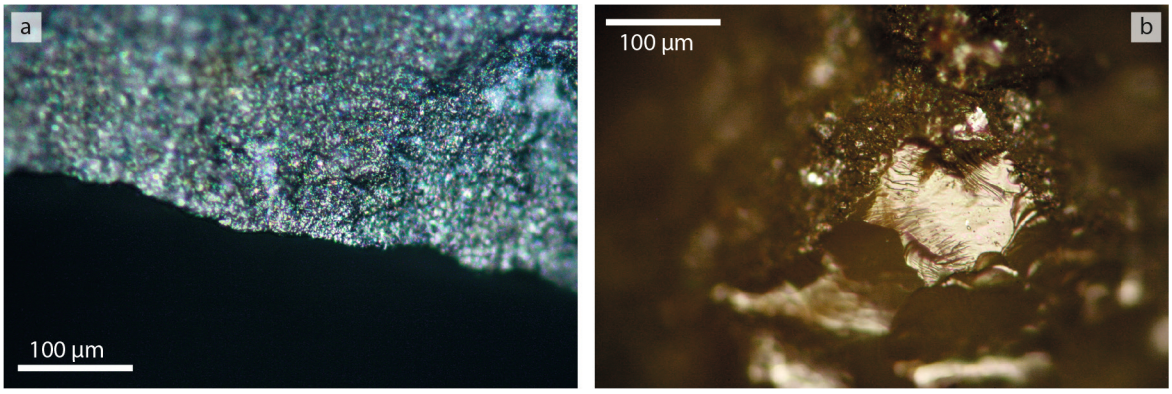


Figure 44 - État des tranchants avant utilisation vus au microscope (200 fois). a : silex ; b : quartzite à grains fins de la Neste (clichés : É. Claud).

Contrairement à la lecture des macro-traces qui n'a que très rarement et partiellement fait l'objet de recherches et de publications, les micro-traces portées par les quartzites ont déjà été décrites dans le cadre de colloques et de publications par plusieurs collègues utilisant la même méthode d'observation que nous (Beyries, 1982 ; Plisson, 1986 ; de Araújo Igreja, 2009 ; Gibaja *et al.*, 2009 ; Clemente-Conte, Gibaja Bao, 2009 ; Partie I, chapitre 2.2.B). Sur ce point, il s'agissait donc pour nous de vérifier que les quartzites provenant de la vallée d'Aure et des terrasses de la Garonne (noirs à grains fins et bruns à grains moyens) constituant notre référentiel se prêtaient bien à ce type d'analyse, contrairement à ceux étudiés anciennement par nos prédécesseurs et ne portant aucune micro-trace (Beyries, 1982 ; Plisson, 1986).

Les potentialités de cette matière première pour les études microscopiques ayant été confirmées, l'étude du référentiel nous a permis de dégager des critères de détermination et de disposer de traces de comparaison pour l'étude des outils archéologiques.

Tout comme J. F. Gibaja et ses collaborateurs (2009), nous avons constaté la nécessité d'examiner les cristaux à un grossissement supérieur à celui utilisé habituellement pour l'étude des silex, soit 500 fois. En effet, il s'agit d'étudier les usures que porte chaque cristal sur ses surfaces, ses arêtes et ses bords, car d'un cristal à l'autre les usures sont souvent distinctes : un premier porte par exemple des esquillements, un second est corrodé et un troisième strié et esquillé. Ainsi, l'observation de l'ensemble de ces stigmates est nécessaire à l'identification du mode de fonctionnement de l'outil.

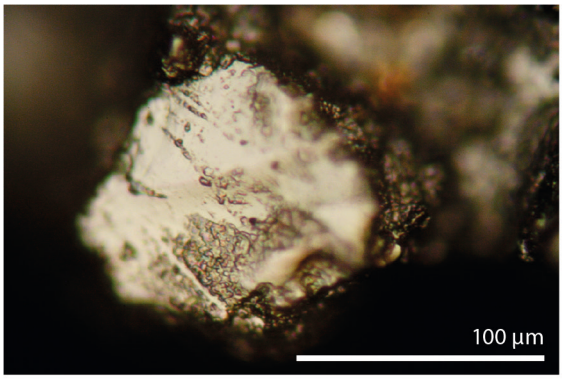
Les caractéristiques des usures produites sur le silex, notamment microscopiques, ne sont pas transposables au quartzite, d'où l'intérêt d'un référentiel spécifique. En effet, on pourrait s'attendre à ce que la matrice, même si elle présente une granulométrie un peu plus grossière que le silex, porte une usure comparable pour un même mode de fonctionnement. Or dans le cas de la boucherie la matrice ne porte aucun poli, alors que ces derniers sont fréquents sur les silex. I. Clemente-Conte et J. F. Gibaja Bao (2009) ont également constaté sur des quartzites du Nord de la péninsule Ibérique et des rhyolites d'Argentine (Terre de Feu) que la matrice s'use très peu, enregistrant des

traces seulement après une durée d'utilisation longue. Ils expliquent cette différence par rapport au silex par des facteurs variés tels que la composition minéralogique de la matrice, son degré de compression ainsi que par l'irrégularité de la micro-topographie. En effet, concernant le dernier facteur, il paraît logique que l'usure principale se situe au niveau des cristaux qui sont saillants sur la surface et que la matrice, située entre ces derniers, soit soumise à moins de contacts. En conséquence, contrairement aux macro-traces, les micro-traces ne sont pas plus difficilement lisibles sur les quartzites à grain moyen que sur les quartzites à grain fin. En effet, la matrice s'use peu et dans les deux cas, ceux sont donc les cristaux qui enregistrent de manière la plus rapide et la plus lisible les stigmates d'usure. Ainsi il est plus facile, à l'échelle microscopique, d'étudier un tranchant présentant de nombreux et grands cristaux et peu de matrice plutôt que le contraire.

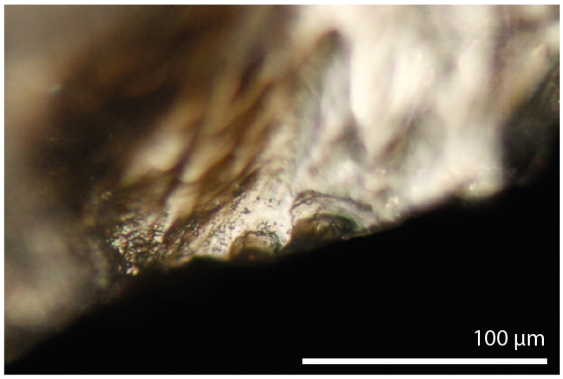
Malgré ces différences, un certain nombre de règles d'usure communes au silex et au quartzite peuvent être retenues, comme le fait que plus la matière est dure, plus les usures seront marginales et discontinues (localisées sur les zones exposées), ou encore que le mode d'action (transversal / longitudinal) influence la position (unifaciale / bifaciale) et la distribution des traces (continue / discontinue). De plus, la morphologie des micro-polis sur le quartzite, quand ils sont présents, est comparable à celle des polis décrits sur les silex, et constitue donc un indice important pour déterminer la nature de la matière travaillée. Les éventuelles stries ou déformations au sein du poli donnent, tout comme dans le cas du silex, des informations sur la cinématique de l'action.

Nos observations tracéologiques, détaillées ci-dessous, font écho à celles réalisées par nos collègues sur les quartzites de la Péninsule ibérique (*cf.* notamment Gibaja *et al.*, 2009 ; Clemente-Conte, Gibaja Bao, 2009).

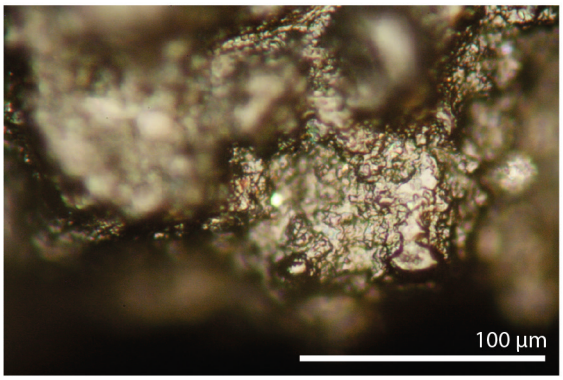
Parmi les différents types d'usures présents sur les quartzites, la **corrosion** a souvent été documentée. Ce type de trace, défini par J. F. Gibaja et ses collaborateurs (2009) comme la perte, la disparition, ou la dissolution d'une partie de la surface des cristaux, peut prendre différents aspects, qui dépendent principalement de la matière travaillée. La corrosion peut s'observer à l'intérieur de la surface du cristal ou bien être localisée en périphérie ou sur les bords du cristal, les auteurs précédents ayant proposé les termes de corrosion isolée ou continue pour qualifier ces deux types de distribution. Ils ne sont pas vraiment en opposition car ils sont souvent observés sur un ou plusieurs cristaux d'une même zone active, mais il est fréquent qu'un type de distribution soit plus fréquent. Sur l'ensemble du référentiel, nous avons plus souvent observé, à l'échelle d'un cristal, une corrosion continue (figure 45[a] p. ex.), voire les deux types de corrosion associés (figure 46[g] p. ex.), que la corrosion isolée uniquement. La corrosion continue peut évoluer en *continuous breakage*, défini par J. F. Gibaja et ses collaborateurs (2009) comme la disparition du cristal à partir de sa périphérie, la corrosion découvrant ainsi la matrice sur laquelle le micro-poli se développe. Ce phénomène se produit dans le cas du travail des matières abrasives tendres telles que la peau (figure 46[c-d]), mais nous l'avons aussi plus rarement observé dans le cas du travail du bois (figure 47[a,e]) et plus encore dans le cas de pièces ayant servi à creuser la terre. La dimension et la régularité du piquetage sont deux autres critères retenus pour décrire la corrosion observée. Le piquetage apparaît comme plus fin et circulaire dans le cas du travail des matières tendres comme la viande et la peau, la corrosion laissant une surface grenue mais à la topographie assez régulière (figures 45[a,c-e], 46). Au contraire les matières dures comme l'os et la corne produisent un piquetage plus grossier et de morphologie et profondeur variables, conduisant à une micro-topographie plus irrégulière (figure 48[b,f]). Pour les matières mi-dures comme le bois, il semble que la situation soit intermédiaire. Certaines pièces utilisées en raclage portent une corrosion fine et régulière (figure 47[b,d,f]) alors que pour d'autres la corrosion est plus grossière (figure 47[c,h-i]). C'est notamment le cas du perçage de bois, qui a produit, sur une zone très localisée correspondant à l'extrémité de la zone active, un piquetage irrégulier et profond, qui pourrait peut-être dans ce cas découler de la présence d'esquilles de quartzite au fond de la perforation (figure 47[h-i]).



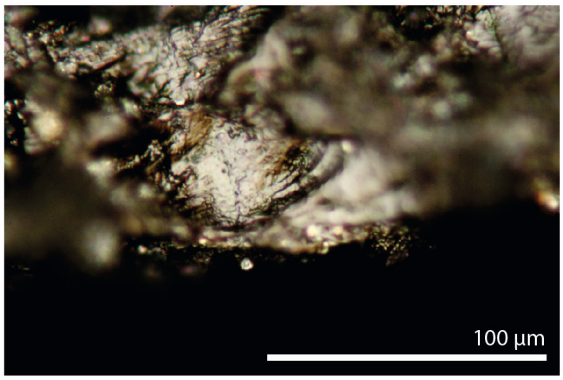
a - Dépouillement



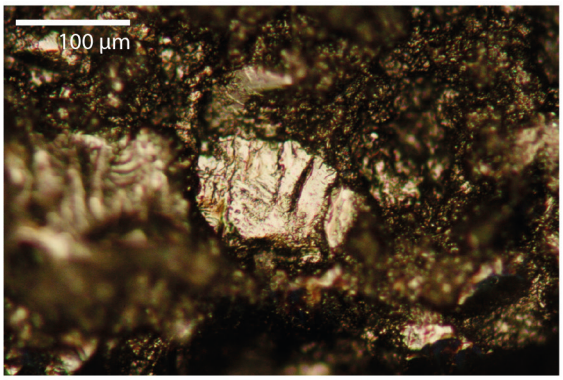
b - Dépouillement



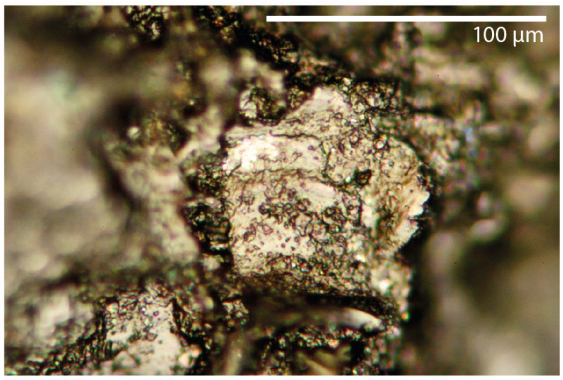
c - Dépouillement



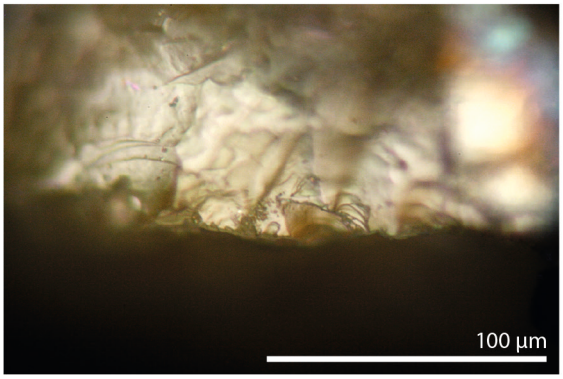
d - Décarnisation



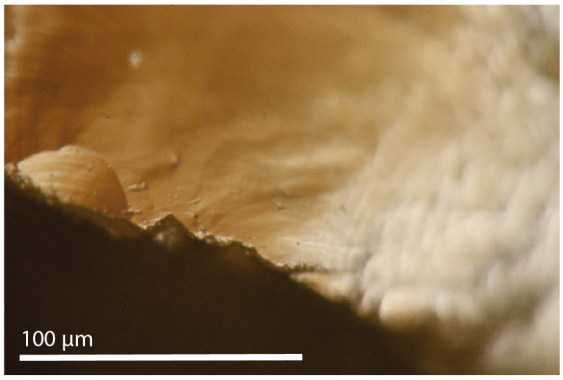
e - Décarnisation



f - Désarticulation

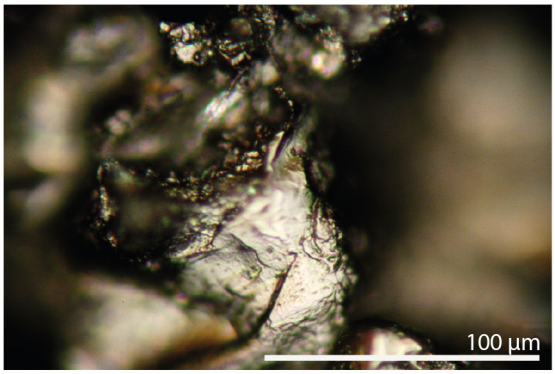


g - Dépouillement / désarticulation

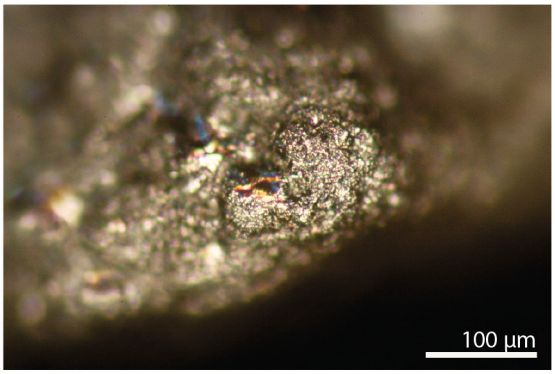


h - Dépouillement / désarticulation

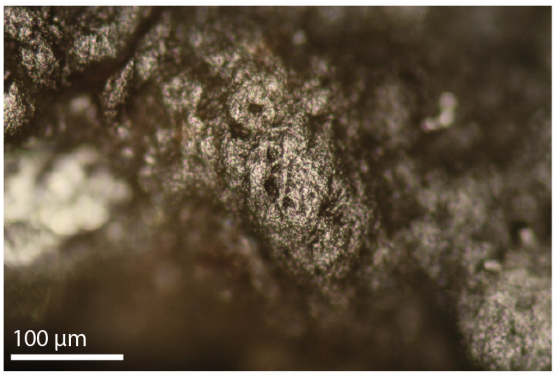
Figure 45 - Micro-traces liées à la découpe dans le cadre de l'activité de boucherie. a : corrosion continue et stries ; b, g : esquillements ; c : poli de coalescence fluide à douce grenue sur zone corrodée ; d-f : corrosion continue ; h : stries obliques, fines et superficielles sur un cristal (clichés : É. Claud).



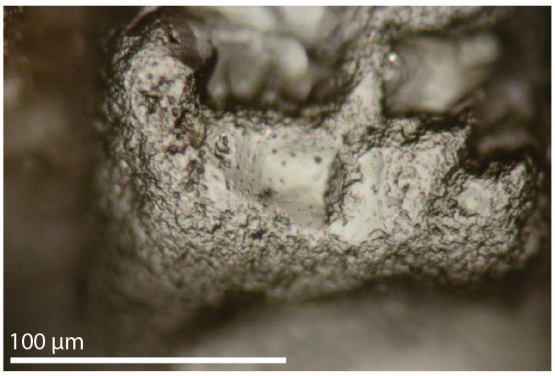
a - Écharnage peau fraîche / coupe



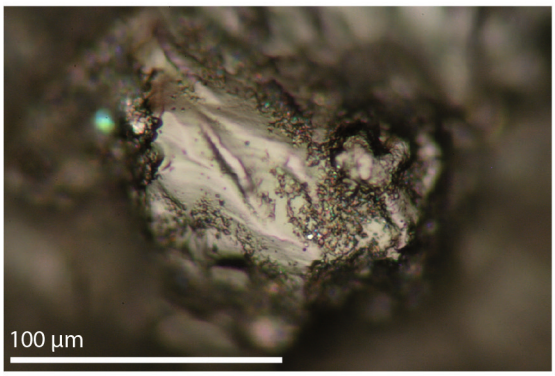
b - Écharnage peau fraîche / coupe



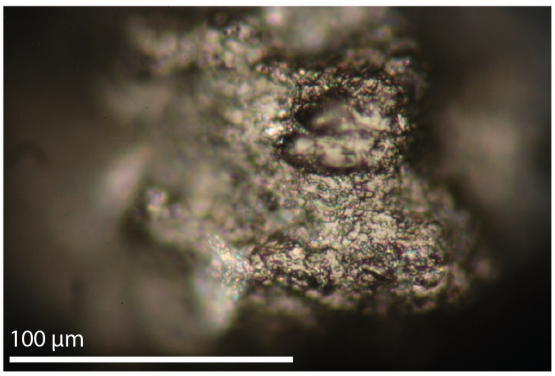
c - Écharnage peau fraîche / raclage



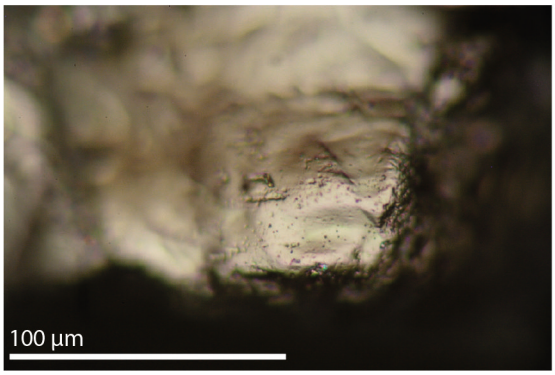
d - Écharnage peau fraîche / raclage



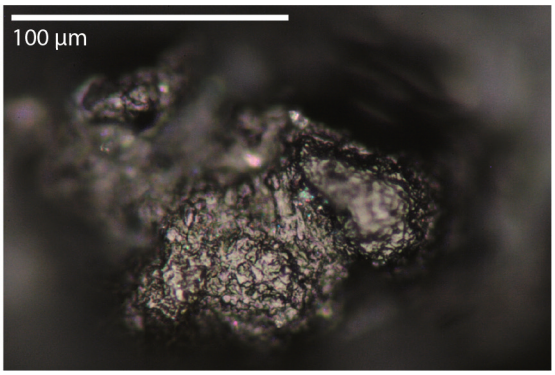
e - Coupe de peau sèche



f - Coupe de peau sèche

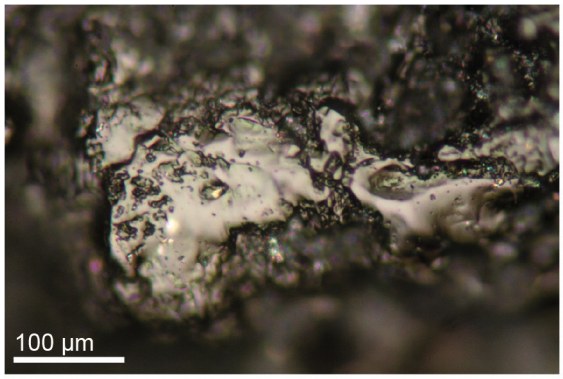


g - Coupe de peau sèche

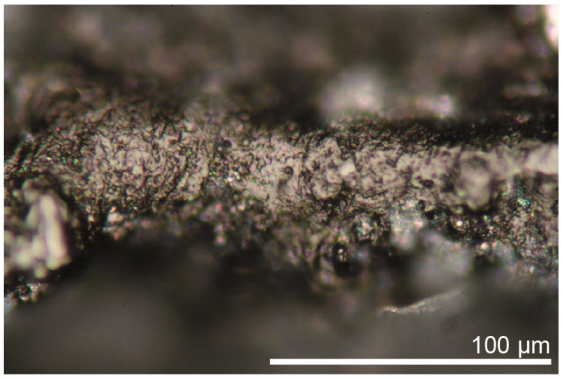


h - Raclage de peau sèche

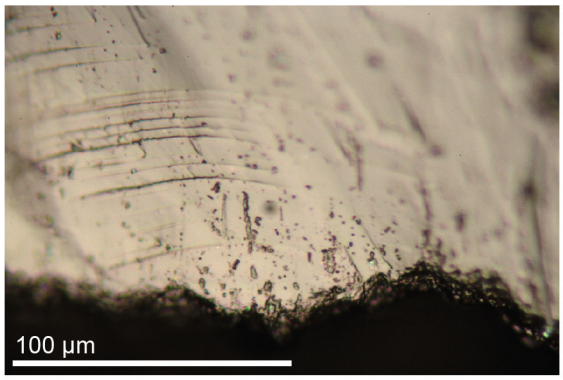
Figure 46 - Micro-traces observées sur les outils ayant travaillé la peau, fraîche ou sèche. a : corrosion continue ; b, f et h : émoussé et poli de coalescence douce grenue sur la matrice ; c : *continuous breakage* : l'émoussé et le poli (avec cratères) se distribuent largement sur un fil exempt de cristaux ; d : cristal en cours de disparition par corrosion continue (*continuous breakage*) ; e, g : début de corrosion continue et isolée, courtes stries en g (clichés : É. Claud).



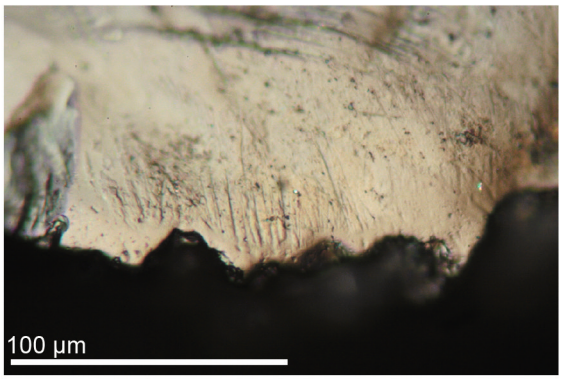
a - Raclage de bois



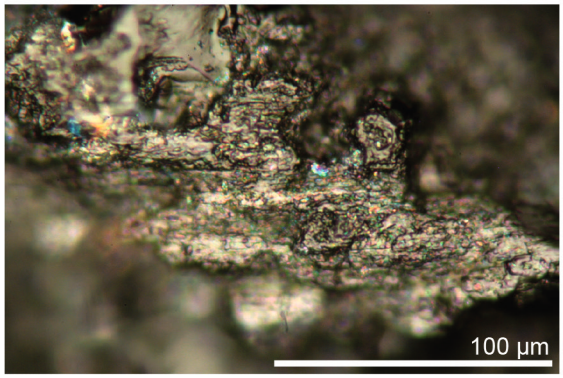
b - Raclage de bois



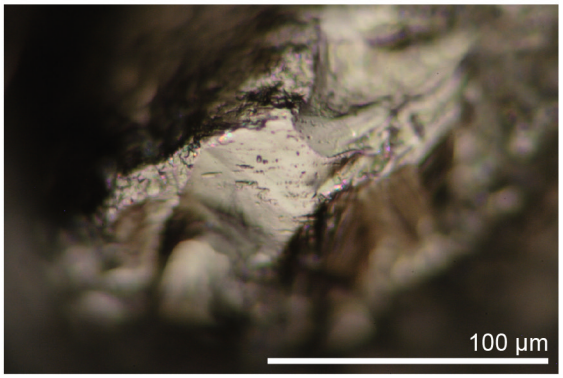
c - Raclage de bois



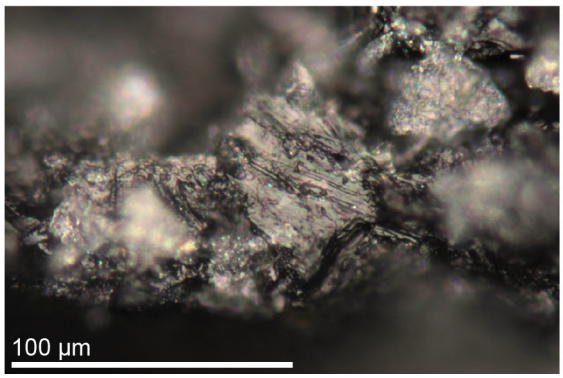
d - Raclage de bois



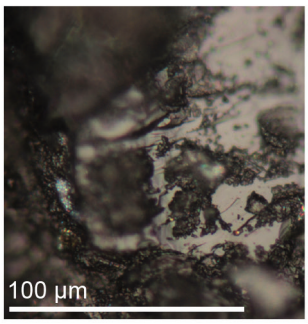
e - Sciage de bois



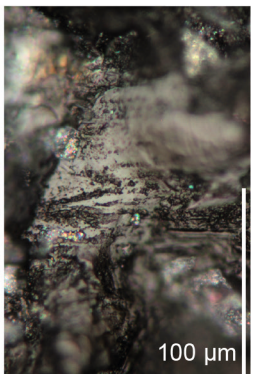
f - Sciage de bois



g - Sciage de bois

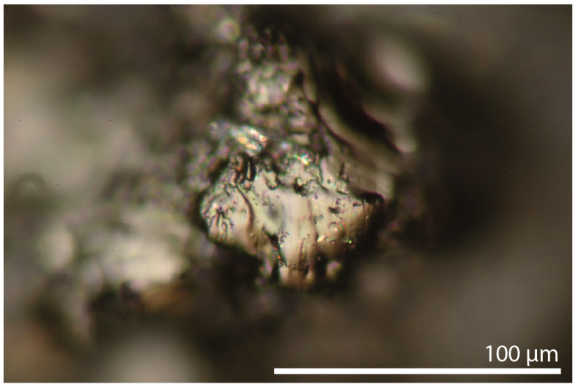


h - Perçage de bois

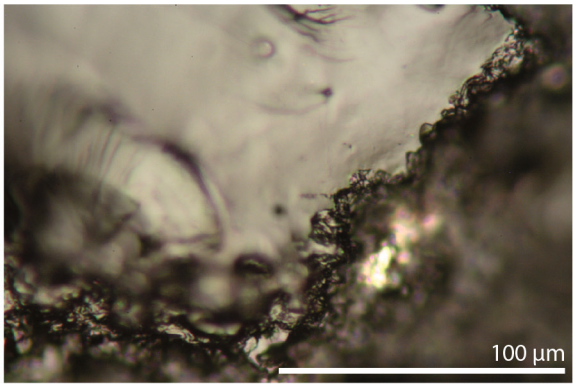


i - Perçage de bois

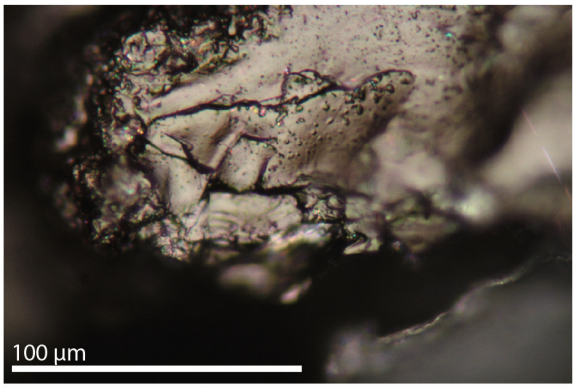
Figure 47 - Micro-traces liées au travail du bois. a : micro-poli ; b : corrosion régulière et fine, émoussé et stries sur la matrice ; c -d : stries sur cristaux, corrosion isolée et continue sur c, et isolée avec micro-poli sur bord sur d ; e : corrosion continue, stries et micro-poli ; f-g et i : corrosion et stries plus ou moins intenses sur les cristaux ; h : piquetage grossier et profond (extrémité de la zone active) (clichés : É. Claud).



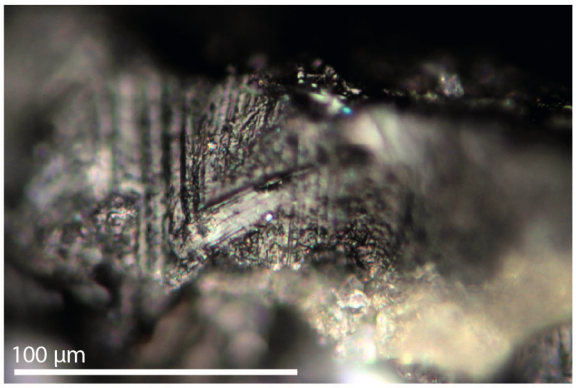
a - Raclage d'os (périoste)



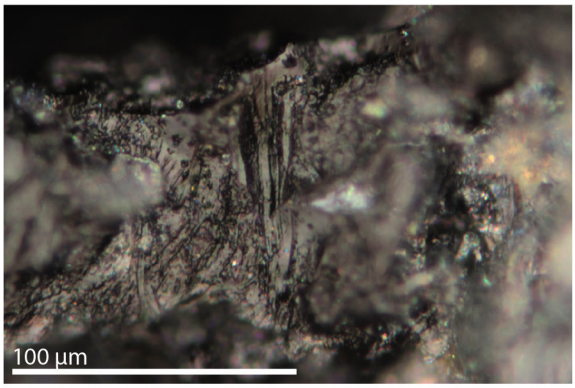
b - Raclage d'os (périoste)



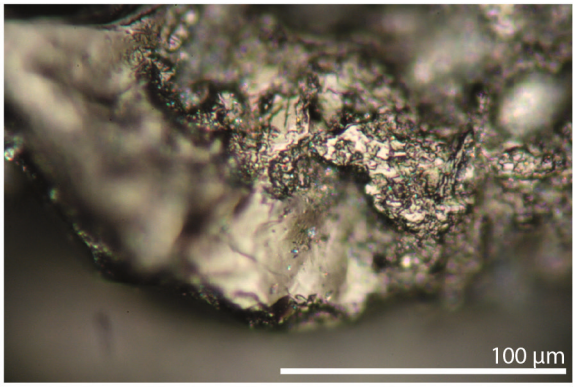
c - Raclage d'os (décarnisation)



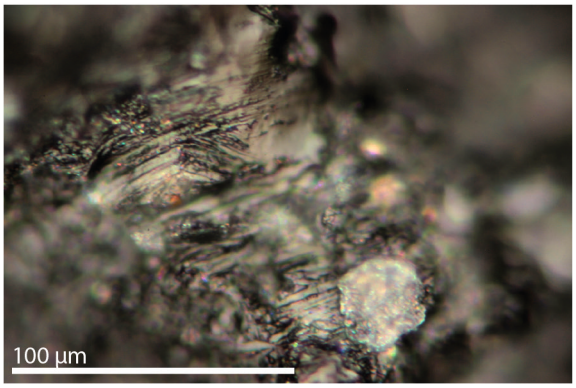
d - Raclage d'os sec



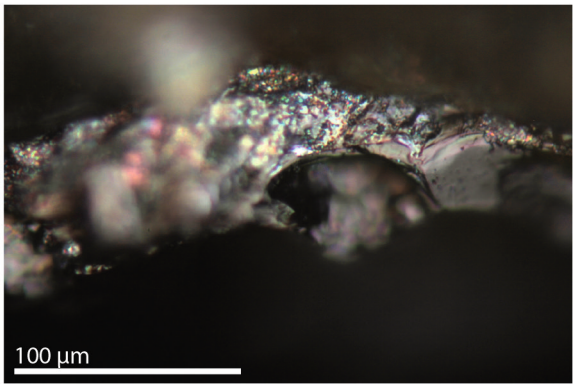
e - Raclage d'os sec



f - Sciage de corne



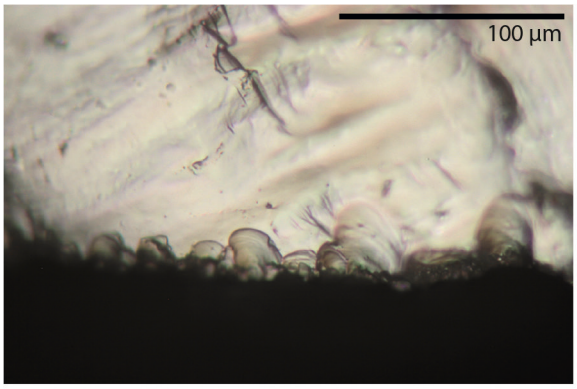
g - Incision d'os sec



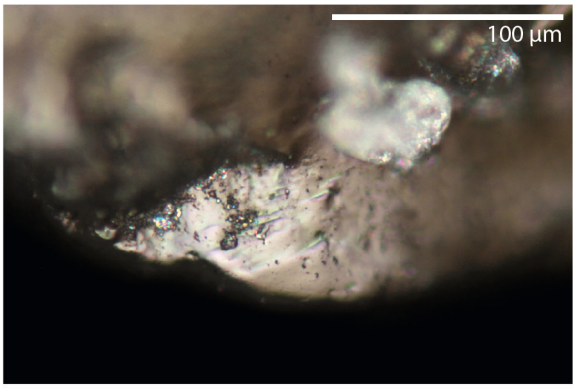
h - Percage d'os

Figure 48 - Micro-traces liées au nettoyage ou au travail de matières dures animales. a et f : micro-polis ; b : début de corrosion continue ; c et h : esquillements ; d, e et g : cristaux striés (clichés : É. Claud).

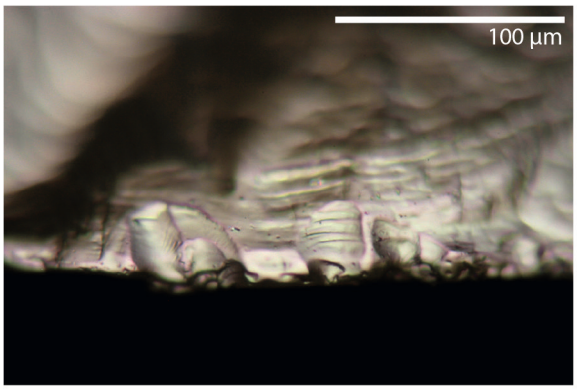
Quant aux pièces utilisées pour la désarticulation, impliquant des contacts avec des matières tendres comme la viande et dures comme l'os, elles présentent un piquetage variable, parfois sur le même cristal (figure 45[f]). Dans le cas de la coupe de graminées, la corrosion est apparue peu fréquente et peu intense (figure 49[d]), alors que la pièce utilisée pour creuser la terre est marquée de manière dominante par la corrosion, qui est très avancée et pour laquelle le piquetage est de taille moyenne et assez irrégulier (figure 49[e]). Enfin, la distribution de la corrosion sur un cristal, notamment en cas de corrosion continue, peut renseigner sur le mode d'action effectué, car celle-ci commence par le bord le plus exposé au mouvement (proche du fil en cas de raclage oblique ou, perpendiculaire par rapport au fil en cas de découpe).



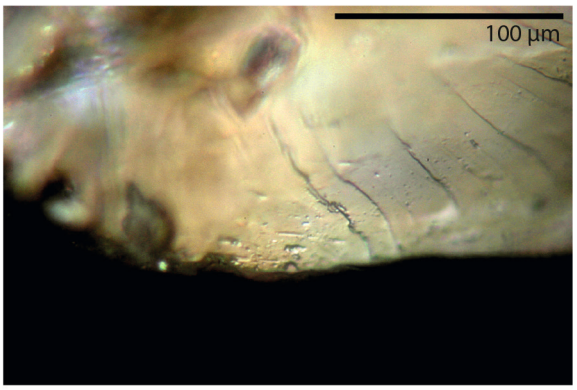
a - Découpe de graminées



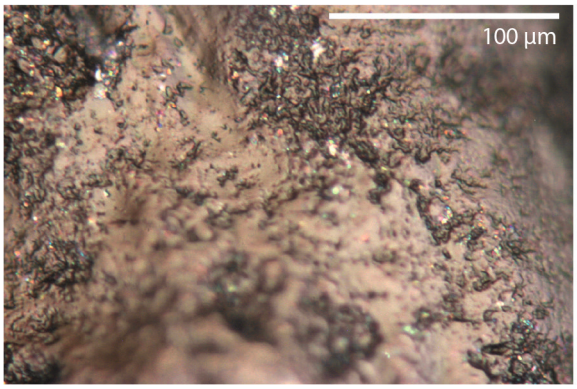
b - Découpe de graminées



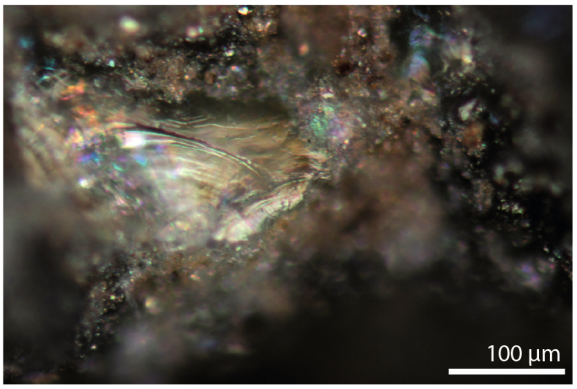
c - Découpe de graminées



d - Découpe de graminées



e - Creuser la terre



f - Creuser la terre

Figure 49 - Micro-traces liées à d'autres activités : couper des graminées (a-d) et creuser la terre (e-f). a et f : esquillements ; b : poli ; c : esquillements recouverts par un poli ; d : stries et début de corrosion d'un cristal ; e : corrosion intense et assez grossière d'un cristal (clichés : É. Claud).

Les cristaux peuvent également porter des **stries**, souvent associées à la corrosion, qui vont apporter des informations sur le mouvement effectué avec l'outil. Il s'agit de stries abrasives arrachant un peu de la surface des cristaux et laissant une trace linéaire. Elles sont absentes à rares et plutôt fines et superficielles dans le cas du travail des matières tendres (traitement de la peau, boucherie, figure 45[h]), alors qu'elles sont plus fréquentes, larges et profondes dans le cas du travail de matières dures comme l'os, bien que leur présence ne soit pas systématique (figure 48[d-e,g]). Le travail de ces matières, notamment en raclage, produit parfois des stries nombreuses, adjacentes, qui transforment les cristaux en bâtonnets. Elles sont parfois associées à des stries se développant directement sur la matrice. L'ensemble des stries est organisé en groupe au sein duquel elles sont subparallèles. Elles sont globalement parallèles ou obliques par rapport au fil dans le cas d'une action longitudinale et perpendiculaires dans le cas du raclage, mais nous avons souvent constaté la présence de stries ou de groupe de stries parasites, sécantes par rapport aux autres (figure 48[d-e]). Dans le cas des matières mi-dures (bois), la fréquence des stries est variable bien que toujours inférieure à celle décrite dans le cadre du travail des matières dures animales. Elles peuvent être fines et superficielles mais aussi parfois, sur la même pièce, assez profondes et larges, de contour irrégulier (figure 47[c-d,f-g]). Dans le cadre de la coupe de graminées, les stries sont assez rares, courtes et moyennement larges. Elles sont localisées sur les cristaux uniquement, souvent associées à un début de corrosion (figure 49[d]).

Des **micro-émoussés** du fil ont été détectés suite au travail de la peau, sur quelques pièces ayant travaillé le bois en raclage ou en perçage et sur la pièce ayant servi à creuser la terre. L'intensité des émoussés liés au travail de la peau correspond à celle observée sur le silex pour des modes de fonctionnement équivalents, c'est-à-dire qu'en raclage, notamment de peau, l'émoussé est intense (figure 46[c-d,h]). L'émoussé est très intense et surtout très couvrant dans le cas de la pièce ayant servi à creuser la terre. Si des macro-émoussés ont été observés sur les pièces ayant travaillé des matières dures animales et scié du bois, nous n'avons pas détecté d'émoussés à l'échelle microscopique sur ces pièces. Les bords des cristaux peuvent parfois être émoussés ou arrondis en même temps que corrodés, c'est le cas du travail de la peau et de la boucherie. Dans le cas du travail du bois, de l'os et de la coupe de graminées, la présence de poli de coalescence dure et de topographie bombée ou nappée (*cf. infra*) peut également arrondir les bords des cristaux (figures 47[d], 49[b]). La position de l'émoussé sur le fil ou sur les bords d'un cristal peut également donner des informations sur le mode d'action de l'outil.

Des **micro-esquillements** sont susceptibles de se produire sur les bords des cristaux exposés le long du fil. Ils ont été observés sur quasiment toutes les pièces expérimentales, mais ils sont nettement plus nombreux dans le cas du travail de matières dures ou mi-dures. Sur les pièces utilisées pour la boucherie, des esquillements ont été observés dans le cas du dépouillement et de la désarticulation. Ils résultent des contacts accidentels avec les os et le cartilage. Ils sont discontinus et souvent obliques par rapport au fil, témoignant d'une action longitudinale. Ils présentent les mêmes caractéristiques que les macro-esquillements présents sur les outils dédiés à la boucherie : discontinus, semi-circulaires ou triangulaires, avec une initiation en flexion et une terminaison fine ou en escalier (figure 45[b,g]). Le travail du bois, notamment en raclage, a produit quelques esquillements également, ces derniers étant parfois continus et orientés perpendiculairement par rapport au fil. Le travail des matières dures animales est responsable d'un nombre important d'esquillements sur les cristaux, notamment dans le cas du raclage, où ils sont principalement situés sur la face de dépouille, perpendiculaires, continus, parfois superposés et/ou de grande taille (figure 48[c]). Enfin, la découpe de graminées a produit un nombre important d'esquillements sur les cristaux ; ces derniers, localisés sur les deux faces, sont souvent continus, alignés voire superposés (figure 49[a]). Ils sont obliques ou perpendiculaires et sont parfois eux-mêmes recouverts par le poli d'utilisation (figure 49[c]).

Enfin, le **micro-poli** constitue un autre type de stigmate observé sur les tranchants des outils en quartzite. Il n'est pas toujours présent sur les outils ayant servi pour la décarnisation, la désarticulation, le sciage de matières dures animales et la découpe et le perçage de peau sèche, à l'inverse des pièces ayant travaillé de la peau fraîche, de la peau sèche en raclage, du bois, raclé de l'os et coupé des graminées qui présentent un poli clairement lisible et identique à ceux se produisant sur les tranchants en silex (figures 46[b-d,f,h], 47[a,e], 48[a,f], 49[b]). Il peut être associé à l'émoussé si ce dernier est présent, et présenter des stries, des cratères, comme dans le cas du travail de la peau, ou des dépressions allongées dans le cas du raclage d'os. Le poli est le plus souvent observé sur la matrice (après la corrosion des cristaux ou sur la matrice de départ), même si dans quelques cas nous avons pu constater le développement de micro-poli sur les cristaux, notamment sur leurs bords dans le cas du travail du bois et de la coupe de graminées (figures 47[d], 49[b]).

En plus des différentes déclinaisons possibles de chaque type de trace, leur importance les unes par rapport aux autres et leurs éventuelles associations sont déterminantes pour l'identification des matières travaillées :

- dans le cas de la boucherie en coupe, la corrosion domine, elle est fine et régulière (sauf dans le cas de contacts répétés avec l'os), maintenant sur le fil un grand nombre de cristaux, tantôt corrodés, tantôt esquillés ou striés, ou bien souvent intacts. Le poli est rare. Quelques différences ont été perçues entre les usures liées aux différentes étapes de la boucherie effectuées en découpe (dépouillement, décarnisation, désarticulation et/ou prélèvement des tendons, *cf.* Annexe 2). Premièrement, il est apparu que la décarnisation ne produit pas ou très peu de micro-poli, contrairement au dépouillement (poli sur la matrice et les cristaux), à la désarticulation et au prélèvement de tendons (poli sur la matrice uniquement). Deuxièmement, un micro-émoussé, faible en intensité, a été observé uniquement sur les pièces utilisées pour le dépouillement. Troisièmement, les stries seraient plus rares dans le cas du dépouillement que pour les autres étapes. Quatrièmement, la corrosion des grains serait principalement de type continue sur les éclats ayant servi au dépouillement alors qu'elle serait isolée et continue sur les autres pièces. La corrosion serait aussi plus fine et régulière et les micro-esquillements plus rares et plus petits dans le cas du dépouillement et de la décarnisation. Enfin, le phénomène de *continuous breakage* a seulement été observé dans le cas du dépouillement, en lien avec les contacts répétés avec la peau. Même s'il s'agit plus de tendances que de règles strictes, les caractéristiques des micro-traces semblent bien varier selon l'étape de la boucherie. Ces dernières pourraient donc être distinguées, sur la base des critères énoncés, sur le matériel archéologique, à condition qu'il soit très bien préservé ;
- dans le cas du travail de la peau, la corrosion domine également mais elle est bien plus intense, même pour un travail de découpe. Des cristaux peuvent parfois être encore observés sur le fil mais ils sont, sauf exception, modifiés par la corrosion continue, qui aboutit souvent dans le cas du raclage à un *continuous breakage*. Un émoussé assez intense et un poli de coalescence douce grenue sont souvent présents. Les esquillements sont rares et de petites dimensions. Des stries peuvent également être observées ;
- dans le cas du travail du bois, la corrosion est bien présente, la taille et la régularité du piquetage varient, et ce dernier est parfois associé à un faible émoussé. Des cristaux sont encore visibles sur le fil mais souvent altérés par de nombreuses stries ou une corrosion en cours. Le poli est bien développé, et les esquillements, orientés perpendiculairement au fil, sont présents ;
- dans le cas du travail des matières dures animales, les usures principales sont les esquillements sur les cristaux (face de dépouille dans le cas du raclage), nombreux, parfois superposés et de grandes dimensions, les stries et le poli (face d'attaque). La corrosion est également présente mais elle conserve un grand nombre de cristaux intacts ou presque (esquillements ou corrosion

en cours) près du fil. La corrosion est grossière et laisse une micro-topographie irrégulière sur laquelle se développe le poli dans les zones les plus exposées uniquement ;
- dans le cas de la coupe de graminées, la corrosion est peu intense, conservant un grand nombre de cristaux sur le fil. Les stries sont rares et courtes, limitées à la surface des cristaux et aux surfaces polies. Ceux sont les esquillements et les polis, principalement localisés sur les cristaux et non sur la matrice qui dominent au sein des traces d'usure ;
- enfin, sur la pièce utilisée pour creuser la terre, la corrosion et l'émoussé sont très intenses (*continuous breakage*) et très couvrants. Les stries et les esquillements sont rares, mais ces derniers peuvent être de grandes dimensions. Un poli de coalescence douce grenue moyennement brillant est parfois associé à la corrosion et à l'émoussé.

D - Synthèse des résultats issus de l'étude du référentiel expérimental

En ce qui concerne les macro-traces, l'une des principales différences observées par rapport au silex est le développement plus systématique et plus prononcé d'un émoussé du tranchant se superposant aux premiers esquillements d'utilisation, quelle que soit la matière travaillée (peau, bois, os) sur les supports en quartzite. Sur le silex, on observe une superposition plus importante des esquillements dans le cas du travail des matières dures, et des émoussés se développant quasiment uniquement dans le cadre du travail de la peau. Le développement de ces émoussés pourrait être mis en relation avec une baisse d'efficacité assez rapide souvent constatée pour les tranchants en quartzite au cours de nos expérimentations et principalement dans le cadre du travail de matières mi-dures et dures.

Malgré les quelques réserves que nous avons émises – notamment en raison de certaines difficultés de lecture des esquillements, en particulier sur les quartzites à grain moyen – notre étude largement illustrée montre que l'échelle macroscopique, utilisant une combinaison de critères, peut être pertinente dans le cadre des études tracéologiques d'industries en quartzite de la vallée d'Aure et des terrasses de la Garonne (figure 50). Elle permet dans un premier temps d'identifier les pièces utilisées et de les sélectionner au sein d'ensembles numériquement importants, de localiser le bord actif, d'identifier le mode d'action et d'évaluer la dureté de la matière travaillée, voire, dans le meilleur des cas, de proposer une activité (*cf.* esquillements typiques de la boucherie). Cette idée va plutôt à l'encontre des observations de J. F. Gibaja et de ses collaborateurs (2009) qui considèrent que les macro-traces n'apportent pas de critères suffisamment diagnostiques pour la détermination des matières travaillées, car les esquillements ne sont pas aussi clairs que sur les autres roches, qu'ils sont moins fréquents et plus petits. Cette différence de point de vue pourrait s'expliquer par une différence dans le type de quartzite étudié, le degré de cohésion des grains et de ténacité conditionnant la manière dont les tranchants s'usent (Leipus, Mansur, *in* Gibaja *et al.*, 2009) : par perte de grains conduisant à un émoussé ou bien par fracture (esquillements). Les quartzites étudiés par ces auteurs, provenant du sud du Portugal, pourraient ainsi être particulièrement sensibles aux émoussés et développer peu d'esquillements. L'approche macroscopique nécessite par contre selon nous une bonne qualité de conservation des pièces analysées et, si la conservation le permet, elle doit être complétée par un examen microscopique qui apportera une confirmation ou une interprétation plus précise des modes de fonctionnement proposés à partir de l'observation à faible grossissement.

En ce qui concerne l'approche microscopique, les types de quartzite analysés se prêtent bien à la recherche des différents stigmates d'usure dont la présence avait été mise en évidence par nos collègues sur les quartzites de la Péninsule ibérique (Clemente-Conte, Gibaja Bao, 2009 ; Gibaja *et al.*, 2009). Si les micro-polis et les micro-émoussés présents sur les silex et sur les quartzites sont comparables pour un même mode de fonctionnement, il existe sur le quartzite un panel de traces

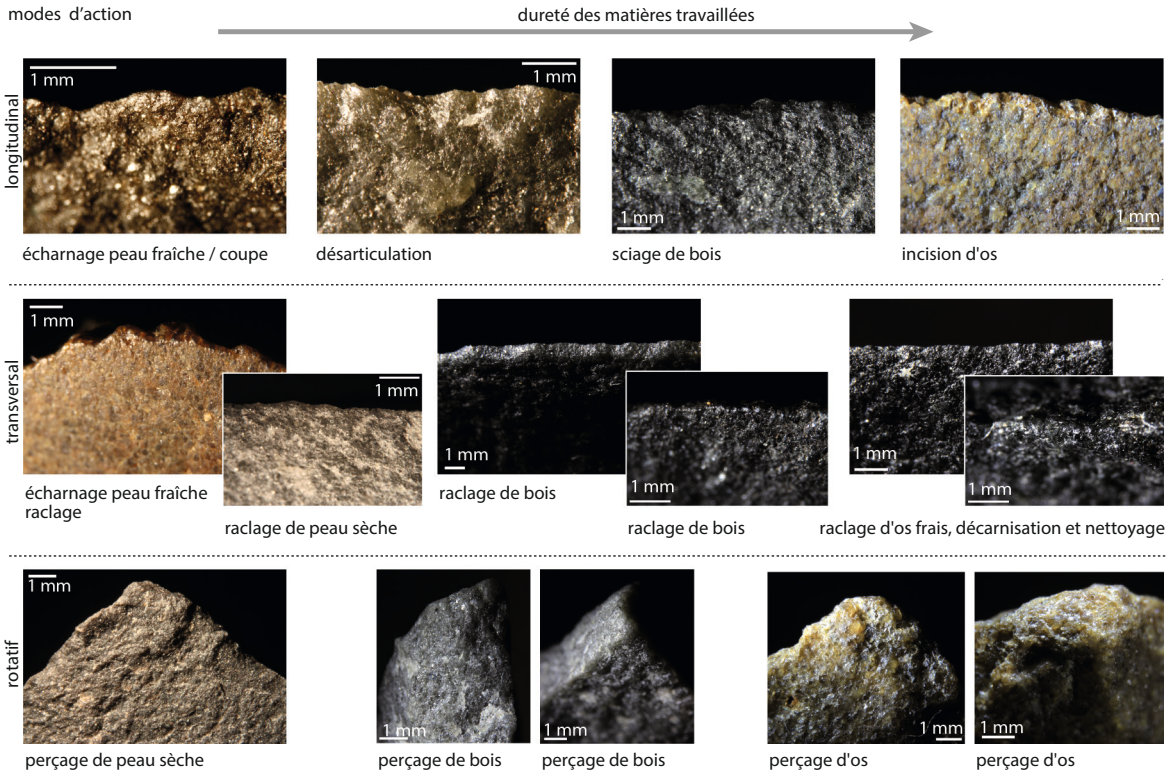


Figure 50 - Synthèse des principales macro-traces d'utilisation observées sur les éclats bruts en quartzite, en fonction de la dureté de la matière travaillée et du mode d'action (clichés : É. Claud).

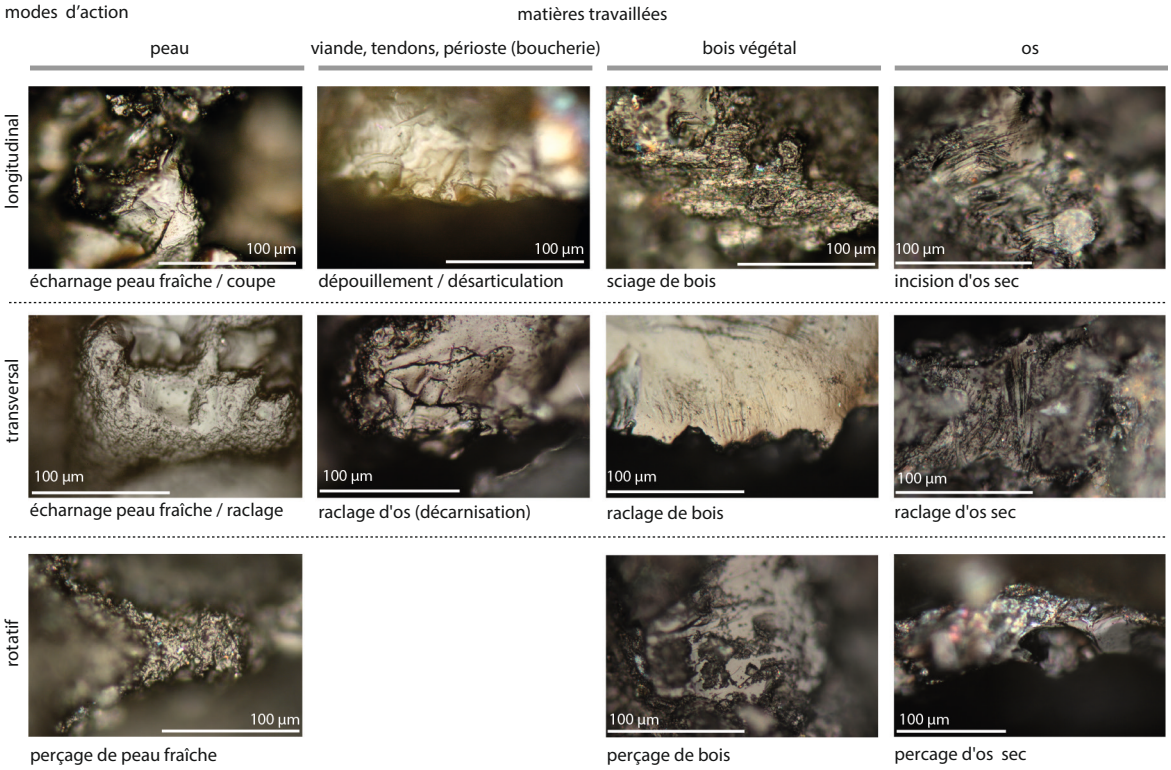


Figure 51 - Synthèse des principales micro-traces d'utilisation observées sur les éclats bruts en quartzite, en fonction de la nature de la matière travaillée et du mode d'action (clichés : É. Claud).

spécifiques dont la prise en compte est capitale dans l'interprétation des modes de fonctionnement. En effet, la corrosion, les stries et les esquillements portés par les cristaux constituent des indices dont l'importance a été révélée grâce à l'étude de ce référentiel. La documentation de la variabilité de l'ensemble des micro-traces en fonction des modes de fonctionnement nous permet aujourd'hui de disposer de clefs de lecture pour l'interprétation des pièces archéologiques et de traces de comparaison (figure 51).

7 - Le référentiel de denticulés expérimentaux

(C. Thiébaut, A. Coudenneau, É. Claud, M.-G. Chacón-Navarro)

A - Pourquoi un tel référentiel ?

Pendant de nombreuses années les pièces encochées ont souffert d'une mauvaise réputation résultant de leur confusion avec des pièces simplement altérées par des phénomènes mécaniques (Thiébaut, 2005, 2007a, 2007b, 2007c). Elles tendent, néanmoins, depuis deux décennies, à être réhabilitées au rang de production humaine dont les finalités suscitent cependant de nombreuses interrogations. En effet, au-delà des questions relevant des aspects taphonomiques de ces pièces, se posent celles de leur rôle technologique (nucléus, phase intermédiaire à la réalisation de racloirs ou outils) et de leur fonction domestique.

Si certains auteurs les considèrent comme des nucléus (*cf.* notamment : Geneste *et al.*, 1997 ; Bourguignon *et al.*, 2004), il semble que cette hypothèse ne puisse être généralisée à l'ensemble des pièces encochées et qu'elle ne soit pas, à l'heure actuelle, démontrée dans les séries rapportées au *Moustérien à denticulés* (Bordes, 1961a, 1961b ; Thiébaut, 2005, tome 1). Conscientes que cette terminologie apparaît aujourd'hui un peu réductrice pour qualifier un groupe culturel (Thiébaut, 2013 ; Thiébaut *et al.*, 2014), notre propos n'est pas ici de discuter de la pertinence des faciès de F. Bordes ou de ce que d'aucuns pourraient aujourd'hui appeler des technocomplexes (Delagnes *et al.*, 2007) mais d'appréhender la fonction des pièces encochées afin d'identifier une éventuelle spécialisation de ces outils. Cette approche, ayant pour finalité une meilleure compréhension des comportements techno-économiques des groupes humains du Paléolithique moyen, permettra de mieux apprécier le caractère culturel qui pourrait être lié à cet outil. L'étude techno-économique précise d'industries lithiques de différents gisements (notamment Mauran, la Borde, les Fieux couche K, Saint-Césaire niveau Egpf) met en évidence la production de pièces encochées aux dépens de supports relevant du plein débitage Discoïde, présentant ainsi des caractéristiques technologiques communes à différentes séries (Thiébaut, 2005, tome 2). Ces pièces témoigneraient donc de l'anticipation d'un besoin spécifique ne correspondant pas à des outils expédients comme cela avait été avancé pour d'autres ensembles technologiques (Geneste, 1985 ; Meignen, Vandermeersch, 1986 ; Meignen, 1988). Néanmoins, bien que dominant l'outillage retouché, ces éléments ne constituent pas la principale finalité de la chaîne opératoire de débitage, puisque, dans ces séries, l'outillage retouché constitue moins de 10 % des supports produits. La production est donc principalement orientée vers l'obtention de pointes pseudo-Levallois et d'éclats épais à dos débordant destinés à être utilisés bruts (Thiébaut, 2013). Parallèlement à ces ensembles techniques, il existe un petit nombre de séries comportant des denticulés réalisés sur des éclats relevant d'un débitage Levallois (Jonzac couche 8 : Jaubert *et al.*, 2008 ; abri Brouillaud : Geneste, 1985).

À cette relative diversité des supports des pièces encochées, s'ajoute d'importantes variations morphométriques au sein des encoches et des denticulés, qui pourraient correspondre à des fonctions et/ou des fonctionnements distincts (Thiébaut, 2003).

D'un point de vue archéozoologique, quelques séries sont associées à une faune monospécifique (Mauran, Laborde, les Fieux Kdenticulés : Jaubert *et al.*, 1990 ; Farizy *et al.*, 1994 ; Gerbe *et al.*, 2014) mais ce n'est pas systématiquement le cas (Thiébaut *et al.*, 2014). Leur relation directe avec l'acquisition et le traitement de carcasses de grands bovidés ne peut être établie sans le recours aux analyses tracéologiques. Ces pièces pourraient être utilisées pour la réalisation de structures en bois.

Déchainant assez peu les passions des Préhistoriens, ces pièces n'ont pas bénéficié d'analyses tracéologiques de grande ampleur. Ainsi, les rares études fonctionnelles publiées sur les pièces encochées concernent généralement des échantillons numériquement très faibles d'encoches et de denticulés au sein desquels les différents types de denticulés ne sont pas détaillés (Gysels, Cahen, 1981 ; Anderson-Gerfaud, Helmer, 1987 ; Beyries, 1987a, 1993b ; Shchelinskij, 1993 ; Lemorini, 2000 ; Martínez-Molina, 2005). L'absence d'étude systématique de l'ensemble de ces pièces au sein d'une série lithique ne permet donc pas d'apprécier une éventuelle spécialisation des différents outils encochés.

Les référentiels expérimentaux spécifiques à ce type de pièces sont encore plus rares et laconiques et les seules hypothèses et données de comparaison disponibles concernent des essais d'utilisation d'encoches et de denticulés lors d'actions longitudinales ou transversales sur du bois, publiées par F. Bordes au début des années 1960 (Bordes, 1961a) et par S. Kantman (1970a, 1970b).

Afin de déterminer la fonction de ces pièces, le recours à des analyses tracéologiques était donc inévitable et la réalisation d'un référentiel expérimental indispensable.

B - La production des pièces encochées

Pour la réalisation des pièces encochées expérimentales, nous avons privilégié la production d'outils similaires à ceux mis au jour à Mauran, aux Fieux et à Saint-Césaire. Nous avons donc réalisé des encoches clactoniennes et des denticulés à micro- et macro-denticulation en silex et en quartzite en utilisant des supports épais, relevant d'un concept de débitage Discoïde avec des dos corticaux ou débordants opposés mais aussi des pièces sur des supports plus fins comme certaines pièces de Mauran et de Saint-Césaire en mettant en œuvre un débitage Discoïde plus plat. Deux techniques principales ont été utilisées par deux tailleurs (V. Mourre et C. Thiébaut), la percussion directe avec un percuteur dur de type galet à touche convexe pour la production d'encoches clactoniennes et de denticulés à macro- et micro-denticulation et la percussion directe plus tangentielle avec un percuteur à touche dièdre de type tranchant d'éclat pour la réalisation des denticulés à micro-denticulation plus resserrée (*cf.* Thiébaut *et al.*, 2009b). Concernant les matières premières utilisées, nous avons sélectionné un large éventail de silex provenant de différentes régions (Murs, Sault, Charente et Sénonien de Dordogne). Pour les quartzites, dans un premier temps, nous avons surtout utilisé des quartzites à grains moyens et grossiers des alluvions de la Garonne. Mais très vite nous nous sommes rendu compte que ces quartzites ne présentaient pas les stigmates d'usures que l'on observait sur les outils archéologiques, l'usure se faisant sur les pièces expérimentales par perte de grains, entraînant un émoussé, plus que par le développement d'esquillements comme on pouvait pourtant l'observer sur les outils de Mauran. Nous avons alors ensuite privilégié la production de supports en quartzites fins provenant des alluvions de la Neste. Ces derniers, plus proches de la matière utilisée à Mauran et à la grotte du Noisetier, enregistraient quant à eux des usures de type esquillements.

C - Description des expérimentations et des contraintes rencontrées

Afin de constituer notre référentiel de traces, nous avons pratiqué différentes activités mettant en œuvre divers types d'actions sur des matières premières variées (*cf.* tableaux 1, 4, 9, 10). La constitution de ce référentiel s'est échelonnée sur six années, de 2007 à 2012, permettant ainsi de compléter le référentiel parallèlement aux observations effectuées sur le matériel archéologique.

Notre référentiel comporte 67 zones actives, 35 en silex et 32 en quartzite, utilisées en boucherie (n=33, dont deux encoches d'un même denticulé utilisées pour nettoyer le périoste en raclage), pour le traitement de la peau (n=8), du bois végétal (n=25) et, de manière beaucoup plus exceptionnelle, de la corne (perçage, n=1 bec).

a - Le travail du bois

Deux objectifs principaux ont guidé les activités mises en œuvre : l'acquisition de troncs ou de branches et leur transformation pour l'obtention de hampes destinées au séchage des peaux ou à la confection d'épieux pour la chasse. L'acquisition s'est effectuée selon un geste posé et une action longitudinale. Leur transformation a été réalisée selon un geste posé par actions transversales avec un angle plus ou moins ouvert (raclage, rabotage, appointage, écorçage). Différentes essences ont été utilisées permettant de travailler des bois plus ou moins durs (acacia, chêne, noisetier, hêtre, micocoulier et peuplier) frais et secs. Pour le sciage, nous avons privilégié l'utilisation de denticulés à micro-denticulation plus ou moins épais, mais nous avons aussi utilisé des denticulés à macro-denticulation et des encoches clactoniennes pour tester l'hypothèse proposée par F. Bordes et S. Kantman (*cf. supra*). Pour ces différentes expériences, les denticulés étaient tenus à mains nues ou avec une peau, aucun n'était emmanché.

En premier lieu, s'agissant de l'acquisition du bois, l'utilisation de pièces encochées en sciage est apparue nettement moins efficace que par percussion avec des bifaces ou des hachereaux (*cf.* Partie I, chapitres 2.9 et 2.10). Le temps nécessaire au sciage a varié entre 20 minutes pour des troncs ou des branches présentant des diamètres inférieurs à 3 cm et près d'une heure pour des diamètres de 6,5 cm. Le rapport entre l'énergie dépensée et le résultat obtenu paraît, à nos yeux de Sapiens du XXIe siècle, assez peu productif. Dans le détail, le sciage de bois tendre, même sec (peuplier), mi-dur comme le hêtre et dur comme le chêne (mais à l'état frais) n'a pas présenté de grandes difficultés avec des denticulés à micro-denticulation, même parfois épais. Il importe néanmoins que le profil du denticulé soit régulier et de préférence rectiligne pour avoir une plus grande longueur de tranchant utilisable et une pénétration plus aisée. En revanche, l'utilisation d'un denticulé épais à macro-denticulation en silex ainsi que le sciage avec des encoches clactoniennes, de morphologie en section convexo-concave, même de micocouliers frais, s'est avéré irréalisable. Bien que cela puisse sembler logique, nous voulions tester cette technique qui a été plusieurs fois avancée dans diverses publications (Bordes, 1961a ; Kantman, 1970a, 1970b). Soulignons que les troncs secs de chêne n'ont pas pu être sciés avec un denticulé tenu à la main. Le sciage de troncs de chêne sur pied a nécessité la prise de l'outil à deux mains rendue possible par des dimensions importantes des supports utilisés et supérieurs de quelques centimètres à la grande majorité des outils de Mauran ou des Fieux.

Pour le sciage, quelle que soit l'essence et son état de fraîcheur, l'utilisation d'un denticulé nécessite la réalisation d'une opération en « diabolo » afin que le support ne soit pas arrêté dans son action par sa propre épaisseur (*cf.* figure 6^c^).

Le sciage avec des denticulés en quartzite s'est avéré possible mais uniquement sur du bois tendre ou mi-dur et de faible diamètre.

La transformation des troncs et des branches intègre différentes activités : écorçage, rabotage, appointage et abrasion de la pointe (*cf.* Partie I, chapitre 1.2). Sans grande surprise, nous avons eu beaucoup plus de facilité à travailler des bois frais que des bois secs et il nous a même été impossible de raboter une branche de hêtre sec avec une encoche en quartzite (*cf.* Partie I, chapitre 1.2). Les fibres venant combler les vides laissés entre les grains, le tranchant nécessitait un nettoyage régulier. Il semblait aussi s'émousser plus rapidement, pénétrant ainsi moins dans la matière

travaillée. Les encoches clactoniennes en silex se sont aussi révélées plus efficaces que celles en quartzite pour raboter les troncs (*cf.* figure 6). Les encoches de morphologie plano-concave en section étaient les mieux adaptées à cette activité (*cf.* Thiébaut, 2003). Cette remarque est importante puisqu'un grand nombre d'encoches clactoniennes archéologiques présente des morphologies en section généralement convexo-concave, donc peu adaptées à ce type d'activité. Si la morphologie en section de l'encoche et l'amplitude de son ouverture apparaissent être des critères non négligeables pour une bonne efficacité de l'outil, l'angle de l'encoche, quant à lui, semble ici avoir peu d'incidence, tant qu'il est compris entre 45° et 70°.

b - Les activités de boucherie

Pour les activités de boucherie, différentes espèces animales ont été traitées selon des modalités différentes : une demi-carcasse de Sanglier et six demi-carcasses de biches ont été dépouillées, décharnées, les tendons parfois prélevés et certaines carcasses désarticulées (figures 13-15). Une patte de Bison a été décharnée et ses tendons prélevés. Parallèlement, un os de Bœuf a été raclé avec une encoche afin de préparer la surface de l'os pour le fracturer et récupérer la moelle.

Pour le traitement de deux demi-carcasses, appartenant à un sanglier et à une biche, nous avons pris le parti d'utiliser un même denticulé pour les différentes étapes de la chaîne opératoire (dépouillement, désarticulation, prélèvement de la viande et des tendons). Cela a permis d'évaluer d'une part la durée de vie d'un denticulé et d'autre part, son efficacité au cours des différentes étapes. Ces deux aspects étaient importants, car nous savons que lorsqu'une industrie présente un outillage retouché dominé par les denticulés, ces derniers, sont proportionnellement peu nombreux par rapport aux éclats bruts (Thiébaut, 2007b). Il était donc intéressant de pouvoir établir un lien éventuel entre le faible effectif de ces pièces et une durée de vie peut-être plus longue que d'autres outils (éclats bruts, racloirs). Pour le demi-sanglier, un seul denticulé en silex à macro-denticulation a été nécessaire et à l'issue de l'expérience, il était encore utilisable. Toutes les étapes de la chaîne opératoire de traitement de la carcasse ont été effectuées, exception faite du prélèvement des côtes et des tendons et de la désarticulation complète des os des membres (*cf.* Partie I, chapitre 1.3). Le denticulé a donc été utilisé pendant 2 h 18 min pour prélever la peau de l'animal, pour la désarticulation du haut des membres et le prélèvement de la viande présente sur les membres et sur le squelette axial. Il a été efficace au cours des différentes étapes, plus particulièrement pour le dépouillement et la désarticulation des membres. Cependant, si le prélèvement de la viande a été effectué, l'outil semblait moins adapté qu'un long tranchant brut pénétrant avec plus de facilité dans la viande.

Pour la première demi-carcasse de biche, quatre denticulés à moyenne et macro-denticulation ont été nécessaires. Ils ont été utilisés jusqu'à ce que le tranchant ne soit plus efficace, avec des durées d'utilisation variant de 1 h 10 min à 2 h 50 min. À l'exception de la désarticulation complète des os des membres, les autres étapes de la chaîne opératoire de traitement de la carcasse ont été effectuées, y compris le prélèvement des côtes et des tendons. Les denticulés ont donc été utilisés pour le dépouillement de l'animal, pour la désarticulation du haut des membres, le prélèvement de la viande, des côtes (raclage et sciage) et des tendons. L'efficacité des denticulés lors du dépouillement, de la désarticulation des métapodes et du prélèvement des tendons s'est confirmée, en revanche, leur utilisation pour prélever la viande et désarticuler le fémur semble peu adaptée. La présence de macro-denticulation associée à l'épaisseur de la viande, plus importante chez un cerf que sur un sanglier, ne permettait pas une bonne pénétration de l'outil si on attaque la cuisse par l'extérieur. Comme nous le verrons plus loin, la désarticulation du fémur en commençant par l'intérieur de la patte s'avère beaucoup plus efficace et cela avec n'importe quel type d'outil et quelle que soit sa dimension.

La seconde demi-carcasse de biche a été traitée avec cinq denticulés de différents morphotypes. Cette fois-ci nous avons utilisé les différentes pièces pour une seule activité : dépouillement, prélèvement de la viande et désarticulation du haut des pattes, prélèvement des tendons et désarticulation des bas de pattes ou découpe de la longe en petits morceaux sur un support en bois. Ce choix a été guidé par la volonté de caractériser les traces liées à une étape spécifique (dépouillement, désarticulation, prélèvement de viande) sur le matériel expérimental afin de pouvoir éventuellement préciser l'étape au cours de laquelle ont servi les outils archéologiques utilisés pour la boucherie.

Pour le traitement de la troisième demi-carcasse, nous avons aussi utilisé différents denticulés en quartzite (n=6), les caractéristiques des denticulés variant en fonction de l'étape de boucherie : le prélèvement de la peau s'est effectué avec un denticulé à micro-denticulation et un denticulé à moyenne denticulation emmanchés, la partie proximale vers l'extérieur, sans colle ni ligature, dans une petite hampe de bois préalablement fendue. Cette technique facilite la préhension et permet d'exercer plus de pression sur l'outil. La désarticulation de la tête et des pattes avant et arrière a été réalisée avec deux denticulés à moyenne et micro-denticulation parfois emmanchés. Des denticulés à micro-denticulation ont servi pour le prélèvement des tendons et la désarticulation des bas de pattes. Enfin, la viande a été prélevée avec deux denticulés à macro- et moyenne denticulation.

Les différents denticulés utilisés pour ces deux demi-carcasses ont été très efficaces et la majorité de ceux en silex étaient encore fonctionnelle. En revanche, les denticulés en quartzite se sont plus rapidement émoussés et à l'issue de l'expérimentation, ils étaient, à l'exception d'une pièce utilisée seulement neuf minutes, trop émoussés pour être encore efficaces.

La quatrième demi-carcasse de biche a été traitée avec cinq nouveaux denticulés en quartzite en changeant de pièce à chaque étape du prélèvement de la peau et du prélèvement de la viande. Il n'y a pas eu de désarticulation des pattes postérieures. Les différents denticulés utilisés ont été efficaces, exception faite de TH09 Q3 présentant des dimensions trop petites pour que la pièce puisse être utilisée à main nue. Comme pour le rabotage de branche, l'un des inconvénients des pièces en quartzite tient au fait de la nécessité de les nettoyer régulièrement. En effet différentes particules de l'animal traité viennent combler les vides présents entre les grains de quartzite et amoindrissent ainsi l'efficacité du tranchant en rendant le fil moins coupant.

Une dernière carcasse de biche a été traitée avec cinq denticulés en quartzite pour la désarticulation des quatre membres, le prélèvement de la totalité de la viande, le dépouillement et le prélèvement des tendons d'une seule patte. De nouveau, le nettoyage régulier qu'ont nécessité les tranchants a rendu les denticulés en quartzite assez peu adaptés pour cette activité.

Pour l'expérimentation menée sur le bison, nous avons utilisé un denticulé en silex pour désarticuler les os et prélever des tendons du membre postérieur gauche et trois denticulés en quartzite pour désarticuler, prélever les tendons et la viande du membre postérieur droit. Afin de répondre aux interrogations suscitées par l'association de denticulés de petites dimensions à des carcasses de Bison sur le site Mauran ou des Fieux, l'un des objectifs était ici de tester l'efficacité de denticulés de petites dimensions lors du traitement de proie aux dimensions imposantes.

La désarticulation de l'humérus a été effectuée sans difficulté avec un support de faibles dimensions car nous avons incisé la viande par l'intérieur du membre et non par l'extérieur. Malgré le nettoyage fréquent indispensable des supports en quartzite, tous les outils ont permis d'atteindre les objectifs fixés. À noter que cette expérimentation ayant été effectuée la dernière année du PCR, les expérimentateurs, aidés en outre par les conseils d'un boucher, étaient probablement plus compétents que lors des premières années.

Enfin, un fémur de Bœuf a été raclé avec un denticulé en silex pendant près d'une heure pour enlever le périoste avant sa fracturation pour récupérer la moelle. Les différentes encoches ont été utilisées alternativement et se sont avérées efficaces, exception faite de la première encoche, dont la morphologie en section était peu adaptée, la face de dépouille / d'attaque présentant une convexité gênante.

c - Le travail de la peau

Des pièces encochées ont aussi été utilisées pour travailler la peau (figures 17, 19) :
- un bec pour percer de la peau fraîche ;
- un denticulé en quartzite et un denticulé en silex pour découper une peau de biche sèche humidifiée ;
- deux autres denticulés, un en silex et un en quartzite pour découper une peau sèche de bovidé ;
- enfin, deux encoches en silex et un denticulé en quartzite utilisés comme outils dormant pour assouplir des lanières de peau.

Nous n'avons pas pratiqué d'écharnage sur peau fraîche, les pièces encochées étant peu adaptées à ce type d'activité en raison du risque élevé de percer la peau. Les peaux sèches étaient généralement posées sur l'herbe et découpées à partir de la face interne de la peau (fleur ou hypoderme). Une des peaux de vache a été posée sur un billot en bois sec, hypoderme vers le ciel, et découpée en lanières par incisions parallèles, selon un geste longitudinal. Bien que l'objectif ait été atteint les outils utilisés ne nous ont pas semblé plus efficaces qu'un tranchant brut. La découpe avec les denticulés en quartzite s'est avérée assez laborieuse, de même que l'assouplissement de lanières.

Les lanières provenant de la découpe des peaux de cervidés ont été assouplies avec 3 encoches dont l'une était fixée dans une fissure de billot de chêne sec permettant de réaliser l'assouplissement par un seul expérimentateur. L'assouplissement s'est effectué par un frottement bidirectionnel de la lanière dans l'encoche (figure 19). Les autres encoches étaient posées verticalement sur un billot et tenues par l'un d'entre nous à l'aide de baguettes de bois. Les lanières assouplies selon cette technique étaient plus souples que celles assouplies par frottement sur le tronc d'un chêne.

d - Bilan

Au cours des différentes activités mises en œuvre, les denticulés utilisés ont présenté une relative efficacité, exception faite des pièces en quartzite pour le travail de la peau et le raclage du bois. Leur utilisation en boucherie, bien que possible, a nécessité un nettoyage fréquent de la pièce. En effet, l'inconvénient majeur, noté par les différents expérimentateurs, était la rapidité avec laquelle les tranchants en quartzite semblaient s'émousser. L'analyse de ces derniers à la loupe binoculaire n'a pourtant pas révélé d'émoussé important. En réalité, lors de l'utilisation de tranchants en quartzite, notamment lors d'activités mettant en jeu des gestes posés et des contacts linéaires ou diffus (comme des activités de raclage ou de découpe) et plus particulièrement lorsque les tranchants sont en contact avec des matières molles ou fibreuses (peau fraîche, graisse, viande et bois), des particules de matières travaillées épousent les surfaces des parties utilisées et comblent les vides entre les grains de quartz. Cela atténue alors le caractère acéré et abrasif du tranchant. Les denticulés en quartzite nécessitent donc un nettoyage régulier de leur tranchant pendant leur utilisation. Cette particularité avait déjà été notée précédemment lors d'expériences faisant intervenir des tranchants bruts en quartz filonien (Bracco, Morel 1998).

En ce qui concerne l'efficacité des outils encochés, il est intéressant de noter que le travail du bois, en raclage ou en sciage, nécessite, pour une plus grande efficacité, des morphologies de tranchant particulières. Un tranchant rectiligne en profil et en plan, plutôt biplan en section sera adapté au sciage. Une longueur importante du tranchant permet le sciage de troncs en bois dur, sur pied, en prenant l'outil à deux mains. La présence de micro-denticulation permet une pénétration plus aisée dans le bois qu'un simple tranchant brut. Pour le raclage, les morphologies plano-concaves ou biplanes en section se sont avérées plus adaptées, mais la présence d'une encoche n'est en réalité pas indispensable.

Selon l'étape de la chaîne opératoire de boucherie, différentes morphologies de pièces encochées peuvent être utilisées. La dimension des supports nous a semblé être un critère peu déterminant pour l'efficacité des outils lors de la boucherie, car même les plus petits ont été efficaces lors du traitement de carcasses de grands herbivores, qu'il s'agisse du prélèvement de la viande ou de la désarticulation des membres. Pour le dépouillement, la présence d'une denticule pointue en partie apicale du support a permis d'inciser la peau plus facilement, mais tous les types de denticulés peuvent être utilisés lors de cette étape. En ce qui concerne le prélèvement de la viande, le caractère irrégulier des tranchants denticulés en comparaison à un tranchant brut semble peu influer sur l'efficacité de l'outil. Il faut néanmoins admettre que l'utilisation de denticulés pour cette étape ne présente pas d'apport majeur par rapport à un simple tranchant brut qui pénètre avec une plus grande fluidité dans l'épaisseur de la viande.

En revanche, la désarticulation des os des membres nécessitant plutôt des supports peu épais et dont la morphologie du tranchant (délinéation, angle de coupant) permet facilement de pénétrer au sein des articulations, les denticulés sont ici apparus nettement moins adaptés que des tranchants bruts. Le prélèvement des tendons peut se faire avec des denticulés, notamment avec des denticulés à micro-denticulation qui pénètreront plus facilement l'épaisseur du tendon.

Concernant l'activité de boucherie *sensu lato*, il est intéressant de noter, qu'au final, l'utilisation de denticulés n'apparaît pas comme un avantage majeur par rapport à un simple tranchant brut en silex. Leur principal atout semble être le « mordant » que leur confère leurs denticules, permettant de dilacérer les matières souples mais résistantes comme la peau ou les tendons, et, dans le cas des denticulés en silex, leur longévité plus importante qu'un tranchant brut.

Enfin, il faut noter que, quelle que soit l'activité pratiquée, la présence d'un dos opposé au tranchant actif permet une meilleure prise en main de l'outil.

D - Les stigmates d'usure portés par les outils expérimentaux

Nous renseignons ci-dessous les macro-traces portées par les zones actives des pièces encochées utilisées. En effet, comme déjà évoqué (Partie I, chapitre 2.2.B), les micro-traces sont plus fragiles et plus rarement conservées sur les séries anciennes et dépendent peu de la morphologie des tranchants, contrairement aux macro-traces, dont l'étude nécessite ainsi l'élaboration de référentiels spécifiques.

Quant aux éventuelles macro-traces produites par la préhension ou l'emmanchement des rares pièces encochées emmanchées, elles se sont révélées absentes lors de nos observations à la loupe binoculaire. Il est vrai que les zones emmanchées présentent un angle ouvert (dos), qui ne favorise pas la formation d'esquillements.

a - Des outils sans trace ou presque

Au sein de notre référentiel, 11 outils utilisés, tous en quartzite, ne portent aucune macro-trace d'utilisation, à l'exception d'un grain possiblement émoussé (tableau 17). Différents paramètres semblent être en cause, intervenant vraisemblablement de manière combinée :

- la matière première du support : ce paramètre semble être un élément majeur, bien qu'il ne soit pas déterminant à lui seul comme on le verra plus loin dans le cadre d'une utilisation de la pièce en percussion (Partie I, chapitre 2.9). Néanmoins, lors d'activités mettant en œuvre un geste posé, il apparaît que les esquillements se développent nettement moins sur les denticulés en quartzite que sur les denticulés en silex. Cette différence, liée aux matières premières, a aussi été soulignée pour les tranchants bruts (Partie I, chapitre 2.6). Cette donnée est importante et devra être évoquée lors des interprétations issues de l'analyse du matériel archéologique afin d'éviter toute conclusion hâtive en terme d'économie des matières premières ;

- la durée d'utilisation : ce paramètre est tout aussi important, étant évident que plus un tranchant est utilisé longtemps, plus les traces ont le temps de se développer. Néanmoins, il n'explique pas à lui seul l'absence de trace puisque des outils utilisés pendant plus d'une heure sont dépourvus de macro-traces ;
- la matière travaillée : paramètre important à prendre en considération, puisque le dépouillement par exemple, comme on le verra plus loin, ne laisse généralement pas ou peu de macro-traces, qui seront de toute manière difficilement interprétables. Au contraire, tous les denticulés en quartzite utilisés sur du bois portent au moins un type de macro-trace. Ainsi, comme pour les tranchants bruts (Partie I, chapitre 2.5) plus la matière en contact est souple et moins le tranchant porte de macro-traces, même pour des durées très longues.

	Boucherie		Travail de la peau	
	Dépouillement	Décharnement	Découpe de peau sèche	Assouplissement de lanières
Quartzite à grain moyen (n=6)	2 outils (de 9 à 40 min)	3 outils (9 à 30 min)	1 outil (21 min)	-
Quartzite à grain grossier (n=5)	1 outil (69 min)	3 outils (16 à 65 min)	-	1 outil (21 min)

Tableau 17 - Décompte des outils sans macro-traces d'utilisation.

À ce nombre de supports sans traces s'ajoutent 15 outils (5 en silex et 10 en quartzite) présentant des macro-traces mais qui ne seraient pas, dans un contexte archéologique, interprétables avec certitude comme relevant d'une utilisation du tranchant (tableau 18). Ces macro-traces sont peu développées (nombre d'esquillements réduit) et/ou elles présentent des morphologies communes à certaines altérations naturelles. Les mêmes paramètres que ceux cités précédemment se combinent pour expliquer cette observation. Le degré de finesse de la matière première, la durée d'utilisation et/ou le type de matière travaillée déterminent ainsi le caractère diagnostique ou non des macro-traces. En effet, les denticulés en quartzite présentant des macro-traces non diagnostiques sont, soit des supports en quartzite à gros grain utilisés sur des matériaux durs mais pendant un temps court, soit des outils sur quartzite fin utilisés plus longuement mais sur des matières très tendres. Pour deux denticulés en silex, la découpe de matières tendres (dépouillement ou découpe de viande sans contact avec l'os), pourtant utilisés relativement longtemps (57 et 80 minutes), n'a pas produit de macro-traces d'utilisation suffisamment caractéristiques. C'est également le cas d'un denticulé utilisé, selon une courte durée, pour le sciage d'un bois tendre et frais (figure 52).

		Silex (n=6)	Quartzite grain fin / très fin (n=5)	Quartzite grain moyen (n=2)	Quartzite grain grossier (n=2)
Boucherie	Dépouillement	1 outil (57 min)	-	-	-
	Découpe de viande	1 outil (38 min)	-	-	-
	Décharnement	1 outil (80 min)	2 outils (15 et 26 min)	1 outil (44 min)	-
	Désarticulation + décharnement	1 outil (167 min)	-	-	-
	Désarticulation	-	2 outils (10 et 14 min)	1 outil (26 min)	-
	Dépouillement des pattes + prélèvement des tendons	-		1 outil (40 min)	-
Travail de la peau	Découpe peau sèche	-	1 outil (19 min)	-	-
Travail du bois	Sciage (peuplier sur pied)	1 outil (19 min)	-	-	-
	Raclage (hêtre sec)	-	-	-	2 outils (2 + 7 min)

Tableau 18 - Décompte des outils présentant des macro-traces, jugées non diagnostiques d'une utilisation.

Au final 41 zones actives sur 67 présentent des traces diagnostiques d'une utilisation, soit environ 61 % de notre corpus. Bien qu'un peu décevants, ces résultats n'en gardent pas moins toute leur importance puisqu'ils soulignent et rappellent ici l'intérêt et les limites imputables à l'approche tracéologique à faible grossissement pour l'identification des activités pratiquées, même dans des conditions idéales de conservation des traces.

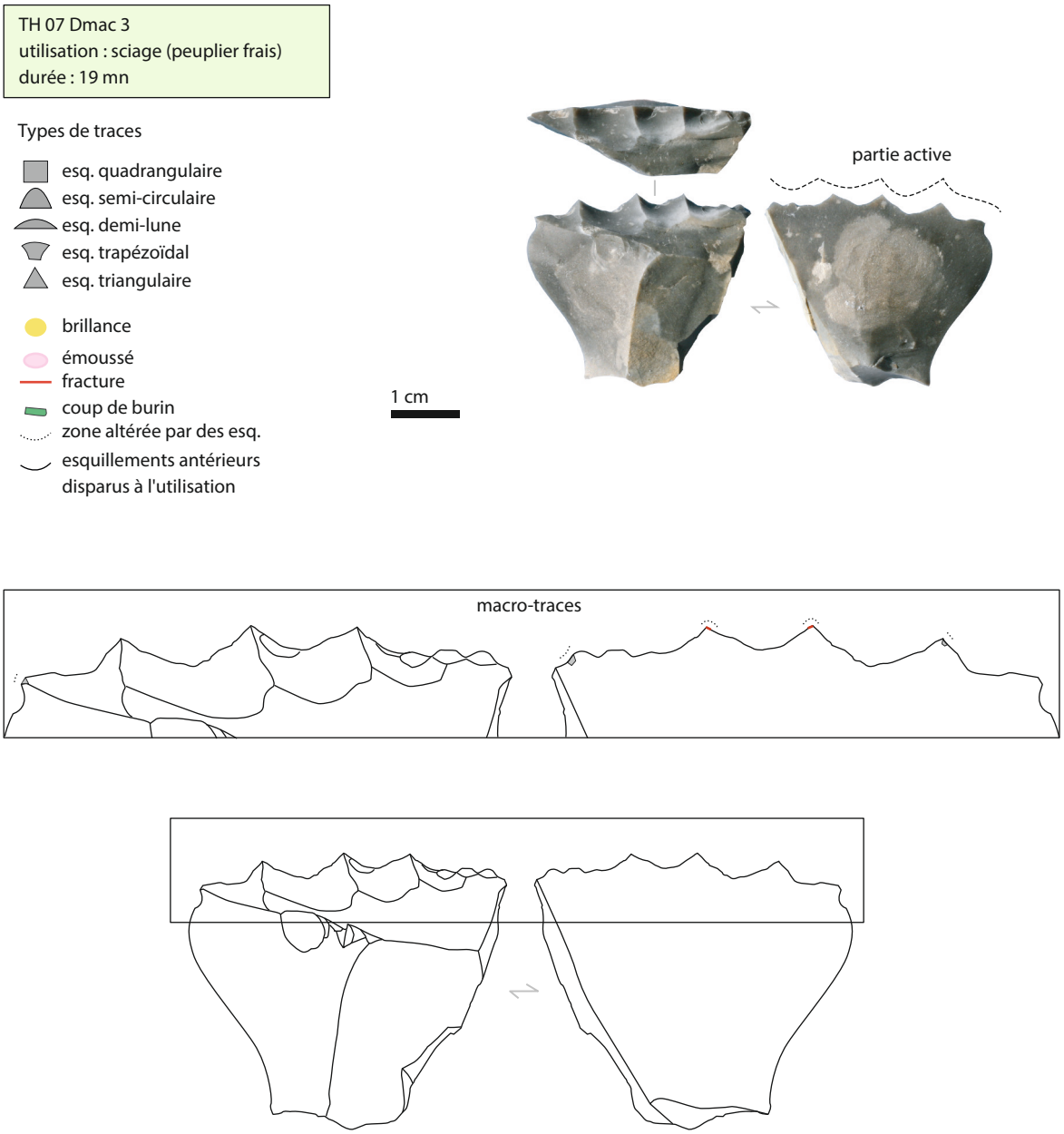


Figure 52 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un denticulé en silex utilisé pour scier du bois de peuplier frais (clichés et DAO : C. Thiébaut).

b - Les différents types de traces présentes en fonction des activités pratiquées

Trois types de traces macroscopiques ont été observés (*cf.* Partie I, chapitre 2.4) :
- des esquillements ;
- des micro-fractures ;
- des émoussés.

Toutes les modifications observées sur chacune des pièces ont été schématisées sur un dessin représentant la pièce analysée (p. ex. figures 52-62). Cette démarche intermédiaire à l'enregistrement des traces dans la base de données permet la restitution schématique de certaines caractéristiques propres à un mode d'action (localisation, distribution) et une matière travaillée (morphologie et type de traces).

Le référentiel de pièces présentant des traces interprétables comme le résultat d'une utilisation de l'objet compte 41 zones dont 34 % des supports en quartzite (11/32) et 86 % en silex (30/35). En termes de matières travaillées, il est évident que les matières tendres seront dans cette partie les moins bien représentées (tableau 19). En effet, les outils ayant découpé la peau ou de la viande sans contact avec l'os ne présentent généralement aucune macro-trace (tableau 17) ou des traces trop peu développées pour être reconnues et interprétées lors de l'étude des outils archéologiques (tableau 18). Il s'agit d'émoussés peu développés et de rares esquillements, de petites dimensions et dont la localisation, la distribution et la morphologie ne sont pas caractéristiques d'une utilisation.

	Nombre de pièces portant des traces considérées comme diagnostiques en contexte archéologique	Nombre total de pièces	%
Actions longitudinales	23	45	51
Matières tendres (peau, viande)	1	6	17
Matières tendres avec rares contacts os	3	13	23
Matières tendres à mi dures (désarticulation, tendons)	7	11	64
Boucherie (toutes étapes)	2	2	100
Matières mi-dures abrasives (peau sèche)	1	3	33
Matières mi-dures à dures (bois tendre frais à bois dur sec)	9	10	90
Actions transversales	10	12	83
Matières mi-dures abrasives (peau sèche)	2	3	67
Matières mi-dures (bois)	7	8	88
Matières dures (os)	1	1	100
Action rotative	1	1	100
Matières tendres (peau fraiche)	1	1	100

Tableau 19 - Décompte des outils présentant des traces d'utilisation considérées comme diagnostiques, en fonction des modes d'action et des catégories de matières travaillées.

1 - Caractéristiques des stigmates (figures 52-64)

Comme c'est le cas sur les tranchants bruts, nous avons constaté que le type d'action effectué a des incidences sur la position des macro-traces. Les actions longitudinales ont davantage créé des esquillements sur les deux faces (22/24). Seulement deux denticulés en quartzite utilisés pour scier une branche de hêtre sec présentent, soit un seul esquillement soit 3 esquillements sur une seule face. Les actions transversales (raclage, rabotage) ont, quant à elle, majoritairement produit

des altérations sur une seule face (7/9). Les esquillements et micro-fractures sont, sans surprise, concentrés sur les zones où les contacts sont les plus fréquents et/ou les plus intenses (plus de pression), c'est-à-dire, au sommet des denticules dans le cas d'actions longitudinales, et sur les pans des encoches utilisées pour scier ou pour racler de la peau ou du bois. Quant aux émoussés, ils se développent, de fait, sur les parties actives qui sont le plus en contact avec la matière travaillée : les denticules et le fil du tranchant. Dans trois cas de sciage de bois sec (peuplier et chêne), on observe également un émoussé envahissant sur les nervures des négatifs des encoches. Enfin, dans le cas d'une pièce en quartzite utilisée pour assouplir des lanières en cuir, l'émoussé a été observé non pas sur le fil du tranchant mais sur un ou plusieurs grains / cristaux de la zone où les contacts étaient les plus intenses. L'émoussé est aussi bien présent sur des pièces utilisées en boucherie (6 cas sur 14), pour le sciage de bois sec (5 cas sur 14) que pour le travail de peau sèche (3 cas sur 14).

- Les esquillements

L'agencement des esquillements dépend très nettement et selon toute logique de l'action effectuée mais aussi en partie de la matière travaillée. Dans le cadre d'actions transversales, les esquillements sont continus et alignés pour les matières mi-dures (peau sèche, bois tendre) ou superposés pour les matières dures (bois dur sec et os). Dans le cadre d'actions longitudinales, les esquillements sont majoritairement discontinus et isolés ou alignés. La superposition des négatifs est plus fréquente lors d'un contact avec un matériau dur, comme les nombreux contacts avec l'os lors du traitement d'une carcasse. Les denticulés utilisés en boucherie ou sur du bois dur comportent, de manière logique, plus fréquemment des esquillements superposés.

L'initiation des esquillements est presque toujours en flexion, des initiations en cône s'observant parfois dans le cadre de la boucherie avec nombreux contacts avec les os, ainsi que sur les tranchants ayant raclé le périoste.

La morphologie des esquillements paraît liée à la dureté de la matière travaillée, mais aussi, dans une moindre mesure, à l'action effectuée. Les morphologies quadrangulaires sont très fréquentes quelle que soit la matière travaillée, exception faite pour le raclage de peau sèche pour lequel les morphologies semi-circulaires dominent. Cette morphologie n'est donc pas un critère discriminant d'un type de matière travaillée. En revanche, bien qu'elles ne dominent pas, les morphologies triangulaires et les terminaisons en escalier ou rebroussées se rapportent nettement à un travail de boucherie, huit denticulés sur onze présentant au moins un enlèvement de ce type, qu'il s'agisse de supports en silex comme de supports en quartzite. La présence de cette morphologie d'esquillement et de terminaison pourrait donc, comme dans le cas des éclats bruts, être une caractéristique des pièces utilisées en boucherie. À noter que deux des trois pièces utilisées en boucherie, mais ne présentant pas ce type d'esquillements, ont été utilisées pour la découpe de matière tendre et/ou peu de temps (moins de dix minutes) pour la désarticulation ou la découpe de tendons (un denticulé en silex et un denticulé en quartzite). La dernière pièce, en quartzite fin, a été utilisée 18 minutes pour la désarticulation des os des membres, mais porte un nombre d'esquillements inférieur à dix, ces derniers étant de morphologie semi-circulaire, avec une terminaison en escalier.

Le travail de matière mi-dure comme le bois entraîne quant à lui la formation d'esquillements généralement quadrangulaires et/ou trapézoïdaux et en demi-lune. Leur terminaison est fine. Soulignons qu'une seule zone active utilisée pour le travail du bois a livré un esquillement triangulaire se terminant en escalier. Le rabotage d'épieu en bois sec a parfois créé des esquillements superposés dont la terminaison est, pour certains, en escalier, donc des traces comparables à celles produites par le raclage d'une matière osseuse. L'unique pièce utilisée en raclage d'os présente en effet des esquillements quadrangulaires et trapézoïdaux se terminant en escalier ou de manière rebroussée, similaires à ceux observés sur les tranchants bruts.

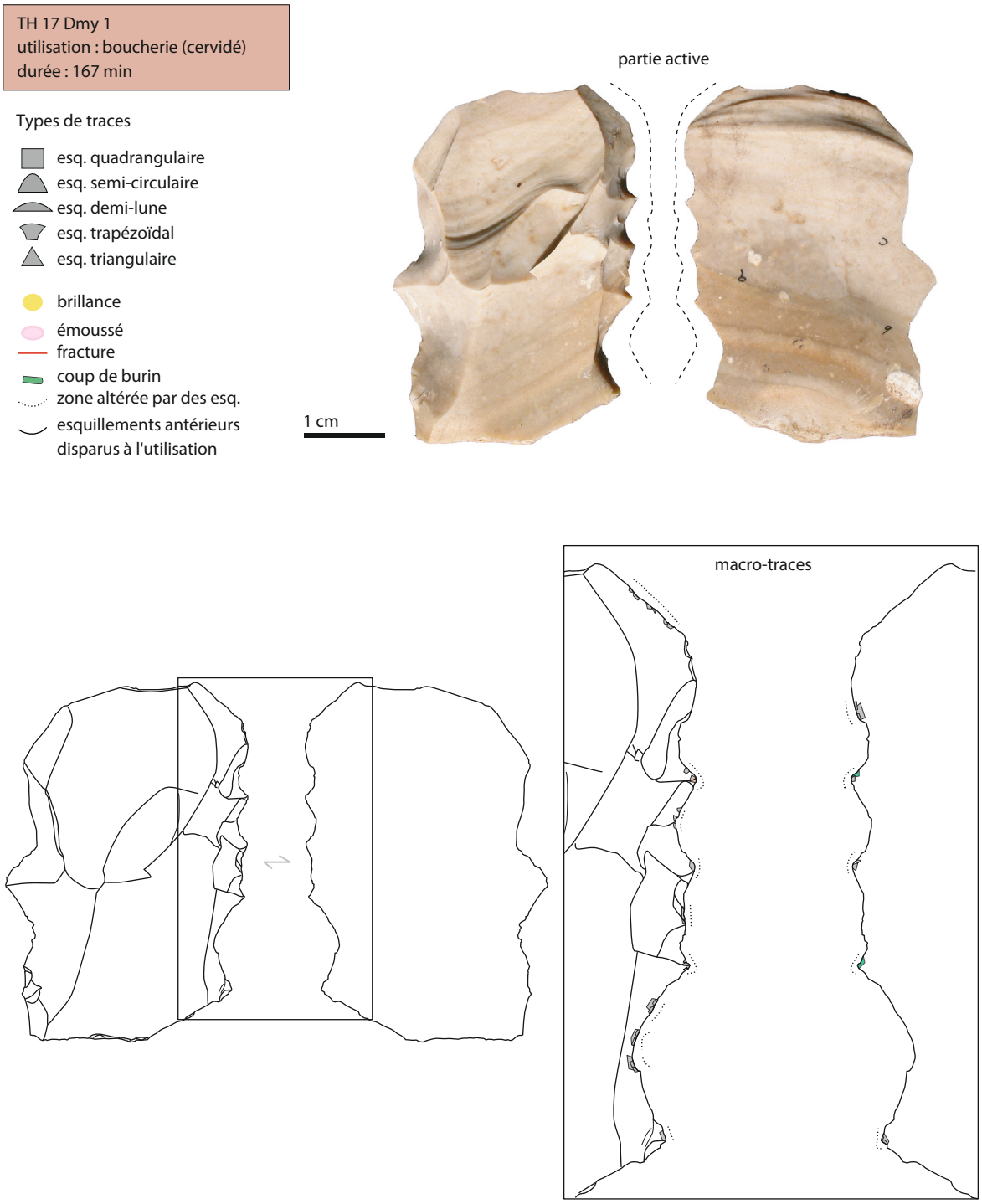


Figure 53 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un denticulé en silex utilisé pour la boucherie d'un cervidé (clichés et DAO : C. Thiébaut).

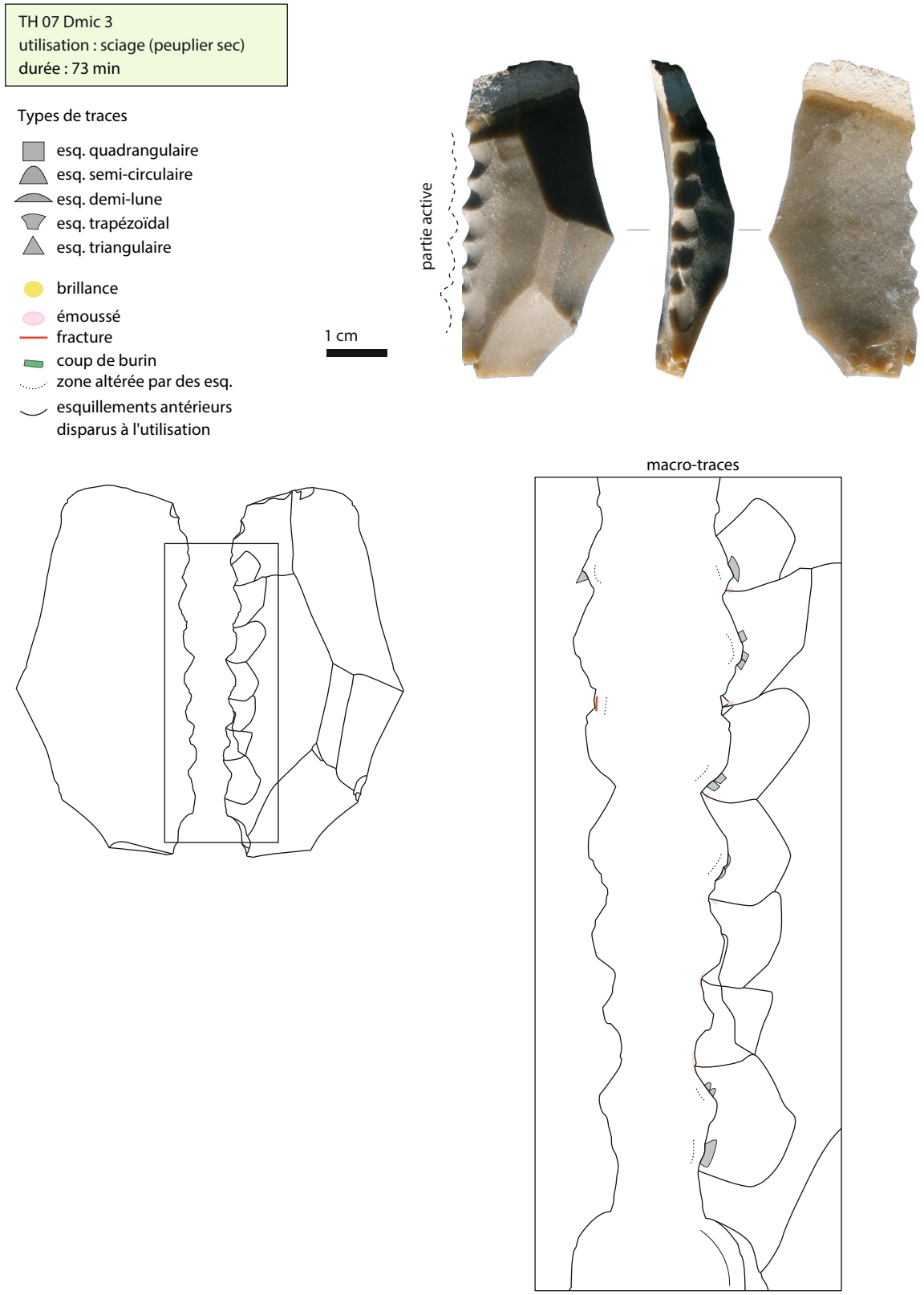


Figure 54 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un denticulé en silex utilisé pour scier du bois de peuplier sec (clichés et DAO : C. Thiébaut).

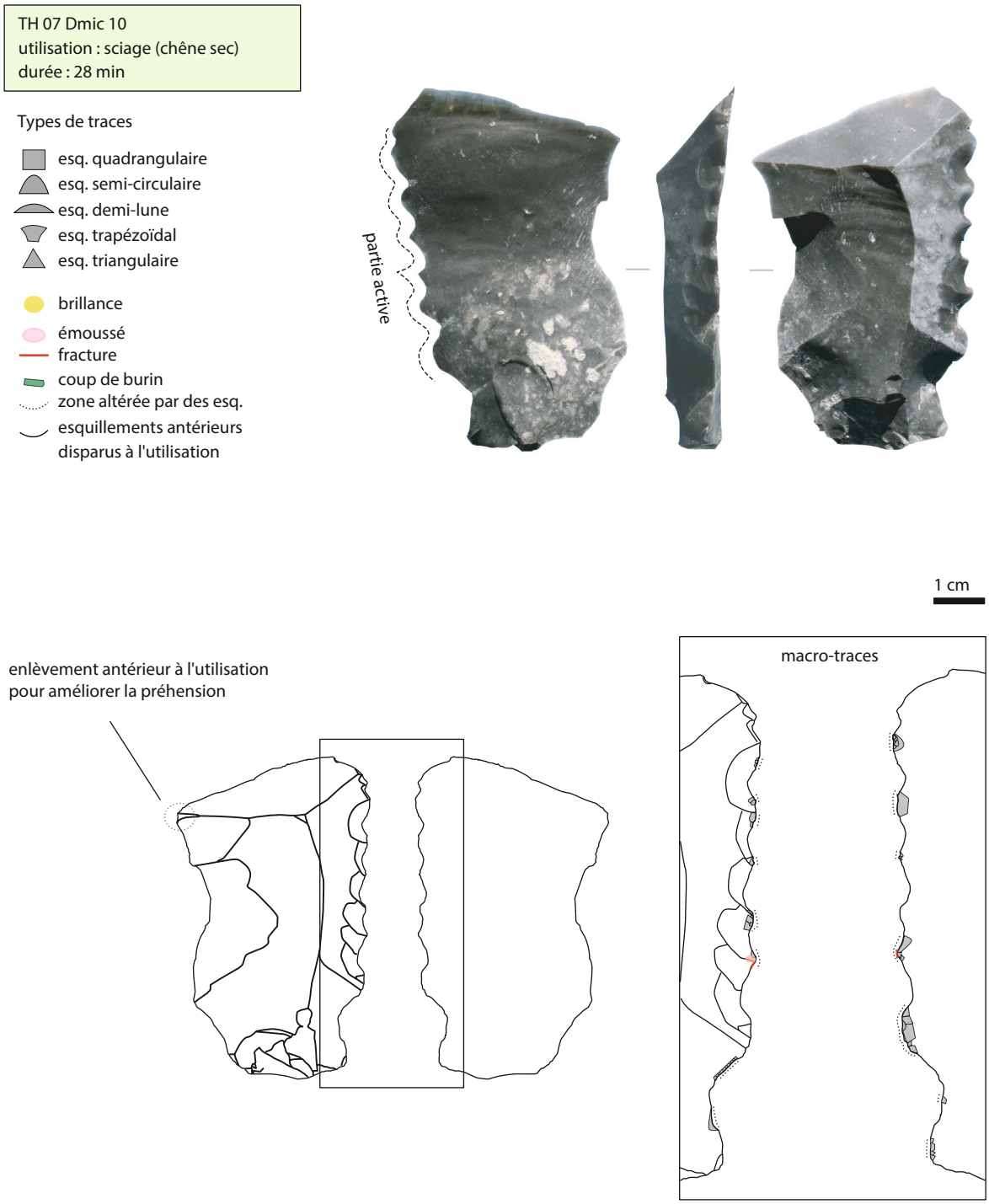


Figure 55 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un denticulé en silex utilisé pour scier du bois de chêne (clichés et DAO : C. Thiébaut).

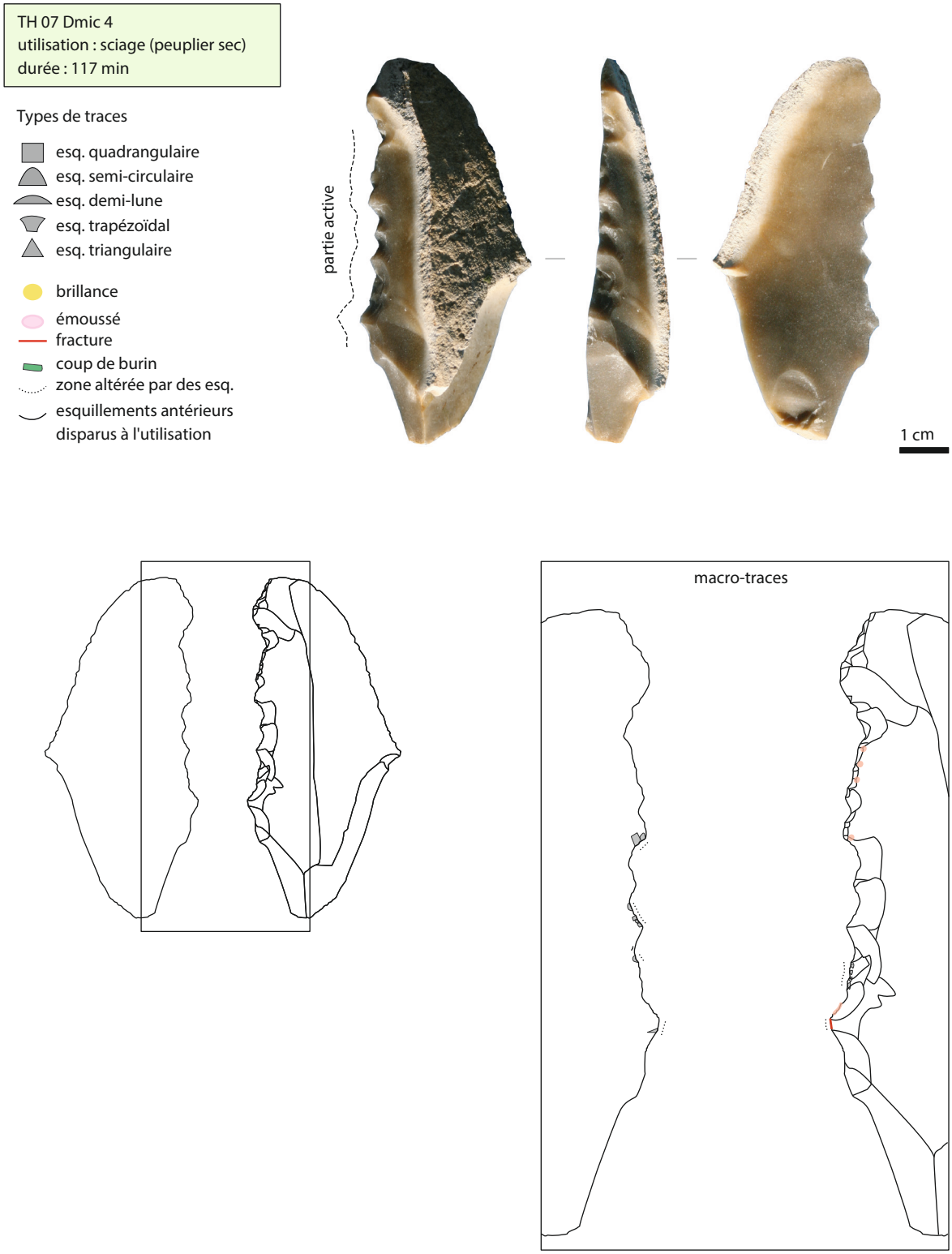


Figure 56 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un denticulé en silex utilisé pour scier du bois de peuplier sec (clichés et DAO : C. Thiébaut).

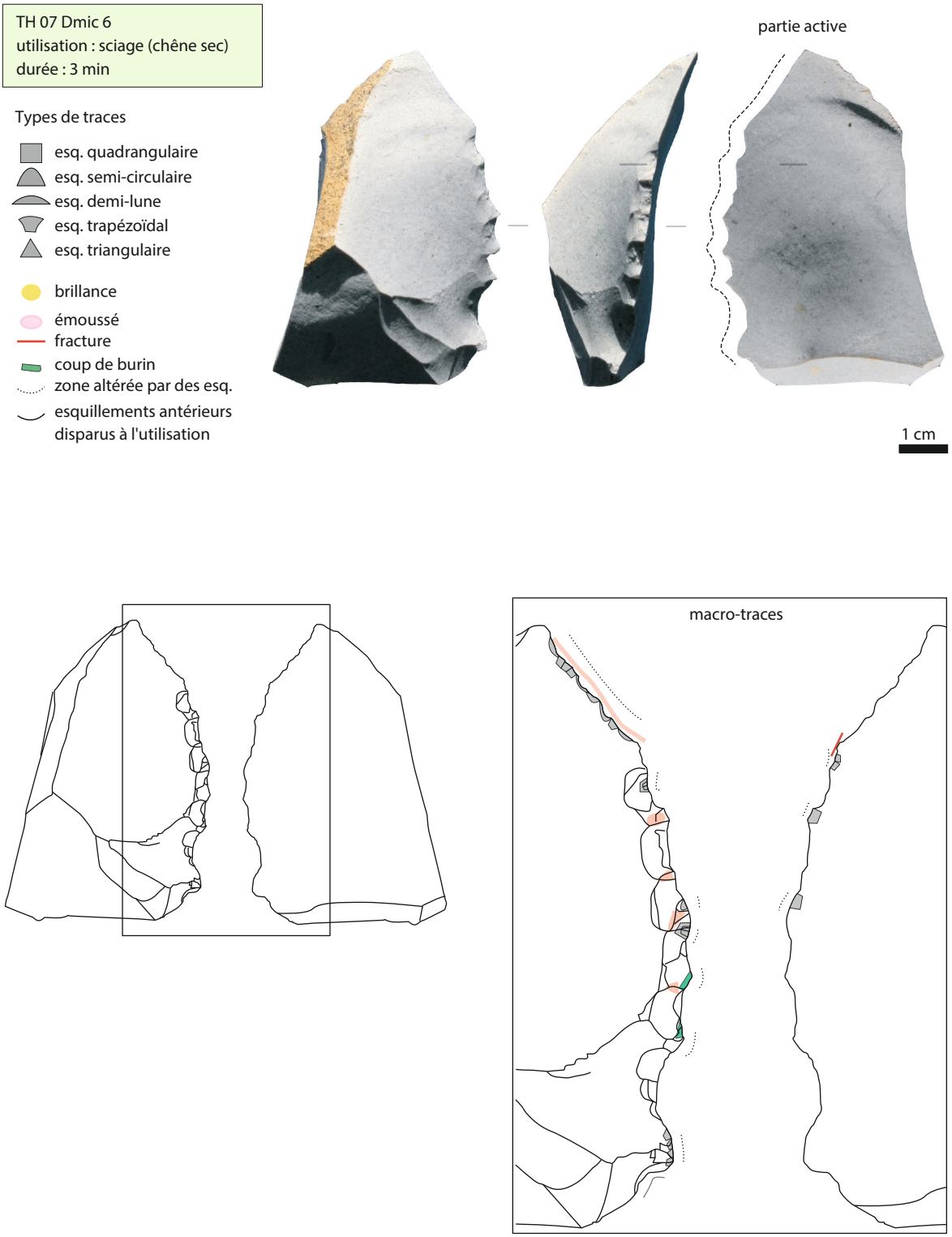


Figure 57 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un denticulé en silex utilisé pour scier du bois de chêne (clichés et DAO : C. Thiébaut).

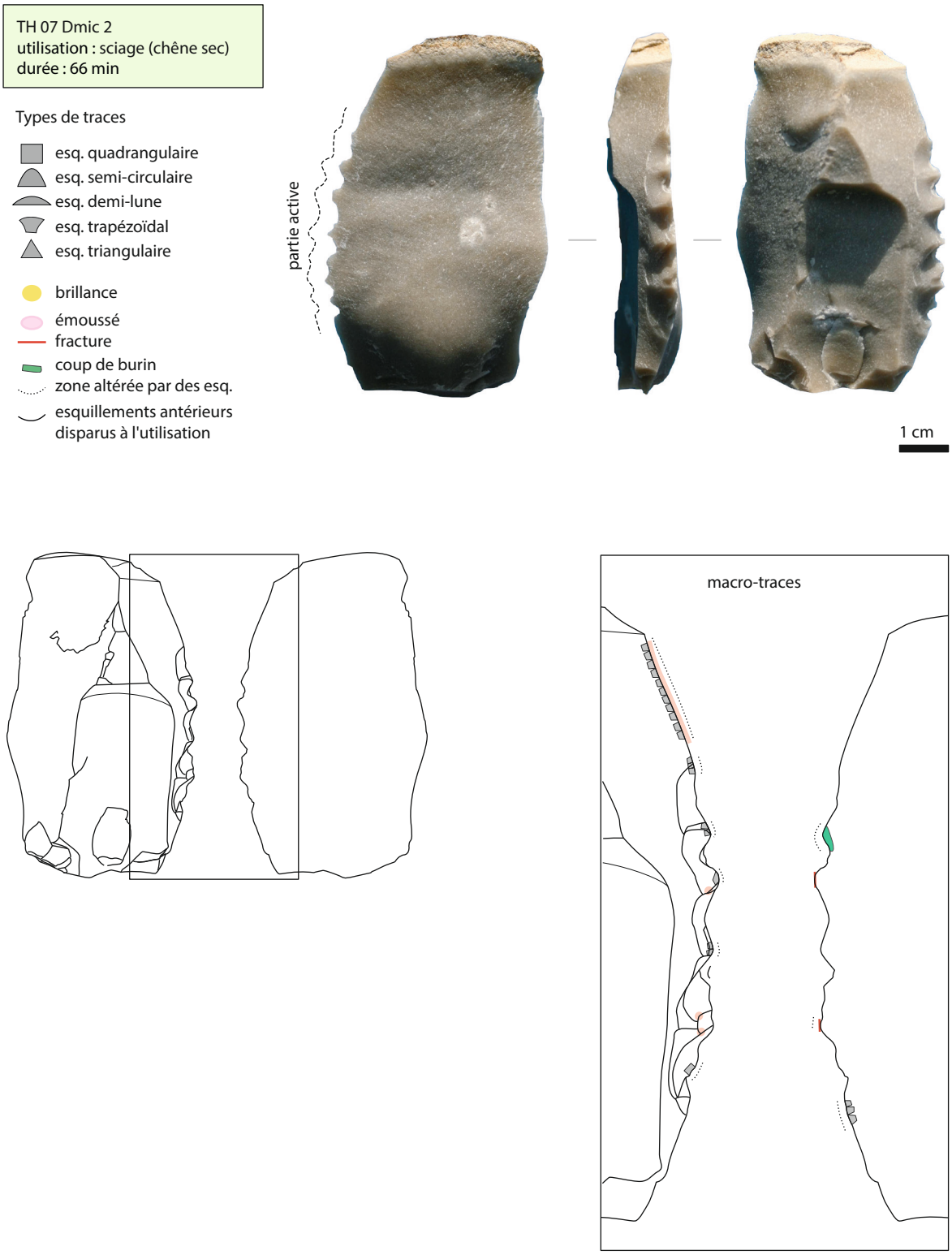


Figure 58 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un denticulé en silex utilisé pour scier du bois de peuplier sec (clichés et DAO : C. Thiébaut).

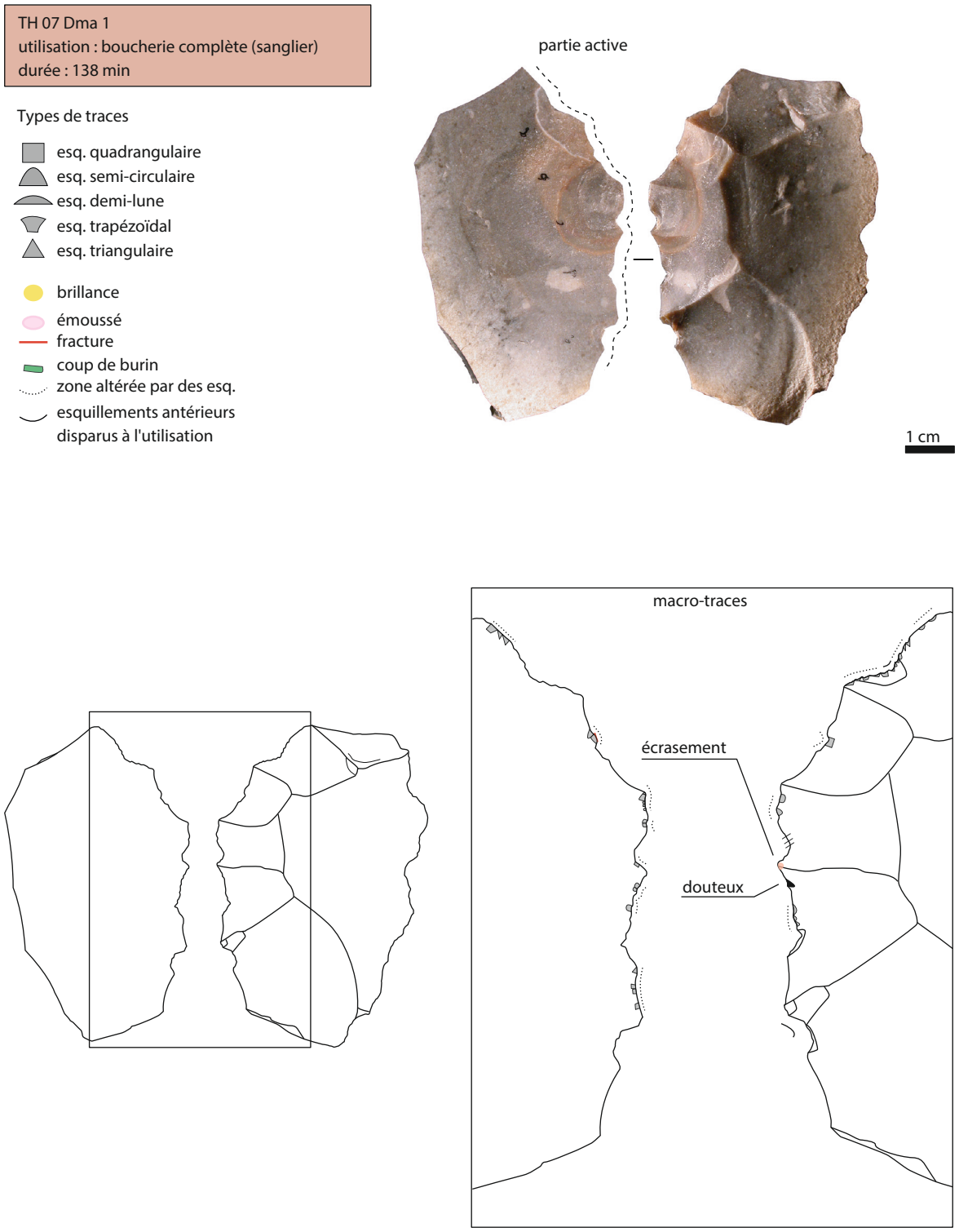


Figure 59 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un denticulé en silex utilisé pour la boucherie d'un sanglier (clichés et DAO : C. Thiébaut).

TH 11 16 (silex blond)
utilisation : désarticulation des os du membre postérieur gauche
durée : 138 min

Types de traces

- esq. quadrangulaire
- esq. semi-circulaire
- esq. demi-lune
- esq. trapézoïdal
- esq. triangulaire
- brillance
- émoussé
- fracture
- coup de burin
- zone altérée par des esq.
- esquillements antérieurs disparus à l'utilisation

1 cm

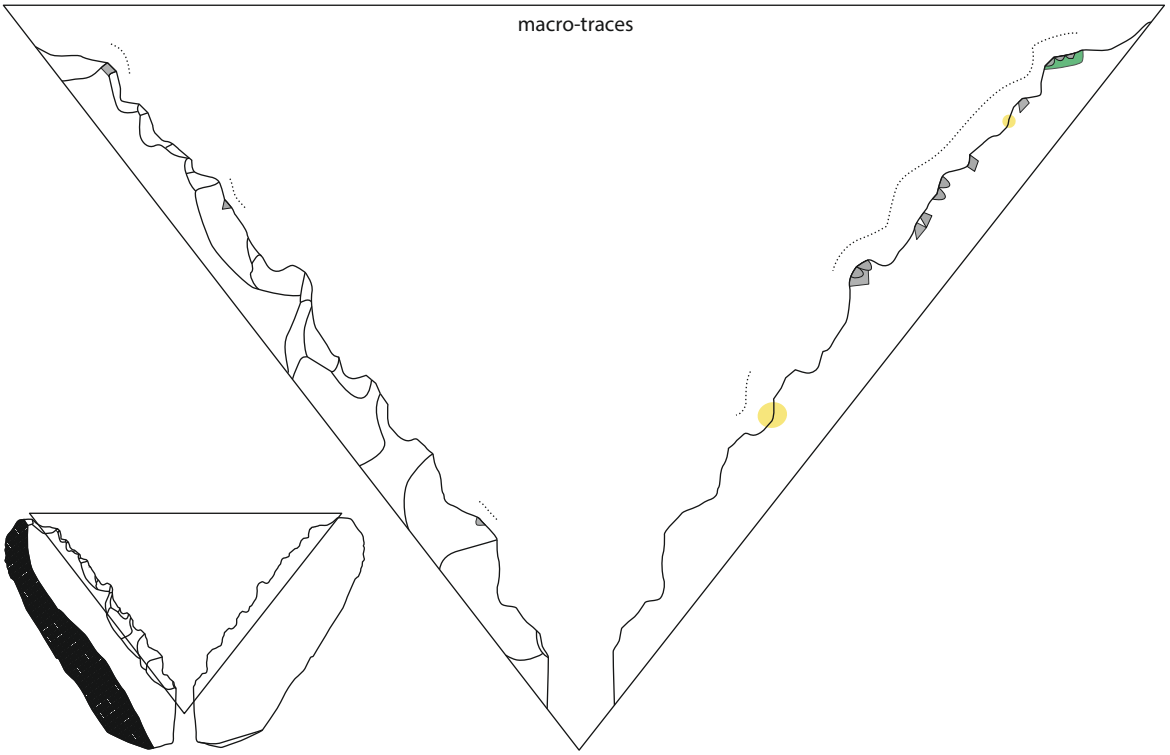
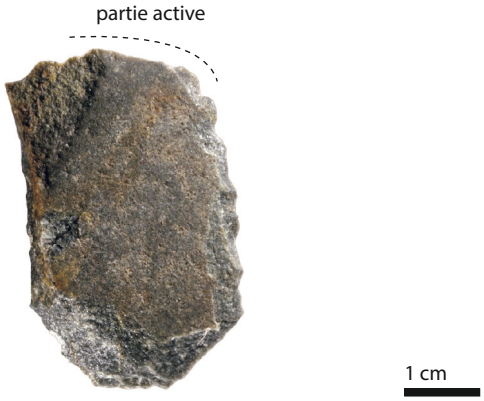


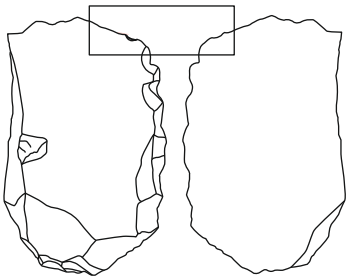
Figure 60 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un denticulé en silex utilisé pour désarticuler des os du membre postérieur gauche d'un bison (cliché et DAO : C. Thiébaut).

TH 11 25 (quartzite fin)
utilisation : désarticulation des os du membre postérieur droit (bison)
durée : 18 min

Types de traces

- esq. quadrangulaire
- esq. semi-circulaire
- esq. demi-lune
- esq. trapézoïdal
- esq. triangulaire
- brillance
- émoussé
- fracture
- coup de burin
- zone altérée par des esq.
- esquillements antérieurs disparus à l'utilisation





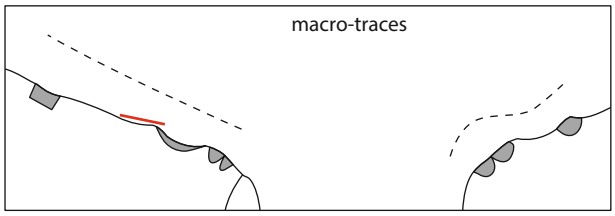
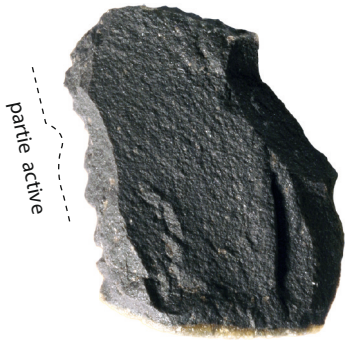


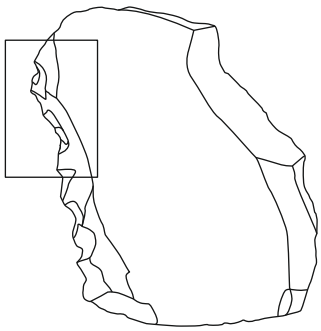
Figure 61 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un denticulé en quartzite utilisé pour désarticuler des os du membre postérieur droit d'un bison (cliché et DAO : C.Thiébaut).

TH 11 26 (quartzite fin)
utilisation : désarticulation des os du membre postérieur droit (bison)
durée : 10 min

Types de traces

- esq. quadrangulaire
- esq. semi-circulaire
- esq. demi-lune
- esq. trapézoïdal
- esq. triangulaire
- brillance
- émoussé
- fracture
- coup de burin
- zone altérée par des esq.
- esquillements antérieurs disparus à l'utilisation





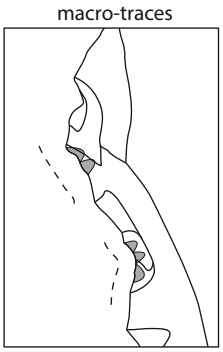


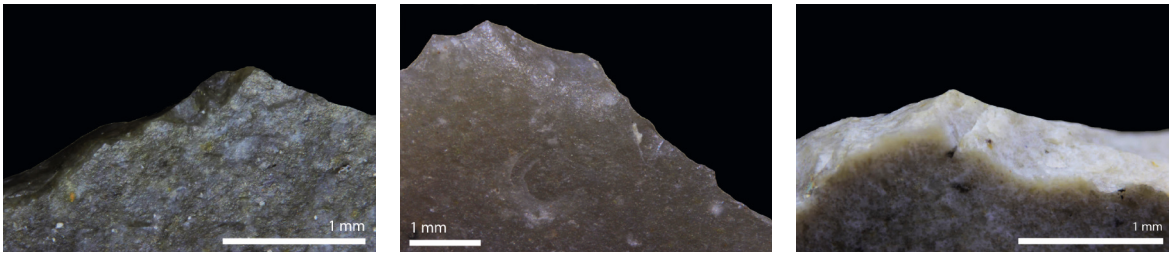
Figure 62 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un denticulé en quartzite utilisé pour désarticuler des os du membre postérieur droit d'un bison (cliché et DAO : C.Thiébaut).

- Les micro-fractures

Elles présentent des morphologies variées : burinante (ou torse), en flexion ou droite.

D'une manière générale et logique, les micro-fractures affectent les denticules des pièces utilisées lors d'activités en force sur matériaux durs ou mi-durs et se retrouvent majoritairement sur les pièces en silex utilisées en coupe longitudinale lors de la boucherie ou le sciage du bois (20 cas sur 23). Pour les supports utilisés en boucherie ou pour la découpe de peau sèche, les différents types de fractures sont présentes avec une majorité de burinantes (figure 63[a]) suivies des fractures en flexion, situées principalement au niveau de la pointe des denticulés. Sur les pièces ayant scié du bois, des fractures burinantes ont été observées dans le cas où des bois durs et/ou secs ont été travaillés (figure 63[c]). Dans le cas de bois tendres et/ou frais, ces fractures sont au contraire dominées par les morphologies en flexion (figure 63[b]).

Notons que trois pièces utilisées selon une action transversale pour des activités très différentes (raclage d'os, assouplissement de lanière et écorçage) portent des fractures au niveau des denticules ; deux sont en flexion et la dernière est droite.



a - Désarticulation b - Sciage de bois tendre sec c - Sciage de bois dur

Figure 63 - Micro-fractures observées sur les denticules des denticulés expérimentaux (clichés : A. Coudenneau).

- Les émoussés

Comme sur les tranchants bruts, la présence ou absence d'émoussés dépend de l'action effectuée (coupe longitudinale *versus* raclage) ainsi que de la matière travaillée (bois frais, bois sec, peau fraîche, peau sèche, ...). Dans le cas des pièces encochées, l'émoussé est présent sur des pièces utilisées en boucherie (6 cas sur 14), pour le sciage de bois sec (5 cas sur 14) et pour le travail de peau sèche (3 cas sur 14).

Seules six pièces utilisées en boucherie (silex et quartzite) comportent des émoussés ponctuels et localisés sur les pointes ou une partie du fil.

Concernant le travail du bois, l'émoussé n'est présent que sur les supports ayant scié du bois sec (5 cas sur 8). Deux denticulés en quartzite à gros grain utilisés pour la même activité ne présentent pas d'émoussé. Est-ce dans ce cas lié à la matière première ? Il est possible que sur les pièces en quartzite et particulièrement celle à grain grossier, l'émoussé ne se développe pas de manière aussi intense.

La pièce en quartzite utilisée pour assouplir une lanière de cuir n'a présenté aucune trace d'utilisation, si ce n'est un émoussé de grain, qui nous parait difficile à interpréter en terme d'utilisation.

Les trois autres pièces utilisées pour découper ou assouplir des lanières de peau sèche comportent des émoussés, dont l'intensité est plus forte sur les denticules et le fil que sur le reste du tranchant.

Comme nous pouvons le constater à la lecture de ces résultats, seule la prise en compte de l'ensemble des macro-traces présentes sur un tranchant, associée à leurs caractéristiques morphologiques, leur localisation et leur position sur la pièce permet, s'ils sont en nombre suffisant, de déterminer la dureté de la matière travaillée et le geste effectué, quelle que soit la matière première

de l'outil. Les mêmes « règles d'usure » s'appliquent aux pièces encochées et aux tranchants bruts en silex (*cf.* Partie I, chapitre 2.5). Pour un temps d'utilisation similaire, les supports en quartzite à grains grossiers apparaissent plus résistants à développer des esquillements et des émoussés que les outils encochés en silex. Le développement, sur plusieurs denticulés utilisés pour le sciage de bois sec, d'un émoussé sur les extrémités et les arêtes des denticules est original, car il n'a été que rarement illustré au sein des référentiels d'éclats bruts. Cette caractéristique est probablement en lien étroit avec la morphologie particulière du tranchant des outils denticulés, impliquant des contacts très intenses et très localisés sur les parties saillantes, ainsi susceptibles de porter des traces extrêmement développées. De plus, les durées d'utilisation des denticulés utilisés pour le sciage étaient relativement longues. Pour certaines pièces, le fait que le bois scié possédait encore son écorce peut aussi expliquer la présence d'émoussés, l'écorce étant chargée de particules abrasives, entraine le développement d'un émoussé bien visible (*cf.* Partie I, chapitre 2.5). En définitive, si les usures portées par les pièces encochées ne diffèrent pas de celles observées sur un simple tranchant brut, les denticulés se distinguent principalement par une distribution et une intensité des traces étroitement liées à la présence des denticules : si l'une ou plusieurs d'entre elles est comprise dans la zone active, elle portera les usures les plus intenses et les plus caractéristiques, qu'il s'agisse d'émoussé ou de micro-fractures.

2 - Le potentiel diagnostique des macro-traces d'utilisation sur les pièces encochées

Afin de tenter de quantifier le nombre de pièces pouvant être rapportées à un type d'activité dans un contexte archéologique où les conditions de conservation seraient optimales, nous avons procédé, plusieurs années après l'étude de ces pièces, à un test effectué par la tracéologue qui avait préalablement étudié ce corpus en lui demandant, pour chacune des pièces, de proposer une interprétation fonctionnelle de la pièce.

Sur les 11 pièces présentant des traces d'utilisation en boucherie (4 en quartzite et 7 en silex) et considérées à l'origine comme interprétables en tant que traces d'utilisation, sept ont été rapportées sans difficulté à une activité de boucherie (1 en quartzite et 6 en silex). Les usures portées par deux denticulés en quartzite et un denticulé en silex, ne portant pas d'esquillements triangulaires en escalier (*cf. supra*), ont été attribuées à une action longitudinale sur une matière mi-dure. Un dernier denticulé, utilisé pour la désarticulation, a été identifié comme ayant servi pour la découpe d'une matière tendre à mi-dure. Au final, sur l'ensemble des denticulés utilisés en boucherie, un seul a pu être rattaché à une étape précise, à savoir la désarticulation.

L'encoche utilisée pour racler de l'os frais afin de nettoyer la surface pour sa fracturation a été identifiée comme un outil ayant servi lors d'une action transversale sur matière semi-dure à dure (raclage de bois dur ou os).

Sur les pièces utilisées pour scier du bois, trois supports seulement, tous en silex, ont pu être rapportés avec une quasi-certitude à cette activité précise. Deux pièces en silex, ayant scié du peuplier et du chêne sec, ont été rapportées à une action longitudinale sur matière mi-dure. Trois supports (un en quartzite à grain grossier et deux en silex) ayant scié du bois dur et sec ont été interprétés comme ayant servis lors d'une action longitudinale sur matières mi-dures à dures dans un cadre différent de celui de la boucherie. Enfin, deux pièces, l'une en quartzite et l'autre en silex, ont été rapportées à une utilisation selon une action transversale (raclage) sur du bois (support en silex) ou sur une matière indéterminée (support en quartzite), du fait de la rareté ou l'absence d'esquillement sur l'une des faces.

Sur les pièces utilisées pour racler du bois, quatre ont été interprétées avec justesse, comme résultant d'une action transversale sur une matière mi-dure de type bois. Deux, autres ayant raclé du bois tendre (peuplier) et sec présentaient des enlèvements spontanés produits lors de la retouche,

rappelant par leurs caractéristiques les esquillement que l'on observe généralement lors du raclage d'une matière dure de type os. Leur présence compliquant de fait toute interprétation fonctionnelle de ces outils.

Enfin, les deux encoches en silex utilisées en outil dormant pour assouplir des lanières de peau sèche ont bien été identifiées en tant que telles.

Malgré le caractère discutable d'un tel « *blind test* » (le testeur ayant eu connaissances des résultats, mais plusieurs années auparavant), les erreurs d'interprétation des pièces considérées comme informatives sont extrêmement rares. Le degré de précision de détermination des matières travaillées varie néanmoins, et on doit regretter, notamment, la difficulté, voire l'impossibilité, à replacer chaque pièce utilisée en boucherie au sein d'une étape précise de cette activité.

E - Synthèse

À l'issue de cette étude, plusieurs remarques, qui nous semblent majeures pour l'interprétation fonctionnelle des denticulés et des encoches archéologiques, doivent être énoncées :

- par rapport à un tranchant brut, les denticulés semblent présenter une plus grande efficacité d'action uniquement lors du sciage de tronc ou de branche. Ils restent nettement moins efficaces que l'utilisation d'outils plus lourds en percussion pour le même objectif : l'acquisition de matières ligneuses. Dans le cadre de la boucherie, leur atout principal réside dans la présence de denticules permettant d'entamer plus efficacement les matières résistantes comme une peau épaisse ou des tendons. Les encoches clactoniennes pourraient représenter un certain avantage si la morphologie en section du tranchant est plano-convexe, lors d'activités de rabotage d'épieux ;
- les supports en silex semblent toujours plus efficaces que les supports en quartzite qui nécessitent un travail de nettoyage plus systématique des tranchants, au cours de l'ensemble des activités ;
- les macro-traces d'utilisation se développent davantage sur les supports en silex que sur les supports en quartzite. En effet, à peine un tiers des supports en quartzite utilisés portent des traces interprétables comme relevant d'une utilisation certaine ;
- les denticulés présentent des macro-traces d'utilisation globalement comparables à celles que l'on retrouve sur des tranchants bruts utilisés pour les mêmes activités (figure 64). Leur présence n'est pas systématique, probablement en lien avec l'angle de coupant relativement ouvert des tranchants, tout du moins de la partie concave (interne) des encoches. Ainsi, dans le cas des actions longitudinales, les traces, prenant la forme de fractures, d'esquillements et/ou d'émoussés, se concentrent au niveau des denticules, qui sont à la fois les zones les plus exposées et les plus fragiles ;
- comme sur les supports bruts et les autres outils (*cf.* Partie I, chapitres 2.9 et 2.10), les macro-traces liées au travail des matières tendres (peau, notamment fraîche, viande, bois tendre et frais), absentes ou ténues, peuvent ne pas être identifiées en tant que traces d'utilisation, et ainsi entrainer des problèmes de sous-représentation d'une ou plusieurs activités (travail de la peau, boucherie légère, travail du bois frais et tendre).

Au final, environ deux tiers des pièces présentent des macro-traces diagnostiques d'une utilisation précise. Il serait donc dommage de se passer des informations disponibles à ce niveau de lecture, tout en gardant à l'esprit qu'une partie des données est susceptible de nous échapper, notamment si les micro-traces ne sont pas, en parallèle, conservées et étudiées.

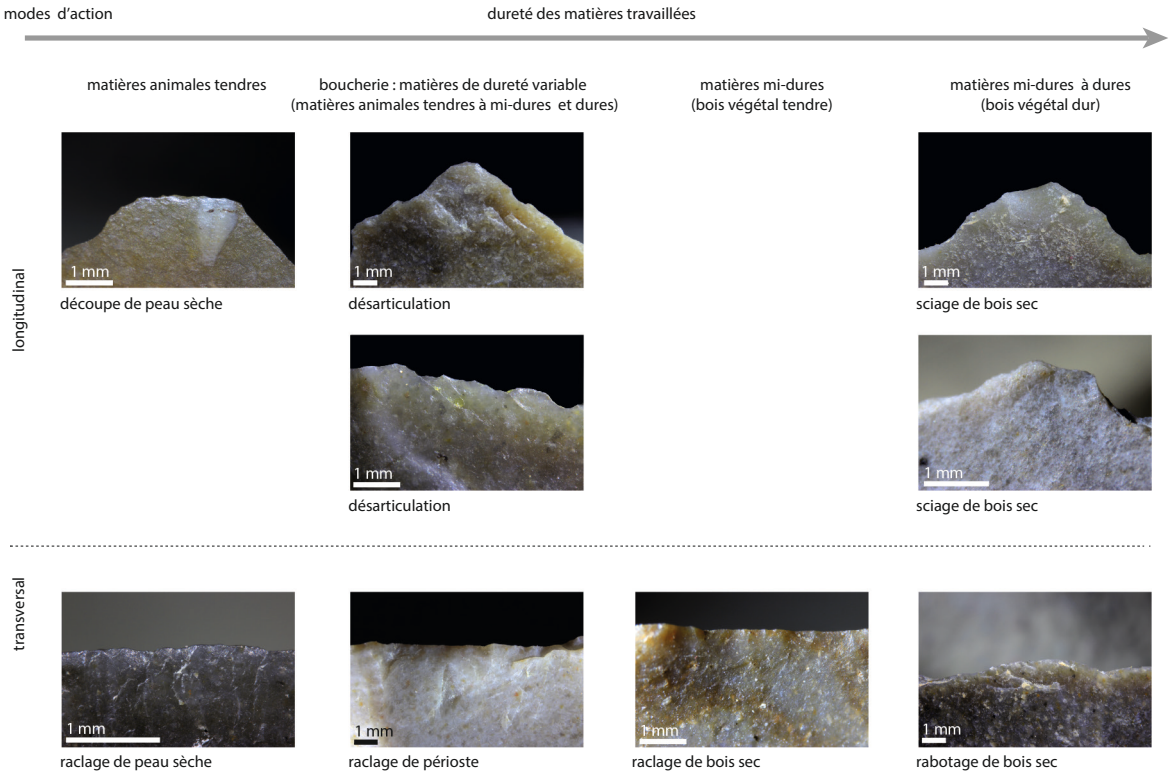


Figure 64 - Synthèse des macro-traces observées sur les pièces encochées expérimentales, en fonction de la matière première travaillée et du mode d'action (clichés : A. Coudenneau ; montage : C. Thiébaut et É. Claud).

8 - Le référentiel de pointes

(A. Coudenneau, F. Venditti, C. Lemorini et M.-G. Chacón-Navarro)

A - Pourquoi un tel référentiel ?

Les études sur le Paléolithique moyen sont jalonnées de débats académiques et de réflexions sur la façon d'appréhender les similitudes comportementales entre *Homo neanderthalensis* et *Homo sapiens*. De nombreux chercheurs anglo-saxons ont prétendu que la chasse organisée ne pouvait être mise en œuvre que par les Hommes anatomiquement modernes (Rendu, 2007). En effet, malgré un nombre grandissant de données archéologiques plaidant en faveur d'une maîtrise de la chasse, certains auteurs persistent à penser que les Néandertaliens pratiquaient surtout le charognage (Binford, 1985 ; Dibble, Mellars, 1992 ; Stringer, Gamble, 1994). Le régime alimentaire très riche en ressources carnées des Néandertaliens d'Europe occidentale est désormais solidement établi : les analyses isotopiques ont par exemple permis de montrer que son régime alimentaire le classait parmi les carnivores de haut rang (Bocherens *et al.*, 1991 ; Richards, Trinkaus 2009), mais ces informations ne permettent évidemment pas de dire s'il s'agit d'une alimentation acquise par la chasse ou le charognage. En réalité, seules les études archéozoologiques ont pu démontrer que les groupes néandertaliens non seulement pratiquaient la chasse mais avaient en outre des stratégies complexes avec parfois une sélection du gibier.

Ces résultats contredisent des études anciennes qui n'allaient pas dans ce sens. L'exemple de la Grotte Vaufrey est parlant : une étude réalisée par L. R. Binford en 1988 concluait que, durant le Saalien, les habitants de la grotte étaient des charognards (Binford *in* Rigaud, 1988). Or, une révision méthodologique et une nouvelle étude du matériel a permis de conclure qu'au contraire,

les Néandertaliens de la grotte Vaufrey avaient pratiqué une chasse sélective du Cerf (Grayson, Delpech, 1994). D'autres études ont montré qu'il existait au Paléolithique moyen des exemples de sites d'abattage spécialisés dans l'acquisition de carcasses de grands herbivores tels que le Bison (Mauran : Farizy *et al.*, 1994 ; Coudoulous : Jaubert *et al.*, 2005 ; Les Fieux : Gerbe, 2010), l'Aurochs (La Borde : Jaubert *et al.*, 1990) ou le Renne (Les Pradelles : Costamagno *et al.*, 2006). Outre ces sites spécialisés, les exemples d'études archéozoologiques démontrant l'existence de comportements de prédation intentionnelle et organisée au Moustérien sont désormais nombreux.

Il reste toutefois à déterminer quels ont pu être les moyens techniques mis en œuvre pour cette prédation en fonction du gibier chassé et des différents groupes de Néandertaliens qui ont peuplé l'Europe. Par moyens techniques, nous entendons à la fois les armes de chasse utilisées, les stratégies et l'organisation collective ou individuelle mises en place lors de la chasse. Concernant les armes de chasse, de nombreux travaux menés au Proche-Orient ont démontré l'usage d'éléments lithiques comme pointes de projectiles sur des sites du Paléolithique moyen, à partir de quelques spécimens de pointes Levallois (Shea, 1988, 1997, 2003 ; Bergman, Newcomer, 1983 ; Solecki, 1992 ; Wendorf, Schild, 1993 ; Plisson, Beyries, 1998). Peu de données sont néanmoins disponibles pour le continent européen.

En 1995, trois lances en bois ont été mises au jour sur un site d'extraction de houille en Allemagne du nord, le site de Schöningen (Dennel, 1997 ; Thieme, 1997). Elles étaient accompagnées d'outils en pierre taillée ainsi que des restes d'une dizaine de chevaux portant des traces de boucherie. Les épieux mesurent entre 182 et 225 cm pour un diamètre maximum allant de 2,9 à 4,7 cm. Ils ont été fabriqués dans le tronc d'un jeune sapin dont on a coupé les branches et que l'on a écorcé. Si les longueurs des armes ne sont pas identiques, elles reprennent toutefois le même schéma de construction. La partie basale de l'arbre a été utilisée pour aménager la partie distale de la lance. Par conséquent, le point d'équilibre de celle-ci est toujours situé dans le tiers supérieur de l'arme. Ce schéma d'équilibrage correspond aux normes employées dans la fabrication des javelots modernes de manière à obtenir la meilleure balistique possible. Ces armes pourraient donc avoir été utilisées comme des armes de jet.

Les éléments en matières ligneuses demeurent évidemment exceptionnels et la plupart des indices directs d'utilisation d'armes de chasse sont à rechercher au sein des ensembles lithiques. Le site de Bouheben (Landes) a livré plusieurs pointes présentant des traces d'impact prenant la forme de fractures en flexion face ou transverse se terminant en escalier (Villa, Lenoir, 2006). Une pointe moustérienne découverte sur le site d'Angé (Loir-et-Cher) montre elle aussi les traces d'une utilisation comme arme de chasse (Soressi, Locht, 2010 ; Locht *et al.*, 2015). Dans la Péninsule ibérique, un travail récent souligne également la présence probable de pointes en silex utilisées comme armes de chasse (Lazuén, 2012b). Si certains doutes demeurent concernant quelques-unes des pointes ayant fait l'objet de publications (pour une synthèse plus exhaustive et une discussion, *cf.* Partie II, chapitre 4.3), il est néanmoins envisageable que les groupes néandertaliens aient confectionné des armes de chasse en pierre et ne se soient pas contentés uniquement d'épieux en bois, même en Europe. Cependant les données restent assez disparates et sans une analyse interdisciplinaire systématique, il est difficile de restituer des comportements cynégétiques plus précis concernant les modalités d'acquisition des proies par les groupes néandertaliens. L'étude des vestiges osseux est indissociable de celle menée sur les pointes en pierre pour appréhender les modalités de chasse privilégiées (*cf.* Partie I, chapitre 3).

Si les données sur la faune sont assez abondantes et font depuis plusieurs décennies l'objet d'études plus systématisées concernant le thème de la chasse (Rendu, 2007 ; Gerbe, 2010), la question des armes de chasse restait récurrente et méritait la mise en place d'une recherche méthodique et structurée se consacrant aux industries lithiques d'Europe occidentale, car aucune étude fonctionnelle de grande ampleur des éléments triangulaires n'avait encore été mise en œuvre pour

cette zone géographique. Ce type d'étude est d'autant plus légitime que les séries du Paléolithique moyen d'Europe occidentale regorgent d'outils triangulaires (éclats de morphologie triangulaire, pointes Levallois, pointes pseudo-Levallois, pointes moustériennes, racloirs convergents). Cependant, parmi tous ces produits seules trois grandes catégories d'objets ont été nommées pointes :

- les pointes Levallois : éclats triangulaires obtenus par un débitage de conception Levallois et dont l'axe de débitage coïncide avec l'axe technique (Bordes, 1961a). Ces pointes peuvent être classées selon leur morphologie plus ou moins allongée (pointes Levallois ordinaires, pointes Levallois ogivales, pointes Levallois allongées) ou selon la présence d'une retouche (pointe de Soyons, pointes Levallois retouchées, pointes d'Emireh), ou encore selon leur place au sein du débitage (pointe Levallois de premier ordre, de second ordre, ...) ;
- les pointes pseudo-Levallois : éclats triangulaires obtenus le plus souvent par un débitage Discoïde (mais d'autres procédés sont possibles) et dont l'axe de débitage ne coïncide pas avec l'axe technique (Bordes, 1953b). Les éclats triangulaires ainsi obtenus sont des éclats plutôt courts et épais avec un talon et un dos qui prennent une place importante dans le pourtour de la pièce ;
- les pointes moustériennes : ce sont des racloirs dont les deux bords convergent en formant un angle aigu et dont la face inférieure est plane (Bordes, 1961a). Cette définition reste ambiguë dans le sens où la notion d'angle aigu serait à préciser. En outre, les moyens d'obtention de tels objets sont variés et ils sont à définir dans chaque série.

Dans le cadre du PCR, un référentiel important d'outils triangulaires a pu être constitué et a servi de support à l'analyse tracéologique comparative de différentes séries archéologiques du Paléolithique moyen riches en pièces triangulaires provenant des gisements de Payre, de Mauran, des Fieux et de Coudoulous. Ce référentiel a aussi servi à l'étude de séries intégrées à un travail de thèse (Coudenneau, 2013) : Spy (Belgique), Beauvais (Oise) et Therdonne (Oise).

Nous avons souhaité constituer un référentiel sur les pièces triangulaires le plus exhaustif possible, dépassant donc les pièces dédiées aux seules activités de chasse. Auparavant seules deux séries d'expériences dans ce sens avaient été menées. L'une concerne une série de douze pointes emmanchées et utilisées en hast (Plisson, Beyries, 1998). Si cette expérience permet une première approche, le corpus testé est insuffisant pour embrasser l'ensemble des questions relatives à l'élaboration de critères solides d'identification des traces de chasse sur les éléments lithiques moustériens. L'autre série d'expériences a été menée par J. Shea pour interpréter des industries du Proche-Orient (Shea, 1988, 1997, 2003). Elle pose problème car elle prend en compte des critères d'identification des traces trop peu précis pour le Paléolithique moyen d'Europe. En effet, ces expériences portent essentiellement sur des pointes Levallois et ne tiennent compte que de l'éventualité de leur utilisation comme projectile. Pour notre part, nous avons intégré à nos expériences différents types de pointes (pointes moustériennes, pointes Levallois et pointes pseudo-Levallois et éclats triangulaires) utilisées en projectile et en hast.

B - Outils utilisés et activités pratiquées

Les pointes destinées aux expérimentations ont été réalisées par différents expérimentateurs (J.-B. Boudias, V. Mourre, C. Thiébaut) en lien avec les différents techno-types de pointes rencontrés sur les sites étudiés : pointes moustériennes, pointes pseudo-Levallois, pointes Levallois et éclats triangulaires. Les matières premières employées sont également en lien avec les sites étudiés : silex coniacien de l'Yonne, silex bédoulien de Murs, silex de Forcalquier, quartz et quartzite blanc du Lot, quartzite pyrénéen. Au total, 198 éléments pointus dont 182 en silex et 16 en quartz et quartzite ont été utilisés.

Le corpus réunit 198 éléments triangulaires utilisés selon différents modes d'action pour des activités variées. Nous disposons également de 35 pièces dévolues exclusivement à la fracturation (volontaire ou accidentelle) du support lithique, afin de pouvoir comparer ces fractures avec celles liées à l'utilisation, notamment en tant que pointes de projectiles. À l'exception des pointes utilisées lors des activités cynégétiques, les pointes étaient en général tenues à main nue ou à l'aide d'une protection en cuir. Les temps d'utilisation sont variables : les pointes utilisées lors des activités de chasse ont été projetées entre une et dix fois maximum. Dès l'apparition d'une fracture, ou, le cas échéant, au bout de dix tirs, l'utilisation de la pointe a été stoppée. Le temps d'utilisation des autres pointes est généralement compris entre 5 et 220 minutes. Les modes d'utilisation correspondent principalement à la boucherie, au travail de la peau et au travail du bois.

a - Les activités de chasse

107 pointes (95 en silex et 12 en quartz / quartzite) ont été utilisées comme extrémités d'armes sur diverses carcasses animales tuées avant l'expérience et maintenues en position anatomique (figure 10). Au début des travaux du PCR, disposant de peu de moyens financiers et de peu d'expérience, nous avons dû nous résoudre à utiliser deux carcasses de moutons adultes. Dans un second temps, trois cervidés (biches et cerf) ont été utilisés. La présence de cervidés étant attestée sur de nombreux sites du Paléolithique moyen, il était en effet intéressant pour nous, comme pour les autres spécialistes, d'étudier des espèces identiques à celles chassées par les Néandertaliens. La première brebis était vidée lors des tirs, contrairement aux carcasses qui ont suivi. Les pointes ont été fixées au manche par une ligature en cordelette végétale (lin) renforcée par un adhésif composé de cire, d'ocre et de résine, chauffé puis versé sur la zone d'insertion de la pointe dans le manche.

La première expérimentation a concerné 15 pointes en silex (7 brutes et 8 retouchées) tirées mécaniquement, par un système constitué d'un fusil de chasse sous-marine, sur la brebis vidée. Les projectiles étaient emmanchés sur des fûts en bois léger de peuplier. Ces fûts étaient percés dans la longueur centrale pour permettre à la flèche du fusil de venir se ficher dans le fût. Le but de cette première séance était d'obtenir des informations préliminaires sur les fractures de projectiles, en limitant le paramètre de variation induit par le tir à main nue. Nous avons pu également déterminer qu'il est préférable de ne pas vider l'animal avant l'expérience afin d'ajouter une inertie supplémentaire à la cible et peut-être aussi un peu plus de réalisme à cette activité expérimentale. Enfin, elle nous a permis de constater que, quelle que soit la taille de la pointe, son efficacité est déterminée par deux conditions : l'acuité de la pointe et le débordement des bords par rapport au manche. Plus la pointe déborde du manche, plus la pénétration de celle-ci dans l'animal sera en effet aisée.

La seconde expérimentation a concerné 30 pointes retouchées en silex utilisées en hast sur une brebis non vidée. L'objectif était cette fois de vérifier s'il existe des différences notables entre la morphologie des fractures obtenues par propulsion mécanique et celle des fractures obtenues en hast sur les supports retouchés. Les emmanchements des pointes étaient tous axiaux. Les fûts utilisés étaient des tournillons en hêtre et en pin de 1 à 2 m de long et de 2 à 3 cm de diamètre.

N'ayant pas constaté de différences fondamentales entre les traces observées sur les pointes ayant été tirées mécaniquement et celles utilisées en hast, les 32 pointes en silex utilisées pour la troisième expérience l'ont été en hast, mais cette fois-ci, sur une carcasse de cervidé (cerf adulte). Il s'agit de 14 pointes brutes et 18 pointes retouchées. Nous souhaitions lors de cette séance vérifier si l'épaisseur de la laine de Mouton pouvait avoir une influence sur la formation des fractures en comparant les fractures obtenues lors des expériences sur le Mouton et celles obtenues sur un animal dont le poil est moins épais et compact. Cette expérimentation nous a permis de constater que la peau de la biche était plus facile à pénétrer. Elle a également été l'occasion de tester quelques

emmanchements latéraux : sept pointes retouchées ont été dévolues à ce test. Nous avons pu constater que la morphologie de nos pointes n'était pas propice à ce type d'emmanchement : les ligatures ne se prêtant pas aux emmanchements latéraux, nous avons eu recours à l'adhésif seul. Le problème est qu'un grand nombre s'est démanché lors de l'expérimentation. Les fûts étaient semblables à ceux de l'expérience précédente.

Les deux dernières expérimentations avec des biches ont concerné 20 pointes en silex (5 brutes et 15 retouchées) et 12 pointes en quartz et quartzite. Les pointes en quartz et en quartzite ont été employées de la même manière que les pointes en silex, c'est-à-dire en hast avec un emmanchement axial et fixées au manche à l'aide de ligatures en corde végétale et d'un adhésif composé d'un mélange de résine, de cire et d'ocre.

b - Le travail de boucherie

Concernant les activités de boucherie, au sens large, 55 zones actives ont été dédiées à diverses actions effectuées pour le traitement de carcasses de différentes espèces : Cerf, Renard, Sanglier, Renne, Bison. À l'exception de deux métapodes de cerfs qui ont été simplement désarticulés, l'ensemble des opérations de boucherie depuis le dépouillement jusqu'à la désarticulation a été réalisé sur les autres espèces. Les objectifs des actions menées étaient multiples :

- récupérer la peau ;
- prélever la viande ;
- récupérer les tendons ;
- récupérer les os.

Au total, 15 pointes brutes en silex, quatre pointes brutes en quartzite, deux pointes en silex retouchées et neuf pointes moustériennes en silex ont servi au cours des différentes étapes de la chaîne opératoire de la boucherie. Six pointes ont servi au dépouillement, trois pour la désarticulation, huit au décharnement, neuf pointes ont servi lors de la boucherie complète hors dépouillement et quatre ont été utilisées à toutes les étapes de la chaîne opératoire de la boucherie depuis le dépouillement jusqu'à la désarticulation.

Les pointes se sont révélées efficaces pour la plupart des étapes de cette chaîne opératoire. La pointe permet d'ouvrir avec une grande efficacité les différents tissus et les tranchants autorisent une bonne découpe des chairs.

c - Le travail de la peau

Pour le travail de la peau, neuf parties actives provenant de huit pointes ont été utilisées pour différentes activités : deux pointes ont servi à écharner en coupe tangentielle des peaux fraîches (lapin et mouton), une pointe moustérienne (deux zones actives) a servi à écharner une peau de mouton sèche et cendrée en raclant la fleur pour ôter les derniers résidus de chair et de gras. Enfin, cinq pointes ont été dévolues au perçage des peaux : deux ont servi à percer une peau fraîche selon un mouvement rotatif avant la mise sur cadre, trois ont servi à percer des peaux sèches et tannées pour réaliser des trous de couture. Une de ces pointes a été utilisée selon un geste posé et en appliquant une pression sur la pointe placée perpendiculairement au cuir sans mouvement rotatif. Les deux autres pointes ont été utilisées selon un geste posé avec de nouveau un contact punctiforme mais en exerçant un mouvement rotatif. Les pointes se sont révélées très efficaces pour ce travail. Les actions de contact punctiforme constituent une spécificité fonctionnelle de ces pointes.

d - L'acquisition et le travail du bois végétal

Différentes activités, depuis l'acquisition à la réalisation d'objets en bois végétal ont été pratiquées avec 21 pointes en silex :

- pour la première phase, seule l'acquisition par sciage (geste posé, action longitudinale) a été mise en œuvre. Une branche de peuplier de faible diamètre a été sciée avec une pointe retouchée ;
- lors de la deuxième phase, celle de la préparation des supports en bois, deux pointes retouchées ont servi à raboter. Les branchettes qui pouvaient gêner la confection des objets ont été sciées avec une pointe brute et une pointe retouchée ;
- la transformation du bois acquis et préparé en objets finis a été réalisée à l'aide de 13 pointes, ayant travaillé le bois à l'état sec (buis et pin), pour la fabrication de manches et d'épieux, à l'aide de la technique du diabolo. Deux pointes ont été utilisées en rainurage (retouchées), 4 en raclage (2 brutes, 2 retouchées) et 7 en rabotage (6 retouchées et 1 brute). À l'exception du rainurage longitudinal pour lequel la pointe permet de guider le geste en créant un sillon net, pour les autres opérations la présence d'une pointe se révèle totalement inutile sans être gênante ;
- nous avons également percé du bois de cornouiller et de chêne afin d'obtenir un trou dans lequel nous pouvions faire passer un lien (pour la suspension, p. ex.). Pour cette activité, 3 pointes ont été utilisées : 2 pointes moustériennes sur du bois sec et une pointe moustérienne sur du bois vert (figure 7). Les pointes se sont révélées très efficaces pour cet usage, le perçage de bois vert étant plus aisé. L'épaisseur du bois peut-être un facteur limitant pour la réussite de cette opération. Lorsque le diamètre du manche à percer était trop important (>20 mm), nous avons pratiqué un perçage de part et d'autre du manche de manière à ce que les deux trous obtenus se rejoignent.

e - Le travail de l'os

Deux objectifs distincts ont guidé les activités pratiquées sur les os : un objectif alimentaire et un objectif technique. Dans le cadre d'activité de boucherie et plus précisément pour la récupération de la moelle, 6 pointes brutes ont servi à racler le périoste avant la fracturation des os. Bien conscients que la réalisation d'objets en os est rare au Paléolithique moyen, différentes actions ont néanmoins été réalisées sur cette matière dans le but de discriminer les traces obtenues de celles produites par les activités sur bois : deux pointes, une brute et une retouchée, ont servi à racler un os frais pour préparer la surface avant rainurage, trois pointes brutes ont été utilisées pour scier des os et trois pointes retouchées pour rainurer un os frais.

f - Le travail de coquillage

Afin de compléter le référentiel, 5 pointes ont servi pour percer des matières très dures comme des coquillages (*Nucella lapillus*).

C - Description des traces d'utilisation

a - Des macro-traces fréquentes

Les macro-traces sont présentes sur la quasi-totalité des parties actives des pointes utilisées. Ces macro-traces sont principalement des esquillements, à l'exception des pointes ayant servi lors des activités de chasse, pour lesquelles les macro-traces observées sont principalement des fractures. Seules 5 pointes ne présentent aucune trace. Il s'agit de pointes ayant servi sur des peaux fraîches : écharnage et perçage des peaux avant leur disposition sur un cadre. Cette échelle d'observation n'est donc pas à négliger, que les pointes soient brutes ou retouchées.

b - Des différences par rapport aux tranchants bruts

Les macro-traces sur les tranchants des pointes retouchées peuvent être comparées à celles présentes sur les tranchants bruts d'angle équivalent décrites dans la littérature (p. ex. Gonzáles Urquijo, Ibáñez Estévez, 1994 ; Lemorini, 2000). Les tranchants des pointes retouchées obéissent aux mêmes modalités d'usure que les tranchants bruts. Sans modifier de façon radicale les caractéristiques des macro-traces observées sur les tranchants bruts, nous pouvons néanmoins observer quelques différences notables dans le cas des activités de boucherie et sur les outils ayant servi à travailler le bois végétal. Pour les activités concernant des matières d'œuvre de dureté relative plus importante, ces différences sont presque inexistantes.

Les principales différences sont les suivantes :

- les esquillements des parties actives retouchées ont tendance à être de plus petites dimensions ;
- sur les pointes retouchées, la face retouchée porte des esquillements moins nombreux, plus souvent discontinus et isolés ;
- les esquillements présents sur les tranchants retouchés ont plus fréquemment une terminaison en escalier.

La position, la morphologie et la direction des esquillements sont par contre peu affectées par la présence de retouches. Il en est de même des émoussés et des arrondis.

c - Description des macro-traces en fonction des modes de fonctionnement

Les traces liées aux activités de chasse

Les pointes en silex

Les stigmates liés aux activités de chasse présentent des caractéristiques particulières par rapport à ceux produits au cours des autres activités. Il s'agit essentiellement de fractures (80 % des cas), accompagnées parfois d'esquillements (figures 65-67).

L'analyse des fractures des pointes de projectiles expérimentales nous permet de formuler plusieurs constats :

- les fractures observées sur les pointes utilisées comme arme de chasse sont des fractures en flexion à terminaison en escalier ou des enlèvements fracturant apicaux (Coudenneau, 2013 : 41-45 ; tableau 12, figures 65-66) avec une terminaison en escalier. La présence d'enlèvements fracturant apicaux semble être une véritable caractéristique de ce mode de fonctionnement puisque nous ne les retrouvons pour aucune autre activité testée ;
- la présence d'une seule pièce présentant une fracture en flexion avec une terminaison en escalier dans une série archéologique ne saurait constituer une évidence de l'utilisation de cette pièce comme arme de chasse. En effet, d'autres causes peuvent produire ce type de fracture. Cela dit, la présence d'un enlèvement fracturant apical sur une pièce unique dans une série devra également être interprétée avec prudence. Ces enlèvements constituent effectivement la traduction physique d'une application des forces particulière, mais il n'est pas impossible que d'autres activités domestiques ou évènements taphonomiques puissent également produire de telles fractures ;
- il existe des variations dans les modalités de fracturation des pièces qui sont liées également à la présence ou non de la retouche et à l'épaisseur relative de la fourrure de l'animal chassé. Ainsi plus le pelage est dense (Mouton), plus les fractures produites auront tendance à être des fractures en flexion. À l'inverse les fractures produites au cours des actions de chasse sur les biches sont plus fréquemment des enlèvements fracturant apicaux axiaux. Cependant, ces variations sont tout au plus des nuances, qu'il conviendra de manipuler avec précaution ;

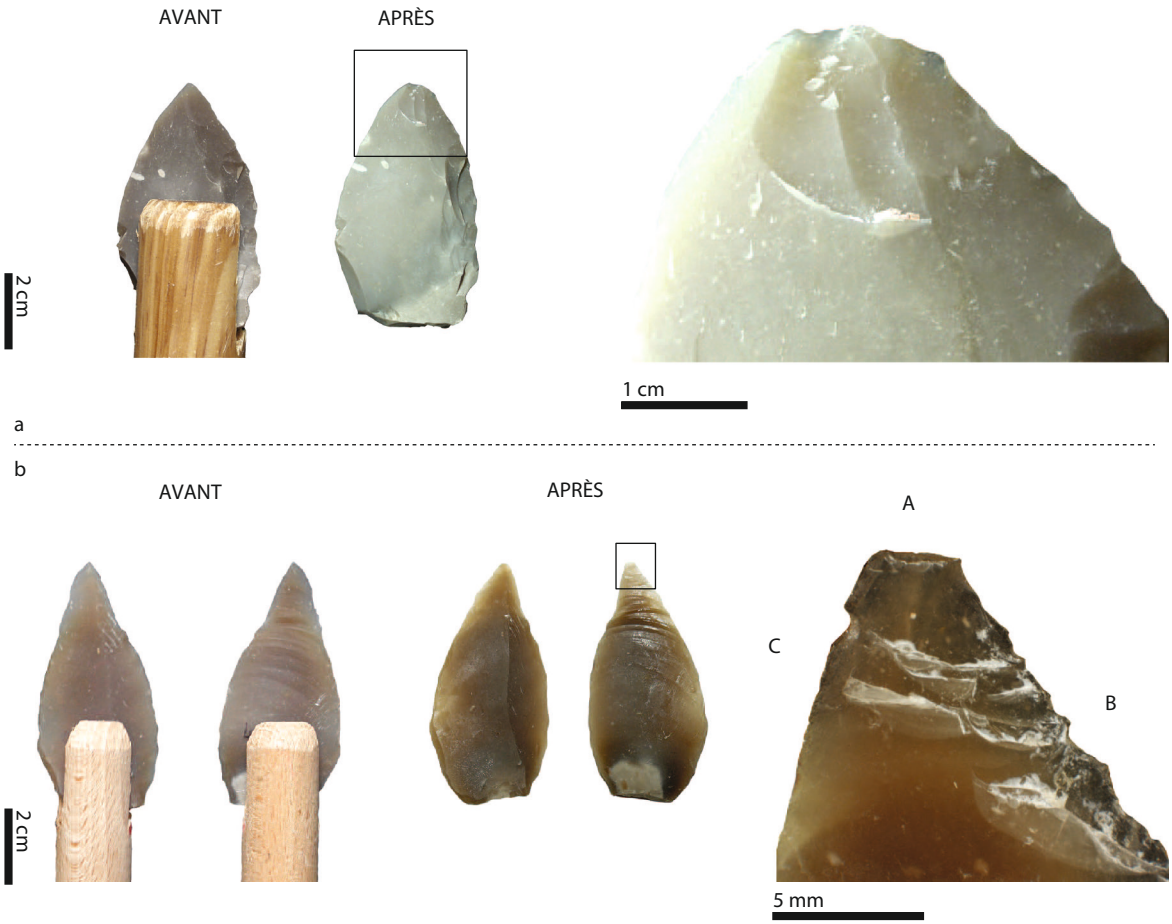


Figure 65 - Exemples de pointes expérimentales utilisées comme armes de chasse. a : face inférieure avant utilisation et après utilisation et détail de l'enlèvement fracturant apical axial avec une terminaison en escalier ; b : faces supérieures et inférieures avant utilisation et après utilisation et détail de l'enlèvement fracturant apical axial à terminaison esquillée (A) et des esquillements associés (B et C) (clichés et DAO : A. Coudenneau).

- la présence d'une double fracture ne semble pas être liée à un facteur particulier parmi ceux que nous avons testés. Comme au cours du débitage, il est très probable qu'un contact moins franc ou plus diffus avec la matière qui provoque la fracture puisse produire un tel effet. Il est également possible que, lors de son trajet dans l'animal, la pièce rencontre des os à plusieurs reprises et se fracture donc deux fois. Les fractures doubles sont le plus souvent une association entre une fracture en flexion et un enlèvement fracturant apical ;
- les esquillements des bords latéraux ne sont pas à proprement parler un caractère discriminant de ce type d'utilisation, mais des esquillements quadrangulaires à terminaison en escalier, ou des combinaisons d'esquillements associant des demi-lunes et des morphologies quadrangulaires ou trapézoïdales avec des terminaisons transverses ou en escalier peuvent être un indice supplémentaire d'une utilisation comme arme de chasse. Cet indice prend plus de poids lorsqu'il est associé à une fracture telle que celles décrites plus haut ;
- dans tous les cas, la récurrence des stigmates considérés comme diagnostiques au sein d'une même série archéologique sera un élément important pour garantir les interprétations basées sur ces constats expérimentaux.

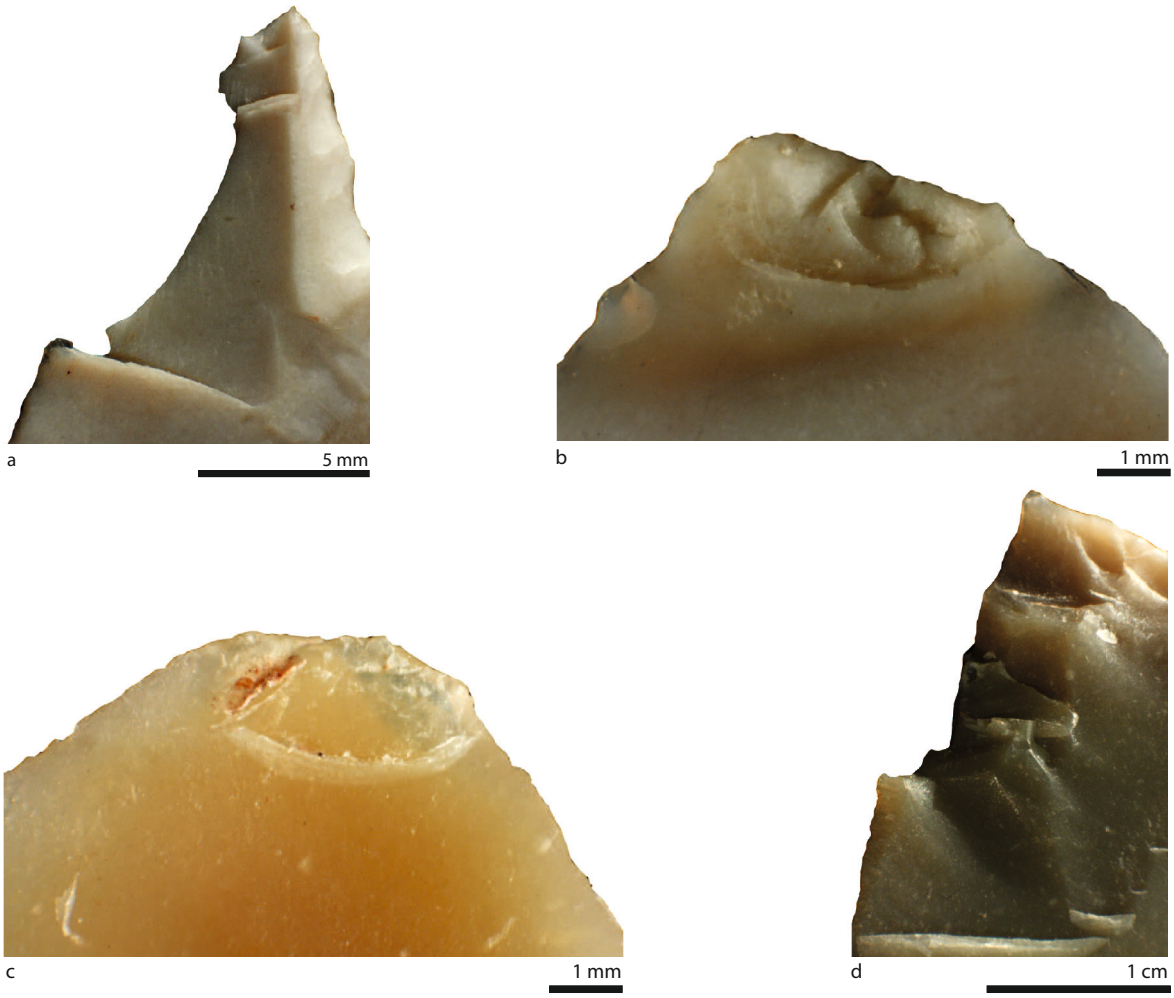


Figure 66 - Exemples de fractures observées sur des pointes expérimentales utilisées comme arme de chasse. a : enlèvement fracturant apical oblique à terminaison en escalier et fracture en flexion transverse à terminaison en escalier ; b : fracture en flexion face à terminaison en escalier ; c : enlèvement fracturant apical axial à terminaison en escalier ; d : enlèvement fracturant apical oblique à terminaison esquillée (clichés : A. Coudenneau).

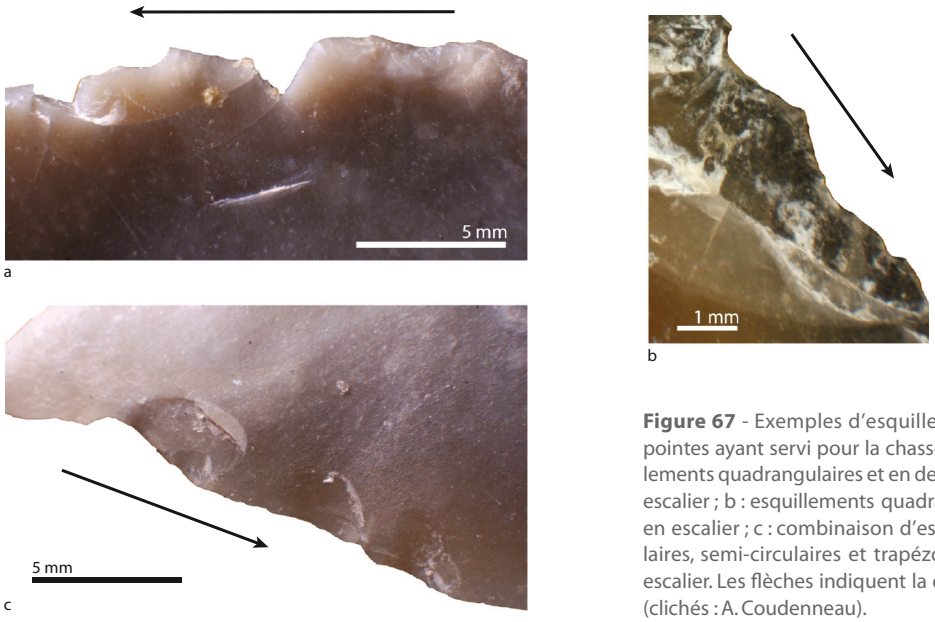


Figure 67 - Exemples d'esquillements observés sur des pointes ayant servi pour la chasse. a : association d'esquillements quadrangulaires et en demi-lune à terminaison en escalier ; b : esquillements quadrangulaires à terminaison en escalier ; c : combinaison d'esquillements quadrangulaires, semi-circulaires et trapézoïdaux à terminaison en escalier. Les flèches indiquent la direction du mouvement (clichés : A. Coudenneau).

Les pointes en quartz et quartzite (F. Venditti, C. Lemorini)

Avant de donner les résultats fonctionnels des impacts expérimentaux pour les pointes en quartz et quartzite, il convient de décrire brièvement les caractéristiques de ces matières premières et la méthodologie suivie pour les analyser.

Certains quartz et quartzites sont composés de gros grains de quartz qui produisent une surface irrégulière, caractérisée par de nombreuses arêtes saillantes (Knutsson, 1988a : 42). Il arrive donc que les traces d'usage ne soient pas distribuées régulièrement le long d'un bord actif, ne permettant pas de les détecter aisément. Il faut donc les repérer sur les différents plans des cristaux, ce qui revient à les observer sur des surfaces très localisées. De plus, sur chaque portion, le degré de développement des traces peut être très différent, même s'il s'agit du produit d'une même activité. Par conséquent, si n'importe quelle méthode d'observation peut être utilisée pour les roches à grain fin, pour détecter les traces d'usage sur les matériaux dont il est question ici, il convient d'analyser soigneusement tous les bords de la pièce, afin de localiser les traces les plus développées qui permettent la meilleure interprétation. Il est évident que le temps demandé par ce type d'analyse est nécessairement plus long par rapport à celui impliquant d'autres types de matières premières.

En outre, les surfaces des cristaux de quartz ne sont quasiment jamais planes et lisses et elles peuvent montrer des imperfections liées à l'origine des cristaux eux-mêmes ou des abrasions dues aux activités de taille. Ces imperfections ou ces abrasions peuvent avoir une morphologie qui ressemble à quelques-unes des microtraces d'usage. Il faut donc disposer des moulages de la surface avant l'utilisation de la pièce pour pouvoir contrôler chaque cristal qui la compose. Dans ce but, nous avons utilisé un silicone à deux composantes (*Provil Novo Light Fast Set*, *Heraeus)* qui, en outre, nous a aidés à atténuer le phénomène de réflexion de la lumière typique des cristaux de quartz en permettant une meilleure observation de la surface lithique (*cf.* Partie I, chapitre 2.3).

En suivant la méthodologie mise au point pour cette analyse, toutes les pointes ont été observées à l'aide d'une loupe binoculaire en lumière réfléchie pour repérer les esquilles ou les fractures produites par l'impact de la pointe avec l'animal.

Après l'observation à faible grossissement, nous avons effectué l'analyse des moulages des pointes utilisées à l'aide d'un microscope métallographique avec les grossissements 100 ×, 200 × et 500 ×, pourvu d'une lumière réfléchie et d'un système à interférométrie.

Parmi les 12 pointes utilisées, trois n'ont pas été analysées car elles n'avaient pas de moulages pré-utilisation ; parmi les neuf autres, cinq pointes présentent une combinaison de traces typiques de l'action effectuée.

Voici la description de chaque essai analysé et la description des traces diagnostiquées.

Pointe n° 2 :

La pointe n° 2 a été utilisée deux fois sans réussir à pénétrer dans l'animal. Les faibles traces diagnostiquées sur la surface de quelques cristaux sont des abrasions chaotiques et une abrasion plus forte qui a détruit la partie gauche du bord du cristal (figure 68).

Pointe n° 5 :

La pointe n° 5 a été utilisée trois fois puis son utilisation a été stoppée car elle bougeait dans son manche. Sur la surface ventrale de la partie apicale se sont développées des abrasions légères en faisceau (figure 69[b]).

Pointe n° 6 :

La pointe n° 6 a été utilisée plusieurs fois et le cinquième tir a frappé une côte en provoquant une fracture envahissante à la morphologie *snap* de la pointe (figure 70[c]).

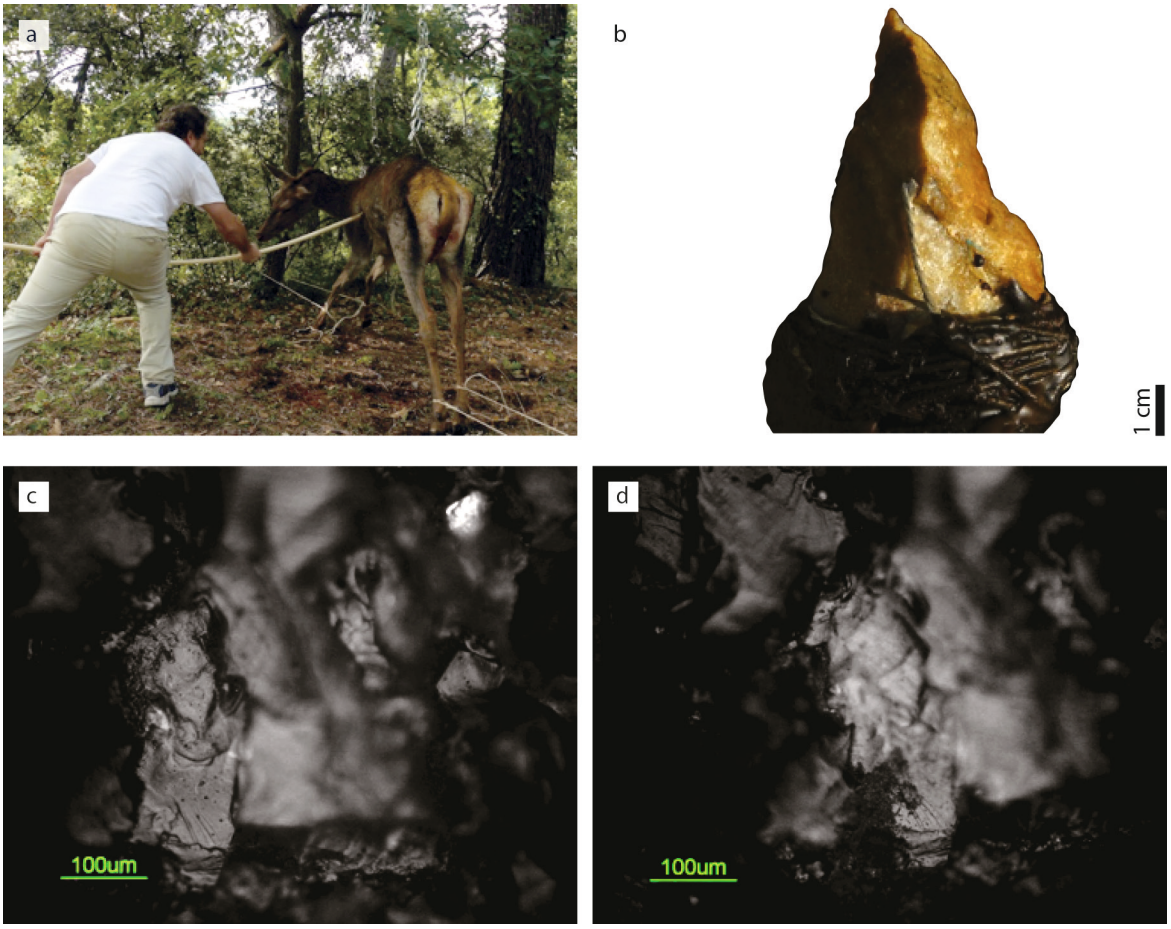


Figure 68 - Pointe n° 2. a : expérimentation ; b : pointe avant utilisation ; c : cristal pré-usagé sur le bord intact ; d : cristal abrasé sur le bord gauche (clichés a-b : PCR Des Traces et des Hommes ; c-d : C. Lemorini et F. Venditti).

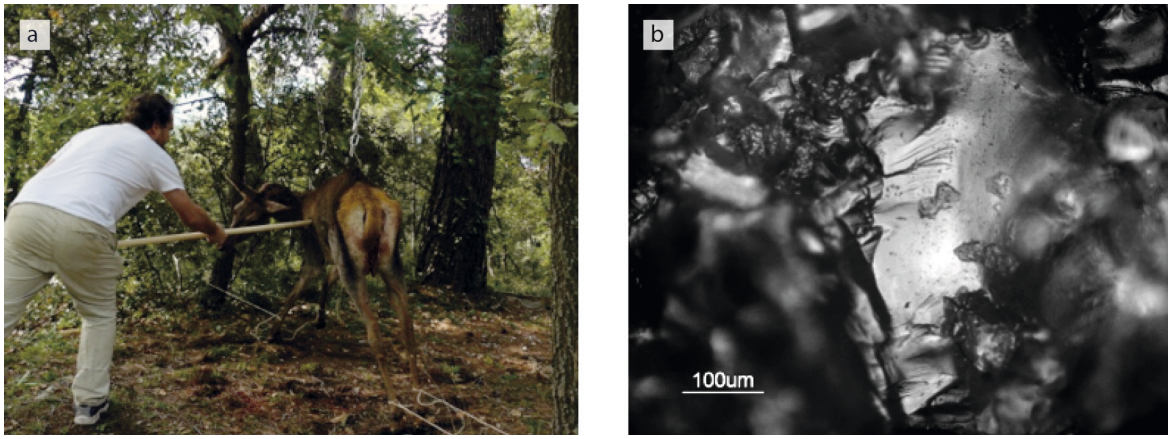


Figure 69 - Pointe n° 5. a : expérimentation ; b : micro-traces produites au cours de l'expérimentation : cristal montrant un faisceau d'abrasions superficielles après usage (clichés a : PCR Des Traces et des Hommes ; b : C. Lemorini et F. Venditti).

Dans ce cas nous avons rencontré un gros cristal qui, dans le moulage pré-utilisation, présentait des faisceaux d'abrasions technologiques qui ont disparu après l'utilisation de la pièce. Il est possible que le contact avec la graisse sous-cutanée ait provoqué la disparition des abrasions présentes sur le cristal en obstruant les petits trous produits par l'abrasion.

En effet, le travail de la peau fraîche ainsi que l'activité de dépouillement n'ont pas produit de traces diagnostiques.

La graisse sous-cutanée pourrait provoquer des altérations au niveau des cristaux qui homogénéisent l'aspect de leur surface sans développer de trait distinctif et reconnaissable. Il devient donc difficile, voire impossible, de reconnaître ce type de trace sur des matériaux archéologiques.

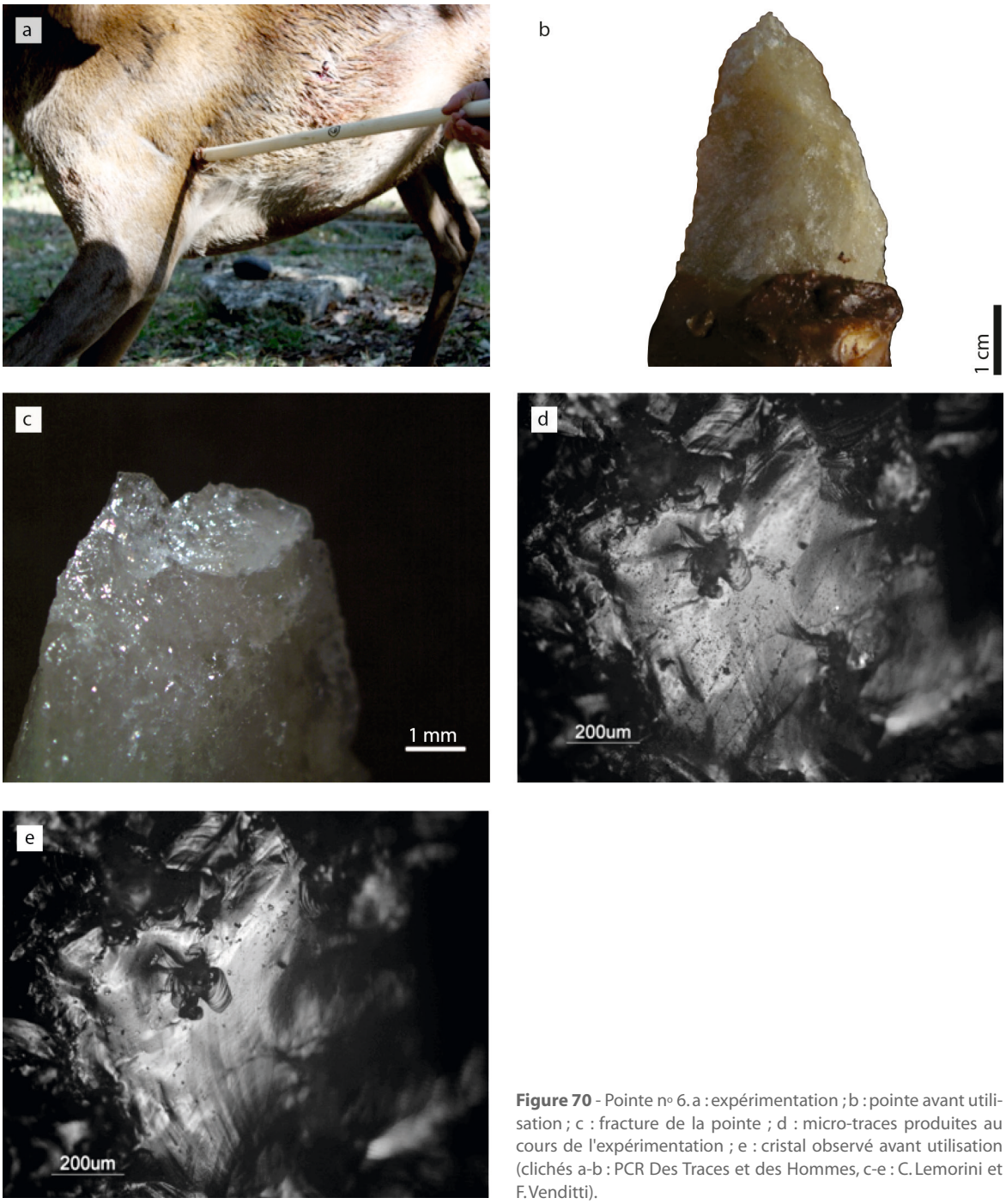


Figure 70 - Pointe nº 6. a : expérimentation ; b : pointe avant utilisation ; c : fracture de la pointe ; d : micro-traces produites au cours de l'expérimentation ; e : cristal observé avant utilisation (clichés a-b : PCR Des Traces et des Hommes, c-e : C. Lemorini et F. Venditti).

Pointe n° 7 :

Avec la pointe n° 7, dix tirs ont été effectués qui ont frappé le ventre de l'animal. On a rencontré une seule micro-trace de contact avec de la viande près de la pointe ; la micro-trace a affecté les bords et la partie centrale du cristal (figure 71).

Le contact avec les tissus charnus peut affecter les surfaces des cristaux sur le fil du tranchant soit par des faibles abrasions au fond clair qui changent la surface généralement lisse des cristaux soit par des abrasions plus profondes, au fond gris foncé, qui sont à attribuer au contact plus violent avec les tissus ou parfois avec l'os (p. ex. dans des activités de boucherie). Ces abrasions peuvent se localiser soit sur le bord des cristaux, en les désagrégeant, soit vers le centre de leurs surfaces et elles peuvent avoir une direction distincte ou une orientation chaotique.

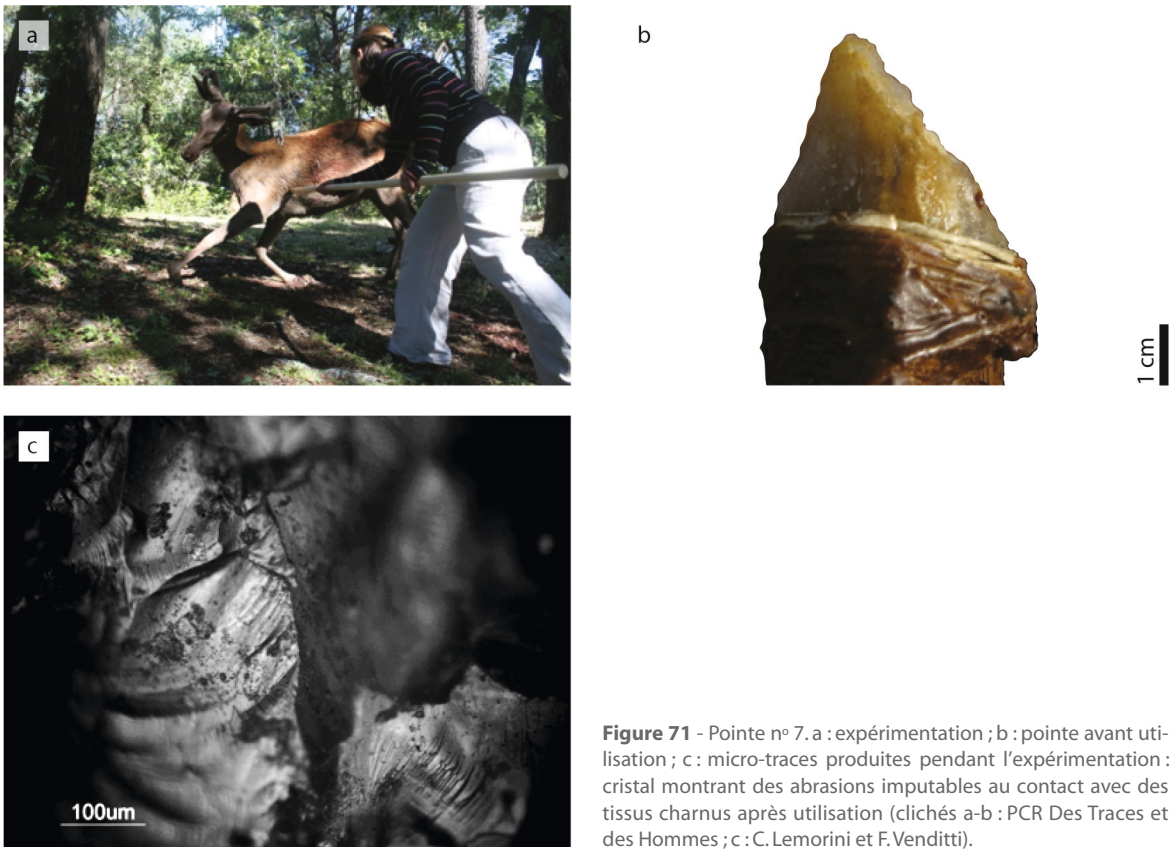


Figure 71 - Pointe n° 7. a : expérimentation ; b : pointe avant utilisation ; c : micro-traces produites pendant l'expérimentation : cristal montrant des abrasions imputables au contact avec des tissus charnus après utilisation (clichés a-b : PCR Des Traces et des Hommes ; c : C. Lemorini et F. Venditti).

Pointe n° 4 :

La pointe n° 4 a montré les traces les plus significatives de la série. Nous avons rencontré trois types différents de traces mais en combinaison et en accord avec l'action effectuée (figures 70, 73-74).

Cette pointe a transpercé le cerf deux fois : le premier coup a pénétré les tissus charnus en traversant la peau pour toucher une côte. Le deuxième coup a provoqué la fracturation *snap* et seule la partie proximale de la pièce est restée insérée dans le manche (figure 72).

En comparant les cristaux avant et après leur utilisation, toute la partie de la pointe qui est entrée en contact avec la peau, les tissus charnus et l'os présente plusieurs cristaux avec :

- des abrasions superficielles et légères typiques du contact avec les tissus charnus ;
- des abrasions plus profondes avec une direction perpendiculaire à la pointe et donc en accord avec le mouvement d'impact ;
- des cristaux avec des surfaces lisses et lumineuses dues probablement au contact avec la graisse sous-cutanée.

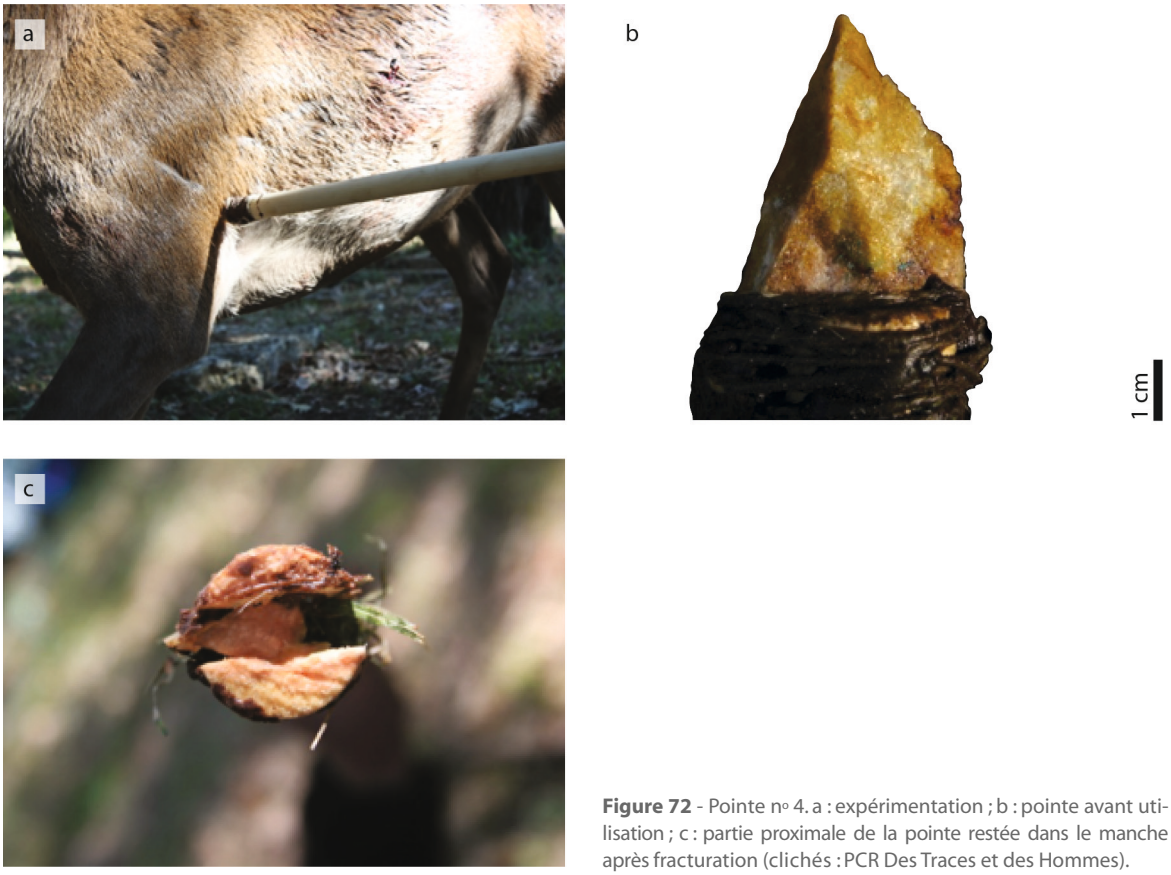


Figure 72 - Pointe n° 4. a : expérimentation ; b : pointe avant utilisation ; c : partie proximale de la pointe restée dans le manche après fracturation (clichés : PCR Des Traces et des Hommes).

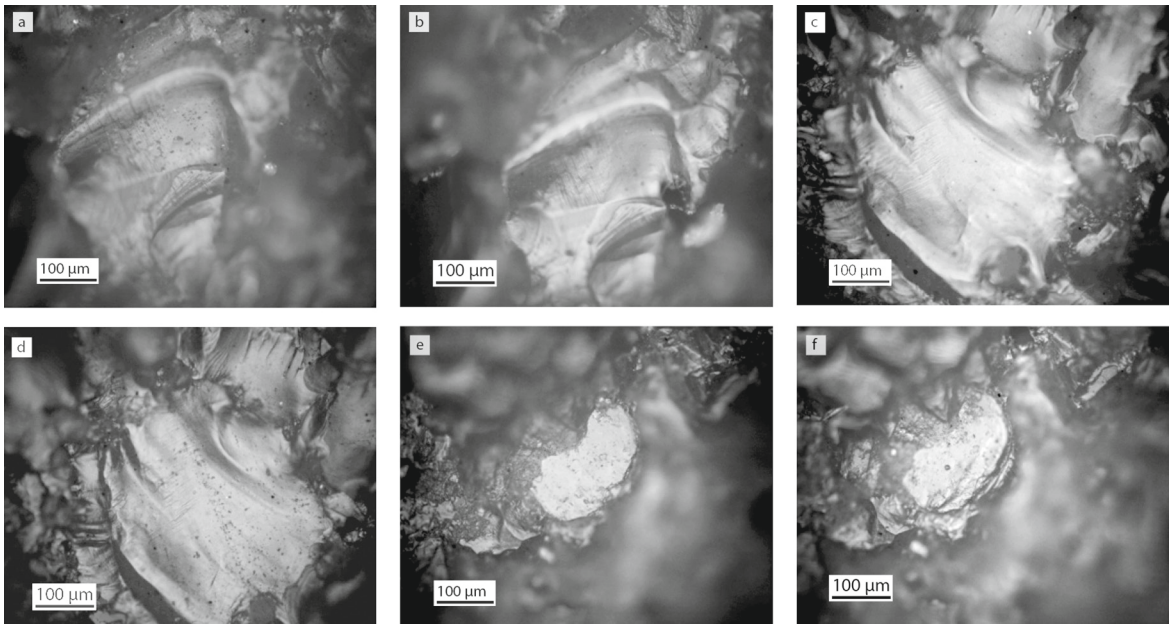


Figure 73 - Pointe n° 4. a, c et e : cristaux observés avant utilisation ; b : cristal lisse et poli après utilisation ; d : cristal avec une faible abrasion orientée perpendiculairement à la pointe, après utilisation ; f : cristal portant des traces de type boucherie, après utilisation (clichés : C. Lemorini et F. Venditti).

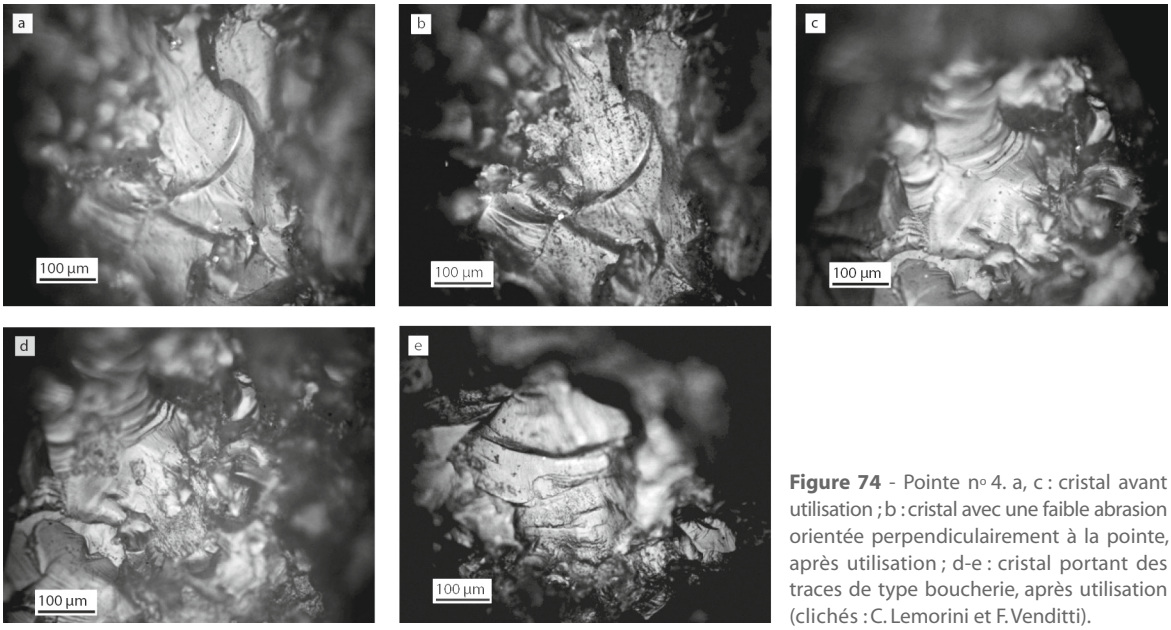


Figure 74 - Pointe n° 4. a, c : cristal avant utilisation ; b : cristal avec une faible abrasion orientée perpendiculairement à la pointe, après utilisation ; d-e : cristal portant des traces de type boucherie, après utilisation (clichés : C. Lemorini et F. Venditti).

Sur les 12 pointes lancées, 5 pointes portent des microtraces, mais dans un seul cas les trois types de micro-traces décrites ci-dessus (abrasions superficielles, abrasions profondes et perpendiculaires, cristaux lisses et lumineux) étaient présentes de manière concomitante. Pour trois cas, l'impact avec la carcasse a causé une fracturation : il s'agit de la fracturation *snap* de la partie distale ou mésio-distale de la pointe.

Il est évident que seule la combinaison de différentes traces sur une même pièce peut donner un haut degré de fiabilité à son interprétation finale en tant que pointe de projectile.

L'expérimentation a mis en évidence que cette combinaison ne se développe pas toujours et donc, d'un point de vue archéologique, il est probable que certains impacts ne pourront jamais être identifiés de façon fiable. Les raisons en sont les suivantes :

- dans certains cas les pointes restent intactes ;
- la seule présence de fracturations *snap* n'est pas une preuve d'impact étant donné que cette morphologie peut se développer aussi pour des causes technologiques ou taphonomiques ;
- la seule présence de traces de tissus charnus pourrait être due à l'activité de boucherie ;
- la seule présence d'abrasions n'est pas une preuve évidente puisque ce type de traces peut se retrouver sur la surface naturelle des cristaux.

La coupe de matières animales tendres sans contact avec l'os

Ces opérations sont certainement les plus difficiles à identifier archéologiquement sur la base des macro-traces car celles-ci ne se produisent que très rarement, en particulier lors du traitement d'une peau fraîche. Pour ces opérations, il faudra donc davantage compter sur les traces microscopiques.

Sur les sept pointes utilisées pour écharner les peaux, deux seulement présentent des esquillements. Ce sont de petits esquillements qui se développent sur une seule face, qui sont continus, alignés, semi-circulaires (on observe de façon anecdotique des esquillements quadrangulaires et triangulaires), de terminaisons fines et obliques. Une pointe utilisée en écharnage porte également un émoussé très faible, sur le fil.

La coupe de matières animales tendres avec contacts avec l'os (matières tendres à moyennement dures)

Il s'agit des opérations de décarnisation, de désarticulation et éventuellement de dépouillage, qui produisent des esquillements traduisant les contacts accidentels avec l'os. Les macro-traces observées sur les pointes et caractérisant les activités de boucherie sont donc :

- les fractures : dans presque la moitié des cas, elles apparaissent sur les pièces expérimentales. Ce sont des fractures en flexion face et burinante avec une terminaison fine. Ces fractures n'apparaissent que sous certaines conditions : un contact avec l'os, notamment dans le cadre de la désarticulation, et la présence d'une extrémité pointue ;
- les esquillements (figures 75-76) : ce sont des esquillements qui apparaissent sur les deux faces des outils en alternance d'une face à l'autre. Ils sont disposés en séries, par des combinaisons d'esquillements de morphologie différente. L'association de différentes morphologies, et notamment la présence d'esquillements triangulaires, est un indicateur fiable de l'utilisation des tranchants pour une activité de boucherie. Les terminaisons sont en escalier ou rebroussée, et l'axe de symétrie est dévié (orientation oblique).

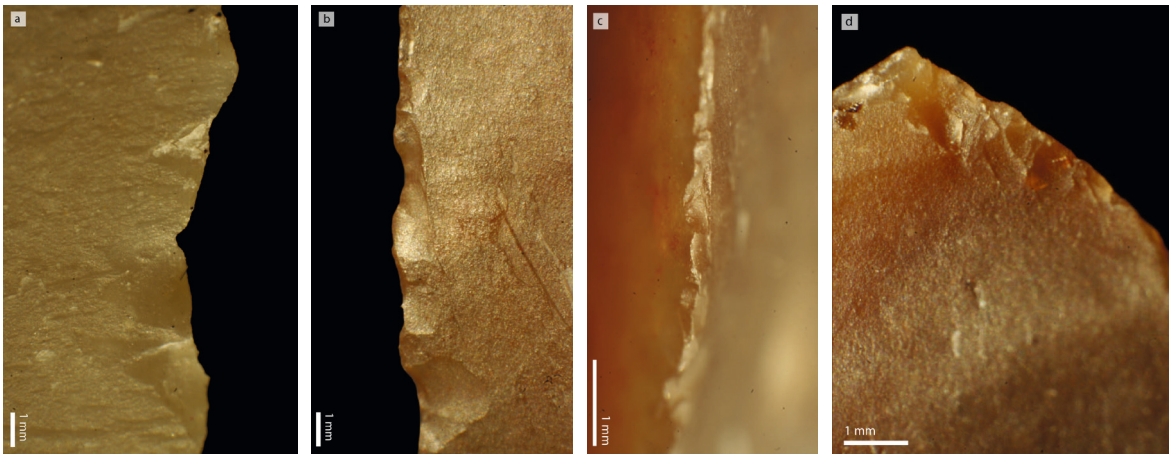


Figure 75 - Esquillements observés sur des pointes expérimentales utilisées au cours d'activités de boucherie. a : combinaison d'esquillements quadrangulaires et triangulaires à terminaisons rebroussées et en escalier ; b : combinaison d'esquillements quadrangulaires, trapézoïdaux, semi-circulaires et triangulaires à terminaisons fines et en escalier ; c : tranchant vu depuis le fil, sur lequel les esquillements alternent d'une face à l'autre ; d : combinaison d'esquillements quadrangulaires et trapézoïdaux à l'extrémité d'une pointe (clichés : A. Coudenneau).

Le raclage de matières organiques tendres abrasives (peau)

Les activités de raclage des peaux ne produisent pas de fractures. Ce sont surtout les activités impliquant un contact avec des peaux sèches ou du cuir (peau tannée et assouplie) qui produisent des esquillements. Ces ébréchures dépendent de la nature du contact. Les deux pointes moustériennes utilisées pour racler la peau sèche et cendrée avant le tannage portent des esquillements bifaciaux, discontinus, alignés à superposés, de morphologie combinée : quadrangulaire, semi-circulaire et trapézoïdale, à terminaison fine ou en escalier et oblique. C'est une répartition assez atypique pour ce type de contact qui habituellement produit des traces sur la face opposée à la face de contact. La principale caractéristique des traces macroscopiques observées sur ces pièces est la présence d'un émoussé très fort sur le bord actif. Cet émoussé part du fil en direction de l'intérieur de la pièce sur la face en contact avec la peau.

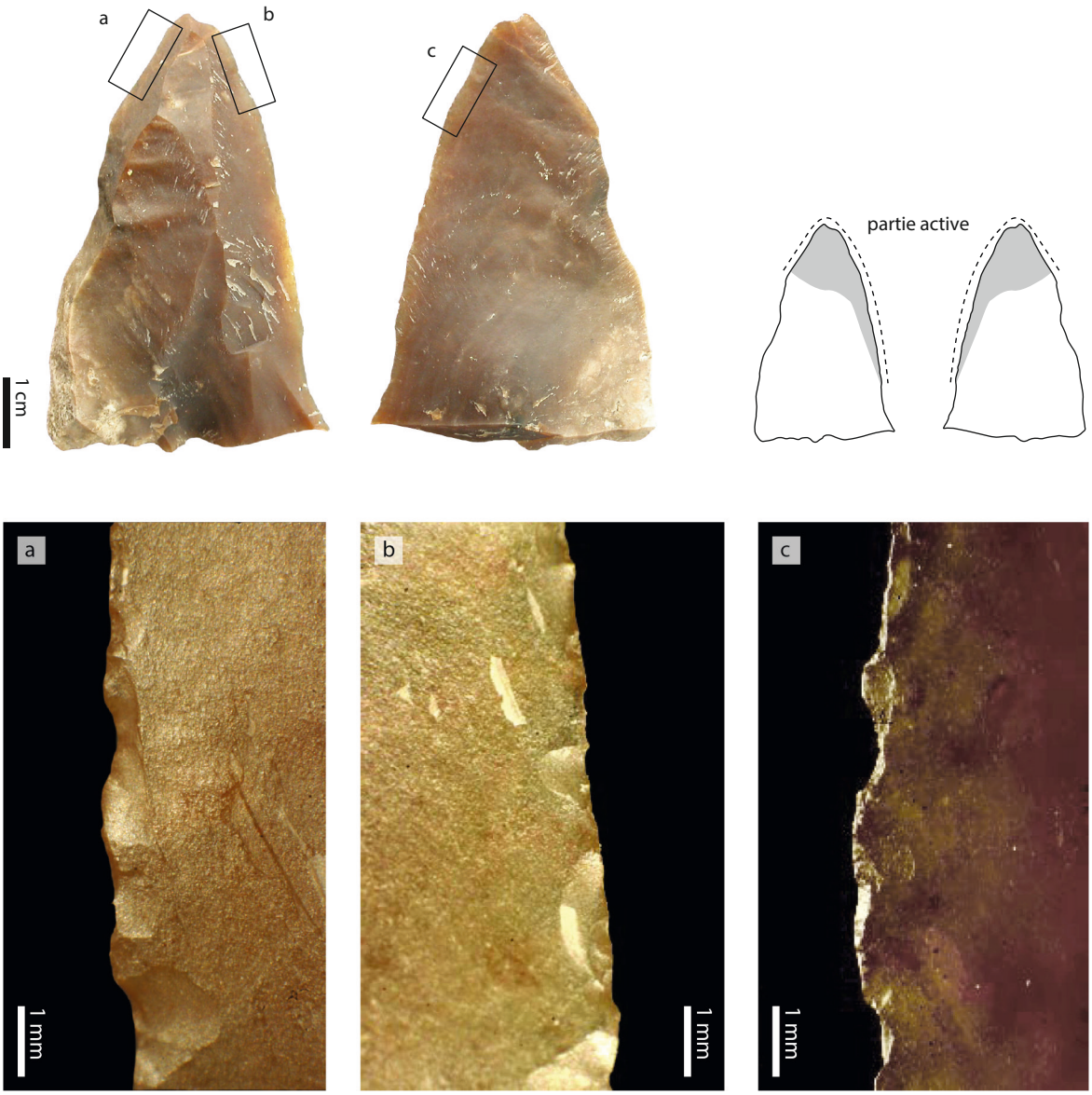


Figure 76 - Pointe expérimentale utilisée lors d'activités de boucherie et ensemble de macro-traces produites par l'utilisation. a-c : combinaisons d'esquillements observés (clichés et DAO : A. Coudenneau).

Le perçage de matière tendre à moyennement dure (peau)

Les actions de contact punctiforme sur la peau sèche ont produit des fractures, mais dans ce cas, ce sont des traces assez peu caractéristiques de la matière. Elles témoignent davantage de l'action. Ce sont des fractures en flexion à terminaison fine (figure 77). Plus que jamais, ces fractures seules ne sauraient être diagnostiques et doivent être combinées aux autres traces lisibles. À défaut d'autres traces, il sera impossible de conclure lors du passage au matériel archéologique. Les activités de perçage et de perforation de cuir ont produit des esquillements qui se développent de façon alterne sur les deux bords des pointes en partie distale. Ces esquillements sont isolés à alignés. Ils sont tous de morphologie quadrangulaire et de terminaison distale rebroussée. Ils sont obliques et de très petites dimensions. Un émoussé marqué est également présent sur les pièces utilisées en perçage sur les bords et sur les arêtes de la partie distale, en contact avec la peau. En revanche, aucun émoussé n'est observé sur la pièce utilisée en perforation.

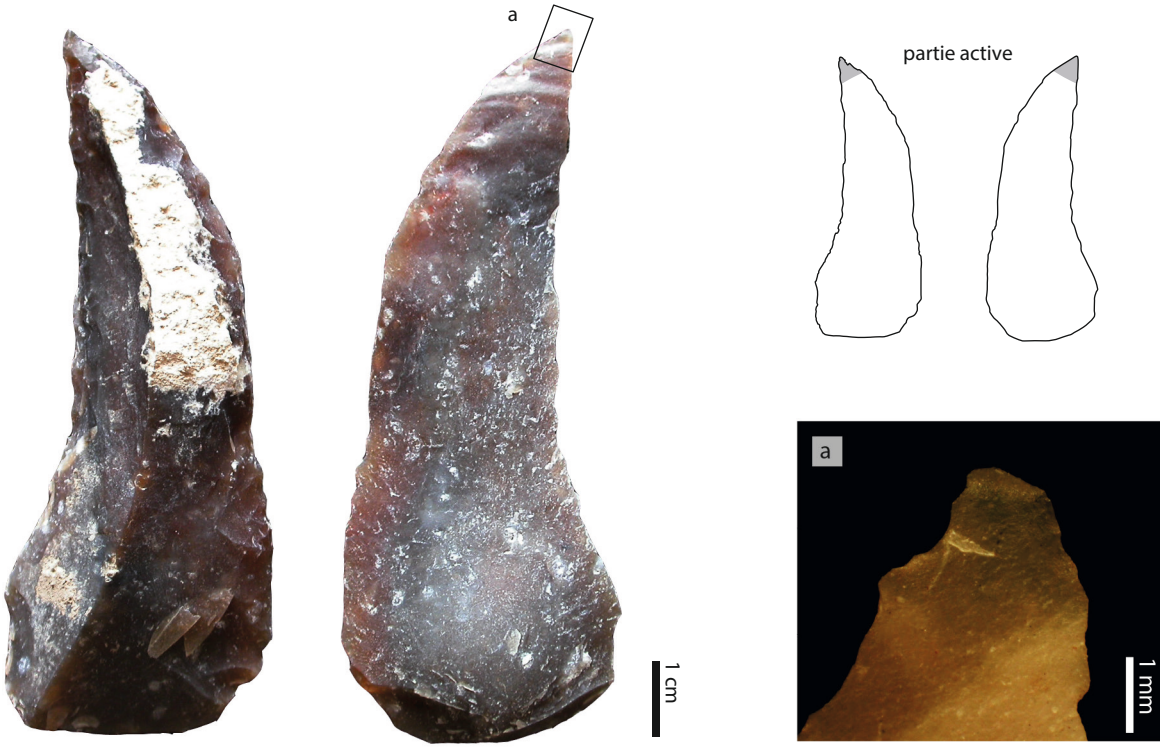


Figure 77 - Pointe moustérienne utilisée en contact punctiforme sur une peau tannée et traces macroscopiques et microscopiques associées. a : esquillements et fracture en flexion (clichés et DAO : A. Coudenneau).

Le travail longitudinal de matières moyennement dures (bois végétal)

Les actions de contact longitudinal ont produit des esquillements sur les deux faces du bord actif. Ces esquillements se répartissent de façon discontinue en alternant d'une face à l'autre, formant ainsi un tranchant sinueux. Il n'y a aucune exception à ce constat parmi les neuf pointes utilisées en action de contact longitudinal. L'agencement des esquillements entre eux est aligné à superposé (figure 78[a-b]). Sur une pointe ayant servi à inciser l'écorce pour la prélever, les esquillements sont isolés. Les morphologies des esquillements sont généralement quadrangulaires. Ces esquillements quadrangulaires sont très souvent combinés avec des morphologies différentes : quadrangulaire et en demi-lune ou quadrangulaire et trapézoïdale. Le mode d'action et l'état de fraîcheur du bois ne semblent pas conditionner la morphologie des esquillements. Les terminaisons des esquillements sont droites, rebroussées ou en escalier. Sur deux pointes ayant travaillé sur du bois frais, on observe des terminaisons fines. Nous retrouvons des esquillements à terminaison en escalier indifféremment sur du bois sec ou frais. Tous les esquillements observés sont obliques.

Un émoussé est visible sur deux des pointes utilisées en action longitudinale posée. C'est un émoussé de faible intensité, qui se développe sur les arêtes des négatifs d'enlèvements de la retouche. Cet émoussé semble lié au frottement des parties hautes de la face retouchée de la pièce contre le bois lors de l'action.

Nous remarquons enfin qu'il n'y a pas de différence significative dans le développement des macro-traces obtenues sur bois dur ou tendre.

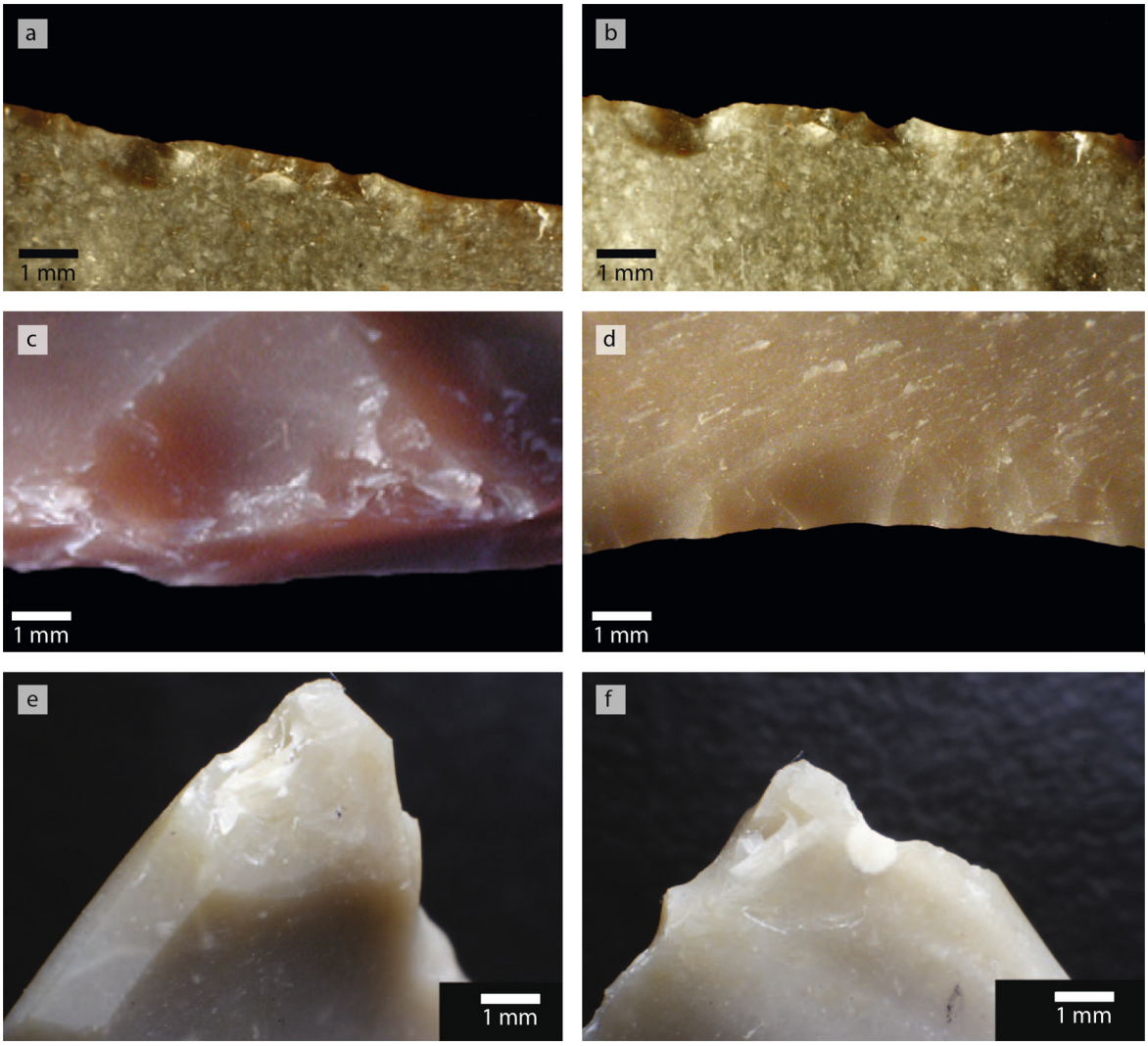


Figure 78 - Esquillements liés au travail du bois végétal sur les pointes. a-b : esquillements obtenus lors d'une action de contact longitudinal posé ; c : esquillements obtenus lors d'une action de contact longitudinal lancée ; d : esquillements obtenus lors d'une action transversale posée ; e-f : esquillements obtenus lors d'une action de contact punctiforme, observés sur la face supérieure de la pointe (e) et sur la face inférieure (f) (clichés : A. Coudenneau).

Le travail transversal de matières moyennement dures (bois végétal)

Les actions de contact transversal ont produit des esquillements qui se développent sur une seule face : la face de dépouille, c'est à dire la face opposée à la face d'attaque. Seules trois zones actives présentent des esquillements bifaciaux. Ces esquillements se distribuent de façon continue le long du bord actif et ils sont alignés entre eux. Les morphologies des esquillements observés sont très majoritairement quadrangulaires (11 cas sur 16, soit 69 % des cas). Ils sont rarement combinés à d'autres morphologies d'esquillements et lorsque c'est le cas, ils le sont avec des esquillements de morphologies trapézoïdales ou en demi-lune. Les terminaisons des ébréchures observées sont généralement des terminaisons fines (figure 78[d]). Pour les bords retouchés, une terminaison rebroussée ou en escalier n'est pas exclue. Les esquillements obtenus au cours d'une action de contact transversal sur du bois végétal sont perpendiculaires. Une seule pointe présente un émoussé très faible sur le fil.

Le perçage de matières moyennement dures (bois végétal)

Les pointes permettent de réaliser des actions de contact punctiforme pour percer du bois végétal. C'est une de leur spécificité fonctionnelle. Nous vérifions donc la spécificité des traces macroscopiques obtenues pour ce type d'utilisation sur le bois végétal. Trois pointes ont été dévolues à cet usage. Pour chaque expérience, la partie distale des deux bords ainsi que l'extrémité convergente ont été impliquées. Les esquillements se positionnent de façon alterne d'un bord à l'autre de l'outil. Ils sont continus sur toute la zone active et superposés entre eux. Ce sont des esquillements de morphologie quadrangulaire, mais on observe également des esquillements semi-circulaires sur une pointe utilisée sur un bois dense et sec. Les terminaisons de ces esquillements sont en escalier (figure 78[e-f]). La symétrie est variable et dépend de l'axe selon lequel l'action a eu lieu. L'outil utilisé sur du bois frais présente un émoussé sur les arêtes de la pointe qui ont été en contact avec le bois.

Le travail longitudinal de matières dures (os)

Les actions de contact longitudinal ont produit des esquillements dans tous les cas. Ce sont des esquillements bifaciaux et discontinus qui alternent d'une face à l'autre de l'outil. Ils sont nombreux, de grandes dimensions, alignés à superposés, de morphologie quadrangulaire et en demi-lune et de terminaison droite et en escalier. Aucun émoussé n'a été produit, certainement en raison de l'esquillement continu des bords actifs qui empêche la conservation d'un émoussé.

Le travail transversal de matières dures (os)

Les actions de contact transversal ont produit des esquillements dans tous les cas. Ces ébréchures apparaissent le plus souvent sur la face opposée à la face de dépouille mais on en retrouve quelques-unes sur la face de contact. Ces ébréchures sont continues et superposées. Ce sont des esquillements quadrangulaires et trapézoïdaux de terminaison en escalier. Ils sont perpendiculaires (figure 79). Aucun émoussé n'a été observé.

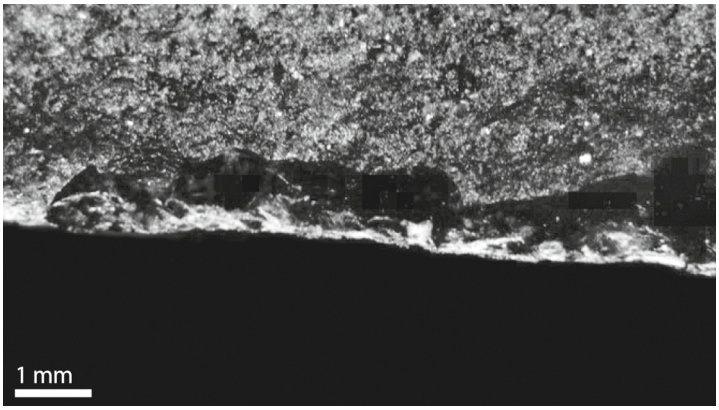


Figure 79 - Traces observées sur les pointes expérimentales ayant été en contact avec l'os : esquillements macroscopiques obtenus en raclant le périoste (cliché : A. Coudenneau).

Le travail punctiforme de matières dures (os et coquillage)

Les actions de contact punctiforme sur des matières dures ont produit des traces macroscopiques dans tous les cas. Les esquillements sont soit bifaciaux, soit localisés sur une face en alternance d'un bord à l'autre de la zone active. Ils sont continus et superposés. Ils sont quadrangulaires avec une terminaison en escalier, parfois fine lorsqu'il s'agit d'un perçage de coquillages (figure 80).

Ils sont obliques. Aucun émoussé n'a été constaté. Au niveau de la pointe, on observe des fractures et des écrasements. Ce sont des fractures en flexion transverse torses. La terminaison distale est en escalier. L'aspect torse des fractures est une indication précieuse sur le type de mouvement, au même titre que la direction des esquillements et leur position sur la pièce. Les écrasements sont visibles sur l'extrémité distale, mais également sur les arêtes vives de la pointe. Aucun émoussé n'est observé probablement en raison de l'esquillement constant qui empêche la conservation d'un émoussé.

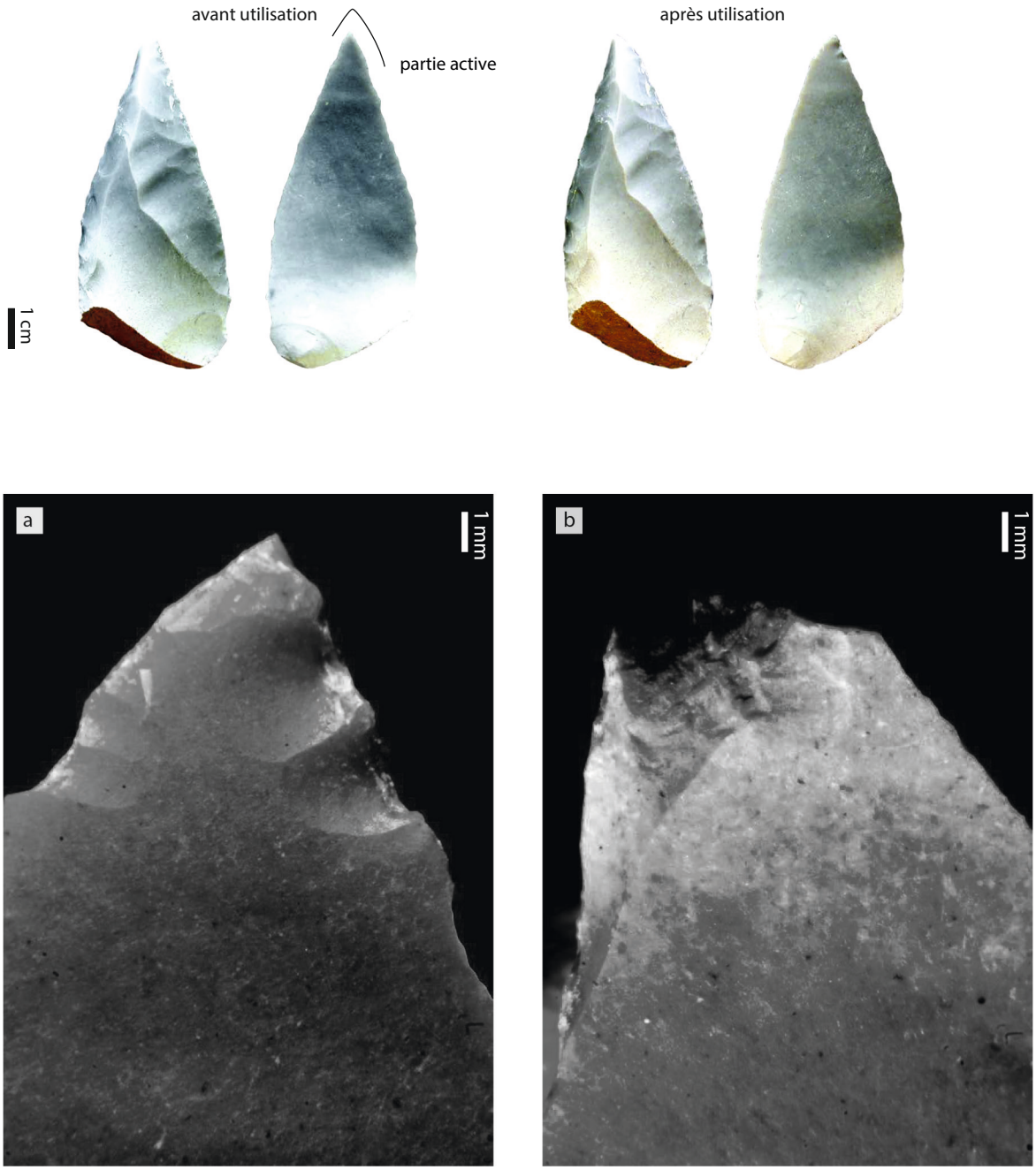


Figure 80 - Traces observées sur les pointes expérimentales ayant percé des coquillages. Pointe moustérienne avant et après utilisation. a : esquillements ; b : fracture en flexion transverse et écrasements associés (clichés : A. Coudenneau).

d - Synthèse des résultats issus de l'étude du référentiel expérimental

À l'issue de cette étude, nous constatons que les pointes ont été efficaces pour de nombreuses activités.

Le référentiel de pointes brutes et retouchées en silex et en quartzite a principalement été constitué dans le but de disposer de critères d'interprétation des stigmates d'usure en lien avec des activités de chasse. À ce titre, plusieurs résultats peuvent être retenus :

- les fractures les plus récurrentes des pointes de projectiles sont des fractures en flexion (face, transverse ou burinante) à terminaison en escalier (60 %) et des enlèvements fracturant apicaux axiaux, obliques ou burinants avec une terminaison en escalier (20 %). Mais seuls ces derniers se sont révélés véritablement diagnostiques d'une utilisation des pointes comme armes de projectiles ou d'hast. Ils se caractérisent par la combinaison d'une initiation en cône à une languette de type fracture en flexion et résultent d'un couple de forces qui comprend l'impact de la pointe dans l'animal et la pression exercée par l'oscillation du fût de la lance (dans le cas d'une projection type javelot) ou par sa torsion (dans le cas d'un hast) lors de la pénétration de la pointe dans l'animal (Coudenneau, 2013) ;
- si les fractures en flexion sont assez nombreuses sur les pointes utilisées comme armes de chasse, elles peuvent également résulter du traitement des carcasses. Des languettes, atteignant des dimensions importantes ont ainsi été observées sur deux pointes utilisées : l'une, moustérienne, utilisée en boucherie complète, désarticulation incluse, comporte une fracture en flexion transverse burinante de 9,8 mm de longueur et une pointe brute pseudo-Levallois utilisée pour écharner une peau de lapin présente une fracture en flexion transverse dont la languette mesure 3 mm de long. Ainsi, bien qu'assez rares sur les pointes utilisées selon un geste posé, leur présence seule sur une pointe ne peut donc pas, encore moins sur une pièce isolée, indiquer avec certitude un fonctionnement en armature de chasse. Ces nouvelles données alimentent donc le débat initié par nos prédécesseurs et il convient de rester prudent quant à l'interprétation des fractures en flexion sur des éléments triangulaires ;
- les esquillements latéraux ne constituent pas à proprement parler un caractère discriminant de ce type d'utilisation. Néanmoins, la présence d'esquillements quadrangulaires à terminaison en escalier, ou celle d'une combinaison d'esquillements en demi-lune, quadrangulaires ou trapézoïdales avec des terminaisons transverses ou en escalier peut constituer un indice supplémentaire en faveur d'une utilisation comme arme de chasse. Ces indices prennent d'autant plus de poids s'ils sont associés à un enlèvement fracturant apical.

La nature et la fréquence des traces d'impact varient notamment en fonction de la morphologie des pointes parallèlement à d'autres variables comme la nature et la disposition des matières traversées ou touchées lors des tirs (peau, viande, os : côtes ou os longs, ...) ou les modalités de fixation de la pointe sur la hampe, comme l'ont récemment mentionné A. Coudenneau (2013) et V. Rots et H. Plisson (2014). Ces derniers auteurs ont récemment insisté sur la nécessité d'avoir recours à un référentiel expérimental spécifique à chaque période chrono-culturelle voire à chaque cas d'étude et de considérer les autres stigmates d'usure éventuellement associés aux fractures, sans quoi le risque d'erreur d'interprétation pourrait être important. Par ailleurs, plusieurs auteurs, comme J. Pargeter (2011) ou encore L. Chesnaux (2014) ont mis en évidence le fait que des fractures habituellement considérées comme diagnostiques, comme les fractures en flexion complexe (dont la languette mesure plus de 2 mm) ou les fractures burinantes (*cf.* p. ex. Fisher *et al.*, 1984 ; O'Farrell, 2004) peuvent également se produire lors du débitage du support et lors du piétinement. Il s'avère donc important de s'assurer que les stigmates sont postérieurs à la retouche si elle est présente et d'être particulièrement vigilants dans le cas des pointes brutes, surtout si les fractures sont observées

de manière ponctuelle à l'échelle d'un site (une ou deux pièces seulement, pas de standardisation des pièces concernées). La répétition de traces d'impacts sur plusieurs pointes d'une même série couplée à la connaissance du contexte économique et taphonomique du gisement peut permettre de s'affranchir des problèmes de convergence avec d'autres modes de fonctionnement.

9 - Le référentiel de hachereaux expérimentaux

(M. Deschamps, É. Claud, D. Colonge, V. Mourre, Ch. Servelle)

A - Pourquoi un tel référentiel ?

Dès le début du XXe siècle, la présence d'outils de grandes dimensions en roches grenues dans les industries du Paléolithique moyen de la région vasco-cantabrique a été remarquée par les préhistoriens. Ces outils, dénommés hachereaux par H. Breuil (Breuil, 1910), correspondent à un type déjà décrit pour le Paléolithique ancien durant lequel ils sont plus fréquents. Au Paléolithique moyen, à de rares exceptions, leur production n'est à ce jour attestée que dans la zone pyrénéo-cantabrique.

Si la présence de hachereaux dans les industries moustériennes de cette région a d'abord été interprétée comme un phénomène culturel régional (Bordes, 1953a), la signification de leur production au sein du Paléolithique moyen a fait l'objet de nombreux débats (Benito del Rey 1972-1973, 1983 ; Jordá Cerdá, 1977 ; Rodríguez Asensio, 1983 ; Cabrera Valdès, 1983 ; Freeman, 1994 ; Rodríguez Asensio, Arrizabalaga, 2004 ; Mazo *et al.*, 2012 ; Álvarez-Alonzo, 2014).

Plusieurs hypothèses ont été avancées concernant les causes de leur production dans la région pyrénéo-cantabrique.

Une thèse déterministe a été proposée pour le Paléolithique ancien et moyen (Villa, 1983 ; Chauchat, 1985 ; Rolland, 1988, 1990 ; Santonja, 1996). Les caractéristiques minérales du milieu environnemental ainsi que les variations dans l'accessibilité aux ressources lithiques en fonction des oscillations climatiques pourraient expliquer certains changements au sein des industries. C. Chauchat considère les hachereaux moustériens comme une composante de l'outillage bifacial, ces derniers étant une variante des bifaces du Moustérien de Tradition Acheuléenne (MTA). Selon lui, c'est la « matière première qui impose le débitage de grands éclats, mais admet une retouche minimale » (Chauchat, 1985 : 238). Cette idée est toutefois contredite par le fait, d'une part, que des bifaces en silex, mais aussi en quartzite, côtoient souvent les hachereaux au sein des séries (Deschamps, 2014) et, d'autre part, que le silex présent dans la région (Normand, 2002 ; Tarriño *et al.*, 2007) est principalement utilisé en parallèle de la production des hachereaux dans certaines séries (Deschamps, 2014).

Par ailleurs, l'hypothèse selon laquelle les hachereaux ont été produits pour répondre à un besoin fonctionnel spécifique a été proposée (Freeman, 1969-1970). Elle implique que la confection de différents types d'outils ait été conditionnée par les activités effectuées. Il existerait donc une complémentarité fonctionnelle entre des sites présentant des spectres typologiques différents. Il est vrai que la matière première utilisée et la morphologie générale des hachereaux – constitués d'un tranchant distal brut opposé à une base épaisse et de bords latéraux retouchés d'angles assez ouvert – semblent indiquer que ces objets massifs aient pu intervenir dans une gamme de fonctions demandant une importante solidité de l'outil, notamment une importante résistance du tranchant (p. ex. Latapie, 1956). Cependant, les études fonctionnelles sur les hachereaux restaient extrêmement rares jusqu'aux travaux du PCR. Une étude fonctionnelle avait été effectuée sur un échantillon de 11 hachereaux, probablement acheuléens, issus de ramassages de surface dans la vallée de la Najerilla (Utrilla, Mazo, 1996). Cinq présenteraient des micro-polis d'utilisation (quatre hachereaux en quartzite portant un micro-poli bifacial caractéristique du travail du bois et un en silex portant un micro-poli imputé au travail de la viande). Ces travaux ont été complétés plus récemment par

l'amorce d'une approche expérimentale orientée vers la distinction de l'aptitude au travail du bois entre hachereaux en silex et quartzite (Domingo-Martinez, 2013).

Enfin, sept vestiges provenant du niveau VII d'Amalda (Guipuzcoa, Espagne) ont été considérés comme des hachereaux et analysés par J. Rios. Trois sont en ophite et quatre en lutite micacée. Sur la base des macro-traces présentes sur la plupart d'entre eux, l'auteur envisage une utilisation en coupe ou en percussion dans des activités de gros-œuvre (Rios-Garaizar, 2012).

Les modes de fonctionnement des hachereaux demeuraient donc en grande partie inconnus.

Afin de discuter la part qu'ont tenu les facteurs culturels, fonctionnels et environnementaux lors de la réalisation des hachereaux dans cette zone géographique au Paléolithique moyen, nous avons conduit l'étude techno-économique de plusieurs séries lithiques du Vasconien (Deschamps, 2014). Les premiers résultats concernant les modes de production des hachereaux et leurs caractéristiques morpho-fonctionnelles nous ont permis d'entreprendre, grâce à une approche expérimentale et tracéologique, leur étude fonctionnelle (Claud *et al.*, 2015). Nos objectifs étaient alors multiples :

- dans un premier temps, estimer la faisabilité d'une approche tracéologique sur ces outils, en évaluant la qualité de conservation de plusieurs séries archéologiques et en recherchant la présence éventuelle de traces d'utilisation ;
- constituer un référentiel expérimental composé de hachereaux aux caractéristiques morpho-dimensionnelles similaires à celles des pièces du corpus archéologique (*cf.* Partie II, chapitre 1) utilisés selon divers modes de fonctionnement, ce type de référentiel étant inexistant ;
- dégager des clefs de lecture des traces d'utilisation à partir du référentiel qui puissent être appliquées aux hachereaux archéologiques lors de leur analyse ;
- déterminer selon quel(s) mode(s) de fonctionnement ont été utilisés les hachereaux mousté-riens, c'est-à-dire la nature ou la dureté des matières premières travaillées, le mode d'action et le mode de préhension (*cf.* Partie II, chapitres 2 et 4 pour les résultats).

B - Production des pièces expérimentales

a - Production des hachereaux

Les supports ont été confectionnés à partir de quartzites et d'ophite. Les premiers provenaient des vallées pyrénéennes de la Nive, de la Neste ou d'alluvions de la Garonne situées dans le piémont nord-pyrénéen, près de Mauran. L'ophite a été exclusivement récoltée dans la vallée de la Nive. Toutes ces roches ont été collectées sous forme de galets alluviaux.

Le débitage des supports en quartzite s'est fait aux dépens de nucléus immobilisés au sol ; les percuteurs étaient lancés à deux mains. Les supports en ophite ont été obtenus par percussion sur percuteur dormant en raison de la dureté élevée de cette roche (figure 81[b-c]). Seule cette technique d'obtention des supports a été efficace sur l'ophite, bien que des stigmates discriminants soient difficilement identifiables archéologiquement (Mourre, Colonge, 2011). Les retouches ont été réalisées exclusivement avec des percuteurs durs, selon un geste tangentiel (figure 81e).

La sélection des supports bruts s'est effectuée en fonction de leurs dimensions, celles-ci devant être suffisamment importantes pour prévoir une phase de réduction permettant l'aménagement des bords et de la base, tout en conservant le caractère relativement massif de l'outil. L'angle du futur tranchant actif a joué, lui aussi, un rôle décisif dans la sélection des supports. Nous avons choisi des tranchants conformes à l'échantillon archéologique préalablement étudié de 83 hachereaux d'Olha I, à savoir des angles variant entre 25° et 65° avec une majorité de valeurs comprises entre 40° et 50° et des délinéations généralement convexes ou rectilignes (Claud *et al.*, 2015). Enfin, des supports présentant un tranchant néocortical ont fréquemment été sélectionnés, en accord avec leur présence prépondérante dans les contextes du Paléolithique moyen (type 0, *sensu* Tixier, 1956).

Figure 81 - Étapes de fabrication des hachereaux expérimentaux. a : sélection de galets d'ophite et d'un percuteur dormant dans les alluvions de la Nive ; b : nucléus abandonné et percuteur dormant ; c : remontage des supports produits sur le nucléus ; d : retouche des supports ; e : détachement de grands supports ; f : hachereau expérimental avant utilisation ; g : moulage du tranchant actif avant utilisation (clichés : PCR Des Traces et des Hommes).

En revanche, d'autres caractéristiques n'ont pas été prises en considération de manière systématique, comme le type d'aménagement des bords ou la morphologie de la base, car l'analyse de l'échantillon archéologique a montré que celles-ci étaient soumises à une importante variabilité. Lors de nos expériences, les aménagements effectués postérieurement au débitage des supports étaient généralement associés à la morphologie et au type de préhension prévue et parfois réajustés en fonction de ces paramètres (dimensions des mortaises notamment).

b - Production des manches

L'emmanchement a demandé un investissement important pour différentes raisons. D'une part, la fabrication des manches est une activité complexe qui nécessite l'acquisition et la transformation en plusieurs étapes de bois frais. D'autre part, de multiples possibilités devaient être testées afin d'identifier la plus compatible avec les traces identifiées sur les hachereaux archéologiques (manche droit ou coudé ; articulation mâle ou juxtaposée ; position de l'outil parallèle ou perpendiculaire, *cf.* Stordeur, 1987 et Partie I, chapitre 2.4).

Des manches coudés et des manches droits ont été utilisés (figure 82). Sur les manches coudés, les hachereaux ont été emmanchés transversalement soit par juxtaposition, soit par insertion dans une mortaise. Sur les manches droits, les hachereaux ont été emmanchés dans une mortaise. Un adhésif composé d'ocre, de résine et de cire a parfois été ajouté pour combler les vides entre le manche et l'outil, et stabiliser l'outil. Enfin, des ligatures en peau de biche trempées ont servi à enserrer le bois afin d'empêcher l'outil de fendre le manche lors des chocs répétés. Une fois sèches, ces ligatures sont très résistantes.

Figure 82 - Types d'emmanchements utilisés lors des expériences en percussion. À gauche, emmanchements mâles (mortaises), manches droits ; à droite, emmanchements juxtaposés et mâle (mortaise), manches coudés (clichés : PCR Des Traces et des Hommes).

La configuration la plus efficace consiste en l'insertion du hachereau dans une mortaise sur un manche droit. L'ajout d'un adhésif s'est finalement révélé inutile : soit un problème de stabilité dans le manche apparaissait dès le début, l'adhésif se cassait alors et ne pouvait empêcher le démanchement ; soit la pièce se calait dans les fibres du bois en force au début de son utilisation, la résine ne présentait alors pas d'intérêt supplémentaire, voire gênait le blocage du hachereau dans le bois.

La pérennité des manches a aussi posé certains problèmes. Les mêmes manches ont été réutilisés à chaque séance expérimentale durant trois ans. Lorsque le bois des manches était sec (et les fibres moins souples), les hachereaux se calaient plus difficilement dans les mortaises. Nous avons alors testé le trempage des manches dans l'eau pendant une journée, puis les outils ont été emmanchés dans les fibres du bois gorgées d'eau, avant de le compléter par une journée de séchage supplémentaire. Cette technique s'est révélée efficace pour mieux maintenir les hachereaux dans leur manche.

Nous avons constaté que les hachereaux de morphologie trapézoïdale, avec une base légèrement plus étroite que la partie distale, se prêtaient bien à l'emmanchement de type mâle, car leur base s'enfonce progressivement dans la mortaise jusqu'à s'y caler solidement. La morphologie du bord distal utilisé a eu une importance dans la stabilité du dispositif d'emmanchement, notamment dans le cas de l'activité d'abattage. Ainsi nous avons constaté que pour être efficace les hachereaux à tranchant distal présentant une convexité marquée exigent que les chocs soient parfaitement centrés par rapport à la convexité, sans quoi la contrainte exercée sur le tranchant est désaxée par rapport au hachereau, ce qui a tendance à l'extraire du manche. Les hachereaux à tranchant déjetés présentent également des problèmes de stabilité au sein du manche.

C - Activités pratiquées et efficacité des hachereaux

Notre corpus expérimental comprend 52 hachereaux utilisés dans le cadre d'expériences diverses correspondant à des activités susceptibles d'avoir été effectuées par les groupes néandertaliens. Celles-ci se divisent en deux catégories principales : l'acquisition et l'exploitation de ressources végétales et animales qui se répartissent en différentes étapes au sein d'une chaîne opératoire générale (Deschamps *et al.*, 2011 ; Partie I, chapitre 1).

L'ophite et le quartzite ont montré des aptitudes fonctionnelles similaires dans l'ensemble des activités, et sont donc présentées sans distinction.

Les outils ont été utilisés emmanchés, tenus à main nue, ou avec une gaine en cuir. L'utilisation d'emmanchements a été fréquente : 31 hachereaux ont été emmanchés, fixés principalement dans des manches droits (n=27) ou coudés (n=4). Ces outils emmanchés ont surtout été utilisés dans le cadre du travail des matières végétales (n=22) et secondairement dans le cadre d'activités de segmentation de carcasses et de fracturation d'os long (n=9). Le temps d'utilisation a été variable, de moins de 5 minutes à plusieurs heures, afin de comparer les stigmates à différents stades d'usure des tranchants.

La percussion directe est le mode d'action qui a le plus souvent été utilisé, pour deux raisons.

La première est que d'après les premières observations du matériel archéologique (*cf.* Partie II, chapitre 2), nombreux sont les hachereaux présentant des esquillements de grandes dimensions et des fractures, dont l'intensité ne pouvait correspondre, d'après nos connaissances (*cf.* Partie I, chapitre 2.5) qu'à une utilisation en force impliquant un geste lancé. Il nous fallait donc tester la validité de cette hypothèse, recouvrant plusieurs modalités d'utilisation en fonction notamment de la nature de la matière travaillée et du mode de préhension mis en œuvre. Notons que certains de ces enlèvements avaient auparavant été interprétés comme résultant d'un ravivage du tranchant brut (Benito del Rey, 1979), mais leur disposition souvent bifaciale, leur distribution discontinue,

l'angle créé par ces enlèvements nettement augmenté par rapport au tranchant brut de même que l'irrégularité ainsi créée du fil vont, selon nous, à l'encontre de cette proposition et plaident pour une origine fonctionnelle. Une origine taphonomique peut quant à elle être exclue du fait de la morphologie des enlèvements (initiation souvent en flexion et inclinaison rasante), de leurs grandes dimensions (étendue importante notamment, les phénomènes naturels produisant des enlèvements et/ou fractures plus réduits) et de leur localisation (présence systématique sur le bord distal des hachereaux).

La seconde raison est que les hachereaux sont des outils dont la zone active est un tranchant brut, et que le comportement à l'usure de ce type de tranchant lors de gestes posés (découpe, raclage) a fait l'objet d'une étude détaillée au sein du référentiel d'éclats en quartzites, présentée Partie I, chapitre 2.6. Quelques expérimentations selon un geste posé avec des hachereaux ont néanmoins été effectuées, afin de vérifier le développement d'usures comparables à celles portées par les éclats, en particulier sur les éclats en ophite, de pouvoir comparer directement les usures liées au gestes posés et les usures liées aux gestes lancés sur ce même type d'outil, notamment en terme de nombre et de dimension des esquillements, et enfin dans le but de tester l'efficacité des hachereaux en découpe ou en raclage.

a - Le travail du bois

Vingt-cinq hachereaux ont servi dans le cadre du travail du bois pour différentes activités et selon différents gestes (*cf.* figures 4-6).

L'abattage d'arbres sur pied a constitué l'activité principale de ces expériences avec 18 hachereaux utilisés. La majorité a été fixée sur des manches droits. Seuls trois d'entre eux ont été emmanchés en herminette sur des manches coudés et deux ont été tenus à la main, avec une gaine en cuir. Sans surprise, l'abattage d'arbre avec un hachereau tenu à main nue s'est révélé un exercice laborieux et douloureux, le bras souffrant des contre coups répétés. Pour une même essence (frêne) et un diamètre comparable (entre 8 et 10 cm), 752 coups ont été nécessaires avec un hachereau non emmanché contre 140 et 480 coups avec un hachereau disposé sur un manche droit. Le deuxième hachereau utilisé sans manche n'a pas permis d'abattre un frêne d'un diamètre de 12 cm : les esquillements ont réduit l'acuité du bord, et la force exercée, moins importante que dans le cas de hachereaux emmanchés, n'a pas pu compenser ce phénomène, entraînant une perte radicale d'efficacité.

Les manches coudés se sont révélés moins efficaces que les manches droits car le nombre de coups nécessaires était largement supérieur pour abattre un arbre de même essence et de même diamètre (~ 1 300 contre 625 coups en moyenne). En outre, de nombreuses expériences ont été effectuées en percussion emmanchée car il est apparu que ce mode d'action produisait des traces dont l'intensité était comparable à celles des stigmates fréquemment observés sur les hachereaux archéologiques (*cf.* Partie II, chapitres 2 et 4).

La diversité des essences abattues permet de déterminer si des stigmates différents apparaissaient en fonction de la dureté du bois. Nous avons donc abattu des bois tendres comme le Peuplier, le Saule et l'Érable, des bois de dureté intermédiaire comme le Merisier et des bois durs comme le Frêne et le Buis. Le diamètre des troncs abattus a varié entre 5 et 17 cm, et le nombre de coups portés entre 16 et 1697. Certaines pièces ont été très peu utilisées en raison de problèmes de stabilité de l'outil dans leur manche. Cela a permis de documenter les degrés d'intensités d'usure des tranchants des hachereaux. Lors de cette activité, des esquillements, parfois centimétriques, se forment dès les premières minutes d'utilisation de l'outil. Le fil du tranchant semble ensuite se stabiliser bien que de nouveaux esquillements puissent aussi se former au fur et à mesure de l'utilisation. L'angle de tranchant est alors considérablement modifié et se retrouve fréquemment proche de 80°. Cependant, cette modification de l'angle de coupe n'affecte pas l'efficacité de l'outil, probablement grâce à sa force d'inertie.

Trois hachereaux ont servi à main nue ou emmanché dans une activité de façonnage de bois. Un hachereau a été utilisé pour façonner un manche dans une branche de frêne par une action de raclage et de percussion longitudinale. L'utilisation d'un manche court (maniable à une seule main) a constitué un gain d'efficacité important. Toutefois, la masse de l'objet s'est parfois avérée inadéquate avec la précision exigée par cette activité car le façonnage demande moins de force mais plus de précision que l'abattage.

Un hachereau fixé sur un manche coudé a aussi servi à écorcer un tronc de peuplier par raclage et percussion oblique transversale. L'écorce a été entaillée par percussion légère puis elle a été retirée par raclage ou même arrachée à la main. L'outil a été peu efficace pour cette activité car il pénétrait trop dans le tronc en raison de l'angle d'attaque qui était trop fermé. Finalement la réalisation d'une ou plusieurs entailles selon une action longitudinale, suivie par un raclage ou par un simple arrachage à la main de l'écorce s'est avérée plus rapide et efficace.

Étant donné le manque d'efficacité des hachereaux constaté pour l'écorçage et le façonnage, ces activités ont fait l'objet d'un nombre réduit d'expériences.

Une pièce a servi pour fendre des tronçons de peuplier frais posés sur leur tranche. Le fendage a pu être réalisé, grâce à l'inertie de l'outil, le manche utilisé étant particulièrement long et lourd. Cette expérience de fendage est néanmoins incompatible avec le fendage tel qu'il a pu être réalisé au Paléolithique, de par l'utilisation d'une buche et la régularité de ses tranches, entaillées par une scie moderne. Dans la documentation ethnographique, le fendage de bois est réalisé sur des troncs entiers posés à l'horizontal, fendus par percussion en ajoutant des cales en bois latéralement pour diviser le tronc sur toute sa longueur (Pétrequin, Pétrequin, 1993). Cette expérience de fendage ne peut donc être considérée comme significative. Nous n'avons en outre pas testé le fendage latéral de troncs entiers avec des hachereaux utilisés comme coins car dans les séries archéologiques étudiées, aucun hachereau ne présentait de traces de percussion sur la base pouvant indiquer leur utilisation selon cette modalité.

Nous avons enfin souhaité tester l'efficacité des hachereaux dans le cadre du travail de bois mort et sec ou brûlé, par tronçonnage. L'objectif était de produire des traces résultant du travail d'un bois dont la dureté serait maximale, car elles pourraient s'avérer plus intenses que celles liées à l'abattage de bois frais. Pour cela, deux pièces ont été emmanchées sur des manches droits et une action de tronçonnage par percussion oblique longitudinale a été effectuée. Dans les deux cas (bois sec ou bois partiellement brûlé), l'objectif de l'expérience n'a pas été atteint. L'outil était efficace tant qu'il pénétrait dans les parties brûlées ou dans les premiers centimètres sous l'écorce, mais dans le cœur du bois, ou en périphérie des zones brulées, la matière était tellement dure que l'outil rebondissait sans pénétrer les fibres du bois.

b - Le traitement des matières animales

Le traitement des ressources animales regroupe plusieurs types d'activités (*cf.* Partie I, chapitre 1.3). L'objectif principal est la récupération de la viande pour sa consommation, mais aussi de la peau, des tendons et de certains os pour des besoins variés (fabrication de retouchoirs, récupération de moelle). Ainsi, les hachereaux utilisés dans le cadre du traitement des matières animales, au nombre de 27, ont servi au dépouillement, à la décarnisation, à la désarticulation, au prélèvement de tendons, à la fracturation d'os long et à l'écharnage des peaux (figures 11, 17[c-d], 18[c]). Trois biches, un agneau et une patte de bison ont été traités. Trois fémurs de Bœuf ont aussi été fracturés, ainsi qu'une colonne vertébrale de Cheval.

Le dépouillement, l'écharnage, la décarnisation et la désarticulation en coupe ont été effectués exclusivement avec des outils tenus à la main ou avec une gaine en cuir. En revanche, la désarticulation et la fracturation par percussion ont la plupart du temps été réalisées avec des hachereaux

emmanchés. Certaines pièces utilisées dans le cadre de la boucherie ont servi uniquement pour la décarnisation (n=4), la fracturation (n=3) et l'écharnage (n=3) ; d'autres ont servi de manière combinée pour le dépouillement et la désarticulation (n=3), pour la décarnisation et la désarticulation en coupe (n=4), pour la désarticulation et la fracturation par percussion (n=8) ou encore pour mener plusieurs activités jusqu'à ce que l'outil ne s'avère plus efficace (n=2). Ainsi, toutes les étapes de la chaîne opératoire de boucherie ont été effectuées.

Les hachereaux ont été particulièrement efficaces pour le dépouillement, les longs tranchants convexes limitant les risques de transpercer la peau. En revanche, pour la décarnisation, si l'outil s'est avéré efficace pour le prélèvement des gros morceaux, il fut inadapté pour le prélèvement de la viande dans le bas des pattes, opération au cours de laquelle ses dimensions limitaient la précision. En outre, la masse importante de l'objet (entre 100 et 900 g) créait une difficulté supplémentaire lors d'une utilisation prolongée (fatigue musculaire).

La désarticulation en coupe a aussi posé des problèmes. La morphologie du tranchant, notamment l'absence de pointe ou de zone anguleuse, et l'épaisseur générale de l'outil ne nous ont pas paru adaptées à cette activité de précision.

Au contraire, pour la désarticulation par percussion et la fracturation, les hachereaux se sont révélés bien adaptés. Utilisés à mains nues, ils n'ont cependant pas permis d'atteindre totalement l'objectif fixé (il a été possible de séparer les côtes du sternum, mais pas de fracturer le sternum de l'agneau et de la biche), alors que les hachereaux emmanchés sur des manches droits ont permis de désarticuler les vertèbres, de séparer les côtes des vertèbres, de briser le sternum du bison et de fracturer des os longs de Cheval en un nombre de coups réduit (entre 3 et 43). Souvent, de grands esquillements se sont très rapidement formés sur les tranchants des hachereaux emmanchés, mais ces derniers n'ont pas réduit l'efficacité de l'outil. Au final, les hachereaux tenus à la main ont nécessité plus de temps que ceux emmanchés pour parvenir à un même objectif, alors que les carcasses traitées étaient plus petites (agneau et biche *versus* bison et cheval).

L'écharnage a consisté à nettoyer la peau des résidus de viande et de graisse laissés lors du dépouillement. Une fois les peaux tendues sur des cadres en bois ou au sol avec des piquets, l'écharnage s'est fait sur peau fraîche ou sèche. Un hachereau en quartzite et un en ophite ont été utilisés à main nue sur peau fraîche en coupe tangentielle. Un hachereau en ophite a aussi servi à racler en coupe positive une peau sèche qui avait préalablement été cendrée afin de réduire le risque de pourrissement.

D - Description des stigmates présents sur les hachereaux expérimentaux

a - Une approche à faible grossissement des traces d'utilisation

Pour diverses raisons, le référentiel de hachereaux a principalement fait l'objet d'une étude tracéologique à faible grossissement, grâce à une loupe binoculaire :

- un grand nombre d'expériences a été réalisé selon un geste lancé, qui produit très peu de traces microscopiques. En effet, le tranchant s'esquillant intensément, les micro-polis n'ont pas ou peu l'occasion de se développer. Ils sont généralement absents ou insuffisamment développés pour être diagnostiques (Partie I, chapitre 2.5.B) ;
- les micro-polis caractéristiques de chaque matière travaillée selon les différents gestes posés ont déjà été documentés dans le cadre de l'étude du référentiel d'éclats en quartzite (Partie I, chapitre 2.6) ;
- les séries archéologiques dont l'étude a été réalisée dans le cadre du PCR ne sont pas suffisamment bien préservées pour être analysées à fort grossissement (Partie II, chapitre 2).

Une approche microscopique de ce référentiel pourra évidemment être conduite ultérieurement, en cas de besoin, notamment si l'étude d'une nouvelle collection de hachereaux, dont les micro-traces ont été conservées, est effectuée.

Notre objectif était donc de dégager des clefs de lecture des macro-traces, permettant d'interpréter les hachereaux vasconiens en termes de modes de fonctionnement.

Aucune différence n'étant apparue entre les traces produites sur les hachereaux en ophite et en quartzite pour un même mode d'utilisation, nous traitons indistinctement les deux matières.

b - Caractéristiques des macro-traces en fonction des modes d'action et de la dureté des matières travaillées

Les usures liées aux gestes posés

- La coupe de matières tendres animales sans contact avec l'os

Les deux hachereaux utilisés pour écharner une peau fraîche portent très peu de traces. Les esquillements, absents ou peu nombreux, sont de très petites dimensions (inférieurs à 1 mm) et isolés. Leur morphologie est en croissant de lune, leur terminaison transverse, leur initiation en flexion et leur orientation oblique. Le fil est intact, aucun émoussé n'est clairement visible, peut-être en raison d'une durée de travail insuffisante à son développement, ou en raison de l'encrassement du tranchant le protégeant des usures. Les angles de coupant sont inchangés.

- La coupe de matières tendres animales avec contacts accidentels avec l'os

Les hachereaux utilisés pour dépouiller, décharner et désarticuler en coupe présentent des traces d'usure comparables entre elles et plus marquées que les précédentes (figures 83[a], 89). Les esquillements produits sont discontinus, isolés ou alignés et de petite taille (en moyenne 3,9 mm de longueur et 2 mm d'étendue pour le plus grand esquillement observé sur une même pièce). Ainsi ils sont invisibles ou presque à l'œil nu.

Différentes morphologies peuvent être présentes sur un même tranchant (semi-circulaire, trapézoïdale, en croissant de lune, triangulaire). Les initiations sont en flexion ou en cône. Les terminaisons sont souvent fines ou en escalier, rarement transverses, et leur inclinaison est rasante.

Leur nombre peut dépasser 20. L'allongement est variable et l'orientation largement oblique. Le fil est le plus souvent intact ou bien il présente un léger émoussé. Les esquillements ne modifient pas l'angle du tranchant.

Nous n'avons pas trouvé de critère ou d'ensemble de critères suffisamment discriminants entre les macro-traces produites lors des différentes étapes de la boucherie effectuées selon des gestes posés (dépouillement *versus* décarnisation ou désarticulation), mais il est vrai qu'un grand nombre de hachereaux a été utilisé pour plusieurs étapes consécutives, car nous souhaitions pour ces pièces avant tout caractériser de manière globale les traces de boucherie et décrire leurs différences par rapport aux traces liées aux autres activités, notamment effectuées selon des gestes lancés.

- Le raclage de matières tendres abrasives (peau sèche cendrée)

Le hachereau en ophite qui a servi pour racler en coupe positive la peau sèche présente trois esquillements de taille moyenne (3 × 1 mm), unifaciaux, discontinus, de terminaison transverse et en escalier et d'inclinaison semi-abrupte à abrupte. Ils se sont produits au début de l'utilisation et correspondent à la stabilisation du tranchant. En outre, un émoussé s'est développé sur la face inférieure (figure 83[b]), dont l'orientation est clairement transversale. L'angle de coupant reste, quant à lui, inchangé.

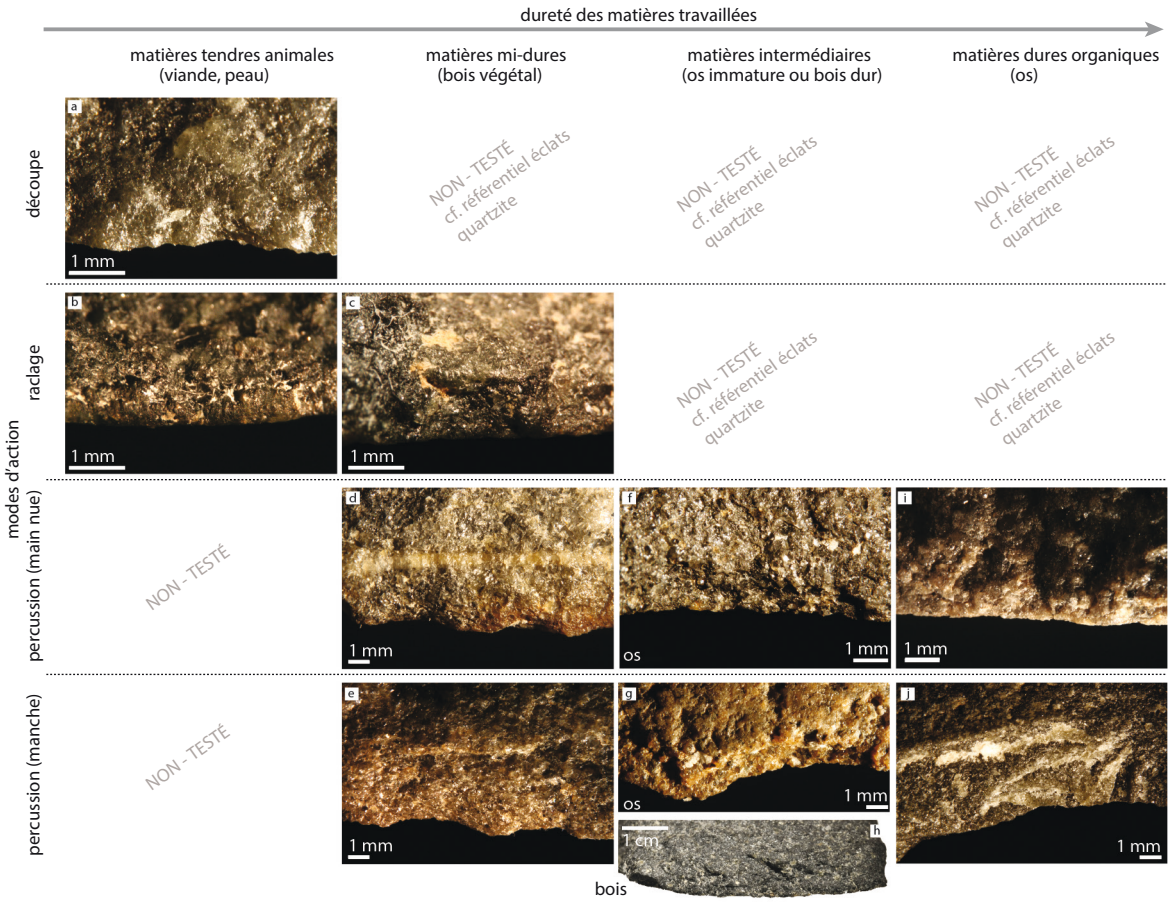


Figure 83 - Synthèse des macro-traces produites lors des expérimentations en fonction du geste et de la dureté de la matière travaillée (clichés et DAO : É. Claud et M. Deschamps).

- Le raclage de matières moyennement dures (bois végétal)

Le hachereau utilisé pour façonner un manche en bois selon une action mixte (percussion directe et raclage) porte des esquillements caractéristiques d'une action transversale sur une matière mi-dure : ils sont courts, de morphologie quadrangulaire, d'initiation en flexion et de petites dimensions (figure 83c).

Les usures liées aux gestes lancés

- La percussion contre des matières moyennement dures (bois végétal), à l'aide de hachereaux emmanchés

L'abattage d'arbres à l'aide de hachereaux emmanchés et utilisés en percussion oblique a produit des esquillements de grandes dimensions, facilement visibles à l'œil nu, sur le bord distal des outils (figures 83e, 86-87). Le plus grand esquillement observé sur une même pièce mesure en moyenne 14 mm de longueur et 7 mm d'étendue. En grande majorité, les esquillements sont continus et alignés et leur initiation est en flexion, ce qui induit une inclinaison abrupte au niveau du fil. L'angle du tranchant utilisé est en conséquence nettement augmenté par rapport à son état d'origine (23° de plus en moyenne). Les esquillements les plus courants sont les semi-circulaires et les croissants de lune, dont la terminaison est en escalier ou fine. Certains, supprimant une large partie du tranchant, pourraient être considérés comme des fractures. Si l'on retient cette appellation, il s'agirait de

fractures en flexion complexe dont la languette est comprise entre 4 et 14 mm. Le fil du tranchant est rarement intact. En effet, de petits esquillements difficilement caractérisables, voire des écrasements, peut-être liés au départ de cristaux, rendent le tranchant légèrement arrondi et régularisé. Le nombre d'esquillements est variable mais toujours inférieur à 20 mm. L'observation des usures d'une pièce en cours d'utilisation a montré qu'avec le temps de nouveaux esquillements se forment dont les grandes dimensions peuvent faire disparaître les précédents. La plupart des hachereaux voit ainsi, à l'issue de leur utilisation, leur longueur diminuer de plusieurs millimètres.

La disposition des esquillements est en grande majorité bifaciale, mais souvent avec une asymétrie dans le nombre et la dimension des esquillements entre les deux faces. L'examen des stigmates au cours de l'utilisation sur plusieurs hachereaux a montré que généralement de grands esquillements se forment tout d'abord préférentiellement sur la face de dépouille, située vers le haut, étant donné que le mouvement est oblique par rapport au tronc. Dans le cas des hachereaux disposés dans les manches droits, le fait de retourner le hachereau dans la mortaise ou bien d'inverser la manière de tenir le manche, donc de modifier la direction de la percussion, produit, de manière logique, des esquillements sur la face opposée. Un développement d'esquillements sur cette face peut aussi résulter d'un changement volontaire ou accidentel dans l'angle du mouvement au cours d'une percussion, le tranchant pouvant se retrouver bloqué dans le bois et casser par torsion.

Ces descriptions générales cachent bien sûr une certaine variabilité des stigmates d'usure, qui résulte d'un ensemble de facteurs dont les principaux nous paraissent être la durée d'utilisation, l'angle de coupant du bord actif, le type de manche (droit versus coudé), ainsi que la dureté des essences de bois. Plus la durée d'utilisation augmente, plus les esquillements sont nombreux et plus l'outil perd en longueur. Au contraire plus l'angle du tranchant est ouvert (autour de 60°), plus il est résistant donc moins les esquillements sont nombreux. Il apparaît aussi que les esquillements en croissant de lune de terminaison transverse se développent davantage sur les bords dont l'angle de coupant est inférieur à 50°. La régularisation du fil est plus intense et surtout visible sur l'une des deux faces dans le cas des hachereaux disposés dans des manches coudés. Concernant l'influence de la dureté des bois sur l'intensité des stigmates, notre analyse montre que les rares cas de superpositions d'esquillements résultent uniquement d'un abattage de frêne et de buis, soit les essences travaillées les plus dures (figure 83[h]).

Les hachereaux utilisés en percussion pour l'écorçage du peuplier et le façonnage d'objets en bois portent des stigmates comparables à ceux résultant de l'abattage. Les dimensions des esquillements résultant de ces activités (écorçage et façonnage) se situent néanmoins dans les valeurs les plus basses enregistrées pour l'abattage (8 et 9 mm de longueur et 3 et 5 mm d'étendue).

- La percussion contre des matières moyennement dures (bois végétal), à l'aide de hachereaux tenus à main nue

L'abattage d'arbres à l'aide de hachereaux tenus à la main a produit des usures de même nature que celles décrites sur les hachereaux emmanchés (figures 85-86) mais les esquillements sont de dimensions plus modestes (*cf. infra* ; 12 et 7 mm de longueur et 5 et 3 mm d'étendue pour les esquillements les plus grands, figures 83[d], 85).

- La percussion contre des matières dures (bois sec et brûlé), à l'aide de hachereaux emmanchés

Les deux hachereaux utilisés pour le tronçonnage de frêne sec et brûlé (figure 84) portent des esquillements qui se situent dans des valeurs hautes (14 et 22 mm de longueur et 8 et 33 mm d'étendue) voire à la limite de la variabilité dimensionnelle des traces observées pour l'abattage (28 mm de longueur et 20 mm d'étendue au maximum). Les caractéristiques des esquillements sont similaires aux hachereaux utilisés pour l'abattage, mais sur le dernier hachereau la distribution des esquillements est parfois superposée (deux générations observées). Il s'est également fracturé

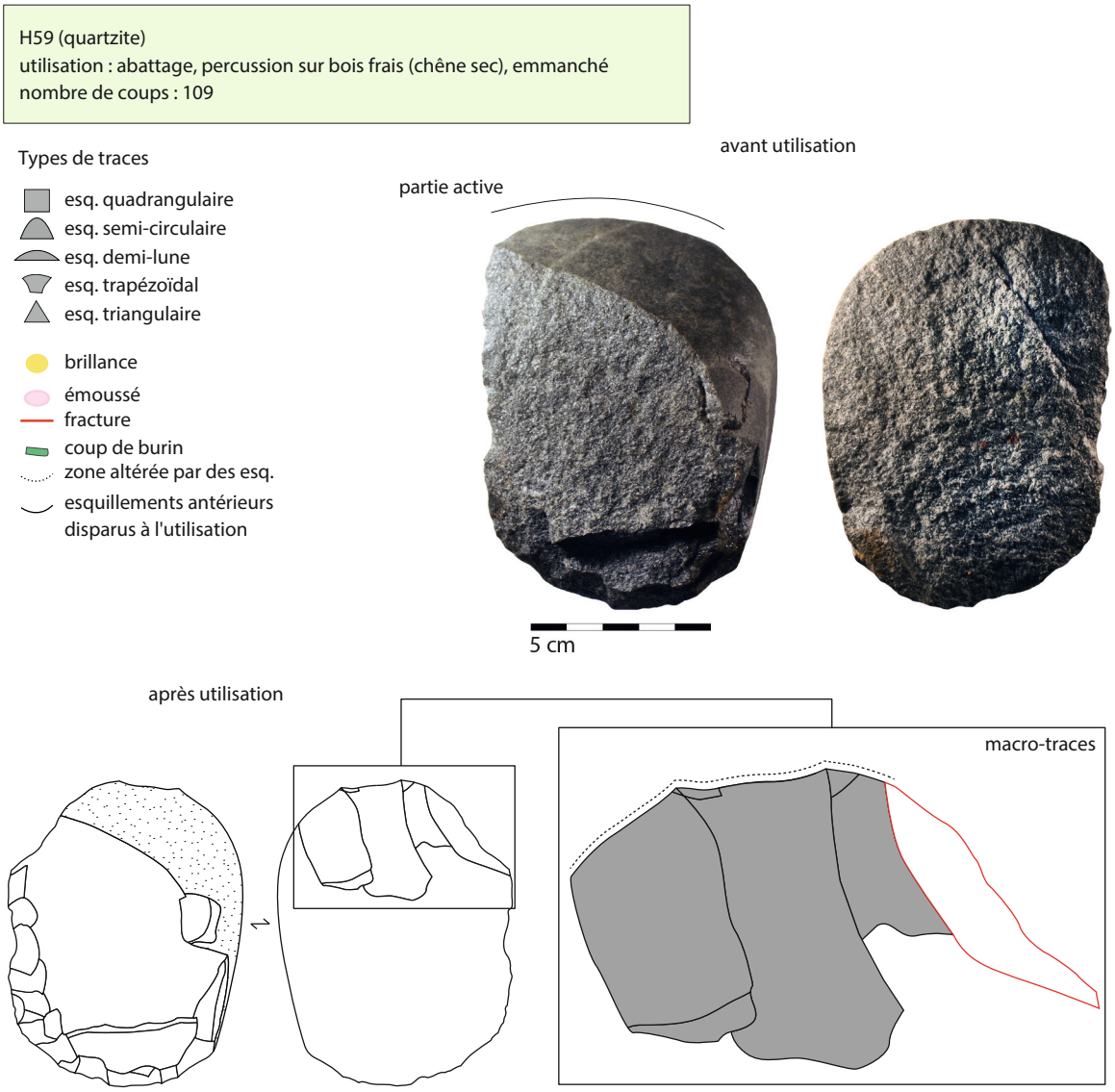


Figure 84 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un hachereau utilisé emmanché en percussion sur du bois de chêne sec (clichés et DAO : M. Deschamps).

latéralement à l'utilisation (fracture en flexion complexe oblique), ces usures intenses s'expliquant par la dureté importante du bois (frêne sec). Enfin ce hachereau ne porte pas d'écrasement sur son fil, du fait qu'il a été rapidement abandonné après le développement des larges esquillements et la fracture. Rappelons que l'objectif expérimental n'a pas pu être atteint, permettant de nous interroger sur la mise en œuvre d'une telle modalité de traitement du bois par les groupes néandertaliens.

- La percussion contre des matières dures (os), à l'aide de hachereaux tenus à main nue

Les deux hachereaux utilisés à main nue pour trancher le sternum d'un cerf adulte et d'un mouton immature portent des esquillements à peine visibles à l'œil nu (4 × 3 mm, figure 88). Ils sont bifaciaux, continus, alignés, parfois superposés, et nombreux (>20), le nombre de générations étant compris entre un et trois (figure 83[f,i]). Leur morphologie est variable (semi-circulaire, trapézoïdale, triangulaire, en croissant de lune), leur terminaison en escalier ou fine et leur initiation le plus souvent en cône. L'inclinaison est le plus souvent rasante, l'orientation oblique ou perpendiculaire. Le fil est intact ou très légèrement écrasé, et l'angle de coupant n'a que très légèrement été modifié.

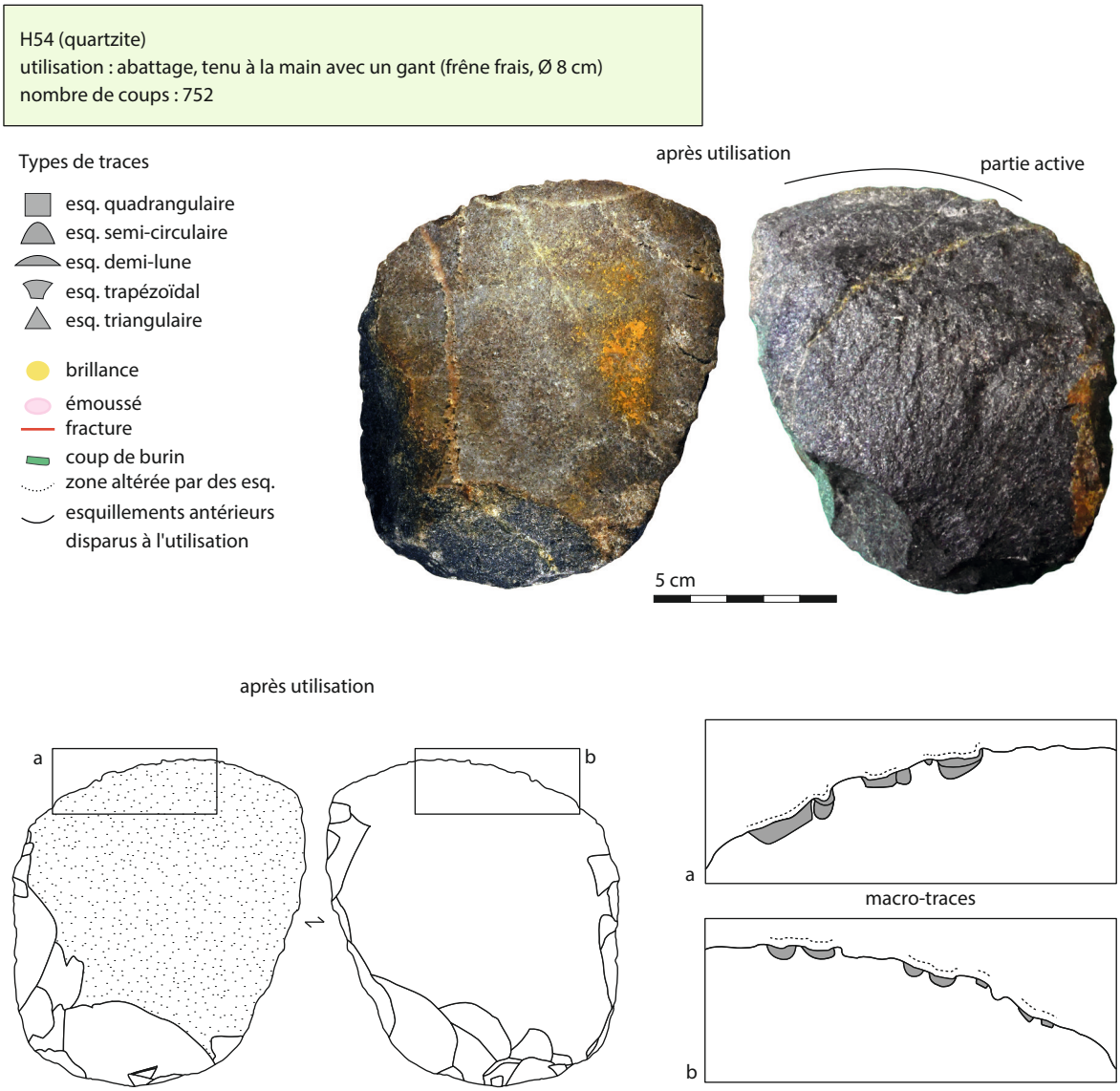


Figure 85 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un hachereau utilisé à la main en percussion sur du bois de frêne frais (clichés et DAO : M. Deschamps).

- La percussion contre des matières dures (os), à l'aide de hachereaux emmanchés

L'utilisation de hachereaux emmanchés en percussion perpendiculaire pour fractionner les carcasses (figures 90-92) a produit des usures dont l'intensité varie en fonction de l'animal, en lien logique avec une différence de dureté et d'épaisseur des os.

Ceux ayant servi à traiter une patte du bison, le rachis de cheval et le fémur de Bœuf, tous d'âge adulte, ont été fortement esquillés, sauf pour l'un d'entre eux qui a porté seulement trois coups pour fendre une diaphyse de Bœuf. Les esquillements, bifaciaux et visibles à l'œil nu, sont de très grandes dimensions (10 à 38 mm de longueur et 8 à 30 mm d'étendue pour les plus grands) ; ils sont nombreux (>20) et superposés (jusqu'à cinq générations, figure 83[j]). Ils se développent davantage sur la face de dépouille lorsque le geste est oblique. Leur morphologie est semi-circulaire, trapézoïdale ou triangulaire, l'initiation est souvent en cône, parfois en flexion et la terminaison en escalier, plus rarement fine. Une fracture en flexion sans languette s'est produite obliquement en partie latérale d'un des hachereaux. L'angle de coupant moyen est clairement augmenté (13° et 26° de plus).

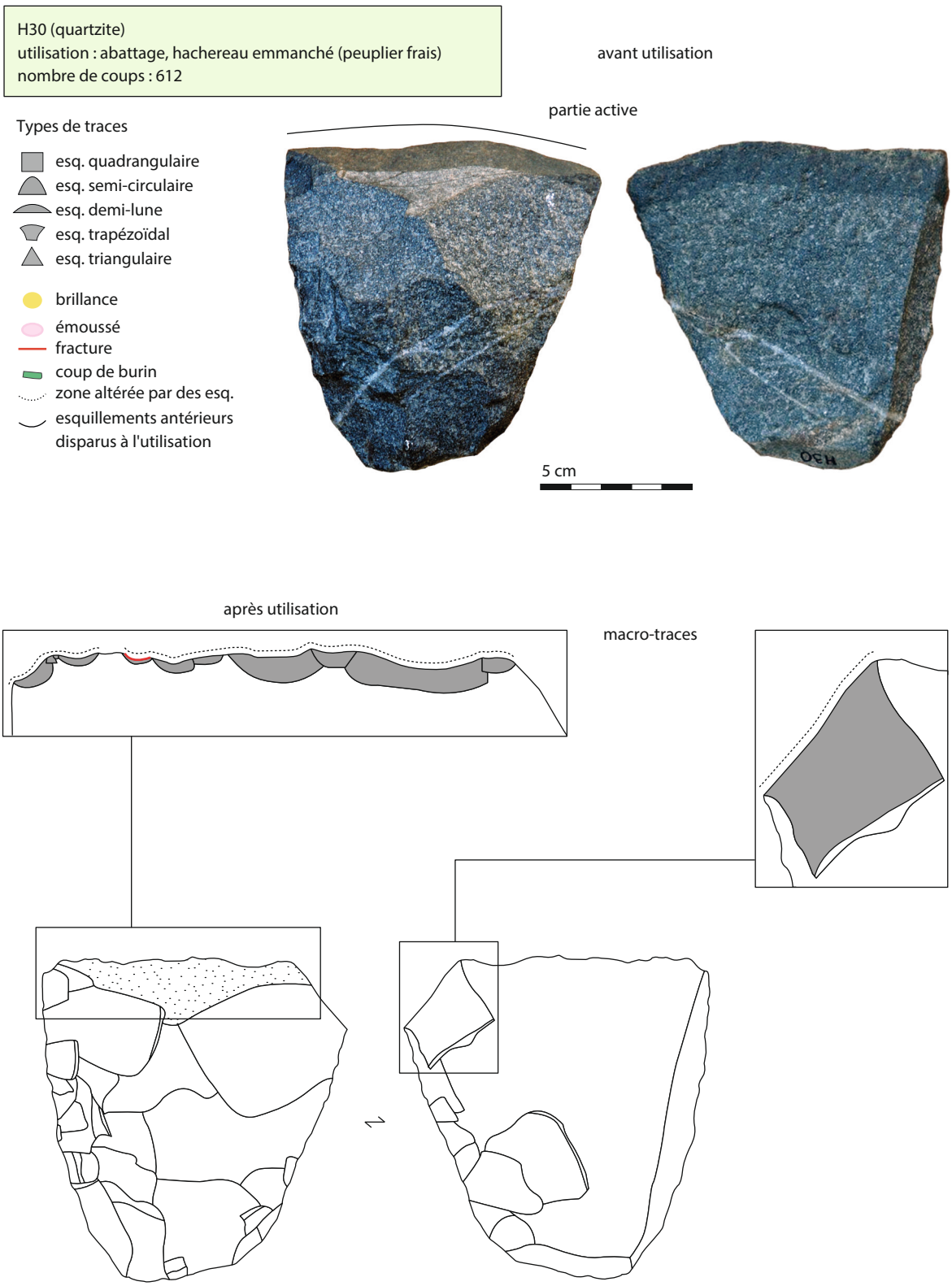


Figure 87 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un hachereau utilisé, emmanché, en percussion sur du bois de peuplier frais (clichés et DAO : M. Deschamps).

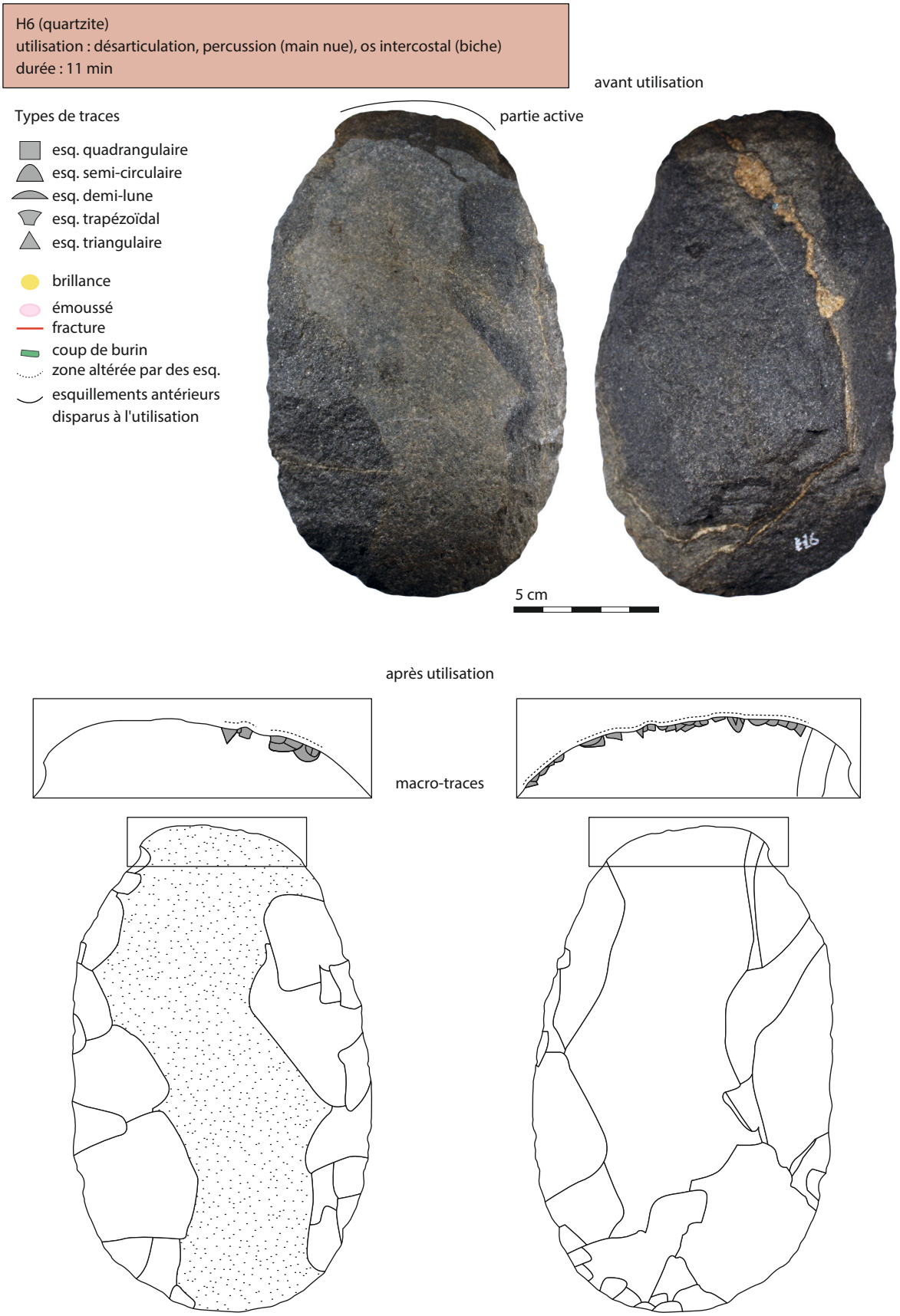


Figure 88 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un hachereau utilisé en percussion, à main nue dans le cadre d'activités de boucherie (clichés et DAO : M. Deschamps).

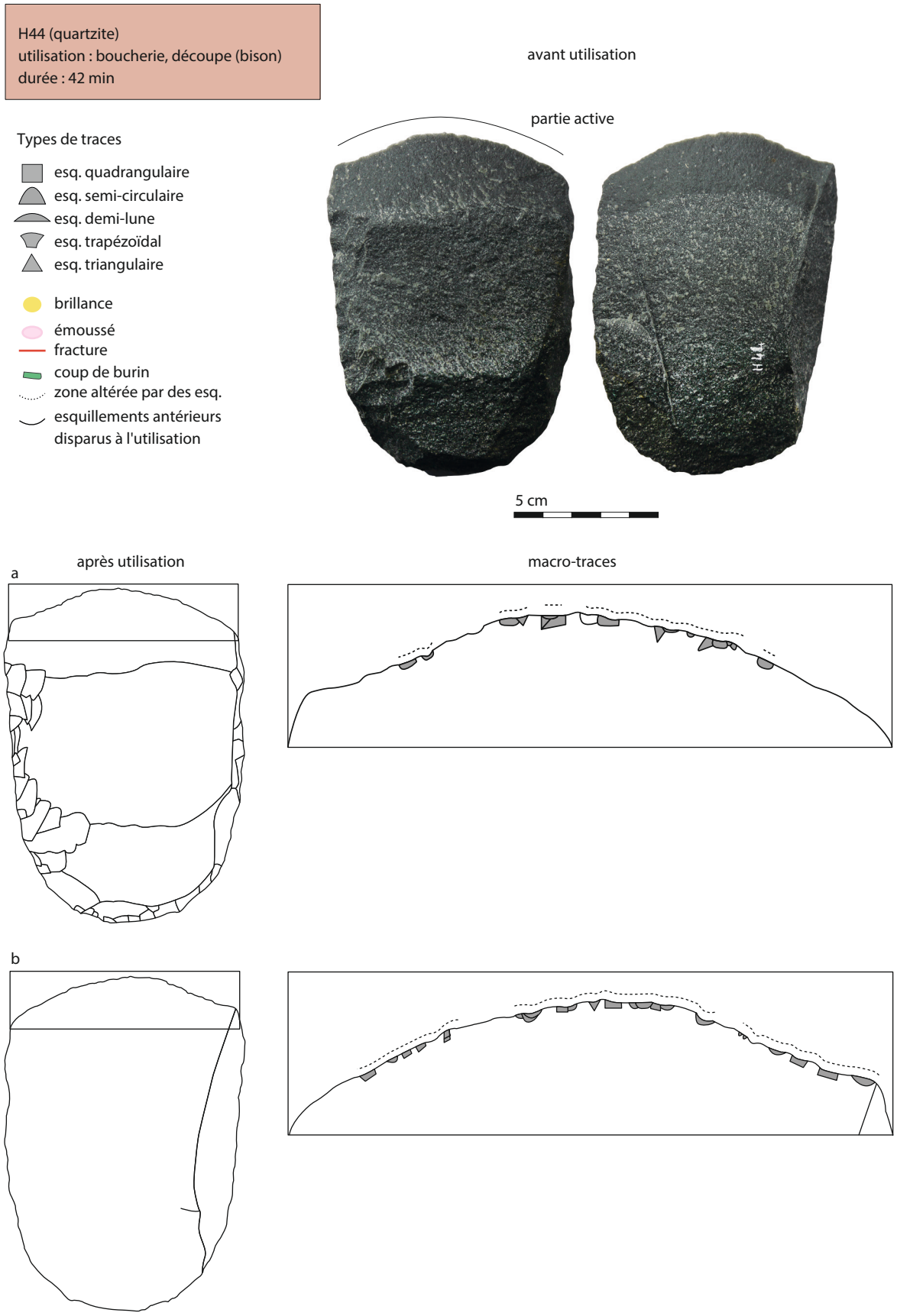


Figure 89 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un hachereau utilisé en découpe dans le cadre d'activités de boucherie (clichés et DAO : M. Deschamps).

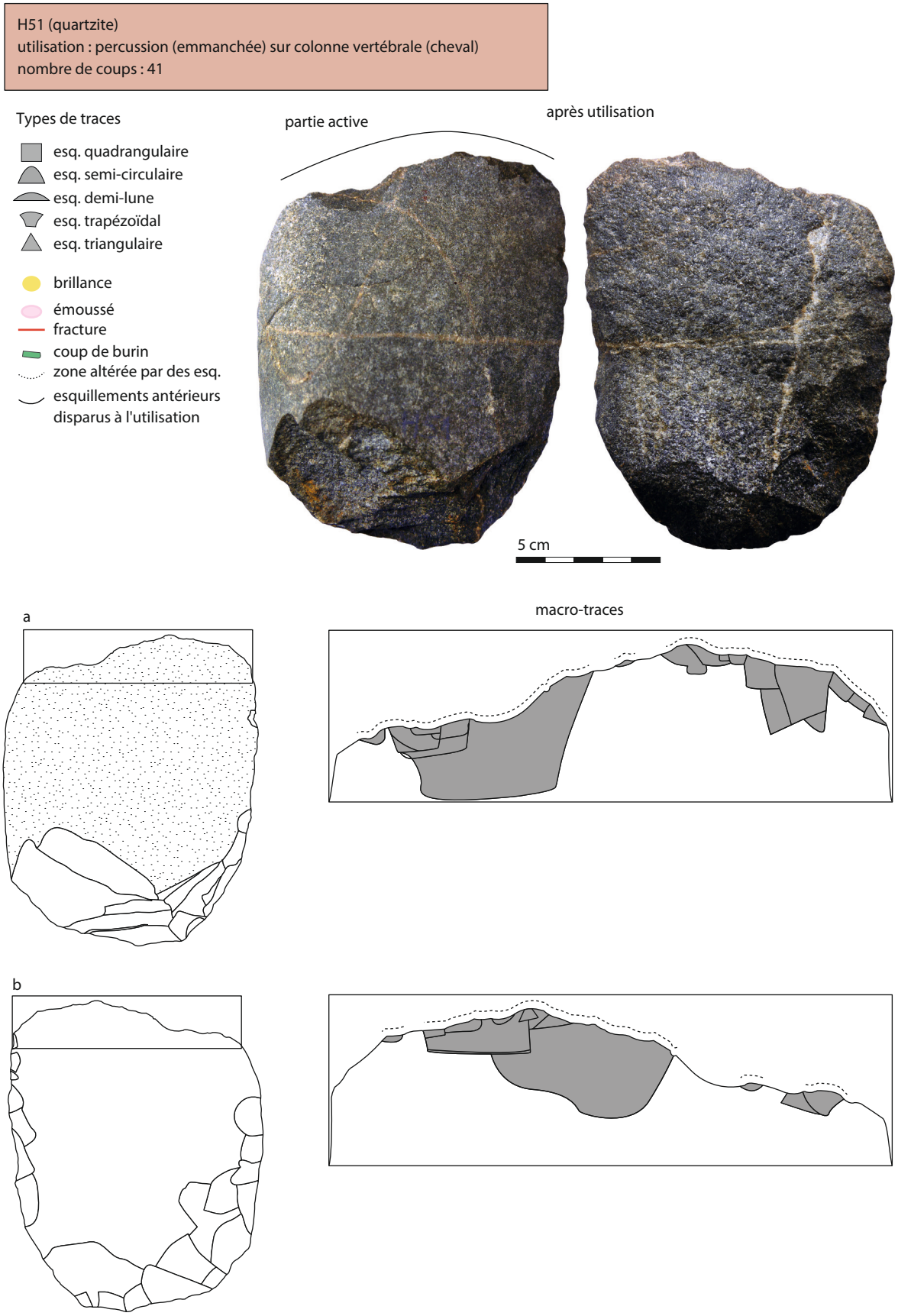
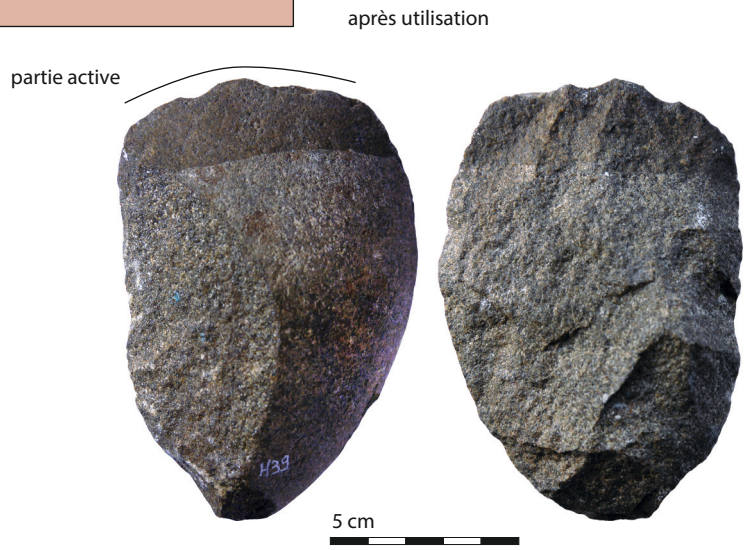


Figure 90 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un hachereau utilisé, emmanché, en percussion, dans le cadre de la désarticulation du cheval (clichés et DAO : M. Deschamps).

H39 (quartzite)
utilisation : percussion (emmanchée) sur os intercostal (agneau)
durée : 14 min

Types de traces

- esq. quadrangulaire
- esq. semi-circulaire
- esq. demi-lune
- esq. trapézoïdal
- esq. triangulaire
- brillance
- émoussé
- fracture
- coup de burin
- zone altérée par des esq.
- esquillements antérieurs disparus à l'utilisation



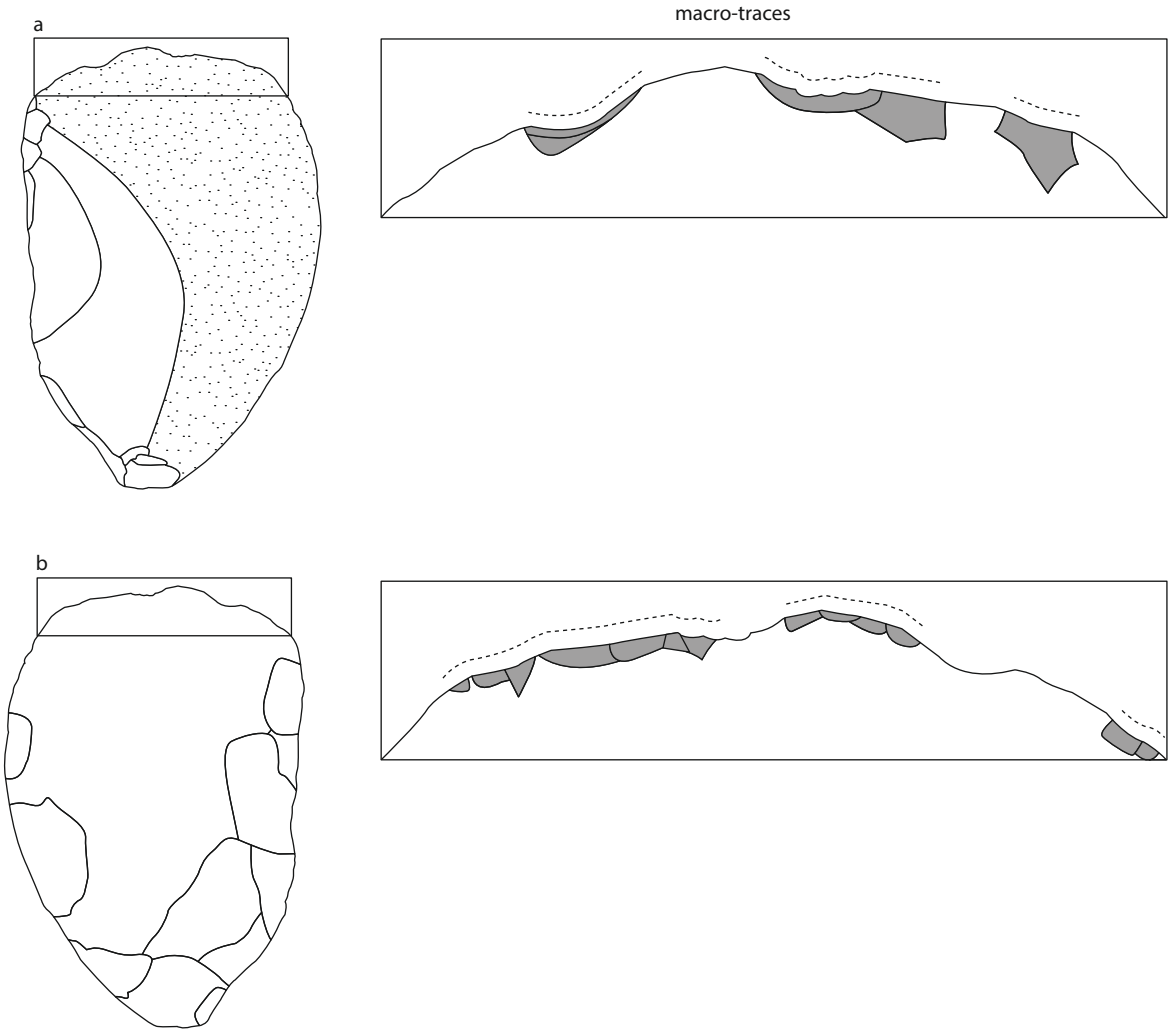


Figure 91 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un hachereau utilisé, emmanché, en percussion, dans le cadre de la désarticulation de l'agneau (clichés et DAO : M. Deschamps).

En revanche, les hachereaux utilisés pour fractionner la carcasse d'un agneau portent des esquillements rarement superposés et de dimensions plus petites (7 et 9 mm de longueur et 2 mm d'étendue pour les plus grands, figure 83[g]). En plus d'esquillements semi-circulaires, trapézoïdaux et triangulaires, des croissants de lune dont la terminaison est fine sont également présents. L'angle de coupant est peu augmenté ou est inchangé.

Pour les deux types de carcasses (agneau *versus* bison, cheval, bœuf adultes), les esquillements présentent dans la majorité des cas une inclinaison rasante, y compris au niveau du fil. Les quelques esquillements dont l'initiation est en flexion ont parfois tendance à rendre le tranchant semi-abrupt au niveau du fil, mais cette inclinaison est alors beaucoup moins marquée que dans le cas des actions de percussion sur le bois (*cf. supra*). De plus, le fil reste vif ou intact, sans écrasement régularisant le tranchant.

Sur l'ensemble des hachereaux emmanchés utilisés, aucune trace macroscopique d'usure liée à l'emmanchement n'a été détectée, sauf sur un hachereau, dont la base a été modifiée par le départ d'un petit enlèvement d'environ 5 mm qui ne diffère pas des enlèvements de retouche de la base, et qui ne constitue donc pas un critère diagnostique pour identifier la présence d'un tel dispositif.

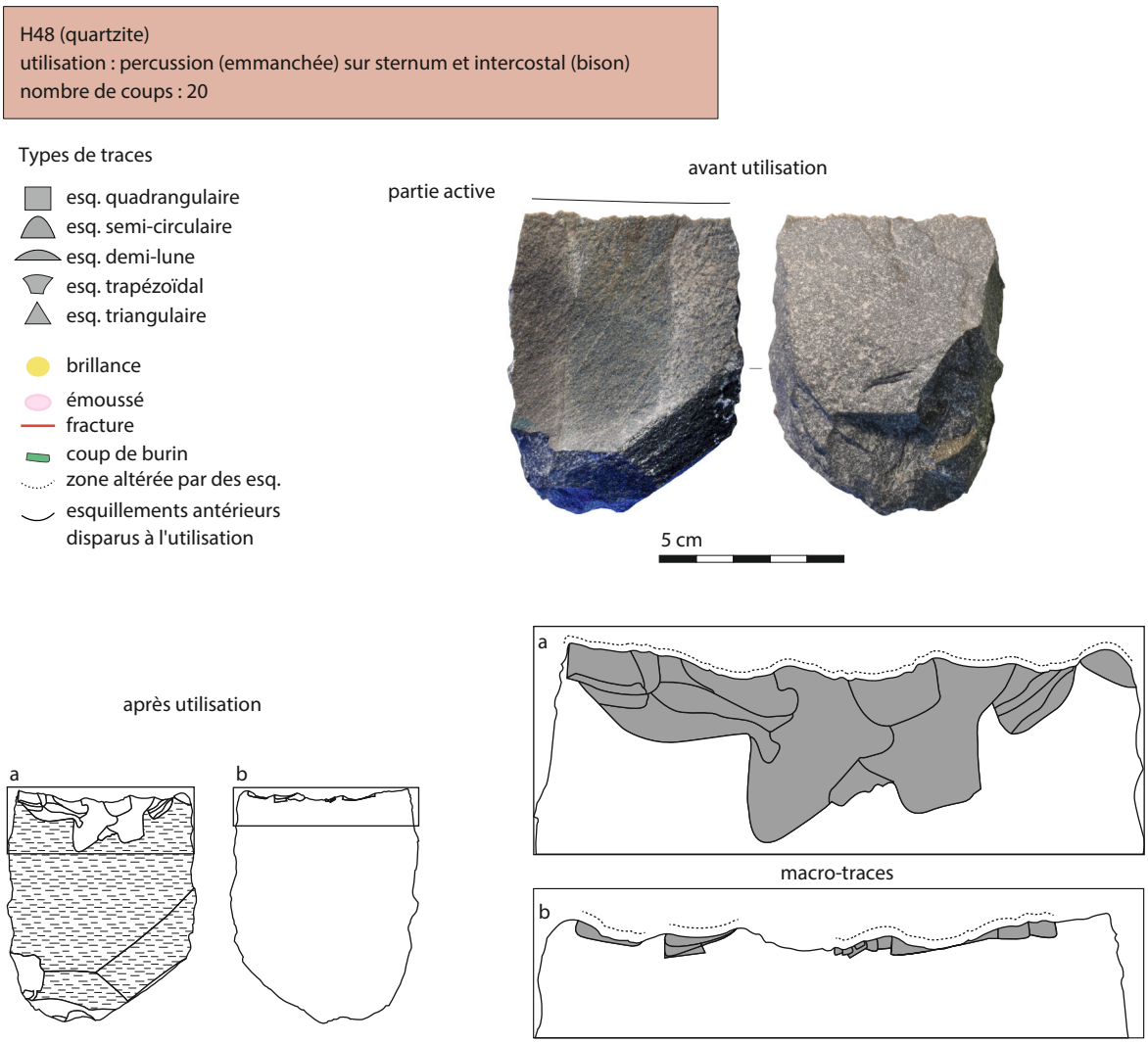


Figure 92 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un hachereau après son utilisation en percussion, emmanché, dans le cadre de la désarticulation du bison (clichés et DAO : M. Deschamps).

E - Bilan : le potentiel informatif des macro-traces sur les hachereaux

Tous les hachereaux expérimentaux ont livré des traces d'utilisation macroscopiques, le plus souvent des esquillements. Cette échelle d'observation n'est donc pas à négliger en dépit du caractère résistant que l'on attribue souvent aux tranchants en quartzite et en ophite.

L'étude des macro-traces d'utilisation sur les hachereaux expérimentaux a permis d'observer des récurrences dans leurs caractéristiques pour un même mode de fonctionnement et des différences pour des modes de fonctionnement distincts, ce qui confirme leur caractère diagnostique. Les actions menées selon un geste posé pour la boucherie, le travail du bois ou de la peau produisent des émoussés ou plus fréquemment des esquillements de petites dimensions non visibles à l'œil nu. Leurs caractéristiques varient en fonction de la matière travaillée et du mode d'action, comme cela est aussi illustré au sein du référentiel d'éclats en quartzite (Partie I, chapitre 2.6). Leur reconnaissance et leur interprétation sur les pièces archéologiques ne posent donc *a priori* pas de problème, à condition que les tranchants soient suffisamment bien conservés. Soulignons que les hachereaux utilisés pour la découpe de matière animale tendre sans contact avec l'os (écharnage), portent néanmoins, comme dans le cas des éclats bruts et des denticulés, des macro-traces très ténues, qui seraient difficilement interprétables avec certitude sur les séries archéologiques, même bien préservées. Une bonne conservation des vestiges et le recours au microscope paraissent ainsi être deux conditions importantes pour identifier les outils ayant servi pour découper ces matières.

Les actions en percussion ont, quant à elles, produit des usures beaucoup plus développées, prenant principalement la forme d'esquillements, plus ou moins nombreux et de dimensions variables. Il apparaît très clairement que pour un même mode d'action et une même matière travaillée, les hachereaux emmanchés ont développé des esquillements de plus grandes dimensions, toujours visibles à l'œil nu, que les hachereaux tenus à main nue, sauf ceux utilisés pour traiter la carcasse d'agneau, qui présente une dureté moindre par rapport aux autres carcasses traitées.

Il existe une certaine variabilité des macro-traces au sein des hachereaux utilisés pour fractionner les carcasses et au sein des hachereaux ayant servi à abattre des arbres, en lien avec l'angle de tranchant, la dureté du bois ou de l'os, la durée d'utilisation et le type de manche. Néanmoins, deux groupes d'esquillements se distinguent, certains se produisant uniquement dans le cas du travail de bois, matière semi-dure, et d'autres uniquement dans le cas du fractionnement des carcasses, impliquant des contacts répétés avec une matière dure, l'os (figure 83). Certains hachereaux portent des esquillements dont les caractéristiques sont intermédiaires ou communes aux deux modes de fonctionnement (p. ex. une superposition d'esquillements mais une inclinaison abrupte au niveau du fil ou au contraire des esquillements rasants mais avec peu de superpositions, figure 83[g-h]). Cette convergence est probablement liée, en partie du moins, à une continuité dans la dureté des matières. Le critère « état du fil » (intact ou écrasé), qui pourrait alors permettre de déterminer la dureté de la matière travaillée, ne peut hélas être utilisé que si le fil est bien conservé, ce qui est rarement le cas des hachereaux archéologiques étudiés dans le cadre du PCR. Il existe donc une zone d'incertitude, au sein de laquelle les usures liées à l'utilisation ne nous ont pas nous permis de distinguer de manière fiable la dureté de la matière travaillée par les hachereaux archéologiques (Partie II, chapitre 2).

Ce référentiel permet aujourd'hui de disposer de clefs de lecture des usures portées par les hachereaux archéologiques pour différencier les traces liées à un geste posé des traces liées à un geste lancé et pour identifier, au moins sur les pièces portant les usures les plus caractéristiques, le type de matières travaillé. La pratique des différentes activités a également permis de tester l'efficacité relative des hachereaux pour les différents modes de fonctionnement, et a notamment confirmé leur aptitude pour les travaux de gros œuvre, qu'il s'agisse de l'abattage de bois ou du débitage de carcasses.

10 - Le référentiel de bifaces expérimentaux

(É. Claud, S. Maury, V. Mourre, M. Brenet, D. Colonge)

A - Pourquoi un tel référentiel ? État des connaissances sur les modes de fonctionnement et la fonction des bifaces

Depuis le XIXe siècle, les bifaces, dont la présence est récurrente au cours de l'Acheuléen et du Paléolithique moyen en Europe, ont souvent été présentés comme des outils polyfonctionnels, du fait de leurs caractéristiques morphologiques et de leurs traces d'usure (p. ex. Macalister, 1921 ; Posnansky, 1959 ; Soriano, 2000 ; Soressi, 2002). Cependant, les études tracéologiques, relativement rares (*cf.* tableaux 20-21 et Claud, 2008 pour une synthèse détaillée), ont généralement été réalisées sur de faibles échantillons (voir néanmoins Veil *et al.*, 1994 ; Mitchell, 1998 ; Soressi, Hays, 2003). Les traces de boucherie dominent sur les bifaces acheuléens, mais ces derniers ont aussi été utilisés pour le travail du bois ou encore pour creuser le sédiment. Sur leur surface, ils présentent parfois des traces de percussion avec une matière dure. Les bifaces moustériens portent eux aussi des traces de boucherie, ainsi que des stigmates de coupe de peau et de bois. Les pointes bifaciales du Middle Stone Age africain et d'Europe de l'Est semblent quant à elles avoir été utilisées principalement comme pointes d'armes. De leur côté, les études morpho-fonctionnelles des bifaces moustériens (Soriano, 2000 ; Soressi, 2002) ont montré que les caractéristiques des tranchants de ces pièces leur conféraient un potentiel polyfonctionnel et une longévité importante, puisque les bords, en plus d'être résistants, pouvaient être souvent réaffûtés grâce à leur section plano-convexe. Les analyses techno-économiques ont montré que ces pièces avaient été très mobiles (voir. p. ex. Geneste, 1985 ; Turq, 2000 ; Faivre, 2006), leur potentiel polyfonctionnel et leur longévité étant peut-être à mettre en relation avec cette mobilité. Cependant, en raison de la rareté des analyses tracéologiques, n'est-il pas un peu rapide de considérer les bifaces comme de véritables « couteaux suisses » ? En outre, S. Soriano (2000) et É. Boëda (2001) ont montré sur la base des Unités Techno-Fonctionnelles qu'il existait des bifaces outils et des bifaces supports d'outils. La production de différentes morphologies de bifaces pourrait ainsi avoir conditionné des modes de fonctionnement distincts (Albrecht, Müller-Beck, 1988 ; Phillipson, 1997), susceptibles d'avoir évolué en fonction de l'état de réduction des bifaces (Boëda *et al.*, 2004 ; Brenet *et al.*, 2004). Il était donc nécessaire de s'interroger sur la validité de cette hypothèse de polyfonctionnalité et de la tester à la lumière de données techno-morphologiques et tracéologiques.

C'est dans cette optique que de nouvelles analyses fonctionnelles ont été entreprises sur les productions bifaciales du Moustérien de tradition acheuléenne du Sud-Ouest de la France, provenant des sites de Chez-Pinaud (Jonzac) en Charente-Maritime, Fonseigner en Dordogne, Bayonne le Prissé dans les Pyrénées Atlantiques et de trois sites localisés à Bergerac en Dordogne (Combe Brune 2, la Graulet et la Conne de Bergerac) (*cf.* Claud, 2008, 2012, 2014b et Partie II, chapitres 1 et 2). La construction d'un référentiel expérimental, notamment sur les bifaces, était indispensable afin d'appréhender les critères de distinction entre les traces d'utilisation et les traces technologiques et naturelles, et les différences de morphologie en fonction des différents modes d'utilisation. Plusieurs raisons nous ont conduits à concentrer notre attention sur l'échelle macroscopique, accessible par un examen à la loupe binoculaire. Premièrement, il est acquis que les macro-traces, c'est-à-dire les fractures, les esquillements et les émoussés visibles à faible grossissement peuvent renseigner sur les modes de fonctionnement des outils, notamment lithiques, et peuvent donc être utilisées pour les interprétations fonctionnelles (*cf.* Partie I, chapitres 2.2 et 2.5). Deuxièmement, les macro-traces, de plus grandes dimensions, sont en général plus facilement conservées que les micro-traces. Enfin, s'il a été mis en évidence que les caractéristiques des esquillements varient fortement en fonction de la morphologie du tranchant (*cf.* Partie I, chapitre 2.2), les variations

Sites	Topographie	Chronologie (BP)	Type de pièces bifaciales	Zones utilisées	Matières premières	Échelle(s) d'observation	Mention de pièces bifaciales expérimentales de comparaison	Nombre de pièces bifaciales analysées	Nombre de pièces et/ou zones actives ou préhensives	Boucherie			Travail bu bois				Travail de la peau		Percussion avec une matière dure				Travail des végétaux non ligneux				Matière indéter-miné			Références des études ayant mentionné les stigmates
										Découpe de viande	Désarticulation en coupe	Désarticulation en percussion	Actions transversales	Actions longitudinales	Fendre	Hacher	Actions transversales	Actions longitudinales	Sur les surfaces	Sur les bords	Projectiles	Creuser le sédiment	Actions transversales	Actions longitudinales	Matière mi-dure	Matière très dure	Action transversale	Action longitudinale	Emmanchements	
Barbas C'3 (Dordogne, France)	plein air	OIS 6 (147 ka)	bifaces « dénaturés »	indéterminé	silex	œil nu	non	indéterminé	indéterminé										X											Boëda *et al.*, 2004
Grotta Paglicci (Riparo Esterno, Foggia, Italie)	grotte	200 ka	bifaces amygdaloïdes pointus	bords latéraux (partie distale) et pointe	silex et quartzite	micro	non	3	3	3	……ou……							3												Ollé, 2003
Atapuerca (Burgos, Espagne) — **CII** TG (Galeria) et TD (Dolina)	grotte	TG : entre 350 et 150 ka ; TD : 200 ka	ovalaires	indéterminé	silex et quartzite	macro + MICRO	oui	moins de 10	2					2																Boj *et al.*, 1990
Atapuerca (Burgos, Espagne) — **Galeria**-TN	grotte	OIS 8 à 9	indéterminé	indéterminé	indéterminé	macro + MICRO	non	indéterminé	indéterminé		X	X																		Márquez *et al., 2001*
Atapuerca (Burgos, Espagne) — **Galeria**-TN	grotte	OIS 8 à 9	bifaces irréguliers ou grossiers, convergents non pointus ou à tranchant transversal	bord latéraux et distaux transversaux	quartzite	micro	non	3	2	1	……ou……							1									1			Ollé, 2003
Orgnac, niveaux 6, 5b, 5a et 4a (Ardèche, France)	aven	OIS 9	indéterminé	partie proximale	silex sur plaquette	œil nu	non	49	10										10											Moncel, 1995, 1999
Soucy 3 (Yonne, France)	plein air	OIS 9 ?	bifaces avec un coup de tranchet latéral	bords latéraux et distaux	silex	indéterminé	indéterminé	indéterminé	indéterminé		X																			Beyries (cf. Soriano, 2000, p. 346)
Soucy 1 (Yonne, France)	plein air	OIS 9 (350-300 ka)	bifaces micoquiens, pointus	premier tiers distal	silex	micro (usures et résidus)	non	7	4															4						Beyries *in* Lhomme *et al.*, 1998, 2000
Aridos 2 (Madrid, Espagne)	plein air	350-300 ka BP	biface amygdaloïde non pointu	bords latéraux (partie distale) et pointe	quartzite	micro	non	1	1	1	……ou……							1												Ollé, 2003
Wonderwerk Cave (Northern Cape, Afrique du Sud)	grotte	350 ka	triangulaires et ovalaires, bords convergents, non pointus	bords latéraux	chert	micro	non (herminettes sur matières végétales)	2	2					2																Binneman, Beaumont, 1992
Ambrona (Soria, Espagne)	plein air	350 ka, OSI 9 ou fin OSI 11	indéterminé	indéterminé	indéterminé	indéterminé	indéterminé	indéterminé	indéterminé	X																				Toth *in* Keeley, 1993
South Woodford (Essex, Angleterre)	plein air	indéterminé	bifaces ovalaires et triangulaires, pointus ou non	surfaces mésiales, pointes et bords	silex	macro + MICRO	oui (cf. Boxgrove)	4	3										3											Mitchell, 1998
South Woodford (Essex, Angleterre)	plein air	indéterminé	bifaces ovalaires et triangulaires, pointus ou non	surfaces mésiales, pointes et bords	silex	macro + MICRO	oui (cf. Hoxne)	4	2	1								1												Keeley, 1980, 1993
Hitchin (Hertfordshire, Angleterre)	plein air ?	OIS 11	indéterminé	pointes et bords	silex	macro + MICRO	oui (cf. Hoxne)	2	indéterminé	X																				Keeley, 1980, 1993
Barnfield Pit (Swanscombe Skull, Angleterre)	plein air	OIS 11	plus grands bifaces	surfaces (entre proximal et mésial)	silex	œil nu	non	indéterminé	11										10											Wymer, 1964
Barnfield Pit (Swanscombe Skull, Angleterre)	plein air	OIS 11	plus grands bifaces	surfaces (entre proximal et mésial)	silex	œil nu	non	indéterminé	11									1												Wenban-Smith, Bridgland, 2001
Hoxne (Suffolk, Angleterre)	plein air	OIS 11	bifaces amygdaloïdes, cordiformes (pointus), discoïdes	pointes associée à un bord latéral, tranchant distale transversal, bords latéraux	silex	macro + MICRO	oui (4 bifaces à bords convergents, pointus, boucherie, écharnage, creuser la terre)	5	4	1	1			1						1										Keeley, 1980, 1993
Boxgrove (West Sussex, Angleterre)	plein air	OIS 13	bifaces ovalaires surtout, parfois cordiformes, convergents ou non, pointus ou non	pointes, bords et surfaces mésiales	silex	macro + micro	oui (4 bifaces ovalaires non pointus, 3 en boucherie, 1 pour hacher et fendre du bois)	48	23	20									3										Mitchell, 1998
Peninj (Tanzanie)	plein air	1,7-1,4 Ma	amygdaloïdes, bords convergents, non pointus	bords latéraux	indéterminé	micro (résidus)	non	3	2							2													?	Domínguez-Rodrigo *et al.*, 2001

Les majuscules dans la colonne « échelle(s) d'observation » indiquent quelle échelle a été privilégiée

Tableau 20 - Liste des séries attribuées à l'Acheuléen au sein desquelles des stigmates d'utilisation ont été mentionnés sur des pièces bifaciales, dont les résultats ont été publiés jusqu'en 2010. Une croix est utilisée quand le nombre de pièces ou zones actives est inconnu ; dans ce cas, le nombre minimum, soit un, est pris en compte dans les totaux.

											Boucherie			Travail bu bois				Travail de la peau		Percussion avec une matière dure				Travail des végétaux non ligneux				Matière indéter-miné				
Faciès / techno-complexe	**Sites**	**Topographie**	**Chronologie (BP)**	**Type de pièces bifaciales**	**Zones utilisées**	**Matières premières**	**Échelle(s) d'observation**	**Mention de pièces bifaciales expérimentales de comparaison**	**Nombre de pièces bifaciales analysées**	**Nombre de pièces et/ou zones actives ou préhensives**	Découpe de viande	Désarticulation en coupe	Désarticulation en percussion	Actions transversales	Actions longitudinales	Fendre	Hacher	Actions transversales	Actions longitudinales	Sur les surfaces	Sur les bords	**Projectiles**	**Creuser le sédiment**	Actions transversales	Actions longitudinales	**Matière mi-dure**	**Matière très dure**	Action transversale	Action longitudinale	**Emmanchements**	**Références des études ayant mentionné les stigmates**
Strélétien ancien	**Buran Kaya III** (Ukraine)	abri	36-32 ka	pointes foliacées bifaciales triangulaires	pointes et bords	silex	macro + micro (usures et résidus)	non	9	7	X				X							6								7	Hardy *et al.*, 2001
				racloirs bifaciaux	indéterminé				1 ou 2	1 ou 2															2				1		
Moustérien de type Quina Rhodanien	**Champ-Grand** (St-Jean-St-Maurice, Loire, France)	plein air	OIS 3 (50 ± 5 ka)	limaces sur supports bifaciaux	bords latéraux	silex	macro + micro	non	6	6				1				3 (+ 1 ?)													de Araújo Igreja, 2008
Moustérien de Tradition Acheuléenne	**Corbiac**, M, M1 et M2 (Dordogne, France)	plein air	OIS 3	bifaces cordiformes et triangulaires, bords souvent convergents, pointus ou non	pointe, bord droit et base	silex	macro + MICRO	oui (1 pour la boucherie)	3	3				1				2												1	Anderson-Gerfaud, 1981, 1990
	Pech de L'Azé I, couches 4 et 7 (Dordogne, France)	abri	OIS 3		bords et/ou pointes				indéterminé	7				3				2	1											1	Anderson-Gerfaud, 1981, 1990
														5																	
	Pech de l'Azé IV (Dordogne, France)	abri	OIS 3		indéterminé				indéterminé	9								9													Anderson-Gerfaud, 1981, 1990
	Grotte XVI (Dordogne, France)	grotte	64,6 ± 3,1 ka		pointes et/ou bords et/ou bases			non	19	13 bifaces, 19 zones actives	6			9	2			2													Soressi, Hays, 2003
Vasconien	**Latrote** (Landes, France)	plein air	OIS 3	bifaces à bords convergents et base réservée et racloir aminci à retouches bifaciales	bords latéraux	silex	macro + micro	non	7	6	2	2								2											Coudenneau *in* Bernard-Guelle *et al.*, 2010, 2014
Micoquien d'Europe centrale et orientale	**Starosele**, niveaux 1 et 2 (Ukraine)	abri	41 ka	pointes foliaceées bifaciales	pointe utilisée, base emmanchée	silex	MICRO (usure et résidus)	oui	11	9	X											X					1			9	Kay, 1999 ; Hardy ,1999 ; Hardy, Kay, 1999 ; Hardy *et al.*, 2001
	Lichtenberg (Allemagne)	plein air	57 ± 6 ka	*Faustkeilblatt, Keilmesser* et *Blattförmiger Schaber :* pièces bifaciales à dos	bord latéral retouché (parfois associé à l'extrémité distale convexe)	silex	macro + micro	oui (bifaces)	environ 15	entre 6 et 8	X								X											Plisson *in* Veil *et al.*, 1994
	Novoso I (Russie)	plein air	50-70 ka	« petits bifaces »	bases retouchées	silex	macro + micro	non	indéterminé	2								2													Shchelinskij *in* Plisson, 1988a, b
Moustérien breton à bifaces	**Saint-Brice-sous-Râne** (Orne, France)	plein air	Weichsélien ancien ou moyen : OIS 5 ou 4 (80-40 ka)	outil bifacial : bords latéraux et bord distal oblique retouchés	zone distale oblique, non pointue	silex	micro	non	indéterminé	1					1															Cliquet, 2001
Middle Stone Age	**GwJill** (Nakuru, Kenya)	plein air	60-40 ka	petits bifaces triangulaires pointus		obsidienne	macro + MICRO	non	15	15																			15	**15**	Beyries, 1987b
	Sibudu Cave (Afrique du Sud)	grotte	60-50 ka		pointes	dolérite et cornéenne	macro + micro (usure et résidus)	indéterminé (pointes)	moins de 50	indéterminé												X								**X**	Lombard, 2005
	≠Gi Site (Botswana)	plein air	OIS 4, 77 ka	pointes bifaciales (bords convergents, cordiformes ou triangulaires)		chert, jaspe, calcédoine et quartzite	macro	non	indéterminé	indéterminé												X								**X**	Brooks *et al.*, 2006
	White Paintings Rock Shelter (Botswana)	abri	60-100 ka			chert, jaspe, calcédoine	macro + micro	non	moins de 10	entre 1 et 4												X									Donahue *et al.*, 2002-2004
Moustérien à débitage laminaire	**Remicourt « en bia flo »** (province de Liège, Belgique)	plein air	OIS 5b/5c (100 ka)	petit biface plat cordiforme pointu	pointe et bords latéraux	silex	macro + MICRO	non	1	1				1																	Bosquet *et al.*, 2004
Middle Stone Age	**Site 8-B-11** (Ile de Sai, Soudan)	plein air	220-180 ka	*Core-haxes :* pièces ovalaires non pointus, tranchant distal transversal ou oblique	tranchants distaux transversaux	quartz, grès, quartzite, chert	macro + micro	non	48	14													14							**14**	Rots, Van Peer, 2006
Micoquien ?	**Abri du Musée** (Dordogne, France)	abri	indéterminé	*Prondniks*	bords latéraux	silex	macro	indét. (pièces à coup de tranchet latéral)	6	entre 2 et 6	X																				Coudenneau, 2005
	Mesvin IV (Belgique)	plein air	OIS 8 (200-300 ka)	biface irrégulier à dos, avec coup de tranchet latéral	coup de tranchet latéral	silex	micro	non	1	1	1																				Gysels, Cahen, 1981
Indéterminé	**Cantalouette I** (ensemble V, Dordogne, France)	plein air	223 ka	bifaces épais et réduits	bords et surfaces corticales	silex	œil nu	non	80	9										9											Brenet *et al.*, 2004

Les majuscules dans la colonne « échelle(s) d'observation » indiquent quelle échelle a été privilégiée

Tableau 21 - Liste des séries datées du Paléolithique moyen ou ancien (hors Acheuléen) au sein desquelles des stigmates d'utilisation ont été mentionnés sur des pièces bifaciales, dont les résultats ont été publiés jusqu'en 2010. Une croix est utilisée quand le nombre de pièces ou zones actives est inconnu ; dans ce cas, le nombre minimum, soit un, est pris en compte dans les totaux.

liées à ce paramètre ont été peu documentées et illustrées. L'effet de la présence de retouches sur la formation des esquillements n'a, par exemple, pas fait l'objet de recherches systématiques et les référentiels publiés concernent surtout les tranchants bruts.

B - Expérimentations effectuées

a - La production des bifaces

Les bifaces expérimentaux ont été confectionnés selon des techniques et des méthodes identifiées pour le Paléolithique moyen, notamment mises en œuvre au Moustérien de tradition acheuléenne (MTA). Les supports choisis – souvent des éclats – ont été façonnés et affûtés au percuteur tendre organique ou minéral par gestes tangentiels. Nombreux sont ceux qui présentent deux bords latéraux convergents retouchés en racloirs et une base non coupante (Soressi, 2002), à l'image des bifaces MTA « classiques » (figures 93, 95). L'angle de coupant des bords latéraux est compris entre 40° et 50° et la section est plano-convexe. De plus rares bifaces disposent d'un tranchant distal transversal, à l'image de certains retrouvés sur les sites de la déviation de Bergerac, d'angle de coupant équivalent et de section biplane (figure 94). Quelques racloirs sur support bifacial ont également été utilisés. Différents silex ont été utilisés : Sénonien brun (« Grain de Mil »), noir et Maastrichtien. De plus amples détails sur les caractéristiques technologiques des bifaces expérimentaux sont disponibles en Annexe 3 (M. Brenet).

b - Activités pratiquées et remarques sur l'efficacité technique

Cent-treize expérimentations ont été réalisées, à l'aide de 81 pièces bifaciales, plusieurs zones ayant pu fonctionner sur une même pièce (figure 93 p. ex.). Exceptées quelques pièces emmanchées, les bifaces ont en général été tenus à main nue ou par l'intermédiaire d'une gaine en cuir ou en fibres végétales (*cf.* Annexe 3). Les bords latéraux convergents, la pointe distale et le tranchant distal transversal sont les zones les plus souvent utilisées. Leur temps d'utilisation est variable (3 à 110 minutes), le plus souvent compris entre 10 et 30 minutes. Les bifaces expérimentaux ont principalement servi pour la boucherie, le travail du bois et de la peau, selon des modes d'action variés (découpe, raclage, percussion, perçage).

Le travail du bois

Il est représenté par 62 expérimentations, menées sur différentes essences (chêne et peuplier principalement), à l'état frais, sec ou chauffé.

Vingt-huit tranchants de bifaces ont été utilisés pour racler afin d'écorcer, d'amincir ou de régulariser la surface d'objets en bois tels que des manches et des épieux. Les actions de raclage ont été possibles mais le fait que, sur les bifaces à bords convergents la zone préhensive ne soit pas strictement opposée à la zone active, a rendu le travail moins aisé.

Un plus petit nombre de bifaces a servi à rainurer (4 zones actives), scier (6), fendre (10) et percer (3) du bois. Le sciage exigeant un profil rectiligne et régulier, une certaine finesse du support et une denticulation adaptée, les bifaces se sont révélés assez peu performants. La pointe des bifaces est aussi apparue peu adaptée pour le perçage : en effet, il ne s'agit pas d'un trièdre solide, mais de l'assemblage de deux surfaces, une convexe, l'autre plane. Les pointes des bifaces sont souvent fines, ce qui les rend fragiles. De plus, l'ouverture de la pointe en plan est élevée, si bien que celle-ci ne peut réaliser un trou profond, à moins qu'il soit également très large, ce qui demande l'enlèvement de beaucoup de matière, et donc une durée de travail importante.

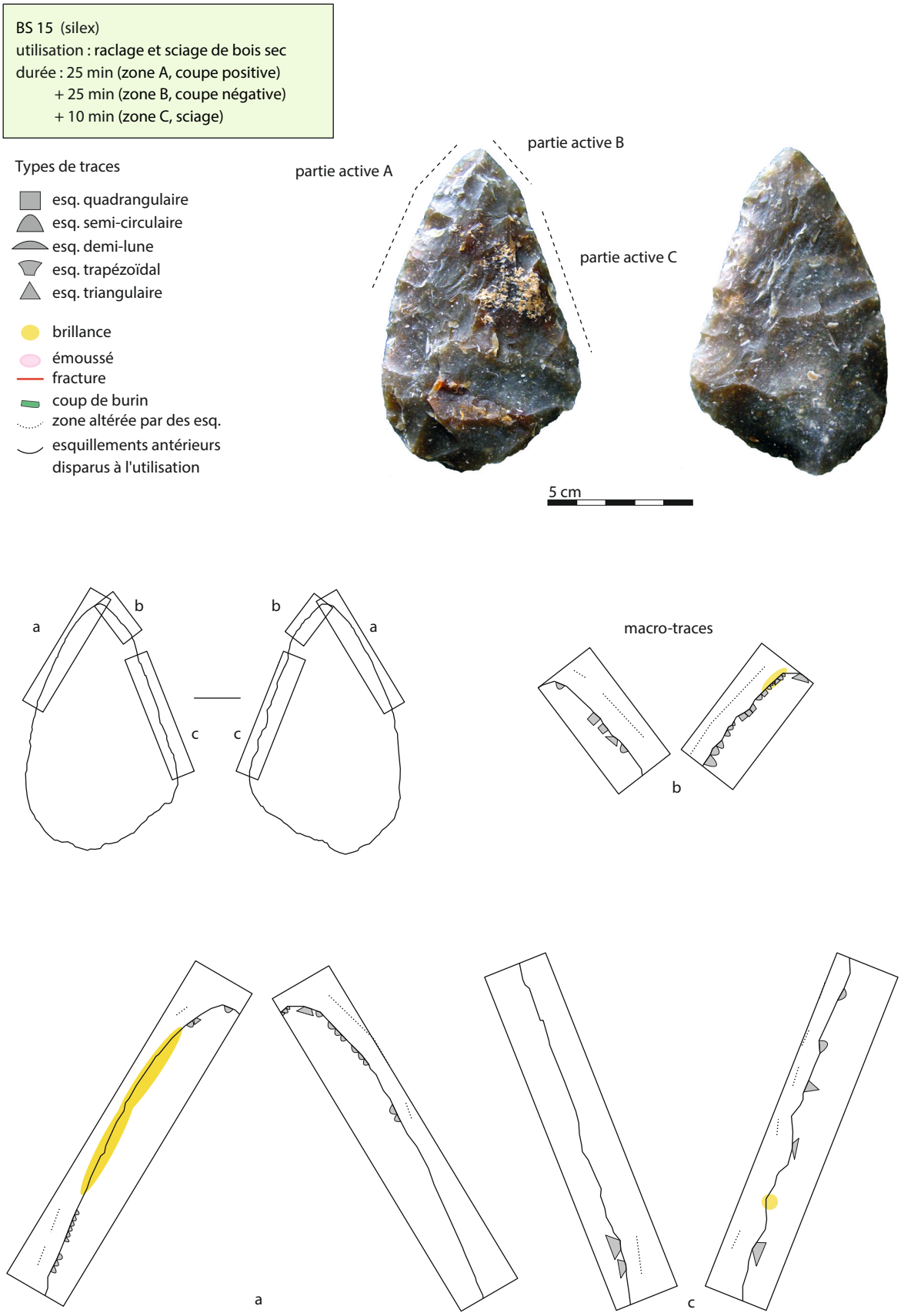


Figure 93 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un biface en silex utilisé pour racler et scier du bois sec (clichés et DAO : É. Claud et M. Coutureau).

Onze bifaces, parfois emmanchés, ont servi en percussion pour abattre de petits arbres sur pied (troncs d'environ 10 cm de diamètre). Les zones actives étaient situées sur un bord latéral ou la base pour les pièces emmanchées, et sur un bord latéral ou distal transversal pour celles tenues par une gaine (figure 94 p. ex.). Des manches en pince et des manches mâles, latéraux, transversaux ou axiaux, tenus par des ligatures en tendons, ficelles végétales et/ou adhésifs à base de résine de pin, ocre et cire d'abeille, ont été testés. Les tranchants utilisés sont suffisamment résistants et acérés pour trancher le bois, la présence d'un manche permettant de grandes amplitudes de mouvements, plus de force (quand le manche est lourd et tenu à deux mains) et une préhension confortable. Néanmoins, nous n'avons pas réussi à trouver une combinaison permettant suffisamment de stabilité pour fonctionner plus de 15 minutes. En effet, soit les pièces bougent graduellement et finissent par sortir complètement du manche, soit elles restent stables pendant les premières minutes, puis la résine ou la pièce casse, celle-ci étant violemment expulsée. Le même problème a été rencontré pour l'emmanchement des hachereaux utilisés en percussion (*cf.* Partie I, chapitre 2.9). Les expérimentations sans manches ont montré qu'il était possible d'abattre un petit arbre, mais passé quelques minutes, les chocs deviennent douloureux pour le bras et la main. Ainsi, si des bifaces archéologiques ont effectivement été utilisés pour abattre des arbres, on peut s'attendre à ce qu'ils aient été emmanchés, selon une modalité que nous n'avons pas testée, ou bien grâce à une adaptation morphologique (forme de la base), leur ayant permis d'être stables dans les mêmes conditions que celles testées.

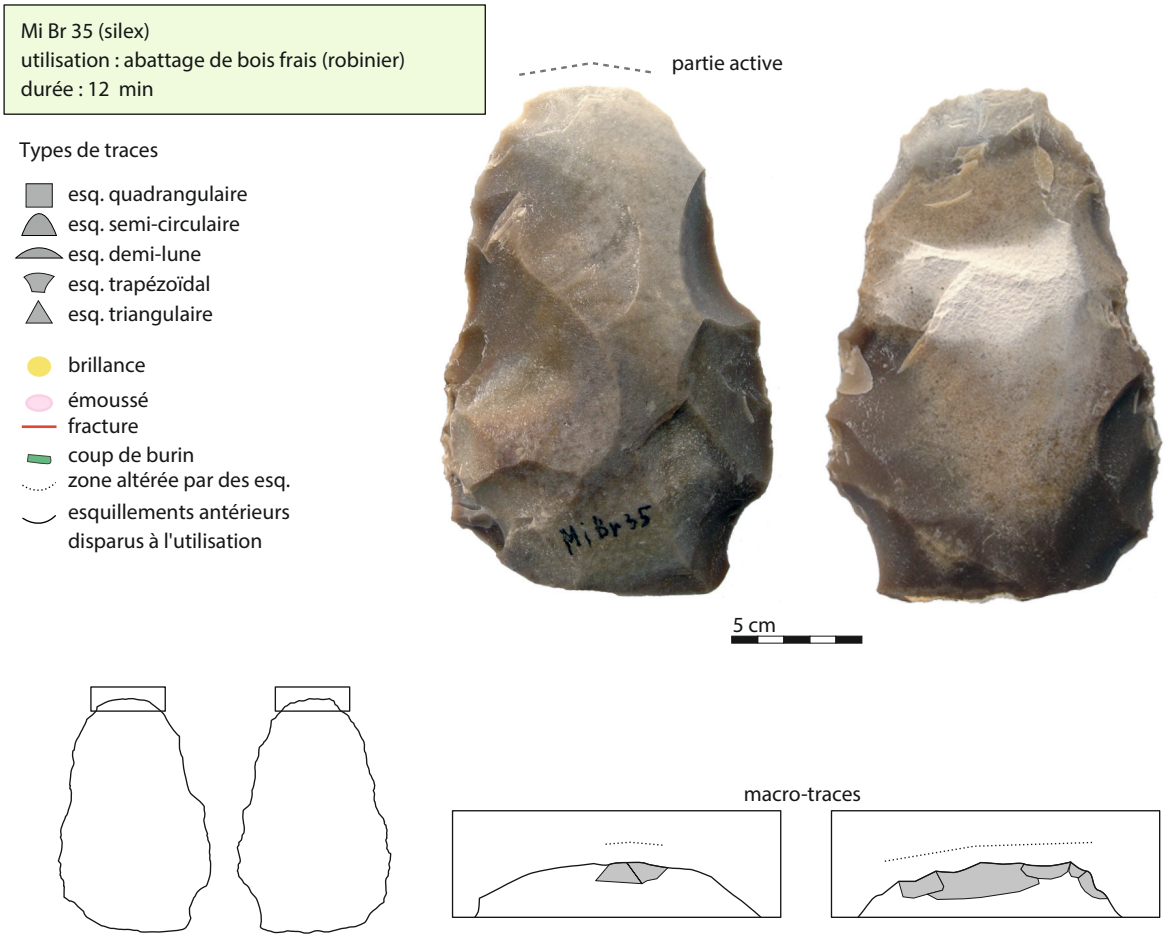
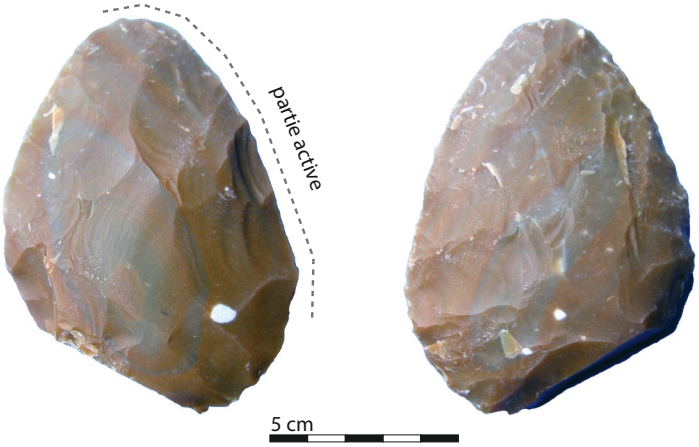


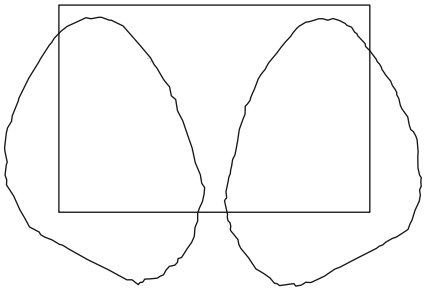
Figure 94 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un biface en silex utilisé en percussion pour abattre un arbre (clichés et DAO : É. Claud et M. Coutureau).

Bou 52 (silex)
utilisation : boucherie (décarnisation, désarticulation) (mouton)
durée : 60 min

Types de traces

- esq. quadrangulaire
- esq. semi-circulaire
- esq. demi-lune
- esq. trapézoïdal
- esq. triangulaire
- brillance
- émoussé
- fracture
- coup de burin
- zone altérée par des esq.
- esquillements antérieurs disparus à l'utilisation





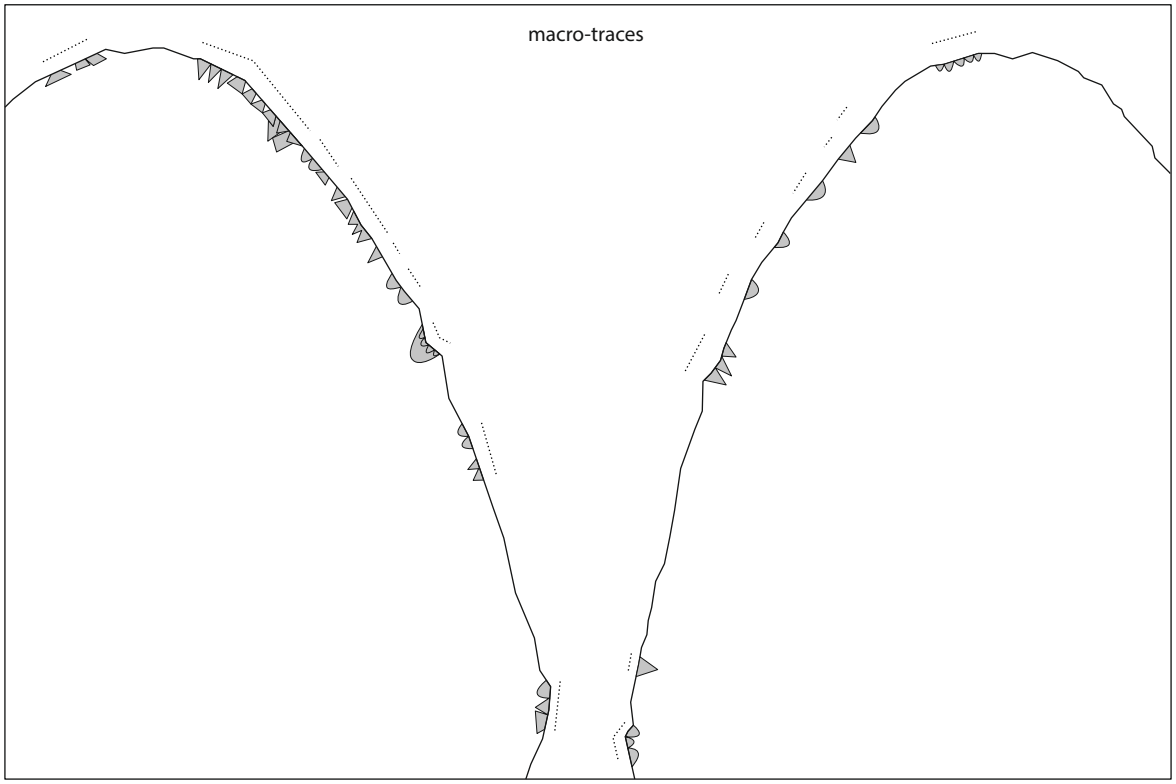


Figure 95 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un biface en silex utilisé en découpe pour la boucherie (clichés et DAO : É. Claud et M. Coutureau).

La boucherie

Vingt-deux expérimentations concernent la boucherie de diverses espèces animales (Mouton, Cerf, Bœuf, Cheval). Différentes étapes de la chaine opératoire de la boucherie ont été effectuées avec des bifaces : dépouillement (1), désarticulation et/ou décarnisation en coupe (12) et en percussion (7) et raclage du périoste (2).

Les bifaces se sont révélés particulièrement efficaces pour cette activité, en lien avec la présence de deux bords résistants convergents vers une pointe acérée facilitant la pénétration dans les chairs et la perforation de la peau. En comparaison aux éclats bruts, les retouches apportent un « mordant » nécessaire pour couper certains tissus résistants comme les aponévroses. L'efficacité des bifaces pour la boucherie, notamment de répliques expérimentales de pièces acheuléennes, a, par ailleurs, été mise en évidence lors d'expérimentations antérieures ou contemporaines au PCR (Jones, 1980 ; Mitchell, 1995, 1998 ; Gálan, Domínguez-Rodrigo, 2014).

Pour le dépouillement, et notamment pour couper tangentiellement les tissus graisseux très tendres retenant la peau à la carcasse, la présence d'une pointe ne nous a pas paru être forcément un avantage, trop perçante, elle peut entrainer la création de trous dans la peau, malgré toute l'attention portée à les éviter. Par contre, la présence d'une pointe est très utile pour entailler la peau de l'animal, au début du dépouillement.

La décarnisation a été réalisée par des actions longitudinales de coupe, sauf dans le cas de bifaces à tranchant transversal similaires aux bifaces des sites de la déviation de Bergerac, dont les bords distaux présentaient des esquillements liés à une action de percussion avec des matières moyennement dures. Les tranchants transversaux, d'angle fermé, ont donc servi à trancher la viande pour décarniser et à désarticuler en force deux membres antérieurs de Bœuf. Sceptique au départ, nous avons finalement constaté que cette technique pouvait être effectivement utilisée pour décarniser : la percussion permet de séparer les muscles en percutant au niveau de l'enveloppe les séparant mais aussi de trancher un muscle en deux. D'autre part, la percussion avec de tels tranchants permet de rompre des tendons épais (plus d'un centimètre de diamètre) en un ou deux coups. Il s'agit donc d'outils particulièrement efficaces pour désarticuler les carcasses. Les tranchants latéraux de ces mêmes bifaces se sont révélés utiles pour couper des muscles ou tendons dans des zones délicates ou lorsque les muscles et tendons n'étaient pas tendus. En effet, lorsque ces derniers étaient détachés d'un ou des deux côtés, il devenait impossible de les trancher par percussion. Par contre, nous avons constaté que l'utilisation de ces tranchants distaux en percussion n'était réellement efficace que lors des premières minutes (15 à 20 minutes), le tranchant semblant s'user rapidement, tandis que les bifaces convergents utilisés en coupe ont une durée de vie plus élevée : ils deviennent moins efficaces après environ une heure trente d'utilisation en décarnisation et désarticulation, stade auquel le tranchant à tendance à glisser sur la viande et où la force appliquée doit être nettement supérieure à celle nécessaire au départ.

Contrairement aux résultats de Gálan et Domínguez-Rodrigo (2014) nous n'avons pas constaté une moins bonne efficacité des bifaces pour la désarticulation que pour la décarnisation. Nous n'avons, certes, pas appliqué le même protocole (enregistrement du temps nécessaire pour chaque étape de la boucherie lors du traitement d'une carcasse de même espèce avec chaque grand type d'outil testé : des éclats bruts, des éclats retouchés et des bifaces), mais la différence de résultats vient plus vraisemblablement du fait que les bifaces qu'ont utilisé ces auteurs ont l'air, d'après la figure fourni, plus trapus, moins pointus et probablement moins affutés que ceux testés dans le cadre du PCR. Elle illustre toute la difficulté voire l'impossibilité de comparer l'efficacité, ou tout autre donnée, en partant de groupes aussi larges que les « éclats bruts », les « éclats retouchés », et les « bifaces », chacune de ces catégories pouvant recouvrir une variabilité technologique et morphologique extrêmement importante, impliquant notamment de fortes différences en terme

de potentiel fonctionnel. Enfin, cette divergence pourrait aussi résulter du fait que les carcasses traitées soient différentes (Cerf pour Gálan et Domínguez-Rodrigo, 2014 versus Bœuf, Mouton et Cerf pour ce référentiel), les grands bovidés ne présentant peut-être pas les mêmes contraintes lors de la désarticulation que les cervidés.

Les expérimentations réalisées avec des bifaces fixés au niveau de leur partie proximo-latérale dans un manche mâle, pour effectuer des tâches de boucherie, ont montré que la présence du manche n'était pas gênante dans la mesure où celui-ci était travaillé dans sa partie distale pour ne pas limiter la pénétration dans les chairs, et qu'il permettait même de tenir l'outil composite à deux mains pour exercer une force supplémentaire. Néanmoins, la fabrication et l'entretien d'un tel outil sont très consommateurs en temps (creuser la zone d'insertion du biface, affiner la partie distale, préparer un adhésif, coller le biface, retirer le biface pour le raviver [?], le recoller, ...) par rapport au bénéfice retiré, d'autant que les bifaces tenus à mains nues fonctionnent également très bien en boucherie.

Le travail de la peau

Sept expérimentations ont été menées dans le cadre du travail de la peau. Les bifaces ont servi à couper (3), racler (2) et percer (2) la peau sèche et fraîche (Cerf, Mouton, figure 18[a-b]). Des tranchants longs, réguliers, rectilignes en profil et convexes en plan étant nécessaires pour l'écharnage des peaux fraîches en coupe tangentielle pour retirer de grands lambeaux de chairs sans risquer de percer la peau (Plisson, 1985), les bords des bifaces se sont bien prêtés à ce travail, mais pas plus que les éclats bruts ou que les racloirs. De la même manière l'écharnage d'une peau sèche cendrée a pu

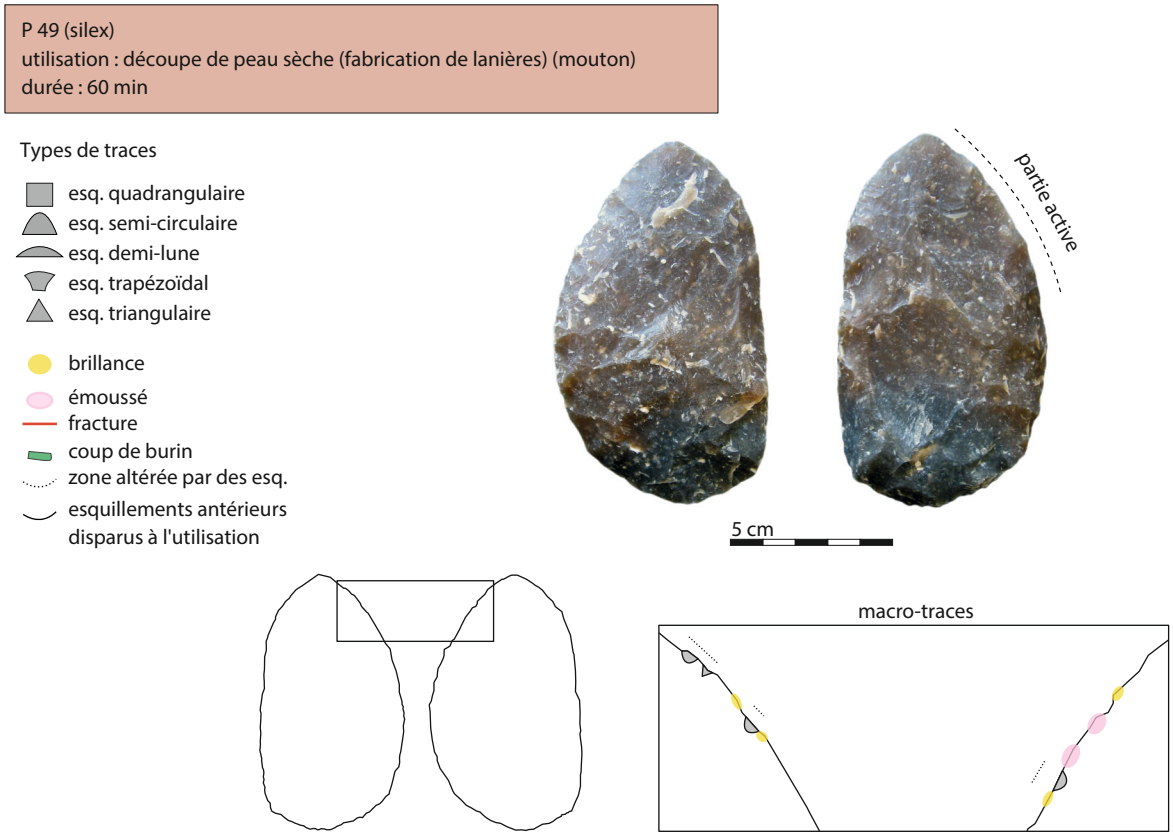


Figure 96 - Présentation schématique des macro-traces observées sur un biface en silex utilisé pour découper des lanières de peau sèche (clichés et DAO : É. Claud et M. Coutureau).

s'effectuer grâce à la partie proximale, retouchée, convexe et régulière, d'un biface emmanché (figure 18[b]), tout comme la découpe de peau sèche pour produire des lanières (figure 96). Le perçage a été possible mais a posé le même problème que celui évoqué pour le travail du bois.

Autres activités

De plus rares expérimentations ont été réalisées avec les matières dures animales, les herbacées et la terre. Cinq concernent l'os (raclage, sciage, percussion), trois le bois de cervidé sec (raclage et sciage), trois les graminées sauvages (coupe), et quatre la terre (creuser). Le sciage des matières dures a posé le même problème que celui mentionné pour le travail du bois, en lien avec le profil inadapté des bifaces pour cet usage. Deux petits bifaces emmanchés au bout d'une hampe en bois ont également servi comme armatures distales d'épieu. Enfin, cinq autres expérimentations ont concerné non pas l'utilisation des bifaces mais leur rangement dans un fourreau et leur transport. Deux bifaces ont été alternativement introduits puis retirés d'un fourreau en écorce pendant 10 minutes, et trois bifaces ont été transportés au cours d'une randonnée dans des sacs en écorce et en peau pendant plus de 10 heures.

c - Le ravivage des bifaces

L'objectif de l'expérimentation de ravivage était de savoir s'il était possible d'observer des traces d'un usage antérieur au ravivage, à la fois sur les bifaces ravivés et sur les éclats de ravivage.

Six bifaces, taillés par S. Maury, ont tout d'abord été utilisés selon trois modes de fonctionnement :

- deux ont servi à décarniser une épaule de vache aux Grands Abattoirs de Bordeaux, pendant 1 h 45 chacun ;
- deux ont été utilisés pour raboter et racler (coupe positive et négative) pour écorcer puis amincir une branche de bois sec de saule pendant 1 h 10 pour l'un et 1 h 50 pour l'autre ;
- et enfin deux ont servi à creuser en percussion une terre sableuse, compacte et humide pendant 30 minutes chacun.

Pour chacun de ces registres d'utilisation, l'intensité d'usure peut être considérée comme forte. Néanmoins les traces présentent une étendue variée, ce facteur nous paraissant *a priori* être primordial dans les possibilités d'identification des traces d'utilisation après le ravivage. En effet, les usures produites par la boucherie sont d'étendue modérée, celles produites par le travail transversal du bois sont plutôt étendues, tandis que celles liées à l'activité de creuser la terre sont couvrantes.

Les pièces ont ensuite été nettoyées, photographiées, leurs usures ont été examinées à la loupe binoculaire (grossissement 10 à 30 ×) et au microscope métallographique (grossissement 100 à 200 ×) pour vérifier leur présence et leur intensité, et enfin les tranchants utilisés ont été photographiés et moulés, afin de garder une trace de leur état avant le ravivage. Ces six bifaces ont ainsi été analysés au même titre que les bifaces non ravivés, et sont donc intégrés au corpus de pièces expérimentales présenté *supra* (il s'agit des bifaces Bou 47 et 48, BS 39 et 40, T7 et 8).

Le ravivage a été effectué par S. Maury, à l'aide de percuteurs tendres (bois de Renne et bois de chêne vert) et dur-tendres (grès). Les éclats produits ont été récupérés et séparés en fonction de l'étape de ravivage (première ou deuxième génération) et/ou de la zone ravivée ou réaménagée (base, pointe, bord droit ou gauche). Le nombre total d'éclats ou de fragments d'éclats supérieurs ou égaux à 5 mm a été quantifié, ainsi que le nombre relatif au seul ravivage de la zone utilisée (tableau 22). Chacun des éclats ou fragments d'éclats a été observé au moins à l'œil nu puis à la loupe binoculaire. Le microscope a été utilisé pour rechercher des traces d'utilisation ou pour vérifier leur présence supposée à faible grossissement. Les bifaces ont quant à eux été examinés sur les bords et surfaces à toutes les échelles.

N°	Activité	Éclats de ravivage du biface	Éclats de ravivage de la zone active	Éclats de ravivage de la zone active présentant des traces résiduelles	Bifaces présentant des traces résiduelles	% d'éclats présentant des traces
Bou 47	boucherie	45	27	0	0	0
Bou 48	boucherie	23	16	0	0	0
BS 39	raclage de bois	85	37	1	0	3
BS 40	raclage de bois	77	52	2	0	4
T7	creuser la terre	136	105	8	1	8
T8	creuser la terre	115	99	14	1	14

Tableau 22 - Liste des bifaces ayant subi un ravivage après utilisation et nombre de pièces portant encore des traces d'utilisation après ravivage, en fonction du mode de fonctionnement.

C - Caractérisation des stigmates sur les pièces expérimentales

a - Les traces de fabrication

Les enlèvements de retouche d'affûtage

L'approche fonctionnelle à faible grossissement sur des pièces retouchées telles que des bifaces nécessite de distinguer les enlèvements produits volontairement par la retouche, notamment la dernière rangée de régularisation, des esquillements d'utilisation. Sur la base des premiers éléments proposés par les tenants du *Low Power Approach* (Tringham *et al.*, 1974 ; Odell, Odell-Vereecken, 1980), des critères permettant de les différencier ont donc été recherchés, en examinant les bords de bifaces non utilisés et retouchés avec différents percuteurs (tendres organiques : bois de Cerf, de Renne, buis, chêne vert, et minéraux : calcaire et grès), et en les comparant aux esquillements d'utilisation.

Premièrement, les enlèvements de retouche ne sont jamais isolés, et rarement discontinus (jamais sur une petite portion), à l'inverse des traces produites par la majorité des actions longitudinales (figure 97[a-b]). De plus, la retouche, d'inclinaison rasante, aménage un angle de coupant régulier le long du tranchant, qu'elle a tendance à rendre plus fin (puisqu'elle doit l'affûter), contrairement

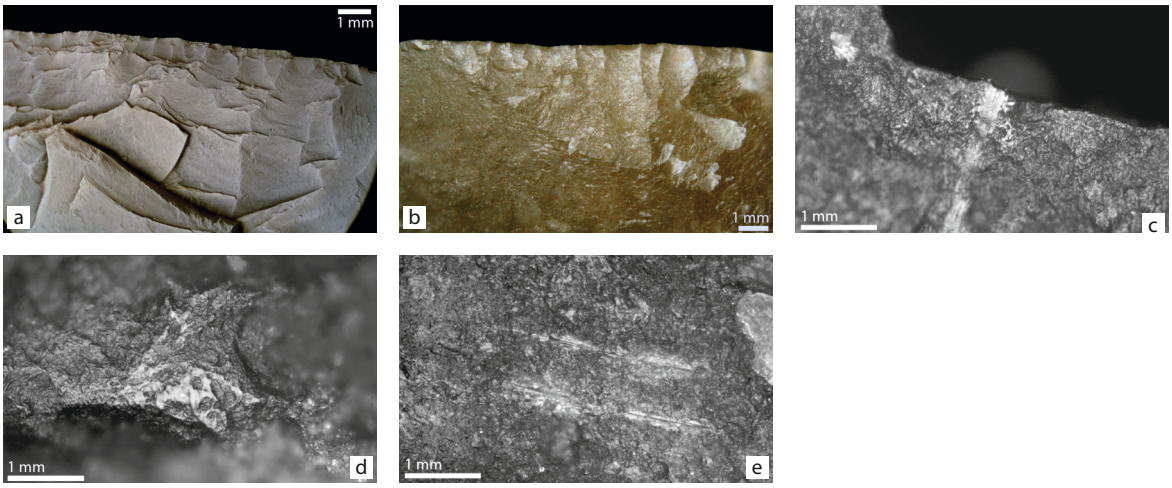


Figure 97 - Aspect macroscopique des enlèvements de retouche d'affûtage et traces microscopiques de percussion sur les bifaces et éclats de taille de biface expérimentaux. a : retouches d'affûtage (enlèvements superposés, initiation en cône) ; b : retouches d'affûtage (enlèvements alignés très étendus, initiation en flexion) ; c : strie additive liée à la percussion lors de la retouche d'affûtage ; d :tache de poli sur une zone exposée, liée au contact avec un percuteur organique ; e : stries de percussion à fond lisse liées au contact avec un galet de quartzite (clichés : É. Claud).

au esquillements d'utilisation qui augmentent généralement l'angle de coupant, soit parce que leur inclinaison n'est pas rasante, soit parce que leur initiation est en flexion. La direction des enlèvements est homogène, généralement perpendiculaire. Les enlèvements de retouche sont souvent superposés en plusieurs générations sans changement d'inclinaison, et avec des morphologies également homogènes, contrairement aux esquillements d'utilisation qui parfois présentent des morphologies très variées (demi-lune avec semi-circulaire, triangulaire, ...). Les enlèvements ne sont jamais suivis d'écrasements, présents dans le cas du travail des matières dures et augmentant l'angle de coupant au niveau du fil. Ils peuvent être très étendus et donc présenter un allongement très faible, ce qui n'a jamais été observé pour les traces d'utilisation.

Parfois, certaines zones affûtées avec des percuteurs organiques portent des enlèvements de retouche avec des initiations en flexion (figure 97[b]), qui ont donc plutôt tendance à augmenter l'angle de coupant au niveau du fil, mais dans ce cas, les autres critères, notamment l'étendue et la régularité, permettent de les distinguer des esquillements d'utilisation.

Les stigmates technologiques d'abrasion et de percussion

L'examen de bifaces et d'éclats de taille de biface non utilisés et produits grâce à différents percuteurs (quartzite pour la mise en forme, grès, calcaire, bois de Cerf, de Renne pour le façonnage et l'affûtage) et abraseurs (grès, schiste) a permis de se familiariser avec les traces technologiques, et de trouver des caractères distinctifs par rapport aux stigmates liés à l'utilisation. Des traces ont ainsi été recherchées sur les bords et les surfaces des bifaces, les talons, les bulbes et les bords des éclats, à l'échelle macroscopique et microscopique.

Les traces de percussion consistent en des stries de différentes natures (Mansur-Franchomme, 1986), et ont rarement été observées. Sur un tranchant retouché de biface, du côté de la face ne portant pas les dernières retouches d'affûtage, il est possible d'observer des stries isolées, additives, larges, très brillantes, superficielles, discontinues et longues (figure 97[c]). Des taches de poli de coalescence dure bombée, marginales, brillantes, orientées perpendiculairement au fil, s'observent aussi parfois sur le tranchant (figure 97[d]). Sur le talon d'un éclat de mise en forme percuté avec un galet de quartzite, deux stries à fond lisse, longues, larges, profondes, parallèles entre elles ont été observées (figure 97[e]). Ces traces sont rares, très localisées et isolées, et ne peuvent donc être confondues avec des stigmates liés à l'utilisation.

L'abrasion ayant été mise en évidence sur des bifaces du MTA (Soressi, 2002 : 116, 119), les expérimentateurs ont parfois utilisé un abraseur pour préparer les bords à façonner ou retoucher. Les traces résultant de cette opération ont été retrouvées :

- sur les talons des éclats de taille de biface, celles-ci s'étalant même parfois sur la partie proximale de la face supérieure de l'éclat ;
- plus rarement, sur des zones résiduelles sur les bords des bifaces, celles-ci ayant « échappé » à l'aménagement final des tranchants.

Il s'agit d'écrasements créant un fort arrondi, associés à des stries parfois visibles à l'échelle macroscopique (figure 98[a-c]) : ces stries sont nombreuses, longues, organisées en groupes, parallèles entre elles, et soit à fond lisse, fines et profondes, figure 6[d]), soit additives, larges et superficielles (figure 6[e-f]).

Sur les bifaces, ces zones ne peuvent pas être confondues avec une véritable zone active ayant travaillé une matière minérale, car elles sont réduites en longueur et recoupées par les enlèvements d'affûtage postérieurs.

au esquillements d'utilisation qui augmentent généralement l'angle de coupant, soit parce que leur inclinaison n'est pas rasante, soit parce que leur initiation est en flexion. La direction des enlèvements est homogène, généralement perpendiculaire. Les enlèvements de retouche sont souvent superposés en plusieurs générations sans changement d'inclinaison, et avec des morphologies également homogènes, contrairement aux esquillements d'utilisation qui parfois présentent des morphologies très variées (demi-lune avec semi-circulaire, triangulaire, ...). Les enlèvements ne sont jamais suivis d'écrasements, présents dans le cas du travail des matières dures et augmentant l'angle de coupant au niveau du fil. Ils peuvent être très étendus et donc présenter un allongement très faible, ce qui n'a jamais été observé pour les traces d'utilisation.

Parfois, certaines zones affûtées avec des percuteurs organiques portent des enlèvements de retouche avec des initiations en flexion (figure 97[b]), qui ont donc plutôt tendance à augmenter l'angle de coupant au niveau du fil, mais dans ce cas, les autres critères, notamment l'étendue et la régularité, permettent de les distinguer des esquillements d'utilisation.

Les stigmates technologiques d'abrasion et de percussion

L'examen de bifaces et d'éclats de taille de biface non utilisés et produits grâce à différents percuteurs (quartzite pour la mise en forme, grès, calcaire, bois de Cerf, de Renne pour le façonnage et l'affûtage) et abraseurs (grès, schiste) a permis de se familiariser avec les traces technologiques, et de trouver des caractères distinctifs par rapport aux stigmates liés à l'utilisation. Des traces ont ainsi été recherchées sur les bords et les surfaces des bifaces, les talons, les bulbes et les bords des éclats, à l'échelle macroscopique et microscopique.

Les traces de percussion consistent en des stries de différentes natures (Mansur-Franchomme, 1986), et ont rarement été observées. Sur un tranchant retouché de biface, du côté de la face ne portant pas les dernières retouches d'affûtage, il est possible d'observer des stries isolées, additives, larges, très brillantes, superficielles, discontinues et longues (figure 97[c]). Des taches de poli de coalescence dure bombée, marginales, brillantes, orientées perpendiculairement au fil, s'observent aussi parfois sur le tranchant (figure 97[d]). Sur le talon d'un éclat de mise en forme percuté avec un galet de quartzite, deux stries à fond lisse, longues, larges, profondes, parallèles entre elles ont été observées (figure 97[e]). Ces traces sont rares, très localisées et isolées, et ne peuvent donc être confondues avec des stigmates liés à l'utilisation.

L'abrasion ayant été mise en évidence sur des bifaces du MTA (Soressi, 2002 : 116, 119), les expérimentateurs ont parfois utilisé un abraseur pour préparer les bords à façonner ou retoucher. Les traces résultant de cette opération ont été retrouvées :

- sur les talons des éclats de taille de biface, celles-ci s'étalant même parfois sur la partie proximale de la face supérieure de l'éclat ;
- plus rarement, sur des zones résiduelles sur les bords des bifaces, celles-ci ayant « échappé » à l'aménagement final des tranchants.

Il s'agit d'écrasements créant un fort arrondi, associés à des stries parfois visibles à l'échelle macroscopique (figure 98[a-c]) : ces stries sont nombreuses, longues, organisées en groupes, parallèles entre elles, et soit à fond lisse, fines et profondes, figure 6[d]), soit additives, larges et superficielles (figure 6[e-f]).

Sur les bifaces, ces zones ne peuvent pas être confondues avec une véritable zone active ayant travaillé une matière minérale, car elles sont réduites en longueur et recoupées par les enlèvements d'affûtage postérieurs.

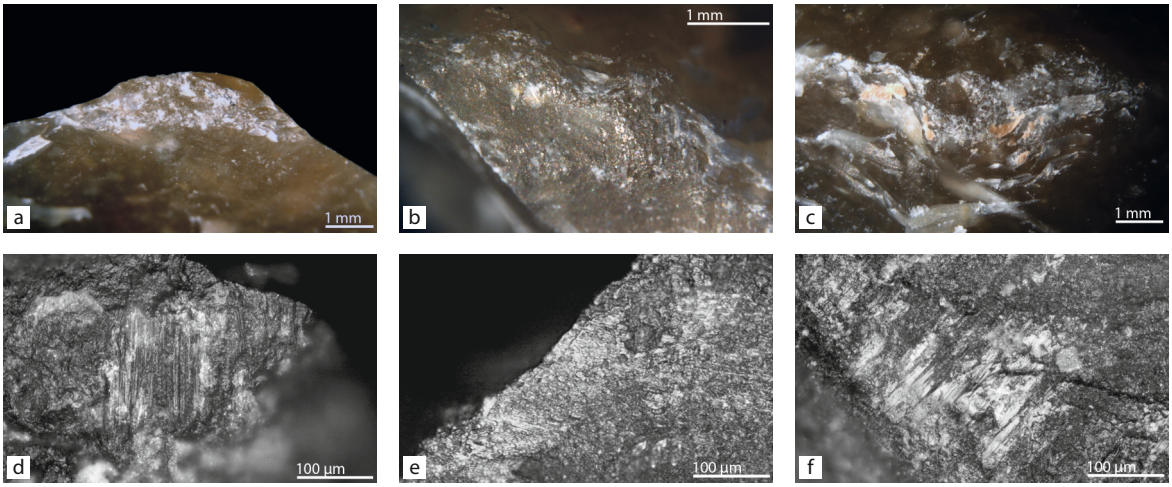


Figure 98 - Photographies des macro- et micro-traces expérimentales liées à l'abrasion technologique, sur des zones résiduelles des bords de bifaces et les talons des éclats de taille de biface. a : écrasements liés à l'abrasion par raclage avec un percuteur en grès (talon d'un éclat de taille de biface) ; b : stries liés à l'abrasion par raclage avec un percuteur en grès (talon d'un éclat de taille de biface) ; c : détails d'écrasements liés à l'abrasion par raclage avec un percuteur en grès (talon d'un éclat de taille de biface) ; d : stries microscopiques liées à l'abrasion à l'aide d'un schiste ; e : stries microscopiques liées à l'abrasion à l'aide d'un grès sur la partie proximale d'un éclat de taille de biface (talon) ; f : stries microscopiques liées à l'abrasion à l'aide d'un grès sur la partie proximale d'un éclat de taille de biface (face supérieure) (clichés : É. Claud).

b - Les traces d'utilisation

Des macro-traces fréquentes

Sur la centaine de zones actives de tranchants de bifaces utilisées, 90 portent des traces d'utilisation macroscopiques, le plus souvent des esquillements. Les tranchants n'en portant pas correspondent à des bifaces utilisés pour travailler des bois végétaux tendres et fibreux déjà écorcés comme le peuplier frais (sciage 10 à 15 minutes, raclage 15 à 40 minutes en coupe positive ou négative, rainurage pendant 25 minutes), pour couper de la viande une fois retirée de la carcasse (30 minutes) et enfin pour écharner la peau fraîche en coupe tangentielle (40 minutes). Cette échelle d'observation n'est donc pas à négliger pour l'étude des bifaces, malgré le caractère considéré comme plus résistant des bords retouchés par rapport aux tranchants bruts d'angle de coupant fermé, sur lesquels les esquillements sont habituellement décrits.

Des différences par rapport aux tranchants bruts

Les macro-traces sur les tranchants des bifaces peuvent être comparées à celles présentes sur les tranchants bruts d'angle équivalent décrites dans la littérature (*cf.* Partie I, chapitres 2.4 et 2.5). Les tranchants des bifaces obéissent aux mêmes « règles » d'usure que les tranchants bruts. Les mêmes paramètres (dureté de la matière travaillée, mouvement, ...) induisent des différences dans les caractéristiques des traces, et une combinaison de critères doit être prise en compte pour leur interprétation : morphologie, distribution, initiation, etc. Des différences notables ont été observées dans le cas de la coupe de matières carnées et cutanées, et de l'ensemble des travaux sur le bois végétal. Les stigmates produits par les matières dures animales et minérales, la terre, les herbacées ainsi que le raclage de peau présentent davantage de caractéristiques communes avec ceux présents sur les tranchants bruts.

Les principales différences concernent :

- la **dimension** des esquillements : ils ont tendance à être plus petits ;

- leur **nombre**, **disposition** et **distribution** : ils sont moins nombreux, plus souvent discontinus et isolés sur les tranchants des bifaces ;
- leur **morphologie** : certaines morphologies sont absentes sur les bifaces comme les demi-lunes et d'autres privilégiées comme les trapézoïdales ;
- ou encore leur **allongement** : pour les actions longitudinales, elle est moindre par rapport à un tranchant brut de même angle, par contre, pour les actions transversales, les esquillements sont parfois peu étendus donc d'allongement important.

La position, le nombre de générations, l'initiation et la direction sont par contre peu affectés par la présence de retouches. Il en est de même des émoussés et arrondis.

Description des macro-traces en fonction des modes d'action et de la dureté des matières travaillées

Nous regroupons ci-dessous les différents modes de fonctionnement testés associés à la description des macro-traces en résultant. Une illustration de synthèse est aussi proposée (figure 99).

- Les usures liées aux gestes posés

La coupe de matières animales tendres sans contact avec l'os

Elle regroupe la coupe de peau sèche ou fraîche (écharnage, découpe) et de viande en dehors de la carcasse. Ces opérations sont certainement les plus difficiles à identifier archéologiquement sur la base des macro-traces car celles-ci ne se produisent pas automatiquement : un biface sur deux utilisés pour écharner une peau fraîche en coupe tangentielle pendant 40 minutes ne porte aucun stigmate, tout comme un autre qui a servi pour couper de la viande déjà prélevée de la carcasse pendant 30 minutes. Pour ces opérations, il faudra donc davantage compter sur les traces microscopiques. Néanmoins, les autres bifaces, utilisés pour couper de la peau sèche pendant une heure et écharner des peaux fraîches en coupe tangentielle pendant 30 et 40 minutes, portent des traces témoignant d'actions longitudinales avec des matières tendres qui se distinguent des stigmates produits par les autres activités : pour l'écharnage, il s'agit d'un esquillement unique situé sur la face ne portant pas les dernières retouches d'affûtage, très petit, triangulaire, oblique, avec une terminaison en escalier, associé dans un cas avec un faible émoussé bifacial ; et pour la coupe de peau sèche, d'esquillements peu nombreux (moins de 5), situés sur la même face, très petits, semi-circulaires, obliques, avec une terminaison fine et une initiation en flexion bien marquée, associés à un très faible émoussé bifacial (figure 96). Ces macro-traces, ténues, pourraient être difficilement interprétées avec certitude comme résultant de l'utilisation au cours des études du matériel archéologique.

La coupe de matières animales tendres avec contacts avec l'os (matières tendres à moyennement dures)

Cette catégorie regroupe des opérations de décarnisation, de désarticulation et éventuellement de dépouillement, qui produisent des esquillements traduisant les contacts accidentels avec l'os : ces derniers sont caractéristiques, et sont plus ou moins développés (nombre entre moins de 5 et plus de 20, dimensions variables) selon la force exercée, le nombre de contacts avec l'os, donc les précautions lors du travail et la durée de celui-ci. Même les pièces les moins longuement utilisées (30 minutes) et avec précision, c'est-à-dire en évitant les contacts avec l'os, portent des esquillements interprétables : ils sont bifaciaux, discontinus, isolés ou alignés, parfois organisés en une ou deux générations, trapézoïdaux ou triangulaires, avec une terminaison en escalier souvent marquée, une initiation en cône ou flexion peu marquée, un allongement moyen ou faible et une direction oblique (figure 95).

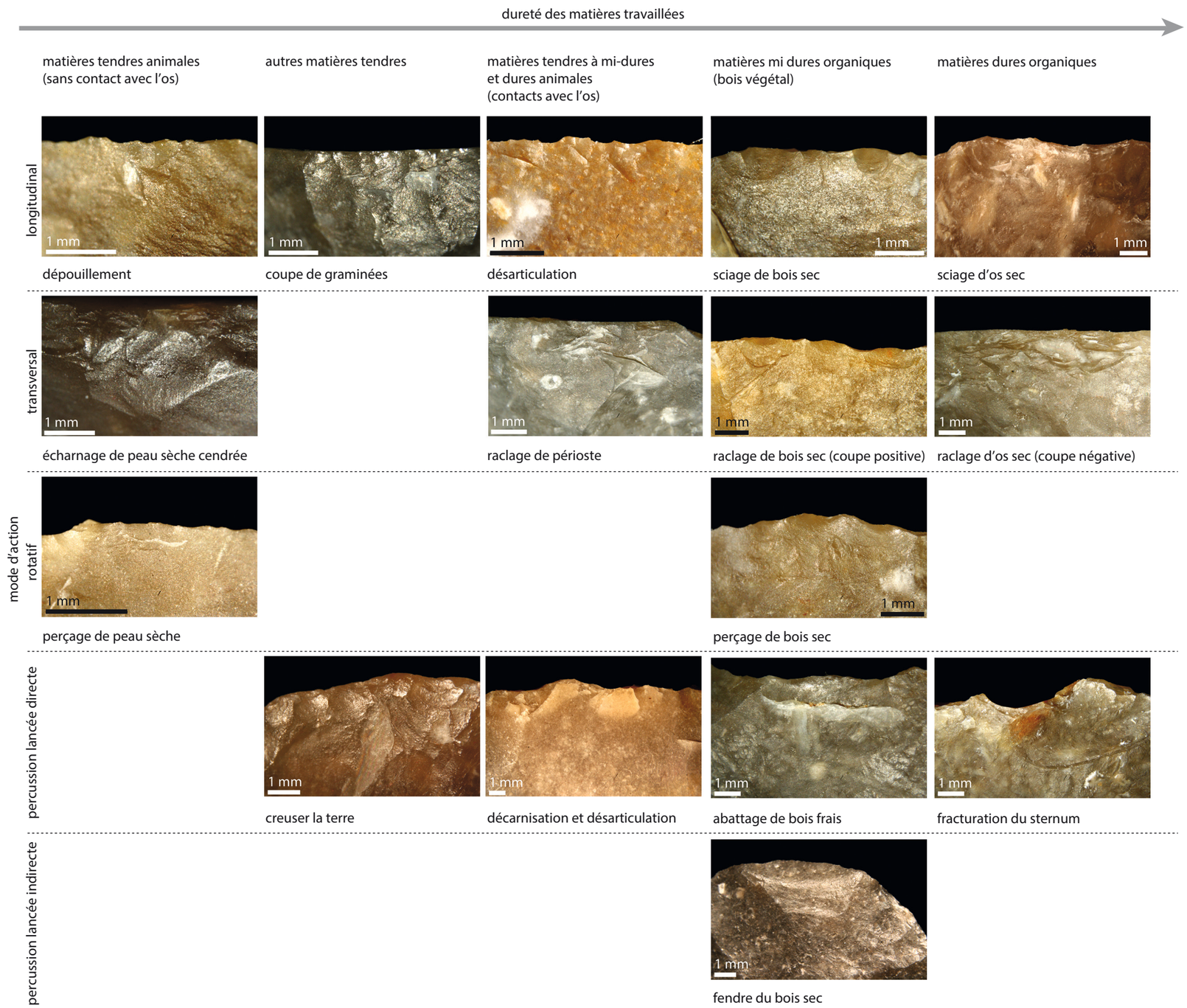


Figure 99 - Figure synthétique illustrant les caractéristiques des macro-traces d'utilisation expérimentales sur les bifaces, en fonction de la dureté et de la nature des matières travaillées et du mouvement réalisé (clichés et DAO : É. Claud).

Une dernière caractéristique importante est le fait que, même si toute la longueur d'un tranchant latéral est utilisée, les usures macroscopiques se concentrent souvent dans le tiers distal, la pointe portant les traces les plus développées (nombre et superpositions éventuelles). Un très faible émoussé bifacial peut être observé dans le cas du dépouillement.

Nous n'avons pas observé de différences significatives entre les macro-traces liées aux différentes étapes de la boucherie réalisées en découpe (dépouillement, décarnisation, désarticulation).

La coupe de matières tendres végétales (herbacées)

Le critère distinctif de cette activité est la forte brillance qui se développe de manière continue sur le fil, parfois de manière couvrante sur plusieurs millimètres à l'intérieur de la pièce. Au toucher, le fil semble ne plus couper. Aucun esquillement n'est observé dans le cas de graminées fraîches, alors que quelques-uns sont présents dans le cas des graminées sèches : ils sont bifaciaux, discontinus, isolés, de très petites dimensions, semi-circulaires, courts et avec une terminaison en escalier.

Le raclage de matières organiques tendres abrasives (peau)

Les stigmates liés au raclage de la peau selon différents états de fraîcheur sont similaires à ceux observés sur les racloirs (Lemorini, 2000 ; Claud, 2008).

La peau fraîche produit un faible émoussé et une brillance macroscopiques, et éventuellement quelques esquillements situés sur la face de dépouille, semi-circulaires, courts, de petites dimensions, perpendiculaires, de terminaison fine. L'ensemble de ces stigmates macroscopiques n'est pas toujours présent (une pièce utilisée 20 minutes ne porte aucune trace) et s'ils peuvent permettre d'identifier le raclage de la peau fraîche, les traces microscopiques sont cependant plus développées et diagnostiques.

Le raclage de peau sèche avec abrasif s'identifie facilement par un émoussé bien développé, y compris sur les pièces utilisées peu longuement (20 minutes) et la présence fréquente d'esquillements associés à cet émoussé : ils sont de petites dimensions, courts, perpendiculaires, semi-circulaires, de terminaison fine et d'initiation en cône.

Le perçage de matière tendre à moyennement dure (peau sèche)

Les esquillements concentrés à la pointe, de dimensions moyennes à très petites, sont présents sur des pièces utilisées même peu longuement (10 et 20 minutes) et caractérisent cette opération. Ils sont situés sur les deux faces et les deux bords, discontinus, alignés ou isolés, jamais superposés, peu nombreux (moins de 10), semi-circulaires ou quadrangulaires, perpendiculaires, avec une terminaison fine ou en escalier peu marqué, une initiation en flexion et une longueur variable. Aucun macro-émoussé n'est présent. Les esquillements se distinguent de ceux observés pour le perçage de bois par leurs dimensions plus réduites et leur initiation en flexion peu marquée (pour le bois l'inflexion et la partie abrupte de l'initiation sont bien visibles et rendent le fil abrupt).

Creuser des matières minérales meubles (terre)

Cette opération peut être identifiée grâce à l'observation d'une combinaison des stigmates macroscopiques, qui sont produits très rapidement (durée d'utilisation de 10 minutes) : brillance et émoussé très fort à la pointe, décroissant en allant vers la base, et esquillements bifaciaux, discontinus, alignés ou superposés (une ou deux générations), courts, de directions et de dimensions variables (grands et perpendiculaires à la pointe et moyens à petits obliques sur les bords latéraux), semi-circulaires, quadrangulaires ou trapézoïdaux, avec une terminaison fine ou réfléchie et une initiation en cône.

Le travail longitudinal de matières moyennement dures (bois végétal)

Si le sciage et le rainurage de bois frais ne produisent parfois aucune usure macroscopique, les esquillements présents sur les tranchants ayant travaillé du bois frais (deux pièces avec des traces, utilisées pendant 15 et 20 minutes sur des essences dures : le frêne et le chêne) ou sec (toujours présents, même au bout de 10 minutes d'utilisation) sont bien distincts de ceux provoqués par les autres activités : ils sont naturellement bifaciaux, discontinus, isolés ou alignés, jamais superposés, peu nombreux (entre 2 et 10), de dimensions petites à moyennes, souvent semi-circulaires, de terminaison fine et courts, parfois trapézoïdaux, en escalier et moyennement allongés, obliques, et d'initiation en flexion très marquée. Les zones les plus fragiles sont esquillées, les autres sont parfois marquées d'une brillance macroscopique.

Le travail transversal de matières moyennement dures (bois végétal)

Les bifaces utilisés pour racler des objets en bois frais, déjà écorcé, peu durs et fibreux, comme le peuplier, pendant 15 et 40 minutes, ne portent pas de traces macroscopiques diagnostiques. Un examen microscopique est donc indispensable pour identifier ce mode de fonctionnement. Les tranchants utilisés pour écorcer du bois frais et racler, sans distinction d'opération, du bois sec portent tous des esquillements caractéristiques, même ceux utilisés peu longuement (15 minutes). Les esquillements sont situés principalement sur une seule face (dépouille), discontinus ou continus, alignés ou isolés (jamais superposés sauf dans le cas du bois chauffé, qui peut être considéré comme une matière dure organique, *cf.* ci-dessous), peu nombreux (entre 2 et 10), semi-circulaires ou quadrangulaires, rarement trapézoïdaux, courts à moyennement allongés, perpendiculaires, avec une terminaison fine ou plus rarement en escalier et une initiation en flexion souvent très marquée, emportant une bonne partie du fil et le rendant abrupt (figure 93). Si la face de dépouille est celle portant les dernières retouches d'affûtage, les esquillements sont de petites dimensions (parfois très petites) et sont plus difficiles à repérer que s'ils se forment sur la face non retouchée, sur laquelle ils seront de dimensions plus importantes.

Le perçage de matières moyennement dures (bois végétal)

Les esquillements se situent sur la pointe, Ils sont toujours présents, même sur les pièces utilisées peu longuement (10 minutes) et sont comparables à ceux formés dans le cadre du perçage de peau sèche. Ils se distinguent cependant par leurs plus grandes dimensions (petits à moyens pour le bois frais et moyens à grands pour le bois sec), et leur initiation en flexion qui est beaucoup plus marquée (fil rendu abrupt).

Le travail de matières organiques dures

Il correspond au raclage du périoste et au véritable travail des matières animales dures (raclage, sciage), et végétales très dures (bois brûlé). Les esquillements sont toujours présents, même sur les tranchants utilisés peu longuement (10 minutes). Leur morphologie est caractéristique et assez similaire à ceux présents sur les tranchants bruts : ils sont nombreux, superposés, semi-circulaires ou trapézoïdaux, courts à longs, avec une terminaison souvent en escalier pour les actions transversales et réfléchie ou transverse pour les actions longitudinales, mais leurs dimensions sont moindres (moyens puis petits). Des écrasements s'observent parfois sur le fil, mais ils ne provoquent jamais d'arrondi du fil contrairement au travail des matières minérales (coquillages, roches, ...).

- Les usures liées aux gestes lancés

La percussion contre une matière moyennement dure (bois végétal)

Tous les bifaces utilisés ainsi portent des esquillements caractéristiques : ils sont de dimensions variables mais souvent grands à très grands, peu nombreux (moins de 10), bifaciaux, discontinus, le plus souvent isolés, rarement superposés (une ou deux générations), perpendiculaires ou obliques, moyennement longs à longs, semi-circulaires ou trapézoïdaux, avec une terminaison en escalier et une initiation en flexion bien marquée (figure 94). La dimension des esquillements, leur initiation en flexion bien marquée, et l'absence de superpositions distinguent ces stigmates de ceux se produisant lors du travail d'une matière dure comme de l'os ou tendre comme la peau ou la viande. La position, la dimension et la direction des esquillements permettent de les distinguer de ceux produits par les autres travaux sur le bois (raclage, sciage).

L'utilisation en pièce intermédiaire pour fendre des matières moyennement dures (bois végétal)

Si tous les bifaces portent des traces évidentes de percussion sur leur zone passive (base), qui permettent d'identifier que la pièce a pu fonctionner en pièce intermédiaire, les zones actives ne portent pas toujours des esquillements. Une cassure en flexion simple peut se produire. Nous pouvons aussi observer de rares esquillements (moins de 5) sur la pointe : ils sont bifaciaux, discontinus, isolés ou alignés, moyennement allongés, de dimensions moyennes à grandes, semi-circulaires, quadrangulaires ou trapézoïdaux, avec une terminaison fine ou en escalier peu marquée et une initiation en flexion bien visible.

La percussion contre une matière tendre à moyennement dure à dure organique (carcasse)

La décarnisation, la désarticulation et la fracturation du sternum en percussion produisent rapidement des esquillements très développés et caractéristiques de contacts violents avec les matières dures organiques comme l'os et le cartilage : il s'agit d'esquillements de grandes à très grandes dimensions, nombreux, superposés (deux à quatre générations), bifaciaux, semi-circulaires, trapézoïdaux ou triangulaires, avec une terminaison en escalier bien marquée, une initiation en cône et/ou en flexion et une concavité de l'initiation souvent marquée. Ils rendent le tranchant très irrégulier, et se distinguent des esquillements produits par des actions de percussion contre des matières moyennement dures organiques comme le bois végétal (*cf.* ci-dessus).

Les deux bifaces utilisés lors de tirs sur une carcasse portent des traces assez similaires, sauf qu'elles touchent les deux bords de manière discontinue : de très grands esquillements, nombreux, bifaciaux, superposés, semi-circulaires et trapézoïdaux, donnent un aspect « déchiqueté » au tranchant qui n'a pas été régularisé par des contacts répétitifs. Ils sont caractéristiques d'un contact violent et non répété avec une matière organique dure.

Bilan sur les macro-traces d'utilisation portées par les bifaces

Pour conclure, il est possible d'observer des récurrences dans les caractéristiques des macro-traces pour un même mode de fonctionnement, et des différences entre les catégories de fonctionnement présentées ci-dessus. Le potentiel diagnostique des macro-traces sur les tranchants des bifaces pour en interpréter le mode de fonctionnement est donc confirmé. À partir de ces stigmates, le mode d'action peut donc être déterminé, et la distinction entre des matières animales tendres, végétales tendres, végétales moyennement dures, organiques dures, minérales meubles, et minérales dures peut être faite (*cf. infra*). Le degré de précision est plus faible que celui atteint grâce à l'étude des polis, car chaque catégorie citée ci-dessus regroupe plusieurs matières travaillées, comme la viande

et la peau au sein des matières animales tendres, et l'os, le bois de cervidé et le bois végétal très dur au sein des matières organiques dures. Certaines des activités testées expérimentalement pourraient aussi ne pas être perçues archéologiquement à travers les seules macro-traces : il s'agit de la coupe de matières animales tendres sans contact avec l'os, comme l'écharnage de peau fraîche en coupe tangentielle et la coupe de viande déjà prélevée de la carcasse ; du raclage de la peau fraîche pendant un temps court ; et des actions longitudinales et transversales de façonnage sur bois frais peu dur comme le peuplier. Ces opérations ne laissent en effet pas toujours de macro-traces, l'identification du fonctionnement nécessitant un examen des polis d'utilisation, heureusement toujours présents sur les pièces expérimentales, mais qui ne sont pas toujours conservés sur le matériel archéologique.

c - La distinction avec les autres types de traces

Nous avons pu vérifier que les macro-traces d'utilisation sont bien différentiables des altérations naturelles et des stigmates liés à la préhension ou au transport (pour plus de détails *cf.* Claud 2008). Cette distinction est en effet indispensable pour utiliser ces stigmates comme des indices fonctionnels lors des études tracéologiques.

Les mêmes critères de distinction que ceux mis en évidence par d'autres spécialistes ayant publié des référentiels d'outils bruts peuvent également être utilisés pour les bifaces (Tringham *et al.*, 1974 ; Odell, Odell-Vereecken, 1980 ; Rots, 2004).

Aucune trace macroscopique liée à la préhension ou à l'emmanchement n'a été observée sur les bifaces expérimentaux, seules des micro-traces sont présentes, sur de rares pièces, tenues par l'intermédiaire d'une gaine ou d'un manche. Celles liées à la préhension à main nue et par l'intermédiaire d'une gaine sont beaucoup moins fréquentes et de beaucoup plus ténues que les traces d'utilisation. Les stigmates liés à l'emmanchement sont quant à eux également discrets et rares, probablement en raison de l'utilisation fréquente d'adhésifs (Rots, 2004). La localisation de l'ensemble des traces de préhension est enfin différente de celle des traces d'utilisation, car elles se limitent aux zones les plus en contact avec les doigts ou la limite du manche, au lieu d'être distribuées de façon régulière le long d'un tranchant. L'absence de macro-traces liées à l'emmanchement ou à la préhension et la faible intensité des micro-traces observées, combinées avec le fait que les séries archéologiques du Paléolithique moyen sont souvent patinées, rend, selon nous, l'identification de la présence d'emmanchements difficile voire improbable sur les bifaces de cette période par les études tracéologiques.

Les traces de transport sont conformes aux descriptions déjà disponibles dans la littérature, une distribution aléatoire sur toute la pièce étant une caractéristique importante (Odell, Odell-Vereecken, 1980 ; Rots, 2002a). Une plus longue durée de transport modifie uniquement l'étendue des traces et leur disposition, les usures de transport affectant d'abord les zones saillantes puis les zones en creux (Rots, 2002a). Les usures sont donc facilement différentiables des traces d'utilisation et d'emmanchement. Les traces de transport dans un sac commun avec d'autres outils en pierre sont caractéristiques, bien développées et très certainement reconnaissables archéologiquement (esquillements, spots brillants, stries d'orientation variable).

d - Les traces d'utilisation résiduelles après ravivage

Dans le cas des bifaces utilisés pour la boucherie, ni les bifaces ni les éclats de ravivage ne portent de traces résiduelles d'utilisation macro- ou microscopiques (tableau 22). Les enlèvements sans préparation sont de petites dimensions (souvent inférieure à 1 cm) et sont souvent cassés, le talon manquant très souvent, nous empêchant donc d'observer d'éventuelles traces d'usage.

Les enlèvements préparés sont quant à eux plus grands, leur talon est souvent conservé mais celui-ci porte des écrasements liés aux contacts transversaux avec l'abraseur ou le percuteur. Cette action préalable au détachement de ces éclats a reculé le fil et fait disparaître les traces d'utilisation. Finalement, il n'existe pas ou peu de talons présentant une portion du tranchant du biface conservé.

Les bifaces utilisés pour travailler le bois sec puis ravivés ne montrent aucune trace d'utilisation résiduelle. Les éclats sont souvent cassés, et leur talon ne présente que rarement une portion de tranchant du biface. Trois portent des traces très nettes d'utilisation, surtout visible au microscope. Ces éclats, issus de la première génération de ravivage, ont été préparés (2) ou non (1). L'usure se situe pour l'un d'entre eux sur une arête reculée par rapport au fil et ayant été épargnée par la préparation. Sur un autre éclat, elle se situe sur le fil d'une portion du tranchant du biface porté par le talon non préparé. Enfin, dans un cas, l'usure présente sur le talon est visible malgré la préparation, peu intense, du talon.

Il est donc possible d'observer des traces d'utilisation sur des éclats de ravivage d'un biface ayant servi à racler et raboter du bois sec, ces traces d'utilisation étant suffisamment claires pour les interpréter comme telles. Cependant, il faut souligner deux points qui peuvent limiter une telle observation d'un point de vue archéologique : seuls trois éclats portent des traces, ce qui représente un pourcentage très faible, et ces éclats sont de petites dimensions (inférieures à 3 cm).

Les bifaces ayant servi à creuser la terre portent tous deux des traces résiduelles d'utilisation. Elles sont situées dans des zones intérieures épargnées par le ravivage, et sont moins marquées que celles observées à l'origine sur les tranchants. Cependant leur morphologie et leur distribution sont suffisamment caractéristiques pour qu'elles soient interprétées comme étant liées à une utilisation antérieure sur des matières abrasives très souples. Sur les deux expériences, 22 éclats portent des traces d'utilisation antérieures, dont neuf sur le talon et la surface supérieure de l'éclat, et treize sur la surface supérieure uniquement. Quinze sont issus de la première génération et sept de la deuxième, ces derniers présentant des usures en partie distale de la face supérieure, et non pas sur le talon et la partie proximale de la surface. Deux éclats, dont le talon n'avait pas été préparé, sont complets, et sont des *lip-flakes*, c'est-à-dire que leur talon est épais et leur lèvre marquée. Ces deux caractéristiques (éclats entiers et *lip-flake*) semblent liées au mode d'utilisation qui a modifié sensiblement les bords du biface (esquillements, émoussés, polis, créant un angle de bord ouvert). En effet, contrairement aux bifaces précédents, l'expérimentateur a pu produire des éclats complets de première génération sans avoir systématiquement besoin de préparer les talons. Tous les éclats sont de petites dimensions, inférieures à 2 cm. Malgré une nette différence avec les résultats obtenus pour les bifaces utilisés en boucherie et pour le raclage de bois, les proportions d'éclats portant des traces d'utilisation résiduelles restent faibles (de l'ordre de 10 %), car on dénombre seulement 22 éclats portant des traces résiduelles sur les 204 éclats de ravivage des zones actives produits.

Pour conclure, il est possible d'observer sur les bifaces ravivés et sur les éclats de ravivage des traces d'une utilisation antérieure. Les chances d'observer ces traces sont fonction de leur nature, en particulier de leur étendue : plus l'usure est couvrante, plus l'on observe d'éclats et de bifaces présentant des traces résiduelles. Malgré tout, les proportions d'éclats avec des traces résiduelles restent faibles sur les éclats. Notons qu'aucune trace d'utilisation résiduelle n'a pu être observée dans le cas d'une utilisation pour la boucherie, ni sur les bifaces, ni sur les éclats.

Cette conservation différentielle des traces, fonction de leur étendue à l'origine, peut donc constituer un problème dans l'interprétation des données issues de ces observations, qui ne pourront avoir une valeur quantitative. Il faut garder à l'esprit que dans le registre archéologique, « l'oubli » d'une partie du tranchant à raviver est possible, et pourrait permettre d'identifier une utilisation antérieure, quelle que soit l'étendue des traces à l'origine. L'identification de traces résiduelles sur des éclats dans un contexte archéologique est enfin limitée par la faible proportion

d'éclats pouvant présenter ces traces et surtout par leurs petites dimensions. Ils sont en effet plus susceptibles d'avoir été détruits ou emportés, notamment par ruissellement ; de plus, dans le cas où ils sont conservés et collectés, leur étude exigera souvent le tri préalable des refus de tamis.

11 - Synthèse des référentiels d'outils lithiques

(É. Claud, C. Thiébaut, A. Coudenneau, M. Deschamps, V. Mourre)

Le référentiel d'outils lithiques constitué dans le cadre du PCR totalise 510 zones actives, utilisées pour la boucherie (164 zones), l'acquisition et le travail du bois (149 zones), le tir sur des carcasses (107 pointes), le travail de la peau (49 zones), le travail des matières dures animales (os, bois de cervidé, corne, coquillage, 32 zones actives), et, dans une moindre mesure la récolte des graminées (4 zones) et pour creuser la terre (5 zones). Le silex et le quartzite sont les matières premières les plus utilisées, côtoyant quelques éléments en ophite, schiste et roche volcanique.

Parmi les pièces utilisées, on compte des pointes brutes et retouchées (198 zones), des bifaces (108 zones actives et 5 bifaces transportés), des éclats bruts (dont une grande majorité en quartzite : 69 zones), des pièces encochées (67 zones) et des hachereaux (52 outils).

La pratique de différentes activités, selon divers modes d'action et, dans une moindre mesure, de préhension, a permis de se confronter aux contraintes et avantages des différents types d'outils testés. Une remarque générale peut être formulée pour les quartzites, quelle que soit l'activité effectuée : l'encrassement rapide des tranchants nécessite un nettoyage régulier de ces derniers au cours du travail, afin de conserver leur efficacité.

À de rares exceptions près, les outils se sont avérés relativement bien adaptés à l'objectif visé. Quelques outils nous ont néanmoins paru présenter plus d'avantages que d'autres. Nous synthétisons ci-dessous les contraintes et avantages rencontrés au cours des principales activités.

Dans le cadre du **travail du bois**, les éclats bruts se sont révélés moins adaptés au sciage que les denticulés à micro- et moyenne denticulation, qui ont permis d'atteindre l'objectif fixé : scier un tronc ou une branche. Des tranchants longs, globalement rectilignes en plan et surtout en profil et des supports peu épais facilitent le travail. Sans surprise, l'acquisition par geste lancé s'est révélée beaucoup plus rapide que le sciage, notamment dans le cas des pièces emmanchées. Si les bifaces emmanchés ont permis d'atteindre les objectifs annoncés (abattage d'un arbre), le nombre de coups nécessaires a été supérieur à celui effectué avec des hachereaux emmanchés. Les différents tests d'emmanchement latéral des bifaces ne nous ont pas permis de trouver un système d'emmanchement stable sur la durée de l'expérimentation, alors que certains hachereaux sont restés dans leur manche tout le temps de leur fonctionnement. Pour ces derniers, l'emmanchement dans des manches droits, à la manière de haches, a permis un abattage plus rapide que l'utilisation de manches coudés, de type herminettes, pour des essences et des diamètres de troncs comparables. La morphologie de la zone active nous a paru conditionner la stabilité du hachereau dans le manche : une délinéation rectiligne ou peu convexe et symétrique est préférable à une délinéation très convexe, asymétrique ou à deux pans. Malgré le fort esquillement des tranchants à chaque expérimentation, les hachereaux restent relativement efficaces. L'importante dimension des manches, adaptée à celle des hachereaux et ne permettant pas d'effectuer des gestes précis, a été un obstacle pour effectuer le façonnage d'éléments en bois bien que des manches de plus petites dimensions, manipulables à une seule main, avaient été produits pour cette activité. Concernant le raclage du bois, des tranchants rectilignes ou concaves en plan, dont la section est biplane ou plano-concave, semble mieux adaptés. L'utilisation d'encoches en quartzite, ou d'encoches en silex dont la face plane présentait une convexité (section convexo-concave ou convexo-plane) est au contraire apparue inadaptée à ce mode de fonctionnement, car le tranchant ne parvenait pas à entamer la matière.

Au cours de nos activités de **boucherie**, la présence d'une partie pointue (pointe ou denticule) s'est avérée très utile pour pénétrer dans les chairs, par exemple pour désarticuler et pour inciser la peau à différents stades du dépouillement en exerçant une pression concentrée sur une partie réduite du bord coupant. Pour le détachement de la peau, l'utilisation de parties actives pointues ou anguleuses présentait moins d'intérêt. Pour la décarnisation, un long tranchant, brut ou retouché, était bien approprié bien que le prélèvement de la viande des membres postérieurs puisse être réalisé sans problème avec des pointes pseudo-Levallois de petites dimensions. En ce qui concerne la désarticulation, si la présence de denticules peut faciliter la découpe de tendons, en revanche l'angle relativement obtus de certains tranchants denticulés et l'épaisseur de leurs supports a parfois représenté un obstacle pour pénétrer entre les surfaces articulaires. Contrairement aux supports en silex, les supports en quartzite nécessitaient un nettoyage fréquent. Leur tranchant semble aussi s'émousser et perdre de l'acuité plus rapidement que les supports en silex. Les hachereaux, trop grands, trop massifs et présentant une préhension peu aisée et une maniabilité limitée, sont apparus inappropriés pour la boucherie en découpe. En revanche, leur utilisation emmanchée en percussion, pour fracturer la cage thoracique, a permis d'atteindre l'objectif très rapidement. Leur utilisation en percussion a permis de fracturer, en quelques coups seulement, des fémurs de bovidé pour en extraire la moelle. Les bifaces à bords convergents se sont révélés très efficaces pour l'ensemble des étapes de la boucherie ; la pointe, la retouche regulière des bords et l'angle aigu à moyennement ouvert leur conférant une bonne capacité de pénétration, un mordant et une résistance importante. Ceux à bord distal transversal se sont également révélés utiles pour la boucherie en découpe, avec l'un des bords latéraux et l'angle formé avec le bord distal, mais aussi pour la boucherie en percussion, avec le bord distal transversal, dans le but de décarniser ou bien de désarticuler. Par contre, une baisse d'acuité rapide a été notée pour les bifaces ayant servi en percussion pour trancher la viande ou les tendons dans le cadre de ces activités. Nous n'avons pas testé l'utilisation de bifaces emmanchés pour la fracturation de la cage thoracique donc nous ne pouvons pas comparer leur efficacité pour ce mode de fonctionnement avec les hachereaux, mais deux bifaces à bords convergents utilisés à main nue en percussion ont permis de fracturer la cage thoracique d'une biche.

Exception faite du perçage et de l'assouplissement de lanières, le **travail de la peau** nécessite des tranchants réguliers et convexes en plan, qu'ils soient bruts ou retouchés. Ils permettent d'exercer suffisamment de pression sur la peau pour l'écharner, l'épiler ou l'amincir, sans prendre le risque de la percer. L'utilisation d'encoches en silex comme outils dormant adaptés à la largeur des lanières pour l'assouplissement a été un succès. Comme pour la boucherie en découpe, les grandes dimensions des hachereaux, même tenus à main nue, ont rendu ces pièces peu maniables pour le travail de la peau, en comparaison à de simples éclats bruts en quartzite.

L'utilisation de manches a constitué un avantage certain dans le cas des bifaces et des hachereaux utilisés en percussion pour l'acquisition du bois et la fracturation de la cage thoracique. L'emmanchement de deux pointes pseudo-Levallois de petites dimensions (utilisées pour la boucherie du bison) dans un simple manche partiellement fendu a également été appréciable. Le manche, dont la fabrication a été très rapide (manche fendu, sans ligatures ni adhésifs) et qui était bien adapté à la dimension des pointes, n'a pas gêné la pénétration de l'outil dans les chairs. En dehors de quelques situations particulières (gestes lancés, pièces de petites dimensions) et, naturellement, du mode de fonctionnement en armatures, l'utilisation de manches n'a pas apporté un net gain d'efficacité. Leur fabrication a parfois été relativement chronophage, en particulier dans le cas des outils de dimensions importantes. Cela a notamment été le cas pour les bifaces utilisés en découpe pour la boucherie, pour lesquels le manche devait à la fois être suffisamment grand pour maintenir l'outil et suffisamment fin, donc ajusté à l'outil, pour ne pas gêner sa capacité à pénétrer dans les chairs.

L'étude tracéologique des pièces expérimentales, à faible et plus rarement à fort grossissement (référentiel d'éclats en quartzite), a permis de confirmer le potentiel informatif des traces d'utilisation portées par les différents types d'outils.

L'intérêt de la prise en compte des macro-traces a été souligné pour chacun des référentiels. Les observations à faible grossissement permettent l'identification de fractures, d'esquillements et d'émoussés qui sont souvent diagnostiques du mouvement effectué et de la dureté de la matière travaillée. Certaines activités, comme la boucherie, produisent des esquillements très caractéristiques, par ailleurs identifiés sur l'ensemble des types d'outils et des matières premières étudiés : de morphologie triangulaire, d'orientation oblique, s'initiant en flexion et se terminant en escalier, distribués de manière discontinue et localisés sur les deux faces. Ils sont souvent associés à d'autres morphologies d'esquillements (semi-circulaires, trapézoïdaux principalement). Les outils utilisés pour le travail de la peau portent quant à eux peu ou pas d'esquillements, qui sont toujours de petites dimensions, et un émoussé plus ou moins marqué, fonction de la durée d'utilisation, de l'état des peaux ou encore de la présence de particules abrasives. Le travail du bois, même en percussion, produit des esquillements relativement peu nombreux, semi-circulaires, trapézoïdaux ou quadrangulaires et dont l'initiation est clairement en flexion, ce qui augmente l'angle de coupant du bord utilisé. Un macro-émoussé du fil a été observé sur les outils en quartzite ayant raclé du bois, ainsi que sur les denticulés utilisés pour le sciage du bois sec. Le travail des matières organiques dures comme l'os, le bois de cervidé ou le nettoyage des os en raclage produit au contraire des esquillements nombreux et superposés. Quelques convergences ont été observées entre les traces produites par le travail d'une matière dure comme l'os et le bois végétal, matières qui peuvent présenter des duretés similaires, selon les espèces / essences, l'âge de l'animal (immature / adulte) et l'état du support (frais, sec, chauffé). Cette convergence a notamment été observée dans le cas des éclats bruts en quartzite utilisés pour le raclage (bois, os) et des hachereaux en quartzite et en ophite ayant servi en percussion pour l'acquisition du bois et la fracturation de la cage thoracique.

Néanmoins, au sein de tous les référentiels, quelques pièces, représentant parfois jusqu'à un tiers des outils composant le référentiel (pour les pièces encochées), ne présentent aucune macro-trace ou bien des traces trop ténues pour être considérées comme caractéristiques et interprétables en contexte archéologique. Ces outils ont été utilisés pour la découpe de viande ou le dépouillement, sans contacts avec les os ou le cartilage, pour racler du bois frais et tendre, et dans une moindre mesure pour l'écharnage. Des durées d'utilisation faibles et des angles de coupant ouverts limitent la formation des traces donc leur capacité à être reconnues. Pour identifier ces modes de fonctionnement, une approche microscopique est donc indispensable. Cependant elle est possible seulement dans le cas où la préservation des surfaces et tranchants à l'échelle microscopique est correcte, ce qui n'est hélas pas toujours le cas dans les ensembles étudiés (*cf.* Partie II, chapitre 2). Ainsi, ces activités sont probablement sous-estimées lors de la restitution des activités pratiquées par les groupes néandertaliens.

La création de référentiels spécifiques à une matière première, le quartzite, et à plusieurs types d'outils a permis d'illustrer les particularités de chacun au niveau de leur comportement à l'usure, notamment du développement des macro-traces.

Ainsi, sur les bifaces et les pointes, les esquillements d'utilisation sont apparus moins nombreux et de plus petites dimensions que sur les éclats bruts. Ils sont également moins allongés dans le cas des actions longitudinales. Les denticulés utilisés pour le sciage et la boucherie en découpe ont la particularité de développer des esquillements et des émoussés sur les denticules, parties les plus saillantes, qui s'usent donc de manière plus importante. Dans le cas d'une zone active comportant une partie pointue (pointes brutes, retouchées, bifaces, ...), les usures ont tendance à se concentrer au niveau de la pointe et du tranchant adjacent à celle-ci, leur intensité diminuant en s'en éloignant. La distribution des usures liées aux actions de raclage nous a semblé moins dépendante de la morphologie du tranchant, celle-ci variant peu en fonction des types d'outils.

Soulignons que les supports en quartzites de la Nive et de la Garonne ont développé des macro- et micro-traces caractéristiques du mode d'utilisation. Les micro-traces portées par les silex ne sont pas transposables aux quartzites, d'où l'intérêt d'un référentiel spécifique. En effet, la matrice ne porte généralement aucun poli, les traces devant être recherchées sur chaque cristaux, d'où la nécessité d'un examen grâce à l'objectif 50 (grossissement de 500 ×). Sur cette matière, la lisibilité des traces est fonction de la dimension des cristaux (quartzite à grain fin *versus* quartzites à grain moyen) : les macro-traces sont plus faciles à lire sur les quartzites à grain fin que sur les quartzites à grain moyen, et, inversement, la rareté de la matrice sur les quartzites à grain moyen rend la lecture des micro-traces plus aisée.

Le référentiel sur les pointes a permis de mettre en évidence la formation, sur ces dernières, d'un nouveau type de fracture pouvant être diagnostique d'un impact, l'enlèvement fracturant apical. Il a permis aussi de relativiser le caractère diagnostique des fractures en flexion avec languette se terminant en escalier puisque ces dernières peuvent également résulter d'autres activités que la chasse ou de phénomènes naturels (Pargeter, 2011). La présence de fractures sur les pointes utilisées comme armatures pour la chasse est loin d'être systématique, et parmi les fractures observées, seul un petit nombre d'entre elles pourrait être considéré comme diagnostique. Le nombre de pièces présentant des traces potentiellement diagnostiques d'un impact au sein d'une même série (très anecdotique ou non), le recoupement des retouches par les fractures dans le cas de pointes retouchées, ainsi que le contexte taphonomique et économique des occupations sont des données capitales pour être en mesure de proposer une interprétation fonctionnelle raisonnable des pièces portant des stigmates compatibles avec une utilisation comme armatures de chasse.

Concernant la question de l'identification d'une étape particulière au sein de la boucherie (dépouillement, décarnisation, désarticulation, prélèvement des tendons), il s'avère que ces dernières ont produit des macro-traces qui ne sont pas significativement différentes entre elles. En effet, ce sont principalement les contacts accidentels avec les os ou le cartilage qui créent les esquillements caractéristiques de la boucherie, et ceux-ci sont susceptibles de se former quelle que soit l'étape de la boucherie. Un macro-émoussé est parfois observé sur les outils ayant servi au dépouillement, mais son intensité, toujours faible, limite son intérêt pour les interprétations du matériel archéologique car il pourrait ne pas se distinguer d'un léger émoussé naturel. Seules les micro-traces (*cf.* Partie I, chapitre 2.6 pour les quartzites et Claud, Thiébaut *in* Thiébaut *et al.*, 2011 pour le silex : 230-258) pourraient éventuellement permettre d'identifier les différentes étapes de la boucherie dans le cas où l'outil a été utilisé pour une étape en particulier.