



Muséum national d'Histoire naturelle



**International Master in
Quaternary and Prehistory**

Etude des industries osseuses néolithiques du site archéologique de la Grotta dei Cocci (Narni, Italie)

Kenza Hamdi von Ahsen

**Tuteur/s : Ursula Thun Hohenstein (UNIFE)
Maria Cristina de Angelis (Soprintendenza Archeologia dell'Umbria)
Adriana Moroni (UNISI)**

Année académique 2018/2019



**Università
degli Studi
di Ferrara**



Sommaire

Introduction	1
Chapitre 1 : Le site archéologique de la Grotta dei Cocci (Narni, Italie)	3
<u>1.1. L'histoire du site</u>	3
<u>1.2. La situation géographique et l'organisation spatiale de la grotte</u>	3
<u>1.3. Les résultats des études archéologiques précédentes</u>	4
<i>1.3.1. La stratigraphie et les différentes fréquentations de la grotte</i>	4
<i>1.3.2. Le matériel céramique</i>	5
<i>1.3.3. Le matériel lithique</i>	6
<i>1.3.4. Le matériel faunique</i>	7
Chapitre 2 : Matériel et méthodes	10
<u>2.1. Matériel</u>	10
<u>2.2. Structure et propriétés de l'os</u>	14
<u>2.3. Détermination taxonomique et anatomique</u>	15
<u>2.4. Morphologie, morphométrie et orientation des outils</u>	15
<i>2.4.1. Les outils pointus</i>	15
<i>2.4.2. Les outils à biseau</i>	16
<i>2.4.3. Les perles</i>	17
<i>2.4.4. La plaquette</i>	17
<u>2.5. Etude technologique</u>	17
<u>2.6. Modifications taphonomiques</u>	21
<u>2.7. Activité expérimentale</u>	22
<u>2.8. Analyses archéométriques</u>	24
<i>2.8.1. Spectroscopie Raman</i>	24
<i>2.8.2. Microscope électronique à balayage</i>	25

Chapitre 3 : Etude typologique et technologique	27
<u>3.1. Les pointes et poinçons</u>	27
3.1.1. <i>Les pointes sur segment diaphysaire d'os long</i>	27
3.1.2. <i>Les pointes plates prises sur côte</i>	29
3.1.3. <i>Les poinçons d'économie</i>	31
<u>3.2. Les biseaux</u>	32
<u>3.3. Les fragments de partie mésiale d'outils</u>	33
<u>3.4. Les perles</u>	34
<u>3.5. La plaquette</u>	37
<u>3.6. Les artéfacts de type inconnu</u>	38
Chapitre 4 : Activité expérimentale	40
<u>4.1. Variation du mouvement</u>	41
4.1.1. <i>Rotation d'un demi tour de poignet sur os frais</i>	41
4.1.2. <i>Rotation d'un demi tour de poignet sur os sec</i>	43
4.1.3. <i>Rotation d'un tour complet de poignet sur os frais</i>	44
4.1.4. <i>Rotation d'un tour complet de poignet sur os sec</i>	45
<u>4.2. Variation de l'outil</u>	47
4.2.1. <i>Perçoir en silex</i>	47
4.2.2. <i>Silex emmanché</i>	47
4.2.3. <i>Pointe en os</i>	48
4.2.4. <i>Couteau en fer</i>	50
Chapitre 5 : Analyses archéométriques	52
<u>5.1. Spectroscopie Raman</u>	52
5.1.1. <i>Analyse de la plaquette ID21</i>	52
5.1.2. <i>Analyse de l'artéfact ID17</i>	54
<u>5.2. Microscope électronique à balayage</u>	54
5.2.1. <i>La plaquette ID21</i>	54
5.2.2. <i>La pointe ID1</i>	61
5.2.3. <i>La pointe ID8</i>	62

Chapitre 6 : Résultats	65
<u>6.1. Etude typologique et technologique</u>	65
<u>6.2. Activité expérimentale</u>	69
6.2.1. <i>Variation du mouvement</i>	69
6.2.2. <i>Variation de l'outil</i>	70
<u>6.3. Analyses archéométriques</u>	71
6.3.1. <i>Spectroscopie Raman</i>	71
6.3.2. <i>Microscopie électronique à balayage</i>	71
Chapitre 7 : Discussion	73
<u>7.1. Etude typologique et technologique</u>	73
<u>7.2. Activité expérimentale</u>	75
<u>7.3. Analyses archéométriques</u>	76
Conclusion et perspectives	79
Bibliographie	81
Table des illustrations	86
Remerciements	91

Introduction

Le présent travail a été réalisé à l'Università degli Studi di Ferrara dans le cadre du programme Erasmus Mundus Master in Quaternary and Prehistory. Ce Master a pour objectif de former des jeunes chercheurs aux méthodes de recherche en préhistoire, paléanthropologie, géologie et paléontologie, mais aussi dans le domaine de la préservation et de la réévaluation du patrimoine.

Le projet de recherche au centre de ce mémoire s'inscrit dans le domaine de l'industrie osseuse, une discipline à la croisée de plusieurs sciences archéologiques comme les études technologiques, l'archéozoologie ou encore la taphonomie. Bien qu'elle ait commencé à émerger dans les années 1970 sous l'impulsion d'Henriette Camps-Fabrer, cette science s'est réellement développée à partir des années 1990 et 2000. S'il existe aujourd'hui de nombreux articles sur le sujet, les synthèses se font rares et les artefacts osseux ne sont pas systématiquement étudiés lorsqu'ils sont retrouvés au cours de fouilles archéologiques. Ainsi, de nombreux gap chronologiques et géographiques subsistent encore, et la période Néolithique en Italie en fait partie.

Les artefacts osseux et les techniques appliquées pour les réaliser regorgent d'informations quant aux pratiques culturelles et sociales des groupes humains à leur origine. Il est donc impératif de développer les connaissances sur ce sujet, d'autant plus lorsque nous traitons d'une période aussi riche et complexe que le Néolithique. Par conséquent, le principal objectif de ce mémoire était de palier à ce manque en participant à la création d'un corpus de sites archéologiques sur lesquels les industries osseuses seraient étudiées de façon extensive.

Pour ce faire, nous devons reconstituer étape par étape la chaîne opératoire de toutes les pièces de l'assemblage étudié dans son acception la plus large possible. Il a tout d'abord été nécessaire d'identifier l'os à l'origine de chaque artefact puisque cela influe grandement sur les techniques utilisées pour le mettre en forme. Afin de retrouver les actions réalisées sur la matière et la volonté qui les accompagnait, il était nécessaire que nous repérions sur chaque pièce les stigmates technologiques qui en sont les témoins. Puisque les techniques de perforation de la matière osseuse ne sont pas traitées dans les ouvrages de référence, nous

avons également réalisé une activité expérimentale dans le but d'identifier le geste et l'outil à l'origine des cupules présentes sur un des artefacts. Les cupules de cette même pièce présentant un dépôt de matière colorante, nous avons effectué plusieurs analyses archéométriques afin d'identifier le pigment en question. Cette information était cruciale puisqu'elle nous a permis d'ouvrir notre réflexion aux moyens mis en oeuvre par le groupe humain à l'origine de notre assemblage pour acquérir ce pigment, le transformer et l'utiliser.

Le travail qui suit a été divisé selon sept chapitres. Le premier consiste en la présentation du site archéologique de la Grotta dei Cocci d'où proviennent la totalité des artefacts étudiés dans le cadre de ce travail. Les résultats des précédentes études archéologiques réalisées sur le matériel issu de cette grotte y sont également présentés.

Le second chapitre présente les artefacts que nous avons étudiés ainsi que les méthodes selon lesquelles ils ont été analysés. Après une brève définition de la matière osseuse et de ses propriétés, nous expliquons les critères selon lesquels la base de donnée de cet assemblage a été complétée. Nous détaillons également l'étude technologique, l'activité expérimentale ainsi que les méthodes utilisées lors des analyses archéométriques réalisées sur certaines pièces.

Le troisième chapitre présente l'étude typologique et technologique de notre assemblage. Les artefacts sont tout d'abord divisés en plusieurs catégories selon leurs similarités typologiques, les stigmates technologiques présents sur les pièces sont ensuite identifiés pour chaque groupe.

Le quatrième chapitre détaille étape par étape les données recueillies au cours de l'activité expérimentale. Celle-ci a été divisée en deux temps, elle s'est tout d'abord concentrée sur l'identification d'un geste puis sur celle d'un outil.

Le cinquième chapitre décrit les images et les spectres acquis au cours des analyses archéométriques. Encore une fois deux étapes ont été nécessaires, les premières analyses ont été effectuées avec un spectroscope Raman, les secondes avec un microscope électronique à balayage couplé à un spectroscope à rayon X à dispersion d'énergie (EDS).

Enfin, le sixième chapitre présente les résultats obtenus au cours des différentes étapes de ce projet de recherche, ils sont ensuite discutés à l'occasion du chapitre suivant.

Chapitre 1 : Le site archéologique de la Grotta dei Cocci (Narni, Italie)

1.1. L'histoire du site

La Grotta dei Cocci a été découverte en 1954 par un groupe de spéléologues de la province de Narni, ils signalèrent la présence de tessons, Cocci en italien, à Carlo Castellani, l'inspecteur honoraire du Ministère de l'instruction publique de la région (De Angelis 2011, Salari *et al.* 2014, De Angelis *et al.* 2015). Durant les trois décennies suivantes la grotte a été victime de nombreux pillages, et il a fallu attendre l'année 1989 pour que la première campagne de fouilles archéologiques soit organisée sous la supervision de la Surintendance Archéologique de l'Ombrie. L'objectif principal était alors d'ouvrir une tranchée afin d'estimer la dimension des aires fouillées clandestinement, ainsi que les dégâts engendrés par ces fouilles précédentes. Cette campagne ayant démontré le bon état de conservation et l'intégrité des dépôts anthropiques, il a ensuite été décidé de programmer plusieurs campagnes de fouilles ultérieures, en 1992, 1995-1996, 1997 et 2001 (De Angelis *et al.* 2015).

1.2. La situation géographique et l'organisation spatiale de la grotte

La Grotta dei Cocci s'étale au sein d'un massif calcaire situé sur la rive droite de la rivière Nera. Elle fait face au centre historique de Narni, une ancienne ville romaine du sud de l'Ombrie considérée comme le centre géographique de l'Italie (De Angelis 2011) (fig. 1.2.1.).

La grotte s'ouvre à 70 mètres de hauteur par rapport au lit actuel de la Nera, elle est uniquement accessible en escaladant la paroi rocheuse puis en parcourant un court tunnel. S'ensuit une salle ample suivant un plan à peu près triangulaire et dont la hauteur est d'au moins 7 mètres, le fond de cet espace est occupé par des rochers qui masquent l'entrée d'un tunnel avec différents embranchements (fig. 1.2.2.). Ils sont sans doute la conséquence d'un effondrement. La paroi gauche de la salle comporte deux petites alcôves qui ne donnent sur aucun espace et ne présentent aucun reste anthropique, l'occupation de la grotte s'est donc limitée à l'espace principal.



fig.1.2.1. Situation géographique de la ville de Narni (Source : Google image)

L'aire fouillée mesure 4,5 mètres de large et 7 mètres de long. Elle est divisée en 112 carrés de 50cm sur 50cm numérotés de O à 8 et de A' à P sans J ni K, et est occupée en son centre par une masse de calcaire de grande dimension (Salari *et al.* 2014) (fig. 1.2.3.).

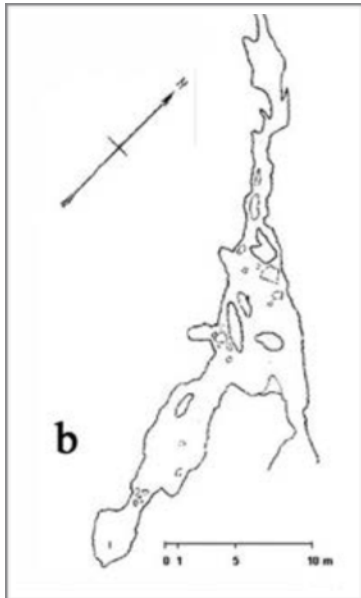


fig. 1.2.2. Planimétrie de la grotte (Salari *et al.* 2014)

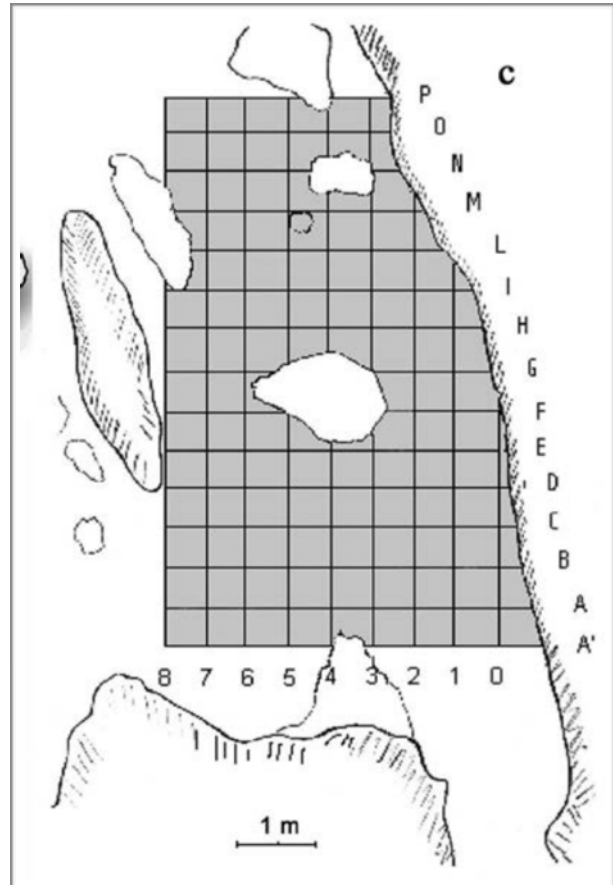


fig. 1.2.3. Planimétrie de l'aire fouillée (Salari *et al.* 2014)

1.3. Les résultats des études archéologiques précédentes

1.3.1. La stratigraphie et les différentes fréquentations de la grotte

Avant le début des campagnes de fouilles, la grotte présentait une surface de remplissage horizontale (Salari *et al.* 2014). Les strates ont été caractérisées grâce à la qualification du matériel céramique présent dans celles-ci, la description qui va suivre s'appuie principalement sur l'article publié par De Angelis *et al.* en 2015 qui est le plus détaillé à ce sujet.

La première strate identifiée a été la plus touchée par les remaniements, elle est décrite comme grise et pulvérulente. La seconde, en dessous, se différencie par une couleur rouge intense, elle contenait un matériel céramique caractéristique de l'Âge du Bronze ancien (BA)

et de la phase tardive du bronze moyen (BM3). Epaisse d'environ 1 mètre, la troisième strate correspond au Néolithique antique à bande brune, elle est de couleur orange. La majorité des vestiges anthropiques retrouvés durant les campagnes de fouilles proviennent de cette troisième strate, elle comportait également plusieurs puits creusés à différentes altitudes et dont au moins quatre n'ont pas été remaniés lors des fouilles clandestines. Entourés de cercles de pierres, ils contenaient pour l'un des fragments de céramiques, pour les trois autres des ossements humains sélectionnés. Il est intéressant de préciser que la masse de calcaire qui occupait le centre de l'aire fouillée se trouvait au-dessus d'une partie de la troisième strate orangée riche en matériel, elle recouvrait un des puits contenant des ossements humains. De plus, le plafond de la grotte juste au-dessus de cette masse ne porte pas les marques de son détachement, et la strate orangée, qui est en continuité avec le reste de l'aire fouillée, n'aurait pas maintenue son intégrité après le violent impact que l'écroulement d'un bloc de cette taille aurait causé. Il est donc probable que cette masse de calcaire ait été transportée et déposée volontairement au-dessus du puit, comme pour finir un rite. Ces puits se trouvaient au-dessous d'une couche constituée de fragments de poteries placés les uns à côtés des autres, mais aussi d'os humains et d'animaux, de restes macroscopiques de végétaux carbonisés ainsi que d'objets ornementaux fabriqués en os et en pierre. Cette couche montrait aussi des traces d'exposition à la chaleur et à la fumée, ces éléments indiquant que des feux y ont été allumés.

La séquence stratigraphique a permis d'identifier deux épisodes principaux de fréquentation humaine de la grotte, le premier au cours des derniers siècles du VI^{ème} millénaire avant notre ère, le second durant l'Âge du Bronze ancien et moyen (Salari *et al.* 2014).

1.3.2. Le matériel céramique

L'ensemble du mobilier céramique retrouvé dans la grotte se rapporte au faciès à bande brune. Dans la majorité des cas les parois portent un décor de motifs géométriques tracés par des fines lignes parallèles et obliques, la pâte utilisée est très compacte et son épaisseur varie. Les motifs géométriques sont parfois associés à la présence de chevrons, un seul et unique fragment porte quant à lui des bandes rouges délimitées par des lignes noires. Quelques fragments ne portent pas décor, ils correspondent à des bols hémisphériques ou à

d'autres formes ouvertes et basses. Aucun vase n'a pu être reconstitué au cours des opérations de restauration (De Angelis *et al.* 2015).

1.3.3. Le matériel lithique

L'ensemble des industries lithiques de la grotte ont été retrouvées dans la troisième strate orangée, il est composé de trois lames lisses, d'un petit percuteur allongé et de plus de deux cents pièces taillées retrouvées en stratigraphie dont un micro-burin. Quelques industries supplémentaires ont été retrouvées hors contexte, elles présentent des caractéristiques technologiques et typologiques qui permettent de les associer aux autres pièces attribuées à la période Néolithique (De Angelis *et al.* 2015).

La matière première utilisée consiste en du silex de bonne qualité, il provient des environs de la grotte et peut être divisé en trois catégories : silex gris à grain fin, silex rouge à grain fin et silex gris à texture granulée. L'exploitation s'est faite à partir de blocs arrondis, probablement d'origine nodulaire. Quelques petites lames et lamelles ont également été taillées dans de l'obsidienne (De Angelis *et al.* 2015).

La chaîne opératoire principale a pour finalité l'obtention de produits laminaires standardisés, petits ou peu larges, elle utilise ainsi la technique de la pression au cours d'une séquence unique exploitant progressivement le nucléus. Quelques traces d'exposition à la chaleur sont visibles sur certains nucléus, mais il est impossible d'affirmer l'existence d'une étape de traitement thermique de la matière première au vu du nombre de produits finis présentant également des altérations ou des fracturations dues à une chauffe (De Angelis *et al.* 2015). Certains produits laminaires présentent également une étape de retouche, permettant ainsi la manufacture de trapèzes ou de lames racloirs.

Il est important de noter que presque aucun déchet de taille ou élément lié aux étapes d'initialisation, de mise en forme et de reprise du nucléus n'a été retrouvé. Il est ainsi fort probable que le débitage ait été effectué soit en dehors de la grotte, soit dans une partie de celle-ci qui n'a pas encore été fouillée (De Angelis *et al.* 2015).

Une étude préliminaire des traces d'usure a permis de conclure que seulement cinq produits laminaires, dont deux en obsidienne, présentent des marques macro et microscopiques pouvant être liées à une utilisation. Une lame racloir porte également les résidus d'une substance rouge, les traces d'usure présentes sur cette pièce ayant été associées

au travail des peaux, cette matière colorante pourrait être de l'ocre. Des traces d'usure ont également été observées sur six trapèzes, elles correspondent à une activité de découpe d'un matériau mou comme de la viande (De Angelis *et al.* 2015).

1.3.4. Le matériel faunique

La fouille du niveau néolithique a permis de mettre au jour 2193 restes de vertébrés dont 909 (41,45%) ont été déterminés. La majorité de ces restes appartiennent à des micromammifères (69%), sont ensuite représentés les grands mammifères (22,6%), les oiseaux (6,8%) ainsi que quelques poissons et reptiles. 205 (13,8%) restes de grands mammifères ont été déterminés, ils appartiennent à 86% à des individus domestiqués. De nombreux ossements sont carbonisés ou présentent des traces d'exposition à la chaleur (Salari *et al.* 2014).

La prévalence des os de micromammifères est peu habituelle dans un site où le principal agent d'accumulation est l'homme. Elle est interprétée par les archéozoologues qui ont étudié cette grotte comme étant sans doute liée à une occupation de la grotte par des chiroptères et des oiseaux de l'ordre des strigiformes, ce qui indiquerait une fréquentation humaine discontinue du site (Salari *et al.* 2014).

Les grands mammifères les plus représentés sont les chèvres et les moutons, ils comptent pour 36% des restes et 30,3% des individus. La différenciation entre les deux espèces a été difficile dû à l'extrême taux de fragmentation des ossements ainsi qu'à la présence de nombreux individus juvéniles. Certains ont été abattus en première partie de vie, d'autres après deux années, ils ont ainsi été principalement utilisés pour leur viande, mais aussi pour l'obtention de produits secondaires dérivés. La présence de nombreux coprolithes retrouvés dans la grotte indique qu'ils y ont été amenés vivants avant d'y être abattus et consommés sur place (Salari *et al.* 2014).

Les porcs représentent 33,7% des restes et 15,2% des individus, ils ont été abattus jeunes et leur élevage avait pour but principal l'obtention de viande. L'estimation de leur taille au garrot selon le coefficient de Teichert donne un résultat moyen de 68cm, les plaçant ainsi parmi les porcs domestiques les plus petits du Néolithique de l'Italie centrale (Salari *et al.* 2014).

Les boeufs sont également présents sur ce site, ils comptent pour 9,8% des restes et 12,1% des individus. Encore une fois, ces animaux étaient abattus jeunes, ils étaient principalement élevés pour leur viande. Les études ostéométriques ont montré qu'ils rentraient dans la variabilité des bovidés domestiques du Néolithique (Salari *et al.* 2014).

Le dernier grand mammifère domestique représenté sur ce site est le chien, il correspond à 6,8% des restes et à 12,1% des individus dont un néonatal (Salari *et al.* 2014). Il est assez courant de retrouver des restes de chien en petit pourcentage sur les sites préhistoriques ou néolithiques italiens avec un contexte rituel ou funéraire (De Grossi Mazzorin, Tagliacozzo 2000).

Les grands mammifères sauvages correspondent à 13,6% des restes et à 30,3% des individus. Ils peuvent être divisés en deux groupes, celui des espèces chassées sans doute pour leur viande comme les cerfs et les sangliers, et celui des espèces avec un apport carné plus modeste et donc probablement débusquées pour leur peau comme les lièvres, les renards, les chats sauvages ou les mustélidés. La présence du cerf, du chat sauvage et de mustélidés permet de replacer la grotte dans un contexte forestier. Le sanglier indique la proximité de zones boisées humides où les cochons domestiques ont probablement été amené pour pâturer. Enfin, le lièvre révèle quant à lui l'existence de collines et de plaine sèches, qui encore une fois ont pu être un lieu de pâture pour les bovidés, les chèvres et les moutons (Salari *et al.* 2014).

L'économie de subsistance de la population ayant fréquenté la grotte durant le Néolithique reposait ainsi principalement sur l'élevage d'animaux domestiques comme la chèvre, le mouton, le porc et le boeuf. Il est intéressant de noter qu'au sein du groupe des animaux domestiques se trouve un nombre non négligeable d'individus abattus très jeune, à l'état de fœtus ou de nouveaux-nés. Si cela peut être expliqué par la volonté d'obtenir du lait, par des maladies ou par une dénutrition, l'aspect rituel complexe de la Grotta dei Cocci permet une autre lecture. En effet, quelques grottes d'Italie centrale occupées durant le Néolithique et ayant une dimension culturelle et funéraire similaire présentent également une utilisation rituelle de fœtus ou de nouveaux-nés (Wilkins 1995 ; Salari *et al.* 2012 ; De Angelis *et al.* 2015). Cette pratique est encore connue durant l'époque romaine, les sacrifices de truies, de vaches gravides ou de nouveaux-nés sont notamment décrits par Varron dans le

livre VI de *De lingua latina* ainsi que dans le livre II de *De re rustica*, mais aussi par Ovide au livre I, IV et VI de ses *Fastes*.

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

2.1. Matériel

L'étude qui va suivre a été réalisée à partir de 33 pièces archéologiques provenant du site de la Grotta dei Cocci. Très rapidement, trois ont pu être mises de côté puisque l'une était en réalité un bout de bois légèrement brûlé, l'autre un fragment de crâne calciné sans aucun stigmate et la dernière une portion de dent sans stigmate non plus. Il s'agit des éléments répertoriés n°164857, n°197954 et n°*6 correspondant respectivement aux artefacts ID14, ID15 et ID32 dans notre base de donnée.

Les 30 objets restants ont été manufacturés à partir d'os seulement, ils portent tous des stigmates correspondants à une application volontaire de la force. Il s'agit uniquement d'outils, aucun déchet ou sous-produits de débitage n'a pu être étudié pour ce travail. Ils proviennent en grande majorité de la troisième strate orangée datée aux derniers siècles du VIème millénaire avant notre ère, seul l'artefact n°1 (ID25) a été retrouvé dans une couche remaniée. Mis à part les pièces ID7, ID10 et ID13, tous sont dans un très bon état de conservation.

Le matériel a été étudié au Laboratoire d'Archéozoologie et de Taphonomie (LAT) de l'Université de Ferrare où il était conservé. Il était réparti dans une boîte en carton, tout d'abord en 11 petits sachets individuels contenant les pièces numérotés ID1 à ID11 dans la base de données, il y avait également une petite boîte dans laquelle se trouvaient 4 pièces enregistrées de ID12 à ID15. Un gros sachet transparent renfermait ensuite les artefacts identifiés ID16 à ID25, un sachet individuel comportait la perle ID26, et un dernier gros sac contenait les derniers éléments correspondant à l'ID27 jusqu'à l'ID33.

L'ensemble des pièces était déjà lavé, et la majorité possédait un numéro de repère inscrit sur elle ou sur un papier avec lequel elles étaient ensachées, seules celles contenues dans le dernier sac n'étaient pas déjà numérotées. Plusieurs bases de données ont été créées en utilisant le logiciel Access 2007-2013 afin de renseigner le plus de détail possible sur le matériel. Enfin, chaque élément a été photographié en utilisant un appareil Nikon D5600.

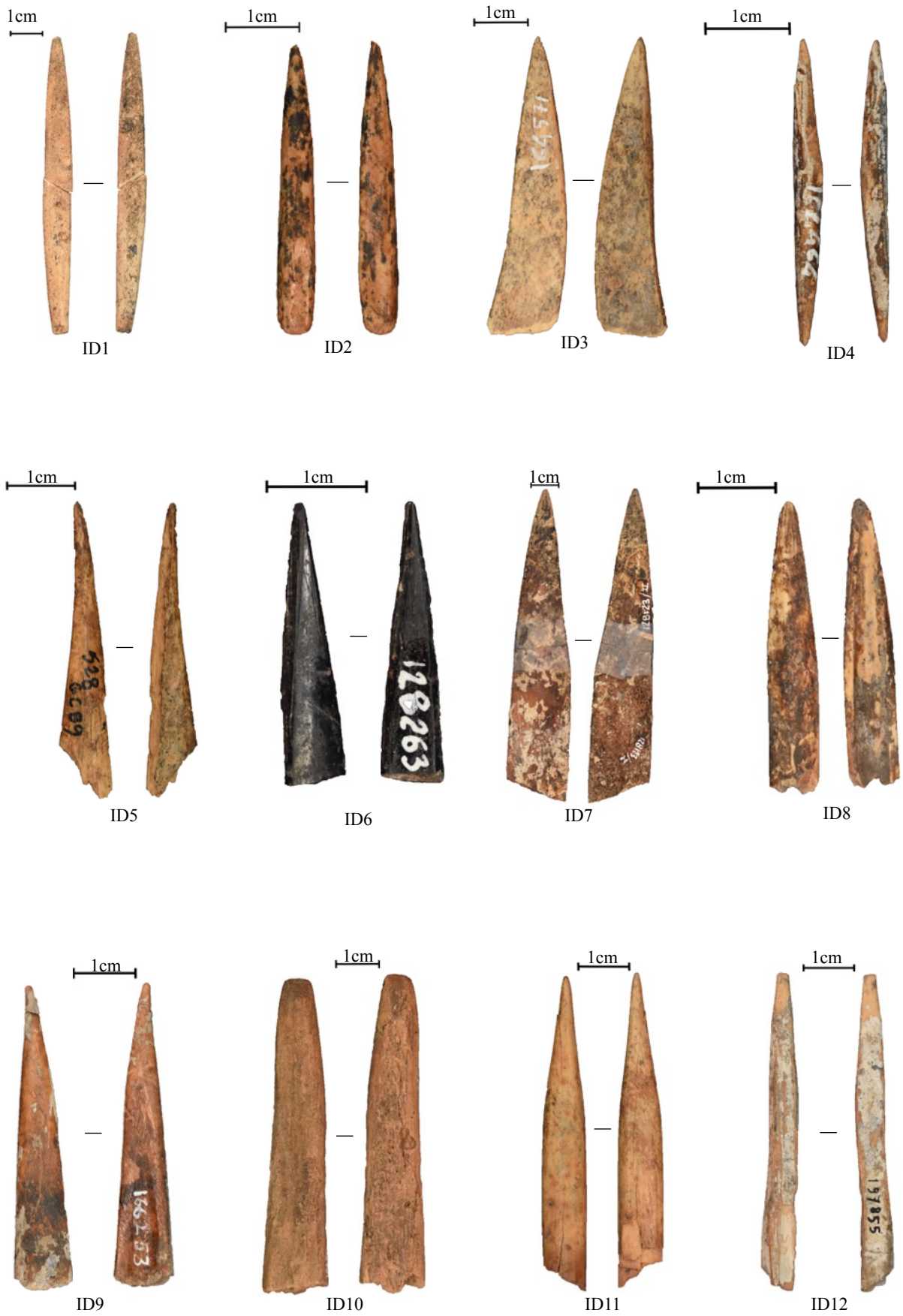


fig. 2.1.1. Photographies des artéfacts ID1 à ID12



fig. 2.1.2. Photographies des artéfacts ID13 à ID24



fig. 2.1.3. Photographies des artéfacts ID25 à ID33

2.2. Structure et propriétés de l'os

Avant d'exposer plus en détail les méthodes appliquées dans le cadre de cette étude, il peut être utile de faire un bref rappel des caractéristiques propres à l'os, puisque celles-ci expliquent son utilisation en tant que matière première.

L'os est défini comme l'élément rigide du corps des vertébrés, c'est sur lui que s'attachent les muscles et les tendons afin de permettre leur mobilité. Cette solidité est conférée par la minéralisation de la matière organique (Barone 1986, Christensen 2004).

D'un point de vue structurel, l'os est composé de différents tissus : le tissu osseux lamellaire, le tissu osseux spongieux, le périoste, le cartilage, la moelle osseuse ainsi que les vaisseaux et les nerfs. Le tissu osseux représente la plus grande partie de l'os, il est composé d'une fraction organique, le collagène, ainsi que d'une fraction minérale, l'hydroxyapatite (Christensen 2004). Lorsque le but est de fabriquer un outil, c'est toujours le tissu osseux lamellaire qui est utilisé puisqu'il est compact, le tissu osseux spongieux est néanmoins souvent visible sur les artéfacts.

Les os peuvent être divisés en deux catégories selon leur morphologie et leur architecture, on distingue ainsi les os longs des os plats. Les os longs possèdent une partie centrale cylindrique appelée la diaphyse, ses parois sont formées de tissu compact au centre duquel se trouve la cavité médullaire. Les extrémités de l'os long, ses épiphyses, sont majoritairement composées de tissu spongieux entouré par une fine couche d'os compact. Les os plats étant quant à eux allongés et courts, ils ne sont pas formés d'une cavité médullaire mais de tissu spongieux protégé par une pellicule de tissu compact (*ibid.*).

En ce qui concerne les propriétés mécaniques de l'os, le collagène lui confère élasticité et résistance tandis que l'hydroxyapatite lui attribue dureté et rigidité. L'os est un matériau anisotrope, c'est à dire qu'il n'a pas la même résistance en fonction de l'axe selon lequel la force est appliquée. Il est ainsi beaucoup plus résistant lorsqu'elle est employée longitudinalement, dans le sens des fibres constituant sa structure interne, plutôt que perpendiculairement. L'os est également peu résistant à la compression par rapport aux autres matières dures animales comme le bois de renne ou l'ivoire, il est également plus élastique et plus souple. En revanche, grâce à sa forte minéralisation, les outils fabriqués en os, comme les

pointes par exemple, sont beaucoup plus durables et résistent mieux à l'émoussement que les pointes confectionnées à partir de bois de renne (*ibid.*). Enfin, il est important de noter que ces propriétés dépendent également de l'état de fraîcheur de l'os, l'os perdant sa souplesse et se rigidifiant une fois sec, l'application de la même force aura des conséquences différentes.

2.3. Détermination taxonomique et anatomique

La première étape de ce travail a été d'essayer de retrouver l'attribution taxonomique et anatomique de chaque artefact. Cela a été fait en utilisant la collection de comparaison disponible au Laboratoire d'Archéozoologie et de Taphonomie de l'Université de Ferrare, ainsi que des ouvrages de référence (Barone 1986).

2.4. Morphologie, morphométrie et orientation des outils

La seconde étape de ce travail a consisté en l'enregistrement des propriétés morphologiques et morphométriques des artefacts étudiés suivant les indications des *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique* (Camps-Fabrer 1990a, Barge-Mahieu 1991, Taborin 1991, Provenzano 1998). L'orientation des outils a été choisie selon les actes de la *Première réunion du groupe de travail n°3 sur l'industrie de l'os préhistorique* (Camps-Fabrer et Stordeur 1979) ainsi que d'autres publications plus récentes (Christensen 2016). Les outils ont ainsi été divisés en trois parties, distale, mésiale et proximale. La partie distale correspond à la partie active de l'objet, la partie mésiale à son fût et la partie proximale à sa partie préhensive.

Les artefacts analysés pour les besoins de cette étude peuvent être divisés en différentes grandes catégories selon leur morphologie générale ou celle de leur partie active. Nous distinguons ainsi les outils pointus, les outils à biseau, les perles et la plaque. Cinq pièces n'entrant dans aucune catégorie, elles ont uniquement été mesurées dans leurs plus grandes longueur, largeur et épaisseur.

2.4.1. Les outils pointus

La morphologie des outils pointus a été enregistrée dans la base de donnée selon leur forme générale (rectiligne, courbe, sinusoïdale, triangulaire, galbée ou incisée d'une rainure sur la face inférieure), la forme de leur pointe (pointue, émoussée, facettée, rainurée sur la

face inférieure ou petit pan de fracture), la forme des bords de leur pointe (convergenents régulièrement ou non), la section de leur partie distale (circulaire, elliptique, triangulaire, subquadrangulaire, polygonale, convexe-concave ou plano-convexe) ainsi que la forme des faces supérieures et inférieures de la partie distale (convexe ou plate). En ce qui concerne la partie mésiale de ces outils, ont été renseignées la forme des bords (rectilignes et parallèles, concaves, convexes) ainsi que celle de leur section (circulaire, annulaire, elliptique, triangulaire, subquadrangulaire, polygonale, convexe-concave ou plano-convexe). Enfin, la partie proximale a été décrite selon sa morphologie générale (épiphyse conservée, à demi conservée ou pan de fracture), la forme de ses bords (parallèles à extrémité rectiligne, en arc de cercle ou tranchante, divergenents à extrémités rectilignes ou en arc de cercle, convergenents à extrémités en arc de cercle, ogivales, courbes ou pointue, échancrés sur le bord droit, sur le bord gauche ou sur les deux de façon symétrique ou dissymétrique). Enfin, la section du milieu de la partie proximale a été décrite selon si elle était linéaire, punctiforme, rectangulaire ou elliptique, et la présence ou l'absence d'une perforation a été également renseignée.

En ce qui concerne leurs mensurations, les outils pointus ont tout d'abord été mesurés selon leurs longueur, largeur et épaisseur maximum. Ont également été enregistrées: la longueur de la partie aménagée, la longueur de la partie polie sur la pointe, la largeur et l'épaisseur à 10mm de l'extrémité de l'objet ainsi que la largeur et l'épaisseur en partie mésiale.

2.4.2. Les outils à biseau

La forme générale des outils à biseau a été qualifiée selon leur contour (bords parallèles ou sub-parallèles) et leur profil (rectiligne ou légèrement courbé). Les critères retenus pour décrire leur partie distale ont été l'unification ou non du biseau, la forme de l'extrémité distale (rectiligne-droites, convexes, ogivales, obliques ou concaves), l'orientation du biseau (dans l'axe longitudinal ou déjeté), le profil du biseau (plat, convexe ou concave, rectiligne-rectiligne, rectiligne-convexe, rectilignes-concaves ou convexes-concaves) et enfin la forme de la section (plano-convexe, convexe-concave, rectangulaire, biconvexe, elliptique, dissymétrique, plano-concave ou semi-circulaire). La partie mésiale de ces outils a été principalement définie selon sa section (elliptique, convexe-concave, rectangulaire, plano-

cancave, plano-convexe à pans coupés ou dissymétrique). Enfin, leur partie proximale a été décrite selon si elle était brute de débitage, sommairement régularisée, avec l'articulation naturelle de l'os ou si elle portait des perforations ou encoches.

Les mensurations des outils à biseau ont été enregistrés selon leur longueur totale, la longueur du biseau, ainsi que les largeurs et épaisseurs de l'extrémité distale et de la partie mésiale.

2.4.3. Les perles

Concernant les perles, le premier caractère qui a été pris en compte a été la forme de la face perforée (ronde, ovale, carrée ou subtriangulaire). Nous avons ensuite qualifié la forme des bords (rectilignes, convexes, anguleux, concaves ou sinueux), la forme de la section longitudinale (rectangulaire, ovale, hexagonale, rectangulaire à renflement ou à rétrécissement médian). La présence ou l'absence de décor a également été renseignée.

Les perles ont été mesurées dans leur diamètre, c'est à dire en vue de face perpendiculairement à l'axe de perforation, ainsi que dans leur épaisseur, soit parallèlement à ce même axe.

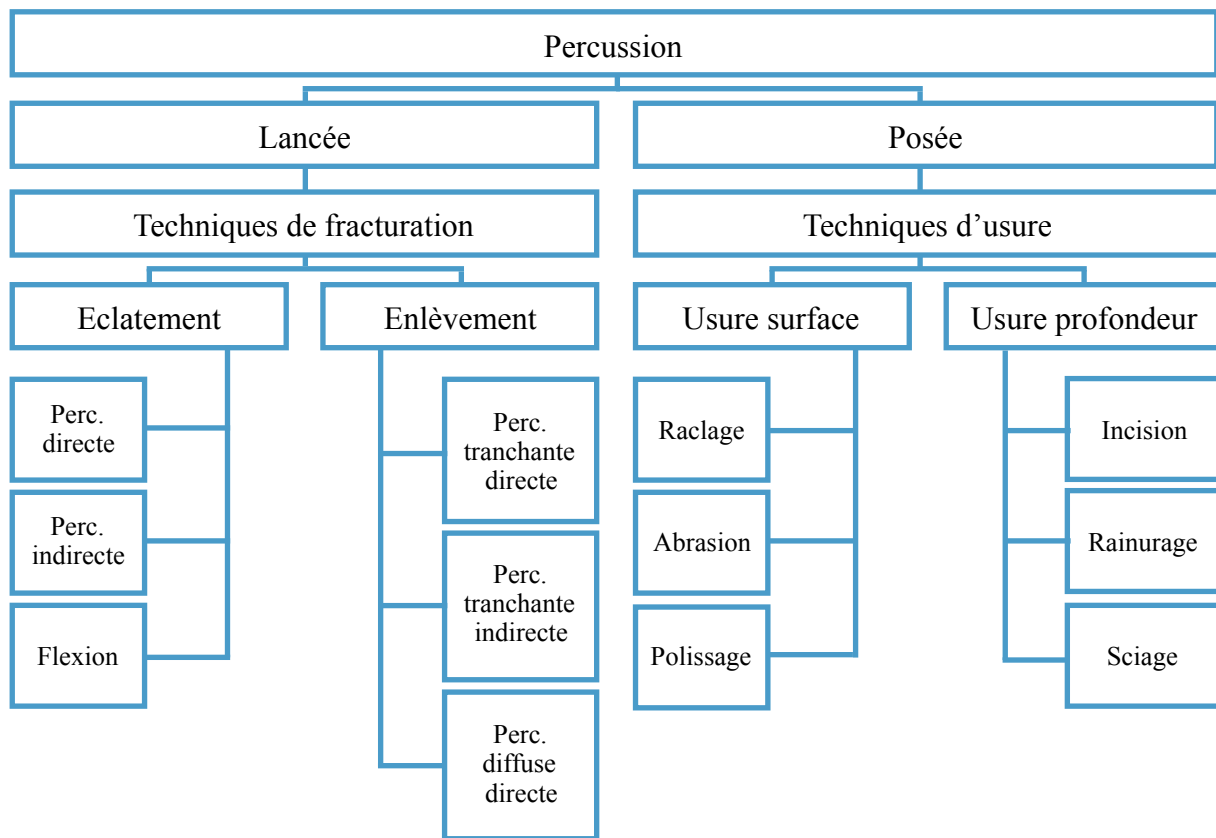
2.4.4. La plaquette

S'agissant d'un artefact très particulier et peu documenté, la plaquette a uniquement été mesurée dans sa longueur, sa largeur et son épaisseur maximale. Le diamètre et le nombre des cupules présentes à sa surface ont également été pris en compte.

2.5. Etude technologique

La troisième étape de l'étude développée par ce mémoire a consisté en l'analyse des stigmates techniques, à savoir « l'empreinte durable laissée sur une pièce résultant de la rencontre d'un outil, d'un geste et d'une matière » (Averbouh 2000, Provenzano 2004). Ce type d'analyse a été développé par Sergei A. Semenov en 1964 afin d'être appliqué aux industries lithiques. Plus tard, il a été étendu à l'étude des industries osseuses sous l'impulsion d'Henriette Camps-Fabrer et de la création de la Commission de Nomenclature, toujours active aujourd'hui (Bouchud 1974). Cette discipline s'est ensuite développée par elle-même

avec la création d'une approche et d'un langage commun qui lui est propre (Averbouh et Provenzano 2000, Provenzano 2004, Christensen 2016).



L'objectif d'une étude technologique est de retrouver les techniques et les gestes à l'origine des outils étudiés, rendant ainsi possible la reconstitution des principales étapes de la chaîne opératoire ayant permis leur confection. La chaîne opératoire est définie comme une succession d'étapes techniques ayant pour objectif la transformation d'un bloc de matière première sélectionné en un objet fini. Afin de reconstituer au mieux cette séquence, il est important de prendre en considération tous ses produits et sous-produits, comme les déchets ou les ébauches, et non uniquement les objets finis. Les principales opérations la composant sont les suivantes : la sélection de la matière première et sa préparation, le débitage, le façonnage et la finition. L'abandon ou la réutilisation de l'outil sont également pris en compte (Averbouh et Provenzano 2000, Christensen 2016).

La sélection de la matière première dépend de critères nombreux et variés, elle découle par exemple des traditions des groupes humains, mais aussi de leur environnement naturel et des espèces disponibles dans celui-ci. Dans le cadre du travail des matières

osseuses, l'opération de préparation de la matière première consiste principalement au nettoyage de l'os. Lorsque l'objet à confectionner n'a pas vocation à reprendre la forme naturelle de l'os sélectionné, il est nécessaire de passer par une étape de débitage qui permet de produire un support par division du bloc d'origine (Averbouh et Provenzano 2000). Vient ensuite l'étape du façonnage qui consiste en la mise en forme de la pièce. Elle peut aussi bien s'effectuer directement sur le bloc de matière première, on parle alors de façonnage direct, que sur un support obtenu après débitage (*ibid.*). Enfin, la chaîne opératoire se conclut par une ou plusieurs étapes de finition qui permettent à la matière travaillée de devenir un objet fini en mettant en place « *les derniers éléments ne modifiant plus la morphologie générale du support définitivement acquise* » (*ibid.*).

Le terme de « technique », déjà évoqué à plusieurs reprises, peut être compris comme une action sur la matière. Si de nombreux critères influent sur celle-ci, seuls trois sont pris en considération lorsqu'il s'agit de définir leur typologie: le geste effectué, son mode d'application, ainsi que le type et la forme de l'outil choisi pour l'appliquer. On distingue ainsi les techniques de fracturation, par éclatement ou par enlèvement, des techniques d'usure en surface ou en profondeur (fig. 2.5.1.).

fig. 2.5.1. Classification des techniques selon A. Averbouh et N. Provenzano (d'après Provenzano 2004 et Christensen 2016)

Les techniques de fracturation par éclatement permettent la division de la matière première en blocs importants, elles laissent un pan de fracture sur la pièce. Trois procédés sont distingués : l'éclatement par percussion directe, l'éclatement par percussion indirecte et l'éclatement par flexion (Provenzano 2004, Christensen 2016). Puisqu'il n'en sera pas question durant cette étude, nous ne nous attarderons pas à les définir.

Les techniques de fracturation par enlèvement utilisent quant à elles une percussion lancée afin de détacher des éclats de dimension variable. Elles sont divisées selon trois modes de percussion distincts : percussion lancée tranchante directe, percussion lancée tranchante indirecte et percussion lancée diffuse. Le stigmate associé à ces techniques est le négatif d'enlèvement (*ibid.*). Encore une fois, puisqu'elles n'ont pas été identifiées au cours de ce travail, nous ne les détaillerons pas.

Les techniques d'usure en surface permettent de travailler la matière par sa surface. Les outils utilisés pour cela possèdent une partie active qui consiste également en une surface dont la morphologie peut varier. Trois techniques sont différenciées : le raclage, l'abrasion et le polissage. Leur application produit différents types de stries. Le raclage relève généralement du façonnage ou de la phase de nettoyage de l'os, il est réalisé à l'aide d'un outil dont la partie active est formée par une arête. Celle-ci est alors appliquée sur la matière en un mouvement unidirectionnel et répété (*ibid.*). L'abrasion permet l'usure de la surface d'une matière grâce à son frottement contre un outil à grains, le mouvement peut être circulaire ou de va-et-vient. Cette technique est le plus souvent utilisée lors du façonnage, parfois lors du débitage (*ibid.*). Enfin, le polissage fonctionne également par frottement, mais les particules enlevées sont beaucoup plus fines que lors de l'abrasion. Il permet l'unification de la surface travaillée, et peut être effectué lors de la phase de finition de l'objet. Son application se fait à l'aide de n'importe quel outil abrasif selon des mouvements circulaires ou de va-et-vient (*ibid.*).

Les techniques d'usure en profondeur sont mises en oeuvre afin de creuser la matière. Les outils permettant cela possèdent une partie active en angle burinant, en front tranchant ou en front mordant. Elles sont divisées entre incision, rainurage et sciage, le stigmatisme caractéristique produit par ces techniques est le sillon. L'incision peut être appliquée au cours du débitage, du façonnage et de la finition, elle consiste en la création de sillons peu profonds par creusement. La force est appliquée selon un geste unidirectionnel continu avec un outil dont la partie active est plus ou moins tranchante (*ibid.*). Le rainurage provoque quant à lui un sillon beaucoup plus profond et long, le mouvement, unidirectionnel également, est alors exécuté de façon répétée ou selon un va-et-vient avec un outil dont la partie active forme un angle burinant. Cette technique peut être appliquée lors du débitage ou du façonnage (*ibid.*). Enfin, le sciage est utilisé afin de diviser un corps solide, la force est alors appliquée grâce à un outil formé d'une arête tranchante et selon un mouvement de va-et-vient perpendiculaire à l'axe longitudinal des fibres de l'os (*ibid.*).

Les stigmates techniques présents sur les artéfacts ont été observés à l'oeil nu, à la loupe avec un grossissement 10x, ainsi qu'à l'aide d'un microscope stéréoscopique Leica

S6D. Les photographies ont été prise avec une caméra Leica EC3 équipée d'un grossissement allant de 0,63x à 4x.

2.6. Modifications taphonomiques

Les stigmates techniques présents sur les outils sont les témoignages de l'application volontaire d'une technique par la main les ayant fabriqués. Afin de les étudier, il est primordial de savoir les distinguer des modifications taphonomiques qui sont quant à elles involontaires.

Le terme « taphonomie » a été utilisé pour la première fois en 1940 par Ivan Efremov, un paléontologue soviétique, qui entendait définir par là l'étude des modifications se produisant lors du passage des individus de la biosphère à la lithosphère (Behrensmeyer *et al.* 2000). Ce mot vient du grec τάφος *taphos*, signifiant « enfouissement », et νόμος *nomos*, « loi ». Plus généralement, ce domaine d'étude est désigné comme l'analyse « des processus de conservation et de leur incidence sur les informations contenues dans les archives fossiles » (Behrensmeyer et Kidwell 1985). Les agents taphonomiques peuvent être divisés en plusieurs catégories : les phénomènes édaphiques (type de sol, type de site, poids des sédiments, évolution géophysique), les phénomènes climato-édaphiques (weathering, solifluxion), les phénomènes climatiques (gel/dégel, taux d'humidité, érosion éolienne), l'action de l'eau (transport et altération) ainsi que les agents biologiques humains ou non-humains (animaux, végétaux). Dans le cadre de cette étude, une base de donnée a été créée afin de répertorier les altérations dues à la taphonomie observées pour chaque artefact, elle prend en grande partie exemple sur un travail de mémoire effectué précédemment (Gargani 2017). Ces altérations ont été observées à l'oeil nu, à la loupe grossissement 10x, ainsi qu'à l'aide du microscope stéréoscopique Leica S6D équipé d'une caméra Leica EC3 permettant un grossissement de 0,63x à 4x.

Dans un premier temps une attention a été portée au degré de fragmentation de l'outil. Les critères pris en compte ont été la localisation de la fragmentation (proximale, mésiale, distale, proximale et mésiale, proximale et distale ou sur tout le contour de l'objet), l'étendue de la fragmentation (marginale, modérée, intrusive, couvrante), sa tendance (oblique,

perpendiculaire, oblique et perpendiculaire lorsqu'il y avait deux pans de fracture), sa délimitation (régulière ou irrégulière), sa morphologie (lisse, flaking, stepped) (Lyman 1994).

La présence d'oxydes de manganèse ainsi que d'oxydes de fer a ensuite été renseignée selon les critères suivants : leur localisation (proximale, mésiale, distale, proximale et mésiale, proximale et distale, mésiale et distale, sur l'ensemble de la pièce), leur étendue (marginale, modérée, intrusive, couvrante), leur intensité (sur une échelle de 1 à 3).

Les marques de piétinement ont également été pris en compte, les critères retenus pour les enregistrer sont les suivants : leur localisation (proximale, mésiale, distale, proximale et mésiale, proximale et distale, mésiale et distale), leur étendue (marginale, modérée, intrusive, courante) ainsi que leur intensité (sur une échelle de 1 à 3).

Les traces d'exposition à la chaleur ont ensuite été enregistrées selon les critères suivants : leur localisation (proximale, mésiale, distale, proximale et mésiale, proximale et distale, mésiale et distale, sur l'ensemble de la pièce), leur étendue (marginale, modérée, intrusive, couvrante). La différenciation entre la chauffe, la brûlure et la carbonisation de la pièce a également été faite (Shipman *et al.* 1984).

Enfin, un dépôt de calcaire blanc a été également observé sur certaines pièces, seule sa présence ou son absence a été renseignée.

2.7. Activité expérimentale

L'archéologie expérimentale est une discipline qui consiste en la réplique de phénomènes passés suivant une hypothèse de départ dans le but de la valider ou de la falsifier. Elle suit par là une démarche « hypothético-déductive » (Outram 2008). Ses prémices françaises remontent au XIX^{ème} siècle, lorsque des préhistoriens tels que Jacques Boucher de Perthes, l'abbé Henri Breuil, Edouard Lartet ou Henry Christy ont commencé à tailler des outils en pierre dans l'espoir que cela leur permettrait de valider leur hypothèse de « l'Homme antédiluvien » (Reich et Linder 2014). Ces tests empiriques sont considérés comme l'origine des études sur les industries lithiques. Napoléon III, qui était un passionné d'histoire, a quant à lui ordonné la reconstruction de nombreuses armes de guerre gauloises et romaines. Dans ces deux cas de figure, l'attention était uniquement portée sur le produit fini plutôt que sur la chaîne opératoire ayant permis l'obtention de celui-ci (*ibid.*).

L'archéologie expérimentale est véritablement née en tant que science après la seconde guerre mondiale, particulièrement après 1964, date de la publication des travaux d'André Leroi-Gourhan sur le concept de « chaîne opératoire ». Comme nous l'avons mentionné plus haut, la même année Sergei A. Semenov développe la méthodologie de l'analyse fonctionnelle des industries lithiques. Elle est alors considérée comme en interaction permanente avec l'archéologie expérimentale (*ibid.*). Les recherches dans le domaine de l'expérimentation archéologique se sont alors multipliées, elles se sont étendues aux industries osseuses préhistoriques à partir de 1974 (Dauvois 1974).

Ce travail de mémoire a été l'occasion de procéder à une courte activité expérimentale dont l'objectif était double.

Dans un premier temps il s'agissait d'identifier le mouvement appliqué lors de réalisation du motif de cupules présent à la surface de la plaquette (ID 21, n°165063). Pour ce faire, nous avons pris comme support deux côtes de boeuf, une préalablement décongelée et décharnée à l'aide d'éclats de silex, et l'autre sèche. Le but était de limiter par-là le biais lié à la fraîcheur de la matière travaillée, la nature de l'os a quant à elle été choisie selon l'attribution taxonomique et anatomique de la plaquette. Nous avons testé plusieurs perçoirs en silex différents, séparés en différents groupes selon la morphologie de leur partie active. Chaque groupe a été testé sur les deux os, une fois selon un mouvement de demi rotation du poignet, puis selon un mouvement de rotation complète.

Dans un second temps nous avons cherché à identifier l'outil ayant le plus de chance d'avoir été utilisé lors du perçage des cupules. Aux perçoirs en silex ont été ajoutés un éclat de silex emmanché, une pointe en os ainsi qu'un couteau en fer. Si le fer n'était pas encore forgé par les populations néolithiques, nous avons jugé qu'il serait intéressant de le tester afin de comparer les stigmates secondaires laissés par sa lame lisse à ceux des outils en pierre aux contours plus irréguliers. Mis à part l'éclat de silex emmanché, qui a dû être actionné en maintenant le fût du manche entre deux paumes tout en les frottant l'une contre l'autre, tous les outils ont été utilisés selon un mouvement de demi rotation.

Durant l'expérimentation tous les constats ont été enregistrés par écrit. Afin d'éclairer le mode de manufacture de la plaquette, nous avons comparé les cupules présentes sur la plaquette ID21 à celles réalisées durant l'expérimentation. Nous avons également pris

en compte le confort ou non de la technique appliquée, son degré de facilité, ainsi que le temps nécessaire à la manufacture des cupules.

2.8. Analyses archéométriques

Certains artefacts étudiés présentant des traces évidentes de l'application de matières colorantes, nous avons choisi d'effectuer des analyses archéométriques afin d'identifier les éléments chimiques les composant. Ces études se sont déroulées durant le mois de janvier au Polo Scientifico Tecnologico de l'Università degli Studi de Ferrare avec l'aide de l'archéomètre Negar Eftekhari.

2.8.1. Spectroscopie Raman

Les premières analyses se sont concentrées sur l'identification des dépôts de matière colorante orangée et noire présents sur l'artéfact ID21, ainsi que sur une trainée orangée visible sur la pièce ID17. Pour cela, nous avons choisi d'utiliser la spectroscopie Raman, une méthode non destructive permettant l'identification de la composition moléculaire du matériau étudié.

Cette méthode exploite l'effet Raman, phénomène découvert en 1928 par Chandrashekhara Venkata Râman, un physicien indien. Lorsqu'un faisceau de lumière monochromatique est projeté sur un échantillon, une partie de la lumière est diffusée par le matériau analysé. Celle-ci est d'abord recueillie par une lentille, puis transmise vers un monochromateur qui va mesurer son intensité. Deux types de signaux sont alors présents, le premier est le signal Raleigh qui est très majoritaire, il est élastique et ne présente ainsi aucun changement d'onde par rapport au faisceau de lumière initialement projeté sur l'échantillon. Le second est le signal Raman, qui montre quant à lui une diffusion inélastique de la lumière et donc un échange d'énergie entre l'échantillon et le faisceau incident. Le gain ou la perte d'énergie des photons émis est représenté sur les spectres Raman par un déplacement de fréquence, son observation permet l'identification de la molécule constituant l'échantillon analysé selon sa structure. Certains matériaux pouvant produire une fluorescence masquant l'effet Raman, il est possible de changer la longueur d'onde du faisceau incident afin de palier à ce phénomène.

La spectroscopie Raman est très utilisée en archéologie puisqu'il s'agit d'une méthode non invasive et non destructive, elle est applicable à des solides, des liquides et des gaz. Puisqu'elle ne nécessite pas forcément une préparation et que des instruments portatifs existent, il est possible de l'utiliser in situ.

Les analyses ont été effectuées avec un instrument LabRam HR800 de Horiba Scientific, il était équipé d'un détecteur CCD à -70°C et d'un microscope Olympus BXFM. Les signaux Raman ont été collectés en utilisant un objectif 50x ainsi qu'une grille de 600 rainures/mm. La source du faisceau lumineux incident était un laser He-Ne de 632,8nm avec une puissance maximale de 20mW. Le spectromètre a été calibré avec du silicone à 520cm^{-1} .

2.8.2. Microscope électronique à balayage

Les identifications des éléments chimiques permises par la spectroscopie Raman n'étant pas celles auxquelles nous nous attendions, nous avons décidé d'effectuer d'autres analyses afin de les confirmer et d'obtenir plus de précision. Elles ont été réalisées à l'aide d'un microscope électronique à balayage équipé d'un spectroscope à rayons X à dispersion d'énergie (EDS). Nous en avons également profité pour observer deux outils supplémentaires : le premier présente des stries de raclage très prononcées ainsi qu'une matière altérée par des processus taphonomiques, le second a une pointe qui semble émoussée à première vue ainsi qu'une très légère coloration brune que nous supposons être liée à une exposition à la chaleur.

Le microscope électronique à balayage peut être utilisé en tant que technique d'imagerie puisqu'il permet un agrandissement allant de 5x à 200 000x tout en gardant une profondeur de champs très importante. Cela permet ainsi une visualisation très nette d'une grande partie de l'échantillon observé. Cette restitution est permise par un faisceau d'électrons produit par le canon de l'appareil, lorsqu'il est dirigé sur le spécimen analysé il interagit avec sa matière qui dégage alors plusieurs types de signaux. L'émission d'électrons secondaires permet de représenter les détails de la surface de l'échantillon, puisqu'ils ont peu d'énergie ils ne sont émis qu'à quelques nanomètres de celle-ci et dépendent ainsi de sa topographie (Frahm 2014). Les électrons rétrodiffusés permettent également de visualiser l'échantillon, il

s'agit des électrons qui ont « ricoché » hors du spécimen. Bien plus puissants que les électrons secondaires, ils sont quant à eux affectés par le numéro atomique de l'élément constituant l'objet analysé. Ils sont ainsi utilisés afin de présenter le contraste dans sa composition élémentaire : plus l'élément présent à un numéro atomique élevé, plus il sera clair, à l'inverse plus son numéro atomique est bas, plus il sera foncé. Afin d'identifier la nature précise des éléments chimique composant l'échantillon, il est nécessaire d'analyser l'émission de rayons X que les atomes excités par le faisceau d'électron produisent lorsqu'ils retournent à leur état d'équilibre. Ce rayonnement est enregistré par un détecteur placé dans la chambre du microscope, selon sa puissance et sa longueur d'onde il permet l'identification de l'élément chimique atteint par le faisceau incident. Nos analyses ont été effectuées en utilisant un microscope électronique à balayage Zeiss EVO 40.

Chapitre 3 : Etude typologique et technologique

Ce chapitre présente l'analyse technologique menée sur les artefacts analysés au cours de ce projet de recherche, ils sont divisés en différentes catégories selon leur typologie. Nous nous concentrerons tout d'abord sur les pointes et les poinçons, puis sur les biseaux, sur les fragments de partie mésiale d'outil, sur les perles et enfin sur la plaquette. Les données seront interprétées plus tard au cours du chapitre 6.

3.1. Les pointes et poinçons

Les pointes et poinçons sont définis comme des « objets allongés, pris soit sur os, soit sur bois de cervidé entier ou à demi ou partiellement fendu, soit sur baguette prélevée ; le façonnage peut être partiel ou total, les sections et longueurs sont variables ; l'extrémité distale est constituée d'une pointe plus ou moins acérée, quelque fois émoussée ou réaménagée ; la partie proximale peut être aménagée ou non » (Camps-Fabrer 1990a).

Notre assemblage en compte 17, nous pouvons les séparer en trois groupes distincts selon leur support : 10 ont été aménagées sur des segments diaphysaires d'os longs (ID2, ID4, ID6, ID8, ID9, ID11, ID12, ID18, ID19 et ID23+24), 5 sur des portions de côtes (ID1, ID3, ID7, ID16 et ID22) et 2 sur des esquilles non identifiables (ID5 et ID13). Notons que nous parlerons de l'artéfact ID23+24 puisque, bien qu'ils possèdent deux numéros d'identification différents et ont donc été rentrés l'un après l'autre dans notre base de donnée, il s'agit d'un seul et même outil.

3.1.1. Les pointes sur segment diaphysaire d'os long

Les outils compris dans ce groupe présentent tous des bords droits et lisses qui convergent régulièrement vers l'apex, ils sont également assez étroits et leurs sections sont toujours subquadrangulaires ou elliptiques. Les objets ID2 et ID4 présentent une partie proximale régularisée, l'artéfact ID23+24 porte encore une partie d'épiphyse tandis que les outils restants se terminent en pan de fracture ancien. Notons également que ce groupe n'est pas très homogène, si leur longueur moyenne est de 60,1mm, la plus petite pointe mesure 26mm tandis que la plus grande mesure 112mm (tab.3.1.1.1). La longueur de la partie aménagée est aussi très variable selon les pièces, elle oscille entre 7mm et 22mm avec une

moyenne de 15,9mm. La largeur et l'épaisseur maximum sont plus similaires, d'autant plus que la valeur 11 associée à la largeur maximum de l'ID23+24 est due à la conservation d'une partie de l'épiphyse.

ID	Longueur max (mm)	Largeur max (mm)	Epaisseur max (mm)	Longueur partie aménagée (mm)
2	38	5	4	9
4	34	3	3	9
6	26	5	2	12
8	35	6	3	20
9	46	6	4	20
11	57	8	6	20
12	58	5	4	7
18	104	8	4	22
19	91	9	6	22
23 + 24	112	11	6	11
Moyenne	60,1	6,6	4,2	15,9

tab. 3.1.1.1.1. Dimensions des pointes sur segment diaphysaire d'os long

En ce qui concerne la séquence de fabrication de ces artefacts, aucun d'entre eux ne présente de stigmates que nous pourrions associer à une quelconque étape de débitage. Au vu de la nature des pièces, nous pouvons néanmoins affirmer l'existence de celle-ci puisqu'il est peu probable que ces pointes aient été façonnées directement.

L'étape du façonnage est quant à elle bien représentée, tous les artefacts de cette catégorie portent de nombreuses stries de raclage ainsi que des plages de stries d'abrasion. Au cours de ce chapitre, les stries de raclage définiront toujours un ensemble de longues stries parallèles entre elles, et positionnées en oblique ou dans l'axe de l'ossement travaillé. Les stries caractéristiques de l'abrasion sont quant à elles regroupées en des plages rugueuses, elles peuvent être droites ou circulaires selon le sens du mouvement effectué. Ces techniques

ont toutes les deux été utilisées sur les mêmes objets, seul l'ID4 ne porte aucune trace de raclage tandis que l'ID8 ne présente aucune surface abrasée. A part pour l'ID18, qui est le seul artefact de cette catégorie présentant des traces d'abrasion superposées à des stries de raclage, ces techniques ont toujours été utilisées sur des parties différentes des objets.

Nous pouvons associer le raclage à la régularisation des longues surfaces des diaphyses, ainsi que des cavités médulaires et de leurs contours. En revanche, l'abrasion a été utilisée ponctuellement, comme pour abaisser un relief présent sur l'os ou pour arrondir les angles des pièces. Notons également que les extrémités distales des artefacts ID2, ID6, ID8, ID11, ID18 et ID23+24 portent encore les stries du raclage qui les a formées (fig. 3.1.1.1.), tandis que celle de l'outil ID4 a été réalisée en abrasant la surface (fig.3.1.1.2.).



fig. 3.1.1.1. Stries de raclages sur la pointe de la pièce ID11 presque effacées par un poli



fig. 3.1.1.2. Stries d'abrasion sur la pointe de la pièce ID4

Aucune opération de finition ou de réaffûtage n'a pu être identifiée, en revanche certaines pièces présentent l'évidence d'un traitement thermique en partie distale (ID18), en partie proximale (ID2 et ID11) ou bien sur toute leur surface (ID6, ID9 et ID23+24). Mis à part l'objet ID6 qui présente une coloration noire très accentuée, aucune industrie n'a été chauffée à une température excédant les 400C° (Shipman *et al.* 1984). Les transformations que cette étape a induit sur leur matière sont ainsi très discrètes et n'ont probablement pas modifié leurs propriétés fonctionnelles (Sidéra 2000).

3.1.2. Les pointes plates prises sur côte

Encore une fois, tous les artefacts compris dans ce groupe présentent des bords rectilignes et parallèles aux contours nets, ils sont en revanche plus larges que ceux du groupe précédent. Leur partie mésiale présente une section qui est toujours plano-convexe ou subrectangulaire. Trois d'entre eux disposent d'une face inférieure portant encore le tissu spongieux, il a été régularisé à chaque fois. Les artefacts ID1 et ID22 sont les seuls avec une

extrémité proximale aménagée, les autres outils se terminent par un pan de fracture ancien. Si la morphologie de ces pièces est assez similaire leurs dimensions varient beaucoup, notons notamment la différence entre la longueur maximum de l'artéfact ID3 et celle de l'artéfact ID7 (tab. 3.1.2.1.).

ID	Longueur max (mm)	Largeur max (mm)	Epaisseur max (mm)	Longueur partie aménagée (mm)
1	93	9	5	13
3	47	10	4	12
7	114	22	7	64
16	69	13	3	X
22	65	11	3	30
Moyenne	64,8	13	4,4	29,75

tab. 3.1.2.1. Dimensions des pointes plates prises sur côte

Encore une fois, aucun stigmaté lié à une étape de débitage n'a pu être identifié, nous pouvons néanmoins affirmer qu'au vu du type d'ossement utilisé le façonnage n'a pas pu être fait directement. Nous proposons ainsi l'existence d'une étape durant laquelle la côte a été fendue dans le plan d'aplatissement de l'os (Camps-Fabrer 1990b).

Le raclage et l'abrasion sont encore les techniques qui ont laissées le plus de stigmates sur les os, elles sont à nouveau associées à l'étape de façonnage de ces outils. L'abrasion a été uniquement utilisée afin de mettre en forme les extrémités distales des artéfacts ID1, ID3 et ID22 (fig. 3.1.2.1., fig. 3.1.2.2.). Leur partie mésiale a quant à elle été régularisée par raclage



fig. 3.1.2.1. Stries d'abrasion sur la pointe de la pièce ID3

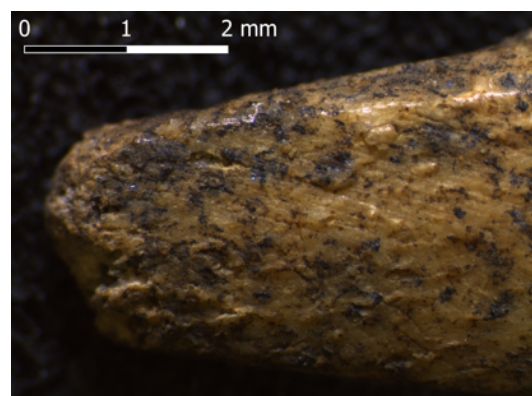


fig. 3.1.2.2. Stries d'abrasion sur la pointe de la pièce ID1

(fig. 3.1.2.3.). L'artéfact ID7 ayant été très affecté par la taphonomie, il a malheureusement été impossible d'observer des stigmates sur sa surface puisqu'elle est recouverte d'un dépôt de calcium blanc. Il est parfois coloré en noir ou en roux à cause des oxydes de fer et de manganèse présents dans le sol de la grotte. Notons également que cet outil est le seul de cette catégorie à porter l'évidence d'une exposition à une source de chaleur modérée au niveau de sa partie distale. Enfin, concernant l'objet ID16, il porte uniquement des stries de boucherie ainsi qu'une trace imprimée par un grain de sable lors du piétinement de la couche dans laquelle il se trouvait (fig. 3.1.2.4.).

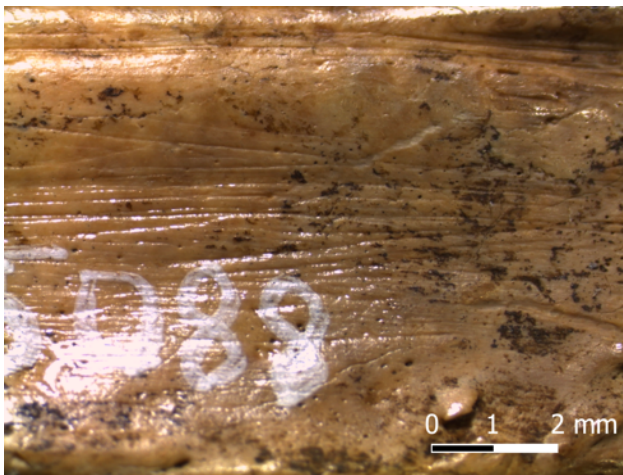


fig. 3.1.2.3. Stries de raclage sur la partie mésiale de la pièce ID22

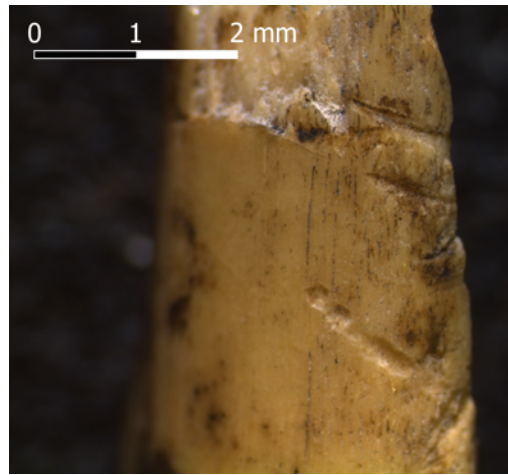


fig. 3.1.2.4. Stries de boucherie et marque de trampling sur l'extrémité distale de la pièce ID16

3.1.3. Les poinçons d'économie

Sont regroupés sous ce terme tous les objets en matière dure animale façonnés à partir d'une esquille sans forme prédéterminée et sur laquelle une pointe a été volontairement aménagée (Camps-Fabrer 1990c). Les deux industries osseuses rentrant dans cette catégorie ont une forme courbée, l'ID5 présente également des bords régularisés en partie mésio-distale. Elles se terminent toutes les deux par un pan de fracture ancien et leurs dimensions sont à peu près similaire.

A nouveau, la première étape de la chaîne opératoire que nous pouvons identifier sur ces outils est celle du façonnage. Elle est matérialisée sur ces deux pièces par des stries de raclage visibles sur leurs parties mésiale et proximale, elles sont beaucoup plus nombreuses et prononcées sur l'artéfact ID5 (fig. 3.1.3.1.). Une plage d'abrasion est également visible sur la portion mésiale de cet outil. Aucune trace de traitement thermique n'a pu être identifiée.



fig. 3.1.3.1. Stries de raclage sur l'extrémité proximale de la pièce ID5

3.2. Les biseaux

Les biseaux sont des outils de forme simple dont la partie distale a été aménagée en biseau uni ou bifacial, ils peuvent être fabriqués à partir d'un os entier ou débité (Provenzano 1998). Notre assemblage compte 2 outils correspondant à ce type, il s'agit des artefacts ID10 et ID33. Le premier est un biseau bifacial aux bords subparallèles convergents vers son extrémité distale qui est orientée dans l'axe longitudinal de l'ossement. Le second est un biseau simple aux bords subparallèles courbés et à l'extrémité distale déjetée. Leurs sections distale et mésiale sont elliptiques et leur extrémité proximale consiste en un pan de fracture ancien.

Mis à part la pièce ID7 dont il a déjà été question plus haut, ces deux artefacts sont les ossements les plus endommagés de notre assemblage, ils présentent une surface très poreuse et irrégulière sur laquelle il est difficile de distinguer des stigmates. Néanmoins, nous avons pu identifier des plages d'abrasion sur les deux faces du biseau de l'objet ID10, nous pouvons ainsi affirmer qu'il s'agit de la technique utilisée pour le façonnage de la partie active de la pièce (fig. 3.2.1.). L'artefact ID33 présente également des stries très fines, mais elles sont uniquement concentrées en des plages extrêmement réduites qui ne semblent pas être liées les unes aux autres (fig. 3.2.2.). Pour ces raisons, nous ne pouvons pas les considérer comme des stigmates résultant d'une application volontaire d'une technique. Aucune étape de traitement thermique ou de finition n'a pu être restituée.

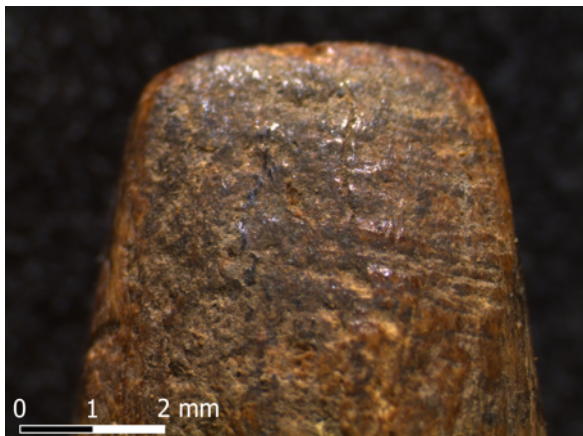


fig. 3.2.1. Stries de raclage sur le biseau de la pièce ID10



fig. 3.2.2. Stries non identifiées présentes sur toute la surface de la pièce ID33

3.3. Les fragments de partie mésiale d'outils

Nous proposons de définir les artefacts compris dans ce groupe comme des portions d'ossement de forme simple dont les extrémités, bien que larges et épaisses, se terminent brusquement par un pan de fracture, tandis que leur partie mésiale porte les stigmates de l'application volontaire d'une technique.

Les artefacts ID17 et ID20 peuvent être classés dans cette catégorie, ils présentent tous les deux des bords parallèles et réguliers ainsi qu'une section mésiale polygonale. Leurs pans de fracture sont irréguliers et anciens.

Encore une fois, si aucun stigmate caractéristique d'une technique associable à une étape de débitage n'a pu être identifiée, toute la longueur de ces deux objets porte des traces de raclage et d'abrasion. Les plages d'abrasion sont les plus nombreuses (fig.3.3.1. et fig. 3.3.2.), elles sont uniquement localisées sur les faces des artefacts, tandis que les stries de raclage sont à la fois présentes sur le profil de l'ID17, et sur la face de l'ID20 en juxtaposition avec les stigmates d'abrasion.

Aucun traitement thermique n'est visible sur ces objets, en revanche leur surface a été très affectée par les oxydes de manganèse et de fer présents dans le sol de la grotte.

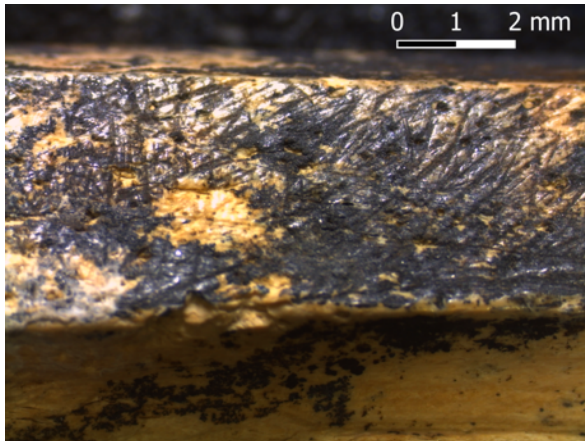


fig. 3.3.1. Plage de stries d'abrasion sur la face de la pièce ID20

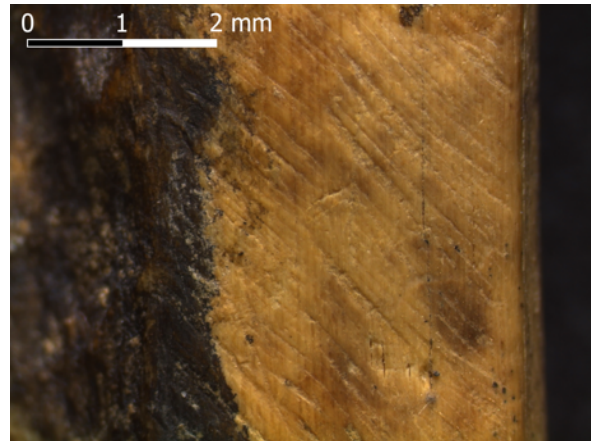


fig. 3.3.2. Plage de stries d'abrasion sur la face de la pièce ID17

3.4. Les perles

Les perles sont définies comme « des objets entièrement façonnés en matière dure animale, de forme compact généralement circulaire, d'épaisseur variable et de profil le plus souvent parfaitement circulaire, et à perforation centrale » (Barge-Mahieu 1991).

L'assemblage que nous avons étudié en compte 5, elles sont identifiées sous les ID 26, 27, 28, 29 et 30. Notons que la perle ID26 a été mise au jour au cours des fouilles de 1998, soit onze années après les quatre autres, le carré et la couche archéologique dans laquelle elle se trouvait n'ayant pas été renseignés, il est difficile d'affirmer que tous ces objets faisaient initialement partie du même ensemble.

Cette catégorie d'artéfact est la plus homogène de l'assemblage que nous avons étudié, aussi bien d'un point de vu dimensionnel que morphologique (tab. 3.4.1.). Chaque perle présente une face perforée ovale ainsi qu'une section rectangulaire. Leurs bords sont toujours rectilignes, à l'exception de ceux de l'ID28 qui sont légèrement concaves puisqu'elle est réalisée sur une portion de diaphyse s'élargissant à proximité de l'épiphyse. Leur diamètre est également similaire à 1mm près, c'est aussi le cas de leur épaisseur qui oscille entre 27mm et 28mm, mis à part pour l'ID27 qui ne mesure que 23mm.

ID	Diamètre (mm)	Epaisseur (mm)
26	6	28
27	6	27
28	7	28
29	7	23
30	6	27
Moyenne	6,4	26,6

tab. 3.4.1. Dimensions des perles

Quatre perles présentes dans l'assemblage étudié ont été fabriquées à partir d'ossements longs d'oiseau, probablement de la famille des Anatidae (Leach, 1820), il s'agit des pièces ID26, ID27, ID28 et ID30. Elles portent à leurs extrémités des sillons profonds, épais et perpendiculaires à l'axe longitudinal de l'ossement, ces stigmates sont caractéristiques de la technique du sciage qui a été appliquée afin de diviser l'os en portions (fig. 3.4.1.). Les sillons présents sur la perle ID28 sont particulièrement remarquables, ils sont très nombreux et se chevauchent, témoignant ainsi de la difficulté inhérente au travail de la matière osseuse (fig. 3.4.2.). La pièce ID29 a quant à elle été réalisée à partir de la diaphyse d'un os long de petit mammifère, elle ne porte aucune trace de débitage.

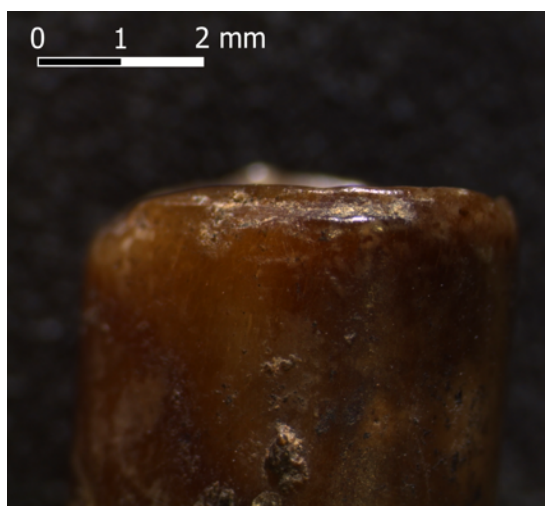


fig. 3.4.1. Strie de sciage présente sur une des extrémités de la pièce ID26

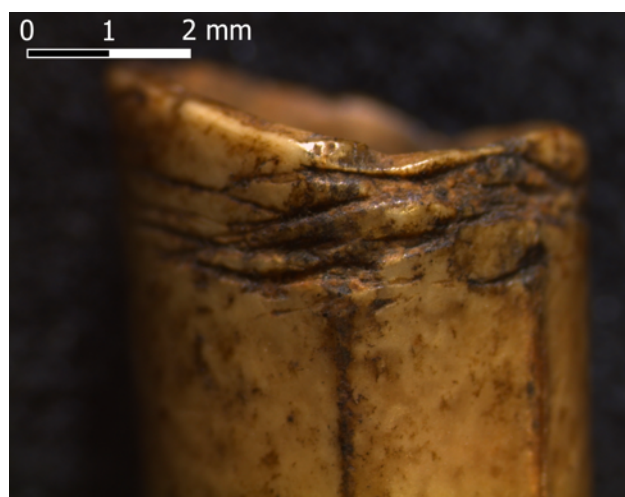


fig. 3.4.2. Multiples stries de sciage présentes sur tout le pourtour des extrémités de la pièce ID28

En ce qui concerne le façonnage de ces pièces, seule la perle ID29 présente plusieurs plages de stries d'abrasion, elles sont localisées sur son fût ainsi que sur chacune de ses faces

perforées (fig. 3.4.3. et fig. 3.4.4.). Les perforations de l'ensemble des perles sont naturelles, elles correspondent au canal médullaire de l'os exploité. Si le diamètre des perles ne varie presque pas entre elles, celles réalisées à partir d'ossements d'oiseau présentent des parois plus fines et donc une perforation plus large. Ce caractère est dû au fait que les espèces volantes de la classe des Aves (Linné, 1758) possèdent des os creux permettant de rendre leur squelette plus léger.

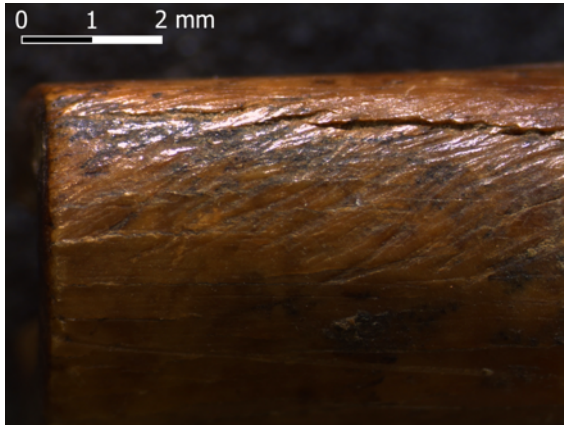


fig. 3.4.3. Plage de stries d'abrasion présente sur le fût de la pièce ID29

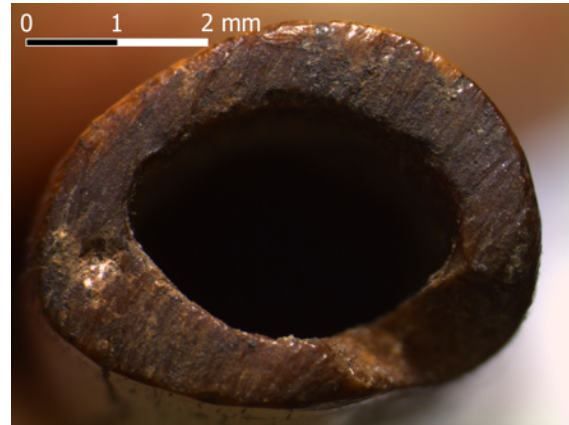


fig. 3.4.4. Stries d'abrasion présentes sur une des faces de la pièce ID29

Toutes les perles analysées présentent des stigmates que nous pouvons associer à une étape de traitement thermique de la matière. L'intensité de celle-ci a varié selon les pièces : elle n'a été que marginale sur l'ID28, modérée sur l'ID27, intrusive sur l'ID29 et couvrante sur les perles ID26 et ID30. Ces deux dernières pièces ayant été chauffées à coeur, la matrice de leur os s'est modifiée, leur surface semble ainsi beaucoup plus lisse, fine et brillante. Elles ont également pris une couleur avec un ton froid, ce qui indique qu'elles ont été chauffées à plus de 400°C (Shipman et al. 1984). Les trois autres perles ne présentent qu'un changement de coloration plus ou moins léger. Remarquons néanmoins que si la chaleur n'a sans doute pas impacté la structure de leur matière, ces pièces présentent pourtant un léger poli qui pourrait être dû à l'existence d'une étape de finition au sein de leur chaîne opératoire.

A l'exception de l'artéfact ID29, toutes les perles analysées présentent des bords très fins et émoussés, comme si elles avaient été portées (fig. 3.4.5. et fig. 3.4.6.).

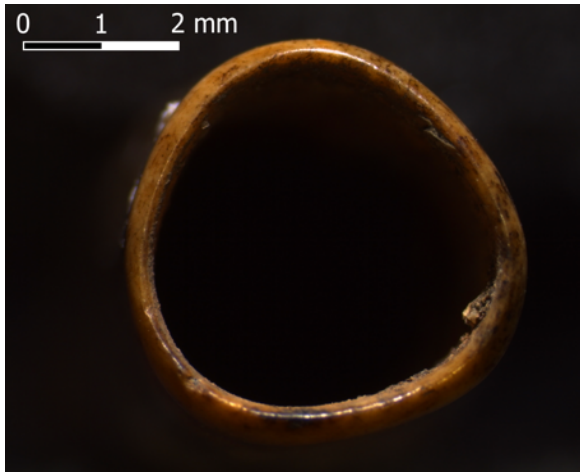


fig. 3.4.5. Bord de la perle ID27 présentant un poli ainsi qu'un arrondissement peut être lié au port de l'objet

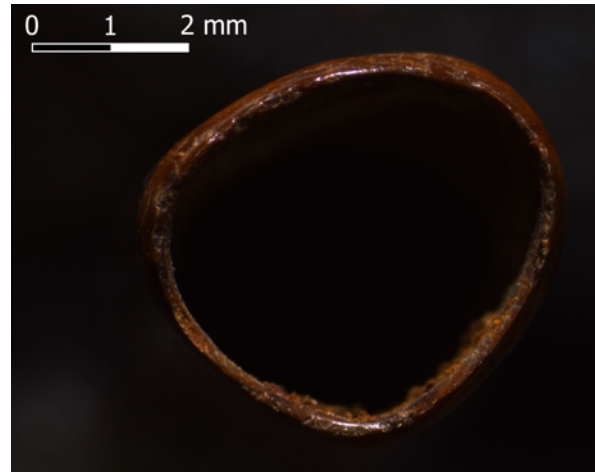


fig. 3.4.6. Bord de la perle ID30 présentant un poli et un arrondissement similaires

3.5. La plaquette

L'assemblage que nous avons étudié comporte un artéfact très particulier que nous avons choisi de définir sous le terme de « plaquette » au vu de sa morphologie. Il s'agit de la pièce ID21, qui consiste en une portion de côte très fine, plate et ornée de 19 cupules dont 10 parfaitement intactes. Sa longueur maximale est de 48mm, sa largeur de 18mm et son épaisseur de 3mm. Elle est délimitée à ses deux extrémités par des pans de fracture irréguliers et obliques. Les motifs circulaires qui l'ornent ont tous un diamètre de 2mm environ, ils sont rehaussés de pigments rouge-orangés.

Bien qu'aucun stigmate lié à une quelconque opération de débitage ne puisse être observé sur cette pièce, nous supposons que la côte ayant servi de support a dû être scindée en deux. Si quelques stries de raclage sont visibles sur la face supérieure de la pièce, elles ne sont ni répétées, ni très concentrées, nous hésitons ainsi à les attribuer à une étape de façonnage volontaire de la pièce. Il pourrait en effet s'agir de traces laissées inconsciemment lors de la préparation de l'os (fig. 3.5.1.). Les cupules réalisées dans la matière osseuse sont très régulières, elles forment des cercles presque parfaits avec un fond bien visible (fig. 3.5.2.). Aucune butée n'est visible sur leurs parois qui sont peu profondes. Concernant les pigments déposés en fine couche dans leur fond, ils sont quant à eux analysés au cours du chapitre 5.

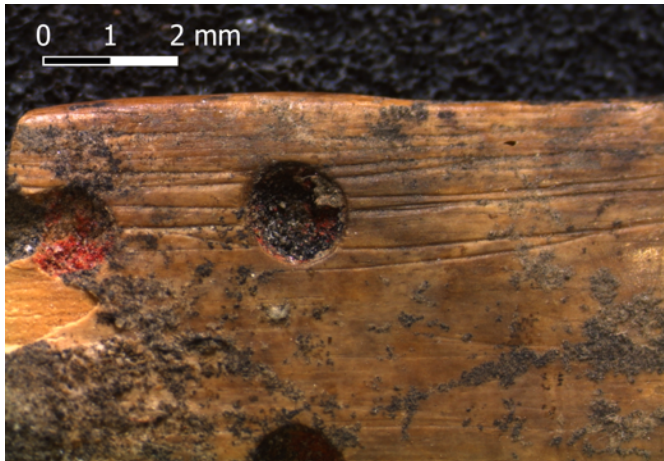


fig. 3.5.1. Stries de raclage présentes sur la face supérieure de la pièce ID21

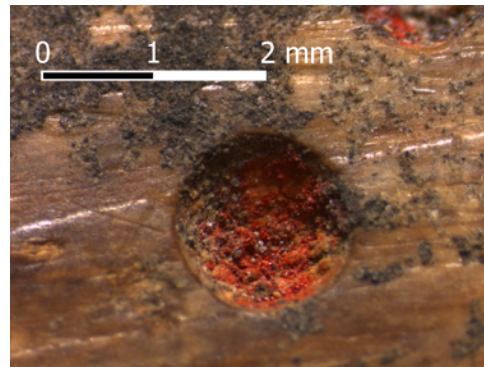


fig. 3.5.2. Une des cupules présentes sur la face supérieure de la pièce ID21

Cette plaquette présente sur sa face supérieure une zone légèrement plus brune que le reste de la pièce, elle est probablement due à une exposition modérée à une température située entre 285C° et 400C° (*ibid.*). De nombreux résidus noirs sont également déposés sur sa surface, certains se trouvent superposés aux pigments couvrant le fond des perforation. Ils ont également fait l'objet d'analyses archéométriques détaillées au cours du chapitre 5.

3.6. Les artefacts de type inconnu

Deux pièces de l'assemblage étudié ne semblent correspondre à aucun type particulier d'industrie osseuse, il s'agit des pièces ID25 et ID31.

La première consiste en une portion de côte scindée, elle provient d'une partie du site qui a été remanié. Sa plus grande longueur mesure 96mm, sa largeur 14mm et son épaisseur 5mm, il s'agit ainsi d'une pièce très longue et relativement étroite dont les deux faces sont plates. Son bord gauche est rectiligne tandis que le droit présente deux convexités et deux dépressions, ils convergent tous les deux vers une extrémité distale relativement pointue. Son extrémité proximale est constituée par un pan de fracture très irrégulier.

La face inférieure de cette côte porte un cône de percussion, il est visible à quelques millimètres du bord droit (fig. 3.6.1.). Ce stigmatisme indique qu'au cours du débitage, une technique de percussion a été appliquée afin de scinder l'os en deux.

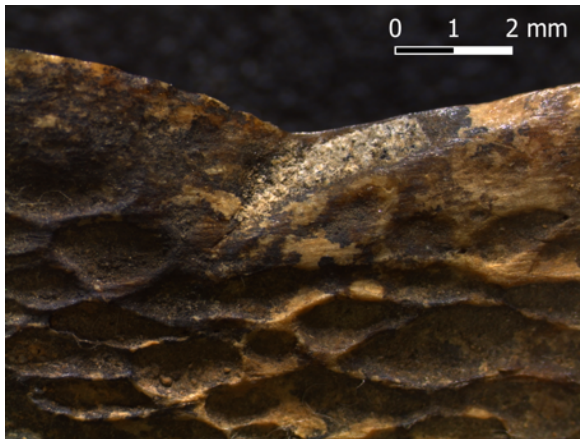


fig. 3.6.1. Cône de percussion présent sur la face inférieure de la pièce ID25

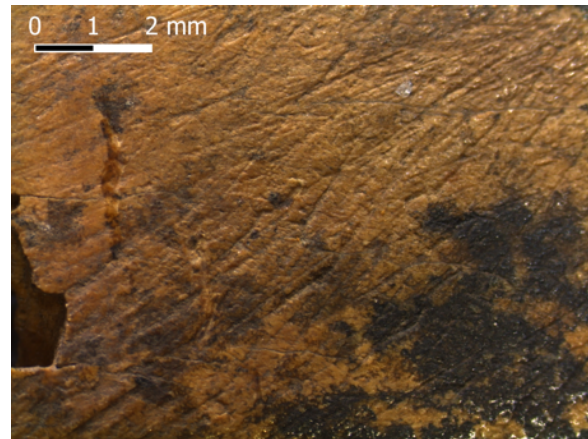


fig. 3.6.2. Stries d'abrasion présentes sur la face supérieure de la pièce ID25

Concernant le façonnage de cette pièce, des stries de raclage peuvent être observées sur la partie distale de l'objet, mais elles ne vont pas jusqu'à sa pointe qui semble émoussée. Ses parties mésiales et proximales portent quant à elles des plages d'abrasion, ainsi que quelques traces laissées par des grains de sable lors du piétinement de la couche dans laquelle l'artéfact reposait (fig. 3.6.2.). Il est également constellé de tâches rousses et noires, probablement dues aux oxydes de manganèse et de fer présents dans le sol de la grotte.

L'artéfact ID31 consiste quant à lui en un fragment d'os long, il a été retrouvé le même jour et à la même localisation que les quatre perles ID27, ID28, ID29 et ID30. Il mesure 20mm de long, 6mm de large et 4mm d'épaisseur, ses bords sont rectilignes et ils se terminent brusquement en deux pans de fracture irréguliers. L'ossement ne présentant aucune cavité médullaire, nous pensons qu'il appartient à un fœtus.

Cette pièce porte des stries de raclage sur la totalité de sa surface (fig. 3.6.3.). Elle présente également une coloration sombre très hétérogène, sans doute liée à une exposition prolongée à une température située entre 285C° et 400C° (*ibid.*).

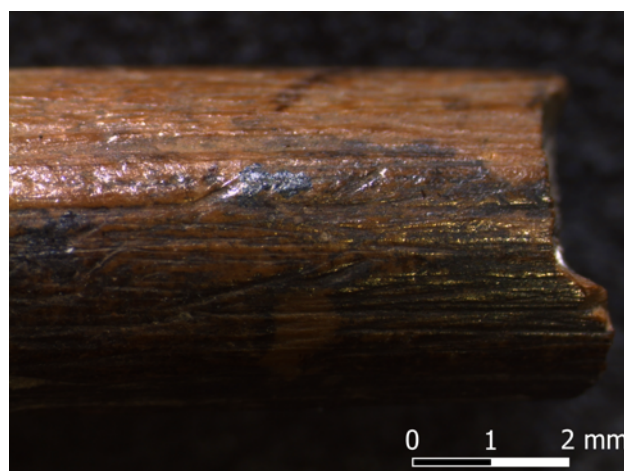


fig. 3.6.3. Stries de raclage présentes sur la surface de la pièce ID31

Chapitre 4 : Activité expérimentale

Ce chapitre va s'attacher à détailler l'expérimentation menée dans le cadre de ce projet de recherche ainsi que les données qui en ont été tirées. Bien que cette activité expérimentale ait été divisée en deux parties, elle était toujours centrée sur la production de petites cupules dans la matière osseuse, elle s'inscrit ainsi dans la continuité de l'étude technologique de la plaquette ornée (ID21).

Dans un premier temps, l'objectif était de comprendre la différence entre les traces laissées sur un os par un même type d'outil lorsque le mouvement de rotation induit par le poignet changeait. Nous voulions ensuite observer les caractéristiques des perforations effectuées sur un os par des outils différents utilisés en effectuant le même mouvement.

Les outils employés ayant varié au cours de l'activité expérimentale, nous les détaillerons au fur et à mesure des parties de ce chapitre. En ce qui concerne les supports, nous avons choisi d'utiliser deux côtes de boeuf puisqu'il s'agit de l'élément anatomique à partir duquel l'artéfact ID21 a été réalisé. Puisque les références bibliographiques insistent toujours sur la différence qui existe entre le travail de la matière osseuse fraîche et celui de la matière osseuse sèche, nous avons choisi d'appliquer notre expérimentation à une côte sèche



fig. 4.a. Côte de boeuf fraîche utilisée en tant que support (après sa préparation)



fig. 4.b. Côte de boeuf sèche utilisée en tant que support (absence de préparation)

ainsi qu'à une côte fraîche (fig. 4.a. et 4.b.). Si la première était déjà prête à être utilisée, la seconde a dû être décongelée durant une nuit. Le lendemain, elle a été préparée en raclant la chair restante ainsi que le périoste à l'aide de cinq éclats de silex frais. Les ossements étaient toujours placés à plat sur une table afin que l'expérimentateur adopte la position la plus possible tout au long de l'activité expérimentale. L'idée était de réduire ainsi l'impact du positionnement sur les résultats obtenus.

4.1. Variation du mouvement

Cette première partie de l'activité expérimentale a été réalisée en utilisant comme outils quatre perçoirs en silex fraîchement taillés (fig. 4.1.1.). Si leurs dimensions totales ainsi que leur morphologie étaient relativement variables, leur partie active était similaire. Deux perçoirs présentaient ainsi une pointe de 1mm de long sur 0,5mm de large, tandis que les deux derniers avaient une pointe de 2mm de long sur 1mm de large. Nous avons donc utilisé pour le même mouvement une fois un perçoir du premier groupe, la seconde fois un perçoir du second. Les quatre outils ont été testés sur l'os frais ainsi que sur l'os sec.

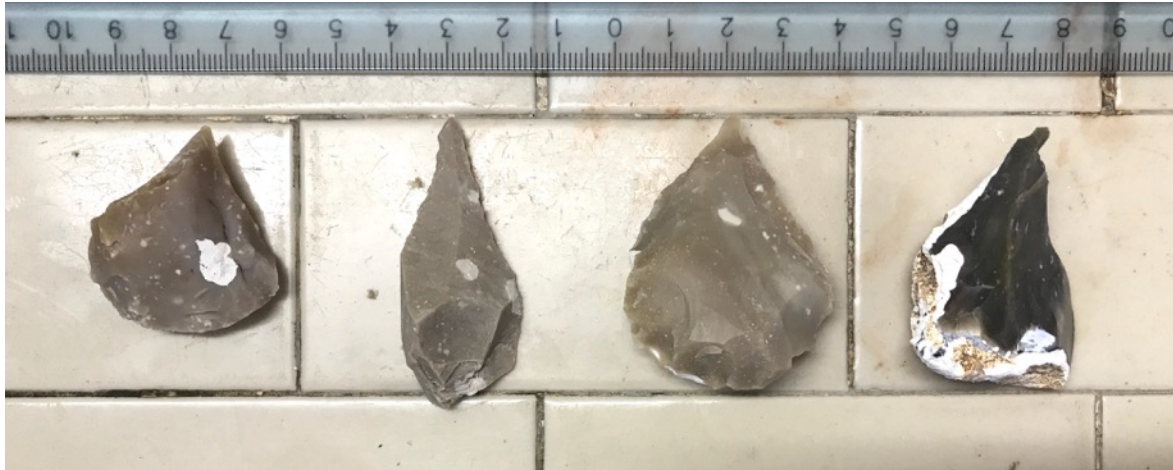


fig. 4.1.1. Quatre perçoirs en silex utilisés au cours de cette activité expérimentale

4.1.1. Rotation d'un demi-tour de poignet sur os frais

Cette technique a été réalisée en appliquant les deux perçoirs à un angle de 90° (fig. 4.1.1.1.). Cet angle a été choisi puisque c'est sans doute celui qui a été utilisé lors de la fabrication de la plaquette ID21, le point le plus profond des cupules présentes sur cette pièce se trouvant au centre des perforations.



fig. 4.1.1.1. Activité de perçage réalisée sur os frais selon une demi-rotation du poignet et un angle d'environ 90°

Le premier mouvement que nous avons effectué a consisté en une série de demi-rotation de poignet, dans un sens puis dans l'autre, il s'agit d'un geste confortable dont la réalisation semble assez naturelle. Les deux cupules que nous voulions produire ont été réalisées en moins de 30 secondes ce qui était beaucoup plus rapide que ce que nous pensions, la position du poignet n'a pas variée durant tout le long. La matière osseuse est détachée sous forme de poudre et de micro flocons. Les cupules produites présentent une forme bien arrondies, leur fond possède un diamètre assez important, il est bien visible à chaque fois malgré le fait que les deux perçoirs présentaient des pointes de dimensions différentes (fig. 4.1.1.2. et 4.1.1.3.). Bien que plates, les parois des perforations portent de nombreuses stries très fines et parallèles entre elles, elles courent sur toute la circonférence de la cupule. Il s'agit des stigmates secondaires associés à cette technique, elles sont également visibles sur le fond des perforations. Les sections affectées par ces perforation forment un U. Nous pouvons également remarquer que les parois portent en un endroit une accumulation de matière osseuse formant comme marche, qui indique ainsi le moment où le poignet a terminé sa course et a commencé sa rotation dans le sens inverse.

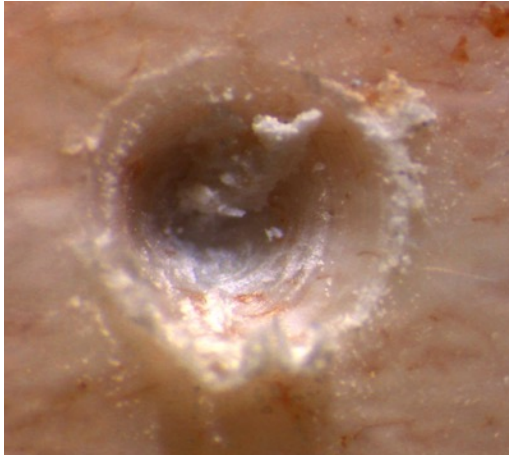


fig. 4.1.1.2. Cupule réalisée sur os frais avec un perçoir en silex selon une demi-rotation du poignet

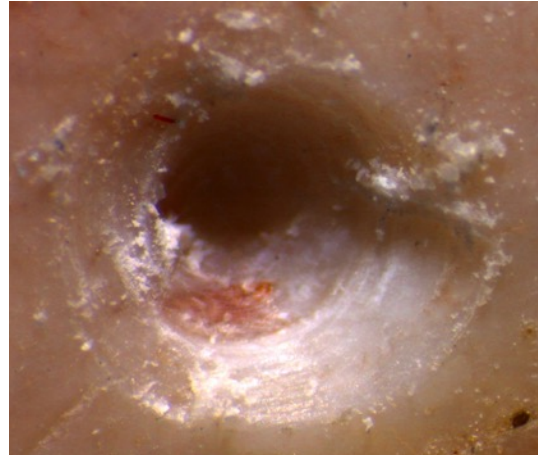


fig. 4.1.1.3. Autre cupule réalisée selon la même technique

4.1.2. Rotation d'un demi-tour de poignet sur os sec

Encore une fois les deux perçoirs utilisés ont été appliqués suivant un angle de 90° en effectuant plusieurs demi-rotation du poignet. Le mouvement était similaire à celui réalisé précédemment, la personne l'ayant effectué avait à nouveau pour consigne de ne pas repositionner son poignet ou l'outil durant la réalisation de l'activité (fig. 4.1.2.1.).



fig. 4.1.2.1. Activité de perçage réalisée sur os sec selon une demi-rotation du poignet et un angle d'environ 90°

Cette fois-ci la réalisation des deux cupules a nécessité un peu plus de temps puisque les perçoirs glissaient légèrement sur la surface très lisse de la côte, elles ont néanmoins été

percées en moins d'une minute. Le mouvement était quant à lui toujours aussi confortable et naturel, même s'il a nécessité plus de force.

La matière osseuse a été éliminée sous forme d'une poudre très fine, les cupules présentent ainsi des contours mieux délimités (fig. 4.1.2.2. et 4.1.2.3.). Leur forme est en revanche moins arrondie à cause du glissement de l'outil durant la réalisation du mouvement, elles sont également plus larges et moins profondes que celles réalisées précédemment. A nouveau, chacune des perforations présente un fond très large que l'on peut facilement distinguer à l'oeil nu. Leurs pans sont lisses, il portent les stries très fines que nous avons remarquées précédemment mais elles sont beaucoup plus visibles que sur l'os frais. Les sections formées par les pans et le fond des cupules forment un U ouvert. L'endroit où le poignet est arrivé en fin de course est cette fois ci indiqué par une légère encoche dans la forme de la cupule, la rendant ainsi moins arrondie.

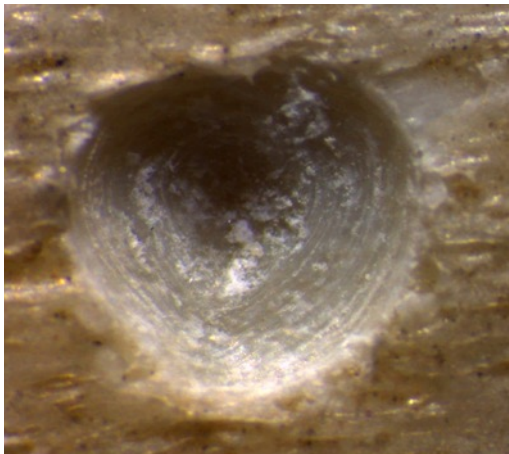


fig. 4.1.2.2. Cupule réalisée sur os sec avec un perçoir en silex selon une demi-rotation du poignet

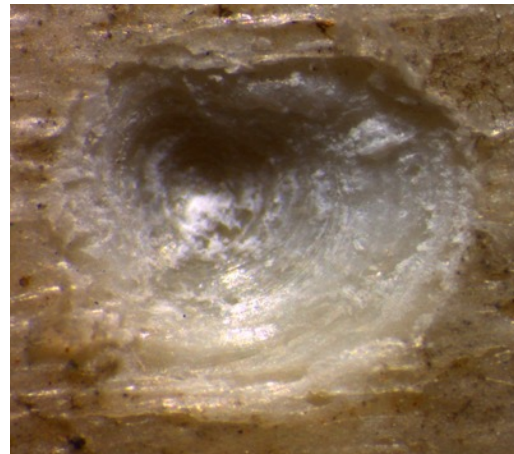


fig. 4.1.2.3. Autre cupule réalisée selon la même technique

4.1.3. Rotation d'un tour complet de poignet sur os frais

A nouveau, la force a été appliquée à travers des perçoirs qui étaient orientés selon un angle d'environ 90° par rapport à la surface de l'os. Le mouvement effectué était quant à lui beaucoup plus long, il s'agissait de tourner le poignet au maximum dans un sens, jusqu'à ce qu'il arrive en fin de course, puis de repartir dans l'autre. Effectuer ce geste demande un effort particulier, et il ne peut être réalisé trop rapidement sans risquer de déplacer l'outil.

Comme nous l'avions anticipé, la réalisation des deux cupules a été assez pénible, causant assez rapidement une gêne au niveau du poignet. Sur côte fraîche, cette opération a nécessité environ une minute, elle a permis l'élimination de la matière osseuse sous forme de petits flocons. La perforation réalisée avec un perceur ayant une partie active plus fine est beaucoup plus nette que celle effectuée avec le perceur plus épais, ses contours sont bien définis (fig. 4.1.3.1. et 4.1.3.2.). Les deux cupules étant moins profondes que les précédentes, elles présentent un fond bien visible qui semble presque plat tant son diamètre est important. A nouveau, les parois des perforations portent de nombreuses stries qui s'étendent sur toute leur circonférence. Les fonds et les parois forment dans les deux cas une section en U. Les cupules présentant une forme très régulière et parfaitement arrondie, il est impossible de déterminer à quel endroit le poignet est arrivé en fin de course et a inversé sa rotation.

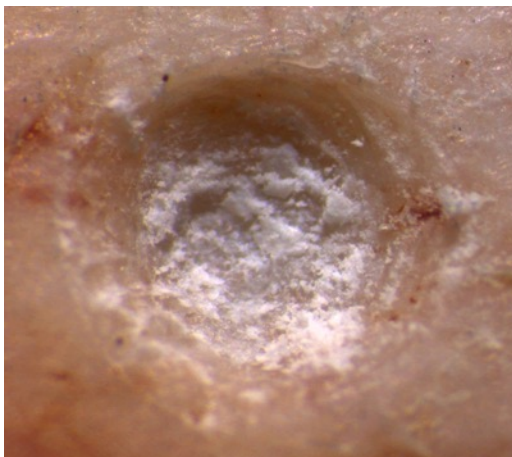


fig. 4.1.3.1. Cupule réalisée sur os frais avec un perceur en silex à la partie active plus fine selon une rotation complète du poignet

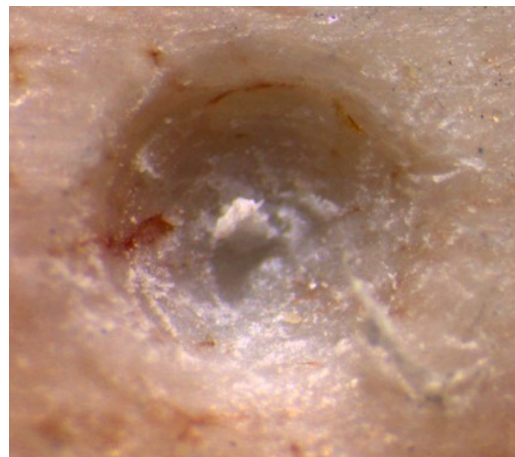


fig. 4.1.3.2. Cupule réalisée sur os frais avec un perceur en silex à la partie active plus épaisse selon une rotation complète du poignet

4.1.4. Rotation d'un tour complet de poignet sur os sec

La force a été appliquée sur l'os sec à travers deux perceurs utilisés selon un angle de 90° (fig. 4.1.4.1.). Le mouvement réalisé était similaire au précédent, il s'agissait d'effectuer plusieurs rotations complètes du poignet, dans un sens puis dans l'autre, sans modifier la position de l'outil.



fig. 4.1.4.1. Activité de perçage réalisée sur os sec selon une rotation complète du poignet et un angle d'environ 90°

Le percement des deux cupules a été compliqué par la surface très lisse de l'os sec sur lequel les perceurs glissaient, cela a rendu la réalisation du mouvement de rotation encore plus fatigant pour le poignet. L'os a néanmoins été perforé en moins d'une minute et demie du fait de l'élimination de la matière osseuse sous forme de poudre. Les cupules présentent des contours moins bien délimités, même si celle réalisée avec le perceur à la partie active plus fine a une forme arrondie (fig. 4.1.4.2. et 4.1.4.3.). Les pans des perforations sont assez douces, elles portent encore de nombreuses stries qui sont cette fois-ci beaucoup plus appuyées, ce qui leur donne un aspect moins lisse que précédemment. Le fond des cupules est à nouveau d'assez grande dimension, il se distingue à l'oeil nu. Ces deux éléments assemblés permettent de former une section en U ouvert. Enfin, si la forme des perforations n'est pas très régulière, il est impossible de déduire à quel endroit le poignet est arrivé en fin de course.

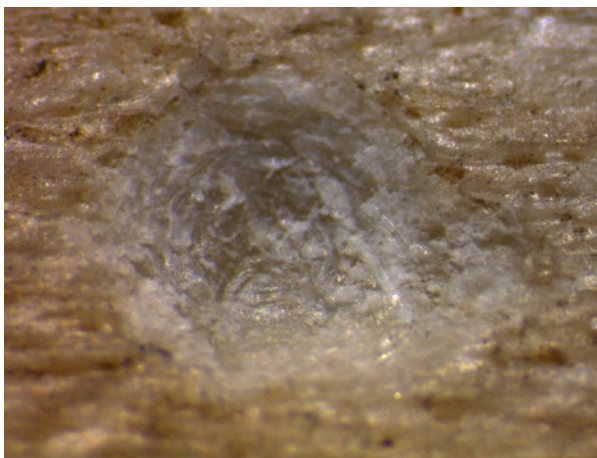


fig. 4.1.4.2. Cupule réalisée sur os sec avec un perceur en silex selon une rotation complète du poignet

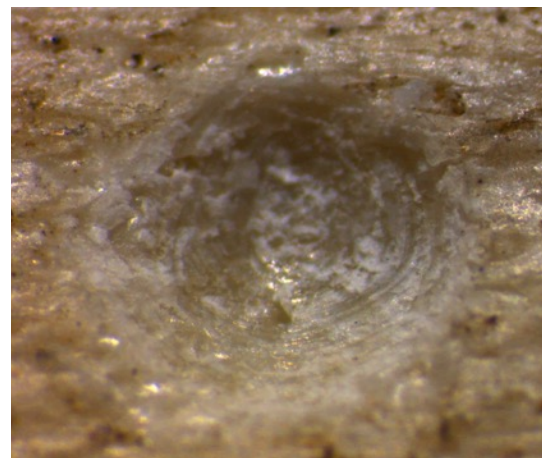


fig. 4.1.4.3. Autre cupule réalisée selon la même technique

4.2. Variation de l'outil

Cette seconde partie de l'activité expérimentale a été réalisée en utilisant quatre outils : un perçoir en silex à pointe fine, une lame de silex emmanchée présentant une extrémité distale similaire, une pointe en os et un couteau en fer. Mis à part le silex emmanché, tous les outils ont été utilisés en effectuant plusieurs mouvements de demi-rotation du poignet jusqu'à ce que la perforation recherchée présente une profondeur similaire à celle des cupules de la plaquette ID21. Nous avons pris le parti d'effectuer ce geste là puisque sa réalisation nous paraissait la plus naturelle et la moins contraignante pour le poignet. Elle demande également moins de force.

4.2.1. Perçoir en silex

Les données recueillies et exploitées au cours de cette partie sont similaires à celles présentées précédemment dans les sous parties « 4.1.1. Rotation d'un demi-tour de poignet sur os frais » et « 4.1.2. Rotation d'un demi-tour de poignet sur os sec ».

4.2.2. Silex emmanché

Cet outil a été positionné selon un angle de 90° par rapport à la surface de l'os travaillé (fig. 4.2.2.1.). Il a été maintenu en plaçant sa partie mésiale entre les paumes de deux mains jointes à plat, il a ensuite été actionné en les frottant l'une contre l'autre selon des gestes avec une faible ampleur. Les premiers essais ont été assez fastidieux puisqu'une fois l'outil en mouvement, l'os ne cessait de se déplacer à cause de la vitesse du silex qui était appliqué sur sa surface. Il a donc été nécessaire de bien caler les ossements sans cela aucune perforation n'aurait été possible.

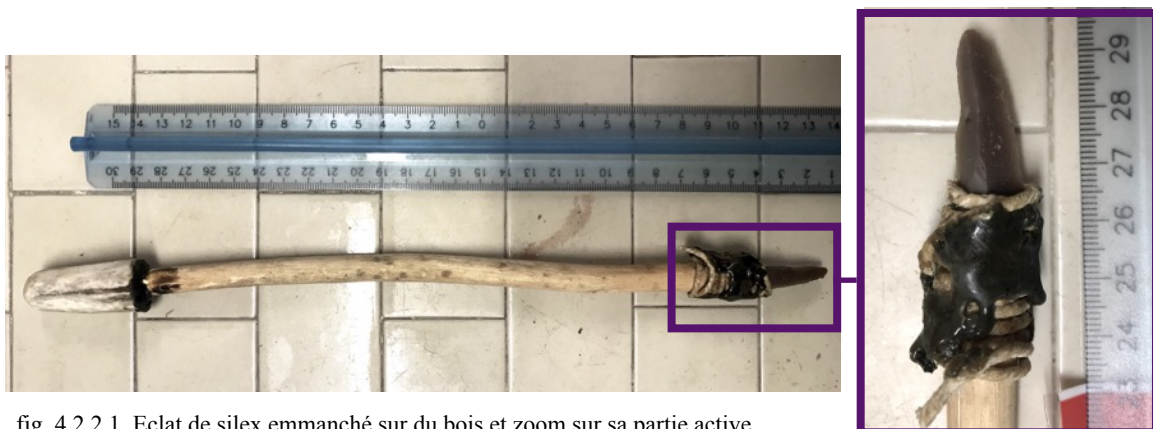


fig. 4.2.2.1. Eclat de silex emmanché sur du bois et zoom sur sa partie active

Dans le cas du travail de la matière osseuse fraîche, la cupule a été réalisée assez rapidement, en moins de 30 secondes. Sa forme est plus elliptique qu'arrondie, ses contours sont réguliers et ils ne présentent aucun amas de matière particulier (fig. 4.2.2.2.). Ses pans sont très lisses et assez raides, ils présentent des stries très fines qui sont peu visibles par rapport à celles laissées par les perçoirs en silex. Le fond de la cupule semble assez plat, sa forme est très arrondie et il porte un léger poli qui est également visible sur la surface des pans. La section affectée par les pans et le fond de la perforation forme un U ouvert.

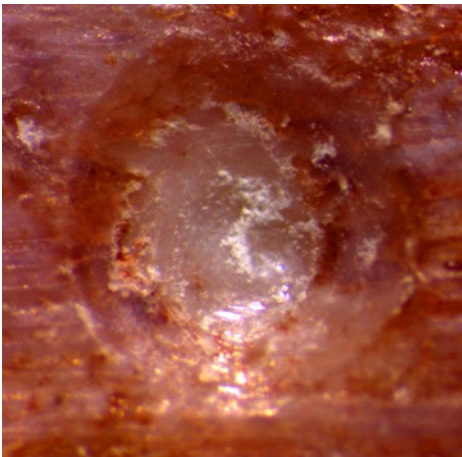


fig. 4.2.2.2. Cupule réalisée sur os frais avec un silex emmanché

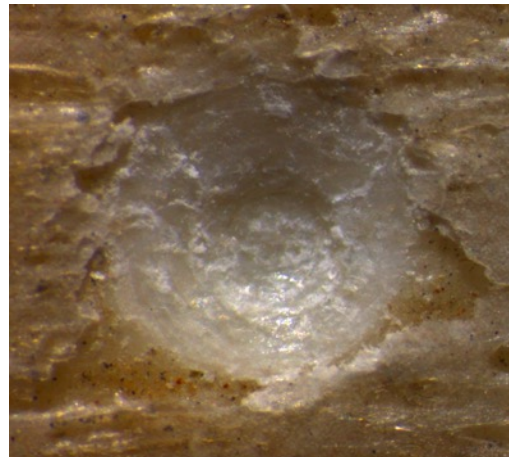


fig. 4.2.2.3. Cupule réalisée sur os sec avec un silex emmanché

Il n'y a pas eu de réel changement concernant le temps de réalisation de la cupule lorsque l'os utilisé en tant que support était sec, elle présente en revanche un aspect bien différent (fig. 4.2.2.3.). Son contour ainsi que son fond affectent une forme parfaitement arrondie et définie. Ses pans, toujours aussi lisses, portent encore une fois de nombreuses stries qui sont bien visibles, ainsi qu'un poli qu'on retrouve dans le fond de la cupule. La section ces deux éléments forment est en U ouvert.

4.2.3. Pointe en os

Cette pointe en os a été obtenue en abrasant une esquille relativement large et robuste sur une pierre à grain fin humidifiée, elle a été réaffûtée avant chaque utilisation (fig. 4.2.3.1.). A nouveau, l'outil a été appliqué selon un angle de 90° par rapport à la surface de l'ossement travaillé (fig. 4.2.3.2.).



fig. 4.2.3.1. Pointe en os



fig. 4.2.3.2. Activité de perçage réalisée sur un os sec à l'aide d'une pointe en os appliquée selon un angle d'environ 90°

Cet outil a bien fonctionné sur la côte fraîche, en moins de 40 secondes une cupule était déjà apparue. Celle-ci présente des contours bien définis, sa forme générale est circulaire malgré la présence d'un amas de matière formant une marche là où l'outil a terminé son mouvement dans un sens et initié celui dans l'autre (fig. 4.2.3.3.). Les pans de la cupule portent de nombreuses stries encore plus fines que celles observées précédemment, ils présentent également un léger poli. Son fond est très réduit, la section qu'il affecte avec les pans semble assez ouverte. Notons que nous pouvons également observer sur cette image des stries de raclage qui sont dues au nettoyage de l'os au cours de l'étape de préparation de la matière première, elles sont involontaires.

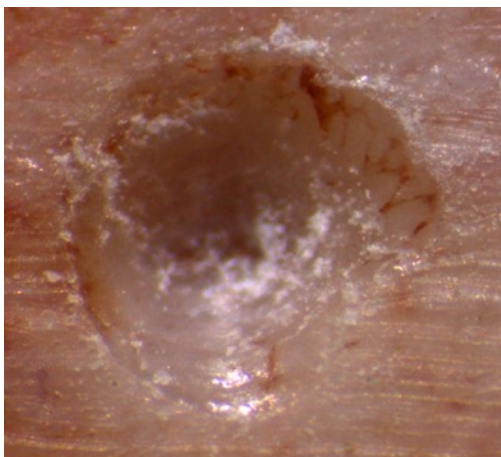


fig. 4.2.3.3. Cupule réalisée sur os frais avec une pointe en os

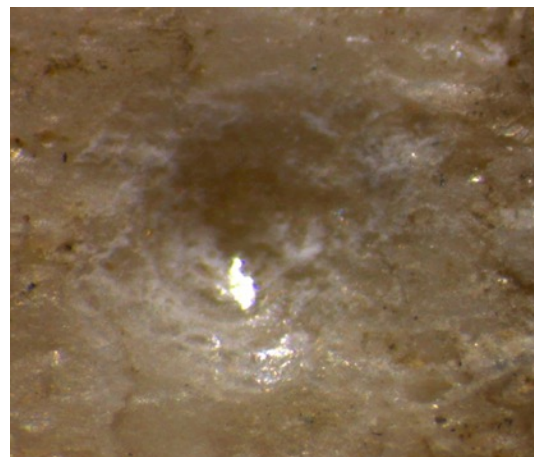


fig. 4.2.3.4. Cupule réalisée sur os sec avec une pointe en os

La réalisation d'une cupule sur un os sec a duré un peu plus d'une minute, l'outil semblait moins performant et plus de pression a été appliquée dessus afin de retirer de la matière. La perforation qui en résulte semble assez subtile, elle présente des contours peu délimités mais elle affecte une forme visiblement circulaire (fig. 4.2.3.4.). Ses pans paraissent assez irréguliers, ils portent des stries qui ne sont uniquement visibles qu'avec le grossissement permis par le microscope. Le fond de la cupule est très réduit, avec les pans il forme une section ouverte. La totalité des éléments de la cupule présente un poli très important, les fibres de l'os semblent écrasées.

4.2.4. Couteau en fer

Bien que la métallurgie n'existait pas encore au Néolithique, nous avons jugé intéressant d'ajouter à notre corpus l'utilisation d'un couteau en fer puisqu'il est souvent mentionné en bibliographie que ce matériau laisse des stigmates très différents des autres sur les objets façonnés. La lame du couteau a encore une fois été appliquée à 90° par rapport à la surface de l'os travaillé (fig. 4.2.4.1. et fig. 4.2.4.2.).



fig. 4.2.4.1. Couteau en fer



fig. 4.2.4.2. Activité de perçage réalisée sur un os sec à l'aide d'un couteau en fer appliqué selon un angle d'environ 90°

L'opération de perçage s'est déroulée très rapidement et sans réel effort, en moins de 20 secondes la cupule était réalisée, aussi bien sur os frais que sec. Sur la côte fraîche la perforation est très subtile, cela est lié à la finesse de la pointe de l'outil (fig. 4.2.4.3). Elle

affecte une forme ronde bien délimitée et très régulière. Ses parois sont très lisses mais elles portent une butée très légère. Aucune strie n'y est visible à l'oeil nu et elles sont difficilement observables au microscope. Le fond de la cupule est également très réduit, il ne s'aperçoit qu'avec un agrandissement important. La section formée par ces deux éléments est très fermée, presque en V.

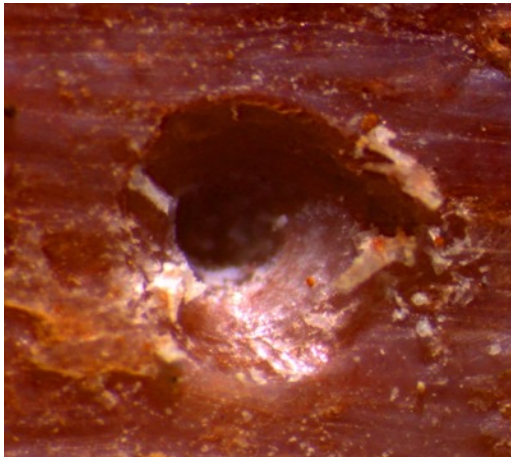


fig. 4.2.4.3. Cupule réalisée sur os frais avec un couteau en fer

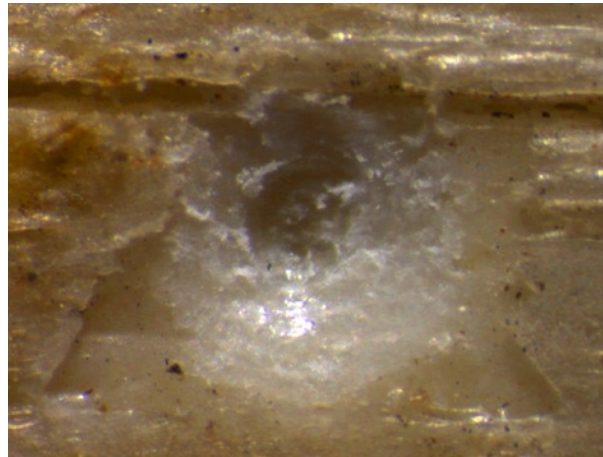


fig. 4.2.4.4. Cupule réalisée sur os sec avec un couteau en fer

La perforation réalisée sur la côte sèche est également assez subtile, sa forme, bien que mal délimitée, est parfaitement circulaire (4.2.4.4.). Ses parois semblent assez lisses, cette fois-ci aucune strie n'est visible même en observant au microscope. Le fond de la cupule est légèrement plus large que sur l'os frais, sa forme ronde et son fond plat se distinguent à l'oeil nu. La section affectée par cette perforation, bien que fermée, ne forme pas tout à fait un V.

Chapitre 5 : Analyses archéométriques

Ce chapitre présente en détail les analyses archéométriques qui ont été réalisées dans le cadre de ce projet de recherche. L'artéfact au centre de ces études était encore une fois la plaquette ID21, dont les cupules sont recouvertes de matières colorantes rouge-orangée et noire. Les pigments représentent un élément important lorsqu'il s'agit de caractériser une culture, il était donc nécessaire de connaître leur nature exacte. Loin de ne consister qu'en une simple analyse scientifique, leur identification structurale ou chimique nous permet d'acquérir des connaissances quant à leur gisement, leur processus d'extraction, de préparation et d'application, nous accordant ainsi un niveau de compréhension plus extensif de la chaîne opératoire de la plaquette.

La première analyse que nous avons effectuée a été réalisée en utilisant la spectroscopie Raman. Nous avons ensuite vérifié les résultats obtenus avec un microscope électronique à balayage couplé à un spectromètre à rayons X en dispersion d'énergie (EDS) afin de réaliser des analyses élémentaires. Les données recueillies par chacune de ces méthodes feront l'objet de deux sous parties.

5.1. Spectroscopie Raman

Cette première méthode a été utilisée pour l'analyse de la matière colorante présente dans les cupules de la plaquette ID21, mais aussi pour celle d'une longue trainée orangée très subtile présente sur l'artéfact ID17. Ces deux pièces ont été analysées sans qu'aucune préparation n'ait été effectuée, elles ont directement été placées sous le détecteur du spectroscope.

5.1.1. Analyse de la plaquette ID21

Plusieurs matières colorantes présentes à la surface de la plaquette ont été analysées, nous nous sommes tout d'abord concentrés sur un amas de pigments orangés tapissant le fond d'une cupule (fig. 5.1.1.1.). Le spectre Raman recueilli à cet endroit est semblable à celui du vermillon, il présente un pic important à la longueur d'onde 250cm^{-1} et un second plus petit à la longueur d'onde 350cm^{-1} (fig. 5.1.1.2.).

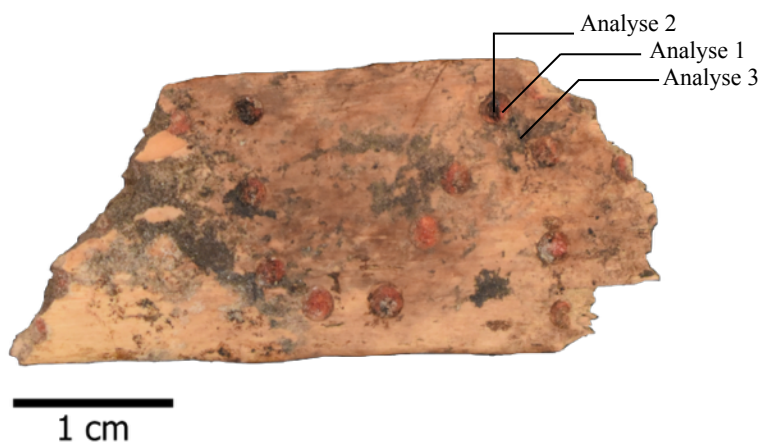


fig. 5.1.1.1. Localisation des analyses Raman effectuées sur la plaquette ID21

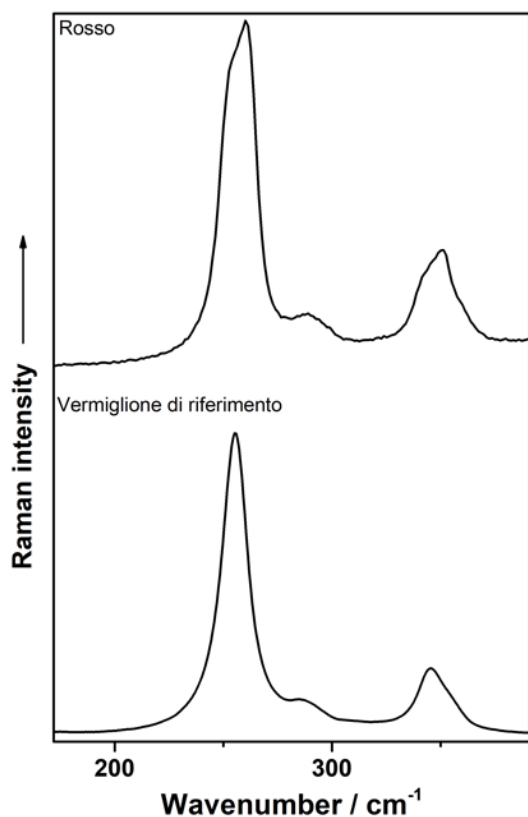


fig. 5.1.1.2. Spectre Raman de la matière colorante orangée analysée dans une cupule de la plaquette ID21

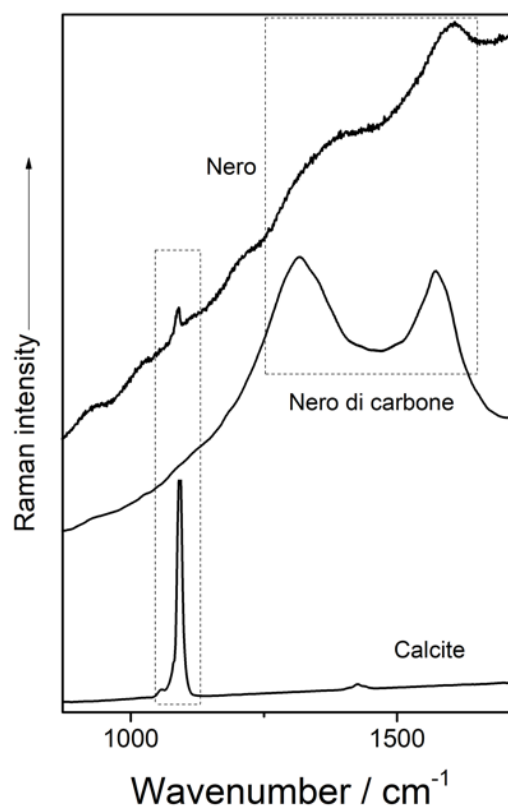


fig. 5.1.1.3. Spectre Raman de la matière colorante noire analysée sur la surface plaquette ID21

Une seconde analyse a ensuite été menée sur un dépôt noir présent sur les parois de la même cupule. Le spectre Raman recueilli était en tout point similaire au précédent, il montrait des pics situés aux mêmes longueurs d'onde.

Enfin, un troisième amas de particules noires a été étudié, il se trouvait cette fois sur la surface de la plaquette. Son spectre Raman présente trois pics, le premier correspond à celui de la calcite qui se situe à une longueur d'onde d'environ 1100cm^{-1} (fig. 5.1.1.3.). Les deux

pics suivants ont des longueurs d'onde de respectivement 1300cm^{-1} et 1600cm^{-1} , soit aux mêmes longueurs d'onde que le noir de carbone.

5.1.2. Analyse de l'artéfact ID17

Bien que des analyses aient été conduites sur toute la surface de la trainée orangée, aucun spectre recueilli n'était concluant, ils indiquaient uniquement la présence de matière osseuse.

5.2. Microscope électronique à balayage

La plaquette ID21, ainsi que sur les pointes ID8 et ID1 ont été observées au microscope électronique à balayage. Lorsque jugé nécessaire, des analyses élémentaires ont été effectuées grâce à un spectromètre à rayons X en dispersion d'énergie (EDS) couplé au microscope. Les trois pièces ont été introduites une par une dans la chambre de l'appareil sans qu'aucune étape de préparation ne soit effectuée.

5.2.1. La plaquette ID21

Les spectres obtenus avec l'analyse par spectrométrie Raman n'étant pas ceux que nous attendions, nous avons préféré effectuer des analyses supplémentaires afin de les confirmer. Pour cela, six zones ont été sélectionnées, différents spectres ont été recueillis pour chacune (fig. 5.2.1.1.).

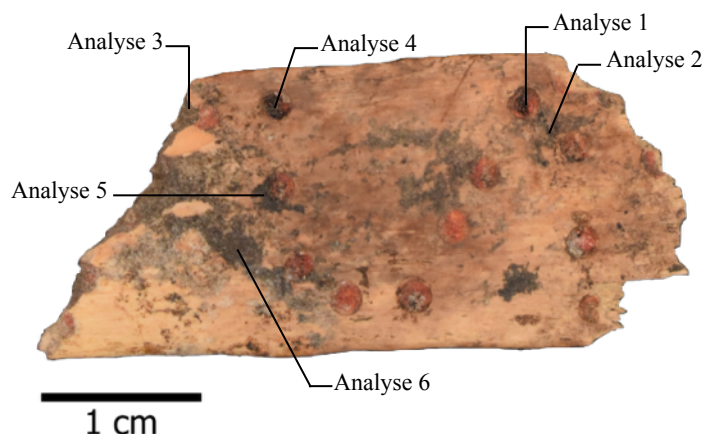


fig. 5.2.1.1. Localisation des analyses EDS effectuées sur la plaquette ID21

La première aire sur laquelle nous nous sommes concentrés était au fond d'une cupule présentant à la fois un dépôt orangé et un dépôt noir. Trois analyses élémentaires y ont été réalisées (fig. 5.2.1.2.). Le premier spectre recueilli (spectrum 9 sur la figure précédente) présentait des taux de mercure (Hg) et de soufre (S) très élevés (fig. 5.2.1.3.). Notons également la présence de carbone (C), d'oxygène (O) et de calcium (Ca).

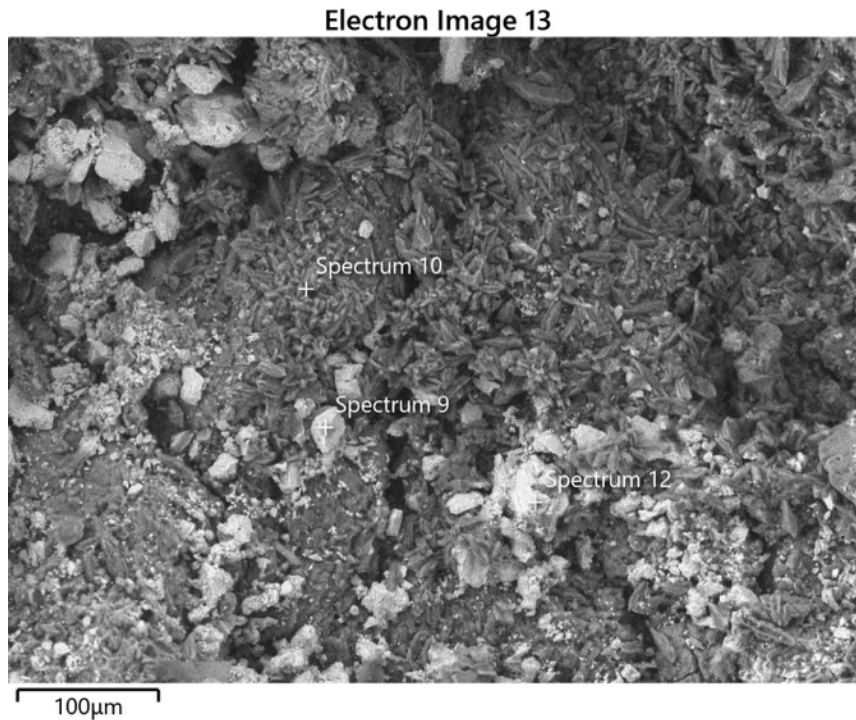


fig. 5.2.1.2. Première zone de la plaquette analysée et localisation des trois spectres recueillis (image en électrons rétrodiffusés)

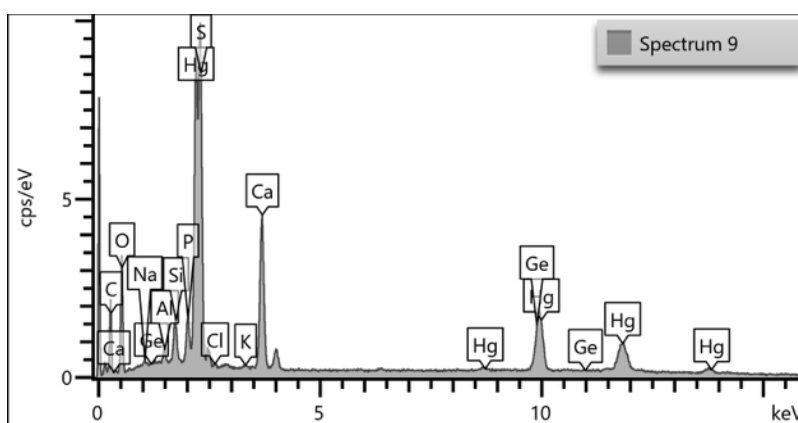


fig. 5.2.1.3. Premier spectre recueilli dans une cupule de la plaquette

Le spectre suivant (spectrum 10) indique une composition majoritairement composée de calcium, d'oxygène et de carbone (fig. 5.2.1.4.). Enfin, le dernier spectre recueilli (spectrum 12) montre des taux de mercure et de soufre encore plus importants que ceux du premier spectre (fig. 5.2.1.5.).

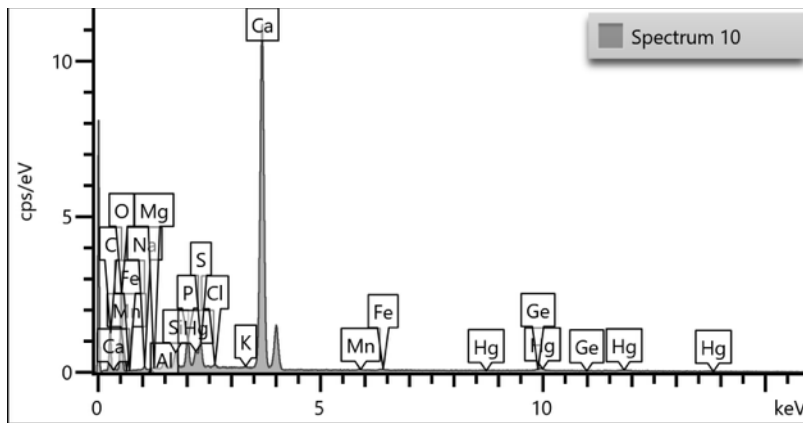


fig. 5.2.1.4. Second spectre recueilli dans une cupule de la plaquette

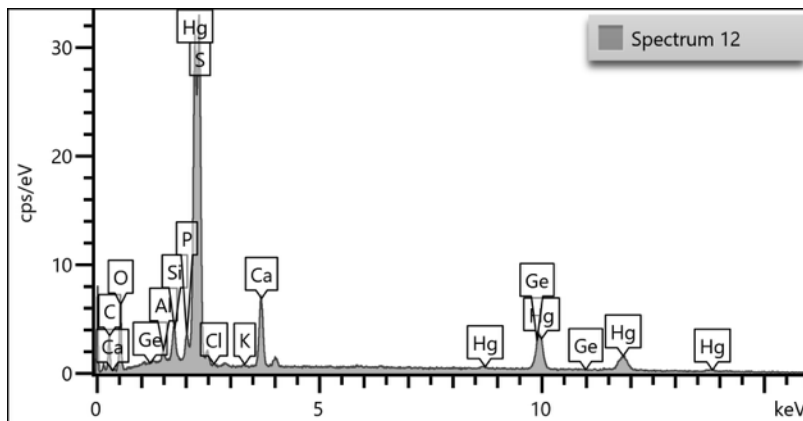


fig. 5.2.1.5. Troisième spectre recueilli dans une cupule de la plaquette

Nous avons ensuite cherché à vérifier la nature de la matière noire présente sur la surface de la plaquette, nous sommes donc passés à une aire différente (fig. 5.2.1.6.). Seul un spectre y a été recueilli (spectrum 14), il indique la présence d'oxygène et de calcium en très grande majorité, ainsi qu'un peu de carbone (fig. 5.2.1.7.).

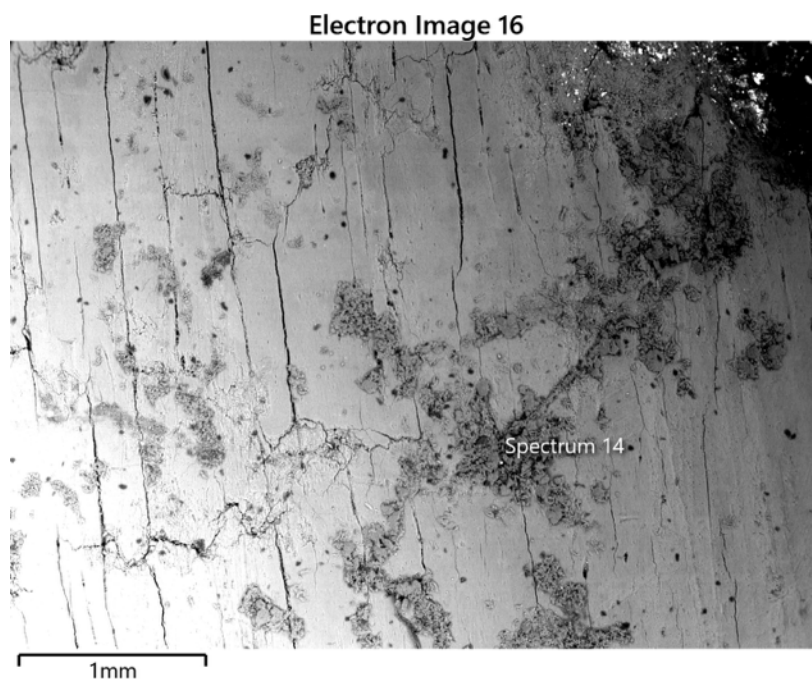


fig. 5.2.1.6. Seconde zone de la plaquette analysée et localisation du spectre recueilli (image en électrons rétrodiffusés)

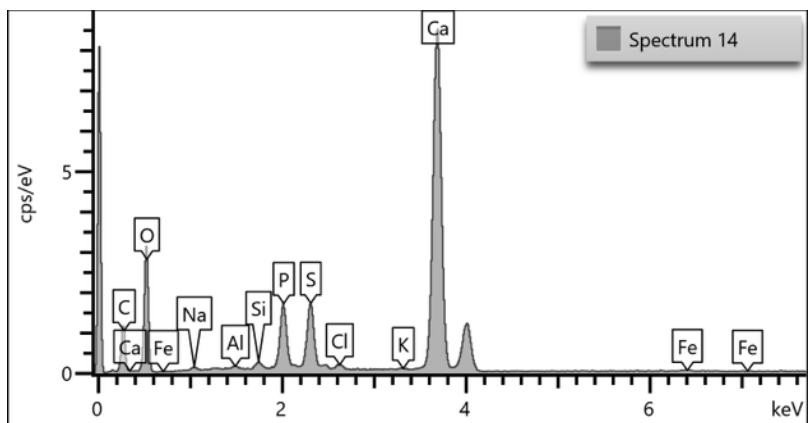


fig. 5.2.1.7. Spectre recueilli sur la surface de la plaquette

Le spectre précédent ne présentant pas les éléments que nous attendions, nous sommes passés à la troisième aire (fig. 5.2.1.8.). Cette fois-ci nous avons recueilli quatre spectres (spectrum 16 à 19) puisque l'image obtenue par électrons rétrodiffusés indiquait la présence d'éléments chimiques différents. Malheureusement, ils présentent tous une composition similaire, à savoir un fort taux d'oxygène, de calcium et de carbone (tab. 5.2.1.1.).

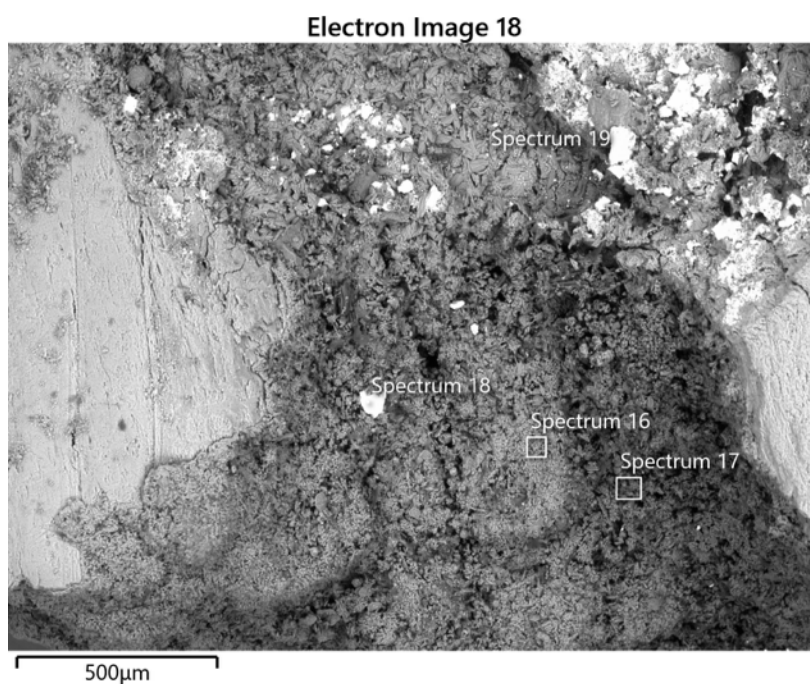


fig. 5.2.1.8. Troisième zone de la plaquette analysée et localisation des quatre spectres recueillis (image en électrons rétrodiffusés)

WT%	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Fe	Ge	Hg	Total
Spectrum 16	15,85	46,4	0,23	0,12	2,03	1,88	0,86	2,1	0,12	0,09	30,33				100
Spectrum 17	16,26	44,64	0,35	0,14	2,93	1,06	1,26	2,49	0,18	0,17	30,21	0,32			100
Spectrum 18	20,97	38,24	0,23	0,25	9,85	1,23	2,57	1,64	0,27	0,16	18,98	0,33	3,99	1,26	100
Spectrum 19	11,25	40,05	0,34	0,14	1,3	0,93	8,1	1,14	0,71	0,19	33,91	0,26		1,69	100

tab. 5.2.1.1. Identification et quantification des éléments chimiques révélés par les quatre spectres sur la troisième zone de la plaquette

La quatrième aire analysée se situait au fond de la cupule présentant le plus de matière colorante noire (fig. 5.2.1.9.). Quatre spectres y ont été recueillis, le premier (spectrum 20) présente un fort taux d'oxygène, de carbone, de mercure et calcium. Le second (spectrum 21) indique lui aussi la présence d'oxygène, de calcium et de carbone, mais également celle du soufre. Les deux derniers (spectrum 22 et 23) révèlent principalement la présence d'oxygène, de carbone et de calcium (tab. 5.2.1.2.).

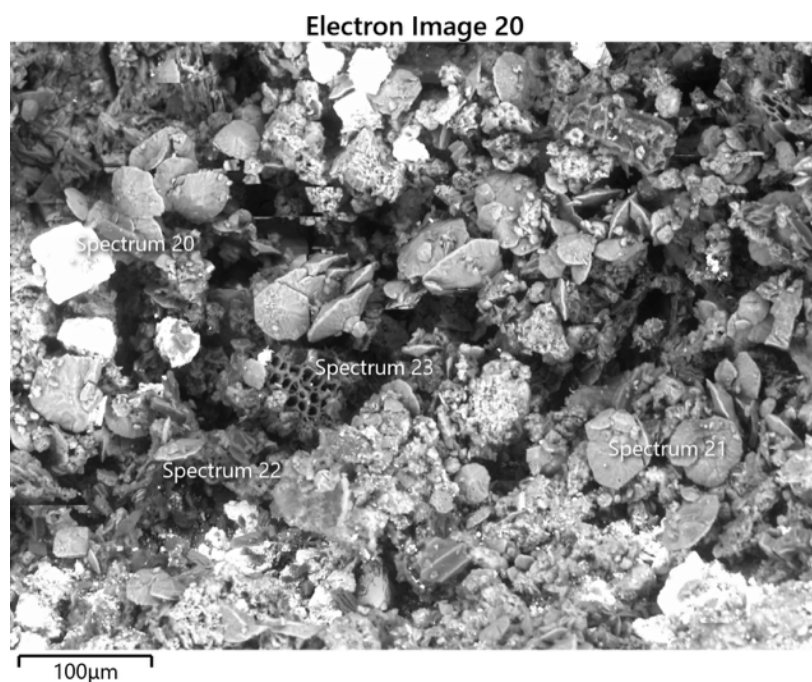


fig. 5.2.1.9. Quatrième zone de la plaquette analysée et localisation des quatre spectres recueillis (image en électrons rétrodiffusés)

Wt%	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Fe	Ge	Hg	Total
Spectrum 20	24,62	26,42	0,23	0,2	1,3	1,77	1,86	4,21	0,41	0,29	11,82	0,71	7,81	18,35	100
Spectrum 21	13,66	53,79	0,16		0,49	1,08	0,93	12,38	0,11	0,16	16,96	0,29			100
Spectrum 22	23	33,11	0,5	0,15	1,23	2,3	3,06	2,78	0,78	0,59	25,85	2,4	1,05	3,19	100
Spectrum 23	30,63	34,53	0,56	0,18	0,95	1,49	2,19	2,23	1,16	0,43	22,2	0,84	0,72	1,89	100

tab. 5.2.1.2. Identification et quantification des éléments chimiques révélés par les quatre spectres sur la quatrième zone de la plaquette

La cinquième aire étudiée se trouvait à nouveau sur la surface de la plaquette, elle ciblait une zone présentant un dépôt noir très dense situé à proximité d'une cupule (fig. 5.2.1.10.). Quatre spectres y ont été recueillis, il s'agit des spectrum 24 à 27. S'ils identifient tous une majorité d'oxygène, de calcium et de carbone, le spectrum 24 présente également un fort taux de soufre (tab. 5.2.1.3.).

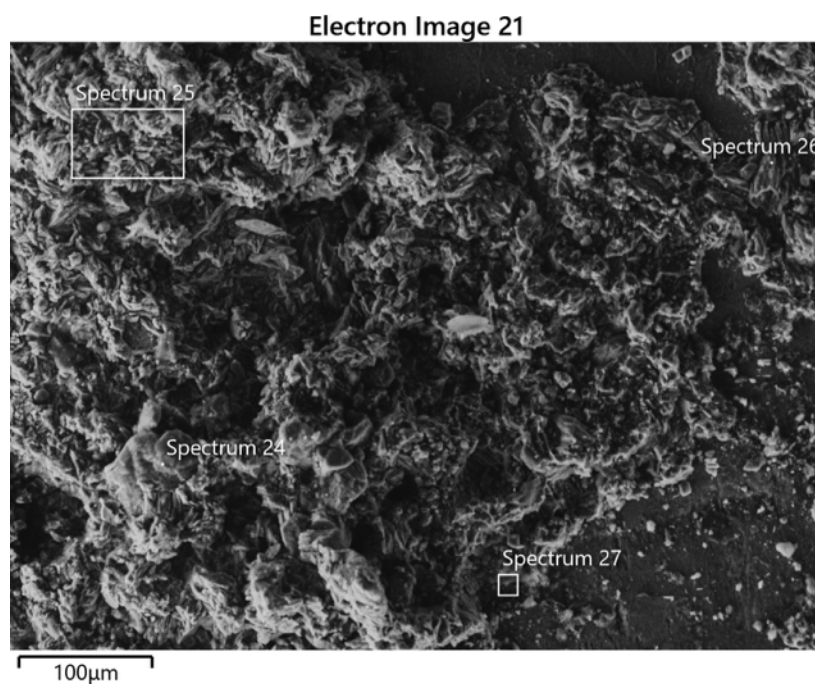


fig. 5.2.1.10. Cinquième zone de la plaquette analysée et localisation des quatre spectres recueillis (image en électrons secondaires)

WT%	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Total
Spec trum 24	12,93	53,03			0,12	0,22	0,53	12,29	0,14		20,74			100
Spec trum 25	16,44	46,85	0,34	0,13	0,2	0,39	0,84	0,93	0,2	0,18	33,29		0,23	100
Spec trum 26	13,44	40,31	0,37	0,14	0,17	0,41	2,45	1,17	0,28	0,13	41,11			100
Spec trum 27	17,25	38,37	0,39	0,09	0,31	0,83	3,68	0,99	0,74	0,28	36,15	0,24	0,66	100

tab. 5.2.1.3. Identification et quantification des éléments chimiques révélés par les quatre spectres sur la cinquième zone de la plaquette

Enfin, la sixième et dernière zone analysée était également située sur la surface de la plaquette, cette fois sur un amas noir très étendu en partie mésiale de l'objet (fig.5.2.1.11.). Les spectrum 28, 29 et 30 y ont été collectés. Tous révèlent que la composition de la zone est majoritairement à base d'oxygène et de calcium, mais également de carbone et de soufre en proportion variable (tab. 5.2.1.4.).

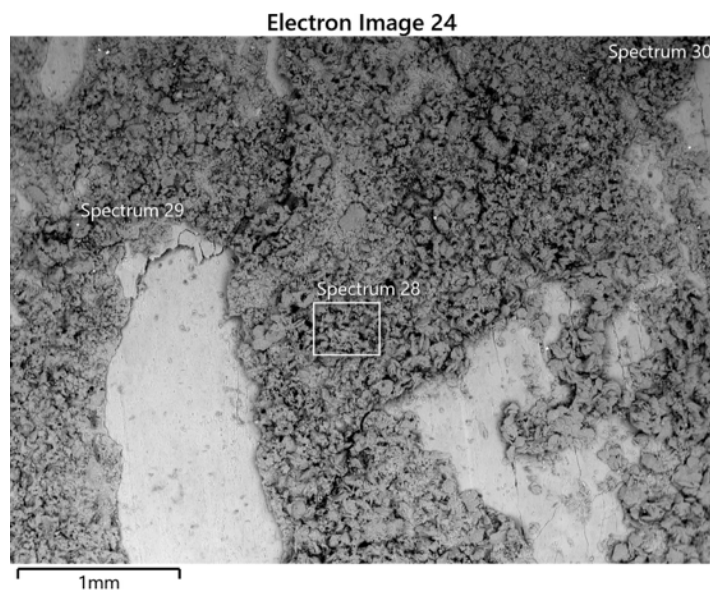


fig. 5.2.1.11. Sixième zone de la plaquette analysée et localisation des trois spectres recueillis (image en électrons rétrodiffusés)

WT%	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Fe	Total
Spectr um 28	15,8	46,84	0,23	0,11	0,21	0,58	0,88	4,41	0,11	0,12	30,73		100
Spectr um 29	10,17	54,69			0,12	0,29	0,59	13,25	0,1	0,1	20,53	0,17	100
Spectr um 30	17,89	53,74	0,25	0,13	0,75	1,65	0,86	6,93	0,14	0,2	16,82	0,64	100

tab. 5.2.1.4. Identification et quantification des éléments chimiques révélés par les trois spectres sur la sixième zone de la plaquette

5.2.2. La pointe ID1

Le microscope électronique à balayage a tout d'abord été utilisée sur cet artéfact afin d'observer le fond des stries de raclage qu'il porte sur la partie mésiale de sa face inférieure. L'objectif était de constater la présence ou l'absence de stigmates secondaires liés à l'application de cette technique. Deux spectres ont ensuite été recueillis sur une portion de l'objet affectée par les processus taphonomiques (fig. 5.2.2.1.).

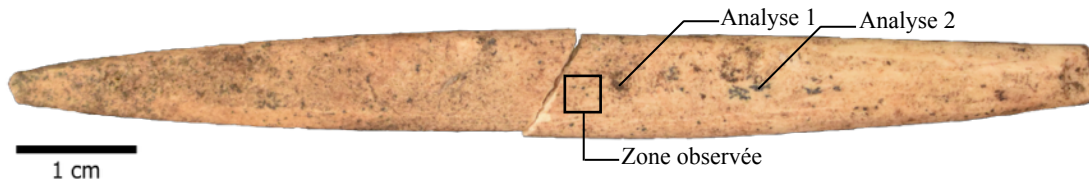


fig. 5.2.2.1. Localisation des observations et des analyses EDS effectuées sur la pointe ID1

La première image obtenue montre la topographie de ce qui semble être le fond plat d'une seule et même strie lorsque l'observation se fait à l'oeil nu ou à un faible grossissement (fig. 5.2.2.2.). En réalité, l'espace est divisé en de nombreuses micro-stries secondaires de dimension et de profondeur variables, mais toutes parallèles entre elles et agencées selon l'axe longitudinal de l'objet. Si l'on augmente le grossissement pour se concentrer sur un nouveau fond de strie à peu près homogène, nous remarquons à nouveau la présence de nouvelles stries encore plus petites que les précédentes mais toujours agencées de la même façon (fig. 5.2.2.3.).

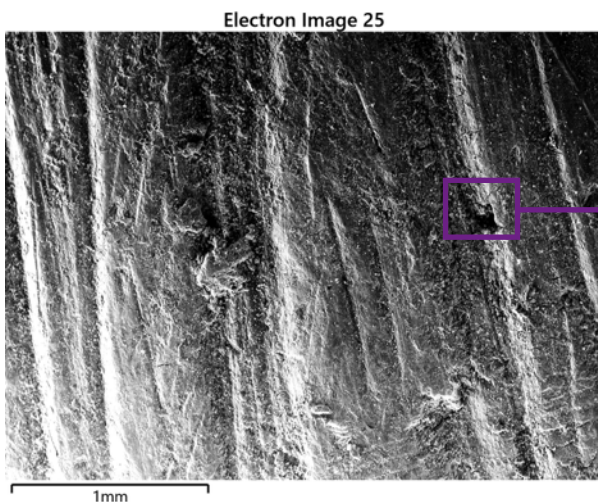


fig. 5.2.2.2. Topographie du fond d'une strie présente sur la partie mésiale de la face supérieure de l'artéfact ID1 (image en électrons secondaires)

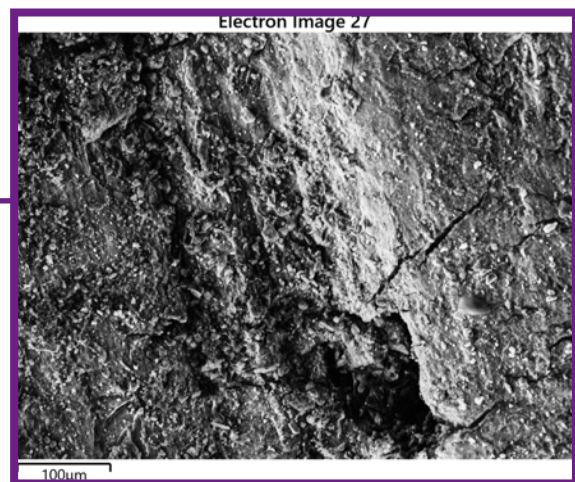


fig. 5.2.2.3. Agrandissement d'un fond de strie visible sur la figure précédente (image en électrons secondaires)

Les deux spectres recueillis sur cet artefact indiquent avant tout une présence majoritaire d'oxygène et de calcium, mais aussi de manganèse (Mn), de carbone, de phosphore (P) et de fer (Fe) (fig. 5.2.2.4. et fig. 5.2.2.5.).

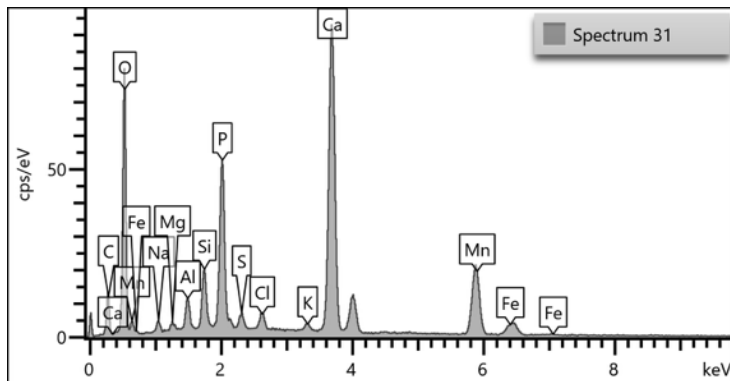


fig. 5.2.2.4. Premier spectre recueilli sur une portion de la surface de l'artefact ID1 modifiée par des processus taphonomiques

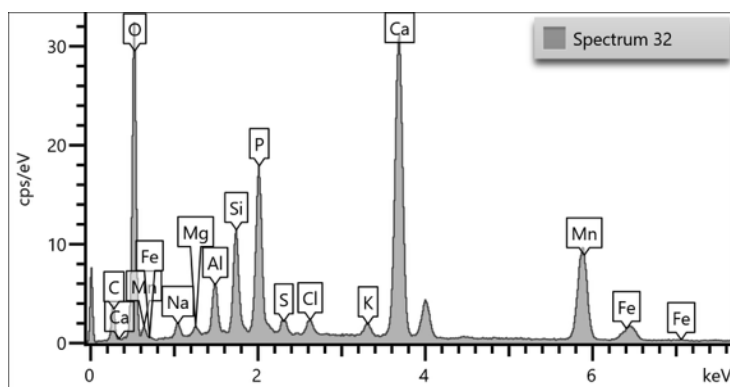


fig. 5.2.2.5. Second spectre recueilli sur une portion de la surface de l'artefact ID1 modifiée par des processus taphonomiques

5.2.3. La pointe ID8

Le microscope électronique à balayage a été utilisé sur deux portions différentes de l'objet selon deux objectifs distincts (fig. 5.2.3.1.). La première étape a consisté en l'observation de la pointe de cet artefact, celui-ci a été sélectionné parce que son extrémité distale porte le deuxième poli le plus important des pointes de l'assemblage étudié. Le but était de constater la présence ou l'absence de traces pouvant être liées à l'utilisation de l'outil. Nous nous sommes ensuite concentrés sur une portion de l'objet qui semble avoir subi un léger traitement thermique, ainsi que l'effet de processus taphonomiques.

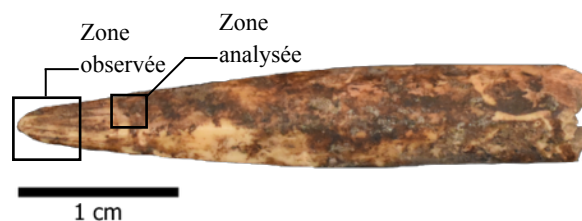


fig. 5.2.3.1. Localisation des observations et des analyses EDS effectuées sur la pointe ID8

Malgré la gêne occasionnée par la présence d'une surbrillance, la première image de la pointe permet uniquement de voir plus en détail les stries de raclage ayant permis la mise en forme de l'objet (fig. 5.2.3.2.). Bien que leur largeur et leur profondeur sont variables, elles sont toutes positionnées parallèlement les unes aux autres selon l'axe longitudinal de l'artéfact. Les mêmes stries sont visibles lorsque l'on augmente la puissance d'agrandissement de l'appareil (fig. 5.2.3.3.).

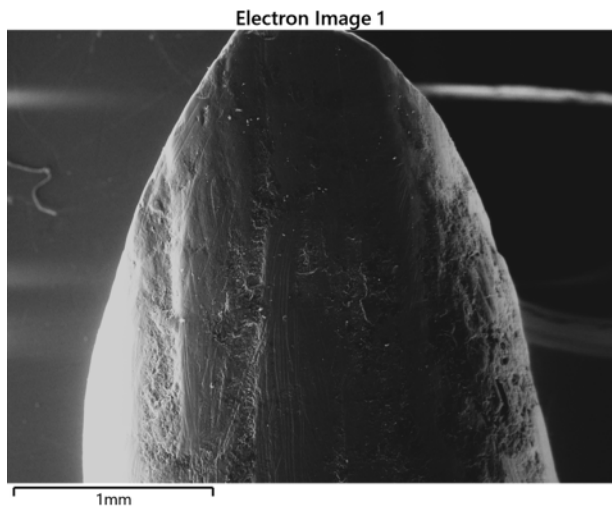


fig. 5.2.3.2. Topographie de la pointe de l'artéfact ID8 (image en électrons secondaires)

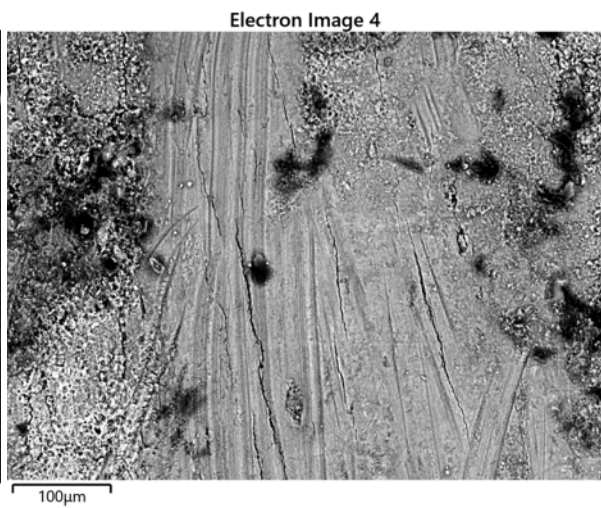


fig. 5.2.3.3. Agrandissement de la topographie de la pointe de l'artéfact ID8 (image en électrons rétrodiffusés)

Cinq spectres ont ensuite été prélevés sur la partie mésiale de la face supérieure de l'objet, il s'agit des spectrum 4 à 8 (fig. 5.2.3.4.). Le spectrum 4 a été recueilli en plein milieu de cette surface qui semble porter les traces d'une chauffe légère. Il révèle la présence nettement majoritaire de carbone, puis d'oxygène, d'azote (N) et de calcium. Le spectrum 5 a été prélevé sur ce qui semble être une inclusion dans la matière osseuse de l'objet. Il présente également un taux important de carbone, mais aussi d'oxygène, de silice (Si), d'aluminium (Al) et de fer. Le spectrum 6, recueilli également sur une inclusion, indique également une présence élevée de carbone et d'aluminium, mais aussi d'oxygène et de calcium. Le spectrum 7 prélevé sur la matière osseuse révèle la présence de calcium, d'oxygène, de carbone, d'aluminium et de fer. Enfin, le spectrum 8 présente des forts taux d'oxygène et de calcium, mais également de carbone et de potassium (K) (tab. 5.2.3.1.).

Electron Image 12

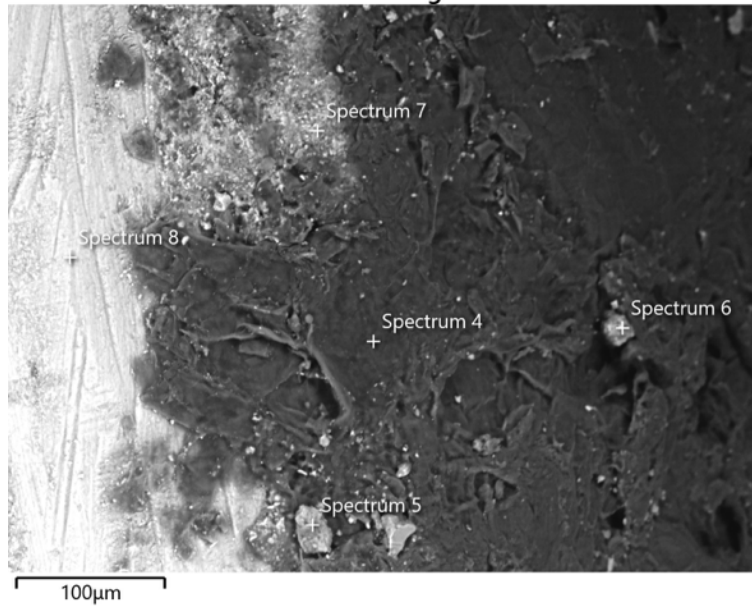


fig. 5.2.3.4. Localisation des cinq spectres recueillis sur la partie mésiale de l'objet (image en électrons rétrodiffusés)

Wt%	C	N	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Total
Spec trum 4	53,06	12,78	18,53	0,27	0,11	4,11	0,37	1,2	0,82	0,15	1,22	6,66		0,49	0,23	100
Spec trum 5	31,37		27,07	0,32	0,53	10,46	12,54	1,56	0,23	0,35	3,68	5,64	0,33	0,48	5,42	100
Spec trum 6	32,77		13,14	0,15	0,39	35,73	0,89	2,77	0,23	0,17	0,5	10,79		1,01	1,46	100
Spec trum 7	17,3		17,8	0,28	0,19	6,38	2,6	2,48	0,68	0,6	2,49	45,85		1,1	2,25	100
Spec trum 8	15,62		32,05	0,35	0,1	1,95	0,44	12,29	0,27	0,29	0,33	35,12		0,86	0,34	100

tab. 5.2.3.1. Identification et quantification des éléments chimiques révélés par les cinq spectres sur l'artéfact ID8

Chapitre 6 : Résultats

Ce chapitre va uniquement s'attacher à présenter les résultats obtenus au cours de ce projet de recherche. Sa subdivision suit celle de ce travail, nous traiterons dans un premier temps l'étude typologique et technologique, puis l'activité expérimentale et enfin les analyses archéométriques. La discussion des résultats se fera au chapitre suivant.

6.1. Etude typologique et technologique

Le corpus d'industries osseuses que nous avons étudié a été réalisé en majeure partie sur des os longs. Les côtes constituent le reste de la matière première utilisée (fig. 6.1.1.).

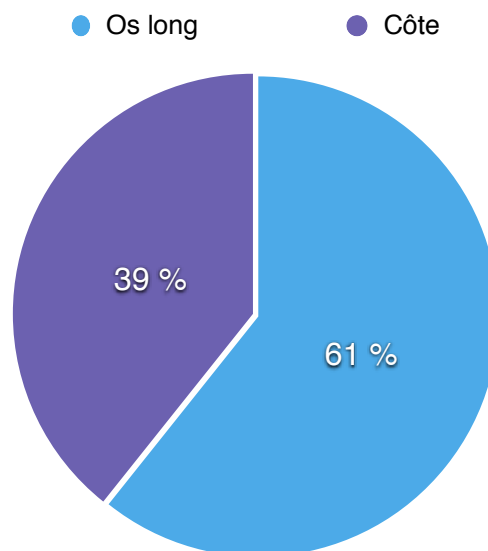


fig. 6.1.1. Diagramme circulaire illustrant la nature de la matière première utilisée dans l'assemblage étudié

L'assemblage est composé d'objets de différents types. Le plus représenté est celui des pointes qui compte 17 unités, s'ensuit les perles avec 6 unités. Les biseaux, les fragments de partie mésiale d'outils et les objets ne relevant d'aucun type particulier comptent 2 unités chacun. Enfin, seule une plaquette a été recensée dans la totalité de l'assemblage étudié (fig. 6.1.2.). Remarquons que 80% de ces outils présentent au moins un pan de fracture antérieur à la fouille.

● Pointes ● Biseaux ● Fragment M ● Plaquette
 ● Perles ● Inconnus

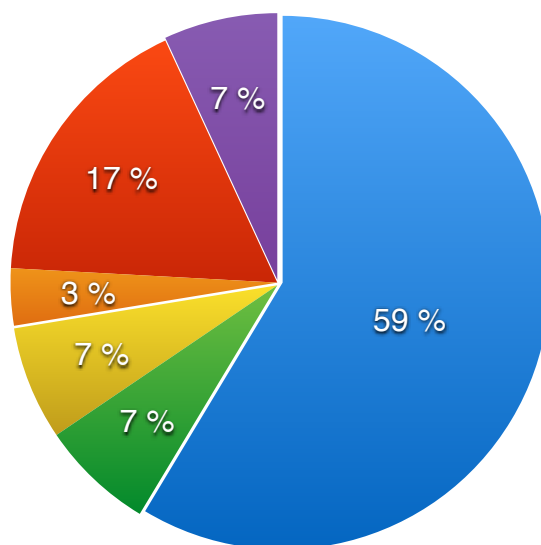


fig. 6.1.2. Diagramme circulaire illustrant les différents types d'objets présents dans l'assemblage étudié

Concernant les dimensions de ces outils, elles sont très variables si l'on ne prend pas en compte les différents types, mais l'ensemble reste de gabarit moyen. Si les pointes sont toujours assez fines par rapport à leur longueur, elles peuvent être divisées en trois groupes différents : celui des petites pointes (de longueur maximale inférieure à 75mm et de largeur maximale inférieure à 15mm), celui des pointes moyenne (avec une longueur comprise entre 90mm et 110mm et une largeur maximale comprise entre 7mm et 10mm) et celui des grandes pointes (de longueur maximale supérieure à 110mm et de largeur maximale supérieure à 15mm). Les perles représentent le type le plus homogène, leur épaisseur est comprise entre 20 et 30mm et leur diamètre entre 6 et 7mm. Les biseaux forment également un groupe assez régulier, ce n'est en revanche pas le cas des fragments de partie mésiale d'outils, ni des outils de type inconnu (fig. 6.1.3.).

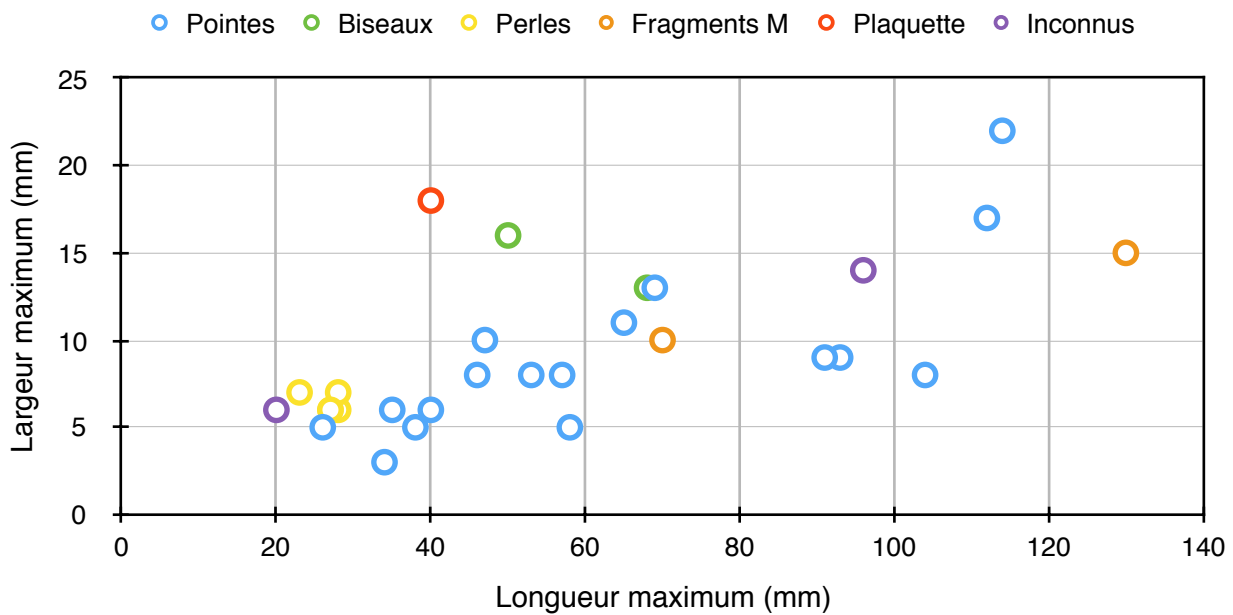


fig. 6.1.3. Nuage de points représentant la variabilité des dimensions maximales des objets de l'assemblage étudié selon leur type

L'analyse technologique des stigmates présents sur les objets a permis l'identification de plusieurs techniques : le raclage, l'abrasion, le sciage et le traitement thermique. Une technique de perforation a également été observée, mais elle ne concerne que la plaquette. Les techniques les plus utilisées sont tout d'abord le raclage et le traitement thermique (19 occurrences chacun), l'abrasion (sur 18 objets) et enfin le sciage (sur 4 objets). Le raclage et l'abrasion ont été associées sur les mêmes pièces à 15 reprises, les stigmates de ces techniques se chevauchent sur 3 d'entre elles, dans ces cas l'abrasion est toujours la dernière technique appliquée.

Si l'on s'intéresse à la répartition des techniques selon la typologie des outils, les techniques de raclage et d'abrasion ont été utilisées à presque 75% sur des pointes (fig. 6.1.4.). Ces techniques sont également très représentées sur les fragments de partie mésiale d'outil. Bien que le traitement thermique ait été utilisé en majorité sur des pointes, il s'agit de la technique la plus ubiquiste puisqu'elle a été appliquée sur tous les types d'outils. Le sciage a quant à lui été réservé aux perles, il en a été de même pour la technique de perforation et la plaquette.

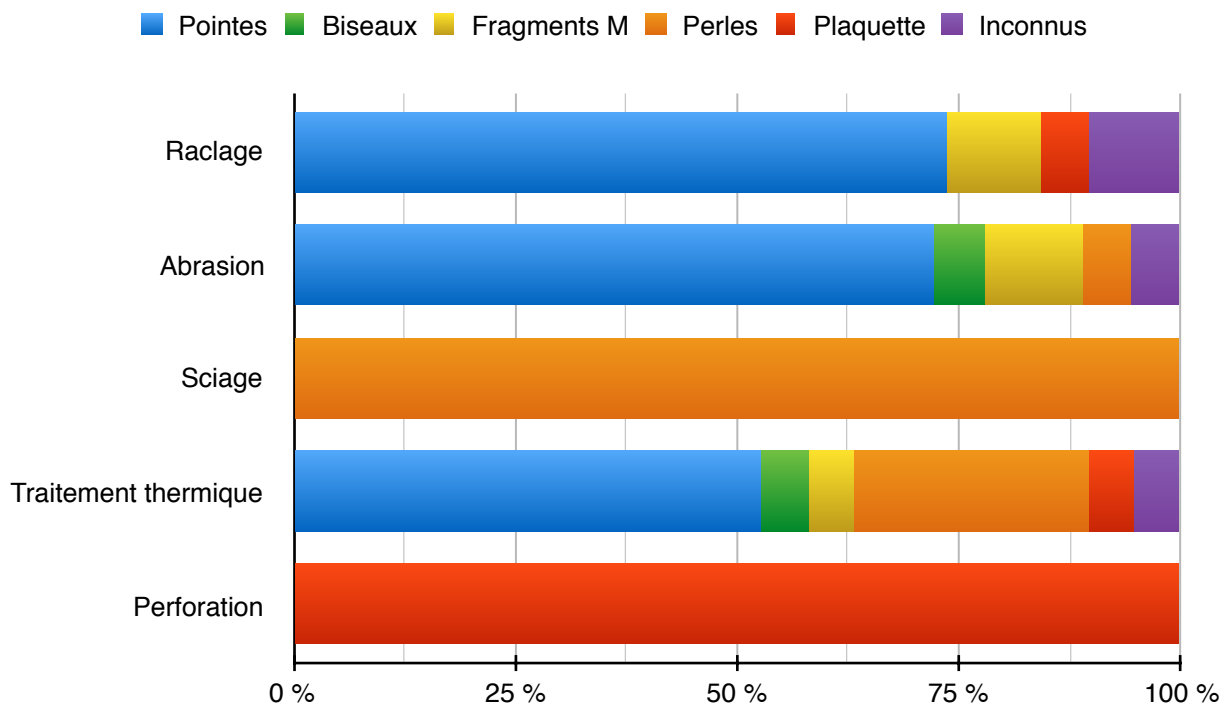


fig. 6.1.4. Graphique à barres représentant la répartition des techniques appliquées sur les objets étudiés selon leur type

Si cette étude a permis l'identification d'une majeure partie de la chaîne opératoire des perles et de la pièce ID25 de typologie inconnue, l'absence de déchets de fabrication au sein de l'assemblage analysé a empêché la restitution d'une séquence complète pour le reste des artefacts étudiés. Nous pouvons donc affirmer que les perles ont toutes été débitées par sciage, l'une d'entre elles a ensuite été légèrement façonnée par abrasion, sans doute pour régulariser sa surface. La pièce ID25 a été réalisée à partir d'une côte fendue en deux dans son axe longitudinal selon une technique de percussion. Son extrémité distale a ensuite été mise en forme par raclage, tandis que sa partie mésiale a été abrasée.

Le détail du débitage des pointes, des biseaux, des fragments de partie mésiale d'outil et de la plaquette est inconnu. Si les pointes réalisées sur côte semblent avoir été débitées de la même façon que l'artéfact ID25, l'absence de cône de percussion nous empêche de l'affirmer. Toutes les pièces appartenant au groupe des pointes ont ensuite été légèrement façonnées par raclage et par abrasion. Bien que l'essentiel de cette étape ait consisté en la mise en forme de leur extrémité distale, ces pièces portent également les stigmates de ces techniques sur leur partie mésiale. L'extrémité distale d'un des biseaux a été façonnée par abrasion, aucune technique ne semble avoir été appliquée sur le reste de sa surface. Les deux fragments de partie mésiale d'outils ont été régularisés durant une étape de façonnage qui a

consisté en l'abrasion et le raclage de toute leur longueur. La plaquette présente quant à elle les stigmates d'une opération de raclage qui s'est déroulée soit à l'occasion de la préparation de la matière première, soit au cours d'une opération de façonnage. Cette activité a été suivie par le perçage du motif de cupule présent à sa surface, qui a ensuite été rehaussé de pigments orangés durant une étape de finition.

En ce qui concerne le traitement thermique, nous pensons que cette étape a été réalisée au moment de la finition des pièces puisque mis à part deux pointes et une perle, aucune pièce n'a été chauffée à coeur. Cela signifie que la modification de la couleur et de la texture de leur matière osseuse ne s'est faite qu'en surface, ces effets auraient donc été effacés ou atténués si les artefacts avaient ensuite été raclés ou abrasés. Pourtant, les perles présentent une matière osseuse très lisse et des couleurs brillantes, c'est également le cas pour de nombreuses pièces de cet assemblage qui ont été exposées à la chaleur.

6.2. Activité expérimentale

Contrairement à ce que nous pensons, le perçage est une activité qui s'effectue très rapidement, une cupule peut être réalisée en moins de 30 secondes si l'outil utilisé est approprié et qu'il est manié correctement. En revanche, la préparation de la matière première est extrêmement chronophage, une demi journée a été nécessaire pour décharner la côte fraîche et les éclats de silex utilisés pour cela s'émoissaient très rapidement. Nous pouvons également conclure qu'en général, la côte fraîche était plus facile à percer.

6.2.1. Variation du mouvement

Le principal constat de cette expérimentation est que la perforation s'effectue avec beaucoup plus de rapidité lorsque le poignet réalise un va-et-vient selon un mouvement de demi-rotation. Ce geste est également plus facile à exécuter et plus confortable qu'une rotation complète, il ne demande pas l'application de beaucoup de force.

En ce qui concerne les cupules, elles portent toujours une butée lorsque le geste consiste en une demi-rotation, il s'agit d'une accumulation de matière osseuse sur les parois de la perforation indiquant le niveau où le mouvement a changé de sens. Cette butée rend la perforation un peu moins circulaire. Notons également que le fond des cupules a des

dimensions plus importantes lorsque le poignet effectue une rotation complète, elles sont également moins profondes.

6.2.2. Variation de l'outil

Sans grande surprise, l'outil ayant perforé l'os avec le plus rapidité et de confort a été le couteau en fer. Le perceur en silex arrive en seconde position à égalité avec l'éclat de silex emmanché, puis la pointe en os.

Les cupules réalisées à l'aide d'un outil en silex ou en os présentent toujours une section en U, tandis que le couteau en fer crée une cupule formant une section en V. En ce qui concerne leur forme, les perforations sont plus arrondies et régulières lorsqu'elles sont réalisées à l'aide du silex emmanché ou du couteau en fer. Le silex emmanché permet l'obtention de fonds de cupules plus larges, tandis que ceux produits par le couteau en fer sont très réduits. L'intérieur des cupules porte de nombreuses stries lorsqu'elles ont été réalisées avec un outil en silex ou en os, elles sont d'ailleurs beaucoup plus subtiles dans le cas de la pointe en os. Le silex emmanché laisse également un poli assez fin sur les parois ainsi que sur le fond des cupules, ce poli est plus prononcé dans le cas de l'outil en os. Notons également que lorsque cette pointe est utilisée sur la côte sèche, elle est la seule à ne pas éliminer la matière osseuse mais à l'écraser (tab. 6.2.2.1.). Enfin, seul un outil ne laisse pas de butée sur les parois des cupules, il s'agit du silex emmanché.

	Perceur en silex	Silex emmanché	Pointe en os	Couteau en fer
Section	U	U	U	V
Forme	Arrondi irrégulier	Arrondi régulier	Ellipse	Arrondi régulier
Pans	Stries : +++ Poli : absence	Stries : +++ Poli : présence	Stries : +++ et subtiles Poli : très marqué	Stries : absence Poli : léger
Fond	Large Stries : +++ Poli : absence	Très large Stries : +++ Poli : présence	Ecrasement des fibres Stries : +++ Poli : très marqué	Subtil Stries : absence Poli : absence
Butée	Présence	Absence	Présence	Présence

6.3. Analyses archéométriques

6.3.1. Spectroscopie Raman

Alors que nous nous attendions plutôt à identifier de l'ocre, le premier spectre recueilli sur un dépôt de matière colorante orangée au fond d'une cupule de la plaquette ID21 était en réalité similaire à celui du vermillon. Il s'agit d'un pigment réalisé à base de sulfure de mercure (HgS), le cinabre a une composition similaire. Le second spectre, prélevé cette fois sur un dépôt de pigments noirs, indiquait également une composition à base de sulfure de mercure. Le cinabre et le vermillon sont effectivement connus pour noircir lorsqu'ils sont exposés à la chaleur. Enfin, le troisième spectre recueilli sur un dépôt sombre à la surface de la plaquette affichait une composition proche de celle du charbon.

En ce qui concerne la traînée orangée présente sur l'artéfact ID17, aucune autre matière que l'os n'a pu être identifiée. Elle résulte donc probablement de l'exposition à une source de chaleur modérée.

6.3.2. Microscope électronique à balayage

Les différents spectres recueillis dans plusieurs cupules de la plaquette ont confirmé la présence de soufre et de mercure, peu importe si les pigments analysés étaient orangés ou noirs. Nous pouvons ainsi conclure avec certitude que la matière colorante utilisée pour rehausser les motifs de cet artéfact a été du cinabre ou du vermillon.

En revanche, aucune autre trace de charbon n'a pu être retrouvée avec certitude sur la surface de l'objet. Bien que les spectres 16 à 30 relevaient toujours une présence assez importante de carbone, les quantités sont inférieures à ce que l'on aurait trouvé s'il avait s'agit de charbon.

En ce qui concerne l'artéfact ID1, l'observation à fort grossissement de fonds de stries semblant plats à l'oeil nu a permis de constater la présence de nombreuses micro-stries secondaires. Dans la littérature, elles sont toujours associées à l'utilisation d'outils en silex.

En plus du calcium, de l'oxygène et du carbone qui sont naturellement présents dans les os, les deux spectres recueillis à la surface de cet artéfact présentent un taux élevé de manganèse, de fer et de phosphore. La présence de ces éléments dans la matière osseuse de

l'objet étudié confirme l'importance des processus taphonomiques qui se sont déroulés au sein de la grotte ainsi que leur impact sur les os.

L'observation de l'extrémité distale de la pointe ID8 a permis de constater l'absence de micro-traces pouvant être reliées à une utilisation de l'outil.

Le spectrum 4 a été recueilli sur une partie de l'os présentant une coloration brune très subtile, il a révélé la présence de carbone en majorité. Cela nous permet de valider l'hypothèse d'un traitement thermique même dans le cas d'une modification très légère de la couleur de l'ossement. Les spectrum 5 et 6 quant à eux ont été prélevés sur des inclusions collés à la surface de l'os, ils proviennent sans doute du substrat dans lequel l'os était enfoui. Outre la présence d'oxygène, de silice et d'aluminium qui sont des composants majoritaires de la croûte terrestre continentale, ils ont également prouvé la présence de carbone en grande quantité dans le substrat d'où provient cette pointe. Le spectrum 7 recueilli sur la matière osseuse indique notamment une présence importante de fer, l'os s'est ainsi imprégné du fer présent naturellement dans le sol de la grotte. Enfin, le spectrum 8 prélevé sur la matière osseuse ne présentant pas de coloration particulière est composé principalement des éléments présents dans les os.

Chapitre 7 : Discussion

Ce dernier chapitre va s'attacher à discuter des résultats présentés précédemment, sa structure reprend celle de ce mémoire. Dans un premier temps, nous commenterons l'étude typologique et technologique de notre assemblage, nous nous concentrerons ensuite sur l'activité expérimentale, avant de conclure sur les analyses archéométriques.

7.1. Etude typologique et technologique

Le premier point que nous allons traiter est la composition de l'assemblage que nous avons étudié. Lorsque l'étude d'artéfacts osseux n'est pas réalisée de pair avec l'analyse archéozoologique, il est courant de disposer d'un assemblage uniquement composé de pièces finies. En effet, bien qu'ils soient le témoins d'une intention portée sur la matière osseuse, les déchets de fabrication peuvent facilement être confondus avec des déchets de boucheries. Néanmoins, dans le cas de la Grotta dei Cocci, il est plus probable que cette absence de déchets soit plus simplement due au fait que les objets n'ont pas été fabriqués in situ. Cette supposition est d'autant plus probable que l'étude de l'ensemble des industries lithiques provenant de ce site n'a pas non plus permis l'identification de déchets de fabrication. L'absence d'épis et de grains de plantes adventice au sein de l'assemblage carpologique indique également un travail des céréales effectué au préalable en dehors de la grotte (De Angelis *et al.* 2015). Ces éléments correspondent avec le fait que cette grotte n'était pas un lieu de vie occupé en continu sur une longue période de temps, mais un endroit où se déroulaient des rites de façon ponctuelle.

La majorité de l'assemblage étudié est composé de pointes, il s'agit d'outils ubiquistes qui peuvent être utilisés pour le travail du cuir, de la laine, des fibres végétales ou autre. La prévalence de ce type au sein de l'assemblage de la Grotta dei Cocci concorde avec les résultats des quelques études réalisées sur d'autres sites italiens présentant un contexte funéraire ou rituel similaire (Fiore et Tagliacozzo 2008). Puisque ces études sont assez rares, il reste néanmoins nécessaire de prendre cette affirmation avec précaution. Au cours de l'étude typologique, l'ensemble des pointes a été divisé en trois groupes : les pointes sur segment diaphysaire d'os long, les pointes plates prises sur côte et les poinçons d'économie. Les

pointes sur segment diaphysaire d'os long se retrouvent régulièrement sur les sites datant du paléolithique, du Néolithique et de l'Âge des Métaux (Camps-Fabrer 1990a). Les pointes plates prises sur côte ne sont retrouvées qu'en petites quantité sur les sites occupés durant le paléolithique et le Néolithique. Elles sont plus abondantes dans les stations lacustres, et sont pour cette raison mieux étudiées en Suisse (Camps-Fabrer 1990b). Enfin, les poinçons d'économie se retrouvent assez communément sans distinction de période ou de type de site (Camps-Fabrer 1990c).

Le type des biseaux est également très courant, il se retrouve dans tous les gisements archéologiques européens à partir du paléolithique supérieur (Provenzano 1998).

Les plus anciennes occurrences d'objets appartenant au type des perles remontent à l'aurignacien. Durant le Néolithique les perles en os sont assez répandues en France, en Espagne et en Italie mais elles ne présentent jamais de décor (Barge-Mahieu 1991). En Jordanie, le site archéologique de Shubayqa daté à la fin de la période natoufienne (14 500 à 11 500 avant notre ère) a livré un assemblage exceptionnel d'os d'oiseaux. Le nombre important de tibiotarse au sein de l'assemblage, ainsi que la localisation des traces de découpe portées par ces os tendent à indiquer qu'ils étaient sélectionnés puis découpés en tronçon (Yeomans et Richter 2018). Cette chaîne opératoire permettait de créer des perles en tout point similaire à celles présentes dans l'assemblage de la Grotta dei Cocci. Les sites de Qumran, Hayonim, Mallaha et Erq el-Ahmar présentent également des perles en os d'oiseau semblables (*ibid.*). En Italie, sur le site d'Arene Candide, un collier complet a été retrouvé. Il était composé de pendentifs en coquillage et en dents de petits mammifères, l'ensemble était espacés par des longues perles réalisées à partir d'os long d'oiseau (Micheli). Les perles retrouvées dans la Grotta dei Cocci auraient ainsi pu servir de distanceur.

Enfin, concernant la plaquette, aucun artefact similaire n'a pu être retrouvé dans la littérature. Si le site de Mal'ta en Sibérie a bien livré une plaque portant un motif de cupules ressemblant à celui porté par la pièce ID21, il a été réalisé sur de l'ivoire et est daté à 23 000 ans avant notre ère (Prieto et Cárdenas 2010). En revanche, la présence d'artefacts osseux couverts de pigments rouges dans des grottes avec un contexte rituel est bien attestée en Italie centrale (Malone 2003). Nous pouvons par exemple citer la Grotta dei Piccioni ou la Grotta Continenza, toutes les deux sont datées de la fin du 6ème millénaire avant notre ère. Elles ont livré un assemblage similaire à celui de la Grotta dei Cocci, soit composé d'os d'animaux

domestiques et sauvages, de céramiques, d'industries osseuses et lithiques. Le tout était parsemé d'ocre (*ibid.*).

Concentrons nous maintenant sur les techniques, et notamment sur celle du traitement thermique. Selon Isabelle Sidéra, l'application volontaire de chaleur lors de la fabrication d'artéfact osseux correspondrait à un facteur culturel (Sidéra 2000). Il serait généralement possible de distinguer deux groupes au sein d'un assemblage de pièces traitées thermiquement : celui des pièces chauffées sans soin notable et celui des pièces présentant au contraire un aspect très soigné. Cette différenciation se retrouve également entre les industries osseuses de la Grotta dei Cocci, les artéfacts ID6, ID7, ID23+24, ID26, ID29 et ID30 semblent avoir été l'objet de plus d'attention durant leur chauffe. Il serait ainsi possible que le traitement thermique ait avant tout la fonction de dégraisser la matière osseuse, au-delà de cette application les pièces ayant bénéficié d'un traitement plus raffiné pourraient refléter « un arrière-plan social défini : échange, prestige, luxe, etc. » (*ibid.*).

De plus, le traitement thermique des artéfacts osseux semble être appliqué exclusivement sur une zone géographique comprenant le Proche-Orient, la Méditerranée, ainsi que l'Europe du sud-est et du centre. Si cette technique apparaît au Proche-Orient durant le natoufien, elle devient une tradition au Néolithique et semble se diffuser à partir de ce foyer vers les régions européennes voisines (*ibid.*).

7.2. Activité expérimentale

Si nous confrontons l'étude technologique de la plaquette ID21 avec les résultats obtenus des suites de l'activité expérimentale, l'hypothèse la plus probable est que les cupules portées par cette pièce ont été réalisées à l'aide d'un silex emmanché. En effet, il s'agit du seul outil qui a permis la création de perforations très régulières, plus étendues que profondes et avec un fond de grande dimension. Il ne réalise pas non plus de butées sur les parois de la matière osseuse perforée. De plus, à l'inverse des autres outils testés, le silex emmanché permet également une grande standardisation des cupules puisque sa partie active est actionnée indirectement. Cette standardisation est visible sur la plaquette de la Grotta dei Cocci sur laquelle toutes les perforations ont des dimensions et une morphologie semblables.

Afin de valider cette hypothèse, il serait nécessaire de réitérer cette expérimentation en incluant plus de participants. Cela permettrait ainsi d'éliminer le possible biais lié à l'expérimentateur.

7.3. Analyses archéométriques

Les deux méthodes appliquées afin de révéler la nature du pigment utilisé pour la coloration du motif de cupules de la plaquette ID21 ont identifié la présence de mercure (Hg) et de soufre (S). Lorsque ces deux éléments sont associés, ils forment le sulfure de mercure (HgS) qui est la molécule composant le cinabre avec 86,2% de mercure et 13,8% de soufre (Klein et Dutrow 2007). Les spectres Raman recueillis étaient similaires à ceux du vermillon puisqu'il s'agit d'un pigment minéral artificiel possédant la même formule chimique que le cinabre (Johnsen 2016). Notons également que le dépôt noir présent dans les cupules présentait un spectre similaire puisque le cinabre noircit lorsqu'il est exposé à la chaleur, c'est pour cela que de certaines villas bien connues de Pompéi présentent aujourd'hui des décorations murales très sombres.

Le cinabre est la plus importante source de mercure, il se retrouve sous forme de filons ou d'imprégnation de sédiment à proximité de roches volcaniques récentes et de sources chaudes. Bien qu'abondants, les gisements de cinabre sont assez rares à l'échelle mondiale. Les plus importants se trouvent à Almaden en Espagne, à Idria en Slovénie, dans les provinces de Kweichow et de Hunan en Chine, ainsi qu'à New Idria et New Almaden aux Etats-Unis d'Amérique (Klein et Dutrow 2007, Johnsen 2016).

En Italie, le site archéologique de Spaccasasso a révélé la présence d'une mine de cinabre. Située dans les montagnes Uccellina au sud de la Toscane, ses plus anciennes traces d'occupation remontent au moins au Néolithique (Poggiali *et al.* 2017). Depuis cette période, le cinabre est utilisé en tant que pigment dans le monde entier, il se retrouve principalement en contexte funéraire où il peut être dispersé sur les restes humains ou appliqué sur certains artefacts présents dans l'assemblage (*ibid.*). Plusieurs mines datant du Néolithique ont été retrouvées dans le centre et le nord de la péninsule italienne, d'autres sites d'extraction sont également présents pour cette période au Levant, dans les Balkans et en Espagne.

Spaccasasso est la mine la plus proche de la Grotta dei Cocci, elle se situe à seulement une centaine de kilomètres de celle-ci. En l'absence d'analyse des éléments traces présents dans le cinabre extrait de cette mine, nous pouvons uniquement supposer que les pigments présents sur la plaquette ID21 proviennent de ce site. Le cinabre y était extrait à deux endroits différents, cette opération se faisait en chauffant les roches de la grotte jusqu'à ce qu'elles se brisent, libérant ainsi le minéral recherché (*ibid.*). Nous ne disposons pas d'assez d'éléments pour savoir si le groupe humain qui a occupé la Grotta dei Cocci se déplaçait pour s'approvisionner en cinabre, ou s'il l'obtenait à travers un réseau d'échange ou de commerce comme il en existait en Espagne (Hunt-Ortiz *et al.* 2011).

Une fois le cinabre extrait, il était nécessaire de le préparer avant de l'appliquer sur la plaquette. Les spectres Raman et EDS n'ayant pas décelé la présence en quantité importante d'éléments autres que le mercure et le soufre, nous pensons que le cinabre a uniquement été réduit en poudre avant d'être utilisé. Son application a probablement été faite sans adjonction de graisse, d'eau, de cire ou de sève comme cela est parfois le cas chez certaines populations indigènes observées aujourd'hui.

Le spectre Raman recueilli sur un dépôt noir présent sur la surface de la plaquette indiquait également la présence de charbon, mais elle n'a pas été confirmée par les analyses effectuées au microscope électronique à balayage malgré de nombreux essais. Cela pourrait s'expliquer par le fait que le MEB sonde un volume et non une surface, si le dépôt de charbon était très fin et sporadique il est possible qu'il soit passé inaperçu. Dans tous les cas, cela ne peut correspondre à une utilisation volontaire du charbon en tant que pigment puisqu'il aurait été présent en bien plus grande quantité.

A l'inverse, plusieurs spectres EDS recueillis sur des inclusions de substrat à la surface de la pointe ID8 ont révélé la prépondérance du carbone dans la couche archéologique contenant l'artéfact. Lors des fouilles archéologiques de la Grotta dei Cocci, plus de 1000 restes de charbon ont été retrouvés dans le niveau néolithique, ils étaient accompagnés par de nombreux restes carpologiques en partie calcinés. Les études archéobotaniques ont ainsi conclu que le rituel qui se déroulait dans la grotte incluait la combustion intentionnelle de céréales, de légumineuses et de fruits (De Angelis *et al.* 2015). La présence aussi importante de carbone sur une des pièces étudiées, ainsi que l'existence d'une étape de traitement

thermique au cours de la chaîne opératoire de la majorité des artefacts, sont deux éléments qui permettent de lier les industries osseuses au rituel pratiqué dans le site. Nous pouvons supposer qu'elles ont été déposées dans la grotte après l'extinction des foyers. Cela expliquerait ainsi pourquoi les inclusions présentes sur la surface de nombreuses pièces sont aussi sombres, et pourquoi certains artefacts n'ont été que très légèrement colorés par une exposition à une source de chaleur. Plusieurs grottes situées en Italie centrale et datées à la même période présentent l'évidence d'un rituel similaire comme la Grotta Continenza ou la Grotta Sant'Angelo (Malone 2003).

Enfin, l'observation de l'extrémité distale de la pointe ID8 a permis de conclure que cet artefact n'a pas été utilisé avant son enfouissement. Ce résultat concorde avec celui obtenu lors de l'analyse des industries lithiques retrouvées au sein de la grotte puisque l'écrasante majorité d'entre elles ne présentait pas non plus de traces d'utilisation (*ibid.*).

Dans le cas des artefacts osseux, nous pouvons nous demander si cela s'explique par le fait que les pièces ont été façonnées dans l'unique but d'être déposées dans la grotte, ou si elles ont été utilisées puis remises en forme avant. La première hypothèse a tendance à être invalidée étant donné que 80% des pièces de l'assemblage étudié porte au moins un pan de fracture ancien, et qu'ils ont généralement une délinéation et une morphologie trop irrégulière pour être volontaire. Ajoutons à cela le fait que 11 pointes sur 17 ainsi que les deux biseaux consistent en réalité en une partie mésio-distale d'outil, et il devient peu probable que l'assemblage ait été réalisé uniquement pour faire partie du rituel qui s'est déroulé au sein de la grotte. Afin d'avoir la réponse finale à cette question, il serait nécessaire d'effectuer des analyses fonctionnelles sur l'ensemble des artefacts osseux de l'assemblage de la Grotta dei Cocci.

Conclusion et perspectives

L'objectif principal de ce travail était de fournir une analyse approfondie des chaînes opératoires ayant permis la réalisation des artéfacts osseux retrouvés lors des fouilles archéologiques de la Grotta dei Cocci. Malheureusement, en l'absence de déchets de fabrication ou d'études pouvant servir de comparaison, cela n'a pas pu être possible pour chaque objet. Nous pouvons néanmoins constater plusieurs points :

Dans un premier temps l'assemblage d'artéfact osseux de la Grotta dei Cocci est très diversifié, il inclut des pièces que nous pouvons plutôt qualifier d'outil comme les pointes et les biseaux, mais aussi des objets de parure très soignés comme les perles. L'art mobilier est aussi représenté avec la plaquette.

Nous pouvons également affirmer que mis à part les poinçons d'économie, tous les artéfacts étudiés sont le produit de séquences opératoires complexes associant plusieurs techniques. Dans la majorité des cas elles sont d'ailleurs concentrées sur des parties différentes de l'objet. Cela témoigne ainsi d'une réelle attention portée sur la totalité du bloc de matière première, pas uniquement sur la partie distale du futur artéfact, et d'une réflexion tout au long de sa mise en forme.

En identifiant l'utilisation du cinabre, notre étude a également permis d'ouvrir notre réflexion aux possibles déplacements sur de longues distances du groupe humain à l'origine de l'assemblage dans son environnement. L'existence d'un réseau d'échange ou de commerce du cinabre en Italie méridionale est également une possibilité.

A l'avenir, il serait intéressant d'effectuer une analyse tracéologique sur l'ensemble du matériel afin de déterminer avec certitude s'il a été utilisé ou non. Cela permettrait de savoir si les objets déposés dans la grotte étaient réalisés uniquement dans le but de participer à un rituel, ou s'il s'agissait d'objets ayant été utilisés par le passé. La réponse à cette question permettrait une meilleure compréhension du rite réalisé au sein de la grotte.

Il serait également intéressant de développer les recherches sur l'utilisation du cinabre en Italie durant la période néolithique. Cela permettrait ainsi de répondre à la question de l'existence de routes commerciales ou de réseaux d'échange du cinabre en Italie ou en Europe, comme il en a existé pour l'ambre.

Enfin, les artefacts osseux possédant une dimension culturelle et sociale primordiale pour la compréhension des groupes humains passés, il nous paraît essentiel de multiplier les sites sur lesquels l'industrie osseuse est étudiée de façon exhaustive. Dans le cas de la Grotta dei Cocci, l'absence d'un corpus d'études détaillées sur des assemblages d'industries osseuses similaires empêche bon nombre de comparaison. Sans celles-ci, les conclusions que nous pouvons tirer de l'étude du matériel ne peuvent être que très limitées.

D'autre part, l'Italie au Néolithique représentant un carrefour entre les civilisations de l'Europe occidentale, celles des Balkans et celles du Proche-Orient, le développement des études sur ce matériel permettrait sans doute de mettre en lumière plusieurs cultures avec des influences différentes. Cela contribuerait ainsi à une meilleure compréhension du processus de néolithisation et de sa diffusion.

Bibliographie

Averbouh A. 2000. Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithologiques. L'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées. Thèse de Doctorat en Histoire. Université Paris I - Panthéon - Sorbonne.

Averbouh A., Provenzano N. 2000. Propositions pour une terminologie du travail préhistorique des matières osseuses. I. Les techniques. *Préhistoire Anthropologie Méditerranéennes* 7-8, 5-25.

Barge-Mahieu H. 1991. Fiche perles néolithiques. In : Barge-Mahieu H., Bellier C., Camps-Fabrer H., Cattelain P., Mons L., Provenzano N., Taborin Y. *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique. Cahier IV, Objets de parure*. Publications de l'université de Provence, Aix-en-Provence, 6.2.1-6.2.12.

Barone R. 1976. *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome premier OSTEOLOGIE*. Vigot frères, Paris, 761 p.

Behrensmeyer A. K., Kidwell S. M. 1985. Taphonomy's contributions to paleobiology. *Paleobiology* 11, 105-119.

Behrensmeyer A. K., Gastaldo R. A., Kidwell S. M. 2000. Taphonomy and Paleobiology. *Paleobiology* 26, 103-147.

Bouchud J. 1974. Les traces de l'activité humaine sur les os fossiles. In : Camps-Fabrer H. *Actes du premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la préhistoire*. Editions de l'université de Provence, Aix en Provence, 29-33.

Camps-Fabrer H. Stordeur D. 1979. Orientation et définition des différentes parties d'un objet en os. In : Camps-Fabrer H. *Industrie de l'os Néolithique et de l'Âge des Métaux. Première*

réunion du groupe de travail n°3 sur l'industrie de l'os préhistorique. Edition CNRS, Paris, 9-15.

Camps-Fabrer H. 1990a. Fiche générale. In : Camps-Fabrer H., Ramseyer D., Stordeur D. *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique. Cahier III, Poinçons, pointes, poignards, aiguilles*. Publications de l'université de Provence, Aix-en-Provence, 1-16.

Camps-Fabrer H. 1990b. Fiche pointe plate sur côte. In : Camps-Fabrer H., Ramseyer D., Stordeur D. *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique. Cahier III, Poinçons, pointes, poignards, aiguilles*. Publications de l'université de Provence, Aix-en-Provence, 11.1-11.10.

Camps-Fabrer H. 1990c. Fiche poinçon d'économie. In : Camps-Fabrer H., Ramseyer D., Stordeur D. *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique. Cahier III, Poinçons, pointes, poignards, aiguilles*. Publications de l'université de Provence, Aix-en-Provence, 1.1-1.2.

Christensen M. 2004. Fiche caractères morphologiques, histologiques et mécaniques des matières dures d'origine animale. In : Ramseyer D. *Fiches de la Commission de nomenclature sur l'industrie de l'os préhistorique. Cahier XI, Matières et techniques*. Société Préhistorique Française, Paris, 17-28.

Christensen M. 2016. *L'industrie osseuse des chasseurs-cueilleurs : le cas des nomades marins de Patagonie et Terre de feu*. Ediciones universidad de Magallanes, Punta Arenas, 306p.

Dauvois M. 1974. Industrie osseuse préhistorique et expérimentations. In : Camps-Fabrer H. *Actes du premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la préhistoire*. Editions de l'université de Provence, Aix en Provence, 73-84.

De Angelis M. C. 2011. Materiali dell'età del bronzo dalla Grotta dei Cocci di Narni (TR). *Rassegna di Archeologia* 23A, 73-81.

De Angelis M. C., Arrighi S., Castiglioni E., Cottini M., Moroni A., Rottoli M., Salari L., Tagliacozzo A. 2015. Cibo sacro. Ritualità nella « Grotta dei Cocci » di Narni (TR), i livelli con ceramica a fasce brune del Neolitico antico. *Preistoria del Cibo 50^{ma}. Riunione Scientifica dell'Istituto italiano di Preistoria e Protostoria, Tra ritualità e potere* session 4, 1-14.

De Grossi Mazzorin J., Tagliacozzo A. 2000. Morphological and osteological changes in the dog from the neolithic to the roman period in Italy. In : Crockford S. J. *Dogs Through Time : An Archaeological Perspective*. BAR International Series 889, Victoria, 141-161.

Fiore I. Tagliacozzo A. 2011. La produzione di manufatti in materia dura animale nell'Eneolitico: esempi da alcuni contesti funerari e da abitato. In : Cocchi Genick D. *Atti della XLIII riunione scientifica*. Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze, 215-223.

Frahm E. 2014. Scanning Electron Microscopy (SEM): Applications in Archaeology. In : Smith C. *Encyclopedia of Global Archaeology*. Springer Press, 6487-6495.

Gargani E. 2017. *Techno-functional analysis of bone and antler industry from Farneto (Bologna, Italy) and Sa Osa (Oristano, Italy) archaeological sites*. Mémoire de Master 2 Erasmus Mundus Master in Quaternary and Prehistory. Università degli Studi di Ferrara.

Hunt-Ortiz M. A., Consuegra-Rodriguez S., Diaz del Río-Español P., Hurtado-Perez V. M., Montero-Ruiz I. 2011. Neolithic and chalcolithic - VI to II millenia BC - use of cinnabar (HgS) in the Iberian peninsula: analytical identification and lead isotope data for an early mineral exploitation of the Almadén (Ciudad Real, Spain) mining district. In : Ortiz J. E., Puche O., Rábano I., Mazadiego L. F. *History of Research in Mineral Resources*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 3-13.

Johnsen O. 2016. *Guide Delachaux des minéraux*. Delachaux et Niestlé, Paris, 440p.

Klein C., Dutrow B. 2007. *The 23rd edition of the manual of Mineral Science*. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 675p.

Lyman R. L. 1994. *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge University Press, Cambridge. 527p.

Malone C. 2003. The Italian Neolithic: A Synthesis of Research. *Journal of World Prehistory* 17 (3), 235-312.

Micheli R. 2014. Ornamenti personali e gruppi neolitici: elementi di differenziazione culturale nell'ambito della cultura dei Vasi a Bocca Quadrata. *Rivista di studi Liguri* LXXVII - LXXIX, 235-242.

Outram A. K. 2008. Introduction to experimental archaeology. *World Archaeology* 40 (1), 1-6.

Poggiali F., Buonincontri M. P., D'Auria A., Volante N., Di Pasquale G. 2017. Wood selection for firesetting: first data from the Neolithic cinnabar mine of Spaccasasso (South Tuscany, Italy). *Quaternary International* 458, 134-140.

Prieto A., Cárdenas R. A. 2010. The Mal'ta Ivory Plate: A Paleolithic Mnemonic of Leather Technology? *Current Research in the Pleistocene* 27, 52-55.

Provenzano N. 1998. Fiche générale des objets à biseau distal. In : Camps-Fabrer H., Cattelain P., Choi S.-Y., David E., Pascual-Benito J.-L., Provenzano N., Ramseyer D. *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique. Cahier VIII, Biseaux et tranchants*. Editions du Cedarc, Treignes, 5-16.

Provenzano N. 2004. Fiche terminologique du travail des matières osseuses, du Paléolithique à l'Âge des Métaux. In : Ramseyer D. *Fiches de la Commission de nomenclature sur l'industrie de l'os préhistorique. Cahier XI, Matières et techniques*. Société Préhistorique Française, Paris, 29-37.

Reich G., Linder D. 2014. Experimental Archaeology in France. A History of the Discipline. In : Reeves Flores J, Paardekooper R. P. *Experiments Past. Histories of Experimental Archaeology*. Sidestone Press, Leiden, 67-84.

Salari L., Rolfo M. F., Zarattini A. 2012. Nota preliminare sulla fauna del Neolitico antico di Grotta Mora Cavorso (Jenne, Lazio). In : De Grossi Mazzorin J., Saccà D., Tozzi C. *Atti del 6° Convegno Nazionale di Archeozoologia, Parco dell'Orecchiella, San Romano in Garfagnana - Lucca*, Lucca, 171-173.

Salari L., De Angelis M. C., Tagliacozzo A. 2014. La fauna neolitica della Grotta dei Cocci (Narni, Umbria). *Rivista di Studi Liguri* 77/79, 105-110.

Sidéra I. 2000. Feu et industrie osseuse. Un marqueur d'identité culturelle. *Paléorient* 26 (2), 51-59.

Shipman P., Foster G., Schoeninger M. 1984. Burnt bones and Teeth: an Experimental Study of Color, Morphology, Crystal Structure and Shrinkage. *Journal of Archeological Science* 11, 307-325.

Taborin Y. 1991. Fiche perle. In : Barge-Mahieu H., Bellier C., Camps-Fabrer H., Cattelain P., Mons L., Provenzano N., Taborin Y. *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique. Cahier IV, Objets de parure*. Publications de l'université de Provence, Aix-en-Provence, 6.1.1-6.1.4.

Wilkins B. 1995. Animali da contesti rituali nella preistoria dell'Italia centro-meridionale. *Padusa Quaderni* 1, 201-207.

Yeomans L., Richter T. 2018. Exploitation of a Seasonal Resource: Bird Hunting During the Late Natufian at Shubayqa 1. *International Journal of Osteoarchaeology* 28 (2), 95-108.

Table des illustrations

Liste des figures :

- Figure 1.2.1. Situation géographique de la ville de Narni (Source : Google image)
- Figure 1.2.2. Planimétrie de la grotte (Salari *et al.* 2014)
- Figure 1.2.3. Planimétrie de l'aire fouillée (Salari *et al.* 2014)
- Figure 2.1.1. Photographies des artefacts ID1 à ID12
- Figure 2.1.2. Photographies des artefacts ID13 à ID24
- Figure 2.1.3. Photographies des artefacts ID25 à ID33
- Figure 2.5.1. Classification des techniques selon A. Averbouh et N. Provenzano (d'après Provenzano 2004 et Christensen 2016)
- Figure 3.1.1.1. Stries de raclage sur la pointe de la pièce ID11 presque effacées par un poli
- Figure 3.1.1.2. Stries d'abrasion sur la pointe de la pièce ID4
- Figure 3.1.2.1. Stries d'abrasion sur la pointe de la pièce ID3
- Figure 3.1.2.2. Stries d'abrasion sur la pointe de la pièce ID1
- Figure 3.1.2.3. Stries de raclage sur la partie mésiale de la pièce ID22
- Figure 3.1.2.4. Stries de boucherie et marque de tramplage sur l'extrémité distale de la pièce ID16
- Figure 3.1.3.1. Stries de raclage sur l'extrémité proximale de la pièce ID5
- Figure 3.2.1. Stries de raclage sur le biseau de la pièce ID10
- Figure 3.2.2. Stries non identifiées présentes sur toute la surface de la pièce ID33
- Figure 3.3.1. Plage de stries d'abrasion sur la face de la pièce ID20
- Figure 3.3.2. Plage de stries d'abrasion sur la face de la pièce ID17
- Figure 3.4.1. Strie de sciage présente sur une des extrémités de la pièce ID26
- Figure 3.4.2. Multiples stries de sciage présentes sur tout le pourtour des extrémités de la pièce ID28
- Figure 3.4.3. Plage de stries d'abrasion présentes sur le fût de la pièce ID29
- Figure 3.4.4. Stries d'abrasion présentes sur une des faces de la pièce ID29
- Figure 3.4.5. Bord de la perle ID27 présentant un poli ainsi qu'un arrondissement peut être lié au port de l'objet
- Figure 3.4.6. Bord de la perle ID30 présentant un poli et un arrondissement similaires

Figure 3.5.1. Stries de raclage présentes sur la face supérieure de la pièce ID21

Figure 3.5.2. Une des cupules présentes sur la face supérieure de la pièce ID21

Figure 3.6.1. Cône de percussion présent sur la face inférieure de la pièce ID25

Figure 3.6.2. Stries d'abrasion présentes sur la face supérieure de la pièce ID25

Figure 3.6.3. Stries de raclage présentes sur la surface de la pièce ID31

Figure 4.a. Côte de boeuf fraîche utilisée en tant que support (après sa préparation)

Figure 4.b. Côte de boeuf sèche utilisée en tant que support (absence de préparation)

Figure 4.1.1. Quatre perçoirs en silex utilisés au cours de cette activité expérimentale

Figure 4.1.1.1. Activité de perçage réalisée sur un os frais selon une demi rotation du poignet et un angle d'environ 90°

Figure 4.1.1.2. Cupule réalisée sur os frais avec un perçoir en silex selon une demi-rotation du poignet

Figure 4.1.1.3. Autre cupule réalisée selon la même technique

Figure 4.1.2.1. Activité de perçage réalisée sur un os sec selon une demi rotation du poignet et un angle d'environ 90°

Figure 4.1.2.2. Cupule réalisée sur os sec avec un perçoir en silex selon une demi-rotation du poignet

Figure 4.1.2.3. Autre cupule réalisée selon la même technique

Figure 4.1.3.1. Cupule réalisée sur os frais avec un perçoir en silex à la partie active plus fine selon une rotation complète du poignet

Figure 4.1.3.2. Cupule réalisée sur os frais avec un perçoir en silex à la partie active plus épaisse selon une rotation complète du poignet

Figure 4.1.4.1. Activité de perçage réalisée sur os sec selon une rotation complète du poignet et un angle d'environ 90°

Figure 4.1.4.2. Cupule réalisée sur os sec avec un perçoir en silex selon une rotation complète du poignet

Figure 4.1.4.3. Autre cupule réalisée selon la même technique

Figure 4.2.2.1. Eclat de silex emmanché sur du bois et zoom sur sa partie active

Figure 4.2.2.2. Cupule réalisée sur os frais avec un silex emmanché

Figure 4.2.2.3. Cupule réalisée sur os sec avec un silex emmanché

Figure 4.2.3.1. Pointe en os

Figure 4.2.3.2. Activité de perçage réalisée sur un os sec à l'aide d'une pointe en os appliquée selon un angle d'environ 90°

Figure 4.2.3.3. Cupule réalisée sur os frais avec une pointe en os

Figure 4.2.3.4. Cupule réalisée sur os sec avec une pointe en os

Figure 4.2.4.1. Couteau en fer

Figure 4.2.4.2. Activité de perçage réalisée sur un os sec à l'aide d'un couteau en fer appliqué selon un angle d'environ 90°

Figure 4.2.4.3. Cupule réalisée sur os frais avec un couteau en fer

Figure 4.2.4.4. Cupule réalisée sur os sec avec un couteau en fer

Figure 5.1.1.1. Localisation des analyses Raman effectuées sur la plaquette ID21

Figure 5.1.1.2. Spectre Raman de la matière colorante orangée analysée dans une cupule de la plaquette ID21

Figure 5.1.1.3. Spectre Raman de la matière colorante noire analysée sur la surface de la plaquette ID21

Figure 5.2.1.1. Localisation des analyses EDS effectuées sur la plaquette ID21

Figure 5.2.1.2. Première zone de la plaquette analysée et localisation des trois spectres recueillis (image en électrons rétrodiffusés)

Figure 5.2.1.3. Premier spectre recueilli dans une cupule de la plaquette

Figure 5.2.1.4. Second spectre recueilli dans une cupule de la plaquette

Figure 5.2.1.5. Troisième spectre recueilli dans une cupule de la plaquette

Figure 5.2.1.6. Seconde zone de la plaquette analysée et localisation du spectre recueilli (image en électrons rétrodiffusés)

Figure 5.2.1.7. Spectre recueilli sur la surface de la plaquette

Figure 5.2.1.8. Troisième zone de la plaquette analysée et localisation des quatre spectres recueillis (image en électrons rétrodiffusés)

Figure 5.2.1.9. Quatrième zone de la plaquette analysée et localisation des quatre spectres recueillis (image en électrons rétrodiffusés)

Figure 5.2.1.10. Cinquième zone de la plaquette analysée et localisation des quatre spectres recueillis (image en électrons secondaires)

Figure 5.2.1.11. Sixième zone de la plaquette analysée et localisation des trois spectres recueillis (image en électrons rétrodiffusés)

Figure 5.2.2.1. Localisation des observations et des analyses EDS effectuées sur la pointe ID1

Figure 5.2.2.2. Topographie du fond d'une strie présente sur la partie mésiale de la face supérieure de l'artéfact ID1 (image en électrons secondaires)

Figure 5.2.2.3. Agrandissement d'un fond de strie visible sur la figure précédente (image en électrons secondaires)

Figure 5.2.2.4. Premier spectre recueilli sur une portion de la surface de l'artéfact ID1 modifiée par des processus taphonomiques

Figure 5.2.2.5. Second spectre recueilli sur une portion de la surface de l'artéfact ID1 modifiée par des processus taphonomiques

Figure 5.2.3.1. Localisation des observations et des analyses EDS effectuées sur la pointe ID8

Figure 5.2.3.2. Topographie de la pointe de l'artéfact ID8 (image en électrons secondaires)

Figure 5.2.3.3. Agrandissement de la topographie de la pointe de l'artéfact ID8 (image en électrons rétrodiffusés)

Figure 5.2.3.4. Localisation des cinq spectres recueillis sur la partie mésiale de l'objet (image en électrons rétrodiffusés)

Figure 6.1.1. Diagramme circulaire illustrant la nature de la matière première utilisée dans l'assemblage étudié

Figure 6.1.2. Diagramme circulaire illustrant les différents types d'objets présents dans l'assemblage étudié

Figure 6.1.3. Nuage de points représentant la variabilité des dimensions maximales des objets de l'assemblage étudié selon leur type

Figure 6.1.4. Diagramme à barres représentant la répartition des techniques appliquées sur les objets étudiés selon leur type

Liste des tableaux :

Tableau 3.1.1.1. Dimension des pointes sur segment diaphysaire d'os long

Tableau 3.1.2.1. Dimensions des pointes plates prises sur côte

Tableau 3.4.1. Dimensions des perles

Tableau 5.2.1.1. Identification et quantification des éléments chimiques révélés par les quatre spectres sur la troisième zone de la plaquette

Tableau 5.2.1.2. Identification et quantification des éléments chimiques révélés par les quatre spectres sur la quatrième zone de la plaquette

Tableau 5.1.2.3. Identification et quantification des éléments chimiques révélés par les quatre spectres sur la cinquième zone de la plaquette

Tableau 5.1.2.4. Identification et quantification des éléments chimiques révélés par les trois spectres sur la sixième zone de la plaquette

Tableau 5.2.3.1. Identification et quantification des éléments chimiques révélés par les cinq spectres sur l'artéfact ID8

Tableau 6.2.2.1. Tableau récapitulatif des stigmates laissés par les différents outils lors de l'expérimentation

Remerciements

En premier lieu, j'aimerais remercier Ursula Thun Hohenstein de m'avoir encadrée avec bienveillance tout au long de ce stage.

Je remercie également Adriana Moroni et Maria Cristina de Angelis de nous avoir accordé l'accès à la collection qui a été étudiée dans le cadre de ce travail.

Je souhaiterais remercier Marco Bertolini de m'avoir fourni le matériel nécessaire à la réalisation de mon activité expérimentale, ainsi que quelques conseils au cours de celle-ci.

Mes remerciements vont aussi à Negar Eftekhari qui m'a toujours accueillie avec sollicitude au pôle scientifique de l'Université de Ferrare où elle a réalisé toutes les analyses archéométriques présentées dans ce travail.

Ce travail ayant été effectué au cours de ma mobilité internationale, il n'aurait pas été possible sans l'équipe du Muséum en charge du programme Erasmus +. Je tiens ainsi à exprimer ma gratitude envers Chafika Falguères, David Pleurdeau, François Sémah et madame Aloui pour avoir permis ce formidable séjour que je n'oublierai jamais.

Je tiens également à remercier chaleureusement Marta Arzarello pour son accueil, son encadrement tout au long de notre mobilité, ainsi que sa disponibilité dès que nous avons la moindre interrogation. J'adresse aussi mes remerciements à Julie Arnaud qui a toujours fait preuve d'une grande bienveillance à notre égard. Enfin, je tiens à exprimer toute ma gratitude envers Claudio Berto pour ses nombreux conseils.

J'aimerais également remercier Antoine Lourdeau qui m'a patiemment conseillée et encouragée tout au long de ces deux années de Master.

Sur un plan plus personnel maintenant, je souhaiterais commencer par remercier du fond du coeur quelques amis. Merci à Marie qui m'encourage depuis dix ans maintenant, merci à Alexandrine, Elodie et Morgane que j'ai eu la chance de rencontrer en licence, et merci à Vanessa, Mélie, Adeline, Juliette et tous les autres étudiants du muséum avec lesquels j'ai eu le plaisir d'étudier ces deux dernières années. Je tiens également à remercier

particulièrement mes acolytes Erasmus, tout d'abord Johann pour son sens de l'humour improbable, mais aussi Octavie, qui a été pour nous trois un rayon de soleil au milieu de la brume de Ferrare.

Derniers cités mais non les moindres, je tiens à remercier mes parents, ma soeur et tous les êtres de mon petit zoo de m'avoir donné la chance de grandir et de m'épanouir dans un environnement aussi aimant et paisible. Merci pour votre bonne humeur inébranlable et votre patience au quotidien.

Enfin, je souhaiterais conclure cette partie en exprimant ma sincère gratitude envers Pierre, mon plus grand soutien, sans lequel ces années auraient été bien différentes.

Résumé : Ce travail porte sur l'étude d'une collection d'industrie osseuse mise au jour durant les fouilles de la Grotta dei Cocci (Narni, Italie), au sein d'une couche archéologique datée aux derniers siècles du VI^{ème} millénaire avant notre ère. Cet assemblage est très varié, il est composé de pointes, de biseaux, de fragments de partie mésiale d'outils, de perles, d'une plaquette et de deux artefacts de type inconnu. Après une brève présentation du contexte de cette collection et des méthodes utilisées pour l'étudier, nous avons défini la typologie et la sous-typologie de chacune des pièces qui la constitue. Nous avons également cherché à identifier les stigmates technologiques portés par ces objets. S'ensuit une brève expérimentation durant laquelle notre objectif était de retrouver la technique ayant été appliquée afin de réaliser le motif présent sur la plaquette décorée. Enfin, certaines pièces de cette collection ont été analysées en utilisant la spectroscopie Raman, ainsi qu'un microscope électronique à balayage couplé à un spectromètre à rayons X en dispersion d'énergie (EDS). Notre objectif était alors double, il s'agissait dans un premier temps d'identifier la nature des pigments présents à la surface de ces artefacts afin de reconstituer leur chaîne opératoire dans son acception la plus large, mais aussi de visualiser la surface de leur partie active.

Abstract : This work is focused on a collection of artifacts in animal hard tissues from the Grotta dei Cocci (Narni, Italy), which have been recovered from an archeological layer chronologically attributed to the last centuries of the VIth millenium. This assemblage is very varied, it is composed of points, *biseaux*, middle parts from artifacts, beads, one plaque and two unknown objects. After a short introduction to the context of this collection and the methods that we used to study it, we have specified the typology of every piece. We also tried to identify the technological traces left on the objects. This was followed by a brief experiment during which our objective was to find the technique that had been applied in order to create the motif on the decorated plaque. Finally, some artefacts of this collection were analyzed using Raman spectroscopy, as well as a scanning electron microscope associated to an energy dispersive X-ray spectrometer (EDS). Our objective was then twofold: first, to identify the nature of the pigments present on the surface of these artifacts in order to reconstitute their operating chain in its widest sense, but also to visualize the surface of their active part.