Aix Marseille Université

NNT : 0000AIXM0000

THÈSE DE DOCTORAT

Soutenue à Aix-Marseille Université
le 17 décembre 2024 par

Océane LAROCHE

Repenser l'outil lithique MSA en Afrique du Nord. Étude structurelle de l'outillage du niveau T d'El Guettar (Tunisie).

Discipline
Préhistoire

École doctorale
ED 355 - Espaces, Cultures, Sociétés

Laboratoire/Partenaires de recherche
LAMPEA – UMR 7269

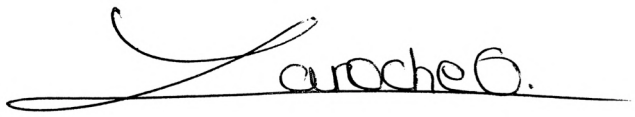
Composition du jury

Sylvain SORIANO Directeur de recherche CNRS, ArScAn	Rapporteur Président du jury
Abdeljalil BOUZOUGGAR Professeur, INSAP, Rabat	Rapporteur
Nabiha AOUADI Maître de recherche, INP, Tunis	Examinatrice
Roland NESPOULET Maître de conférences, MNHN	Examinateur
Guillaume PORRAZ Chargé de recherches CNRS, LAMPEA, AMU	Examinateur
Veerle ROTS Professeure, Dir. de recherche FNRS, Univ. de Liège	Examinatrice
Enza SPINAPOLICE Professore Associato, Sapienza Univ. di Roma	Examinatrice
Jean-Pierre BRACCO Professeur des Universités, LAMPEA, AMU	Directeur de thèse

Affidavit

Je soussignée, Océane Laroche, déclare par la présente que le travail présenté dans ce manuscrit est mon propre travail, réalisé sous la direction scientifique de Jean-Pierre Bracco, dans le respect des principes d'honnêteté, d'intégrité et de responsabilité inhérents à la mission de recherche. Les travaux de recherche et la rédaction de ce manuscrit ont été réalisés dans le respect à la fois de la charte nationale de déontologie des métiers de la recherche et de la charte d'Aix-Marseille Université relative à la lutte contre le plagiat.
Ce travail n'a pas été précédemment soumis en France ou à l'étranger dans une version identique ou similaire à un organisme examinateur.

Fait à Aix-en-Provence, le 21 / 10 / 2024.



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

Liste de publications et participation aux conférences

- Liste des publications réalisées dans le cadre du projet de thèse :

- LAROCHE O. *et al*. (2021) - Levallois, so what ? From the technical system to the production objectives : new data on the lithic technical equipment of the Rhafas cave, layers 3 and 4 (Morocco), *Bulletin d'Archéologie Marocaine*, Volume 26, p. 93-103.

- Liste des présentations orales et posters :

- LAROCHE O. et BRACCO J.-P. (2024), Repenser l'outil lithique MSA en Afrique du Nord : étude structurelle de l'outillage du niveau T d'El Guettar (Tunisie), Communication orale, *12ème Rencontre des quaternaristes marocains*, Marrakech, 2024

- LAROCHE O. (2024), Repenser l'outil lithique MSA en Afrique du Nord : étude structurelle de l'outillage du niveau T d'El Guettar (Tunisie), *GlobalMed 2024 – Les patrimoines en Méditerranée : enjeux globaux*, Mai 2024, Aix-en-Provence, France, poster : https://globalmed.hypotheses.org/2779

- LAROCHE O. *et al*. (2018) Levallois so what ? From the technical system to the production objectives : Rhafas, layer 4 (Morocco), Communication orale, PANAF 18, *XVe congrès de l'Association panafricaine d'Archéologie*, Faculté des Sciences, Rabat (Maroc), 2018

Résumé

Les industries lithiques documentent les activités des sociétés préhistoriques, les conditions techniques de leur réalisation, les savoir-faire collectifs et les compétences individuelles. En Afrique du Nord, peu de travaux interrogent de cette façon les équipements techniques du Middle Stone Age (MSA), période cruciale marquée par l'émergence d'Homo sapiens (315-30 ka). Cette thèse contribue à la compréhension des traditions techniques en adoptant une approche novatrice de l'outillage lithique, encore jamais appliquée aux assemblages MSA nord-africains (NAMSA) hormis un travail ponctuel de Master.

La démarche utilisée est celle de l'analyse structurelle, également appelée « techno-morpho-fonctionnelle » ou « technico-fonctionnelle ». Elle permet de caractériser l'outil à travers son organisation structurelle, c'est-à-dire l'agencement entre ses « parties actives », qui interagissent avec la matière, et ses parties passives, maintenues ou emmanchées. Cette méthode permet ainsi de proposer des potentiels fonctionnels correspondant aux caractères morphotechniques identifiés (action de coupe, de perforation, etc.).

La collection lithique analysée provient du niveau T (« tas ») du site d'El Guettar en Tunisie, extrêmement riche en outils, célèbre en raison de la présence supposée d'un « cairn » interprété comme une structure bâtie mais en réalité mal connue et documentée. L'application de la méthode structurelle a permis l'obtention de plusieurs niveaux de résultats. Du point de vue méthodologique, notre proposition d'approche permet de surmonter une partie des biais liés aux collections anciennes, en recentrant l'analyse sur l'outil lui-même. C'est donc une revalorisation du potentiel heuristique de cette collection et plus généralement des séries anciennement fouillées.

L'analyse structurelle a porté sur près de 700 outils. La sphère technique de l'assemblage a été précisément caractérisée par l'identification de 14 technotypes d'outils qui présentent une organisation structurelle commune.

Les résultats de cette recherche visent à ouvrir de nouvelles perspectives et à servir de travail de référence pour les études sur l'outillage NAMSA. Ce travail s'inscrit ainsi dans une réflexion épistémologique sur l'histoire de la recherche portant sur la caractérisation de l'outil lithique et sur l'héritage typologique des études du NAMSA. L'application généralisée de cette méthode aux matériels nord-africains constitue une piste prometteuse pour réviser notre compréhension de cette période clé de la Préhistoire africaine. Elle permettra notamment de comparer plus efficacement les assemblages en identifiant leurs similarités et différences techniques et en appréhendant la variabilité intra-régionale, aujourd'hui au cœur de nombreux débats.

Mots clés : Outil lithique • Middle Stone Age • Analyse structurelle • El Guettar • Afrique du Nord

Summary

Lithic industries document the activities of prehistoric societies, the technical conditions of their production, collective know-how, and individual skills. In North Africa, few studies examine the technical equipment of the Middle Stone Age (MSA) in this way, a crucial period marked by the emergence of *Homo sapiens* (315-30 ka). This doctoral thesis contributes to the understanding of technical traditions by adopting an innovative approach to lithic tools, never before applied to North African MSA (NAMSA) assemblages, except for a single Master's thesis.

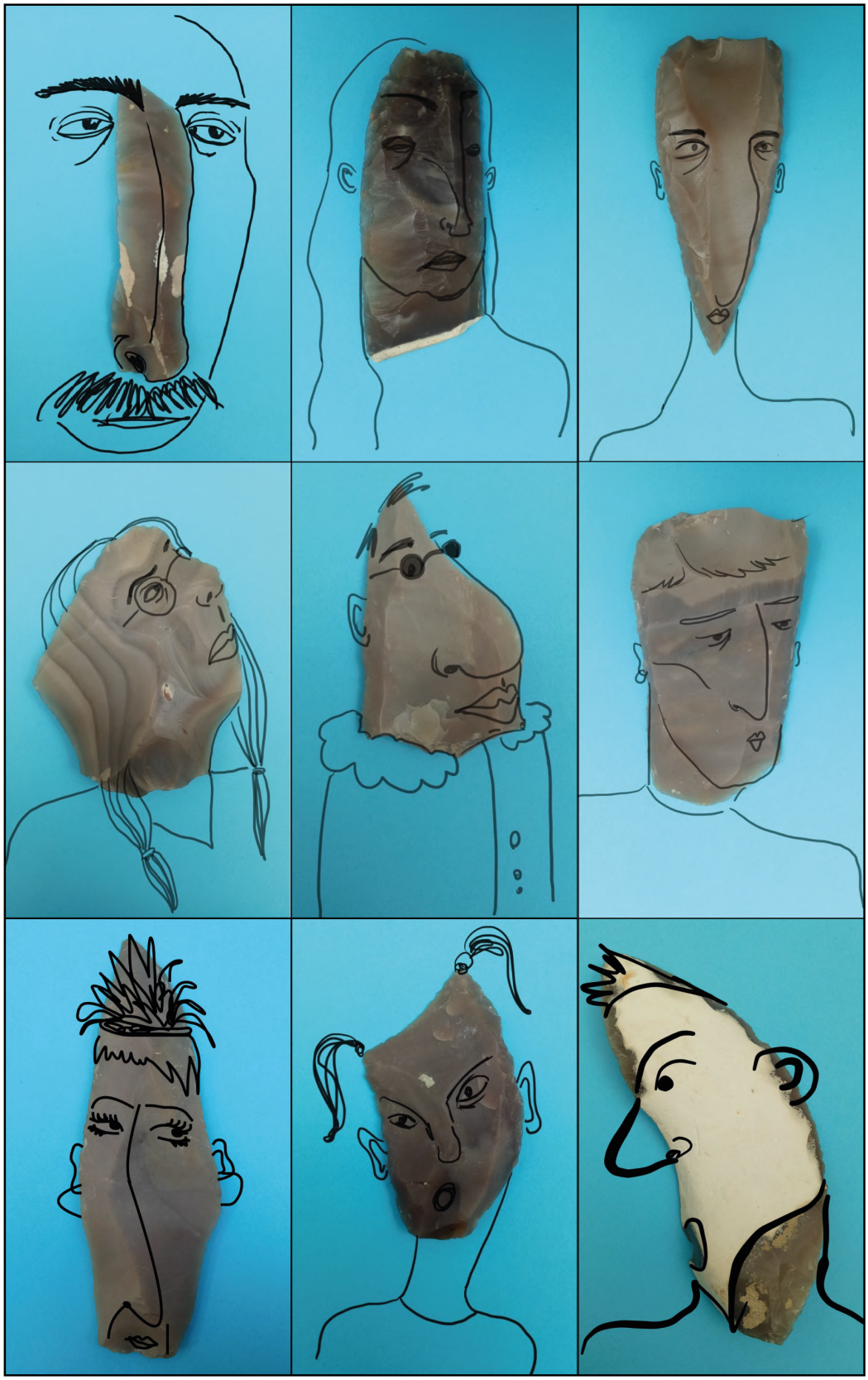
The method used is structural analysis, also called "techno-morpho-functional" or "techno-functional" analysis. It characterizes tools through their structural organization, meaning the arrangement of their « active parts », which interact with materials, and passive parts, which are held or hafted. This method thus allows for proposing functional potentials corresponding to the morphotechnical characteristics identified (cutting, perforation, etc.).

The lithic collection analyzed comes from Level T (« tas ») of the El Guettar site in Tunisia, which is extremely rich in tools, famous for the supposed presence of a « cairn » interpreted as a constructed structure but, in fact, poorly known and documented. The application of the structural method yielded multiple levels of results. From a methodological point of view, our approach overcomes some of the biases related to older collections by refocusing the analysis on the tool itself. This represents a reevaluation of the heuristic potential of this collection and, more generally, of older excavated series.

The structural analysis covered nearly 700 tools. The technical sphere of the assemblage was precisely characterized through the identification of 14 technotypes of tools that display a common structural organization.

The results of this research aim to open new perspectives and serve as a reference work for studies on NAMSA tools. This work thus forms part of an epistemological reflection on the history of research related to the characterization of lithic tools and the typological heritage of NAMSA studies. The generalized application of this method to North African materials constitutes a promising avenue for revising our understanding of this key period in African prehistory. It will notably allow for more effective comparisons of assemblages by identifying their technical similarities and differences and understanding intra-regional variability, which is currently at the heart of many debates.

Mots clés : Lithic tool • Middle Stone Age • Structural analysis • El Guettar • North Africa



La Famille Cailloux d'El Guettar (©MéganeMurphy)

Remerciements

Six ans se sont écoulés depuis le début de cette thèse. Ce parcours n'a pas été de tout repos, notamment en raison des conditions difficiles imposées par la conjoncture, mais il a été rendu possible grâce au soutien de nombreuses personnes, dont les contributions, tant sur le plan scientifique que personnel, ont été inestimables.

Mes premiers remerciements s'adressent à mon directeur de thèse, Jean-Pierre Bracco. Avant de le remercier en tant que directeur, je souhaite exprimer ma gratitude envers le Professeur de Préhistoire. Si depuis l'âge de cinq ans, je savais que je voulais devenir préhistorienne, ce que j'ignorais en revanche, c'est que ma passion se porterait sur le caillou. En entrant à l'université, j'ai découvert avec émerveillement les « industries lithiques » que Jean-Pierre Bracco nous présentait en cours, ces outils fascinants d'une humanité si lointaine, et pourtant si familière. Ses enseignements m'ont véritablement captivée. Merci de m'avoir transmis votre passion. En tant que directeur de thèse, merci de m'avoir toujours guidée sur la bonne voie et, surtout, merci d'avoir cru en moi, parfois plus que je ne le faisais moi-même. Vous avez été un véritable mentor.

Je tiens à exprimer ma gratitude aux membres du Jury, Sylvain Soriano, Abdeljalil Bouzouggar, Nabiha Aouadi, Roland Nespoulet, Guillaume Porraz, Veerle Rots et Enza Spinapolice, qui ont accepté je juger mon travail. Je suis profondément honorée de bénéficier de votre regard attentif et critique.

Je remercie mon école doctorale, l'ED 355, pour le financement obtenu, qui a rendu possible la réalisation de cette thèse.

Dans la même lignée, je tiens à remercier mon laboratoire de recherche, le LAMPEA, et sa direction, qui a mis à ma disposition les ressources matérielles et scientifiques nécessaires pour le bon déroulement de la thèse et a financé les différentes missions dans les musées et laboratoires, rendant possible l'acquisition de nombreuses données. Merci notamment à notre gestionnaire, Caroline Ikkache, qui a assuré toute la logistique de ces missions.

Un laboratoire de recherche, ce sont aussi des échanges enrichissants avec les collègues, qui ont été un atout majeur dans la maturation de mes réflexions et de mes travaux. Merci à tous les membres du laboratoire pour m'avoir offert un cadre intellectuel stimulant et un environnement favorable à la poursuite de mes recherches.

Un merci tout particulier à Guillaume Porraz, qui m'a consacré beaucoup de temps. Merci pour les nombreuses réflexions sur les cailloux et le cadre théorique du Middle Stone Age. J'ai beaucoup appris grâce à toi et tes conseils ont grandement nourri et affiné ma réflexion.

Merci également à Philippe Fernandez, dont l'aide m'a permis de dresser la biochronologie du site d'El Guettar ; à Sandrine Cabut pour ses conseils sur les statistiques descriptives ; à Vincent Ollivier et Naïs Sirdeys, qui ont permis d'éclaircir certains points de géomorphologie ; à Maxence Bailly, pour les échanges épistémologiques ; à Stéphane Renault pour les discussions sur la mise en place d'un catalogue en ligne et la possibilité d'un data paper ; à Alix

Gibaud, pour ses relectures sur les données pétroarchéologiques ; à Giulia Ricci pour sa positivité et ses coups de boost ; à Jean-Philip Brugal, pour son don d'une petite loupe binoculaire qui m'a permis d'observer les cailloux d'encore plus près ; à Michel Grenet pour ses magnifiques dessins scientifiques qui rendent un bel hommage aux pièces et à Toomaï Boucherat pour les séances de taille de silex et sa profonde bienveillance.

Je tiens à remercier le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), pour avoir mis à ma disposition la collection d'El Guettar lors de cette étude et avoir accepté un prêt exceptionnel de celle-ci face à l'impossibilité d'accéder aux collections en temps de Covid-19.

Merci particulièrement à Roland Nespoulet, Stéphanie Bonilauri et Laurence Glémarec, qui m'ont accueillie chaleureusement au sein de leurs structures. Leur disponibilité, leur expertise et l'accès qu'ils m'ont offert aux collections ont été essentiels à l'avancement de mes travaux.

Je souhaite exprimer toute ma reconnaissance aux chercheurs rencontrés lors de ce travail, qui m'ont apporté une aide précieuse dans l'observation du matériel au cours de mes recherches.

Merci à Paul Fernandes pour les journées d'étude à Paléotime à regarder les altérations taphonomiques et à déterminer les types de matières premières, et pour ta réelle sympathie.

Je remercie également Thibaut Devièse, Perrine Chaurand et le CEREGE, pour les analyses XRF des résidus de pigments rouges ; Sylvie Beyriès, Juliette Guibert-Cardin et le CEPAM pour l'estimation du potentiel tracéologique de la collection ; Antonin Tomasso, Sonja Tomasso et Cyril Viallet pour m'avoir consacré des temps d'observations et de discussions sur les pièces ; Nabiha Aouadi et Lotfi Belhouchet, pour les échanges sur le site d'El Guettar.

J'adresse également mes remerciements aux intervenants des écoles thématiques auxquelles j'ai participé et où j'ai beaucoup appris. Merci à l'école thématique de pétroarchéologie animée par Paul Fernandès et Vincent Delvigne ; à l'ATOL, à David Hérisson, Sylvain Soriano et Stéphanie Bonilauri ; à l'école thématique de Pincevent, à Jacques Pelegrin, Miguel Biard et Pierre Bodu.

Je remercie par ailleurs la Fondation de la Vocation Marcel Bleustein-Blanchet pour m'avoir honorée du Prix de la Vocation 2024. Ce prix représente une reconnaissance précieuse de mon travail, mais constitue également un soutien financier significatif dans la poursuite de mes recherches post-thèse.

Un vif remerciement est adressé à Sarra Jebali, ma stagiaire qui a effectué un travail considérable lors de l'archivage photographique des pièces.

Un merci également au personnel de la MMSH, à Gérald Bénière, qui a assuré le prêt d'ouvrages de la bibliothèque lors des confinements ; à Jérôme Renault, Xavier Grimma et Michelle Veyne pour les questions de logistique ; à l'équipe du CROUS, Teddy, Christophe et Hubert, pour avoir rempli mon ventre le midi et à Laetitia Roux-Luzi pour son aide lors du dépôt du manuscrit.

Une profonde gratitude à la famille Denery pour m'avoir logée lors de mes missions à Paris.

À mes amis, je ne saurais comment vous remercier assez pour votre soutien indéfectible tout au long de cette aventure. Vous avez été des piliers sur lesquels je me suis appuyée dans les moments de doute et de fatigue. Merci pour les rires, les discussions qui m'ont aidée à décompresser, votre constante présence à mes côtés et votre aide scientifique sur de nombreux points. Votre amitié a été une source de force et de réconfort inestimable. Je vous en suis infiniment reconnaissante.

Merci à mes amis d'archéo, Solène Boisard, Carla Giuliani, Tatiana André, Tayiba Ibrahim-Hassan, Thibaut Guiragossian, Marie Pawlowicz, Niels Fourchet, Adrien Reggio, Agathe Demars, Jules Masson-Mourey, Youssef Djellal, Chaimae Imrani, Rémi Rêve, Matthias Metzger, Julie Fabry, Meriem Akretche, Naïs Sirdeys, Justine Aufils, Lou Spanneut, Solène Chevallier, Emma Monnier, Robin Veyron et Sara Bernardini.

Mais aussi à mes amis de longue date non-archéo, Mathilde Denery, Claire Denery, Jules Tandeau de Marsac, Stéphane Descat, Sébastien Lacourt, Marine Bovis, Émilie Avizou, Ninon Villermaux, Sarah Benmakhlouf, Pierre Mayans et César Mélérowicz.

Merci à mes amis intergénérationnels, Michel et Marie-Claude Legrand, dont la sagesse et la bienveillance m'ont accompagnée tout au long de ce parcours.

Merci à Mégane Murphy pour les dessins humoristiques de « la Famille Cailloux d'El Guettar ».

À ma famille, je tiens à vous exprimer toute ma reconnaissance pour votre soutien inconditionnel tout au long de ce parcours. Vous avez été présents à chaque étape, m'encourageant dans les moments de doute, célébrant chaque petite victoire et me rappelant toujours l'importance de persévérer. Merci pour votre amour (et votre patience ☺).

Mes parents, Frédérick et Myriam, c'est grâce à vous que j'ai pu poursuivre les études dont j'ai toujours rêvé, dans des conditions matérielles et financières qui m'ont permis de me concentrer pleinement sur mes recherches.

Ma grand-mère Annie, ma tante Sandrine, mon oncle Cédric, merci pour l'organisation de tous ces repas en famille, des instants précieux et d'un grand réconfort.

Mes grands-parents, Roland et Marie-Claire, qui, grâce à leur cadeau anodin à mes 5 ans, un petit livre pour enfant sur l'Homme de Cro-Magnon, ont suscité tant de curiosité en moi et ont donné lieu à une véritable vocation. C'est le point de départ de toute cette aventure. Une pensée profondément émue à ma grand-mère, qui nous a quittés pendant la réalisation de cette thèse après 20 longues années de lutte contre le cancer. Son courage face à la maladie, sa sagesse et son amour ont été des sources de force immenses dans ma vie. À sa mémoire.

À ma petite sœur Lola, mon rayon de soleil. Tu es ma force. Je suis infiniment reconnaissante de t'avoir à mes côtés.

À toi Malo, pour ton amour. Tu m'as portée à bout de bras, sans faille, jour après jour. Tu m'as toujours donné la conviction que j'en étais capable. Un immense merci, du fond du cœur.

Avant-propos

Toute recherche doit composer avec son lot d'incertitudes et d'aléas, celle-ci n'a pas fait exception. Outre les impondérables que l'on pourrait dire commis d'office, cette thèse a dû composer avec la conjoncture des dernières années.

Initialement, notre recherche des propriétés morphologiques et techniques des parties actives des équipement lithiques du MSA devait s'articuler autour de l'échantillonnage d'une partie de la série d'El Guettar, complété par l'analyse d'une autre collection. L'objectif était bien sûr d'établir une comparaison entre 2 assemblages, de tester la méthodologie dans un aller-retour dialectique entre les 2 séries et, du point de vue des résultats, d'identifier et de discuter les similarités et les différences techniques, ergonomiques ou comportementales.

La collection d'El Guettar est conservée entre le Muséum National d'Histoire Naturelle (musée de l'Homme), à Paris et le musée du Bardo, à Tunis. Plusieurs missions d'étude ont été programmées en début de thèse pour étudier d'abord la collection conservée en France puis celle conservée en Tunisie, en accord avec les institutions et les responsables des deux séries. Toutefois, l'analyse a immédiatement subi un retard important en raison de circonstances externes imprévues. Les premiers séjours à Paris, prévus fin 2018 et début 2019, ont été écourtés ou reportés en raison des mouvements sociaux liés aux Gilets jaunes. Comme j'avais une activité supplémentaire d'enseignement dans le cadre de mon contrat doctoral, les missions n'ont pas pu être reprogrammées avant mars 2020.

Mars 2020 donc, enfin je retrouve le musée de l'Homme et la collection d'El Guettar qui y est conservée… mais la pandémie de COVID-19 et le premier confinement interrompent brutalement l'étude à peine entamée. Une mission de prospection prévue pour octobre 2020 au musée du Bardo à Tunis est également annulée, toujours en raison du COVID-19 et du second confinement. Depuis 2021, la situation en Tunisie n'a pas permis la réouverture du musée du Bardo qui se trouve dans le même bâtiment que le Parlement. Ce n'est qu'en septembre 2023 qu'il est à nouveau accessible, en fin de thèse donc.

La situation est compliquée car à ce moment-là personne ne sait si elle va durer, si les accès vont rapidement se rétablir, si les frontières vont à nouveau être franchissables et les missions réalisables. Finalement, l'impossibilité d'accéder aux collections, aux terrains tunisiens, aux musées perdurera 2 ans et ma recherche restera en partie bloquée tout ce temps-là même si j'en profite pour réaliser un important travail bibliographique sur les contextes et les méthodes.

Face à ces multiples contraintes, et en dialogue avec mon directeur de thèse et le laboratoire, s'impose progressivement l'idée que le périmètre du doctorat doit être réajusté. Il ne sera en effet pas possible d'étudier un second assemblage lithique et, l'incertitude ne pouvant être gérée, les missions en Tunisie doivent être définitivement annulées. Il faut souligner alors un élément majeur pour la poursuite de ce travail : la décision exceptionnelle de la Direction générale déléguée aux collections du MNHN d'autoriser le transfert provisoire de la collection lithique d'El Guettar au LAMPEA. Celle-ci arrive au laboratoire en mai 2021. L'étude ne débute donc réellement qu'en fin de troisième année de thèse.

Les problématiques et les objectifs doivent donc alors être rebâtis et un nouveau calendrier mis en place. Il est décidé de réduire le corpus d'étude, de recalibrer le périmètre scientifique en croisant des réflexions épistémologiques, taphonomiques et techniques par une approche heuristique et inclusive qui valorise les séries anciennement fouillées et complète et prolonge les études typologiques en replaçant l'outil au cœur des questionnements et des analyses.

Ce sont ces problématiques scientifiques, les concepts qui les organisent et les justifient, ainsi que les méthodes et techniques mises au service de leur analyse, qui seront présentés en détail dans les premiers chapitres de cette thèse.

Sommaire

AFFIDAVIT 3

LISTE DE PUBLICATIONS ET PARTICIPATION AUX CONFERENCES 4

RESUME 5

SUMMARY 6

REMERCIEMENTS 8

AVANT-PROPOS 11

SOMMAIRE 12

INTRODUCTION 14

CHAPITRE 1 : LE MIDDLE STONE AGE NORD-AFRICAIN (NAMSA) 17

I. CADRE GENERAL 18
II. APERÇU HISTORIOGRAPHIQUE ET TERMINOLOGIQUE 20
III. INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES LITHIQUES DANS LE NAMSA 21
IV. COMPLEXITE COGNITIVE ET COMPORTEMENTALE AU NAMSA 36
V. CADRE PALEOENVIRONNEMENTAL ET GEOGRAPHIE HUMAINE 41

CHAPITRE 2 : HISTOIRE DE LA RECHERCHE SUR LA CARACTERISATION DE L'OUTIL LITHIQUE 45

I. LES DIFFERENTES APPROCHES D'ETUDE SUR LES INDUSTRIES LITHIQUES 46
II. LECTURE APPLIQUEE AU NAMSA : SYNTHESE DES PRINCIPALES ETUDES SUR L'OUTILLAGE D'AFRIQUE DU NORD-OUEST 63

CHAPITRE 3 : LE SITE D'EL GUETTAR 67

I. PRESENTATION DU SITE 68
II. LE CHOIX DU SITE ETUDIE 102

CHAPITRE 4 : METHODES D'ETUDE 103

I. LE SITE ET LA COLLECTION D'EL GUETTAR 104
II. REPRESENTATION DES PIECES 106
III. MISE EN PLACE D'UNE BASE DE DONNEES ET D'UNE GRILLE D'ANALYSE 110

CHAPITRE 5 : RESULTATS 125

I. DONNEES TAPHONOMIQUES 126
II. DONNEES PETROARCHEOLOGIQUES 144
III. DONNEES STRUCTURELLES ET PRODUCTIONNELLES 159

SYNTHESE CONCLUSIVE ET ELEMENTS DE DISCUSSION 277

I. RAPPELS DES QUESTIONNEMENTS INITIAUX 278
II. LES RESULTATS DE LA RECHERCHE 278
III. CONFRONTATION DE LA METHODE STRUCTURELLE A D'AUTRES METHODES D'ETUDE SUR L'OUTILLAGE 282
IV. INTEGRATION DES DONNEES DANS UNE PERSPECTIVE PLUS LARGE DES SITES DU NAMSA 284

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 287

TABLE DES FIGURES 316

TABLE DES TABLEAUX 321

TABLE DES ANNEXES 322

ANNEXES 323

Introduction

La chronologie de la Préhistoire africaine est issue d'une division tripartite entre trois grandes phases (Goodwin et Van Riet Lowe 1929), caractérisées par des changements techniques dans la technologie de la pierre taillée et la composition de l'outillage, en réponse aux besoins de subsistance et à l'évolution cognitive des hominidés.

L'*Early Stone Age* (ESA) est une période qui s'étend approximativement de 3,3 Ma à 315 ka et est marquée par l'apparition des premiers outils en pierre et les premières phases de l'évolution humaine, notamment *Homo habilis* et *Homo erectus*. Elle est caractérisée par le façonnage de grands outils (macro-outillage) tels que les bifaces, les hachereaux et les galets aménagés (chopper et chopping tool), ainsi que des productions de grands éclats issues des premières méthodes de prédétermination (Harmand *et al*. 2015 ; Lewis et Harmand 2016 ; Mesfin et Texier 2022).

Le *Middle Stone Age* (MSA) s'étend environ de 315 ka à 30 ka (MIS[1] 9 – 3). Cette période couvre une période de transition entre l'ESA et le LSA. Mais bien plus que cela, elle constitue une **phase clé dans le stade évolutif de notre espèce**. Le MSA coïncide avec l'émergence d'*Homo sapiens* et témoigne d'une diversité d'adaptations comportementales marquée par des innovations techniques et culturelles majeures dans tout le continent africain (D'Errico *et al*. 2009 ; Texier *et al*. 2010 ; Scerri *et al*. 2018 ; Scerri et Will 2023). Concernant l'industrie lithique, elle est caractérisée par :

- L'abandon progressif du macro-outillage pour la mise en place de débitages d'éclats, de lames et de pointes, notamment par des méthodes de prédétermination (Levallois, discoïde, laminaire) ;
- Un allègement, un allongement, un amincissement et une diversification de l'outillage (racloirs, grattoirs, pièces foliacées, pièces pédonculées, pointes) ;
- De nouvelles techniques de confection comme la retouche plate invasive et la retouche bifaciale ;
- La diversification des techniques d'emmanchement comme les pédoncules et les amincissements basilaires (McBrearty et Brooks 2000).

Le *Later Stone Age* (LSA) s'étend approximativement de 25 ka à 10 ka et est caractérisé par une miniaturisation de l'outillage (microlithisme : lamelles à dos, microlithes), des débitages lamino-lamellaires, des outils plus en plus spécialisés (burins, perçoirs) et des techniques de retouche spécifiques (pression) (Deacon 1984 ; Wadley 1993).

1. Définition du cadre d'étude

Le Middle Stone Age est une période qui s'étend sur plus de 300 000 ans, entre la fin du Pléistocène moyen et le début du Pléistocène supérieur, dans un continent qui représente plus de 30 millions de km2. Dans les besoins de cette thèse, le cadre contextuel est recentré sur le MSA nord-africain (en anglais, *North Africain Middle Stone Age* [NAMSA]) (Scerri 2017) et

[1] **MIS** : Marine Isotope Stage.

tout particulièrement l'Afrique du Nord-Ouest (Maroc, Algérie, Tunisie) et présentera quelques éléments à l'Est dans la région de la Cyrénaïque (Lybie) et de la Vallée du Nil (Égypte).

2. Problématique et objectifs de la thèse

Le questionnement scientifique à l'origine de notre recherche est issu du constat suivant.

En Afrique du Nord, ces dernières années ont été marquées par une dynamique croissante dans l'étude du Middle Stone Age, avec une accumulation de données archéologiques sur l'émergence, au cours du MIS 5 (123-71 ka), de pratiques regroupées sous le terme de « comportements modernes » (D'Errico *et al*. 2009 ; Richter *et al*. 2010 ; Campmas 2017). Ces pratiques, telles que l'utilisation de parures et de pigments, reflètent la complexité cognitive et comportementale d'*Homo sapiens* (Bouzouggar *et al*. 2007 ; Sehasseh *et al*. 2021 ; D'Errico *et al*. 2023). Leur apparition semble liée aux conditions climatiques favorables de cette période, qui ont favorisé la dispersion des populations humaines vers de nouveaux territoires, encourageant ainsi la diversification de leurs productions lithiques et de leurs stratégies de subsistance (Scerri 2013 ; Drake *et al*. 2013 ; Blanchet *et al*. 2021). En outre, ces données archéologiques sont accompagnées par des découvertes anthropologiques récentes (Douka *et al*. 2014 ; Hublin *et al*. 2017) et de nouvelles séries de datations qui affinent le cadre chronoculturel (Mercier *et al*. 2007 ; Ramos *et al*. 2008 ; Richter *et al*. 2010, 2017 ; Doerschner *et al*. 2016 ; Ben Arous 2019). L'Afrique du Nord se présente ainsi comme un terrain d'étude particulièrement prometteur pour appréhender les innovations technologiques, les pratiques symboliques, les dynamiques de mobilité, les stratégies de subsistance, ainsi que les mécanismes de diffusion des savoirs et des savoir-faire.

Toutefois, les industries lithiques, qui représentent la principale source d'information pour cette période, peuvent faire l'objet de nouvelles analyses qui prolongent et complètent les études pour l'instant disponibles, souvent limitées aux approches typologiques. L'Afrique du Nord se présente comme une mosaïque de technocomplexes distincts, à la nomenclature propre, caractérisés par des modes de productions et/ou des types d'outils spécifiques (Scerri 2017 ; Scerri et Spinapolice 2019 ; Garcea 2022). Dans le Nord-Ouest africain, deux technocomplexes sont traditionnellement reconnus : le Moustérien et l'Atérien. La principale distinction entre ces cultures matérielles réside essentiellement dans un type d'outil particulier, la pièce pédonculée, caractéristique de l'Atérien (Bordes 1953). Il est désormais indispensable de dépasser la distinction typologique, vieille de près d'un siècle, qui repose sur la simple présence ou absence de pièces pédonculées et qui, pourtant, continue d'être largement utilisée. D'autant plus que ces distinctions ont eu tendance à obscurcir le cadre conceptuel et théorique (Garcea 2004 ; Linstädter *et al*. 2012 ; Dibble *et al*. 2013 ; Scerri et Spinapolice 2019). Actuellement, peu de recherches se penchent sur une analyse approfondie des équipements techniques. La documentation des modèles culturels et technologiques reste complexe, en grande partie à cause de la prédominance des études centrées sur une approche typologique.

L'objectif principal de cette recherche est de contribuer à la compréhension des traditions techniques en Afrique du Nord durant le MSA, à travers une approche différente de l'étude des outils. Afin d'apporter un éclairage nouveau et de dépasser les analyses classiques sur la composition des outillages du NAMSA, il semble pertinent de **re-penser l'outil**. Pour ce faire, nous avons choisi de mettre en œuvre une approche qui n'a pas encore été appliquée à ces

assemblages[2] : **l'analyse structurelle**, également appelée « techno-fonctionnelle » (Boëda 1991, 1997 ; Lepot 1993 ; Soriano 2000), « techno-morpho-fonctionnelle » (Bourguignon 1997), ou « technicofonctionnelle » (Boëda 2021). Celle méthode replace l'outil au cœur du système technique en liant les phases de production et de confection, ce qui permet d'avoir une vision d'ensemble des assemblages lithiques (*ibid*). Elle permet également d'identifier des récurrences techniques au sein de l'outillage, en étudiant les relations entre les parties actives et passives de l'outil, et enfin, de proposer des potentiels fonctionnels (Bourguignon 1997 ; Soriano 2000 ; Soressi 2002 ; Claud 2008 ; Nicoud 2013 ; Key 2016). L'analyse structurelle se présente ainsi comme une passerelle méthodologique reliant la typologie, la technologie et la tracéologie.

Un deuxième objectif de cette thèse est l'application de la méthode sur une collection provenant de fouilles anciennes : celle du site d'El Guettar (Tunisie). Ces collections sont souvent négligées en raison de divers biais qui entravent les études technologiques classiques, tels que le manque de données de terrain, l'absence d'informations spatiales, le non-recours au tamisage, une contextualisation chronologique insuffisante, ainsi que la dispersion des artefacts entre plusieurs musées. El Guettar ne fait pas exception à la règle. Toutefois, le niveau T du site se distingue par une richesse exceptionnelle en outils. La méthode structurelle, qui se focalise particulièrement sur l'outil, offre la possibilité de surmonter bon nombre de ces biais. Cette recherche vise ainsi également à valoriser ces anciennes collections et à démontrer que, malgré les limites, il est possible de tirer des enseignements significatifs en adaptant la méthode d'analyse.

3. Organisation du discours

Pour répondre à nos objectifs, nous avons articulé cette thèse en 5 chapitres.

Le premier chapitre contextualise notre recherche en s'intéressant au Middle Stone Age. Il débute par une mise en perspective de notre objet d'étude principal : l'outil lithique. Nous retracerons l'histoire technique du NAMSA à travers les innovations technologiques. Cette histoire de l'outil, qui s'inscrit dans un cadre plus vaste, sera suivie d'une présentation des données culturelles et environnementales relatives au MSA.

Le deuxième chapitre explore les différentes approches d'analyse des industries lithiques. Une première partie offrira une vue d'ensemble des méthodologies générales, suivie d'une seconde partie consacrée à leur application en Afrique du Nord-Ouest.

Le troisième chapitre se concentre sur le site d'El Guettar, en s'appuyant sur toutes les informations que nous avons pu rassembler dans la littérature existante.

Le quatrième chapitre expose les méthodes utilisées dans cette recherche pour analyser le site d'El Guettar et les industries lithiques du niveau T, sélectionné pour cette étude.

Le cinquième chapitre présente les résultats obtenus à partir des différentes approches appliquées à ces industries lithiques, incluant les analyses taphonomiques, pétroarchéologiques et structurelles.

Enfin, les conclusions de cette recherche seront synthétisées sous la forme d'une discussion finale.

---

[2] À l'exception d'un mémoire de Master publié récemment (Zejly 2023).

Chapitre 1 :

Le Middle Stone Age nord-africain (NAMSA)

I. Cadre général

Géographiquement, le NAMSA s'étend à l'Ouest depuis la côte atlantique marocaine, jusqu'à l'Est dans la Vallée du Nil. Au Nord, l'aire géographique est bordée par la mer Méditerranée et au Sud par le Sahara (Debénath 1992) (Figure 1). Le territoire est en partie traversé par des chaînes de montagnes au Nord (Atlas) et dans le Sahara central (Tassili N'Ajjer, massif du Tibesti).

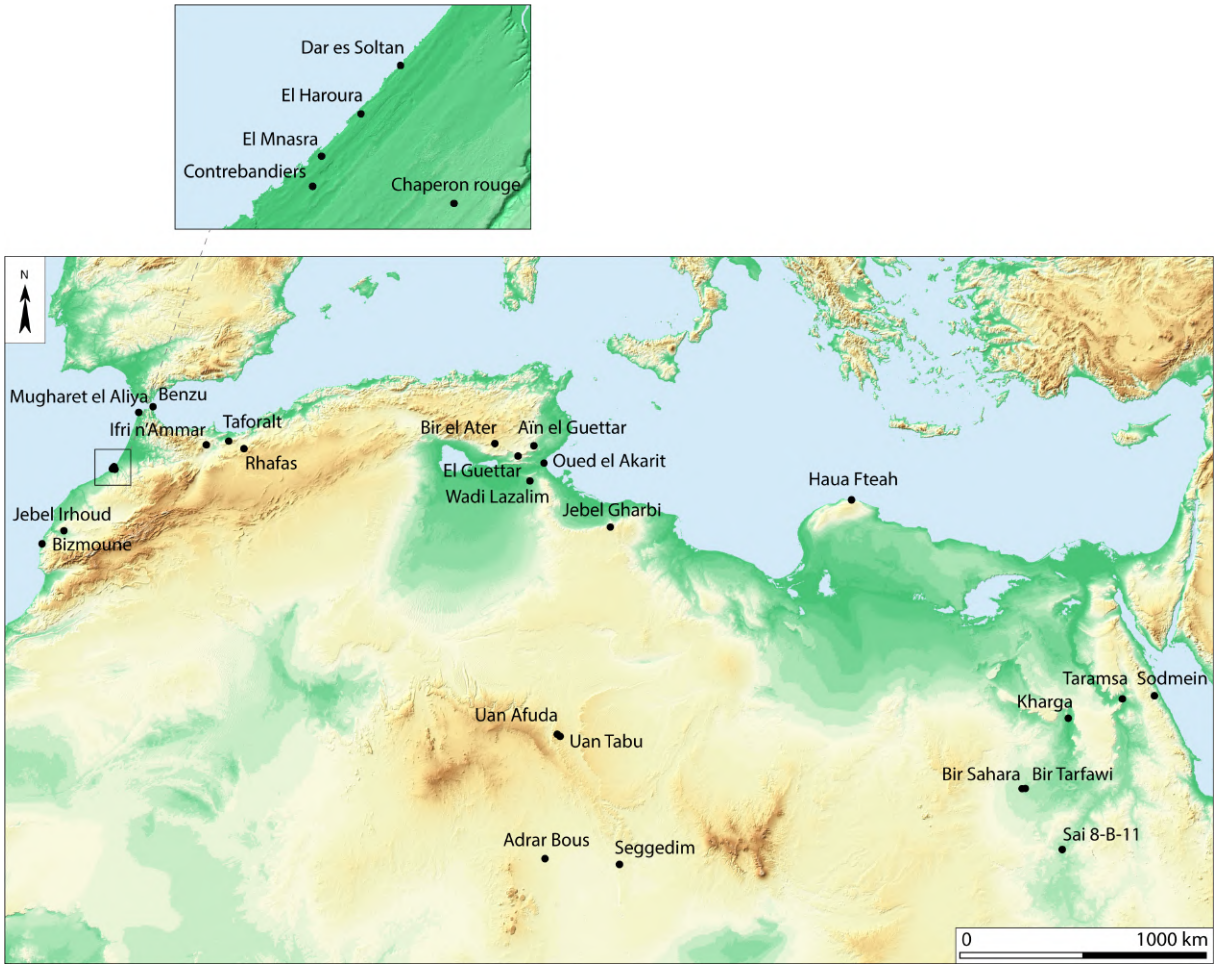


Figure 1 – Localisation des sites NAMSA mentionnés dans ce chapitre (fond de carte ESRI, localisation des sites générée par Solène Boisard, DAO O. Laroche)

Chronologiquement, la première occurrence NAMSA se situe à Djebel Irhoud (Maroc) à 315 ka (Richter *et al*. 2017) et ses dernières occurrences à Chaperon Rouge 1 (Maroc) à 28 ka (Texier *et al*. 1988) et à Taforalt (Maroc) à 27 ka (Barton *et al*. 2016 ; Scerri et Spinapolice 2019 ; Ben Arous *et al*. 2020). Le développement de nouvelles méthodes de datation radiométrique telles que la thermoluminescence (TL), l'*Optically Stimulated Luminescence* (OSL), l'Uranium/Thorium (l'U/Th) et l'*Electron Spin Resonance* (ESR) a permis de réévaluer les anciennes données chronologiques et d'établir une nouvelle chronologie des assemblages NAMSA (Mercier *et al*. 2007 ; Ramos *et al*. 2008 ; Richter *et al*. 2010 ; Doerschner *et al*. 2016 ; Ben Arous 2019 ; Ben Arous *et al*. 2022).

La résolution chronologique reste toutefois un problème majeur pour le NAMSA en raison de problèmes multifactoriels tels que le manque de données disponibles (absence d'une base de

données ouverte et centralisée), les problèmes de contextualisation (dates qui ne sont pas directement liées à une couche archéologique), les biais taphonomiques (particulièrement pour les sites de plein air), les disparités géographiques (le Sahara est moins bien exploré et daté) (Boisard et Ben Arous 2024). L'étude publiée récemment par S. Boisard et E. Ben Arous (*ibid*.) a montré que seul 10 % des sites NAMSA de l'Ouest était daté et que seulement 4,5 % d'entre eux possédait une date fiable associée à une occupation humaine (Figure 2). Le cadre chronoculturel reste un enjeu majeur pour la recherche sur le NAMSA pour la compréhension globale des dynamiques culturelles et démographiques dans la région.

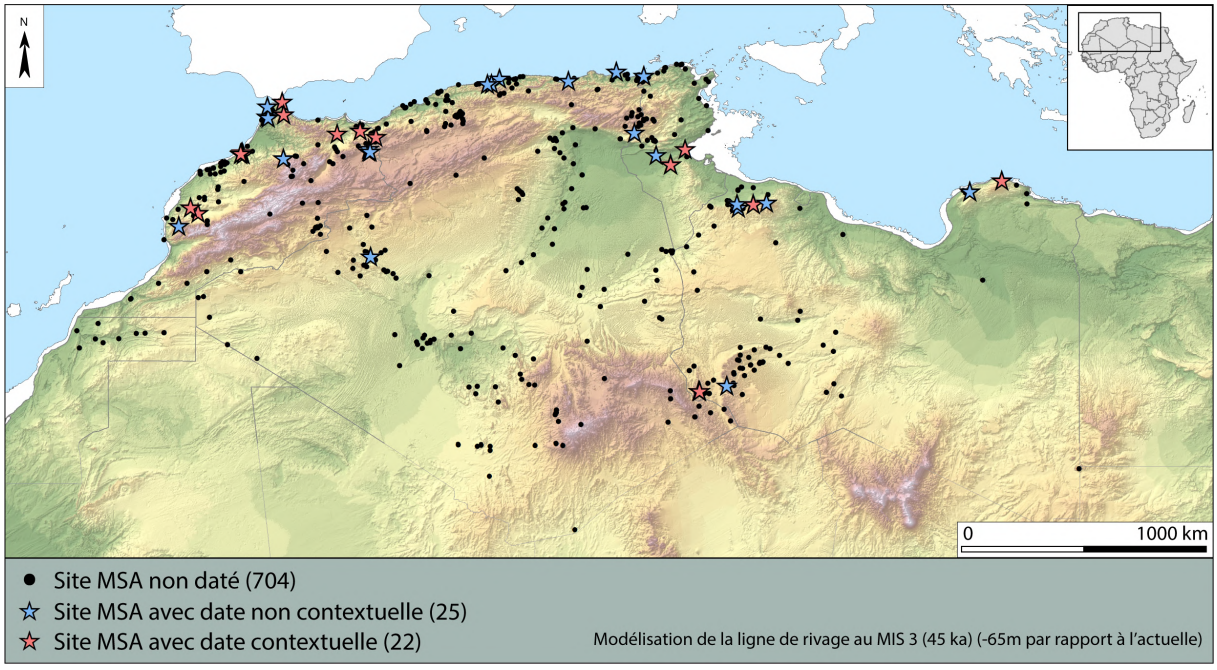


Figure 2 – Sites MSA en Afrique du Nord-Ouest datés et non datés (d'après Boisard et Ben Arous 2024 ; DAO O. Laroche)

Biologiquement, les fossiles humains associés au NAMSA sont attribués à *Homo sapiens*. À l'exception des fossiles du Jebel Irhoud datés du MIS 8 (315 ka) (Richter *et al*. 2017) (Figure 3), la plupart des ossements humains mis au jour ont été attribués aux MIS 5 à 3. Ces restes osseux proviennent principalement de la région côtière marocaine (El Harhoura 1 et 2, El Mnasra, Contrebandiers, Dar es-Soltan 2, Mugharet el Aliya, Ifri n'Ammar) et sont datés approximativement entre 130 et 50 ka (Debénath 2000 ; Wrinn et Rink 2003 ; Nespoulet *et al*. 2008 ; Campmas 2017 ; Scerri 2017). Plus à l'Est ont été mis au jours des restes humains à Aïn el Guettar en Tunisie (40-30 ka) (Aouadi et Belhouchet 2008) et à Haua Fteah en Libye (73-65 ka) (Douka *et al*. 2014).



Figure 3 – Crâne d'Homo sapiens du Jebel Irhoud (Maroc) (photographies ©Mary Evans / SIPA)

II. Aperçu historiographique et terminologique

Le terme *Middle Stone Age* (MSA) a été introduit par A. J. Goodwin et C. van Riet Lowe pour désigner les assemblages lithiques d'Afrique du Sud dépourvus d'outils typiques de l'*Early Stone Age* (bifaces) et du *Later Stone Age* (microlithes) (Goodwin et Van Riet Lowe 1929).

En Afrique du Nord, le terme « Paléolithique moyen » a été employé jusqu'au début du XXIème siècle pour décrire les industries lithiques. Historiquement, ce terme a été calqué sur le modèle européen, fortement influencé par la systématique française, à une époque où les recherches étaient imprégnées de considérations géopolitiques et coloniales. Les industries lithiques étaient alors qualifiées de « moustériennes »[3], en raison de la présence dans les assemblages d'outils tels que les racloirs, encoches, denticulés et pointes moustériennes, ainsi que de l'utilisation généralisée du débitage Levallois.

La distinction entre « Paléolithique moyen » en Afrique du Nord et « *Middle Stone Age* » au Sud du Sahara a également été portée par une mauvaise attribution d'espèce spécifique des restes fossiles humains découverts sur le site de Jebel Irhoud. Le crâne retrouvé, en association avec des outils « moustériens » et dont les caractères morphologiques rappelant ceux des Néandertaliens (comme des arcades sourcilières proéminentes, un maxillaire robuste et une macrodontie)[4] (Ennouchi 1962), a contribué à isoler l'Afrique du Nord du reste du continent, alors peuplé exclusivement par *Homo sapiens*, tout en la rapprochant du continent européen, peuplé par *Homo neanderthalensis*.

Cependant, l'Europe et l'Afrique, séparées depuis plus de 5 millions d'années par la mer Méditerranée, ont évolué de manière divergente à de nombreux égards (espèces humaines, environnements, cultures matérielles). Pour cette raison, l'usage du terme « Paléolithique moyen » a été largement débattu par les chercheurs au cours des dernières années (Holl 2005 ; Dibble *et al*. 2013 ; Scerri 2013, 2017). Ceux-ci ont souligné que l'emploi d'une terminologie européenne était inadapté aux contextes africains car il reflétait une approche eurocentrée et non les constats archéologiques africains (Garcea 2022). En conséquence, les chercheurs ont progressivement adopté la terminologie africaniste de « *Middle Stone Age* » (McBrearty et Brooks 2000 ; Scerri et Will 2023).

[3] Le **Moustérien** est défini par François Bordes comme une « *industrie à éclats, comportant une proportion variable de racloirs, de pointes, d'outils denticulés et de bifaces [...], les éclats peuvent être de débitage Levallois et avoir des talons facettés* » (Bordes 1953).

[4] Le crâne sera par la suite réattribué à *Homo sapiens* (Hublin et Tillier 1988).

III. Innovations technologiques lithiques dans le NAMSA

1. Unicité et variabilité

Le *Middle Stone Age* couvre plusieurs centaines de milliers d'années. Des recherches récentes sur le NAMSA ont montré qu'à grande échelle, il n'y a pas de différence substantielle dans les productions lithiques entre les débuts et la fin de cette période. Les chercheurs parlent de « conservatisme technologique » qui perdure sur près de 300 000 ans (Scerri et Spinapolice 2019). Toutefois, certaines innovations techniques apparaissent et disparaissent de manière asynchrone et sporadique, formant une mosaïque à travers l'espace et suggérant de forts schémas de régionalisation technique (Scerri et Will 2023). Ce « scénario multiculturel » (Garcea 2022) révèle des « complexes culturels » distincts, établis selon des variabilités régionales dans l'outillage et les concepts de taille, qui pourraient s'expliquer par :

- Des traditions culturelles et des « manières de faire » différentes ;
- Des adaptations à des environnements variés.

La reconnaissance de ces particularités a conduit à une nomenclature industrielle lithique très riche. À l'Ouest, on trouve le Moustérien et l'Atérien, tandis qu'à l'Est, on rencontre des « complexes » comme le Pré-Aurignacien, le Levalloiso-Moustérien, le complexe Nubien, le Taramsien, le Lupembien ou encore le Khormusien. Ces complexes particuliers ont fait l'objet de grandes synthèses concernant leurs compositions technologiques et leurs expansions géographiques et chronologiques (notamment Caton-Thompson 1946 ; Ruhlmann 1948 ; Balout 1955 ; Tixier 1967 ; Camps 1974 ; Tillet 1993 ; Clark 1982 ; Aumassip 2004 ; Holl 2005 ; Scerri 2013, 2017 ; Scerri et Spinapolice 2019 ; Garcea 2022) et ne seront donc pas détaillés ici. Ces nomenclatures spécifiques, liées aux schémas régionaux, ont été discutées par de nombreux chercheurs, soulevant des questions sur leur pertinence, car elles créent des divisions artificielles au sein des industries africaines (*e.g.* Garcea 2004 ; Scerri 2013 ; Scerri et Spinapolice 2019). Certains auteurs estiment que ces divisions ne représentent que des « variantes d'une même entité » (Dibble *et al*. 2013, à propos du Moustérien et de l'Atérien)

Dans cet esprit, nous pensons, à l'instar de ces chercheurs, que ces terminologies compliquent la compréhension globale des comportements techniques et nous utiliserons les termes suivants :

- « **MSA généralisé** », pour désigner des éléments communs, se référant à une sphère technique partagée qualifiée de « substrat commun », caractérisée par des assemblages lithiques ayant des types d'artéfacts et/ou des stratégies de débitage communes (Shea, communication au PANAF 2022 ; Garcea 2022) ;
- « **MSA spécifiques** », pour désigner des éléments distinctifs ou des variantes technologiques limité(e)s dans le temps et/ou dans l'espace (Will, communication au PANAF 2022).

L'objectif de la section suivante est de mettre en lumière les principales innovations fonctionnelles et technologiques lithiques du NAMSA, en adoptant une approche purement technique et en nous affranchissant des classifications chrono-typologiques traditionnelles et d'une nomenclature souvent répétée sans discernement, qui conduit à une confusion du cadre conceptuel et théorique.

2. L'outillage

A. Les types d'outils

Les racloirs, grattoirs, encoches et denticulés constituent le fond commun de l'outillage lithique MSA, auxquels s'ajoutent en moindre nombre des perçoirs et des burins. La catégorie des racloirs tient une place importante dans les assemblages. Ces outils aux formes et dimensions variées ont la caractéristique commune de présenter « *une retouche continue d'un ou plusieurs bords (…) sans encoche ni denticulation volontaire* » (Bordes 1961). Plus discrète est la présence des grattoirs, « *éclats ou lames présentant à l'une de ses extrémités une retouche continue déterminant un front plus ou moins arrondi* » (*ibid*.).

Dans les assemblages, ces outils sont associés à l'un des phénomènes lithiques les plus marquants du Middle Stone Age : l'**utilisation généralisée des pointes** sous des formes multiples (pointes moustériennes, pointes foliacées bifaces, pointes à face planes, pointes Levallois). Cette diversité typo-technologique de la pointe est qualifié de « phénomène pointes » par certains chercheurs (Nespoulet et El Hajraoui, communication au Collège de France 2019 ; Spinapolice, communication au PANAF 2022). Parmi ces pointes, la **pointe moustérienne** occupe une place prépondérante. Celle-ci est définie comme une « *pièce triangulaire, subtriangulaire, parfois losangique, plus ou moins allongée, à extrémité acuminée, obtenue par retouches importantes à partir d'un éclat* » (Bordes 1961).

Ces outils génériques (Figure 4) se retrouvent dans toute l'Afrique du Nord pendant tout le Middle Stone Age, comme par exemple au Nord à Benzú (Ceuta) de 254 à 74 ka (Ramos *et al*., 2008, 2019), au Sud à Uan Afuda (Sahara central) de 90 à 69 ka (Di Lernia 1999), à l'Ouest à Jebel Irhoud (Maroc) de 315 à 280 ka (Richter *et al*., 2017), à Ifri n'Ammar (Maroc) de 171 à 83 ka (Nami et Moser 2010 ; Richter *et al*., 2010) ou à Bizmoune (Maroc) de 149 à 61 ka (Sehasset *et al*. 2021) et à l'Est à Haua Fteah (Libye) de 153 à 65 ka (Chazan 1995 ; Reynolds 2013 ; Jacobs *et al*. 2017).

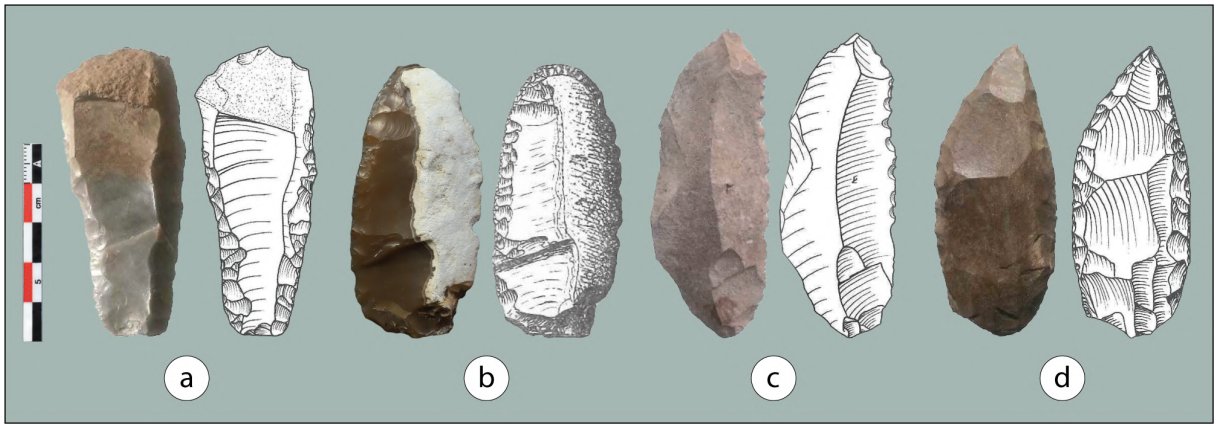


Figure 4 – Types d'outils communs du NAMSA : a : racloir double ; b : grattoir distal et racloir latéral gauche ; c : denticulé ; d : pointe moustérienne ; (a, c, d : Ifri n'Ammar [Nami et Moser 2010] ; b : El Guettar [dessin technique : Gruet 1954] ; (DAO O. Laroche)

Si l'outillage du MSA s'allège par rapport à celui de l'ESA, le macro-outillage ne disparait cependant pas totalement de la composante technique, notamment dans les premières phases du MSA comme à Saï 8-B-11 (Vallée du Nil) à 220 ka où se retrouvent des bifaces (Van Peer *et al*. 2003). Certains outils aménagés sur galets de type *chopper* et *chopping tool* (Figure 5) se retrouvent parfois en grand nombre dans les assemblages lithiques, comme à Chaperon-Rouge 1 (Debénath 1986, 1992) ou Ifri n'Ammar (Nami et Moser 2010). Certains de ces éléments semblent associés au broyage de colorants (Bouzouggar *et al*. 2017).

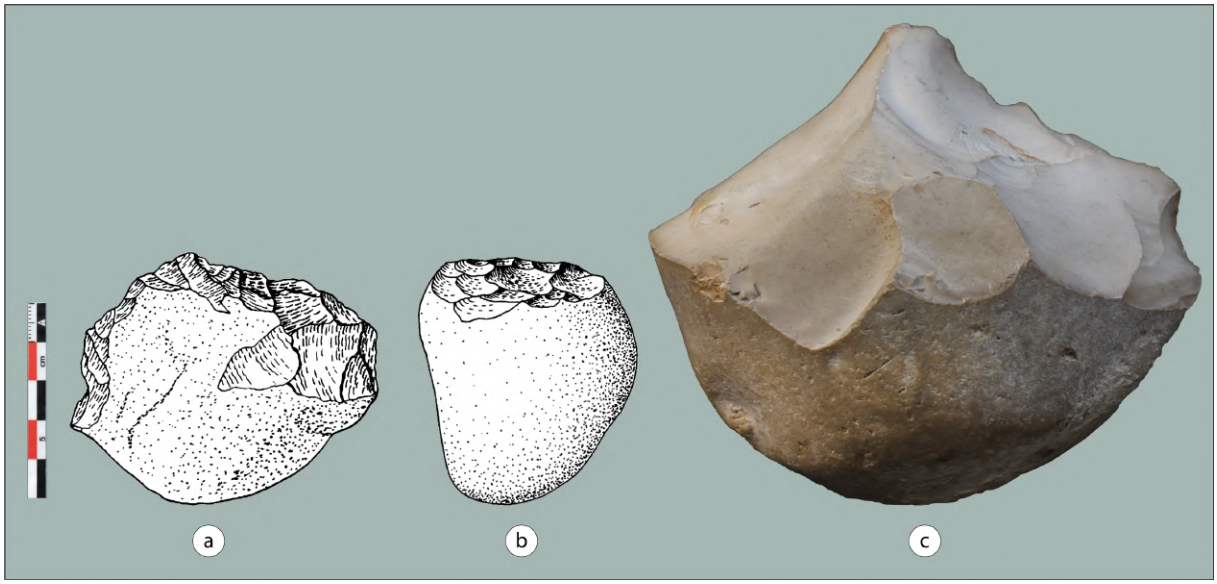


Figure 5 - Galets aménagés : a : El Hahoura 1 (Debénath et al*. 1986), b : El Mnasa (Nespoulet* et al*. 2008), 3 : El Guettar ; (DAO O. Laroche)*

B. La confection

Le MSA est également caractérisé par l'application de nouveaux types de retouches lors de la phase de confection des outils : la **retouche plate invasive** et la **retouche bifaciale**.

La retouche plate invasive peut être réalisée par percussion ou par pression et consiste à détacher de minces éclats parallèles à la surface de l'outil, afin de créer des bords fins et réguliers. Ces enlèvements peuvent s'étendre jusqu'au centre de la pièce afin de modifier de manière significative la morphologie du bord ou de l'outil, et par extension son fonctionnement.

La retouche bifaciale est une confection réalisée sur les deux faces de l'outil et permet notamment de créer un affûtage symétrique du bord. Les bords obtenus sont plus réguliers, plus équilibrés et en général plus robustes.

Ces types de retouches sont deux innovations techniques qui requièrent une maitrise approfondie des méthodes de confection.

Celles-ci sont notamment employées pour la confection des pointes foliacées bifaces ou « pointes ténuifoliées » dans la littérature plus ancienne (Antoine 1938) (Figure 6). Ces outils en forme d'ellipse allongée, minces, à section biconvexe et confectionnés sur des supports laminaires (Bouzouggar et Barton 2012) sont connus dans les assemblages à partir de 150 ka. On les retrouve entre autres à Ifri n'Ammar dans l'occupation supérieure (130-83 ka) (Nami et

Moser 2010), dans le Niger à Adrar Bous (Niger) (la paléolac suggère une phase humide au MIS 5e ou au MIS 7 [Camps 1974 ; Scerri et Spinapolice 2019]) et à Seggedim (Niger) (Tillet 1983), en Libye dans le Jebel Gharbi de 70-30 ka (Spinapolice et Garcea 2013, 2014) ou en Égypte dans des sites de surface attribués au MIS 5-4 dans le Sahara (Wendorf *et al*. 1993).

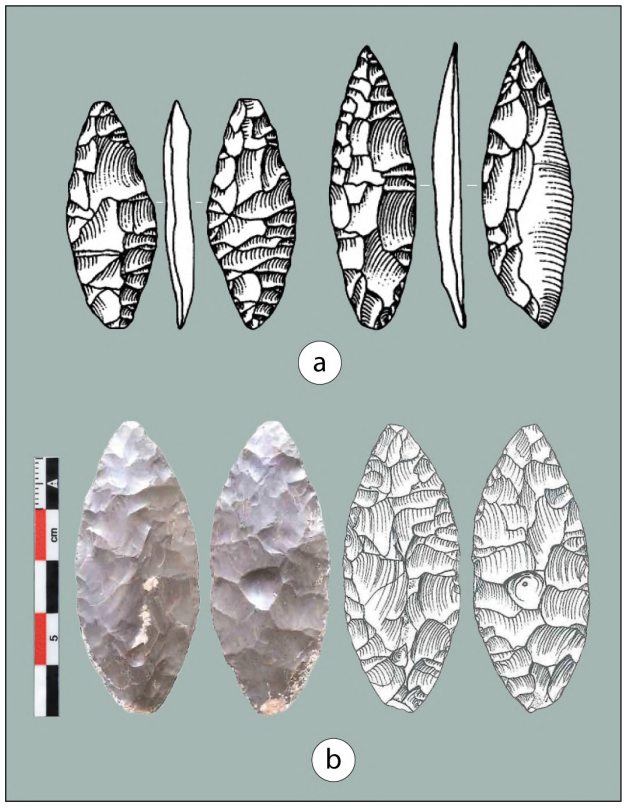


Figure 6 - Pièces foliacées bifaces : a : Mugharet el Aliya (Bouzouggar et Barton 2012) ; b : Ifri n'Ammar (Nami et Moser 2010) ; (DAO O. Laroche)

C. L'emmanchement

L'une des caractéristiques majeures du MSA est la **généralisation des dispositifs d'emmanchement** (fixation de l'outil sur un manche). Ces derniers sont notamment mis en évidence à travers l'**amincissement basilaire** et le façonnage de **pédoncules**.

Certains outils présentent des enlèvements basilaires, associés à un amincissement intentionnel de la base en vue de son emmanchement. En général, cet amincissement est réalisé dans la partie proximale de la pièce pour éliminer le bulbe et en opposition avec la partie transformative. Il peut être réalisé de manière unifaciale ou bifaciale et peut être appliqué sur différents types d'outils, même s'il se retrouve tout particulièrement sur les pointes moustériennes. Ces amincissements ont été repérés dans de nombreux sites comme par exemple au Jebel Irhoud (MIS 9-8) (Salih 1995), à Benzú à 180 ka (Clemente-Conte *et al*. 2020), à Bizmoune à 149 ka et à 110-100 ka (Longet 2023), à Rhafas à 110 ka (*ibid*.), à Oued el Akarit à 90 ka (Roset et Harbi-Riahi 2007) ou à Haua Fteah (MIS 6-4) (Chazan 1995).

D'autres outils présentent de larges enlèvements type encoche à leur base, dégageant un « épaulement ». Ces éléments marqueraient pour certains auteurs la transition entre l'emmanchement de la base amincie par de petits enlèvements et l'emmanchement de la base par le pédoncule (Antoine 1938) (Figure 7).

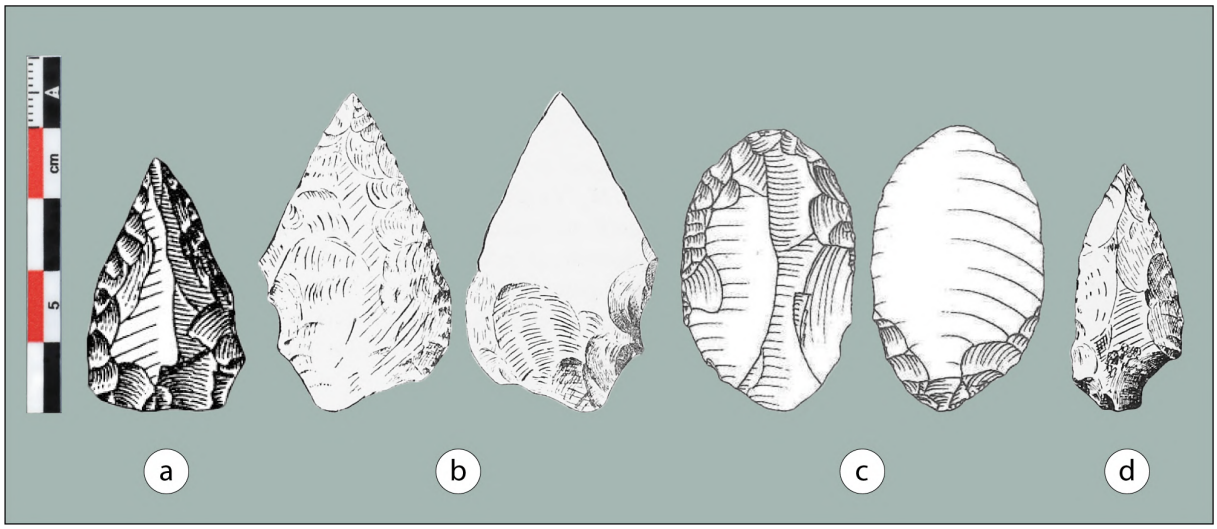


Figure 7 – Outils à base amincie : a : pointe moustérienne à enlèvements sur face supérieure (Kasserine, Tunisie, Fitte 1944) ; b : pointe moustérienne à enlèvements sur face inférieure (Tit-Mellil, Maroc [Antoine 1938]) ; grattoir à enlèvements sur face inférieure (Ifri n'Ammar [Nami et Moser 2010]) ; d : pointe à épaulement (Tit-Mellil [Antoine 1938]) ; (DAO O. Laroche)

- Les outils pédonculés

Les assemblages dits « atériens », en référence au site éponyme de Bir-el-Ater (Algérie) ou « *tanged tool assemblages* » (assemblages à pièces pédonculées) (Scerri et Spinapolice 2019) présentent des **outils pédonculés**, considérés comme des éléments distinctifs par rapport au MSA généralisé (Figure 8).

Morphologiquement, le pédoncule désigne une partie proéminente, de type aileron, quasi systématiquement dégagée dans la partie la plus épaisse et résistante du support, le bulbe.

Sur le plan technologique, son obtention est réalisée par percussion directe à l'aide d'un percuteur en pierre dure, en créant une coche profonde qui sera ensuite régularisée par des retouches plus fines (Tixier 1959). Généralement, le pédoncule est façonné sur ses deux faces. Ce façonnage bifacial améliore l'ergonomie en éliminant les contrebulbes et en assurant une meilleure symétrie et régularité de l'objet (Monod 2013).

Typologiquement, le pédoncule peut être confectionné sur différents types d'outils tels que les grattoirs, les racloirs, les encoches, les perçoirs ou les pointes. Il s'agit donc d'un attribut appliqué à des outils déjà existants et non d'une création d'un nouveau type d'outil (Nami et Moser 2010). Le pédoncule est ainsi un « *caractère morphologique secondaire* » (Tixier 1967b).

D'un point de vue fonctionnel, il s'agit d'une **innovation technique majeure** du NAMSA, en lien avec l'emmanchement (Figure 9). Les expérimentations et études fonctionnelles menées sur les pièces pédonculées ont montré que le pédoncule offrait une fixation optimale, garantissant une grande résistance de la pièce lors de son emmanchement et une meilleure efficacité des moyens d'action sur la matière lors de son utilisation (Iovita 2011 ; Monod 2013 ; Tomasso *et al*. 2019, 2020). Cette modification morphologique intentionnelle visant à faciliter l'emmanchement peut être considérée comme une véritable **extension du système technique lithique**.

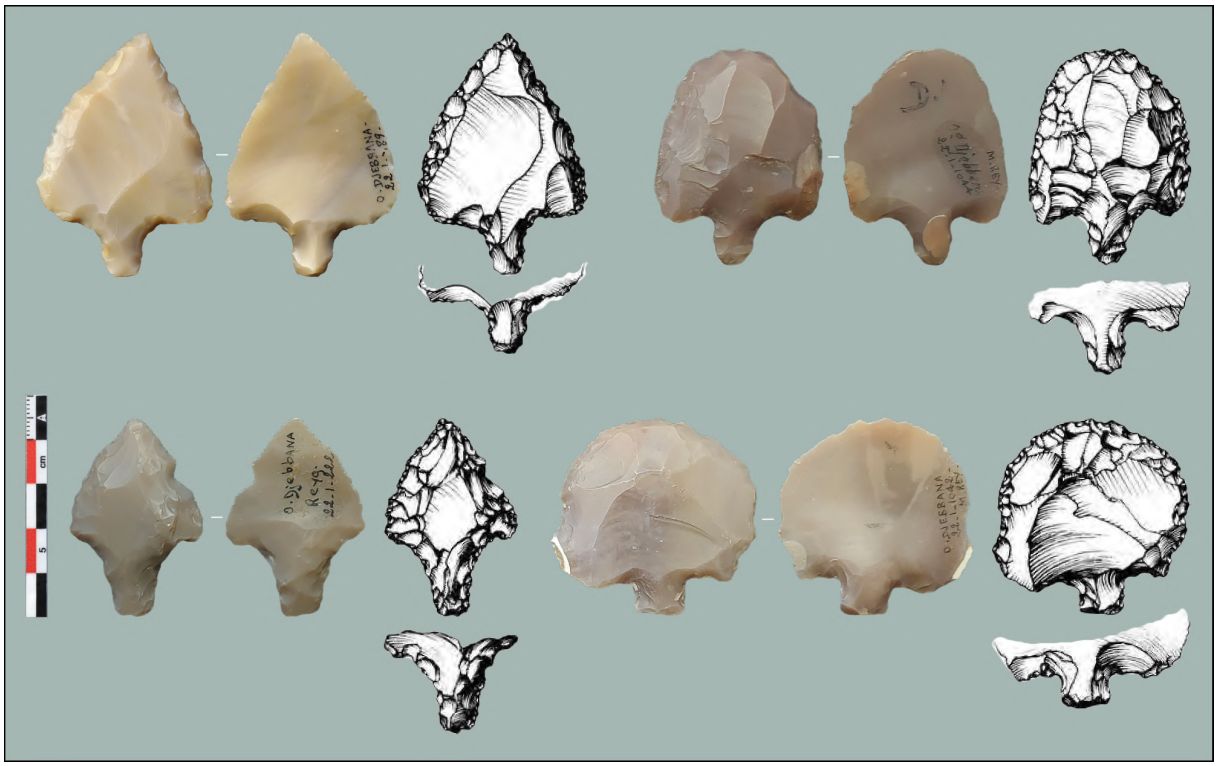


Figure 8 – Outils pédonculées de Bir-el-Ater (dessins techniques : Camps 1974 ; photographies et DAO O. Laroche)



Figure 9 – Expérimentations d'emmanchement de différents outils pédonculés menées par Tomasso et Rots 2017 : a : os et bande de cuir sèche ; b : peau ; c : corne ; d : os ; e : corne d'antilope et liens végétaux ; f : bois et adhésif à base de résine ; g : os de cheval ; h : corne d'antilope et bois végétal (d'après Tomasso et Rots 2017 ; DAO O. Laroche)

La diffusion des pièces pédonculées en Afrique du Nord durant le MSA s'étend sur une vaste période chronologique. La plus ancienne occurrence attestée de ces pièces se trouve à Bizmoune (Maroc) à 145 ka (MIS 6) (Sehasseh *et al*. 2021). Toutefois, la présence d'éléments pédonculés « atypiques » à Wadi Lazalim dans des couches à 234 ka (MIS 7) et 160 ka (MIS 6) pourrait reculer la date d'apparition de ces éléments (Cancellieri 2022). Ces formes semblent disparaitre au MIS 3 avec leur dernière occurrence à Chaperon Rouge 1 à 28 ka (Texier *et al*. 1988).

Géographiquement, les pièces pédonculées se retrouvent du Maroc à l'Égypte. Elles sont présentes à l'Ouest au Maroc, à Ifri N'Ammar dans des niveaux à 145 et 83 ka (Richter *et al*., 2010), en Algérie à Oued Djebbana (non daté), en Tunisie à Oued el Akarit dans les niveaux à 90 ka (Roset et Harbi-Riahi 2007) ; à l'Est en Libye à Uan Tabu dans les niveaux à 61 ka (Garcea 2001), au Jebel Gharbi entre 70 et 30 ka (Garcea 2012 ; Spinapolice et Garcea, 2013, 2014) et plus au Sud au Niger à Adrar Bous (Clark 1982) et à Seggedim (Tillet 1983).

3. Les systèmes de production

Les supports d'outils NAMSA sont globalement obtenus via trois grands concepts de débitage.

A. Le débitage Levallois

a. Définition du concept

Le concept de débitage Levallois est un système de production permettant l'obtention de différents supports (éclats, lames et pointes) aux caractères techniques et morphologiques prédéterminés (Bordes 1961, 1980 ; Boëda 1994). En outre, il permet l'obtention d'enlèvements « *au plus près des caractères techniques de l'outil* » (Boëda 2005). Il s'agit d'une « construction descendante » de l'outil, définie par l'anticipation, l'intégration et l'acquisition de certains caractères fonctionnels de l'outil dès la phase de production (Soriano 2000).

Pour assurer ces objectifs de production, la conception volumétrique du nucléus est régie par 6 règles techniques strictes (Boëda 2021) (Figure 10) :

- 1 : Le volume du nucléus est conçu en deux surfaces convexes asymétriques et sécantes, se rejoignant en un plan d'intersection ;
- 2 : Les deux surfaces sont hiérarchisées, chacune joue un rôle spécifique : l'une est la surface de production des supports, l'autre la surface de préparation et de plan de frappe. Ces rôles ne sont pas interchangeables, aussi bien dans les phases d'initialisation que de production ;
- 3 : Les enlèvements sont détachés exclusivement par une percussion au percuteur minéral dur.
- 4 : La surface de débitage est aménagée par des enlèvements prédéterminants qui mettent en place des convexités latérales et distales. Celles-ci ont pour rôle de guider l'onde de choc des enlèvements prédéterminés. La surface de préparation joue quant à elle un rôle de plan de frappe pour les enlèvements prédéterminants et prédéterminés ;

- 5 : Les enlèvements prédéterminés ont un plan de détachement parallèle ou subparallèle au plan d'intersection des deux surfaces ; celui des enlèvements prédéterminants est sécant ;
- 6 : L'autocorrélation : la morphologie du nucléus est maintenue pendant tout le débitage, le volume du nucléus intègre dans sa structure des caractères technicofonctionnels, permettant une remise en place des caractères de prédétermination sur la surface de débitage à partir d'une surface de plans de frappe aménageable en conséquence.

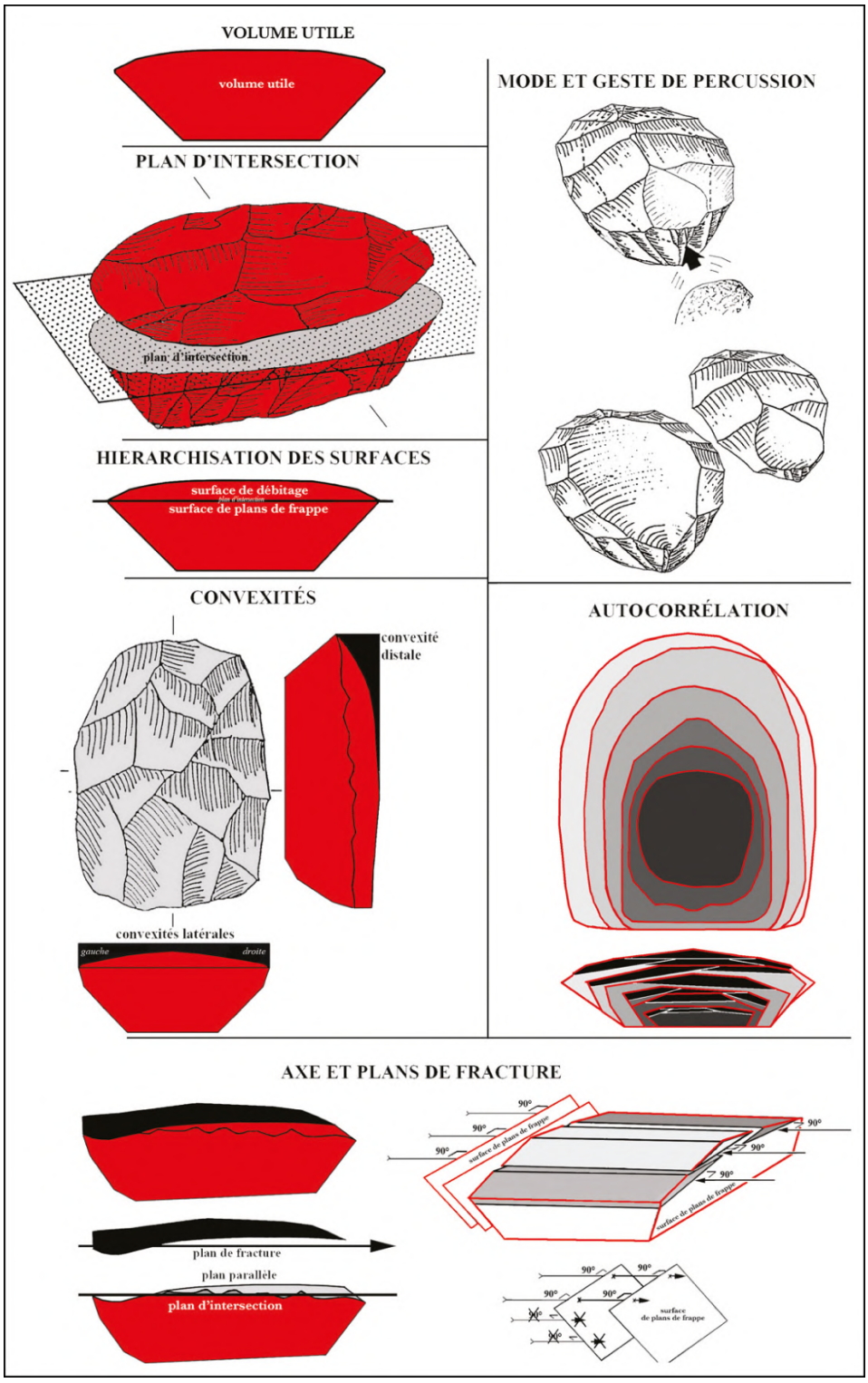


Figure 10 – Concept Levallois (Boëda 2021)

- Variabilité des méthodes

Les enlèvements Levallois produits sont issus de deux grandes familles de méthodes :

- La méthode préférentielle ou « linéale », qui vise à détacher un unique support prédéterminé dit « préférentiel ». Après son obtention, un réaménagement de la surface de production et de préparation est nécessaire afin de reconfigurer leur structure et poursuivre le débitage ;
- La méthode récurrente, qui consiste à obtenir une série de plusieurs enlèvements prédéterminés dits « récurrents », en général 2 à 4, sans reconfiguration des surfaces. Les enlèvements sont donc à la fois prédéterminés et prédéterminants (Boëda 1994).

Les préparations pour l'obtention des supports peuvent être unipolaires (parallèles ou convergentes), dans le même axe que celui du futur produit Levallois ; bipolaires, dans le même axe, mais dans deux directions opposées ; ou centripètes, dirigés vers le centre du nucléus.

- Enlèvements produits

o Les enlèvements prédéterminants

Les enlèvements prédéterminants participent à « *la mise en place des critères techniques de prédétermination Levallois* » (Boëda 1994) qui permettront d'obtenir les enlèvements prédéterminés. Dans le processus opératoire, ils ne sont pas recherchés pour eux-mêmes en tant qu'objets, mais ce sont leurs conséquences techniques qui sont recherchées (Boëda 1997). Toutefois, rien n'empêche leur récupération pour une utilisation, certaines pièces possédant un caractère morphotechnique pouvant répondre à un fonctionnement recherché (pièces à dos, par exemple).

Parmi ces enlèvements prédéterminants se trouvent des supports appartenant aux phases de décorticage, de mise en place et d'entretien des convexités latérales et distales : éléments corticaux ; éléments de bord de table de débitage : pièces à dos cortical, débordantes (qui emportent une partie latérale du nucléus), outrepassées (qui emportent une partie distale du nucléus) ; éléments à l'axe déjeté : pointes pseudo-Levallois.

o Les enlèvements prédéterminés

Les enlèvements prédéterminés sont recherchés pour eux-mêmes lors du processus de fabrication. Ils relèvent d'une prédétermination avant leur détachement et sont débités sur un nucléus ayant été préparé de manière que les enlèvements possèdent des caractéristiques techniques, métriques et morphologiques recherchées (Boëda 1997). Ils portent sur leur face supérieure les nervures et négatifs des enlèvements prédéterminants.

Ces enlèvements prédéterminés peuvent être de différentes morphologies qui découlent en grande partie des modes de production mises en œuvre (unipolaire, unipolaire convergente, bipolaire, centripète) : éclats (rapport longueur / largeur < 2), lames (supports à bords parallèles ou subparallèles dont le rapport longueur / largeur est ≥ 2) et pointes (supports triangulaires aux bords convergents et à nervure centrale distale).

b. Le phénomène Levallois au NAMSA

Les productions Levallois sont largement répandues dans le NAMSA, chronologiquement et spatialement. Elles se retrouvent, entre autres, au Maroc à Jebel Irhoud (315 ka) (Richter *et al*. 2017), à Ifri n'Ammar (171 ka) (Richter *et al*. 2010) ; à Ceuta à Benzú (250 ka) (Ramos *et al*. 2014), en Tunisie à l'Oued el Akarit (90 ka) (Roset et Harbi-Riahi 2007). On les retrouve également à l'Est en Égypte dans le désert à Bir Tarfawi et Bir Sahara (114 ka et 105 ka) (Wendorf *et al*. 1993), ou dans la grotte de Sodmein (119 ka) (Mercier *et al*. 1999). Les objectifs de production peuvent varier d'un site à l'autre (recherche de supports allongés, de pointes, d'éclats larges, etc.) tout comme les modalités d'obtention des supports (méthodes préférentielles ou récurrentes ; unipolaires, bipolaires, centripètes). Cependant, ces productions sont liées par un substrat technologique commun, avec peu de variations.

Il existe toutefois en Afrique du Nord trois grandes variantes du concept Levallois :

- Les productions de micro-éclats Levallois

Des petits nucléi Levallois circulaires à préparations centripètes ont été mis au jour dans de nombreux assemblages NAMSA.

Longtemps désignés comme « asinipodiens », en référence au Moustérien de Pech de l'Azé (France), où des nucléi semblables avaient été découverts (Bordes 1975), on utilise aujourd'hui le terme de « petits nucléi Levallois » (« *small Levallois cores* » dans la littérature anglaise) pour se distancer de la terminologie française.

Ces nucléi de petites dimensions (< 5 cm) proviennent généralement de galets splittés en deux sur enclume, avant la préparation de la surface Levallois (Bouzouggar et Barton 2012). Ils sont associés à des **productions de petits voire de micro-supports Levallois** (< 2,5 cm). Ils ne sont donc pas nécessairement liés à des schémas de réduction des matrices de débitage ou à la disponibilité de la matière première. Il s'agit d'une production intentionnelle de supports microlithiques (Dibble et McPherron 2016). Ce phénomène de « *flake* ***microlithism*** » (Caton-Thompson 1946) constitue une partie intégrante de la composante technique du NAMSA (Figure 11).

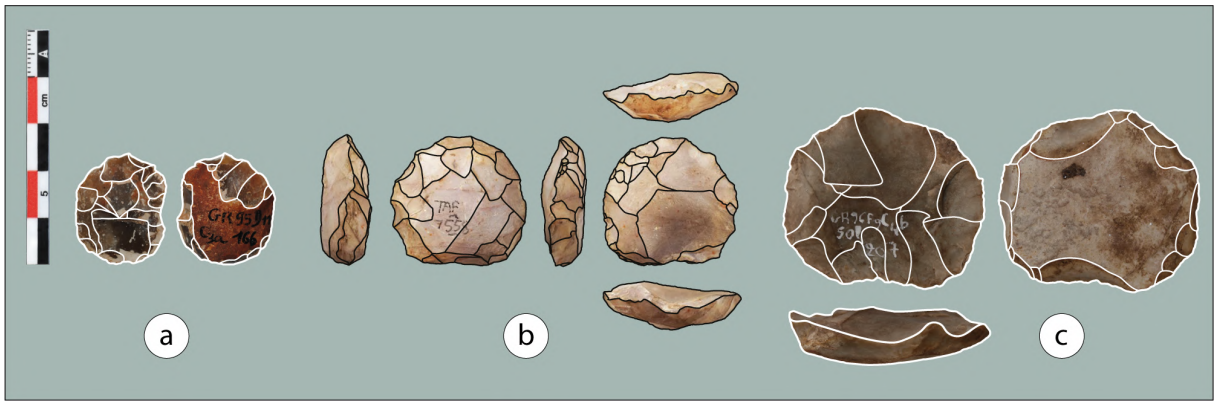


Figure 11 – Nucléi Levallois centripètes microlithiques ; a : Rhafas (couche 3 [Laroche 2017]) ; b : Bizmoune (couche 4c [Longet 2023]) ; c : Rhafas (couche 4 [Laroche et al. *2021]) ; (DAO O. Laroche)*

Ces nucléi ont particulièrement été repérés au Maroc, notamment à Contrebandiers (115-120 ka) (Bouzouggar 1997 ; Dibble et al. 2013), Ifri n'Ammar (entre 171 et 149 ka) (Richter *et al*. 2010 ; Nami et Moser 2010), Mugharet El Aliya (Bouzouggar *et al*. 2002), El Mnasra (109 ka) (Nespoulet *et al*. 2008 ; Jacobs *et al*. 2012), El Harhoura (90 ka) (El Hajraoui *et al*. 2012) et Bizmoune (142 ka) (Sehasseh *et al*. 2021). Leur présence en Libye à Haua Fteah (entre 75 et 65 ka) (Reynolds 2013) et en Égypte dans l'oasis de Kharga (114 ka) (McDonald *et al*. 2016) témoigne de leur expansion géographique.

Une autre hypothèse concernant ces éléments est qu'ils ont été utilisés comme outils pour des tâches spécifiques. M. Antoine les appelait « pollicidisques » et les considérait comme des outils à tranchant circulaire, permettant une préhension optimale grâce à l'insertion du pouce dans la concavité laissée par le dernier enlèvement (Antoine 1938). Cette interprétation apporte de nouvelles perspectives aux études fonctionnelles.

- Les productions de pointes sur nucléi spéciaux

À l'Est, dans la région du Nil (Nubie) et dans le nord du Sahara Oriental, les assemblages sont caractérisés par une production abondante de pointes-outils et pointes-supports (pointes moustériennes, pointes Levallois) et par une variante de la méthode Levallois pour la production de pointes appelée « technique nubienne » : les pointes Levallois sont réalisées sur des nucléi de forme subtriangulaire, préparés par deux enlèvements divergents distaux qui créent une nervure centrale abrupte. Les enlèvements prédéterminants sont débités en partie distale ou latérale du nucléus Levallois, et non en partie proximale comme dans la méthode unidirectionnelle convergente classique (Clark 1982 ; Van Peer *et al*. 2010) (Figure 12).

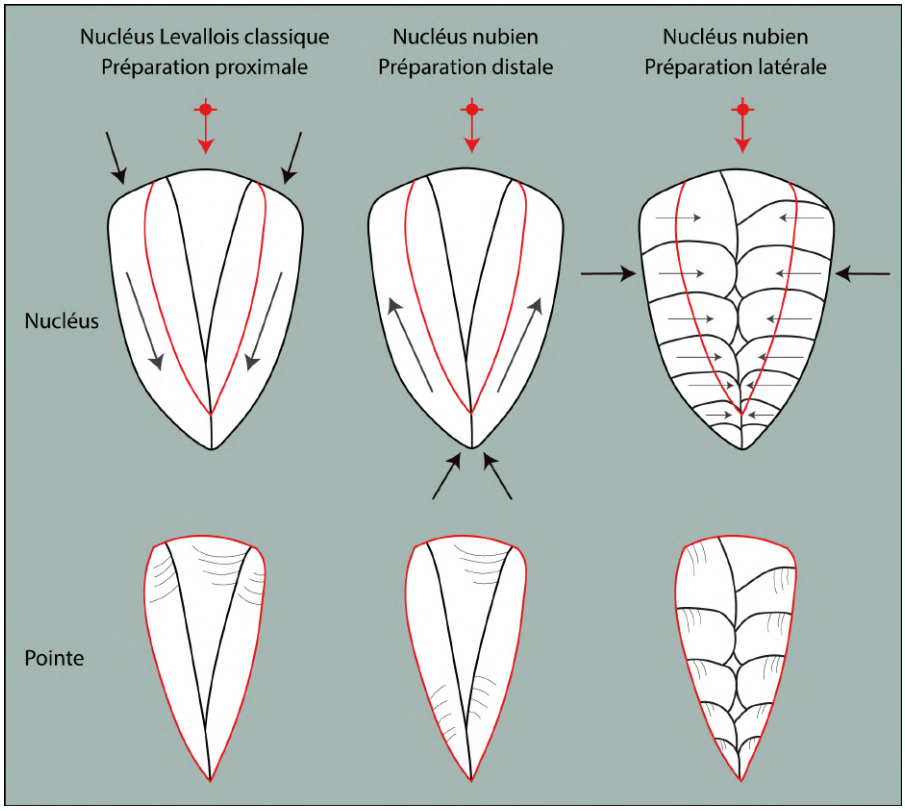


Figure 12 – Nucléi Levallois à pointes et ses variantes nubiennes (d'après E. Hallinan, source : https://emilyhallinan.com/nubian-technology/ ; DAO O. Laroche)

Ces productions se retrouvent au Soudan, en Mauritanie, en Égypte, en Libye de 240 à 50 ka (Douze 2011) avec une majorité de sites datés du MIS 5 entre 150 et 75 ka (Ben Arous *et al*. 2025). Bien que cette « technique nubienne » ait été considérée comme un trait distinctif limité au Nord-Est de l'Afrique, elle a été identifiée dans des contextes géographiquement éloignés comme en Afrique de l'Est (Clark 1988), en Afrique du Sud (Will *et al*. 2015), au Levant (Goder-Goldberger 2016 *et al*. ; Demidenko *et al*. 2023) et dans la péninsule arabique (Vitaly *et al*. 2013). Elle tient cependant une place centrale dans la composante technologique NAMSA.

- Les productions de lames sur nucléi spéciaux

À l'Est, en Égypte et en Libye (dans le Jebel Gharbi), le système Levallois semble réorganisé autour d'une production de lames obtenues par des méthodes « taramsiennes », en référence au site de Taramsa 1 (Égypte). Ces méthodes ont été observées dans les assemblages de la fin du MSA entre 75 et 30 ka (Ben Arous *et al*. 2022).

Les nucléi sont en général allongés, présentant une surface de production très convexe, entretenue par une préparation bidirectionnelle (Figure 13). Ils permettent un débitage en série produisant 3 à 4 lames par séquence, sans nécessiter de reconformation des surfaces (Van Peer *et al*. 2010).

Ce type de débitage peut être considéré comme un dérivé du Levallois laminaire, représentant une variante évoluée de ce dernier, ou comme une méthode intermédiaire entre le concept Levallois et le concept laminaire à exploitation volumétrique (Van Peer 2004 ; Spinapolice et Garcea 2013, 2014).

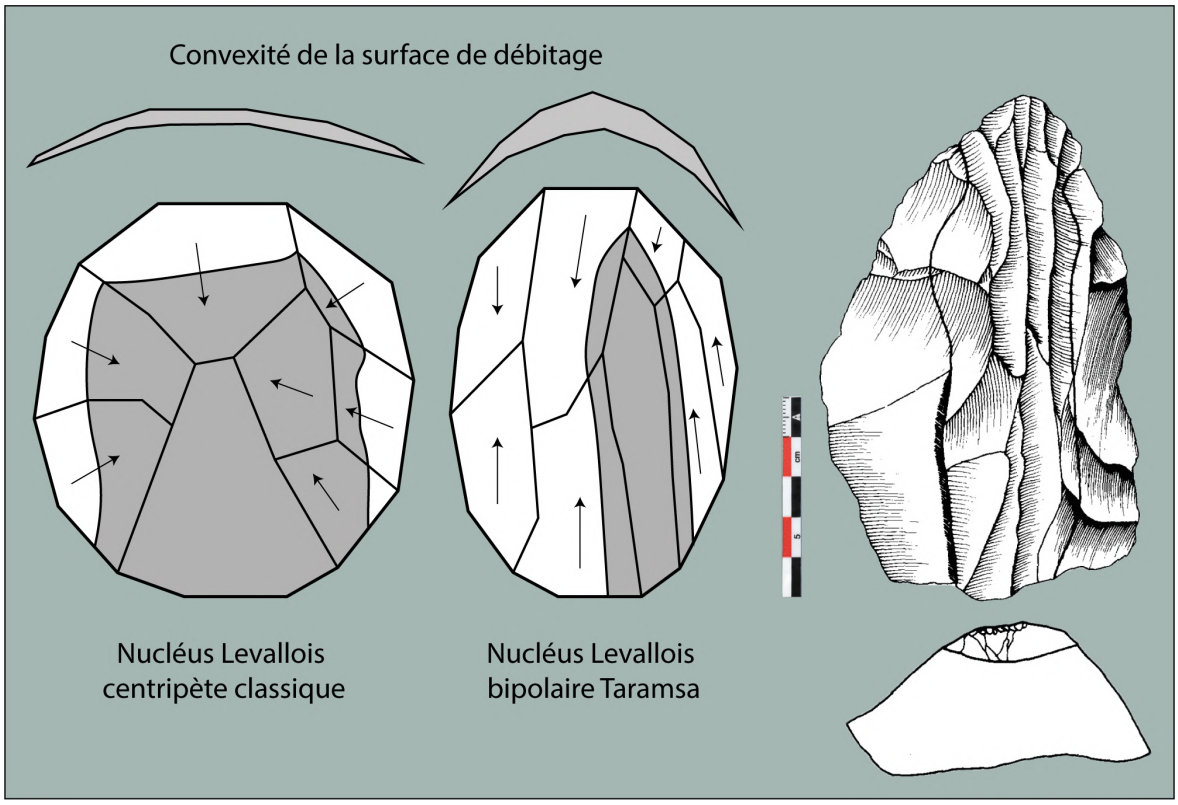


Figure 13 – Nucléus Levallois et sa variante Taramsa, nucléus de Taramsa 1 (d'après Van Peer 2010 ; DAO O. Laroche)

c. Le débitage discoïde

Le débitage Discoïde se caractérise par une exploitation centripète ou cordale de la surface du nucléus, où les enlèvements sont enlevés de manière sécante par rapport au plan d'intersection des deux surfaces du nucléus, donnant une morphologie discoïdale à ce dernier (Figure 14). La différence majeure avec débitage Levallois récurrent centripète réside dans la conception volumétrique et la hiérarchisation des surfaces du nucléus (Mourre 2003, Slimak 2008) :

- Le débitage discoïde ne présente pas de surfaces hiérarchisées, elles peuvent intervertir leur rôle (production / préparation) au cours du processus ;
- Ces surfaces sont aménagées par une convexité périphérique ;
- La rythmicité du débitage est continue, contrairement au Levallois où il y a une alternance entre phases de production et phases de remise en forme des surfaces ;
- Les enlèvements produits sont à la fois prédéterminés et prédéterminants. Ceux sont des pointes pseudo-Levallois, des éclats à dos débordants limités et des éclats quadrangulaires souvent plus larges que longs.

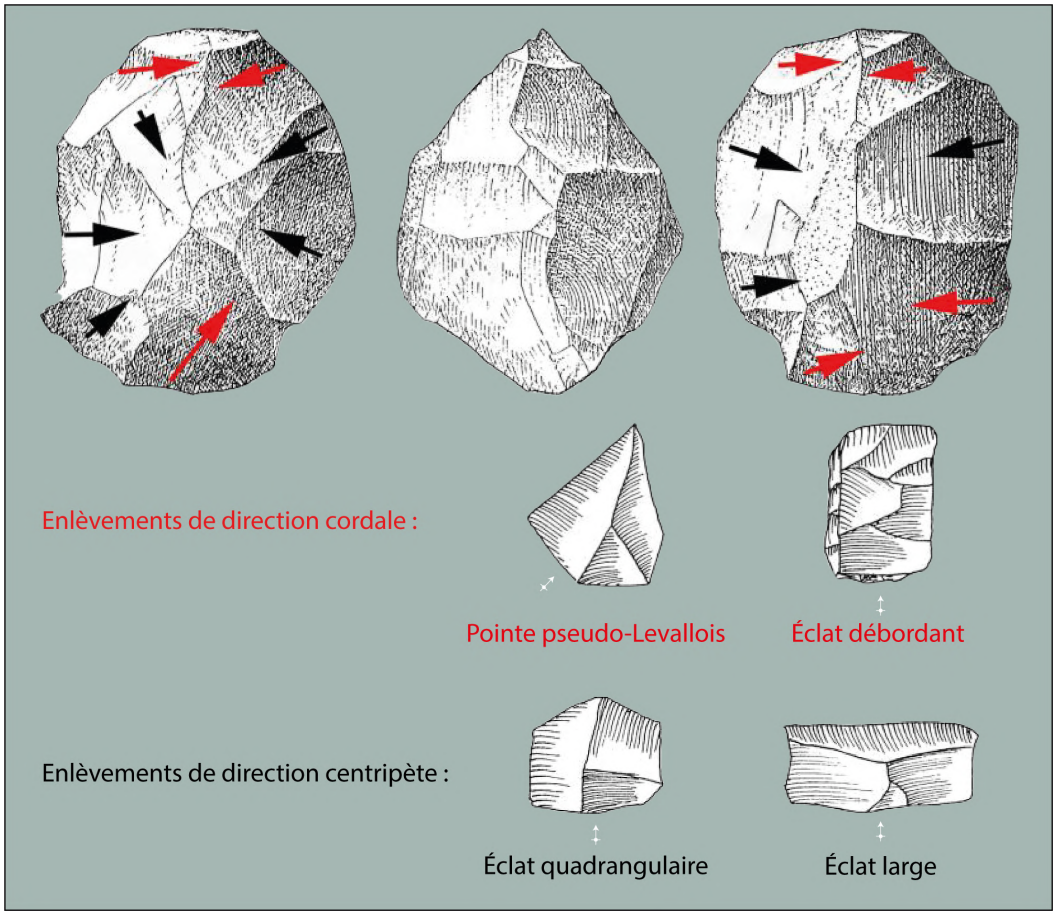


Figure 14 – Concept discoïde (d'après Boëda 2013 ; DAO O. Laroche)

Ces débitages discoïdes se retrouvent notamment dans les sites du NAMSA ancien aux alentours des 200 ka, comme à Bir Tarfawi, Bir Sahara et Saï 8-B-11 (230-220 ka) dans la Vallée du Nill (Wendorf *et al*. 1993 ; Van Peer *et al*. 2003).

d. Les débitage lamino-lamellaires

Les données concernant la description des systèmes de production laminaires *stricto sensu* (non Levallois) pour le NAMSA sont assez rares. En l'absence d'éléments caractéristiques de ces débitages, la distinction avec le débitage Levallois laminaire est rendue difficile. La question des productions lamellaires peut s'avérer être encore plus complexe car certaines productions semblent relever d'une production intercalée permettant l'obtention simultanée sur la même surface de débitage de lames et de lamelles.

Ces débitages montrent une organisation de la production en série d'objets très allongés, à travers une vision volumétrique du bloc de matière première (tri-dimentionnalisation du débitage). Ces systèmes de production ont une valeur fonctionnelle, puisqu'ils augmentent la longueur du fil du tranchant des supports produits, et une valeur technique, puisqu'ils demandent des aptitudes et des savoir-faire techniques accrus (Pleurdeau, communication au Collège de France 2016).

Les structures de débitages lamino-lamellaires ont été récemment été décrites de manière systématique à Bizmoune, Rhafas et Taforalt (Longet 2023) (Figure 15). Les volumes présentent des surfaces d'exploitation restreintes, préparés par des méthodes unipolaires, unipolaires convergentes ou bipolaires et permettent d'obtenir des supports prédéterminés allongés (éclats laminaires, lames et lamelles). Les éléments prédéterminants caractéristiques sont des supports de mise en forme de la surface de débitage (lames/lamelles à crêtes), des éléments d'entretien de la carène[5] (lames/lamelles outrepassées) et du cintre[6] (lames/lamelles de flanc) et des éclats de réfection qui remette en forme la totalité de la surface. Selon Longet (2023), les supports sont issus de nucléi de conception :

- *Alpha* : nucléi pyramidaux à modalités unipolaires ou bipolaire ;
- *Bêta* : nucléi subquadrangulaires à un plan de frappe et à modalités unipolaires ou bipolaire;
- *Gamma* : nucléi à deux plans de frappe opposés, à gestion du volume des flancs par des modalités bipolaires ;
- *Delta* : nucléi à un plan de frappe, par des modalités unipolaires convergentes et un rythme de débitage discontinu alterne.

[5] **Carène** : convexité distale de la surface de débitage
[6] **Cintre** : convexités latérales de la surface de débitage

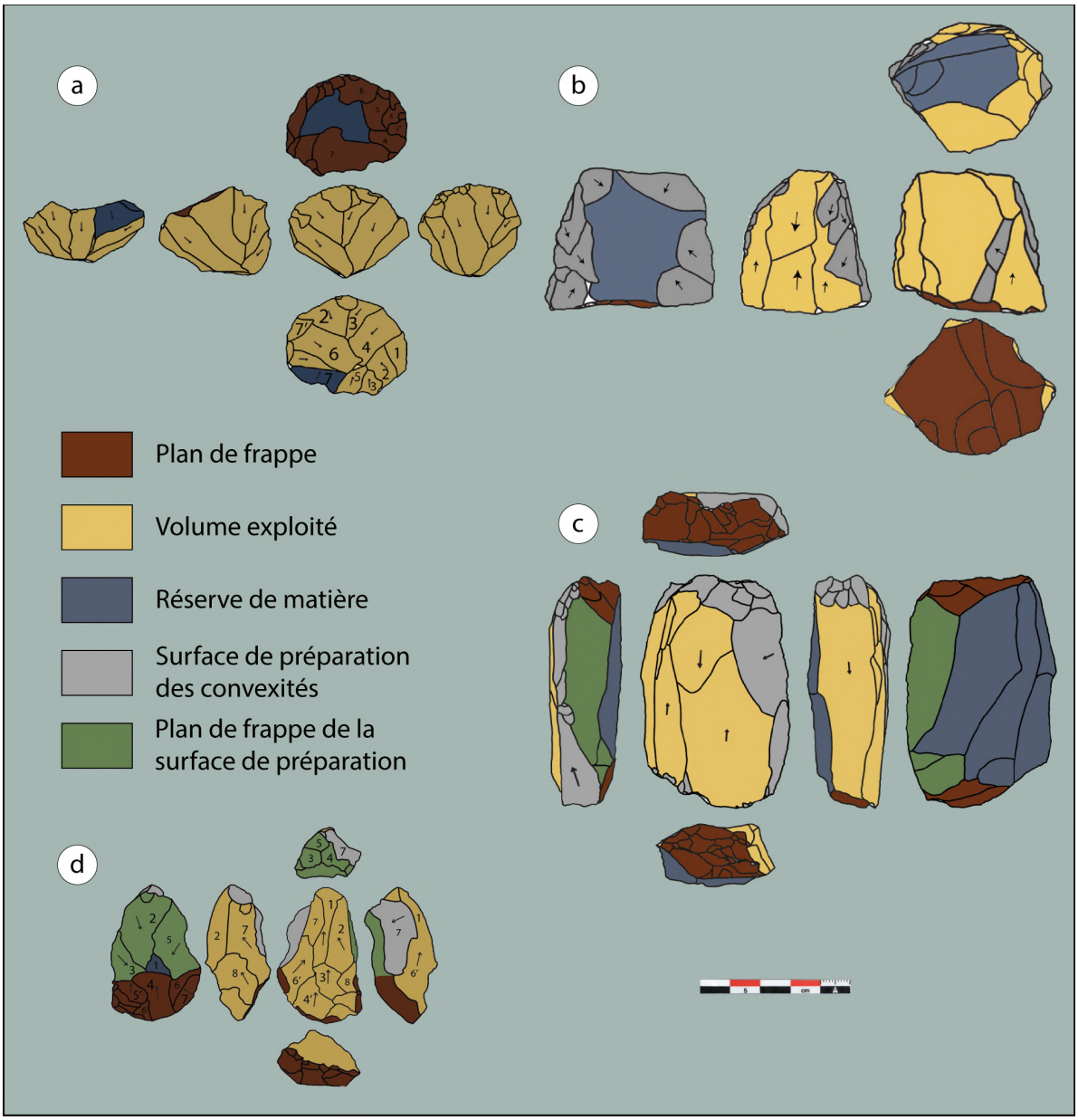


Figure 15 – Débitages lamino-lamellaires NAMSA ; a : type Alpha (Bizmoune 4), b : type Bêta (Rhafas 3a), c : type Gamma (Rhafas 3a), d : type Delta (Bizmoune 4c) (d'après Longet 2023 ; DAO O. Laroche)

IV. Complexité cognitive et comportementale au NAMSA

A. La notion de modernité comportementale

Au-delà d'une technologie lithique complexe et diversifiée, le MSA est caractérisé par l'apparition au MIS 5 (130 ka) d'éléments regroupés sous les termes de « comportements modernes », en référence à la **complexité cognitive et comportementale** associée à notre espèce (*Homo sapiens*). Cela se traduit notamment par l'expression d'une culture matérielle symbolique et des changements d'ordre socio-économiques tels que l'expansion des réseaux de mobilité liés au transport des matériaux.

Le concept de « modernité » est sujet à débat. Moderne par rapport à qui ? Et à quoi ? Ce terme véhicule une idée de rupture soudaine des comportements cognitifs, sociaux et techniques, tandis que ceux-ci apparaissent dans le paysage de manière cumulative, dispersés dans le temps et l'espace (Meneganzin et Currie 2022). Aussi, une partie de ces derniers ne sont pas exclusifs à *Homo sapiens* mais sont partagés avec Néanderthal tels que les inhumations, le régime alimentaire varié, la structuration de l'espace de vie, la diversification et la standardisation des formes d'outils, les méthodes de prédétermination dans le débitage, les techniques de chasse, l'expression symbolique (Stringer et Crété 2022). Certains auteurs privilégient les notions de « variabilité », de « flexibilité » et de « plasticité » comportementale, qui semblent être les conditions d'expression d'une culture complexe (Scerri et Will 2023).

B. Preuves archéologiques de comportements cognitifs et sociaux complexes au NAMSA

a. Innovations techniques non lithiques

- Les systèmes d'adhésifs

Des fragments de **colorants** jaunes et rouges ainsi que des traces de ces derniers sur des outils lithiques (molette, éclats) ont été mis au jour dans de nombreux sites comme par exemple à El Mnasra (entre 115 et 94 ka) (Nespoulet *et al*. 2008 ; El Hajraoui *et al*. 2012), Ifri n'Ammar (<83 ka) (Barton et D'Errico 2012), Bizmoune (Bouzouggar *et al.* 2017), Taforalt (Bouzouggar *et al*. 2007) et plus à l'Est sur l'île de Sai (Soudan) vers 223-182 ka (Van Peer *et al.* 2003) (Figure 16). Certaines études tracéologiques ont montré que l'**ocre** (oxyde de fer naturel, hématite, Fe2O3) pouvait être utilisé à des fins fonctionnelles dans les technologies d'emmanchement. La gomme végétale et l'ocre ont pu être combinées pour créer un **adhésif composite** (Lombard 2006 ; Wadley *et al*. 2009). Des traces d'ocre ont été observées à Taramsa 8 et Sodmein sur des outils lithiques, associées à des résidus potentiels de résine et à des traces d'usage (Rots *et al*. 2011). Ces adhésifs à base d'ocre et de matières végétales seraient pour certains chercheurs un nouvel élément de reconnaissance d'une cognition complexe au MSA. La fabrication de ces derniers demande en effet des transformations physiques délibérées impliquant des changements chimiques, qui ne peuvent pas se faire sans une pensée abstraite et multitâche (Wadley *et al*. 2009).

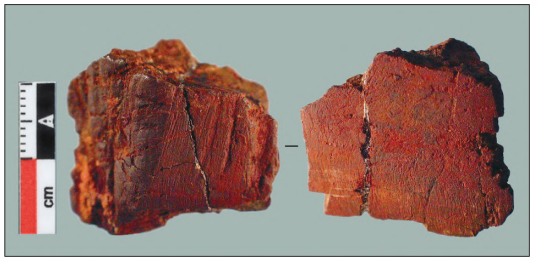


Figure 16 – Fragment d'hématite (El Mnasra, Nespoulet et al. *2008), DAO O. Laroche*

- L'industrie en matières dures animales

L'apparition d'outils non lithiques au MIS 5 souligne l'évolution dans la fabrication et la diversification de l'outillage. Elle montre l'intégration des ressources animales telles que l'os et l'ivoire dans le système technique du MSA. Ces industries en matière dure animale comprenant des retouchoirs, des pointes et des spatules faisant office de lissoirs, ont été identifiées dans des sites de la région de Rabat-Témara (Maroc) comme à El Mnasra (entre 108 et 86 ka) (Nespoulet *et al*. 2008 ; Ben Arous *et al*., 2022), Contrebandiers (120-90 ka) (Hallett *et al*. 2021), Dar es-Soltan 1 (90 ka) (Bouzouggar *et al*. 2018), Taforalt (Turner *et al*. 2020). Plus à l'Est en Tunisie, 2 retouchoirs en os ont été mis au jour à El Guettar (Gruet 1954). La plupart des outils en os ont été fabriqués à partir de fragments de côtes ou d'os longs provenant de grands mammifères (Campmas 2012 ; El Hajraoui *et al*. 2012 ; Turner *et al*. 2020). Certains travaux ont montré que les outils en os pouvaient revêtir le même fonctionnement que ceux en pierre. C'est le cas d'industries en os de Dar es-Soltan et El Mnasra, interprétées comme « couteaux » pour la découpe de matériaux souples (Bouzouggar *et al*. 2018). *Homo sapiens* a donc utilisé pour un même type d'outil deux types de matériaux qui requièrent des techniques d'obtention différentes : l'outil lithique nécessitant un travail de taille et de confection, l'outil osseux également, auquel des étapes de façonnage telles que l'abrasion et le polissage peuvent s'ajouter (El Hajraoui *et al*. 2012). Cela constitue une preuve supplémentaire des capacités technologiques et cognitives des populations humaines de cette époque.



Figure 17 – Industrie osseuse NAMSA : a, b, c : couteaux, a-b : El Mnasra, c : Dar es-Soltan 1 (Bouzouggar et al. *2018) ; d : pointe, El Mnasra (El Hajraoui et Debénath 2012) ; (DAO O. Laroche)*

b. Exploitation des ressources animales et végétales

L'exploitation des ressources terrestres et marines, ainsi que leur gestion saisonnière dans l'environnement local, révèle des **pratiques de subsistance complexes,** démontrant l'hyper-flexibilité développée par *Homo sapiens* à cette époque et sa capacité avancée à s'adapter à des divers environnements en exploitant une grande variété de ressources. Les populations NAMSA avaient en effet une approche diversifiée de l'exploitation des ressources, intégrant la chasse, la collecte, et probablement la pêche.

Les stratégies de subsistance liées à la **chasse** ciblaient à la fois la grande faune (équidés, rhinocérotidés, bovinés, girafidés), la moyenne faune (suidés, petits bovidés [caprins et ovins], antilopidés) et la petite faune (oiseaux, tortues terrestres, mollusques, lagomorphes, rongeurs). Dans les zones montagneuses et rocheuses comme l'Atlas, les restes archéozoologiques révèlent une consommation d'espèces rupicoles comme le mouflon à manchettes, tandis que dans l'intérieur des terres, les assemblages fauniques sont dominés par les bovidés, comme la gazelle, et les équidés (Campmas 2012 ; Campmas *et al*. 2017 ; Aouadi 2014). Des preuves de la consommation d'oiseaux sont rapportées sur plusieurs sites, comme à Haua Fteah, où des colombes et des perdrix ont été retrouvées (Stoetzel *et al*. 2014). Des traces de boucherie telles que des fracturations sur os frais et des marques de découpe ont été observées sur plusieurs sites comme à Aïn el Guettar (Aouadi et Belhouchet 2012), Benzú (Ramos *et al*. 2014) et Jebel Irhoud (Richter *et al*. 2017).

Dans les zones côtières, la **consommation de ressources marines** est également documentée, notamment sur le littoral marocain, à Ceuta et en Cyrénaïque. On y retrouve des patelles et des moules (Benzú, Contrebandiers, Dar es-Soltan 1, El Harhoura 1 et 2, Mugharet el'Aliya, Haua Fteah (Débenath 1994 ; Ramos *et al*. 2008 ; Steele, 2012 ; Stoetzel *et al* 2014 ; Campmas *et al*. 2016 ; Campmas 2017). Des restes de poissons ont été mis au jour à Benzú datant de 168 ka (Ramos *et al*. 2019), ainsi qu'un os de phoque à Mugharet el Aliya (Steele 2012). Cependant, le faible nombre de poissons et de mammifères marins retrouvés suggère une consommation occasionnelle de ces éléments.

Les preuves d'**exploitation des ressources végétales** durant le NAMSA sont plus limitées. À l'île de Saï, deux plaques de calcaire ont été utilisées avec des galets pour travailler des matériaux végétaux (Van Peer *et al*. 2003). Des études tracéologiques ont également révélé des traces de traitements des matières végétales sur des outils lithiques (Tomasso *et al*. 2020). De plus, la généralisation de l'emmanchement indique une probable intégration des ressources végétales pour la fabrication d'outils composites (manches en bois, mais non conservés). À El Mnasra, des noyaux d'olives ont été mis au jour dans des zones de combustion creusées dans les sédiments et délimitées par des dalles de calcaire (El Hajraoui *et al*. 2012) et ils pourraient être liés à l'alimentation ou à la combustion (Ben Arous *et al*. 2022).

Les structures de foyers témoignent par ailleurs de progrès cognitifs majeurs chez *Homo sapiens*. La **maîtrise du feu** constitue un élément clé du comportement humain durant le Middle Stone Age. Le feu jouait un rôle central dans la gestion de l'habitat (chauffage, protection contre les prédateurs, éclairage), ainsi que dans la préparation des aliments, en transformant les aliments crus en aliments cuits. Le feu jouait également un rôle majeur dans la sphère technique, notamment dans le traitement thermique des matériaux lithiques pour améliorer leurs propriétés, comme à Jebel Irhoud (Richter *et al*. 2017 ; Stringer et Crété 2022), et dans la déshydratation des adhésifs destinés à l'emmanchement (Wadley *et al*. 2009).

c. La pensée abstraite et symbolique

La mise au jour dans les assemblages archéologiques de concentrations importantes de coquillages marins intentionnellement accumulés et perforés (coquilles de *Tritia gibbosula*) est un témoin fort de comportements sociaux développés chez les *Homo sapiens* du NAMSA. Ces éléments pouvant représenter des **ornements personnels** (parure) sont considérés comme l'expression d'une pensée symbolique et peuvent refléter des comportements identitaires et sociaux, liés au statut ou à l'appartenance à un groupe, ou encore à des aspects rituels. Ils ont été mis au jour dans plusieurs sites marocains, à Taforalt, Rhafas, Ifri n'Ammar, Contrebandiers, El Mnasra et datées à entre 116 et 82 ka (Bouzouggar *et al*. 2007 ; Richter *et al*., 2010), ainsi qu'à Bir el-Ater (Oued Djebbana, Algérie) (Vanhaeren *et al*. 2006). Le site de Bizmoune (Maroc) a révélé récemment la plus grande et la plus ancienne collection de parures en contexte africain, datées à 142 ka (Sehasseh *et al*. 2021). L'existence de nombreuses coquilles ornementales portant des traces d'ocre rouge (hématite) pose également la question d'une utilisation des pigments à caractère symbolique (peut-être comme décoration corporelle ?).

Le site Seggedim (Niger) a livré quant à lui deux éclats de débitage en grès quartzeux ayant subi une perforation intentionnelle (et deux autres avec des débuts de perforations), pouvant être considérés comme des objets suspendus (pendeloques) (Tillet 1978) (Figure 18).

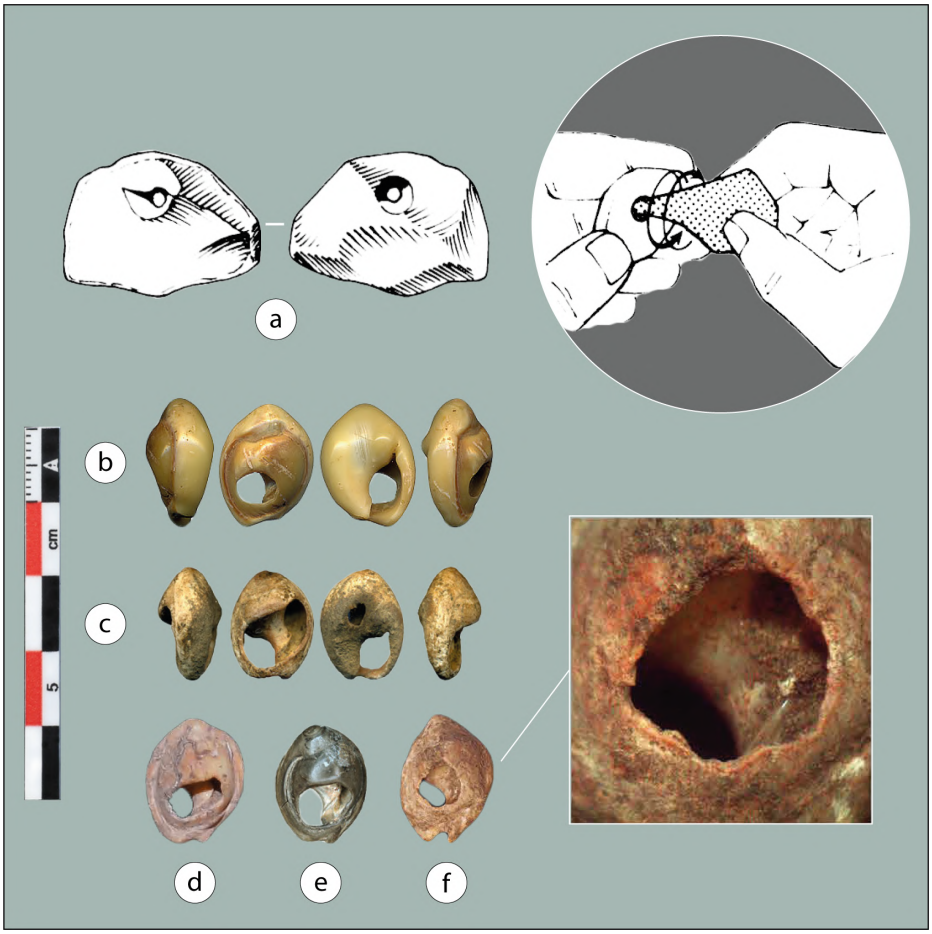


Figure 18 – Éléments de parure NAMSA : a : éclats perforés et croquis de leur perforation (Seggedim, Tillet 1978) ; b-f : coquilles perforées ; b : Taforalt ; c : Rhafas ; e : Ifri n'Ammar (D'Errico et al. *2009) ; d et f : Bizmoune, le f porte des traces d'ocre (Sehasseh* et al. *2021) ; (DAO O. Laroche)*

d. Transport de matériaux et réseaux d'échange

Certaines des coquilles évoquées précédemment ont été collectées sur la côte et transportées bien loin de cette dernière, comme à Oued Djebbana (Algérie), situé à plus de 190 km à l'intérieur des terres (Vanhaeren *et al*. 2006). Au Maroc, J. Bouzouggar *et al*. (2020) notent que les coquilles découvertes dans des sites situés à plus de 50 km de la côte sont exclusivement perforées, ce qui semble leur attribuer une fonction de parures et non alimentaire. Cela impliquerait un transport sur de longues distances de ces objets.

Ces ornements ne sont pas circonscrits à l'Afrique du Nord mais se retrouvent sur l'ensemble du continent africain durant le MSA. Au Levant, ils sont présents dans les sites de Qafzeh et Skhul (entre 135 et 80 ka) (Bar-Yosef *et al*. 2009), en Afrique du Sud à Sibudu, Blombos et Border Cave (entre 80 ka et 70 ka) (D'Errico et Backwell 2016 ; Jacobs et Robert 2017) et plus tardivement en Afrique de l'Est à Porc-Épic (Éthiopie) aux alentours des 35 ka (Assefa *et al*. 2008). Leur répartition dans l'Afrique du Nord suggère l'existence de relations intergroupes et soulève la question d'un **vaste réseau d'échange** (ou de commerce) **entre le littoral et l'arrière-pays** (D'Errico *et al*. 2009 ; Barton et D'Errico 2012).

Un autre indicateur de ces **réseaux sociaux** est l'augmentation générale au MIS 5 des distances de transport des matières premières lithiques. La plupart des outils sont fabriqués à partir de matériaux locaux, disponibles dans un rayon de 0 à 25 km (Scerri 2017). Certains sites mettent par ailleurs en évidence des structures complexes d'extraction des matériaux (sites de carrières) pour l'acquisition des matières premières locales de haute qualité, comme le site de Taramsa 1 dans la Vallée du Nil (Van Peer *et al*. 2010). On observe toutefois à Adrar Bous (Niger) des preuves de distances de transport des matériaux exotiques considérables, où les provenances s'étendent jusqu'à 200 km (Clark *et al*. 2008)[7].

Cette dispersion relative des matériaux, associée à la standardisation des formes d'outils et des procédés techniques dans toute l'Afrique du Nord, peut être le témoin d'une forte connectivité sociale, liée à la mobilité des individus et à la circulation des idées (Scerri et Will 2023).

Tous ces changements qui ont lieu au MSA, qu'il s'agisse de la technologie lithique, des pratiques symboliques, des modèles de mobilité et des stratégies de subsistance, peuvent être reliés aux changements environnementaux. Ces derniers modifient les paysages et la disponibilité des ressources et peuvent s'accompagner de mouvements démographiques se produisant lors des périodes d'améliorations climatiques. Certaines études à grande échelle sur la technologie lithique ont mis en évidence des schémas de régionalisation, avec des disparités entre l'Ouest et l'Est de l'Afrique du Nord, qui pourraient s'expliquer par des barrières écologiques et sociales. Cela suggère que la région était fragmentée en zones habitables séparées par des étendues désertiques durant les périodes arides (Scerri 2013 ; Scerri *et al*.

[7] De futures études pétroarchéologiques permettraient de confirmer qu'il ne s'agit pas d'un phénomène isolé en Afrique du Nord. Des distances lointaines d'approvisionnement lointaines (100 km) ont également été reconnues au Kenya à Olorgesailie (Brooks *et al*. 2018).

2014). En revanche, pendant les périodes humides du MIS 5, de nombreuses similitudes ont été observées entre le Jebel Gharbi (Libye) et la côte atlantique marocaine, ce qui pourrait indiquer des frontières plus perméables à ces moments-là (Scerri 2013). Certains chercheurs estiment que les variations environnementales auraient favorisé les rencontres et interactions entre populations, stimulant probablement les innovations technologiques (Blanchet *et al*. 2021). Ces changements auraient ainsi pu contribuer à l'émergence asynchrone des traits reliés à la complexité comportementale, à leur disparition temporaire, puis à leur réapparition dans l'espace (Clark 1982 ; Barton et D'Errico 2012). Les différences régionales, reflétées dans la diversité des assemblages, indiqueraient des trajectoires multiples de développement technologique et démographique, en réponse aux variations environnementales (Scerri 2013).

V. Cadre paléoenvironnemental et géographie humaine

Au cours du MSA, l'Afrique du Nord a connu d'importants changements environnementaux, marqués par une forte instabilité climatique et eustatique, avec des alternances entre périodes arides et humides. Ces fluctuations climatiques sont dues à des facteurs multiples, en particulier les phénomènes astronomiques liés à l'excentricité, l'obliquité et la précession des équinoxes[8]. La combinaison de ces trois cycles influe sur la quantité de rayonnement solaire atteignant différentes régions de la Terre, provoquant des phases de refroidissement et de réchauffement global sur des centaines de milliers d'années. Cela entraîne des cycles glaciaires et interglaciaires dans les hautes latitudes, et des périodes arides et humides dans les zones équatoriales (Milankovicth 1941). D'autres facteurs, comme la composition de l'atmosphère (notamment les variations des niveaux de CO_2[9]) et les interactions avec les océans[10], jouent également un rôle majeur dans les changements climatiques à long terme.

En Afrique du Nord, ces modifications se traduisent par des périodes humides avec une accroissement du couvert végétal et des moussons et des périodes arides, caractérisées par une diminution de la couverture végétale, l'aridification et l'extension de zones sèches et ouvertes (steppes et désert) (Osborne *et al*. 2008). Ces changements climatiques et environnementaux importants ont probablement influencé les déplacements de populations humaines et animales et ont pu accélérer le rythme des évolutions culturelles et humaines (Aouraghe 2006 ; Aouadi 2014).

---

[8] **Excentricité** : l'orbite de la Terre autour du Soleil varie de quasi-circulaire à légèrement elliptique sur une période d'environ 100 000 ans. Ces variations dans la forme de l'orbite modifient la quantité d'énergie solaire reçue par la Terre. Plus l'orbite est elliptique, plus la différence d'énergie entre les saisons est prononcée. **Obliquité** : l'inclinaison de l'axe de la Terre par rapport à son orbite varie entre environ 22,1° et 24,5° sur une période de 41 000 ans. Une inclinaison plus importante rend les saisons plus extrêmes, avec des étés plus chauds et des hivers plus froids, tandis qu'une inclinaison plus faible tend à adoucir les saisons. **Précession des équinoxes** : ce cycle, d'une période d'environ 26 000 ans, correspond à la manière dont l'axe de la Terre "oscille" sur elle-même. Cela modifie le moment où chaque hémisphère est le plus proche du Soleil, ce qui influence la distribution saisonnière de la lumière solaire reçue sur Terre.

[9] Lorsque les niveaux de CO_2 sont élevés, la capacité de l'atmosphère à retenir la chaleur augmente, ce qui peut intensifier les périodes de réchauffement ou prolonger la fonte des glaciers lors des périodes interglaciaires. Inversement, une baisse du CO_2 dans l'atmosphère réduit l'effet de serre, entraînant des refroidissements globaux qui favorisent les périodes glaciaires.

[10] Les océans jouent un rôle central dans la régulation du climat en stockant et en redistribuant la chaleur à travers des courants océaniques et en influençant la concentration des gaz à effet de serre (circulation thermohaline).

De nombreuses recherches ont été réalisées sur des dépôts lacustres et fluviaux prélevés dans le Sahara (Fontes et Gasse 1991 ; Drake *et al*. 2013), sur des dépôts marins provenant de carottages sédimentaires du Golfe de Syrte (Blanchet *et al*. 2021) ainsi que sur des coquilles de foraminifères planctoniques de la Méditerranée et de mollusques d'eau douce du Sahara (Osborne *et al*. 2008). Ces études ont permis de modéliser les périodes d'humidité, révélant plusieurs phases de verdissement, souvent désignées sous le terme de « Sahara vert ». Les reconstructions climatiques indiquent que de vastes systèmes interconnectés de lacs et de rivières à travers le Sahara ont pu servir de corridors pour les migrations humaines et animales (Drake *et al*. 2011 ; Blanchet *et al.* 2021).

Aujourd'hui considéré comme barrière naturelle à la migration des espèces en raison de son aridité, le Sahara a pourtant, dans le passé, joué un rôle clé dans les dispersions en isolant les populations durant les phases arides et en devenant un couloir de migrations lors des périodes humides.

- Pendant les périodes humides (MIS 7, MIS 5)

Des épisodes d'humidité transsaharienne sont documentés au MIS 7 (243-192 ka) et au MIS 5, particulièrement pendant les interstades 5e (125-110 ka), 5c (105-92 ka) et 5a (84-72 ka) où l'humidité est accrue (Drake *et al*. 2008). Deux périodes humides ont également été documentées pendant le MIS 3 (57-29 ka) avec l'activation périodique du réseau hydrographique transsaharien. Toutefois, celle-ci opère pendant l'aridification générale du Sahara (Drake *et al*. 2013).

- Point sur le MIS 5

• Climat : Les conditions climatiques sont particulièrement favorables, avec des températures modérées, notamment au MIS 5e, considéré comme l'un des stades les plus humides (Castañeda *et al*. 2009).
• Hydrologie : L'augmentation des précipitations liée à la pénétration au nord de la mousson africaine a permis l'activation de systèmes fluviaux majeurs dans tout le Sahara, avec des rivières alimentant les écosystèmes environnants et favorisant la biodiversité. Elle a également contribué à la création de régions lacustres dans le bassin du golfe de Syrte, dans la région du Fezzan (Libye) et en Tunisie, pouvant constituer un facteur d'attrait pour les animaux et les populations humaines (Osborne *et al*. 2008). L'environnement demeure toutefois marqué par une forte saisonnalité, avec des rivières qui coulaient principalement en été et en automne engendrant une possible mobilité des populations humaines vers les sources d'eau durant les saisons sèches (Clark *et al*. 2008 ; Blanchet *et al*. 2021).
• Flore et faune : L'activation des réseaux paléohydrographiques a permis l'expansion d'une végétation de type C3 avec des prairies et des zones boisées (forêts méditerranéennes). Une bande de désert a continué à exister, associée à des environnements de savane mixte (Drake *et al*. 2011). Les interstades 5d et 5b sont quant à eux marqués par une réduction du paysage forestier et une période plus aride (Drake et Breeze 2016). Les études conduites au Maroc sur la microfaune confirment un climat humide avec des prairies ouvertes et des zones boisées (Stœtzel *et al*. 2014 ; Stœtzel 2017). Les travaux menés sur la mésofaune et la mégafaune

marocaine et tunisienne le confirment. Les restes d'hippopotames, d'éléphants et de tortues dans les sites indiquent une présence d'eau, et les sangliers et les mouflons à manchettes reflètent des habitats boisés (Campmas 2012 ; Geraads 2012 ; Aouadi 2014) (Figure 19).

• Populations humaines : les conditions du MIS 5e ont été particulièrement propices et ont permis le développement de corridors paléohydrologiques, qui ont relié le Maroc au Levant. Ceux-ci ont pu favoriser la démographie ainsi que la dispersion des hominiinés à travers le territoire, créant des contacts entre les populations jusque-là isolées et participant à la diffusion des savoirs et des savoir-faire. **Cette période correspond notamment à la généralisation de nombreuses innovations techniques et culturelles en Afrique du Nord évoquées précédemment**. Les travaux de Blinkhorn et Grove (2021) menés sur des assemblages MSA d'Afrique de l'Est ont montré des corrélations fortes entre la composition des assemblages d'outils, la disponibilité des matières premières et les facteurs environnementaux (altitude, régularité du terrain, climat).

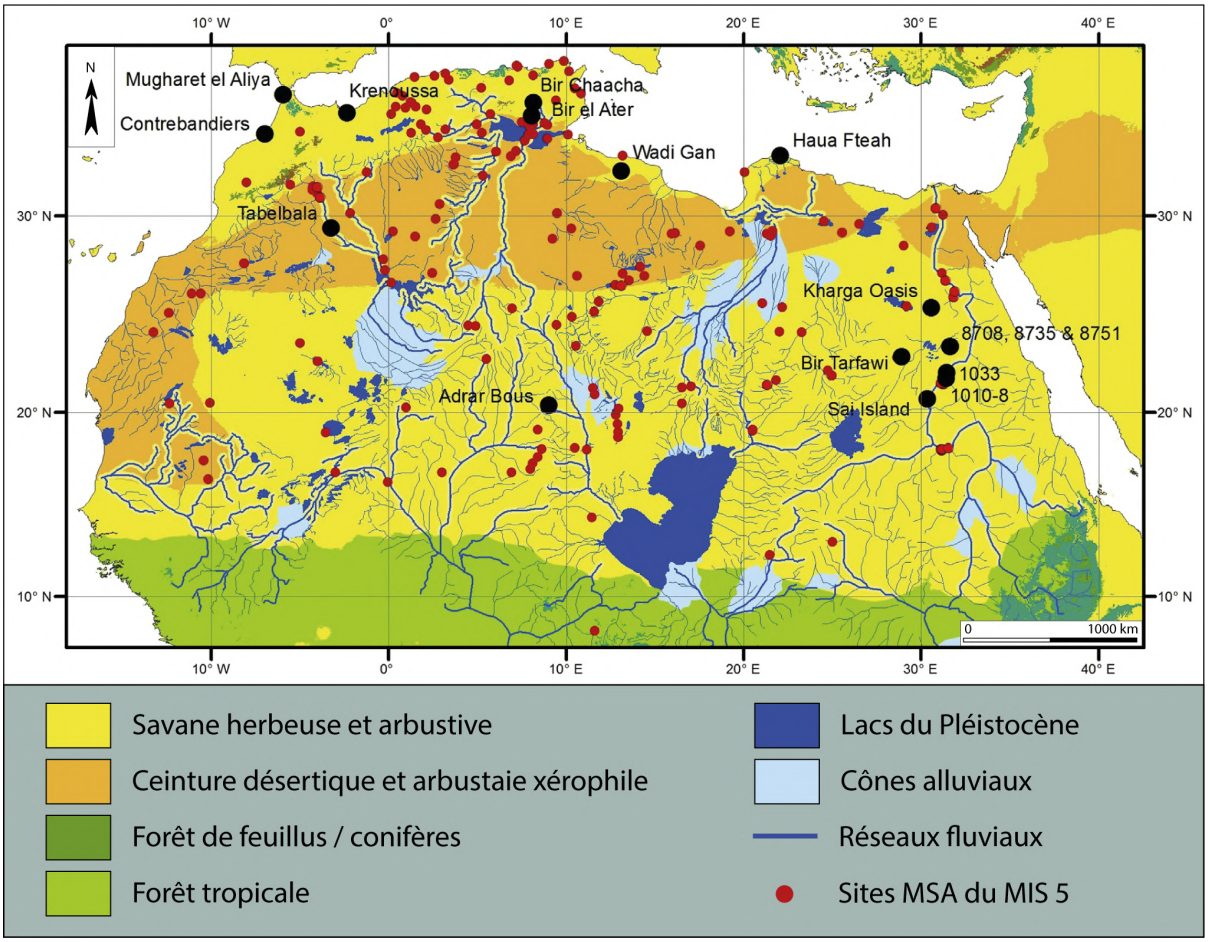


Figure 19 - Modèle de biomes de l'Afrique du Nord durant le MIS 5 (d'après Scerri et al. *2014 ; DAO O. Laroche)*

- Pendant les périodes arides (MIS 6, MIS 4, MIS 2)

Des épisodes de détérioration climatique liés à une aridité accrue sont documentés au MIS 6 (191-123 ka), au MIS 4 (71-58 ka) et au MIS 2 (29-14 ka).

Au MIS 6, des épisodes humides ont été identifiés au Maghreb et dans la région du Nil à 180-170 ka et 150 ka (Zouari *et al.* 1998 ; Drake *et al*. 2013 ; Cancellieri *et al*. 2016).

- Point sur le MIS 4

• Climat : Les conditions climatiques se dégradent, le climat est hyperaride, considéré comme l'un des stades les plus secs, rendant de vastes zones inhabitables.

• Hydrologie : Les débits des systèmes paléoriviers sont réduits, certains à un flux intermittent comme le Nil, à cause d'une sécheresse accentuée.

• Flore et faune : La sécheresse entraîne un déclin significatif de la végétation, lié à l'expansion du désert du Sahara et peu d'habitats favorables à la faune. Les espèces fauniques qui prennent possession du paysage sont celles qui tolèrent des conditions climatiques plus sévères. La grande faune est diversifiée mais dominée par les Bovidés (gazelles) et les Equidés, qui traduisent des environnements ouverts (Aouadi 2022).

• Populations humaines : les populations humaines sont relativement isolées dans des zones refuges, constituées par les habitats de montagne (Atlas, Jebel Gharbi, Cyrénaïque, chaîne du Sahara central) et les zones d'oasis comme ceux de Kharga et Dakhla en Égypte (Cancellieri et di Lernia 2013 ; Mc Donald *et al*. 2016 ; Drake et Breeze 2016). Les tempêtes méditerranéennes générant des précipitations en automne et en hiver ont pu permettre aux régions côtières et intérieures comme le nord de la Tunisie et la Cyrénaïque. Deux phases de ruissellement fluvial, générées par l'activation d'oueds côtiers, ont été identifiées à 72-61 ka et 48-37 ka (Blanchet *et al*. 2021). **La dégradation générale qui se produit au MIS 4 a pu diminuer ou interrompre la connectivité entre les groupes humains et les réseaux d'échange**. C'est à cette période que disparaissent les éléments de parure, ce qui peut être mis en lien avec la mise en place d'une barrière naturelle, le Sahara, participant à l'isolement des populations dans le territoire (D'Errico *et al*. 2009).

Chapitre 2 :

Histoire de la recherche sur la caractérisation de l'outil lithique

En l'absence de documents écrits, les sources d'information de la Préhistoire résident dans les vestiges matériels conservés. Les objets en pierre taillée, **industries lithiques**, par leur capacité de conservation dans le temps, constituent l'un des témoins privilégiés de l'activité anthropique passée. Les **outils lithiques**, objets lithiques fabriqués et servant à agir sur la matière, sont mémoires des conditions techniques de leur réalisation, des savoir-faire collectifs, des compétences individuelles et des activités réalisées. Leur étude selon différentes méthodes analytiques permet d'aborder les comportements humains passés.

I. Les différentes approches d'étude sur les industries lithiques

1. L'analyse typologique : l'outil comme élément de définition chronoculturelle

Jusque dans les années 1950-1960, les préhistoriens établissent l'essentiel de leurs observations sur les pièces retouchées. La retouche ou « **affûtage** », correspond « *aux derniers gestes techniques* » de la confection de l'outil (Boëda 1997). Les supports sont débités, puis transformés par la retouche pour en faire des outils, « *finalité des opérations de taille* » (Inizan *et al*. 1995). La chaîne de confection est peu prise en considération, « *la technique n'est jamais qu'un moyen, l'outil étant la fin* » (Bordes 1961). Les pièces portant les traces d'un aménagement sommaire sont reléguées au second plan. Celles largement retouchées sont, elles, examinées de près. La retouche donne une forme au support, et le caractère répétitif de certaines formes constitue pour les préhistoriens une preuve d'intentionnalité de manufacture, il ne peut s'agir d'un phénomène aléatoire (Tixier 1963). En sculptant les pièces, la retouche crée des « **types** » **morphologiques** parmi les industries lithiques, et l'existence de ces types appelle les préhistoriens au besoin de les classer et de les nommer. Les objets présentant des caractères morphologiques communs (par exemple : forme générale, retouche, position de la partie active par rapport à l'axe de la pièce) sont regroupés au sein de **typologies**, qui définissent des catégories descriptives standardisées, avec une nomenclature spécifique : chaque forme correspond à un type d'outil et sa dénomination est tirée d'une fonction supposée (Figure 20).

Véritable outil de taxinomie qui découle des approches naturalistes, la typologie permet de définir les « cultures » et de les comparer. À partir des « **listes-types** » qui établissent le décompte des grandes catégories générales d'outils lithiques présents dans la série (Bordes 1950, 1961 ; De Sonneville-Bordes et Perrot 1954, 1955, 1956 ; Laplace 1964, 1972 ; Demars et Laurent 1989), et à partir d'indices statistiques calculant le rapport entre les catégories d'outils, des graphes de leurs fréquences cumulées peuvent être établis. Chaque courbe de graphe cumulatif obtenue caractérise un groupe d'industries présentant la même **structure** élémentaire : un « complexe industriel » (Laplace 1964) ou « **technocomplexe** ». La présence dans la série de formes caractéristiques d'outils, dont le nom « **fossiles directeurs** » est emprunté à la stratigraphie, permet d'attribuer un diagnostic chronoculturel, et de caractériser tel ou tel technocomplexe : Oldowayen : galet aménagé ; Acheuléen : hachereau, biface ; Moustérien : pointe moustérienne ; Atérien : pièce pédonculée, etc.

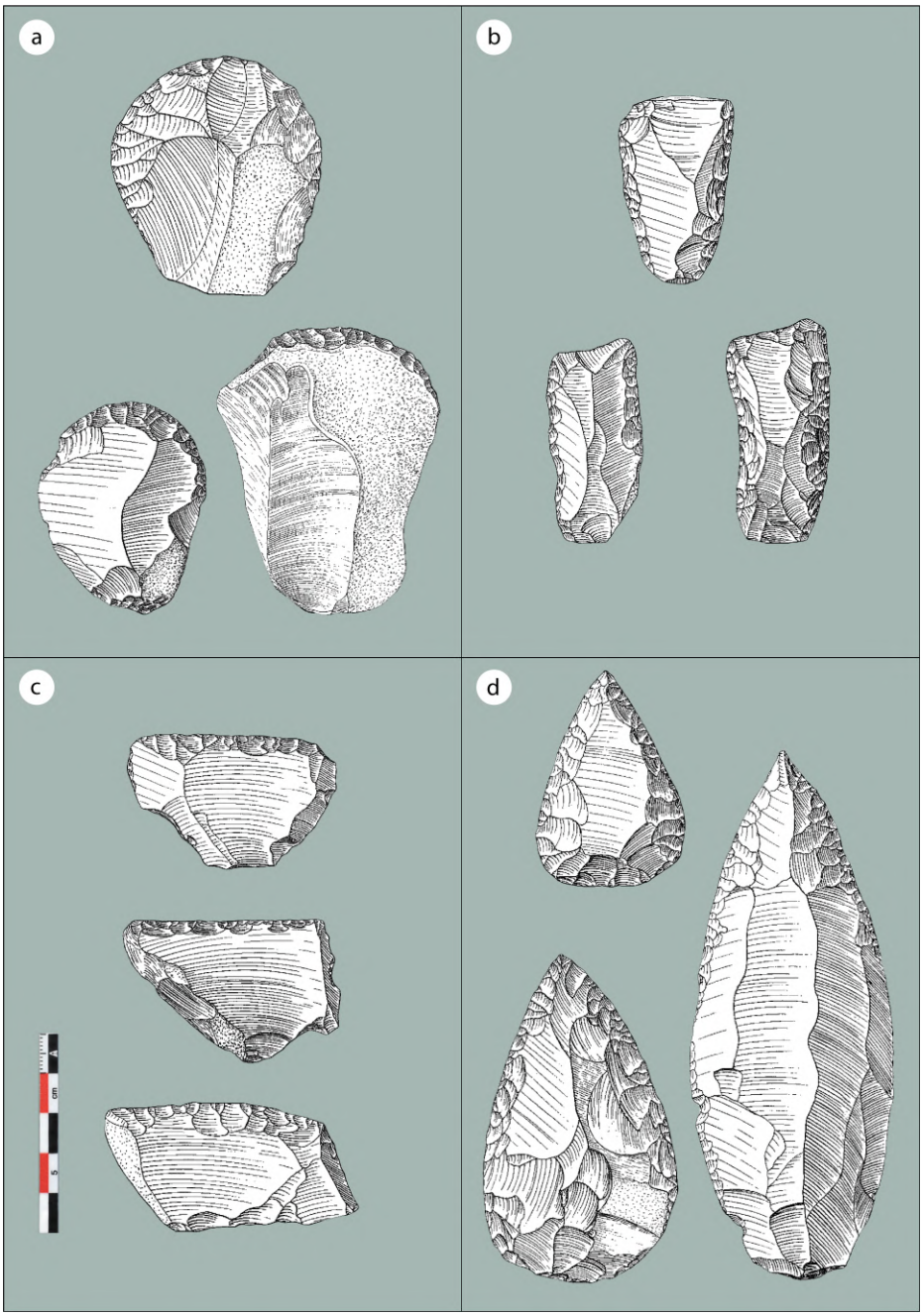


Figure 20 – Exemples de typologies d'outils du Paléolithique moyen : a - grattoirs ; b - racloirs doubles ; c - racloirs transversaux ; d : pointes moustériennes (d'après Bordes 1961 ; DAO O. Laroche)

Fondée sur les similitudes et les différences, la typologie est une méthode classificatoire efficace. Métalangage commun, elle permet de caractériser les ensembles industriels et de les comparer entre eux. Néanmoins, son usage univoque génère des biais et des limitations bien connus et parfois dénoncés depuis longtemps (*e.g.* Laplace 1964 p. 7). En effet, la typologie :

- Réduit le spectre d'étude à l'outil seul retouché, et plus spécifiquement à ses « *extrémités utiles* » (Vayson de Pradennes 1920), les tranchants.
- Est ancrée de culturalisme diachronique, omettant la variabilité spatiale des industries lithiques.
- Crée un amalgame morphologie / fonctionnement en regroupant dans un même type et sous un même nom, des objets aux réalités fonctionnelles différentes.

2. L'analyse technologique : l'outil comme objet au sein d'un système de production

Un tournant est marqué dans les années 1960-1970, avec l'introduction dans la terminologie lithique préhistorique du terme « **chaîne opératoire** ». Le concept découle de l'ethnologie des techniques, au début du XXème siècle. L'anthropologue français M. Mauss observe que les sociétés peuvent être étudiées à travers leurs **techniques**, car la façon dont elles sont mises en œuvre et organisées est propre à chacune d'entre elles. Un de ses continuateurs, A. Leroi-Gourhan, emploie l'expression de « chaîne opératoire » en 1964, pour désigner l'enchaînement des gestes, selon une séquence ordonnée : « *la technique est à la fois gestes et outils, organisés en chaîne par une véritable syntaxe* » (Leroi-Gourhan 1964). R. Cresswell, ethnologue des techniques, la définit comme : « *une séquence de gestes techniques qui transforment une matière première en produit utilisable* » (Bensa 1996). Cette définition rend compte de la notion de **temps** : de la matière première au produit utilisable. La chaîne opératoire est donc une succession ordonnée de gestes, liés les uns aux autres de manière organique, avec des étapes dans l'ordre, ordonnées dans le temps. Cette notion de temps est inséparable de la notion d'**espace**, puisque toute activité technique se déroule nécessairement quelque part.

La démarche consiste à suivre la trajectoire des transformations techniques effectuées depuis l'acquisition de matière première brute jusqu'au produit fini, en passant par toutes les étapes de fabrication et d'utilisation. La vie de l'objet est étudiée dans sa totalité, et le but est de comprendre ce qui organise sa création, « *d'évaluer la part des déterminisme*s » (Inizan *et al.* 1995). Cela passe notamment par l'appréhension du « **schéma conceptuel** », représentation mentale du projet, de l'objet (par exemple : sa forme, ses dimensions) et du « **schéma opératoire** », représentation mentale des moyens techniques mis en place pour y parvenir (par exemple : gestion du volume, gestes). Le but est de retracer les objectifs de la taille (intentions du tailleur), le déroulement des opérations, les moyens d'actions et les connaissances mises en jeu.

La chaîne opératoire de la taille des industries lithiques peut globalement être résumée en six grandes séquences gestuelles[11] : acquisition de la matière première brute ; mise en forme des matrices (nucléi) par décorticage et mise en place des volumes et convexités ; **débitage** des supports (éclats, pointes, lames, lamelles) par différentes méthodes ; confection (transformation des supports par la retouche) ou non (support laissé brut) ; utilisation des supports (comme outils ou armes) ; abandon. Ces séquences forment un **système** régit par un projet commun et une organisation propre, introduisant la considération de toute la **sphère technique** lithique et la notion de « **système technique** » dans l'analyse (Geneste 1991).

L'analyse du système de production passe par l'identification des méthodes et techniques. La **méthode** reflète l'organisation des opérations de taille, « *l'agencement suivant une marche raisonnée d'un certain nombre de gestes exécutés* » (Inizan *et al*. 1995) : méthode discoïde, méthode Levallois, méthode laminaire, etc. La **technique** est « *le moyen d'action sur*

[11] La totalité des étapes de la chaîne opératoire n'est pas nécessairement présente. Certains nucléi présentent des architectures naturellement adéquates à l'obtention de supports, sans qu'il y ait besoin de mise en forme, on parle d'« affordance » (Boëda et Ramos 2017). À contrario, d'autres étapes peuvent s'ajouter telles que la remise en forme du nucléus après une première série de débitage de supports, ou le réaffutage des bords après l'utilisation d'un outil.

le bloc débité ou façonné » (Marchand 1999, reprenant la définition de Boëda 1994). Elle concerne les modalités de détachement des produits et comprend le mode de procédé opératoire (pression, percussion directe, percussion indirecte), la nature du percuteur (pierre dure, pierre tendre, organique), le geste technique associé (rentrant, tangentiel…).

Cela marque une réelle refondation du système de pensée des pièces lithiques. Les outils ne sont plus étudiés pour eux-seuls. L'analyse dépasse l'étude de la forme pour s'attacher aux facteurs influant sur cette-dernière : les moyens, les techniques, les gestes. L'objet est considéré au sein de l'**analyse technique**, également appelée « **technologie lithique** », ou « **analyse technologique** ». Dans les années 1980-90, avec le développement de grands travaux de technologie lithique (Pigeot 1983 ; Geneste 1985 ; Pelegrin 1986 ; Boëda 1994 ; Valentin 1995 ; Inizan *et al*. 1995), une nouvelle orientation à la recherche est donnée : la démarche technologique prend le pas sur la démarche typologique. La typologie permet de déceler des tendances générales. Essentiellement descriptive, elle offre une vision statique des objets et des ensembles industriels. Elle ne rend pas compte des mécanismes internes aux technocomplexes, longues périodes où les processus évolutifs demeurent relativement lents et pourtant présents. « *Changement, développement, apparition et disparition y sont incessants* » (Laplace 1966). La typologie se voit remplacée par la technologie, plus analytique, qui offre une vision dynamique des **processus**, et qui permet d'appréhender les capacités cognitives et l'habileté motrice du tailleur. L'accent est mis sur les mécanismes de production et moins sur la mise en évidence des types communs à diverses séquences archéologiques.

3. Le statut de l'outil lithique au-delà des considérations typo-technologiques classiques

Pour L. Binford (1966, 1973), les outils lithiques sont des indicateurs des stratégies de subsistance et de gestion des ressources dans un environnement donné. Il établit un lien entre la variabilité des formes d'outils et les changements environnementaux, lesquels influencent les circuits de mobilité et la gestion des ressources. Ainsi, la distribution des ressources (lithiques, alimentaires, etc.) structure les déplacements des groupes préhistoriques et détermine à la fois les activités menées et les trousses à outils.

L. Binford et d'autres chercheurs, tels que N. Rolland (1981, 1988), ont également exploré l'impact de la disponibilité des matières premières sur les méthodes de fabrication des outils. En fonction de la rareté ou de l'abondance des ressources, les groupes préhistoriques adaptaient leurs méthodes, favorisant la fabrication d'outils polyvalents et transportables en cas de rareté. N. Rolland a montré que dans les régions où les matières premières étaient limitées, certains concepts de débitage comme le débitage Levallois visaient à la production de supports standardisés pour maximiser l'efficacité et la durée de vie des outils, ce qui avait un impact direct sur la mobilité et les stratégies de subsistance (chasse, traitement des carcasses animales, transformation des végétaux).

H. Dibble (1987, 1988) suggère que la diversité des formes d'outils résulte moins d'une volonté de créer des types distincts que de l'entretien répété d'un même objet pour prolonger sa durée de vie, particulièrement dans des environnements où les matières premières sont rares. Cette approche souligne une stratégie d'optimisation des ressources, où les groupes préhistoriques transportaient des matériaux bruts plutôt que des outils finis, pour les affûter au

besoin. D'autres chercheurs, comme J.-M. Geneste (1991), ont souligné l'importance de la réutilisation des outils dans une logique d'économie des ressources.

Ainsi, les recherches sur les outils lithiques peuvent également aborder des problématiques plus vastes telles que les **stratégies de subsistance**, la **gestion des matières premières** en lien avec la **mobilité des groupes humains** et les **adaptations à l'environnement**.

4. L'analyse structurelle : l'outil comme objet technique

A. Généralités

L'appréhension des objets lithiques dans une perspective systémique donne lieu à de nouvelles réflexions sur l'outil dans les années 1990, notamment sous l'impulsion d'É. Boëda. Partant du postulat que les gestes techniques de fabrication des outils préhistoriques sont en interaction avec les gestes techniques d'utilisation de leurs parties actives (Boëda 1991), la technologie lithique se retrouve coupée en deux. D'un côté, la **technologie productionnelle** (schémas et chaînes opératoires), de l'autre, la **technologie fonctionnelle** (stigmates d'utilisation). M. Lepot parle de "*no man's land*" méthodologique (Lepot 1993).

Or, si le préhistorique fabrique un outil, c'est pour satisfaire un besoin fondamental (physiologique ou psychologique) qui motive l'utilisation de ce dernier. L'objet technique n'existe pas pour lui-même mais il existe en action pour répondre à ce besoin (Leroi-Gourhan 1964 ; Sigaut 1991). Son objectif est donc par essence « fonctionnel » (Lebègue 2012). Il fait partie d'un système en tant que médiateur, entre les autres éléments structurants du système que sont le sujet et la matière d'œuvre : « *l'outil est un transmetteur d'énergie et d'information entre un Homme et un Matériau, pour satisfaire un besoin du premier par la transformation du second* » (Lepot 1993) (Figure 21).

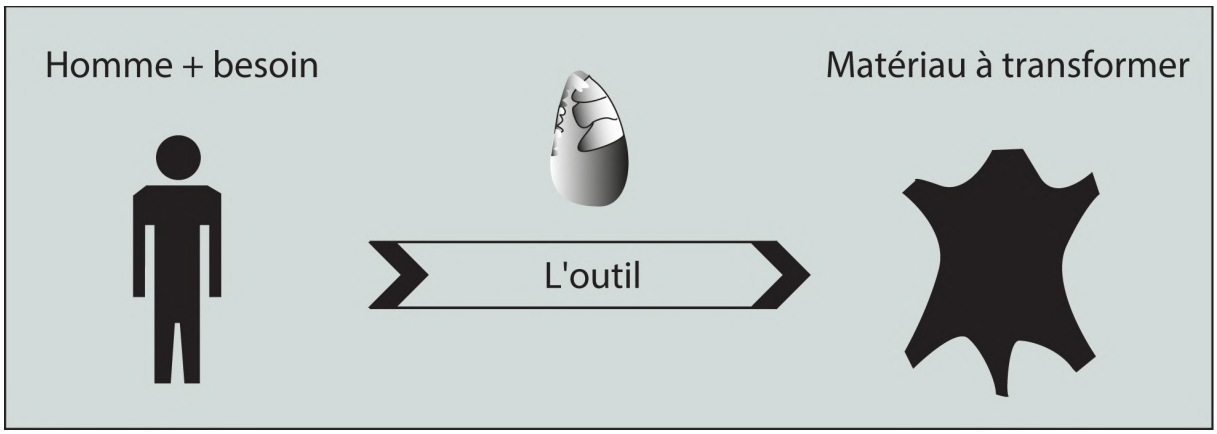


Figure 21 – Relation ternaire Homme/Outil/Matière (d'après Nicoud 2011 et Lepot 1993 ; DAO O. Laroche)

L'outil est lui-même considéré comme un **système structuré**, pouvant être décomposé en trois sous-systèmes correspondant à des zones de contact nécessaires à sa mise en action et interagissant ensemble : une zone de Contact Transformatif (CT), une zone de Contact Réceptif de l'énergie (CR) et une zone de Contact Préhensif (CP) (Lepot 1993) (Figure 22). Ces contacts sont désignés sous le terme d'« **unités techno-fonctionnelles** » (UTF) (Boëda 1997), se

définissant par un ensemble de **critères morphotechniques** communs présents de façon récurrente sur les pièces (Rocca 2013).

Les UTF peuvent être :

- Transformatives (UTF-t), présentant une **partie** supposée être agissante ou « **active** », entrant en contact avec la matière d'œuvre lors de l'action ;
- Préhensibles[12] (UTF-p), zone dite « **passive** », correspondant à une zone de maintien participant à la mise en action de l'outil ;
- Réceptives (UTF-r), partie pouvant être active et/ou passive, correspondant à la zone recevant et transmettant l'énergie lors de l'action.

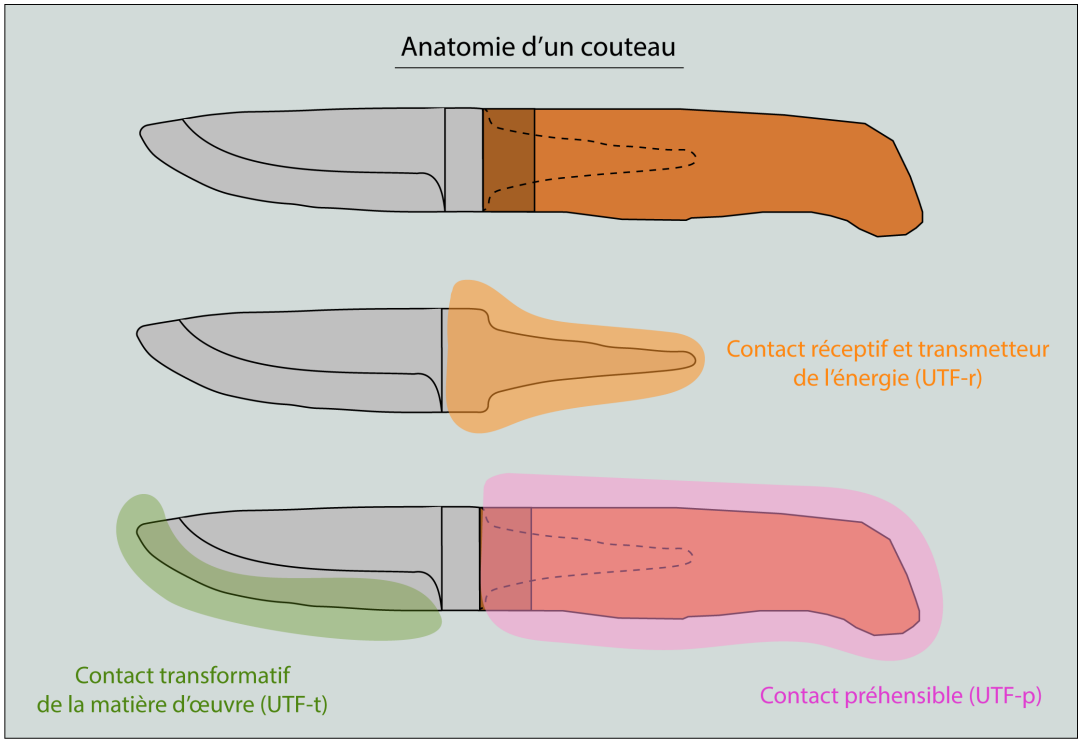


Figure 22 – Zones de contact d'un outil contemporain de type couteau

La détermination de ces zones fonctionnelles est au cœur de l'« **analyse structurelle** ». La terminologie varie selon les auteurs : « techno-fonctionnelle » (Boëda 1991, 1997 ; Soriano 2000), « techno-morpho-fonctionnelle » (Bourguignon 1997), « technicofonctionnelle » (Boëda 2021). Pour E. Boëda (2021), « *le mot techno-morpho-fonctionnel est sémantiquement une erreur car la morphologie est un caractère technique inhérent à toute structure* » ; pour d'autres, le terme « UTF » oblitère la dimension morphologique pourtant essentielle (S. Bonilauri, communication personnelle) ; pour d'autres encore, il serait préférable de parler d'« analyse technologique structurelle », d'« analyse techno-morphologique », sans évoquer la notion de « fonctionnel », appartenant au registre de la tracéologie (J. Pelegrin, communication personnelle). Nous emploierons dans ce travail le terme d'« analyse structurelle » proposé par

[12] **Attention à la terminologie qui est souvent mal employée par les auteurs : préhensible = qui peut être saisi ; préhensile (synonyme : préhensif, préhensive) = qui peut saisir** (définitions du Centre National des Ressources Textuelles et Lexicales).

É. Nicoud car nous sommes en adéquation avec le fait que « *ce terme évite de se méprendre sur la finalité de cette modalité d'étude qui n'a pas pour objectif premier de déterminer la fonction des outils* » (Nicoud 2013). L'approche tend à restituer le **potentiel fonctionnel** de l'outil en termes de fonctionnement (mode d'action, mouvements possibles), à travers l'identification de la fonction technique (rôle) des différentes UTF. C'est l'organisation structurelle de l'artéfact qui nous intéresse et qui nous permet de comprendre à la fois les objectifs du tailleur (intentions techniques) et les modalités de production (options techniques) choisies.

Cette méthode d'analyse considère l'outil dans son intégralité en ne le réduisant pas à ses seules parties actives, et replace **l'outil au centre du processus technique** (Boëda 2021). Elle s'inscrit au cœur de la technologie classique et du principe de chaîne opératoire, en déterminant « *les objectifs de la production au travers de la caractérisation des outils* » (Mathias 2018). L'analyse structurelle cherche à identifier les **caractères structurants** de l'outil (UTF) et leurs récurrences dans la série. Le productionnel vient en second lieu et cherche à répondre aux questions suivantes : Quels sont les **objectifs structurels recherchés** dans la production des supports ? Quelles sont les modalités d'obtention de ces **caractères morphotechniques** (production, confection) ? (Boëda 2013).

L'analyse structurelle consiste donc en premier lieu à « **caractériser l'outil** » (Claud, 2008) à travers les différentes parties qui le composent. Chaque zone étant assimilée à une zone fonctionnelle interne à la structure de l'outil (De Weyer 2022), la première étape de l'analyse est d'individualiser les UTF.

B. Les UTF transformatives

En l'absence de données tracéologiques, la démarche pour identifier la partie active de l'outil est de chercher le « tranchant d'abord », c'est-à-dire, la partie présumée coupante (Lepot 1993). L'identification des UTF transformatives passe par la mise en place d'une grille de lecture technique, variable selon les auteurs et les objets de leur étude, mais qui s'appuie sur un élément commun : la reconnaissance et la caractérisation du « **dièdre tranchant** » (Soriano 2000) ou « **biseau** »[13], (Boëda 2021), composé de deux surfaces tranchantes, une biseautée, une plane, dont l'intersection crée un **fil coupant**, et caractérisé par un **angle** (angle de coupe), une morphologie de face (**délinéation**), et une morphologie de profil (**section**) (Figure 23 : A).

Afin de rendre le tranchant opérationnel si le fil naturel n'est pas opérant, la surface du dièdre peut avoir reçu une série d'enlèvements de retouches portant le nom d'« **affilage** » ou « **affutage** ». Cette opération technique permet l'aménagement de la partie au contact de la matière d'œuvre (le fil), par la mise en place d'un angle et d'une morphologie (délinéation) lui donnant les propriétés de coupe (Figure 23 : B). La phase de **confection** (retouche) est alors employée pour permettre la **fonctionnalisation de l'outil**. Quand le tranchant vient à s'user, de nouvelles séries d'enlèvements de retouches peuvent être réalisées, c'est le « **réaffilage** » ou « **réaffutage** ».

[13] Dans la terminologie de technologie fonctionnelle des outils taillants contemporains, on parle d'« **émouture** » (Viallet 2016).

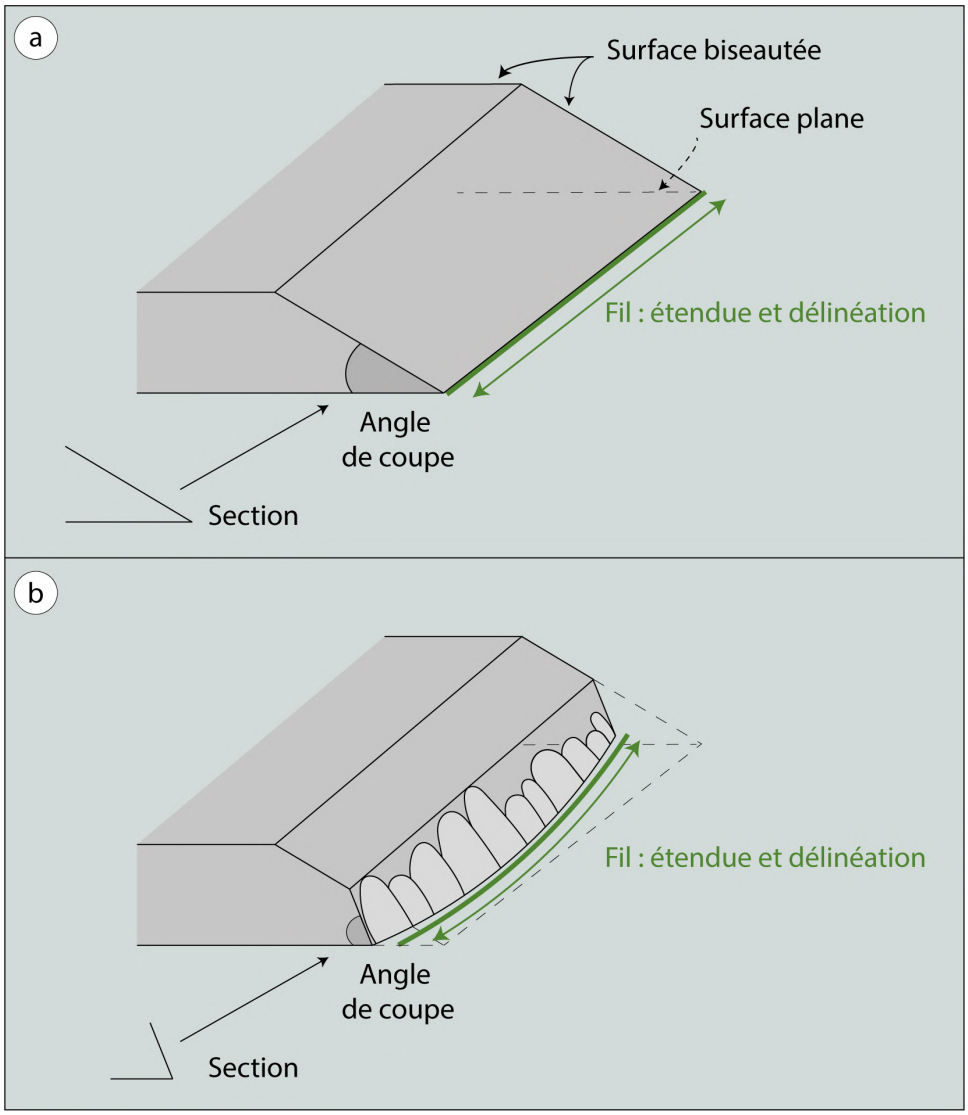


Figure 23 – a : biseau brut ; b : biseau retouché (d'après Soriano 2000, Bonilauri 2010 et Boëda 2021 ; DAO O. Laroche)

Ainsi, sur les outils confectionnés, l'UTF-t est relativement facile à reconnaître grâce à ces aménagements porteurs d'**intention techniques**. L'étude de la retouche constitue alors un élément clé de l'analyse structurelle. Cependant, tout tranchant laissé brut peut présenter des propriétés fonctionnelles et être potentiellement un outil. Une lecture attentive de la pièce est nécessaire pour déterminer les zones supposées actives.

C. Les UTF préhensibles

Les UTF-p, rarement aménagées, sont plus difficilement identifiables. Selon M. Lepot (1993), la zone préhensible n'est identifiable qu'après l'identification de la zone transformative, selon une opposition qui dépend du schème d'utilisation envisagé. Les UTF-p sont souvent déduites à partir de la position de l'UTF-t, géométriquement opposée selon l'axe de fonctionnement de l'outil (Viallet 2016), « *cette opposition géométrique permettant une application efficace de la force sur l'objet, plus ou moins perpendiculairement à la zone active* » (Soressi 2002), ou adjacentes vis-à-vis de l'UFT-t (Rocca 2013).

Leur identification se fonde sur des critères techniques liés au volume de la pièce tels que les zones de méplats épaisses et à angles ouverts (>70°) comme les dos (naturels, débordants ou confectionnés), les talons, les fractures (Siret) et les extrémités distales réfléchies ou encore les zones de concavité, qui constituent des zones propices à la préhension. Les travaux de Baena *et al*. (2016) montrent par exemple que dans les productions Levallois, les pièces débordantes (à dos) ou pièces à talons à préparation en chapeau de gendarme présentent une morphologie adéquate pour une préhension à 3 points d'appuis (à 3 doigts : pouce-index-majeur). La concavité basilaire des pointes Levallois présente par ailleurs une zone propice à l'emmanchement (Figure 24). N. Ahmed-Delacroix relevait également dans sa thèse que la divergence des parties proximales (évasement des bords) permettait la bonne emprise des outils confectionnés en parties mésiales et/ou distales (Ahmed-Delacroix 2022).

Ces observations manquent toutefois de rigueur dans la démonstration car elles ne sont pas systématiques.

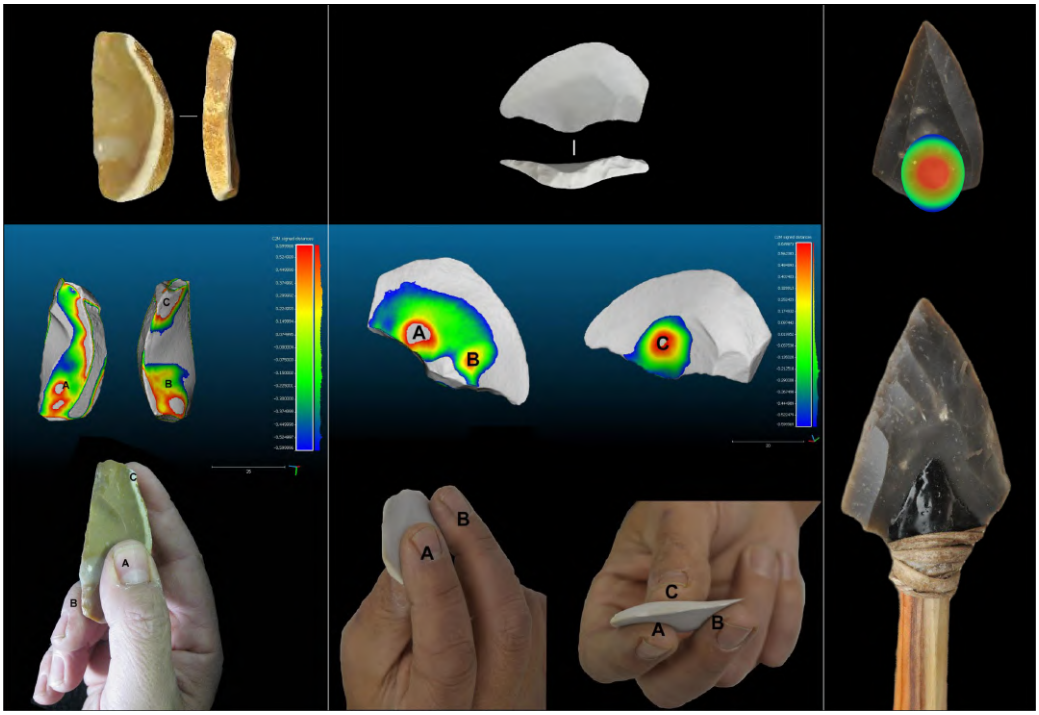


Figure 24 – Zones de préhension à 3 doigts (d'après Baena et al. 2016 ; photographies de pointes Levallois ©Arkéofabrik ; DAO O. Laroche)

Les enlèvements prolongeant ou régularisant une zone de méplat existante peuvent également indiquer un aménagement de l'UTF-p. Sur certaines pièces, l'UTF-p n'est pas aménagée mais la présence de stigmates d'usure micro et macroscopiques ou de résidus de colle peut renseigner sur l'utilisation d'un manche ou d'une gaine de protection.

La retouche peut par ailleurs modifier la morphologie du tranchant dans le but de l'intégrer à un manche, en lui enlevant ses propriétés coupantes par une retouche abrupte (Montagné 2023). Certaines UTF présentent ainsi des caractéristiques volumétriques leur permettant d'être à la fois une zone transformative et/ou une zone préhensible (dièdre de coupe d'angle ouvert), posant un problème d'interprétation quant à leur destination fonctionnelle. Ces UTF sont qualifiées de « bivalentes », en raison de leur potentielle **bivalence** fonctionnelle (transformative / préhensible), double mais unique dans un temps X (Viallet 2016).

Les outils possédant plusieurs UTF-t questionnent également les modes de préhension/emmanchement et les fonctionnements des pièces (Mesfin 2022). C'est le cas par exemple des outils à UTF opposées (racloirs doubles) ou à UTF adjacentes (racloirs triples, à tranchants latéraux opposés et à biseau distal). Un traitement différentiel dans la confection des bords retouchés pourrait témoigner de l'aménagement d'une surface destinée au maintien de l'outil (Slimak 2008). Dans le cas où les bords présentent des caractéristiques morphotechniques semblables, il est possible d'envisager une **interchangeabilité des tranchants** (Lepot 1993) : chaque UTF-t fonctionne de manière indépendante, quand le tranchant n'est plus efficace, il est remplacé par une autre UTF-t. La précédente UTF-t devient alors UTF-p. Ces UTF peuvent être conçues de manière synchrone, mais il n'est pas possible de les utiliser simultanément. Elles sont de fait bivalentes (Figure 25).

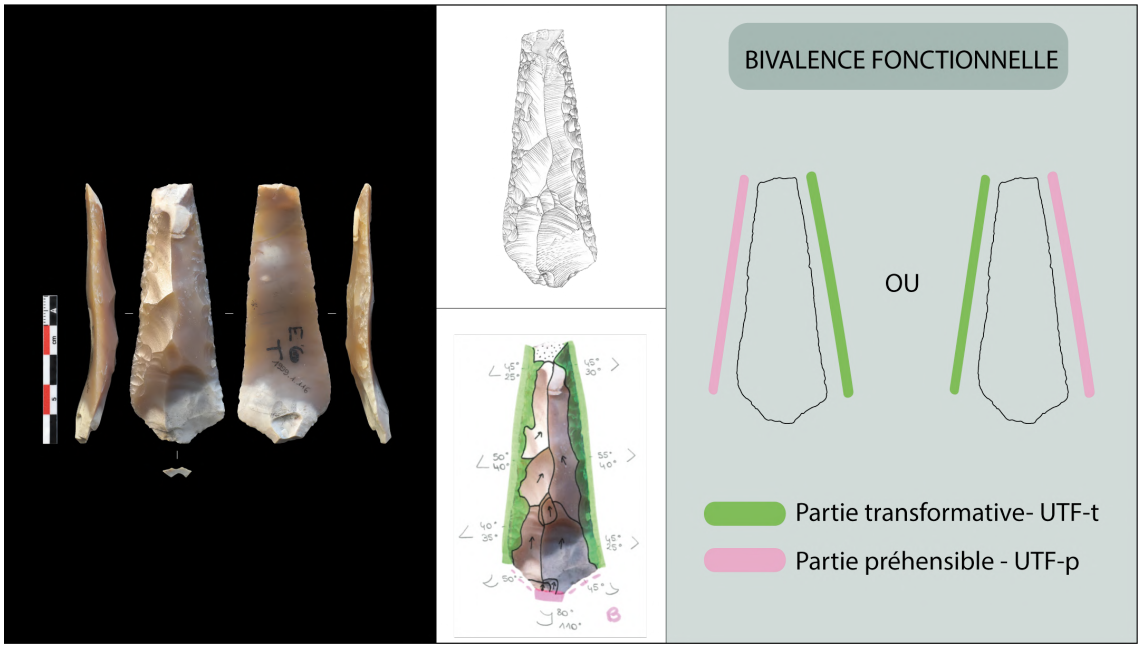


Figure 25 – Bivalence fonctionnelle d'un racloir double du niveau T d'El Guettar, présentant deux UTF aux caractéristiques morphotechniques semblables (dessin technique : Michel Grenet)

D. Les UTF réceptives

Certaines actions techniques peuvent renseigner sur l'aménagement de l'UTF-r telles que l'amincissement basilaire (détachement de petits enlèvements par percussion directe anté-débitage ou post-débitage) en vue de faciliter l'emmanchement ou la confection d'un pédoncule destiné à ce dernier.

Toutefois, lorsque l'emmanchement n'est pas démontré, la partie réceptive est souvent assimilée à l'UTF-p. La partie préhensible est à la fois zone de maintien et zone de réception/transmission d'énergie nécessaire à la finalisation du geste. L'outil est alors structuré en deux sous-ensembles et certains auteurs choisissent de confondre l'UTF-r avec l'UTF-p en un couple « UTF-p/r » (Soriano 2000 ; Lourdeau 2010 ; De Weyer 2016).

Nous choisirons dans ce travail de réduire l'outil a deux unités techno-fonctionnelles : une partie préhensible / emmanchée (UTF-p) et une partie transformative (UTF-t) (Figure 26).

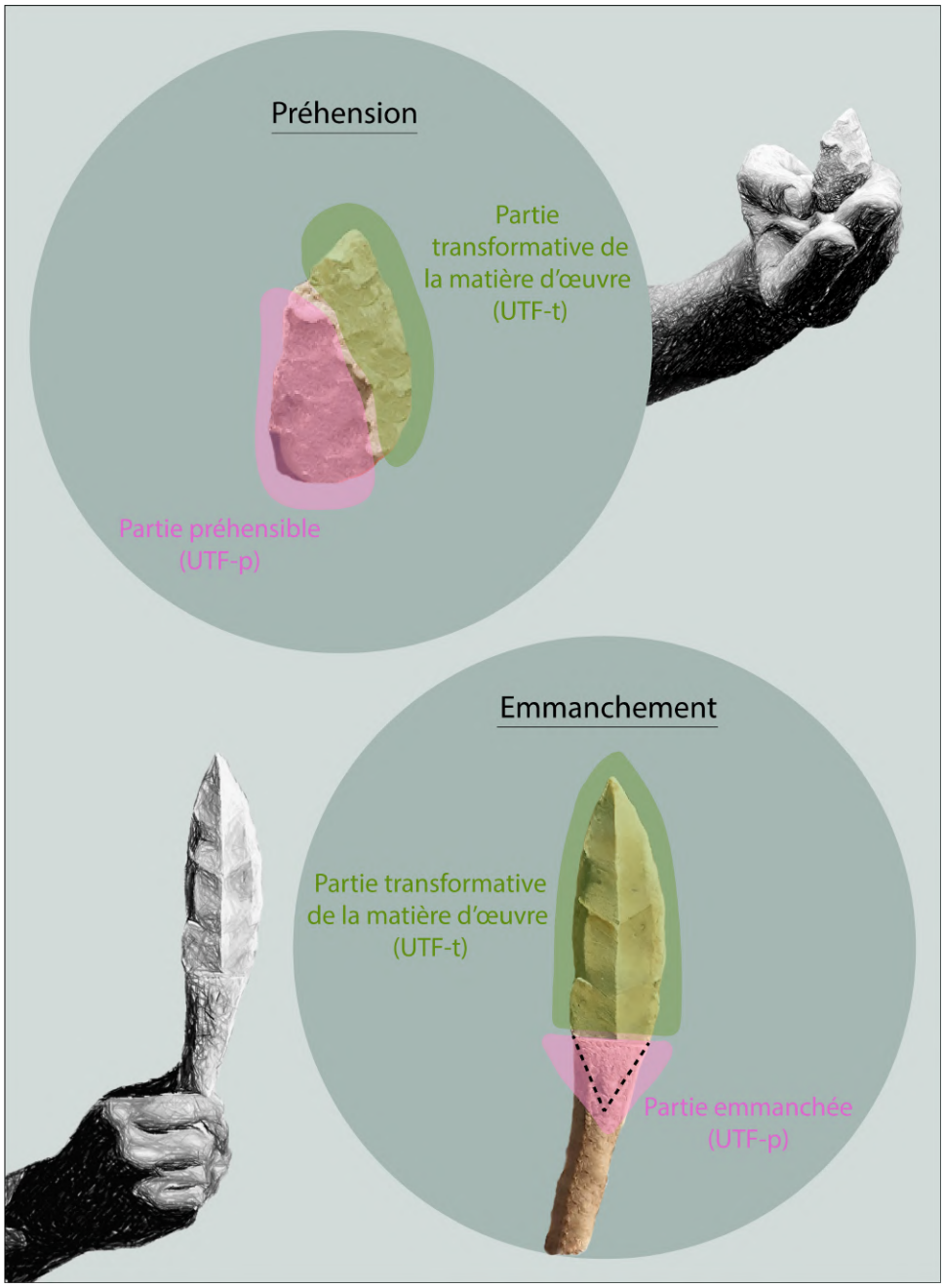


Figure 26 – Structuration de l'outil en deux unités techno-fonctionnelles : une préhensible / emmanchée, une transformative (photographies générées par l'intelligence artificielle de Canva et modifiées)

E. Potentiel fonctionnel des outils

Les études fonctionnelles (**tracéologie**), « *axées sur la phase finale d'utilisation des outils* » (Bonilauri 2010), cherchent à identifier les fonctionnements de ces derniers par le biais de l'analyse des stigmates d'utilisation. Un des apports fondamentaux des analyses tracéologiques est la démonstration de la faible corrélation voire la non-adéquation entre un type d'objet et une fonction précise (Beyries 1984 ; Claud 2008). Si « *aucune structure fixe ne correspond à un usage défini* » (Simondon 1958), les travaux portant sur l'ergonomie des tranchants ont toutefois montré que les attributs des formes d'outils et plus particulièrement la morphologie du

tranchant affectent les performances fonctionnelles des outils en termes de contrôle de la force et de **modes de fonctionnement** possibles : matière œuvrée (selon la dureté : tendre [viande, peau], mi-dure [bois végétal et peau sèche], dure [os, bois de cervidé, ivoire, pigments, coquilles], mode d'action (mouvements réalisés : pression ou percussion ; direction : longitudinal, transversal, rotatif, vertical), mode de préhension (à main nue ou emmanché) (Claud *et al*. 2019).

Les caractères affectant ces fonctionnements ont été renseignés par de nombreux auteurs et se fondent sur les données issues de l'outillage contemporain, de l'ingénierie mécanique, de l'ergonomie, de l'ethnographie et de la tracéologie (Leroi-Gourhan 1943 ; Albrecht et Müller-Beck 1988 ; Geneste et Plisson 1996 ; Bourguignon 1997 ; Soriano 2000 ; Soressi 2002 ; Viallet 2016 ; Key 2016 ; Baena *et al*. 2016 ; Claud *et al*. 2019 ; Boëda 2021). Ces attributs, non exhaustifs, peuvent être résumés comme suit :

- La morphologie de face de la zone active

- Linéaire, associée à un geste longitudinal ou transversal sur la matière (tranchage, sciage, hachage, grattage) :
  - Linéaire droit, associée à de longues coupes à travers de grandes portions de matériau ;
  - Linéaire concave, associée à des coupes nécessitant l'utilisation d'une longueur relativement faible de tranchant (coupe de tendons/ligaments pendant la désarticulation), où la longueur distale du tranchant exerce des contraintes de coupe élevées sur une courte portion.
  - Linéaire convexe, associée à un geste circulaire qui permet d'éviter de couper les matières tendres (peau) ; ou associé à des tâches de type raclage (grattage du bois), où le bord convexe a une plus petite surface de contact avec le matériau travaillé et exerce une plus grande pression pendant l'utilisation ;
  - Denticulée, associée à des actions de coupe nécessitant une force plus importante, liée à l'irrégularité du tranchant ; les denticulations augmentent la longévité du tranchant (les dommages subis sont concentrés sur les pics entre chaque dentelure), et permettent lors d'actions de sciage l'élimination de déchets sur les matières d'œuvre dures (os, bois), produisant un vide dans lequel le tranchant de l'outil peut continuer à couper avec une résistance réduite ;
- Convergente (pointe), associée à un usage punctiforme avec une pression verticale (perforation) ;
- Convergente + linéaire (bord-pointe), associée à un gestant pénétrant (pointe) prolongé par une action de découpe (bord tranchant).

- La morphologie en section de la zone active

- Biplane, pénétrante en profondeur dans le matériau lors de coupes rentrantes (incision, sciage de matériaux tendres ou semi-durs) et robuste ;
- Biconcave, pénétrante en superficie dans le matériau (matériau tendre type peau) mais fragile ;

- Plano-convexe, efficace en coupe sortante (raclage, grattage, écorçage de matériaux semi-durs ou durs) ;
- Biconvexe, résistante aux contraintes liées à la percussion (hachage).

- L'acuité du fil tranchant

- Tranchant acéré, coupe et pénètre ;
- Tranchant émoussé, ne coupe pas et peut déformer la matière d'œuvre (en particulier les tissus végétaux et animaux).

- L'angle de coupe de la zone active

- Entre 0 et 35°, l'angle possède un potentiel de coupe rentrante ; les tranchants sont très efficaces mais peu pérennes, et peu d'effort (force) est exigé ;
- Entre 35° et 65°, l'angle possède un potentiel de coupe rentrante et/ou sortante ; dans le cadre d'une coupe rentrante, les tranchants sont moins efficaces mais plus durables que ceux à angles fins ;
- > 65°, l'angle possède un potentiel de coupe sortante ; les tranchants sont robustes et pérennes, minimisent les risques d'entaille du matériau, mais l'effort (force) est plus intense.
  - ➢ Il y a donc optimisation **entre la viabilité d'un tranchant et son efficacité** (Key 2016).

- La taille (longueur) de la zone active

- Long tranchant : efficacité de coupe accrue, moins de dépense énergétique ;
- Trop long tranchant : peu ergonomique, efficacité réduite.

- Le positionnement de l'UTF-t par rapport à l'UTF-p

- Opposé, augmente la force en poussant l'outil sur la matière d'œuvre ;
- Adjacente, augmente la précision du geste en tirant l'outil.

- La taille de l'UTF-p

- La taille optimale de la zone préhensible pour le positionnement biomécanique des doigts[14] par rapport à l'efficacité du geste est de 3-4 cm. Toutefois, une zone d'une telle taille exerce une plus grande pression sur les doigts qu'une zone de préhension plus grande ;
- Pour la manipulation d'outils particulièrement petits (≤ 2 cm), les contraintes de manipulation sont particulièrement élevées par rapport à la force produite, ces outils semblent être adaptés à la coupe de matériaux nécessitant une force ou un volume limité.

[14] Positionnement relatif du pouce et des doigts l'un par rapport à l'autre et par rapport à la paume.

- La dimension de l'outil

- Plus la dimension de l'outil est élevée, plus sa masse l'est, entrainant ainsi une augmentation de la force du geste ;
- La minimisation de la taille/masse permet de réduire le risque de fatigue et de blessure lors de l'utilisation d'outils à main.

Pour maximiser son taux d'efficacité, la structure de l'outil doit être la résultante de l'intégration de ces principes mécaniques et ergonomiques. L'enregistrement de l'ensemble des caractères morphotechniques permet de supposer le potentiel fonctionnel (fonctionnement) des parties actives reconnues, résumé en Figure 27.

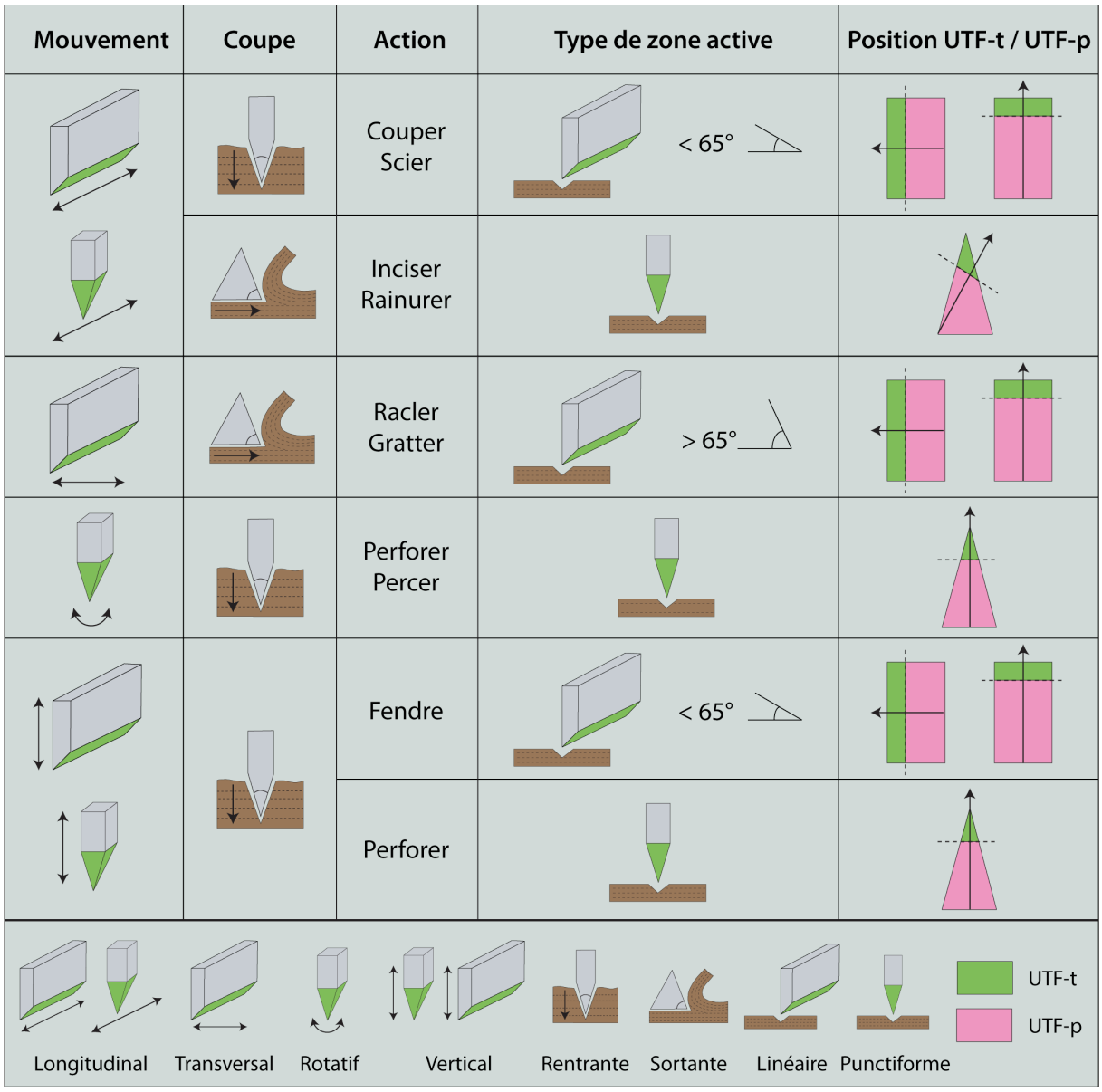


Figure 27 – Principaux modes de fonctionnement des outils lithiques (d'après Lepot 1993, Soriano 2000, Soressi 2002, Claud 2008, Bonilauri 2010, Coudenneau 2013 et Viallet 2016 ; DAO O. Laroche)

Le propos se doit cependant d'être prudent car il faut avoir à l'esprit que :

- L'approche structurelle cherche à comprendre la « **logique fonctionnelle** » d'un outil (Lebègue 2012). Mais seule la tracéologie est en mesure d'identifier clairement la dimension fonctionnelle de l'objet.
- Les UTF-t peuvent être soumises à des phénomènes de catachrèses, situation de « *détournement de l'objet (…) où l'on se sert de l'instrument en lui conférant un autre usage que celui auquel il est initialement destiné* » (Rabardel 1995). Il n'y a pas de corrélation systématique entre une morphologie de tranchant et un mode de fonctionnement.

F. Les technotypes

Les UTF-t et les UTF-p sont interconnectées mais peuvent être combinées de différentes manières. Les récurrences dans l'organisation structurelle des outils en termes d'interaction entre les parties actives et les parties préhensibles permettent de définir des « groupes technico-fonctionnels » ou « **technotypes** », correspondant à un type d'outil défini à partir de récurrences de caractères techniques (Boëda 2013, De Weyer 2022) (Figure 28).

Les technotypes d'objets regroupent donc des produits aux caractéristiques morphotechniques communes, présentant un arrangement particulier des UTF et un mode de fonctionnement commun (synergie). Sorte de typologie dynamique, ils permettent de mettre en évidence la variabilité entre les sites en identifiant les similarités et les différences techniques inscrites « *dans la structure même des outils* » (De Weyer 2016).

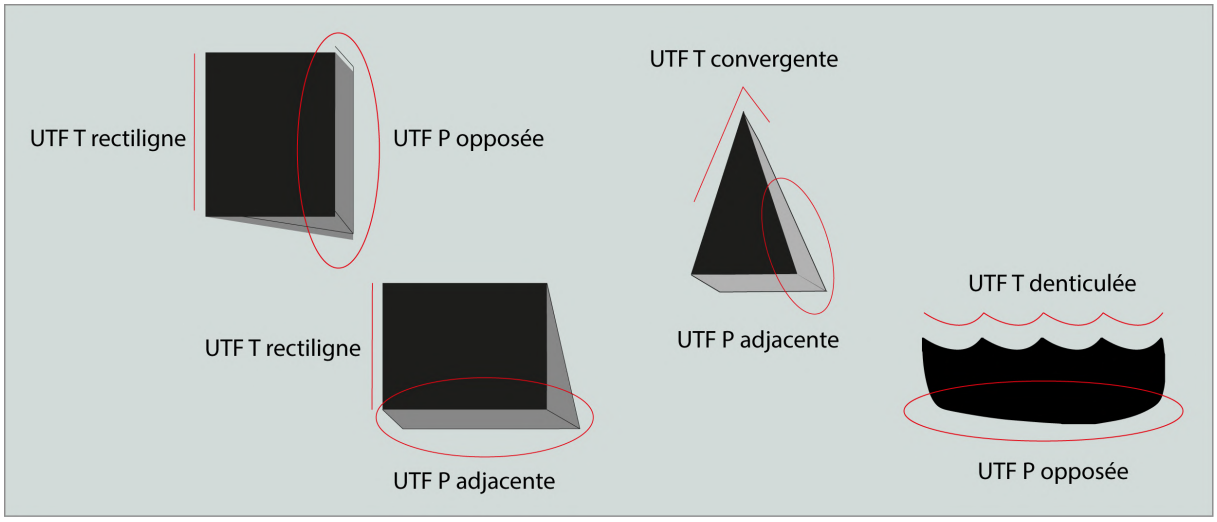


Figure 28 – Exemple de quatre technotypes différents (d'après Rocca 2013 ; DAO O. Laroche)

G. L'outil et la production : modalités d'obtention des caractères morphotechniques

Une fois la construction de l'outil (sa structure fonctionnelle) identifiée, l'analyse structurelle s'attache à comprendre le déploiement de l'outil dans la chaîne opératoire (Figure 29). Les caractères morphotechniques présents sur l'outil étant « *portés par les* ***options techniques choisies*** *pour être mises en place sur le volume à débiter* » (Boëda 2021), il s'agit

de comprendre quelles sont les relations entretenues entre la phase d'acquisition de la matière première et la phase de fonctionnalisation.

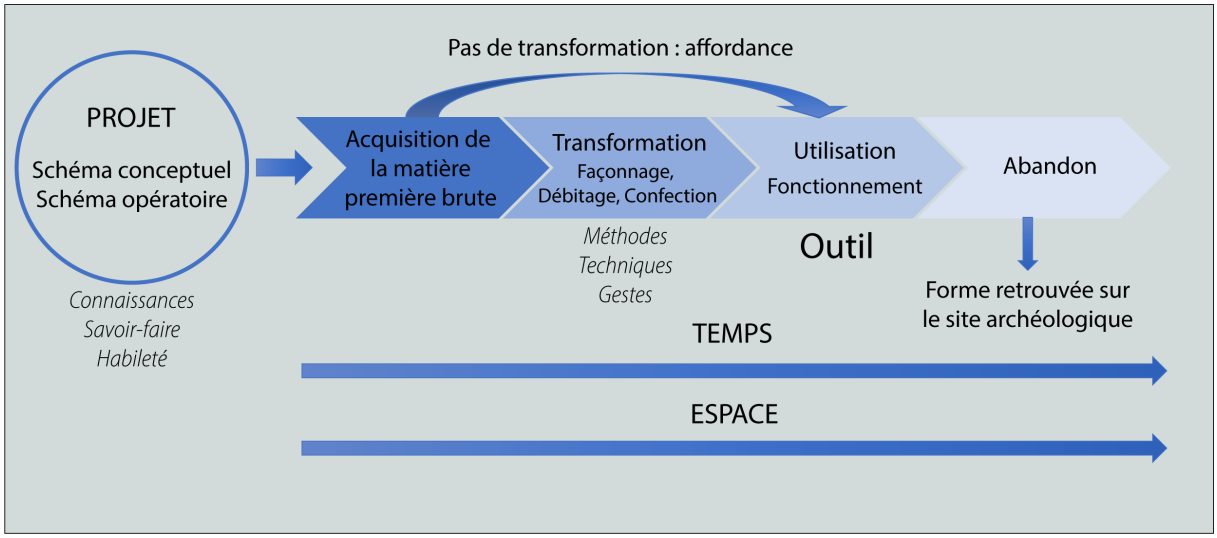


Figure 29 – Chaîne opératoire classique de l'outil lithique (d'après Bracco et Montoya 2015 ; DAO O. Laroche)

Les caractères techniques peuvent être obtenus naturellement ou artificiellement :

- Par **affordance**, naturellement présents lors de la phase de sélection et non modifiés jusqu'à la phase d'utilisation (Boëda et Ramos 2017 ; Pérez-Balarezo et González 2022).
- Par **production** (façonnage ou débitage), en orientant par exemple le débitage vers l'obtention d'un type de support particulier (une pointe, une lame, un éclat à dos) et/ou d'un type de tranchant (obtu/aigu, rectiligne/courbe, long/court...).
- Par **confection**, grâce à une ou plusieurs phases de retouches mettant en place UTF-t et/ou UTF-p.

La mise en lien avec les systèmes de production (à travers l'étude des nucléi et des produits de mise en forme et d'entretien pour le débitage), permettra d'identifier quelles opérations techniques ont régi l'obtention des outils, et quels critères techniques ont été mis en place pour la réalisation des d'objectifs de production.

H. Une méthodologie fiable

L'analyse structurelle a montré son efficacité dans l'étude de la pierre taillée. Les premiers auteurs ont posé les bases de la méthode dans les années 1990 et mis en exergue la notion de « potentiel fonctionnel » (Lepot 1993 ; Boëda 2001 ; Bourguignon 1997 ; Soriano 2000). Les travaux se sont ensuite multipliés à partir des années 2000 et la méthode a été appliquée à de nombreux contextes géographiques et chronologiques, et par extension à différents types d'industries et d'outils. Ces travaux portent sur les produits issus de chaînes de façonnage (Lourdeau 2010 ; Nicoud 2011), mais également sur les supports débités (Koehler 2009 ; Rocca 2013 ; Da Costa 2017 ; Matthias 2018 ; Villeneuve 2023). Certaines études ont été couplées à des analyses tracéologiques afin de de relier les différentes informations obtenues par les méthodes conjointes (Claud 2008 ; Bonilauri 2010 ; Coudenneau 2013 ; Viallet 2016 ; Guibert-

Cardin 2022). D'autres auteurs ont intégré à la méthode des outils statistiques (Ahmed-Delacroix 2022) ou de numérisation tridimensionnelle (Boëda *et al*. 2021) afin de rendre compte de rapport de complémentarité/supplémentarité des méthodes. Les premiers travaux portant sur des assemblages africains ont été réalisés (Chevrier 2012 ; Conard *et al*. 2012 ; De Weyer 2016 ; Guillemard 2020 ; Mesfin 2022) mais la méthode n'a cependant pas encore été appliquée à l'Afrique du Nord, à l'exception d'un mémoire de Master (Zejly 2023). La pluralité des approches démontre la fiabilité et l'efficacité de l'analyse structurelle. Cette méthodologie permet de répondre à de nombreuses questions qui gravitent autour de l'outil (Figure 30), en :

- Replaçant l'outil au cœur du système technique en liant la production à la confection, ce qui permet d'avoir une « *vision globalisante des assemblages* » (Bonilauri 2010).
- Créant une passerelle méthodologique entre la technologie et la tracéologie en proposant un potentiel fonctionnel de l'outil en termes de fonctionnement.
- Créant une typologie d'outils dynamique qui regroupe des pièces présentant une structuration technique semblable au sein de technotypes.
- Ces technotypes permettent à leur tour de comparer efficacement les assemblages en identifiant les similarités et différences techniques.

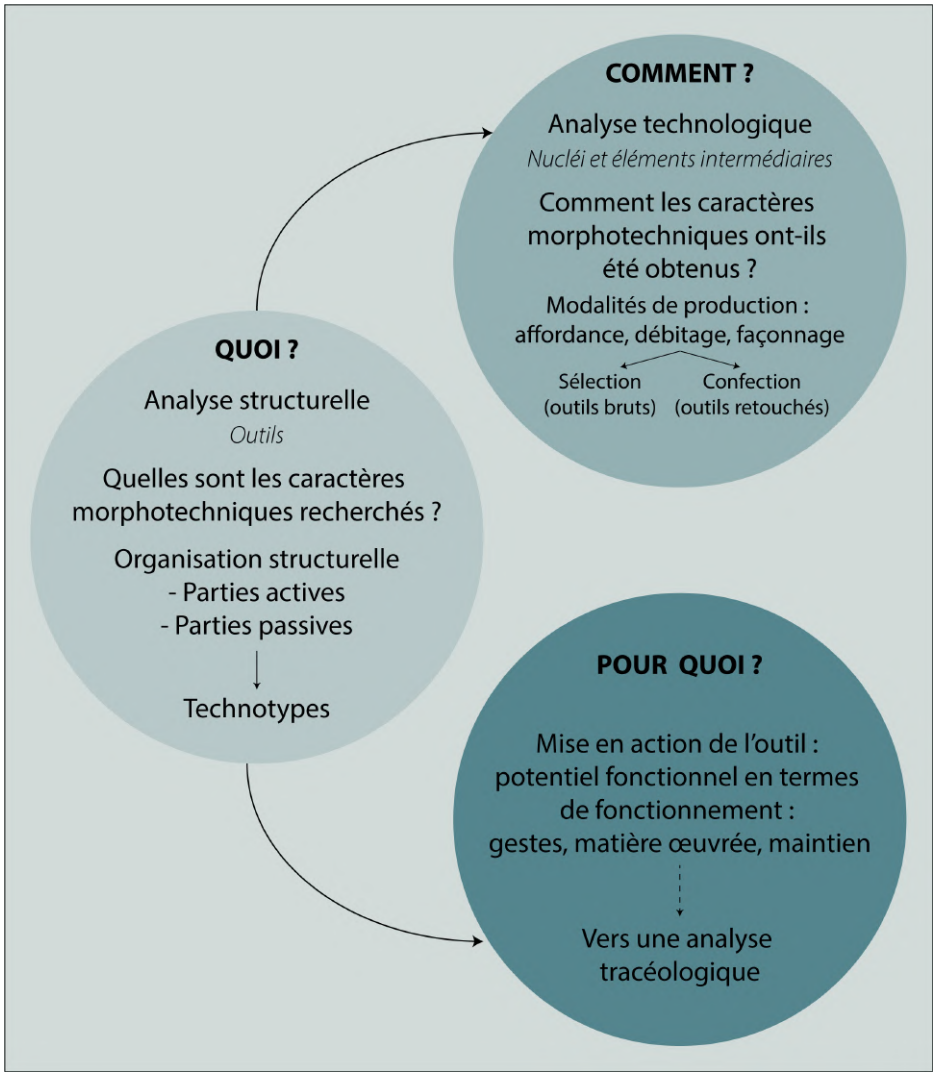


Figure 30 – Synthèse de la méthodologie

II. Lecture appliquée au NAMSA : synthèse des principales études sur l'outillage d'Afrique du Nord-Ouest

1. Les études typologiques

Les recherches typologiques sur l'outillage du MSA en Afrique du Nord-Ouest ont contribué à un enrichissement de la connaissance des industries lithiques de cette région.

Les travaux pionniers de G. Carrière (1886), R. Collignon (1887) et F. Moreau (1888) en Algérie et Tunisie marquent le début de l'exploration des outils du MSA, avec la découverte d'outils pédonculés associés à des industries moustériennes. Ces premières études sont marquées par des incertitudes quant à la nature, la chronologie et l'origine de ces outils, générant des débats animés sur leur classification. Certains chercheurs, comme A. Debruge (1910) et E-G. Gobert (1914), les rattachent au Moustérien, tandis que d'autres, tels que P. Pallary (1909, 1922), L. Capitan et P. Boudy (1910) et S. Gsell 1913) y voient une forme « décadente » du Néolithique, de groupes isolés ou réfractaires au progrès. Ces discussions posent les bases des futures études typologiques. Les premières typologies, principalement descriptives, sont établies (Debruge 1912). Avec l'introduction du terme « Atérien » par M. Reygasse en 1922, une distinction claire est fixée entre cette industrie à outils pédonculés et le Moustérien. La présence ou l'absence de ces pièces devient un critère essentiel pour différencier les sites. **La pièce pédonculée acquière rapidement le statut de « fossile directeur » discriminant : il est l'élément de caractérisation technologique inter et intra-assemblages** (Balout 1955).

Par la suite, les travaux typologiques se développent et permettent de caractériser ces industries particulières. Les travaux de M. Antoine à Tit Mellil (Maroc) sont précurseurs. Ils mettent l'accent sur les caractères morphotechniques des outils en se concentrant sur la forme des pièces, l'angulation des tranchants et leur potentiel fonctionnel. Une **réflexion poussée sur parties actives** est évoquée à travers des concepts comme les « angulations » des pointes, les « sections » des outils, leur « biseau », « l'ouverture du dièdre » et le « pouvoir tranchant » (Antoine 1938). Ses réflexions portent également sur la **gestion des matériaux et la réutilisation des outils**, à travers les cycles de réaffûtage dont il distingue la « **retouche d'avivage** », qui affûte un tranchant émoussé, de la « **retouche de réutilisation** », qui « *change sa destination ou sa forme primitive* » (*ibid*.) ; ainsi que sur les **parties passives**, lorsqu'il relève l'**amincissement** des bases pour faciliter l'emmanchement. Ses travaux reconnaissent également **des types d'outils génériques** (la pointe moustérienne, la pointe pédonculée, la pointe foliacée biface) **et des variabilités régionales** avec des formes spécifiques (la « pointe marocaine »), soulignant l'hétérogénéité de cette industrie en Afrique du Nord (Antoine 1950).

Ce genre de considérations reste cependant limité, les premières études typologiques se concentrant en partie sur l'établissement de schémas évolutifs des cultures matérielles, basés sur la fréquence des types d'outils dans les sites. Plusieurs classifications sont proposées, servant de base pour retracer l'évolution des complexes moustériens et atériens et établir des **attributions chrono-typologiques** (comme celles de Rulhmann 1948, 1952 ; Antoine 1950 ; Balout 1955 ; Roche 1969 ; Bordes 1976 ; Wengler 1993).

Dans les années 1950 et 1960, J. Tixier apporte des typologies plus précises et systématiques des outils pédonculés, avec des listes-types inspirées de la classification de F. Bordes[15] (Tixier 1959, 1967). Il met en avant le **pédoncule comme innovation fonctionnelle majeure** pour l'emmanchement et décrit les techniques de taille nécessaires pour sa fabrication. Ses descriptions sont à la fois morphologiques et technologiques. Son approche souligne l'importance de **l'aspect opératoire dans la confection des outils**. Les analyses technologiques enrichissement progressivement les définitions typologiques des cultures matérielles nord-africaines, en particulier de l'Atérien. J. Tixier définit son débitage comme Levallois, souvent laminaire, avec de nombreuses préparations des talons (facettage) (Tixier 1967). A. Bouzouggar et N. Barton intègrent à cette définition la composante lamellaire et microlithique dans le Levallois, incluant des éclats de moins d'un cm (Bouzouggar et Barton 2012).

L'approche classificatoire traditionnelle des outils, utilisant des listes-types, des diagrammes cumulatifs, des « fossiles directeurs » et des « groupes d'outils » a été utilisée jusque dans les années 2000 (Tillet 1993 ; Aumassip 2004) mais tend aujourd'hui à être abandonnée. Bien que cette méthode ait apporté des éclairages essentiels, elle atteint désormais « *les limites de sa pertinence* » (Holl 2005), notamment en raison de biais méthodologiques (interprétations fonctionnelles souvent fondées uniquement sur la morphologie générale) et de biais interprétatifs (sur-dépendance aux modèles européens, approche culturaliste et diachronique).

Aujourd'hui, les données spécifiques sur l'outillage demeurent encore limitées, tandis que les travaux se concentrent principalement sur les reconstitutions des chaînes opératoires. **Les aspects morphotechniques** détaillés, tels que la symétrie, la convergence et l'angulation des tranchants, **sont souvent absents**. Ces éléments sont généralement négligés au profit de descriptions plus générales, intégrées dans des analyses typo-technologiques. **L'outil n'est pas étudié en tant que tel mais est abordé dans une perspective technologique globale**, sa description se résumant souvent à des listes d'outils, des fréquences, des données métriques et des descriptions de la retouche (Wengler 1993 ; Bouzouggar 1997 ; Pasty 1997 ; Roset 2007 ; Amans 2008 ; Nami et Moser 2010 ; Spinapolice et Garcea 2014 ; Longet 2023).

2. Les études fonctionnelles

Les études fonctionnelles sur les outils MSA d'Afrique du Nord-Ouest sont rares. La majorité d'entre elles a porté sur les pièces pédonculées, la présence du pédoncule étant considéré par de nombreux auteurs comme une innovation technique permettant **l'emmanchement** (*i.e.* Rots 2002), un signe de la complexification des comportements techniques. Toutefois, certains travaux ont remis en question cette fonction d'emmanchement, suggérant que les pédoncules auraient pu être utilisés comme parties actives, à la manière des encoches (Massussi et Lemorini 2004-2005 ; Garcea 2012). Falzetti *et al*. (2017) estiment que

[15] En 1961, François Bordes dresse une typologie générale des outils du Paléolithique inférieur et moyen d'Europe et des régions circumméditerranéennes (Moyen-Orient, Afrique du Nord) (Bordes 1961). Ce travail montre que les modèles africains sont calqués sur les modèles européens.

le pédoncule pourrait être une extension d'une technologie préexistante basée sur l'encoche, déjà très présente dans les assemblages.

L'analyse des traces d'usure des pièces pédonculées d'Ifri n'Ammar (MIS 6) a révélé que les pédoncules étaient principalement utilisés pour l'emmanchement plutôt que comme partie active de l'outil (Tomasso et Rots 2017). Les pointes, étant les types d'outils pédonculés les plus communs dans les assemblages NAMSA (Tixier 1959), ont été a fortement associés à une utilisation comme pointes de **projectile** (Collignon 1887 ; Antoine 1938 ; Caton-Thompson 1946). Néanmoins certains auteurs estiment que la longueur du pédoncule rendrait l'emmanchement trop fragile pour une telle fonction (Garcea 2012). D'autres, comme Iovita (2011), suggèrent que les **cycles de réaffûtage** observés sur la partie active des outils sont plus compatibles avec des activités de raclage ou de découpe, nécessitant un entretien régulier, qu'avec un usage de projectile. Pour lui, l'emmanchement de ces objets pourrait être lié à des **tâches répétitives**.

Malgré ces débats, des études fonctionnelles ont confirmé que certaines pointes pédonculées servaient bien d'éléments projetés. Les pièces étudiées à Ifri n'Ammar présentent des dommages caractéristiques sur les pointes et les bords, tels que des fractures transversales et des impacts latéraux, typiquement associés à des impacts à haute vélocité, comme ceux produits par des armes de jet (Tomasso et Rots 2017 ; Tomasso *et al*. 2019). Des expérimentations ont montré que l'efficacité de ces pointes, en tant qu'armatures de lance ou de javelot, dépendait du mode d'emmanchement choisi (Tomasso *et al*. 2020). Toutefois, leur fonction ne se limite pas à celle d'éléments projetés, certaines traces microscopiques indiquant des activités de dépeçage et de traitement de peaux fraîches (polis, arrondis des bords) (Tomasso *et al*. 2019).

Ces activités liées à la **chasse** et au **traitement des animaux** concernent également d'autres types d'outils pédonculés comme les grattoirs, ainsi que des outils non pédonculés tels que les racloirs. Les artefacts non pédonculés montrent aussi des traces de **travail des matières végétales** (*ibid*.). Ces mêmes types de fonctions ont été observés à Bir-el-Ater (Oued Djebbana) (Monod 2013). À Benzú, où l'assemblage ne contient pas d'éléments pédonculés, des traces d'activités domestiques liées au **traitement de la viande, du bois, des peaux et des poissons** (découpe, écorçage, grattage, écaillage) ont été relevées sur des grattoirs et des pointes datant de 200 à 180 ka (Clemente-Conte *et al*. 2020). Ces études confirment que les populations NAMSA étaient engagées dans une **large gamme d'activités complexes de subsistance**.

En plus des pédoncules, d'autres systèmes d'emmanchement comme l'amincissement basilaire et l'épaulement ont été utilisés sur divers types d'outils à Ifri n'Ammar (Tomasso *et al*. 2020) et Benzú (Clemente-Conte *et al*. 2020). Cette diversité suggère que **l'emmanchement était une composante essentielle du système technique des populations NAMSA**. Les études fonctionnelles menées sur des sites MSA d'Afrique de l'Est, comme Sodmein (Égypte), montrent également l'usage de résines et de ligatures dans les systèmes d'emmanchement, permettant une fixation plus solide et prolongeant la durée de vie des outils (Rots *et al*. 2011).

3. Les études structurelles

Pendant la réalisation de ce travail, un mémoire de Master portant sur l'analyse structurelle des pièces à bords convergents du site de Tabelbala (Algérie) a été réalisé (Zejly 2023). Cette étude révèle notamment que certaines pièces pédonculées pourraient présenter une extension de la partie préhensible, en lien avec un **emmanchement axial latéralisé**. Ce type d'emmanchement se retrouve sur des pièces allongées, où le pédoncule, bien que de petite taille, joue un rôle essentiel pour assurer la stabilité et la fonctionnalité de l'outil. Dans ce contexte, l'outil est inséré de manière axiale dans un support mais avec une fixation couvrant partiellement l'un des bords latéraux. Ce procédé diffère de l'emmanchement axial classique, où l'outil est strictement aligné dans l'axe du support. L'étude met ainsi en lumière des possibilités d'emmanchement encore plus variées.

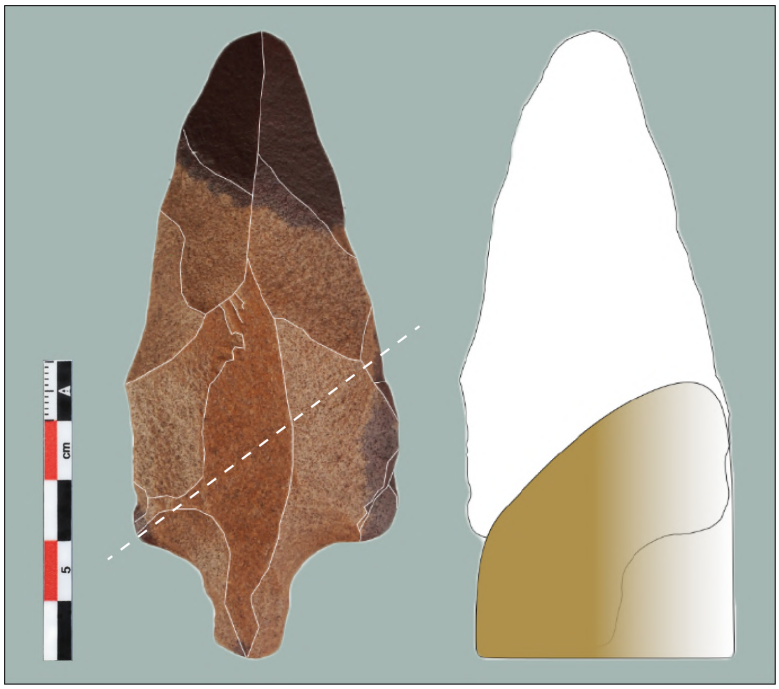


Figure 31 – Emmanchement axial latéralisé (d'après Zejly 2023 ; DAO O. Laroche)

Les études typologiques tendent à limiter la description des outils à leur morphologie générale et leurs parties actives. De plus, les recherches sur le NAMSA ont accordé une attention excessive aux outils pédonculés et à la question du « problème Atérien / Moustérien », ce qui a probablement conduit à négliger d'autres types d'outils et freiné l'émergence de nouvelles approches. Les travaux mentionnés précédemment mettent, par exemple, en lumière l'importance des « parties passives » dans la structuration des outils NAMSA et suggèrent que l'emmanchement faisait partie intégrante de leur production.

Nous estimons que les recherches actuelles doivent ouvrir de nouvelles perspectives sur l'étude de l'outillage. L'approche structurelle apparaît comme une voie privilégiée pour amorcer une révision nécessaire, afin de mieux appréhender cette période clé de la Préhistoire africaine et en particulier la variabilité intra-régionale encore mal comprise.

Chapitre 3 :

Le site d'El Guettar

I. Présentation du site

1. Cadre général

Le site d'El Guettar se situe à 15 km au Sud-Est de Gafsa, en Tunisie, dans une zone où de nombreux gisements Middle Stone Age ont été mis au jour, dont Bir-el-Ater, site éponyme de l'Atérien (Figure 32).

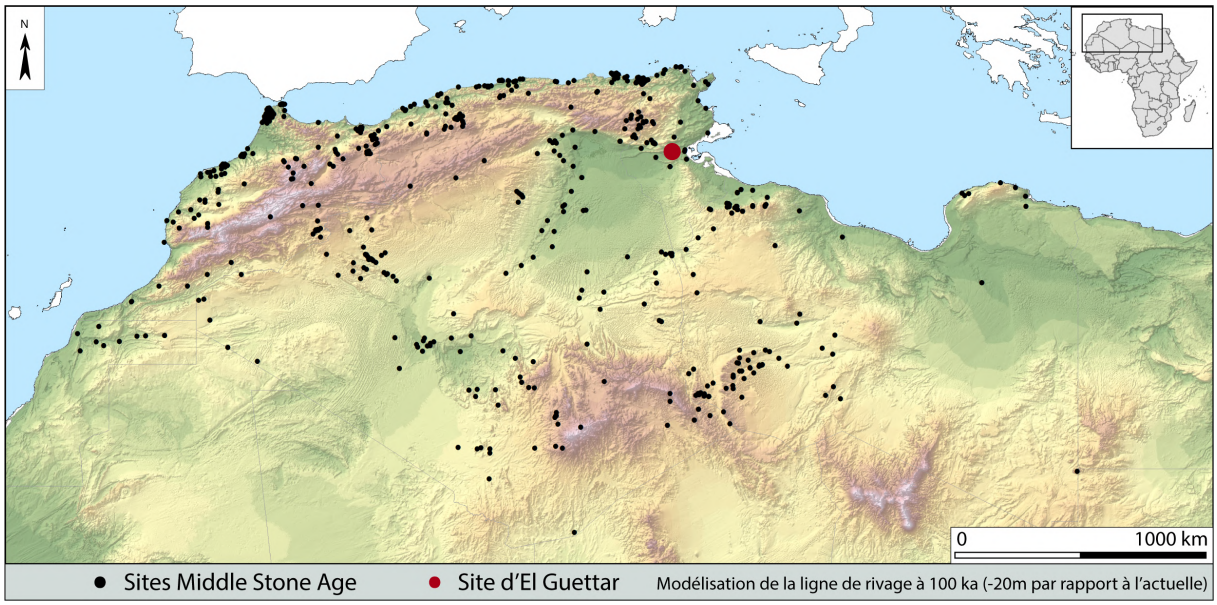


Figure 32 – Carte de distribution des sites Middle Stone Age en Afrique du Nord (carte générée par S. Boisard ; DAO O. Laroche)

De nos jours, l'Afrique du Nord-Ouest est composée de 3 grands ensembles bioclimatiques et structuraux, avec leurs caractéristiques propres. En Tunisie, la répartition est la suivante (Figure 33) :

- Au Nord et au centre-Ouest, la zone tellienne : zone montagneuse, prolongement des chaînes atlasiques, à climat subhumide à semi-aride, à végétation arborée et à pluviométrie moyenne à forte (de 400 à plus de 1500 mm / an). Cette zone est constituée de dépôts sédimentaires détritiques (majoritairement grès et marnes) ;
- Au centre et au Sud-Est, la **zone steppique** : zone de montagnes et de plaines traversée par des oueds[16] endoréiques[17]. Le climat est aride, la végétation herbacée et la pluviométrie faible (100 à 400 mm / an). Ce domaine est caractérisé par une couverture sédimentaire plissée et un système de bassins : sebkhas[18] et chotts[19]. El Guettar se situe dans cette zone-ci ;

[16] **Oued** « وادي » (rivière) : cours d'eau des régions semi-désertiques, alimenté lors des rares épisodes de précipitations, qui se déverse généralement dans une dépression fermée (endoréisme).
[17] **Endoréisme** : fait qu'un cours d'eau ne se déverse pas dans une mer mais est au contraire clos, retenant ses eaux dans une cuvette fermée.
[18] **Sebkha** « سبخة » (marais) : dépression inondable salée peu profonde, caractérisée par des dépôts de sel ou de gypse et par l'absence de végétation, présente dans les régions désertiques chaudes, en aval des versants irrigués.
[19] **Chott** « شَطّ » (rivage) : bordure de la sebkha.

- Au Sud, la zone saharienne : zone dunaire, à climat désertique, à végétation quasi absente, et à pluviométrie très faible (moins de 100 mm / an). La plate-forme est marquée par un socle précambrien granitique et métamorphique, recouvert par des séries paléozoïques argilo-gréseuses (Plante 2006 ; Belhouchet 2015).

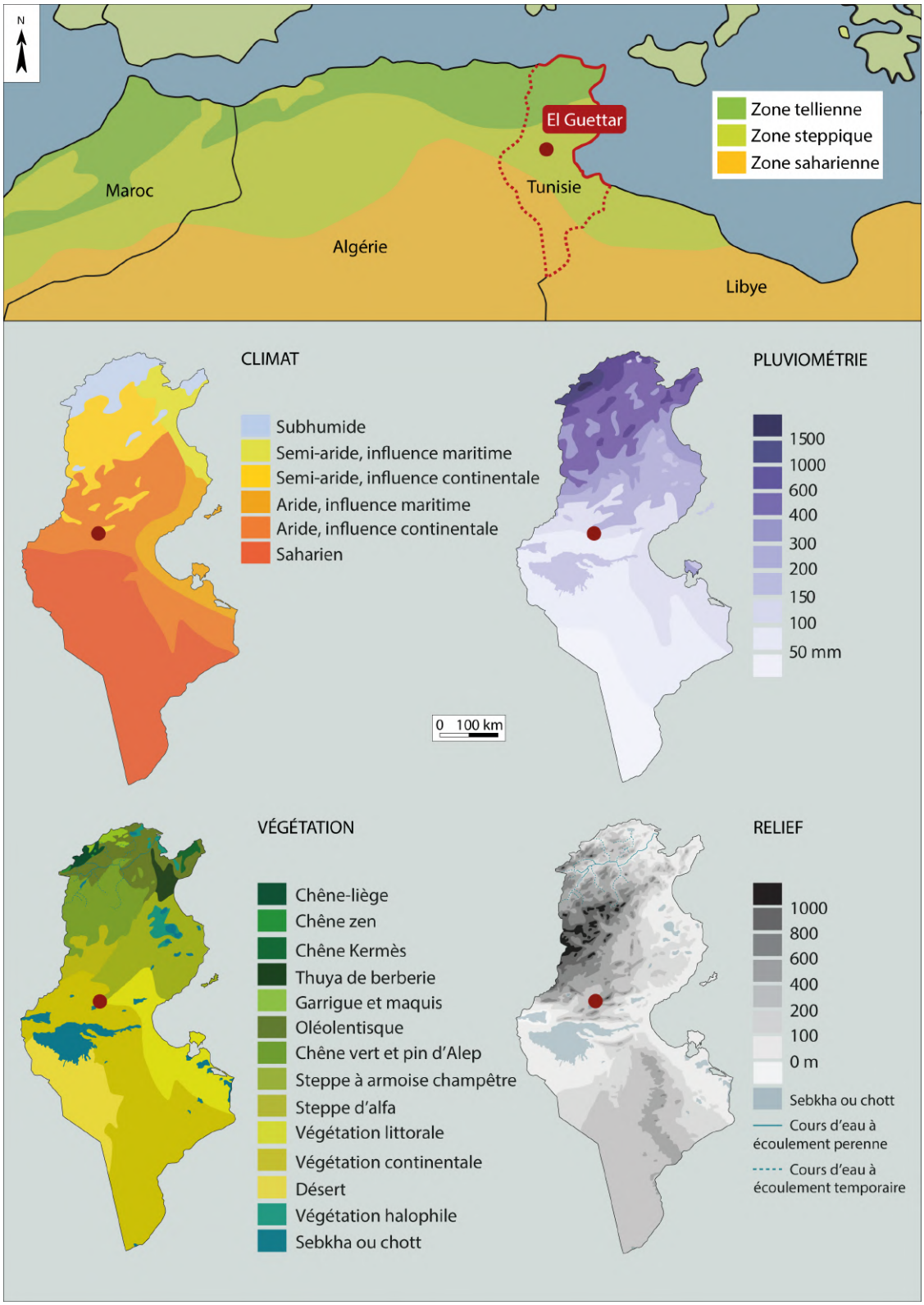


Figure 33 - Climat, relief, pluviométrie et végétation de la Tunisie actuelle (d'après Plante 2006 ; DAO O. Laroche)

Corrélées, les données actuelles en termes de climat, de pluviométrie, de végétation et de relief situent El Guettar dans le biome « **steppe** » du diagramme d'Holdridge (Holdridge 1967) (Figure 34).

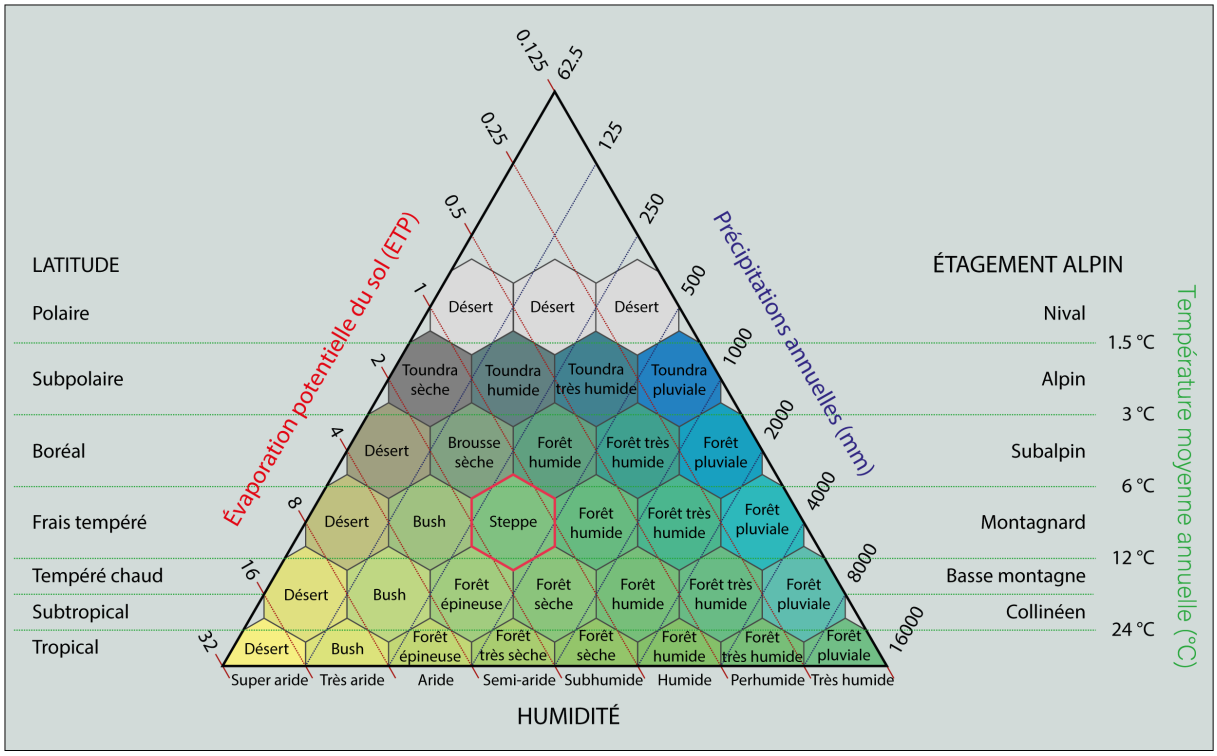


Figure 34 - Place d'El Guettar dans le digramme d'Holdridge (d'après Holdridge 1967 ; DAO O. Laroche)

2. Cadre géologique, géomorphologique et sédimentologique du bassin d'El Guettar

A. Toponymie et topographie d'El Guettar

À la limite Nord du Sahara tunisien, au pied du djebel[20] Orbata, s'étend, de l'Est à l'Ouest, une palmeraie de 6 km de long sur 1 km de large (530 ha), cultivée par les habitants de trois villages : Lortess, El Guettar, Néchiou. Le plus important de ces villages, El Guettar, a donné son nom à l'oasis dont il occupe le centre (Bursaux 1910) (Figure 35).

[20] **Djebel** ou **Jebel** « جبل » (montagne) : massif montagneux.



Figure 35 – Les villages de l'oasis d'El Guettar (image source : Google Earth 2023)

Cette oasis est bordée au Nord par le djebel Orbata (qui culmine à 1165 m), à l'Est par le djebel Chemsi (730 m), au Sud par le djebel Berda (926 m) et par une sebkha de 3600 ha, et plus à l'Ouest par le djebel Sehib (466 m) (Figure 36 et Figure 37). Cet environnement naturel de dépression ceinturée par des massifs montagneux forme un entonnoir et rend le bassin fermé et « *impénétrable* », faisant de l'oasis un vrai lieu de prédilection pour les communautés humaines (Gruet 1958). Protégé au Nord par le djebel Orbata, l'oasis bénéficie de conditions climatiques particulières en ce qui concerne l'exposition aux vents (Job 1992). À cela s'ajoute son exposition plein Sud et la présence de l'eau, qui selon Bursaux (1910) « *a attiré en ce point et fixé la population* ». El Guettar, en arabe « القطار », est le nom qu'on donne à une goutte d'eau, à un suintement. Ce mot est devenu le nom de la localité (*ibid.*).

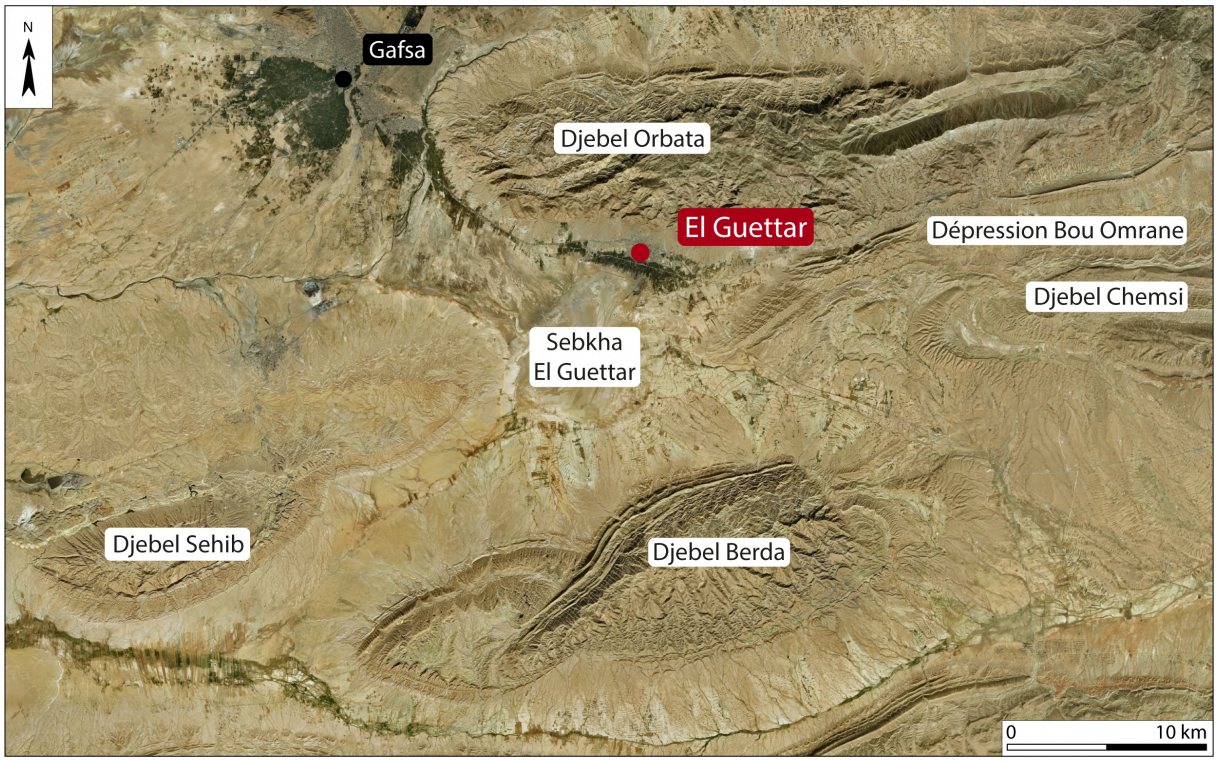


Figure 36 – Image satellitaire de la dépression d'El Guettar ceinturée par les djebels (image source : Google Earth 2023)

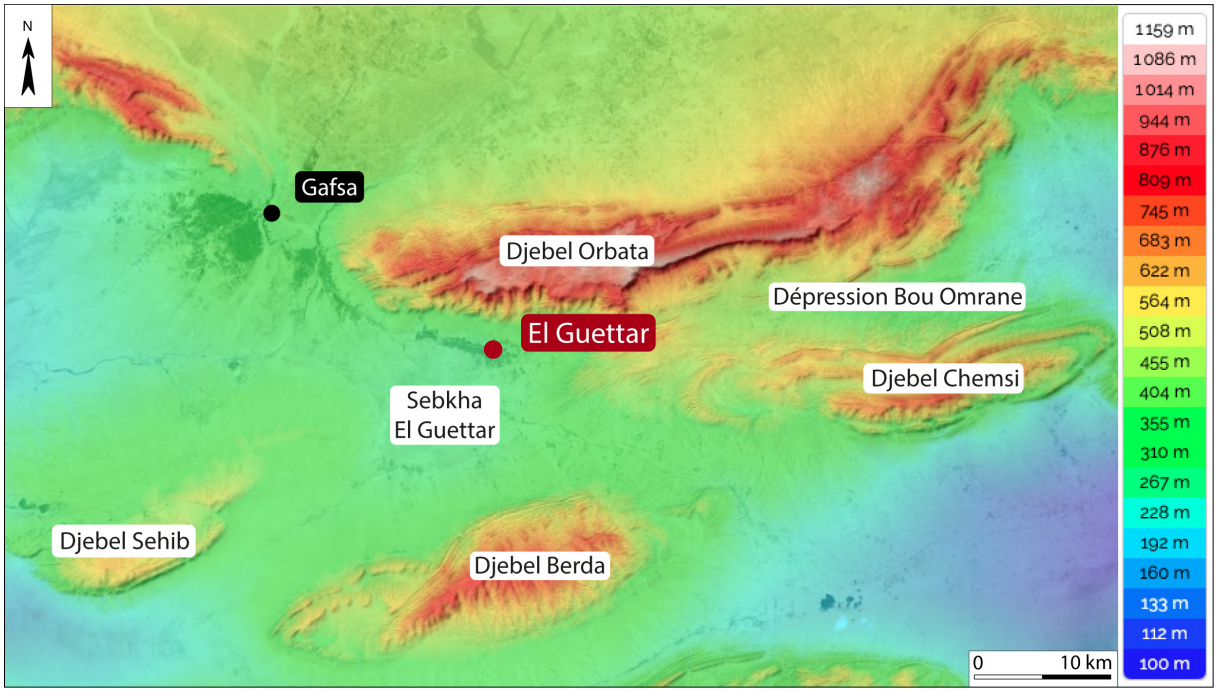


Figure 37 – Carte altimétrique de l'Oasis d'El Guettar (fond de carte : topographic-map.com)

B. Géomorphologie et sédimentologie du bassin d'El Guettar

Le bassin d'El Guettar possède une épaisse série sédimentaire (Figure 38) (Job 1992), montrant successivement des :

- Dépôts de sables et d'alluvions[21] récents ;
- Couches quaternaires et tertiaires sablo-argileuses avec gypse éocène ;
- Calcaires et marnes du Crétacé.

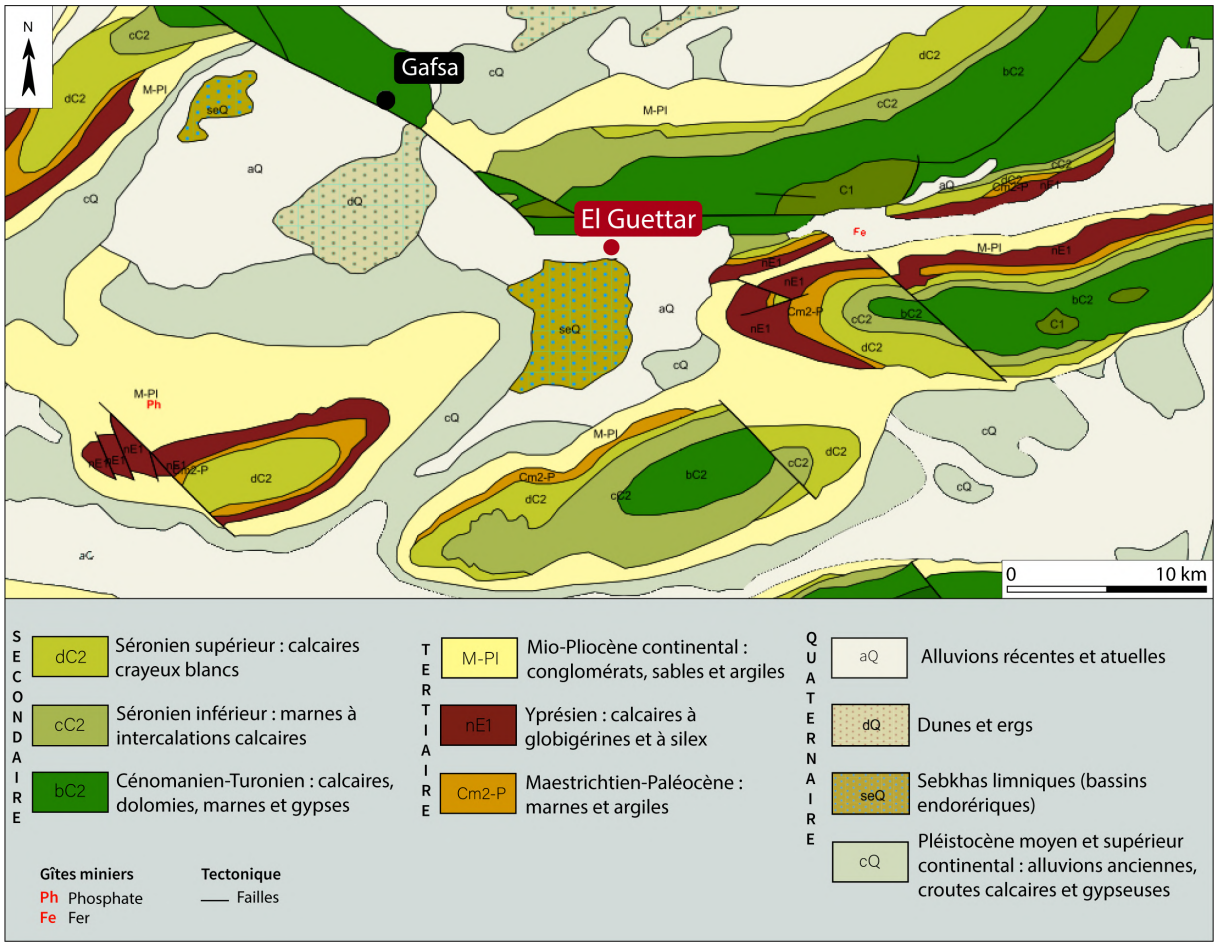


Figure 38 – Géologie du bassin d'El Guettar (fond de carte : carte géologique de la Tunisie 500 000ème ; DAO O. Laroche)

Ce bassin est structuré autour de trois entités géomorphologiques (Projet GDEO 2014) (Figure 39) :

1) Le djebel Orbata, relief montagneux avec un versant Sud abrupt, formé de calcaire turonien (Crétacé) totalement érodé et propice au ruissellement ;
2) Le piémont sud de ce relief, un glacis d'alluvions et de colluvions[22] (cailloutis calcaires grossiers, limons calcaires) sur un *substratum* d'encroûtement gypseux et limono-argileux, sur lequel furent établis les villages et sur lequel s'est développée l'oasis ;

[21] **Alluvions** : sédiments transportés par les cours d'eau.
[22] **Colluvions** : dépôts sédimentaires issus d'un transport limité en dehors des cours d'eau.

3) La plaine alluviale hydromorphe et saline, occupée par une zone humide, la sebkha, constitué d'un sol gypseux-salin, réceptacle des eaux, alluvions et colluvions du bassin versant de l'Orbata.

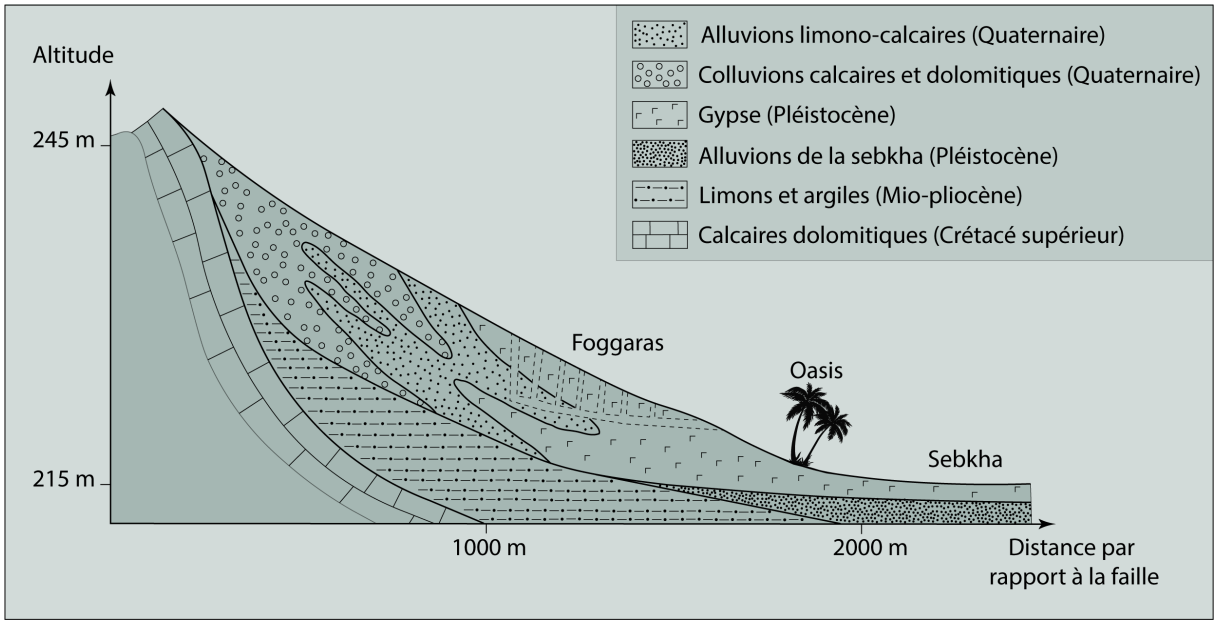


Figure 39 – Organisation schématique morpho-sédimentaire d'El Guettar (d'après Job 1992 et Plante 2006 ; DAO O. Laroche)

C. Formation de la sebkha d'El Guettar

L'oasis d'El Guettar appartient au groupe des oasis de montagne. En Afrique du Nord, ces oasis se développent sur les **terrasses d'oueds** ou autour de **sources artésiennes**[23] remontant par les lignes de failles (Job 1992). Au Miocène inférieur, un accident tectonique majeur se produit, mettant en place la faille de Gafsa, ainsi que le djebel Orbata.

Les recherches menées par A. Sghari sur la dépression de Bou Omrane, située à 15 kilomètres à l'Est du bassin d'El Guettar, ont montré que la crise de salinité Messinienne[24] a fortement impacté les régions continentales à l'arrière des lignes de rivages, comme la région de Gafsa (Sghari 2012, 2016). Au cours du Messinien (Miocène supérieur), l'aridité s'intensifie dans la région, tout comme la dynamique d'érosion/sédimentation. Cette aridité, couplée à la régression eustatique, a favorisé le développement d'un endoréisme dans la dépression. Les eaux pluviales s'écoulent vers les zones basses et constituent des zones d'accumulation sédimentaire dans lesquelles le réseau hydrographique n'a pas réussi à s'encaisser, contribuant à la formation des sebkhas. Ces dernières puisent leur eau dans les nappes phréatiques, assez proches de la surface chargée en sel. Lorsque cette eau s'évapore, elle dépose des sels dissous

[23] **Source artésienne** : exutoire naturel formant un puits d'où l'eau jaillit spontanément.
[24] **Crise de salinité messinienne** : ample variation eustatique, correspondant à l'assèchement de la mer Méditerranée durant le Messinien (fin du Miocène, 5,96 - 5,33 Ma), à la suite d'une hausse des températures et à la dynamique des masses continentales (origine tectonique).

de carbonate de calcium ($CaCO_3$), de gypse ($CaSO_4$-$2H_2O$) et de chlorure de sodium (NaCl), qui précipitent et forment une croûte épaisse d'évaporites[25].

Dans ce contexte chaud et sec, l'évaporation atteint des proportions considérables dans les zones fermées telles que la dépression de Bou Omrane. La sebkha fonctionne comme système évaporatoire de sels divers, dont le gypse qui est remobilisé par le vent (Job 1992). Les dépôts d'évaporites de l'Éocène sont ainsi redéposés au Messinien, et constituent une accumulation de gypse de plus de 25 m d'épaisseur (Sghari 2016).

Après la crise messinienne, au Zancléen[26], le détroit de Gibraltar s'ouvre à nouveau, conséquence de la dynamique des masses continentales. L'eau de l'océan Atlantique se déverse dans le bassin méditerranéen asséché, et une intense phase de transgression marine s'en suit. Les études de l'érosion des sols suggèrent que la remise en eau du bassin a été extrêmement rapide : le niveau de la mer serait remonté de 1500 m en quelques dizaines d'années (Garcia-Castellanos *et al*. 2009). On retrouve des traces de cet épisode dans la région de Gafsa, comme en témoigne la présence d'huitres marines dans les couches post-messiniennes (Sghari 2016).

C'est au retrait de la mer pliocène que se forme la sebkha d'El Guettar et que le paysage actuel se façonne. Au Miocène, la dépression de Bou Omrane est isolée et fonctionne indépendamment du bassin de Gafsa. Mais à la fin du Pliocène, la cuvette se désenclave. Le gypse et les sels de sa paléosebkha se déversent par ruissellement vers les zones basses, contribuant à la formation de la sebkha d'El Guettar, encouragée par la sédimentation évaporitique continentale.

3. Spécificités d'un environnement particulier : la sebkha

A. Valeurs hydrologiques

a. Réseau hydrologique de surface

La sebkha El Guettar, aujourd'hui asséchée, a été mise en eau à plusieurs reprises lors d'émergences d'eaux des nappes phréatiques et/ou par les eaux pluviales, au cours de périodes humides. Le réseau hydrographique de surface est constitué d'une série d'oueds à écoulement intermittent, qui ne se remplissent que lors de rares épisodes de pluies, et qui peuvent passer lors des crues, de l'état de sècheresse à celui de torrent éphémère (Baud *et al*. 2013 ; Plante 2006). Ces oueds descendent notamment du djebel Orbata et creusent leur lit dans d'amples cônes de déjection (Figure 40).

[25] **Évaporite** : dépôt qui subsiste après l'évaporation de l'eau de mers fermées, de lacs salés ou de lagunes.
[26] **Zancléen** : première subdivision du Pliocène, allant de 5,33 à 3,60 millions d'années avant le présent, correspondant au remplissage de la mer Méditerranée après la crise Messinienne, à la suite de l'ouverture du détroit de Gibraltar.

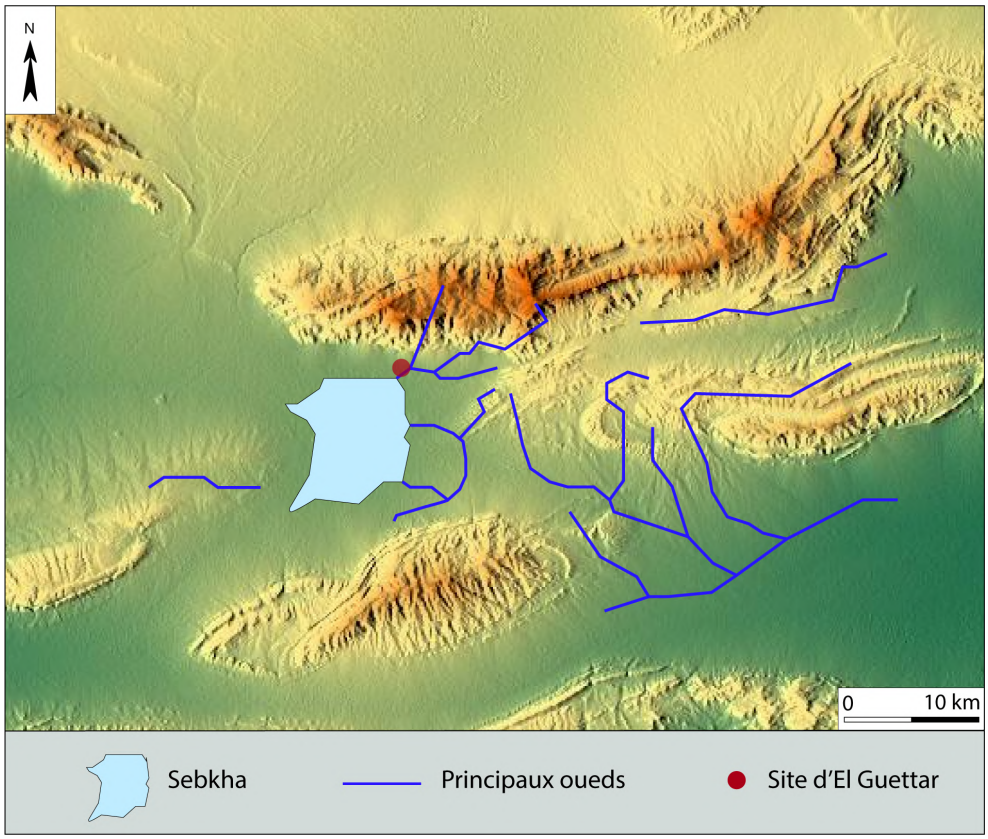


Figure 40 – Le bassin versant d'El Guettar, réseau hydrographique de surface (d'après DGAT 2011 ; fond de carte : maps-for-free.com ; ©OcéaneLaroche)

Lors des fortes pluies, ils drainent l'eau de ruissellement du bassin versant de l'Orbata dans la plaine alluviale, qui devient le réceptacle de ces dernières. L'écoulement est endoréique et aboutit dans la sebkha (Figure 41 et Figure 42) (Projet GDEO 2014). Actuellement, l'oued Ghouzraine et l'oued Sedd atteignent le chott deux à trois fois par siècle (Job 1992).

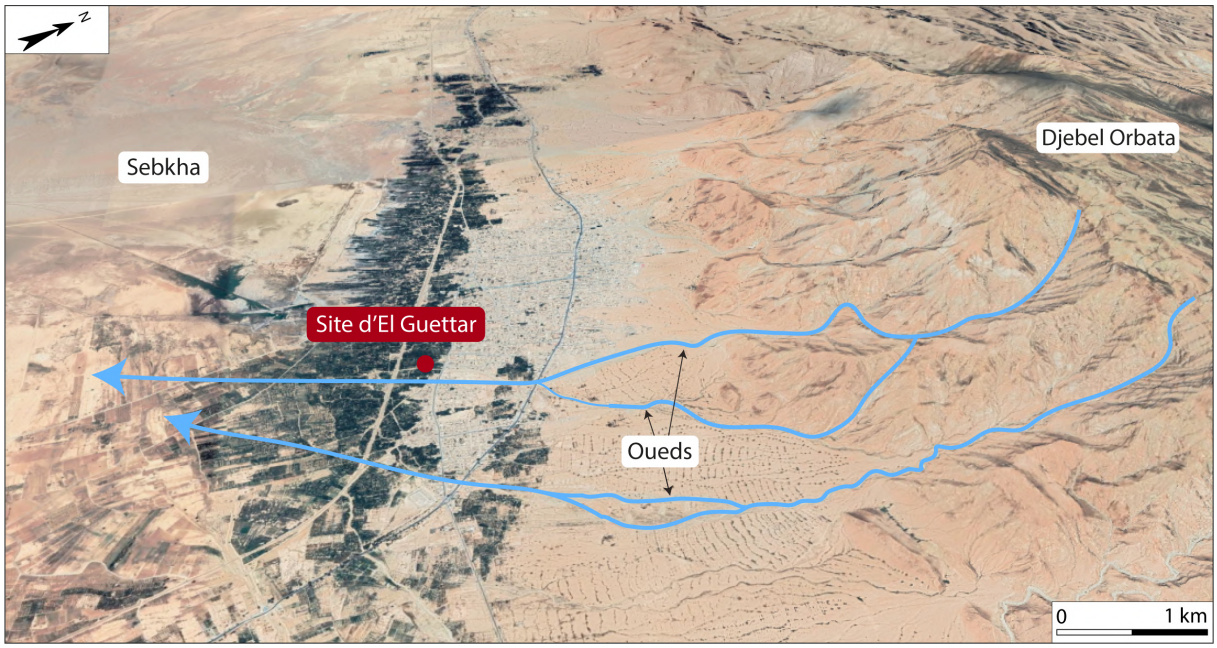


Figure 41 – Écoulement de l'eau dans le bassin d'El Guettar (image source : Google Earth 2023)

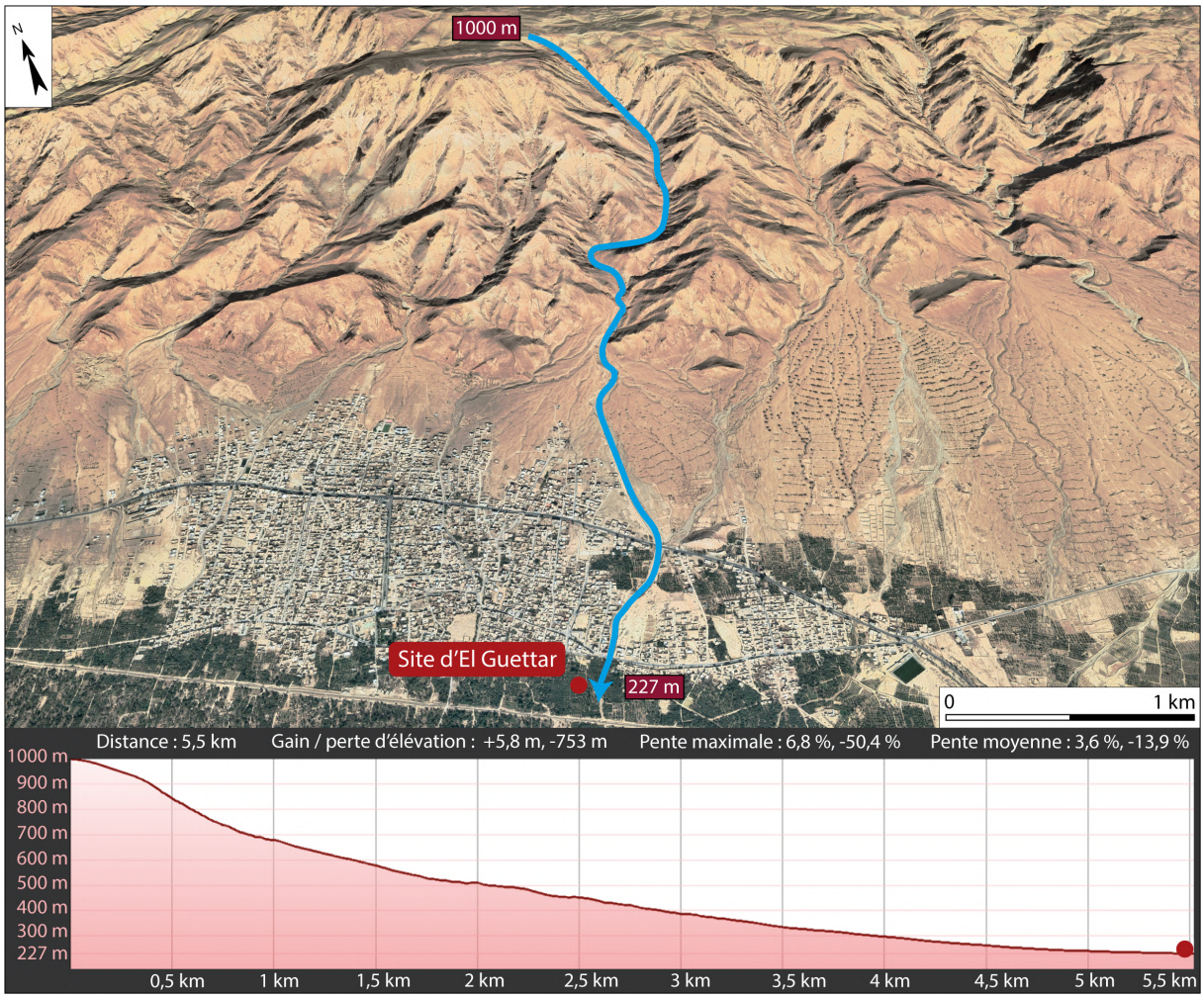


Figure 42 – Courbe de dénivelés depuis le sommet du djebel Orbata jusqu'au site d'El Guettar (image source et profil dénivelé : Google Earth 2023)

- **La sédimentation du bassin d'El Guettar est celle d'une terrasse alluviale d'oued** : en période de crue, les oueds déposent différents sédiments (cailloutis, sable…) dans les parties basses de l'oasis ; en période sèche, les berges affleurent.

b. Réseau hydrologique souterrain

L'eau circule également dans deux nappes souterraines (Mokadem *et al*. 2015). La première est phréatique, logée dans les alluvions quaternaires, et s'alimente principalement de l'apport en eaux de surface des oueds. La seconde est profonde (entre 50 et 250 m), logée dans les calcaires du Crétacé supérieur (Zebbag inférieur), et a été exploitée jusqu'au début des années 1970, par un système de foggaras[27].

[27] **Foggara** « فجارة » (galerie drainante) : galerie creusée en flanc de montagne captant les eaux de la nappe souterraine et les conduisant à un exutoire pour l'irrigation.

B. Flore remarquable

La rareté des précipitations dans les milieux arides de type sebkha fait que « *leur couvert végétal est absent, ou réduit, le plus souvent à une maigre steppe, parfois arborée* » (Baud *et al*. 2013). La flore remarquable du bassin d'El Guettar est caractérisée par « *des associations végétales typiques des sols gypseux, des-sols salés, des cailloutis, et des glacis calcaires* » (Job 1992) : **une végétation de steppe clairsemée, xérophile[28], halophile[29] et éphémère** : passerine hérissée *(Thymelaea hirsuta),* rue de Chalep *(Ruta chalepensis),* armoise champêtre *(Artemisia campestris),* armoise herbe blanche *(Artemisia herba alba),* diplotaxe *(Diplotaxis harra),* saligne à balai *(Arthrophytum scoparium),* germandrée tomenteuse *(Teucrium polium),* moricandie des champs *(Moricandia arvensis),* ficoïde nodiflore *(Mesambryanthemum nodiflorum),* tamarix *(Tamarix sp.),* élurope du littoral *(Aeluropus littoralis).*

Il n'y a quasiment aucune végétation arborée, mise à part celle cultivée dans l'oasis (dattiers, palmiers, oliviers…). Cette dernière « *n'a pas le temps de s'installer sur les pentes fréquemment remodelées par le débordement des oueds* » (ibid).

C. Faune remarquable

La présence de l'eau dans le bassin constitue un facteur d'attrait pour la faune, en particulier pour les oiseaux d'eau comme la grue (*Grus grus*) ou la sterne (*Sterna caspia*), qui viennent y nicher et hiverner (Abid 2010). La chasse intensive a fortement contribué à la régression voire à la disparition de certaines espèces, particulièrement chez les mammifères de grande taille. Le parc national du djebel Orbata, créé en 2010, se situe à 12 km d'El Guettar. Cette aire protégée vise à la préservation et à la réhabilitation d'une partie de l'écosystème montagnard de la chaîne atlasique tunisienne (Hamada *et al*. 2014). On y trouve 3 espèces d'amphibiens, 24 espèces de reptiles, 77 espèces d'oiseaux et 19 espèces de mammifères. Parmi les mammifères remarquables se trouvent : le mouflon à manchettes *(Ammotragus lervia)*, espèce rupicole habitant les montagnes désertiques du Nord de l'Afrique ; la gazelle *(Gazella dorcas),* espèce vivant entre les zones rocheuses de basses altitudes, les hauts plateaux, et des zones plus ouvertes de vallées entre les montagnes (oueds, savanes, dunes) ; le hérisson d'Algérie *(Erinaceus algirus)* : espèce vivant dans des milieux forestiers et humides (prairies, forêts de cèdres montagneuses…) ; le chacal doré *(Canis aureus)* : espèce fréquentant les zones montagneuses, les forêts, et les plaines ouvertes boisées ; le sanglier *(Sus scrofa)* : espèce affectionnant particulièrement les zones forestières et humides disposant de points d'eau. La présence de l'autruche d'Afrique *(Struthio camelus)*, oiseau emblématique des régions sablonneuses désertiques et des steppes à végétation clairsemée est également à noter.

La faune actuelle est représentative d'un **environnement aride à double faciès, entre vallées et montagnes** (Figure 43), **avec des zones de transition plus humides (zones forestières).**

---

[28] **Xérophile** : adapté à l'aridité
[29] **Halophile** : adapté aux milieux salés



Figure 43 – Paysage du Parc National du Djebel Orbata (©Google Image)

La biodiversité actuelle du bassin d'El Guettar résulte d'une configuration géomorphologique exceptionnelle. Cette zone pourrait également avoir abrité une paléobiodiversité importante (selon le principe d'actualisme), la rendant attrayante pour les populations humaines dans le passé.

4. Historique des opérations archéologiques

A. Premières opérations archéologiques

El Guettar est mentionné dans la littérature dès la fin du XIXème siècle. René Collignon l'évoque comme un village où « *le sol est jonché de fragments de silex récents, qui prouvent simplement qu'autrefois on y taillait la pierre à fusil* ». Ces éclats n'appartiennent pas au Middle Stone Age, « *ils ne ressemblent en rien à ceux des époques de la pierre* » (Collignon 1886). Il faudra attendre 1939 pour que les premières opérations de prospections archéologiques soient menées par le médecin Michel Gruet. Ce dernier, alors en poste dans la région, occupa son temps de repos en prospectant l'oasis. Dans les déblais d'anciennes foggaras, celui-ci récolte des industries lithiques qu'il décrit comme moustériennes, associées à des restes fauniques. Dix ans plus tard, en 1949, est entrepris le premier sondage archéologique, un puits rectangulaire d'1,50 mètre sur 1,80 mètre, et de 7 mètres de profondeur, creusé en gradins avec des « *moyens primitifs : pioches, couffins, cordes et mains* » (Gruet 1954). Ce sondage laisse apparaître diverses couches moustériennes, ce qui constitue dès lors un intérêt pour la recherche.

Les premières opérations de fouilles sont menées en **1951**, avec l'appui de la Direction des Antiquités Tunisiennes et de la Mission Archéologique Française en Tunisie. Cette première fouille (Figure 44) vient élargir le sondage et s'inscrit dans un quadrilatère de 7 mètres à l'Ouest et à l'Est, 4,20 mètres au Nord et 3,50 mètres au Sud.

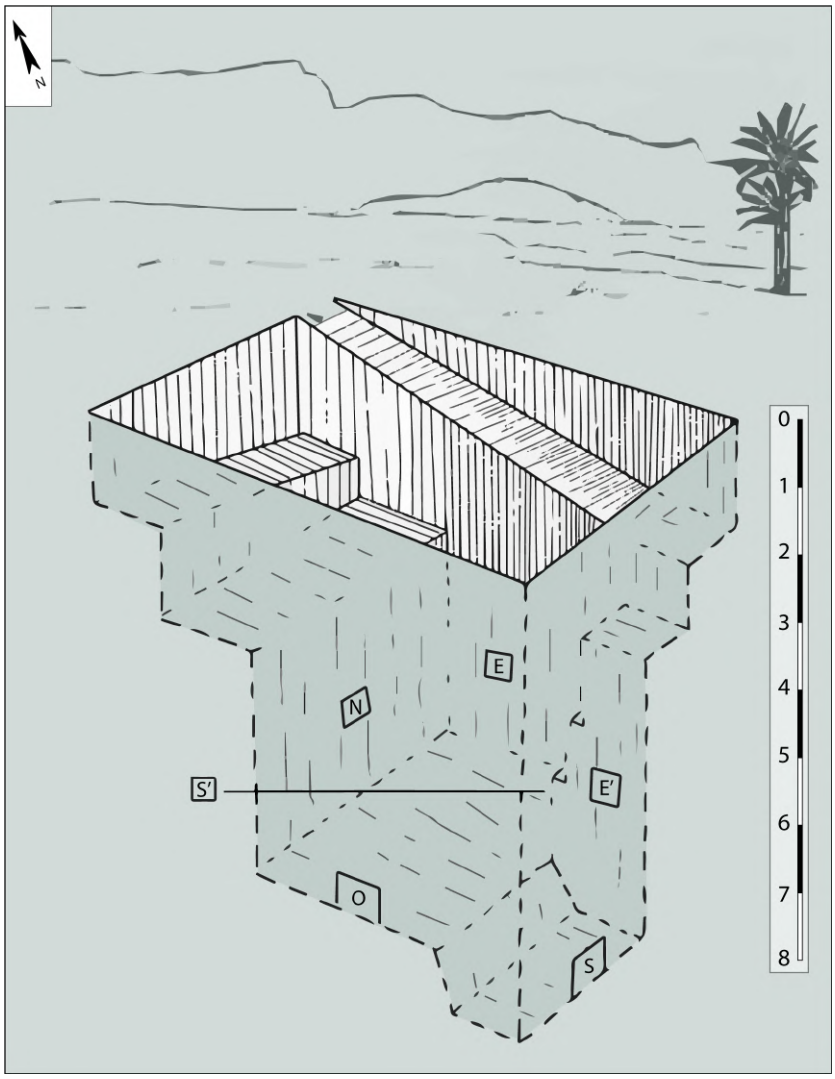


Figure 44 – Schéma de la fouille (d'après Gruet 1954 et Tachouaft 2011 ; DAO O. Laroche)

Les déblais sont enlevés sur 2 mètres. De 2 à 5,60 mètres de profondeur, la fouille est effectuée à la pelle. Pour les dépôts les plus profonds (8,30 mètres), un « *treuil sommaire, fait d'une poulie encastrée dans l'extrémité fendue d'un tronc de dattier* » (Gruet 1954) permet l'extraction des sédiments (Figure 45). La fouille est réalisée par des travailleurs de la société de phosphate, sans formation archéologique. Elle est faite par décapages horizontaux (Figure 45) et non en suivant la stratigraphie. Un carroyage a été mis en place pour le repérage des couches, délimitant des carrés d'1 mètre de côté (Figure 45). Les objets n'ont pas été repérés précisément dans l'espace (non côtés en X, Y, Z) et portent uniquement l'indication de la couche où ils se trouvaient, excepté pour ceux provenant de la couche L, qui ont été côtés avec précision. Le tamisage n'a pas été réalisé « *rendu impossible par la compacité très grande du terrain* » (Gruet 1954), nécessitant l'usage de marteaux et de pioches pour fracturer les blocs limono-argileux compacts.

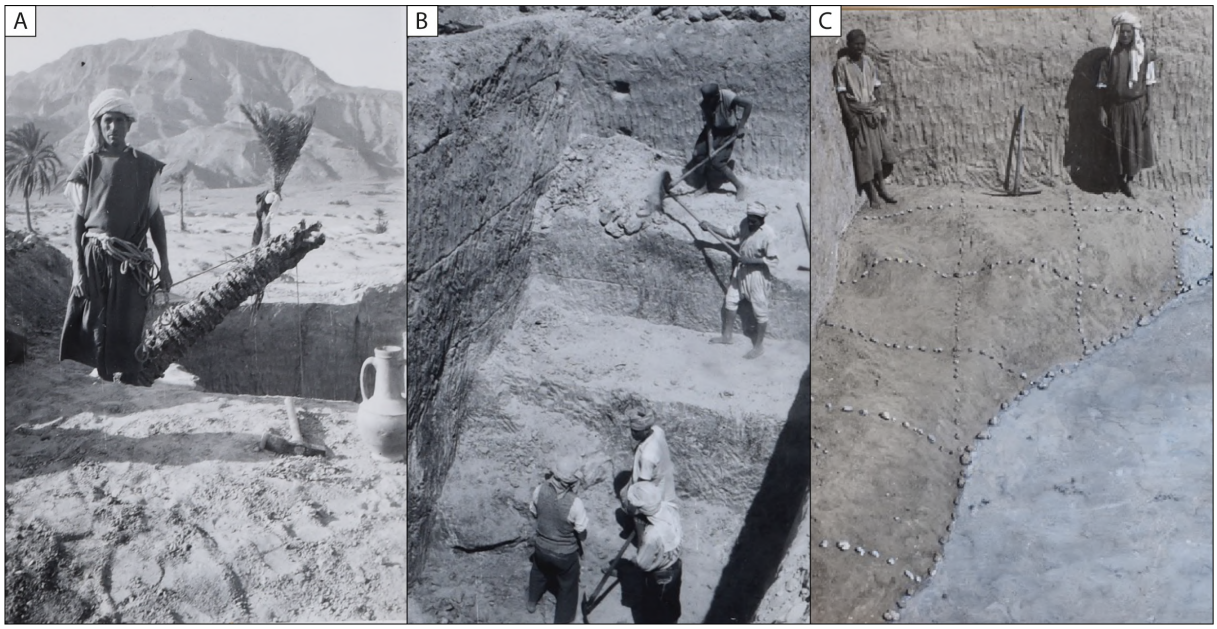


Figure 45 – A : fouilleur posant devant le « treuil » ; B : fouille en gradins à la pelle et à la pioche ; C : carroyage de petits galets (©MichelGruet ; provenance : archives départementales de Maine-et-Loire)

B. Le problème de la localisation du site

M. Gruet a laissé des indications concernant la localisation du gisement : *« Une piste unit les villages d'El Guettar à Néchiou. Si, l'empruntant, nous nous dirigeons vers l'Est, lorsque nous aurons dépassé de 700 mètres le cimetière d'El Guettar, un lit d'oued coupera notre route. A droite, au milieu du cours desséché, se dresse un bouquet de palmes. Suivons vers le sud de la rive droite pendant 60 m ; notre trajet est jalonné par une suite de faibles cuvettes, seuls restes d'une très ancienne foggara complètement effondrée et comblée. C'est en surface des bourrelets de terre entourant les 4-5-6 et 7° dépressions à partir de la piste que nous avons effectué nos premières récoltes de pièces moustériennes »* (Gruet 1954).

Le problème est que, plus de 80 ans après les opérations archéologiques, l'aspect des terrains et de la ville-même a grandement changé. La position exacte des fouilles de M. Gruet étant plus que vague pour nous contemporains, de nouvelles investigations ont été menées en 2010 afin de relocaliser le site par GPS. Une campagne de prospections menée par l'Institut National du Patrimoine de Tunisie, sous la direction de Nabiha Aouadi et Lotfi Belhouchet a vu le jour en mars 2010. Grâce aux informations laissées par M. Gruet et grâce à une enquête orale auprès des anciens d'El Guettar, le site a pu être relocalisé précisément (Figure 46) : *« Juste avant le pont sur l'oued Ghouzraine et en suivant sur 60 mètres en direction du sud (en direction du chott d'El-Guettar), puis on prend la perpendiculaire sur 35 mètres à l'intérieur de l'oliveraie et nous retrouvons l'endroit des anciennes fouilles de M. Gruet »* (Aouadi et Belhouchet 2010).

- **Ses coordonnées GPS sont les suivantes :**
  - **Latitude : 34,33007 / 34°19'48.252"N**
  - **Longitude : 8,959 / 8°57'32.398"E**
  - **Altitude : 227 mètres**



Figure 46 – Localisation du site archéologique d'El Guettar (image source : Google Earth 2023)

C. Données sédimentologiques et archéologiques

a. Données des fouilles M. Gruet

Le site de plein air d'El Guettar présente une stratigraphie complexe. Trois sortes de sédiments ont été identifiées par M. Gruet (Figure 47) :

- Au sommet, des couches tendres, de couleur ocre / rose-pâle, d'origine éolienne et fluviatile, d'époques néolithique, romaine et récente, allant jusqu'à 2,30 mètres de profondeur.
- En dessous, allant de 2,30 mètres à 8 mètres de profondeur, des couches dures, de couleur gris-verdâtre, composées d'argile[30] gypseuse et de bandes humiques noires, « *d'époque moustérienne et Paléolithique supérieur* » (Gruet 1954).
- Enfin, une colonne de sablon blanc très fin, non stratifié, friable et sans liant argileux, interprétée comme dépôt d'une source artésienne. Ce sablon perce verticalement les couches profondes et envoie des ramifications en direction de la surface, en remplissant les cuvettes de certains niveaux.

[30] Argile granulométritrique

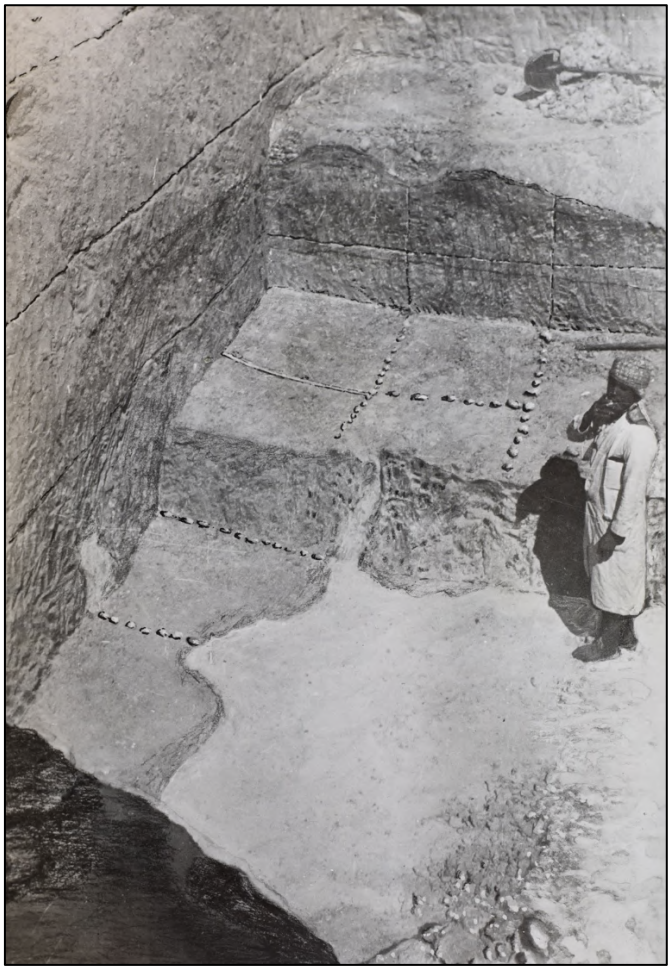


Figure 47 – Photographie légendée par M. Gruet comme tel : « en blanc, puits principal de la source artésienne comblé de sablon, avec en milieu de la photo, départ d'un conduit secondaire. A gauche, section dans notre conduit par la paroi, la séparation ondulée entre les couches récentes claires (en haut) et les couches paléolithiques, foncées, est visible » (©MichelGruet)

La stratigraphie d'El Guettar selon M. Gruet est la suivante (Figure 48) :

- **Couche V** : couche la plus profonde, d'épaisseur inconnue. C'est une argile de couleur blanche, en majeure partie composée de quartz et de silicates, et calcaire à 21 %.
- **Couche U** : couche sablonno-argileuse grise en forme de cuvette, dans laquelle ont été mis au jour deux centaines d'éclats moustériens et des débris osseux.
- **Couche T'** : couche d'argile sablonneuse verdâtre très épaisse, où le calcaire est quasi absent, le gypse présent à 17 % et la silice à 80 %. Un humérus de *Bos primigenius* a été mis au jour.
- **Niveau T** : tas, aussi appelé « cairn » d'El Guettar. Nous en parlerons ultérieurement (voir p. 94).
- **Couche S** (cheminée artésienne) : contenu du puits artésien principal, dans laquelle ont été recueillies près de 500 industries lithiques.
- **Couche A** (diverticule) : dépôt sableux d'eau agitée, ne différant guère du sable du puits artésien S.
- **Couche Q** : « cuvette à silex » et os de refus.
- **Couche R** (diverticule) : strate sableuse grise déposée par la source.

- **Couche B**, très argileuse, divisée en :
  - B1 : bassin siliceux qui constitue le sommet asséché de A. C'est le niveau le plus riche en *nucléi*. Plus de 300 industries lithiques ont été mises au jour.
  - B2 (4 à 7 cm d'épaisseur) : couche plus gypseuse, d'aspect tourbeuse et de couleur noire d'encre, due à l'accumulation de débris végétaux représentant 8 à 10 % du sédiment. C'est une couche riche en industries lithiques (plus de 1000), esquilles osseuses et dents fissurées.
  - B3 : un peu plus claire. Une vingtaine d'industries lithiques ont été mises au jour.
- **Couche C** : couche d'argile sablonneuse gris-vert-jaune. Il s'agit d'un niveau d'inondation, sans traces de matière organique ni occupation humaine.
- **Couche D** : mince lit noirâtre (3 cm) dû à la végétation. Une dizaine d'industries lithiques et d'ossements ont été mis au jour.
- **Couche E** : de même composition que la couche C. Une trentaine d'industries lithiques a été mise au jour.
- **Couche E'** : bassin creusé dans les couches C, D et E.
- **Couche F** : couche de débris végétaux, noire, mesurant de 20 à 30 cm d'épaisseur, et remaniée partiellement par le diverticule sableux G. Une soixantaine d'industries lithiques a été mise au jour.
- **Couche G** (diverticule) : couche sablonneuse déposée par les eaux, dans laquelle a été recueillie une trentaine d'industries lithiques.
- **Couche G'** : sablon argileux brun verdâtre, sans matière organique ni traces d'occupation humaine.
- **Couche H** : manteau de végétation semblable à la couche F, dans lequel ont été mis au jour près d'une cinquantaine d'industries lithiques.
- **Couche I** : couche vert-clair avec une zone blanchâtre poudreuse siliceuse et gypseuse et une zone humifère argileuse, contenant une vingtaine d'industries lithiques et quelques restes fauniques.
- **Couche J** : mince couche humique pâle, dans laquelle ont été recueillies près d'une trentaine d'industries lithiques.
- **Couche K** : couche verdâtre sablonno-argileuse, sans traces d'occupation humaine.
- **Couche L** : mince poudre organique grise, contenant une soixantaine d'industries lithiques, en partie lamellaire, dénotant des niveaux sous-jacents, probablement ibéromaurusiennes.
- Entre les couches L et M, il y a un **hiatus**. Un dépôt fluviatile (alluvion) plus récent vient interrompre les couches des niveaux supérieurs par ravinement (Leroi-Gourhan 1958).
- **Couches M et N** : dépôts fluviatiles (graviers) d'un ancien oued, de couleur grise. Ont été mis au jour des œufs d'autruche et quelques industries lithiques taillées, probablement néolithiques.
- **Couche O** : couche superficielle d'un mètre d'épaisseur, terre rose ocre sans stratification, de formation éolienne, probablement débris d'une lunette dunaire bordant le chott (Gruet 1958). Ont été recueillis quelques fragments d'œufs d'autruche, des coquilles terrestres, et une dizaine d'éclats de silex taillés, dont une lame à « allure » néolithique. Une hache polie a été mise au jour quelques mètres plus loin dans une tranchée de la même couche. Des fragments de céramique romaine et islamique ont également été retrouvés dans cette couche.

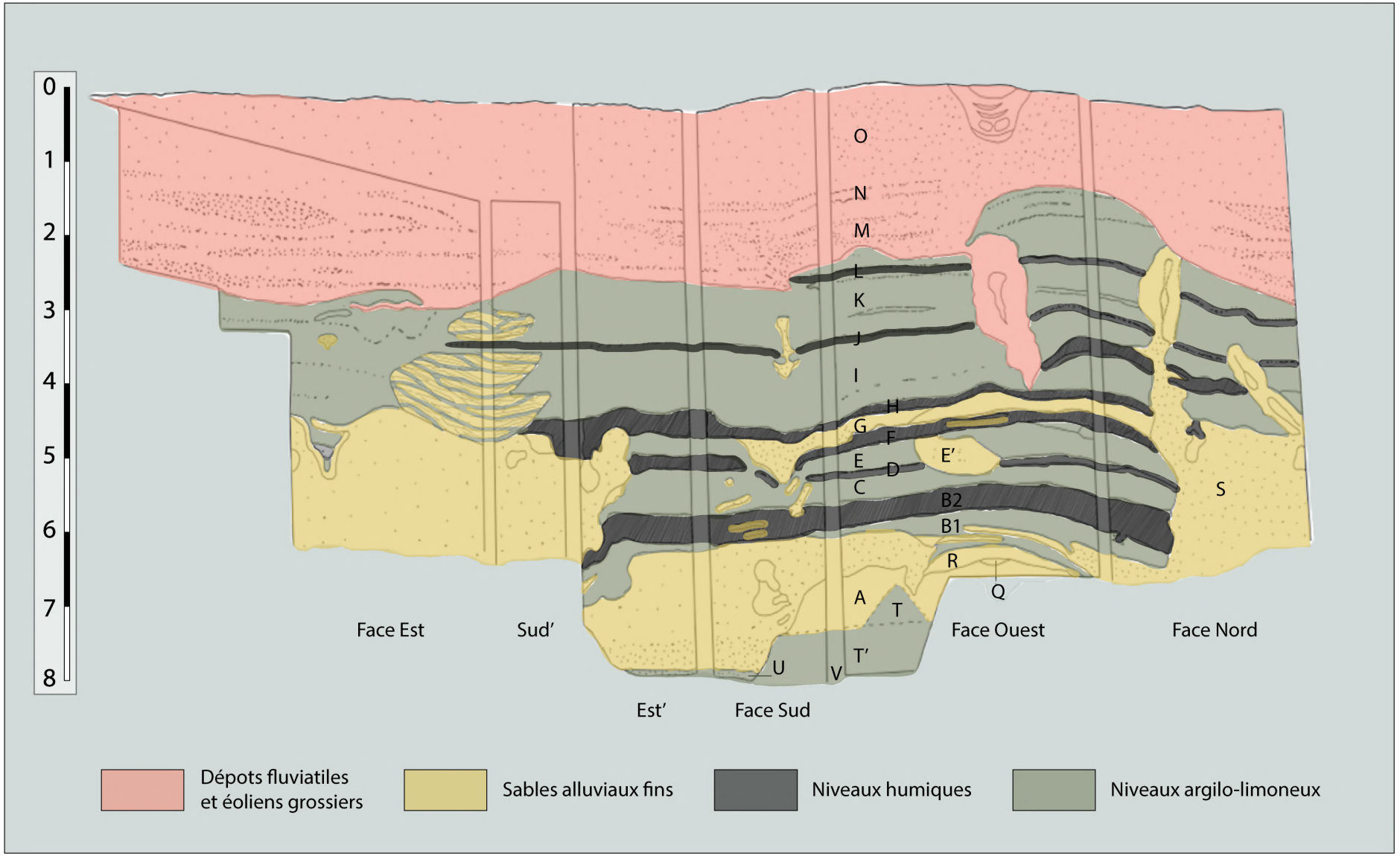


Figure 48 – Stratigraphie d'El Guettar (d'après M. Tachouaft 2011 et M. Gruet 1954 ; DAO O. Laroche)

b. Données des fouilles N. Aouadi et L. Belhouchet

Un sondage a été effectué lors des nouvelles opérations archéologiques, afin de réanalyser la séquence stratigraphique du gisement (Aouadi et Belhouchet 2010). Ce sondage de 4 m^2 (2 mètres par 2) et de 10 mètres de profondeur est situé exactement à 7 mètres au Nord-Ouest des anciennes fouilles. La coupe montre la stratigraphie suivante (Figure 49) :

- Un remblai superficiel sableux de 2 m d'épaisseur, qui contient des éléments archéologiques remaniés et des dépôts modernes ;
- De 3,15 m à 6,25 m, des argiles vertes compactes et stériles du Quaternaire récent ;
- Vers la fin du sondage, un grès de 20 cm d'épaisseur formant une barre de sable compacte qui encroute les conglomérats durs ;
- À la base, une argile verte humide qui contient des cristaux de gypse blancs, correspondant probablement à la couche C de M. Gruet.

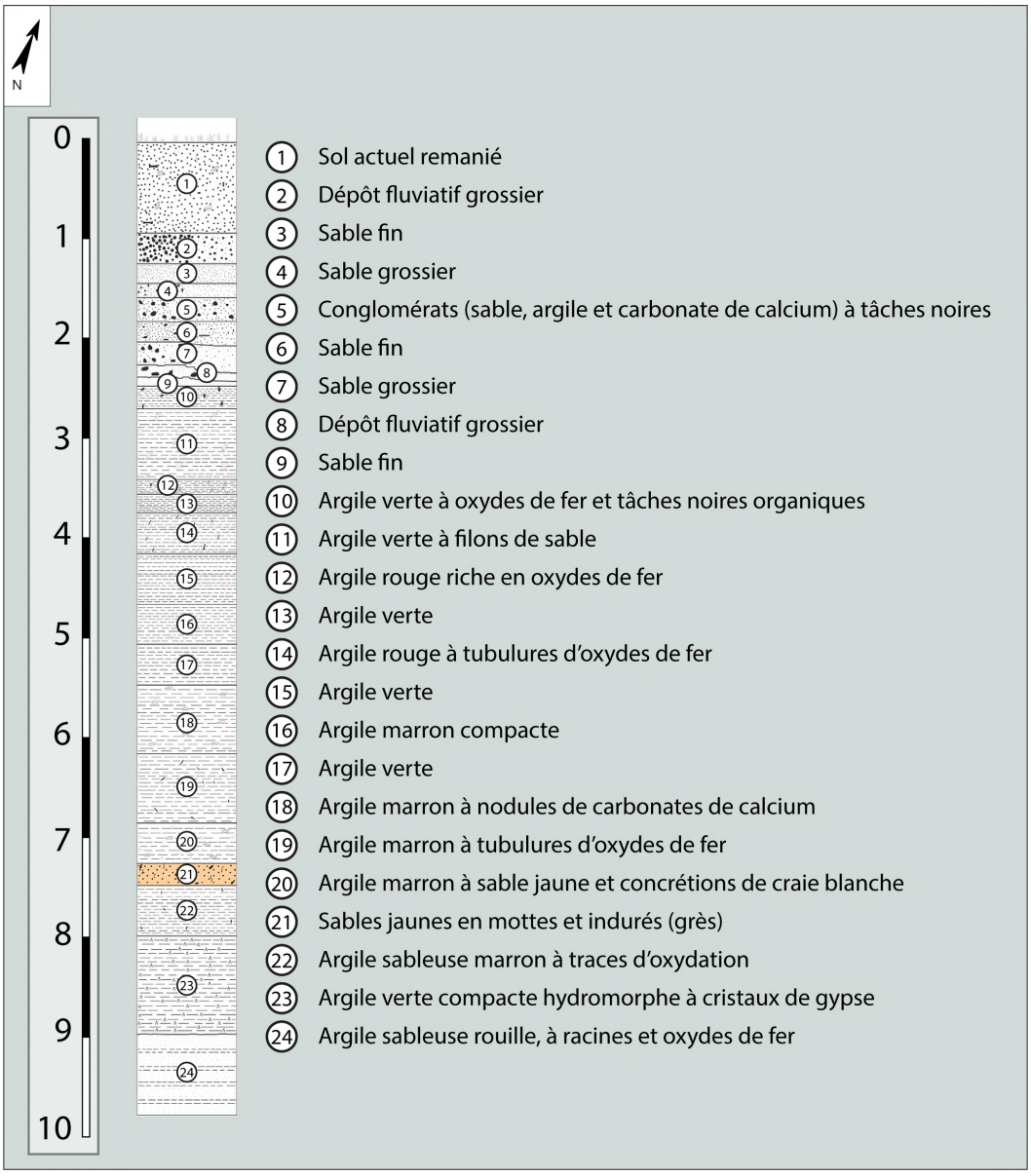


Figure 49 – Coupe stratigraphique du sondage S1 d'El Guettar (face Est) (d'après Aouadi et Belhouchet 2010 ; DAO O. Laroche)

La stratigraphie du site établie par M. Gruet a été plus ou moins retrouvée et vérifiée, des couches C à O. Les couches profondes anciennes n'ont pas été retrouvées et aucun niveau archéologique (aucun sol d'occupation) n'a été identifié (Aouadi et Belhouchet 2010). Le sondage a livré un matériel très pauvre et éparpillé sur les différentes profondeurs (Tableau 1).

Profondeur (cm)	Matériel	Taxon	Effectif (NMI)
345	Molaire supérieure	*Equus* sp.	1
383	Esquilles	Mammifère	1
415	Fragments de dents	Alcelaphiné	1
500	Fragment d'œuf	*Struthio*	1

Tableau 1 – Restes fauniques livrés par le sondage S1 ; artéfacts lithiques non précisés (Aouadi et Belhouchet 2010)

D. Cadre paléoenvironnemental et biochronologique : les données de la flore et de la faune

a. Données archéobotaniques

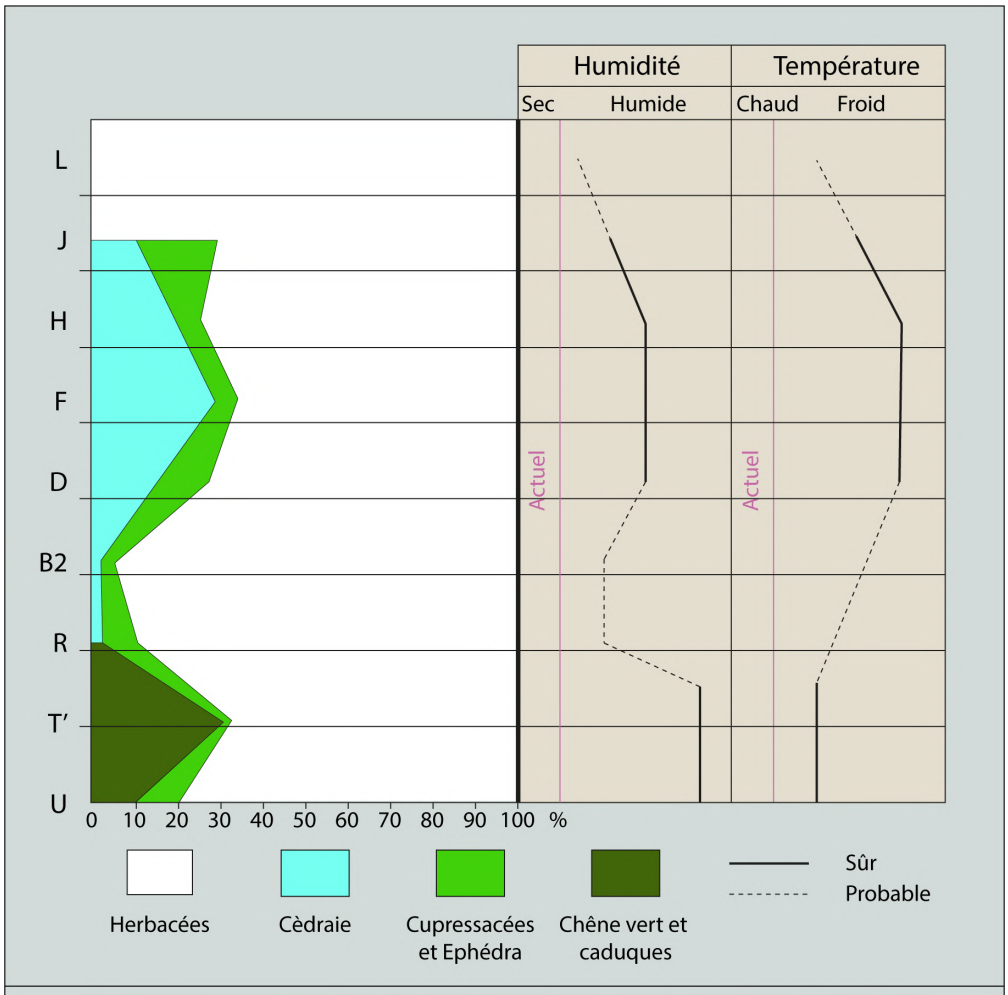
- **Cadre paléoenvironnemental**

Au Pléistocène, le climat est plus vert, plus humide, et plus froid que l'actuel. M. Gruet remarque dans la stratigraphie d'El Guettar des épisodes de végétation, marqués par des couches humifères noires, de moins en moins épaisses et riches en matières organiques vers la surface. Il conclut à une aggravation climatique (Gruet 1954). Dans les années 1950, Mme Van Campo et Mme Leroi-Gourhan réalisent des études polliniques à partir des pollens présents dans les sédiments du gisement. Les résultats de ces montrent **un mélange de deux faciès : la vallée et la montagne**, ce qui est en corrélation avec la position du site entre djebels et sebkha. Ils montrent également qu'**un assèchement progressif opère durant le Pléistocène supérieur**, à la suite d'un abaissement de la température (Van Campo 1957, Leroi-Gourhan 1958).

Cela est visible à travers la colonisation graduelle de l'environnement par des espèces végétales de climat froid et sec (Figure 50) :

- Les niveaux U et T' correspondent à un paysage vert humide, de type vallée marécageuse, avec du saule, du noisetier, de l'aulne, du chêne vert, du charme, du pin d'Alep et des herbacées ;
- Les niveaux R et B2 correspondent à un faciès de prairie froide et sèche de type steppe, avec une flore plus froide : composées, graminées, chénopodiacées ;
- Les niveaux D à J correspondent à une cédraie, avec présence de genévriers ;
- Le niveau L ne présente que des herbacées.

La présence du cèdre indique des épisodes de pluie plus rares et un enneigement hivernal révélateur de températures plus rudes (Aouadi 2014). Ces données confirment qu'il y a bien eu une dégradation climatique.



Niveaux	L	J	H	F	D	B²	R	T'	U
Cèdres		5	46	11	26	3			
Sapins			1					1	
Pin d'Alep								1	
Cupressacées		9	1		20	6	1	2	5
Tilleuls			1	1					
Aulnes					1			1	1
Saules								2	
Noisetiers								2	1
Charmes								2	
Ormes					4		1		
Chênes								4	
Oléacées			1					1	2
Palmiers (?)								2	1
Ephedras			11	2	9	1	2		
Plantes subaquat.								8	2
Daphné			1						
Graminées	2	6	34	1	4	35	4	14	17
Composées	13	25	140	26	149	148	12	1	7
Labiée		1							
Borraginée					1				
Plumbaginacées						2			
Caryophyllacées	1								2
Chenopodiacées	1		5		1	7	12		1
Crucifères			1					1	
Ombellifère								1	
Rosacées								2	1
Renonculacées								5	3
Plantains								3	3
Nombre de pollens	17	46	242	41	215	202	32	53	46

Figure 50 – Diagramme et liste polliniques du gisement d'El Guettar (Tunisie) (Leroi-Gourhan 1958 ; DAO O. Laroche)

- Cadre chronologique

Afin de cerner la temporalité d'El Guettar dans la chronologique de la Préhistoire, A. Leroi-Gourhan a comparé ces variations aux fluctuations climatiques qui ont eu lieu en Europe durant le Quaternaire. Selon elle, les niveaux U et T' correspondraient à la fin du Riss-Würm, le niveau B2 au Würm II et le niveau L au Würm III (Leroi-Gourhan 1958). M. Gruet conclut que « *c'est au déclin de Würm II qu'El Guettar peut le mieux se placer* » (Gruet 1958).

Il faut prendre ces informations avec réserve. D'une part, les modèles européens ne peuvent pas s'appliquer directement au territoire africain. La chronologie alpine, comme son nom l'indique, repose sur des observations géologiques faites dans le massif alpin, mais les phénomènes glaciaires qui ont touché l'Europe méridionale durant le Pléistocène n'ont eu que de faibles répercussions sur l'Afrique du Nord. Si en Europe le Quaternaire est subdivisé en phases glaciaires et interglaciaires, en Afrique du Nord ce sont plutôt des alternances de phases humides (pluviales) et arides (inter-pluviales) qui s'observent (DeMenocal 1995 ; Campmas 2012). D'autre part, de nos jours, les paléoclimatologues raisonnent plus en termes de stades isotopiques (MIS) qu'en cycles de glaciation, la chronologie isotopique étant plus précise et offrant une échelle globale plutôt que locale.

Ainsi, si l'on convertit les données issues des analyses polliniques en stades isotopiques, la chronologie d'El Guettar serait la suivante :

- **Niveaux U et T' : MIS 5 (123 ka - 71 ka) ;**
- **Niveau B2 : MIS 4 (71 ka - 57 ka) ;**
- **Niveau L : MIS 3 (57 ka - 29 ka).**

Cette chronologie basée sur les pollens n'est évidemment pas suffisante pour pouvoir établir la temporalité d'El Guettar. Si grâce à leur composition biochimique, les grains de pollen possèdent une grande résistance face aux facteurs post-dépositionnels, ces derniers peuvent être dispersés par différents vecteurs (par ex. : vents, eaux, êtres vivants). Il existe une possibilité de migration des pollens au sein de la stratigraphie, elle-même discutable. Quelle crédibilité accorder à cette séquence palynologique ?

Il serait nécessaire de réaliser des prélèvements sédimentaires lors d'un nouveau retour sur le terrain afin d'appliquer des méthodes de datation absolue et de préciser la position chronologique du gisement dans le Middle Stone Age. Mais en l'état, les données issues des analyses polliniques de M. Van Campo et A. Leroi-Gourhan pour El Guettar sont parfaitement corrélables avec le cadre paléoenvironnemental d'Afrique du Nord au Pléistocène supérieur, obtenu grâce aux carottages sédimentaires marins et continentaux (cf p.43), à savoir :

- MIS 5 : climat humide avec accroissement du couvert végétal (forêt méditerranéenne) ;
- MIS 4 à MIS 2 : aridification avec extension de zones ouvertes et sèches (steppes et désert du Sahara) et diminution du couvert végétal.

b. Données archéozoologiques

- Liste faunique

L'étude la faune d'El Guettar a été faite par R. Vaufrey dans les années 1950 (Vaufrey 1954). Ce dernier a dressé un inventaire des grands mammifères présents dans le site. Les décomptes montrent un spectre faunique peu diversifié, dominé par les restes d'équidés : *Equus mauritanicus* ; *Alcephalus bubalis* (de nos jours désigné *Alcephalus buselaphus*) ; *Bubalis boselaphus* (également *Alcephalus buselaphus*) ; *Bos primigenius* ; *Gazella cuvieri* ; *Hyaena spelea* (de nos jours désignée *Hyaena hyaena*) ; *Rhinoceros simus* (de nos jours désigné *Ceratotherium simum*, ou *Ceratotherium mauritanicum* pour les gisements d'Afrique du Nord) ; *Rhinoceros mercki* (de nos jours réattribué à *Stephanorhinus hemitoechus* aussi appelé *Dicerorhinus hemitoechus*, pour les gisements d'Afrique du Nord [Guérin 1980 ; Géraads 2010]) ; *Camelus dromedarius* (Tableau 2).

N. Aouadi (2014) a effectué un nouvel inventaire des restes osseux conservés à l'Institut de Paléontologie Humaine (Paris). Ses déterminations taxinomiques sont légèrement différentes de celles de R. Vaufrey.

Niveaux	**Genre et espèce** **Vaufrey 1954**	**Genre et espèce** **Aouadi 2014, Aouadi *et al.* 2021**
B1	*Equus mauritanicus*	*Equus mauritanicus*
B2	*Equus mauritanicus,* *Alcelaphus buselaphus,* *Dicerorhinus hemitoechus*	*Equus mauritanicus,* *Alcelaphus buselaphus,* *Ceratotherium mauritanicum*
D	*Equus mauritanicus,* *Alcelaphus buselaphus,* *Bos primigenius*	*Equus mauritanicus,* *Alcelaphus buselaphus,* *Bos primigenius*
E	*Equus mauritanicus,* *Hyaena hyaena*	*Equus mauritanicus,* *Alcelaphus buselaphus,* *Hyaena hyaena*
F	*Equus mauritanicus*	*Equus mauritanicus*
G	*Camelus dromedarius*	*Camelus dromedarius*
I	*Alcelaphus buselaphus*	*Alcelaphus buselaphus*
L	*Equus mauritanicus,* *Alcelaphus buselaphus,* *Camelus dromedarius*	*Equus mauritanicus,* *Alcelaphus buselaphus,* *Camelus dromedarius*
S	*Equus mauritanicus,* *Alcelaphus buselaphus*	*Equus mauritanicus*
T	*Equus mauritanicus,* *Alcelaphus buselaphus,* *Bos primigenius,* *Dicerorhinus hemitoechus,* *Gazella cuvieri*	*Equus mauritanicus,* *Alcelaphus buselaphus,* *Bos primigenius,* *Ceratotherium mauritanicum,* *Gazella cuvieri,* *Ammotragus lervia*
U	*Equus mauritanicus,* *Alcelaphus buselaphus,* *Bos primigenius*	*Equus mauritanicus,* *Alcelaphus buselaphus,* *Bos primigenius*
Inconnu	*Ceratotherium mauritanicum*	*Phacochoerus aethiopicus*

Tableau 2 – Liste faunique d'El Guettar par niveau (d'après Vaufrey 1954 ; Aouadi 2014 et Aouadi et al. *2021)*

Ses décomptes montrent que les restes d'équidés sont en effet largement dominants (91,2% du stock osseux) (Tableau 3).

Taxon	Nombre de restes crâniens	Nombre de restes post-crâniens	Total
Équidés	284	28	312
Rhinocérotidés	16	0	16
Bovinés	1	1	2
Suidés	5	1	6
Camélidés	5	0	5
Hyénidés	0	1	1
Total	311	31	342

Tableau 3 – Nombre de restes fauniques d'El Guettar (Aouadi 2014)

Les études archéozoologiques citées précédemment sont limitées en raison du mauvais état de conservation physique des restes. Les os sont souvent « *réduits à l'état de purée d'esquilles* » (Gruet 1958). La nature du site et les économies de subsistance ne peuvent être définies du fait de la quasi-absence de restes postcrâniens et d'un certain nombre de lacunes liées aux fouilles anciennes : absence de tamisage, collecte sélective des vestiges osseux (prélèvement des pièces entières, non prélèvement des esquilles), provenance stratigraphique incertaine de certains restes, etc.

- Cadre paléoenvironnemental

Malgré les biais cités précédemment, il est tout de même possible de dresser un cadre paléoenvironnemental à partir des restes fauniques, en appliquant le **principe d'actualisme**[31]. Les exigences écologiques des animaux leur confèrent un rôle important dans les études paléoclimatiques car ils sont pour la plupart inféodés à des milieux particuliers (Tableau 4).

Espèce	Milieu
Alcelaphus buselaphus (bubale)	Zones de plaines arborées
Gazella cuvieri (gazelle)	Hauts plateaux et zones montagneuses de hautes altitudes (jusqu'à 2 500 m) ; steppes boisées ; forêts clairsemées
Ammotragus lervia (mouflon à manchettes)	Zones escarpées et forestières de montagne
Hyaena hyaena (hyène rayée)	Paysages ouverts (steppes et déserts) ; forêts méditerranéennes

Tableau 4 – Préférences écologiques de certains mammifères d'El Guettar (d'après Campmas 2012)

[31] **Principe d'actualisme** : principe selon lequel les exigences écologiques des espèces fossiles sont sensiblement les mêmes que celles des espèces actuelles, ou du taxon actuel le plus proche. En se basant sur l'écologie des espèces actuelles, il est possible par analogie de reconstituer les paléoenvironnements. Ce principe implique d'admettre que les espèces considérées vivent de nos jours dans le même milieu que par le passé. Toutefois, il existe des variations d'exigences écologiques chez certaines espèces. Aussi, certaines espèces disparues n'ont pas d'équivalent contemporain (*Megaloceros giganteus*). De plus, certains biomes se sont déplacés ou ont disparu au cours des fluctuations climatiques du Quaternaire (steppe à mammouths). Enfin, l'Homme a pu exercer une influence sur les exigences écologiques des espèces, en modifiant les territoires.

Des groupes d'associations fauniques ont été proposés originellement pour des faunes européennes par F. Delpech *et al*. (1983) à partir des ongulés. Sur le même principe, N. Aouadi a défini dans ses travaux 4 grands groupes d'associations fauniques à partir des ongulés se rencontrant en Afrique du Nord, qu'elle utilise comme marqueurs paléoenvironnementaux :

- Le groupe de milieu boisé : suidés (*Sus scrofa*, *Phacochoerus aethiopicus*), cervidés (*Megaceroides algericus*) - groupe théorique car aucun site étudié dans ses travaux n'a livré de façon certaine des restes de suidé et de cervidé ;
- Le groupe de milieu escarpé peu boisé : caprinés (*Ammotragus lervia*), antilopes (*Gazella cuvieri*) ;
- Le groupe de milieu ouvert non désertique : équidés (*Equus mauritanicus*, *Equus melkiensis*, *Equus algericus*), rhinocérodités (*Ceratotherium mauritanicum*), bovinés (*Bos primigenius*, *Pelorovis antiquus*), alcelaphinés (*Alcelaphus buselaphus*, *Damaliscus sp*.), hippotraginés (*Hippotragus equinus*), antilopes (*Gazella atlantica*), reduncinés (*Kobus kob*, *Redunca sp*.) ;
- Le groupe de milieu ouvert et désertique : antilopes (*Gazella dorcas*), hippotraginés (*Oryx dammah*).

L'association de rhinocéros, d'équidés et d'antilopes à hauteur de 98,2 % (Figure 51), indique que **le paysage correspondait bien à un milieu ouvert non désertique sec de type steppe**. La présence de suidés à hauteur de 1,8 % semble également indiquer un milieu boisé, mais N. Aouadi souligne le fait qu'« *un grand doute plane encore sur la validité de la présence de suidés car leur contexte stratigraphique est resté inconnu* » (Aouadi 2014). Il n'est cependant pas improbable que le paysage ait bien été de type mixte à certaines périodes (forêt + steppe), car les caractères de ces deux milieux se retrouvent dans la végétation résultant de l'analyse palynologique présentée précédemment.

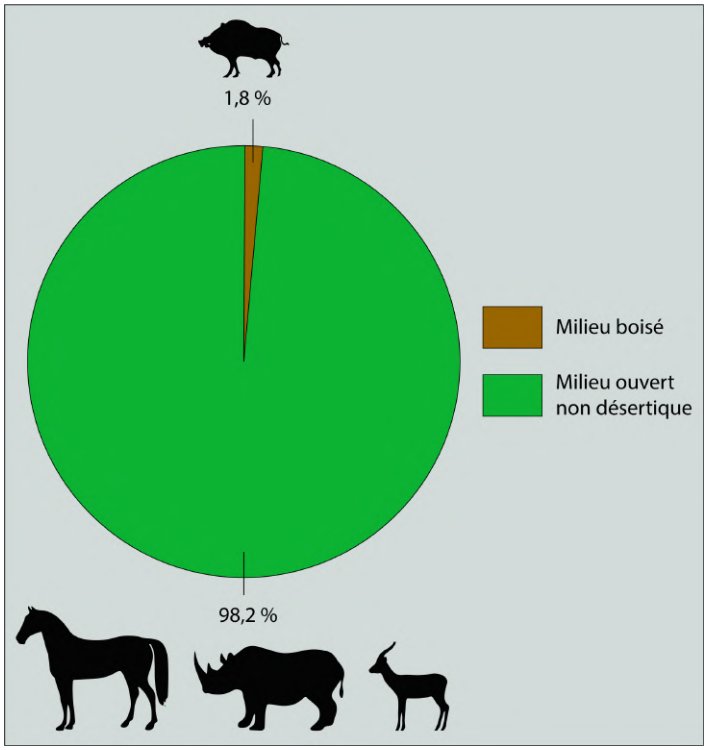


Figure 51 – Associations fauniques d'El Guettar (d'après Aouadi 2014 ; DAO O. Laroche)

- Cadre chronologique

En Afrique du Nord, les datations radiométriques ne sont pas systématiques et sont encore limitées en nombre. Par conséquence, la biochronologie[32] est largement employée comme méthode alternative dans cette région. Comme nous l'avons discuté en p. 43, les fluctuations climatiques au cours du Quaternaire ont grandement impacté le Sahara. Durant les phases humides, il se couvre de vastes steppes herbeuses peu arborées et constitue une voie de passage pour les communautés animales et humaines (Osborne *et al*. 2008, Blanchet *et al*. 2021). Durant les phases arides, le désert s'étend et agit comme barrière écologique et physique, influençant les faunes et les populations humaines à migrer dans des régions adjacentes. Ainsi, certaines espèces fauniques constituent d'excellents indicateurs biostratigraphiques car grâce à leurs phases d'apparition et d'extinction dans la région, il est possible de situer chronologiquement les occupations humaines dans les sites archéologiques.

Le gisement d'El Guettar a livré des faunes attribuées au Pléistocène moyen et au Pléistocène supérieur (Tableau 5). Sa liste faunique est typiquement rapportée au **Pléistocène supérieur**. La présence d'*Ammotragus lervia*, qui n'apparait qu'au Pléistocène supérieur, va en ce sens. Cependant, il est extrêmement difficile d'appréhender précisément la temporalité d'El Guettar à partir des données biochronologiques. Les données rapportées dans ce travail ne sont que des éléments permettant un calage très large du site dans la chronologie préhistorique nord-africaine.

Espèce	Chronologie	Sites (Afrique du N-O.)
Bos primigenius	Pléistocène moyen, généralement rapporté au Pléistocène supérieur	Doukkala II, Djebel Irhoud, Bouknadel, Dar es Soltane 1, Skhul…
Alcelaphus buselaphus	Pléistocène moyen et supérieur	Bouknadel, Columnata, El Mnasra, Mugharet el Aliya…
Gazella cuvieri	Pléistocène moyen, plus abondante au Pléistocène supérieur	Djebel Irhoud, Aïn Bahya, Bouknadel, Doukkala 2, Ifri n'Ammar…
Ammotragus lervia	Typique du Pléistocène supérieur	Rhafas, Bizmoune, Tamaris…
Phacochoerus aethiopicus	Présence très douteuse pour l'Afrique du Nord	Aucun site pléistocène du Maghreb n'a livré de restes.
Equus mauritanicus	Pléistocène moyen et supérieur	Carrière Thomas I, Bouknadel, Doukkala 2, El Harhoura 1…
Hyaena hyaena	Pléistocène moyen et supérieur	Djebel Irhoud, Tamaris, Mugharet el Aliya…
Camelus dromedarius	Probablement intrusif et Holocène	
Ceratotherium mauritanicum	Pléistocène moyen et supérieur	Ternifine, Aïn Meterchem, El Harhoura 2, Grotte des Rhinocéros
Dicerorhinus hemitoechus	Pléistocène moyen et supérieur	El Khenzira, Doukkala 2, El Harhoura 2, Djebel Irhoud, grotte des Félins…

Tableau 5 – Faunes pléistocènes non exhaustives d'Afrique du Nord (d'après Campmas 2012 ; Daujeard 2019 ; Geraads 2017 ; Aouraghe et Ouchaou 2011 ; et Philippe Fernandez, communication personnelle)

[32] **Biochronologie** : méthode de datation relative qui s'appuie sur les animaux fossiles et leur évolution biologique.

E. Un point sur le niveau T

a. Données générales

Le niveau T d'El Guettar, aussi appelée « tas », « hermaïon » ou encore « cairn » d'El Guettar est un ensemble qui jouit d'une grande notoriété dans la communauté scientifique des préhistoriens. Ce tas est « *une masse isolée, noyée dans le sablon pulvérulent A, sans rapport évident avec les autres sols* » (Gruet 1954) (Figure 52).

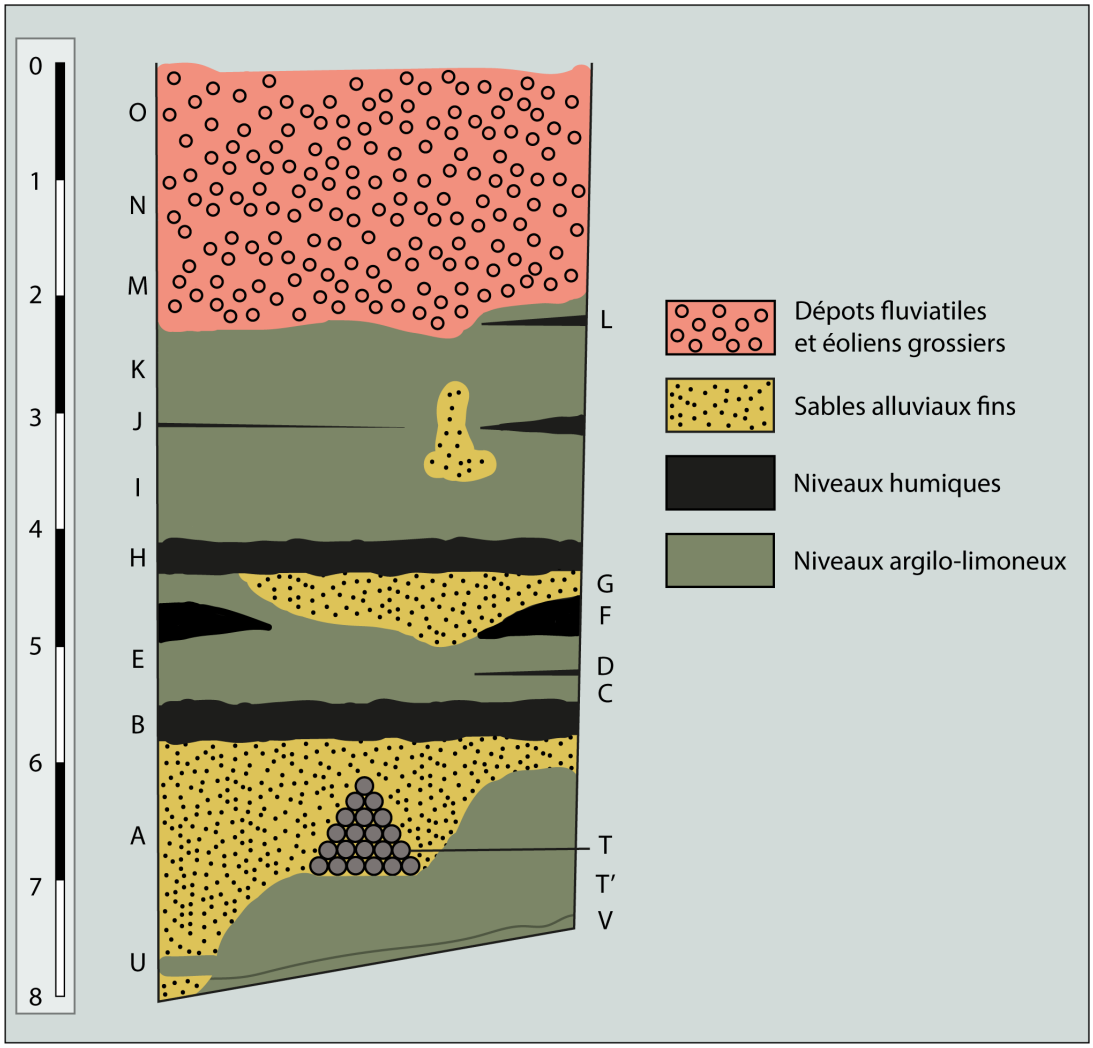


Figure 52 – Coupe Est-Ouest du gisement d'El Guettar, Tas (d'après Gruet 1952 ; DAO O. Laroche)

D'après le fouilleur, il s'agit d'un **amoncellement** formé de restes fauniques (mandibule de *Ceratotherium mauritanicum*, humérus, talus et premières phalanges de *Bos primigenius*, dents d'*Equus mauritanicus* [NMI = 12], dents et restes osseux d'*Alcelaphus buselaphus*, cheville osseuse de *Gazella cuvieri*), de plus de 4000 pièces d'industries lithiques de très belle facture dont une « *indiscutable pointe atérienne* » (Gruet 1952), de rognons de silex, et d'une soixantaine de boulets sphériques en calcaire, certains naturels, d'autres façonnés par piquetage, mesurant entre 4 et 18 cm. Le tout forme un cône régulier d'environ 75 cm de haut et de 1 m

30 de diamètre et repose sur une plaquette calcaire de la forme d'un triangle isocèle, lui-même reposant sur une plus grande plaquette de forme losangique (Figure 53).

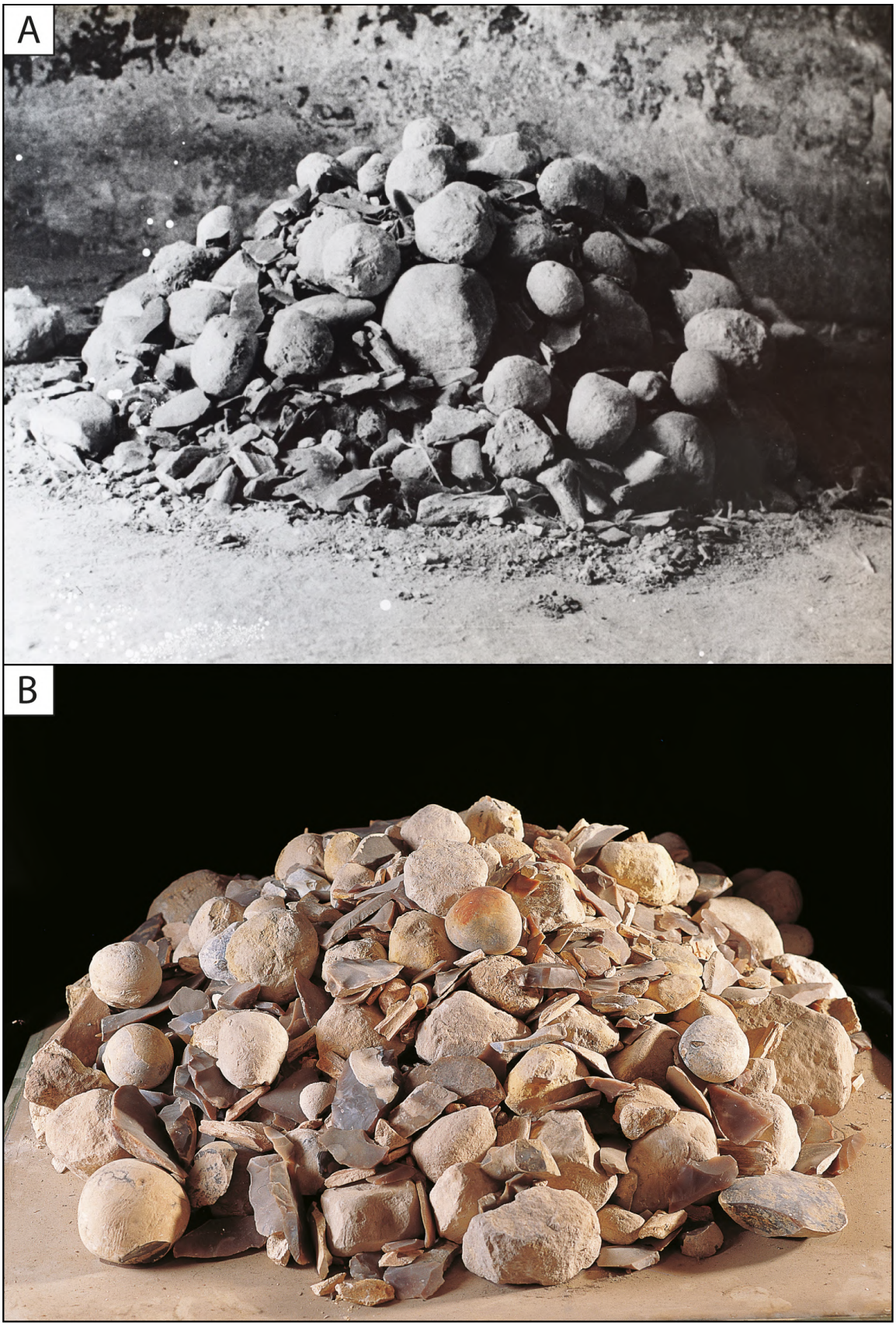


Figure 53 – A : Tas d'El Guettar, reconstitué hors de la fouille par M. Gruet pour la prise de vue photographique, « manquent les sphères du sommet, déjà emballées au moment de la photo » (Gruet 1954) ; B : Tas d'El Guettar exposé dans la salle de Préhistoire au Musée National du Bardo (Tunisie) en 1992, manquent les pièces conservées au musée de l'Homme (Paris) (©ASMGafsa) ; (DAO O. Laroche)

M. Gruet voyait en cet ensemble une construction volontaire qu'il interpréta comme monument cultuel dédié à la source artésienne. La source, vue comme une divinité locale, un *genius loci*, aurait attiré les hommes préhistoriques en ce point, et le tas serait un **dépôt votif** à son « esprit » (Gruet 1952, 1955). L'hermaïon d'El Guettar - en référence aux tas de pierres élevés par les Grecs au bord des routes en hommage à Hermès, protecteur des bergers, de leurs troupeaux et des voyageurs - devient dès lors « ***le plus vieux monument religieux*** » **de l'Humanité** (Camps 1982). Cette découverte fait grand bruit dans la communauté des préhistoriens et le gisement se retrouve mentionné dans pléthore d'articles (*e.g.* Balout 1965a, 1965b ; Bordes 1976 ; Camps 1974 ; Gobert 1952).

b. Discussion au sujet de la nature du "tas"

Les scénarios de mise en place de ce niveau sont multiples mais flous. Il existe de nombreuses images du tas, mais aucune *in situ*, lors de la fouille. La question de sa légitimité peut alors être posée.

Les investigations menées par N. Aouadi et L. Belhouchet en 2011 ont permis de réévaluer la fiabilité de l'interprétation symbolique proposée par M. Gruet. Les recherches ont montré que le « dépôt votif » n'avait en réalité **aucune base archéologique** (Aouadi *et al*. 2021). Une enquête orale auprès des ouvriers encore vivants ayant participé à la fouille a révélé que M. Gruet se tenait en haut du sondage, et que ses ouvriers se trouvant quelques mètres plus bas, lui passaient les pièces une à une (L. Belhouchet, communication personnelle). Le tas aurait donc été reconstitué par M. Gruet lui-même sur le cliché en Figure 53. Deux hypothèses sont alors possibles :

- Il s'agit d'une reconstruction *ex nihilo* de M. Gruet avec des éléments épars qu'il aurait ramassé sur un même plan et il en aurait fait lui-même une structure, sans réalité archéologique derrière. Il s'agirait donc d'un biais cognitif affectant l'interprétation de la découverte.
- Il s'agit d'une reconstruction fidèle de quelque chose qui part d'une anomalie stratigraphique afin de prendre des photographies hors de la fouille, le niveau T se situant dans les niveaux les plus profonds.

Le tas en tant que construction n'a pas été accepté par les géologues contemporains de M. Gruet, en raison de la présence de la source artésienne. Ces derniers expliqueraient l'amoncellement par un soulèvement du matériel dû à l'action de l'eau, du bas vers le haut (Gruet 1958). Les sources artésiennes du bassin d'El Guettar apparaissent cependant à l'Holocène, en lien avec l'activité tectonique ayant affecté la région (déformations donnant lieu à des failles et sismicité) et ces dernières sont logées dans les calcaires crétacés du piémont du mont Orbata, précisément au niveau des lignes de faille (Mokadem *et al*. 2015).

Au regard de la coupe stratigraphique et des données sédimentologiques, les géologues actuels attestent d'une stratigraphie de terrasses alluviales sans lien avec la présence d'une source artésienne (Paul Goldberg et Vincent Ollivier, communications personnelles). **L'accumulation pourrait alors être d'origine fluviatile, due aux apports des différents sédiments par les oueds (cailloutis, sables, boulets), du haut vers le bas.**

Le bassin d'El Guettar a en effet connu durant le Quaternaire des alternances climatiques entre phases humides et phases sèches. J-O. Job signale que durant les phases humides, la plaine d'El Guettar est inondée et ses berges s'étendent (Job 1992). D'après ses analyses, le niveau du chott était dans le passé 17 mètres plus haut que le niveau actuel. M. Gruet avait d'ailleurs soutenu l'hypothèse d'une continuité stratigraphique avec une colline au pied du djebel Orbata, se situant actuellement à 17 m au-dessus de la surface du chott. Cette dernière est composée d'une série de couches d'argiles gypseuses grises-vertes analogues à celles de la fouille. Selon lui, « *comme rien dans le relief, aucune barre rocheuse, ne sépare ces niveaux horizontaux du chott, force est de conclure qu'ils s'étendaient à toute la surface du bassin d'El Guettar* » (Gruet, 1954). Un de ces niveaux a livré des lamelles à dos d'aspect ibéromaurusien, et ce dernier est surmonté d'un encroûtement à hélix. Si l'hypothèse d'une continuité stratigraphique est exacte, les alluvions du chott auraient donc augmenté de 17 m d'épaisseur entre les occupations moustériennes et ibéromaurusiennes. Le griffon de sablon, dans lequel se trouvait le tas, est donc probablement postérieur à l'occupation pléistocène.

L'attrait de la population durant le Pléistocène serait donc dû à l'existence d'un paléolac aujourd'hui asséché qui recevait les eaux de ruissellement lors des périodes humides, facilitant l'installation des populations à proximité d'un réservoir naturel d'eau (Figure 54).



Figure 54 – Reconstitution artistique de l'environnement d'El Guettar au Pléistocène avec son paléolac (image générée par l'intelligence artificielle de Midjourney et modifiée ; ©OcéaneLaroche)

L'analyse de sédiments marins provenant de carottages réalisés dans golfe de Syrte (Nord de la Libye) appuie l'hypothèse d'un paléolac. Elle montre un apport fluvial important au MIS 5, lié à la réactivation de systèmes hydrographiques (Blanchet *et al*. 2021) (Figure 55).

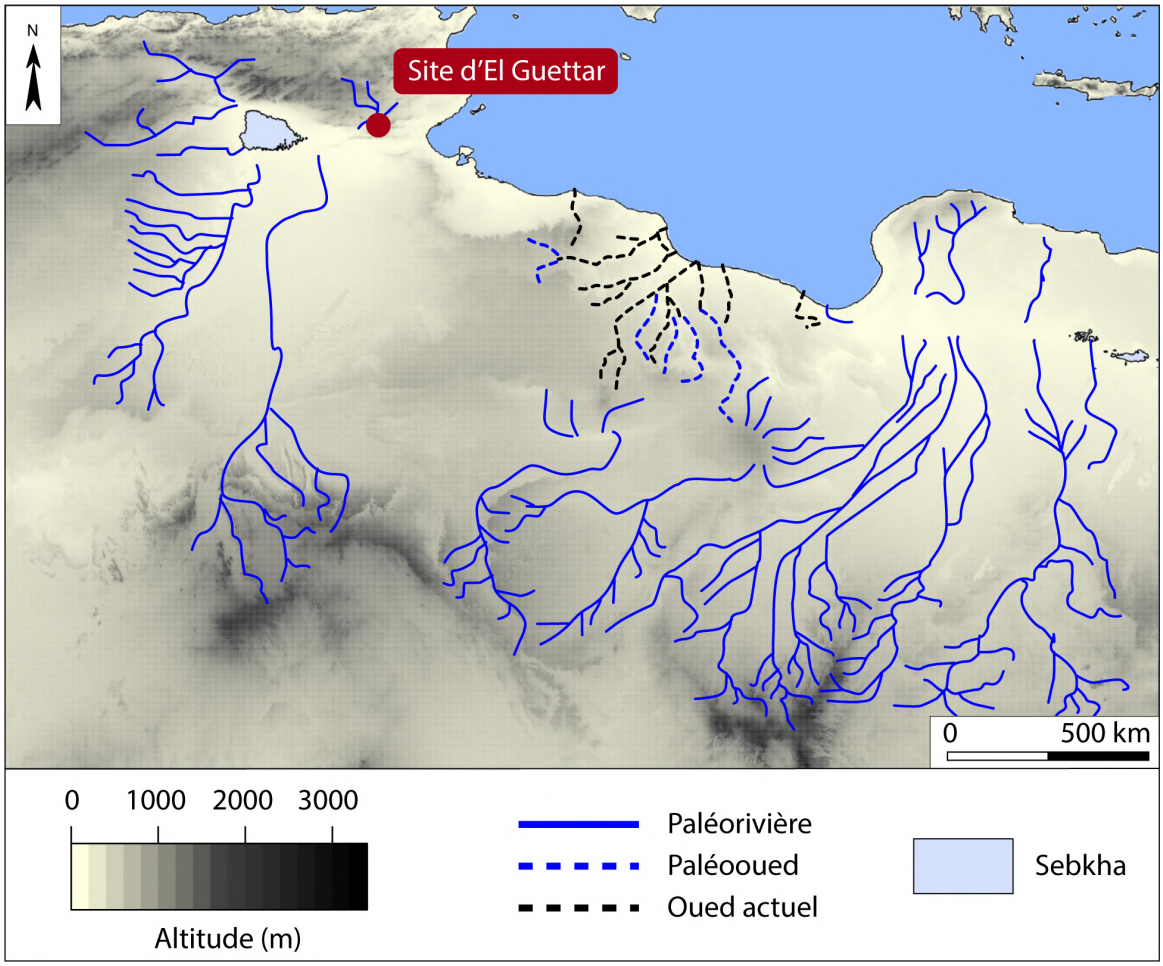


Figure 55 – Carte des systèmes paléoriviers dans la région du golfe de Syrte (d'après Blanchet et al. 2021 ; DAO O. Laroche)

La forme conique de l'amoncellement pose toutefois question. Dans les contextes alluviaux, les accumulations naturelles prennent des formes lenticulaires, comme en témoignent les lentilles sableuses de la couche S et ses diverticules dans toute la stratigraphie du site.

Il est intéressant de noter que de nos jours, un rituel païen de fertilité est pratiqué par les habitants du village d'El Guettar, sur la colline sacrée de Lalla Galla bordant le village. Une femme chamane mène la cérémonie. Les couples désireux d'avoir un enfant, viennent avec une tête de mouton découpée en morceaux enveloppée dans un linge blanc. Dans l'un des morceaux a été camouflée une aiguille, symbolisant l'infertilité. Une fois au sommet de la colline, le couple se met dos à dos, tête de mouton entre eux. Chacun pioche un morceau de la tête du mouton et cherche l'aiguille cachée dans l'un d'eux. Celui qui trouve l'aiguille est considéré comme la personne infertile du couple, et doit la briser avec une pierre (Labourdette 2018). Les restes fauniques sont ensuite déposés sur la colline, ou dans des grottes en contrebas qui constituent des marabouts (Aouadi *et al*. 2021). Petit à petit, des amoncellements d'ossements et de pierres se créent (Figure 56).



Figure 56 – A : amoncellement d'ossements animaux et de pierres sur la colline Lalla Galla d'El Guettar (©escapade-Tunisie.com) ; B : lieu de dépôt de restes fauniques et de pierres (©NabihaAouadi)

La présence d'un tel culte en cet endroit est énigmatique. M. Gruet eût-il connaissance de ces rites ? Ceci aurait pu fortement influencer sa vision du « cairn » par la sphère spirituelle et le pousser à surinterpréter les données ? Ou bien alors, le tas est-il réellement un dépôt anthropique qui aurait subi par la suite des remaniements dus à des phénomènes de crues ?

Dans le cadre de ce travail, les analyses taphonomiques, technologiques et structurelles que nous avons réalisées sur le matériel lithique fournissent des indications précieuses sur les modes de dépôts et les processus sédimentaires. Elles nous permettront de nous positionner davantage quant à la nature de cette accumulation.

c. Proposition de datation relative

Une datation relative du niveau T peut être établie en exploitant les données chronologiques disponibles. Les plus anciennes occurrences de pièces pédonculées connues à ce jour proviennent des sites marocains de Bizmoune (149 ± 63 ka) et d'Ifri N'Ammar (145 ± 9 ka), fournissant ainsi un *terminus post-quem*[33] pour ce niveau. Les analyses polliniques indiquent que les niveaux sous-jacents (U et T') seraient attribués au MIS 5 (123 ka - 71 ka), caractérisé par un climat humide et un développement du couvert végétal, tandis que les niveaux sus-jacents (B2) appartiendraient au MIS 4 (71 ka - 57 ka), marqué par une aridification du climat et l'expansion des paysages steppiques et désertiques. Par ailleurs, les données archéozoologiques révèlent une faune typique d'un environnement steppique (MIS 4) et rattachée au Pléistocène supérieur (126 ka - 12 ka), notamment avec la présence d'*Ammotragus lervia*. Enfin, la comparaison à des données sédimentaires disponibles à l'échelle régionale et extrarégionale suggère l'existence d'un paléolac au MIS 5.

La synthèse de ces éléments permet d'estimer la datation relative du niveau T **entre la fin du MIS 5 et le début du MIS 4, soit aux alentours de 100-70 ka.**

d. Attribution culturelle

Selon les auteurs, le site d'El Guettar, et plus précisément le niveau T, est tantôt qualifié de Moustérien, tantôt d'Atérien.

Pour M. Gruet, Moustérien et Atérien ont cohabité « *il a fallu extraire plus de 4.000 pièces retouchées moustériennes pour trouver parmi elles une pièce pédonculée atérienne typique. Moustérien et Atérien ont donc été au moins partiellement contemporains à El-Guettar* » (Dalloni 1955). J. Chavaillon (1992) se demande s'il s'agit d'un hapax[34], témoignant de la contemporanéité du Moustérien et de l'Atérien, ou le passage de l'un à l'autre. Pour F. Bordes, il s'agit de Moustérien (Bordes 1953), et plus spécifiquement de « *Moustérien à objets atériens sporadiques* » (Bordes 1976). Pour L. Balout (1967), J. Tixier (1967), ou encore G. Camps (1973), l'attribution est purement moustérienne. Pour J. Morel (1978), J. D. Clark (1982) ou A. L. Hawkins (2001), le site appartient à l'Atérien, car « *la présence d'une pièce pédonculée est suffisante* » pour l'attribution (Clark 1982).

Conformément à la discussion terminologique du chapitre 1, nous choisirons dans ce travail de ne parler ni d'Atérien ni de Moustérien, mais de Middle Stone Age.

[33] **Terminus post-quem** : date minimale, la plus ancienne, auquel le niveau peut appartenir.
[34] **Hapax** : qui n'a qu'une seule occurrence dans un corpus donné, événement unique.

II. Le choix du site étudié

1. Choix du site

Le site d'El Guettar a été retenu pour l'étude en raison de plusieurs critères clés :

- **Contexte géographique et paléoenvironnemental** : Situé dans un environnement semi-aride à proximité d'une oasis et entouré de reliefs montagneux, El Guettar a attiré les populations humaines grâce à la disponibilité d'eau et à la présence de gisements de silex de haute qualité, idéal pour la production d'outils lithiques. Ces caractéristiques ont favorisé l'occupation du site durant le MSA.
- **Critère archéologique** : El Guettar est attribué au MSA et figure parmi les rares sites « moustériens » stratifiés en Afrique du Nord, avec une séquence archéologique développée. Ses productions lithiques sont typiques du NAMSA, marquées par une forte présence de débitages Levallois et d'outils tels que les pointes.
- **Critère de conservation** : Les pièces retrouvées sont, dans l'ensemble, en excellent état de conservation.
- **Valorisation des collections anciennes et tunisiennes** : El Guettar représente une opportunité rare de mettre en valeur des collections anciennes souvent citées mais non réexaminées. Malgré de nombreuses références dans la littérature, ce site est peu étudié et offre la possibilité de mettre en avant les séries tunisiennes, en contraste avec les nombreuses recherches menées en Afrique du Nord ces dernières années.
- **Une révision du matériel lithique**, qui n'a pas été faite à l'exception du mémoire de M. Tachouaft 2011.

2. Choix du niveau T

Le niveau T a été choisi pour plusieurs raisons essentielles liées à la richesse et à la pertinence des artefacts mis au jour :

- **Signification culturelle** : Souvent qualifié de « cairn », le niveau T est important dans la littérature car longtemps considéré comme une structure construite. Cependant, il demeure mal connu et peu documenté au-delà de son caractère supposé symbolique. L'approche taphonomique menée vient renouveler ces questionnements.
- **Diversité des outils lithiques** : Ce niveau a livré des milliers d'artefacts lithiques, dont une grande variété typologique d'outils (racloirs, pointes, grattoirs, perçoirs, etc.). La collection étudiée se compose principalement de produits finis, en grande partie des pièces retouchées, plaçant ainsi l'outil au cœur de l'analyse. Cette diversité en fait un corpus idéal pour des études structurelles approfondies.
- **Le choix de la méthode, adaptée à ce corpus** : Le matériel lithique provient de fouilles anciennes, avec des pièces non coordonnées, rendant impossible toute analyse de répartition du matériel. De plus, la collection a été partiellement dispersée, rendant plus difficile une reconstitution précise des chaînes opératoires et une analyse techno-économique exhaustive sur la gestion des matériaux. **La méthode structurelle permet de contourner ces biais, en se focalisant sur l'outil et sur la relation entre les supports et les nucléi, en termes de modalités d'obtention des caractères morphotechniques.**

Chapitre 4 :

Méthodes d'étude

I. Le site et la collection d'El Guettar

1. Historiographie

Dans un premier temps, il a été nécessaire de cerner et de caractériser le site. Pour ce faire, une véritable **enquête historiographique** a été menée, plus de 80 ans après les premières interventions archéologiques, afin de rassembler les rares éléments d'archives disponibles. Le tableau ci-dessous (Tableau 6) fait le bilan de la connaissance actuel d'El Guettar.

Type	Source	Contenu
Articles	• Gruet 1950, 1952, 1955, 1958 • Van Campo 1957, Leroi-Gourhan 1958 • Aouadi et Belhouchet 2010 • Aouadi *et al*. 2021	Articles généraux Analyses polliniques Sondage de 2010 Collections fauniques
Monographie	Gruet 1954	
Note	Vaufrey 1954	Inventaire faunique
Thèse	Aouadi 2014	Étude des restes fauniques
Mémoire de master	Tachouaft 2011	Analyse technologique menée sur les niveaux B1 et B2
Documentation de terrain[35]	Archives départementales de Maine-et-Loire (cote 214 J)	Notes de fouilles manuscrites, correspondances, cartes postales, photographies de terrain et quelques relevés stratigraphiques.

Tableau 6 – Archives disponibles sur le site d'El Guettar

Les **documents d'archives** sont **peu nombreux** et majoritairement **anciens**. Le site n'a pas fait l'objet de datations ou de campagnes de fouilles récentes, rendant sa caractérisation difficile. Pour appréhender le contexte particulier d'El Guettar en tant que sebkha, il a été nécessaire d'élargir les références bibliographiques à d'autres disciplines comme la géomorphologie, la sédimentologie et l'hydrologie. Ce travail répertorie l'ensemble des informations recueillies sur le site archéologique et son environnement.

2. Inventaire et récolement de la collection Gruet

L'un des principaux problèmes liés aux collections anciennes réside dans leur **dispersion** entre différents musées et collections privées. Des correspondances entre M. Gruet et le musée de l'Homme (MDH), puis après son décès entre son fils Y. Gruet et le MDH, permettent de retracer la répartition des pièces entre le MDH (Paris)[36] et le musée du Bardo (Tunis), ainsi que les modalités d'enregistrement. Concernant les collections fauniques, elles sont principalement conservées à l'Institut de Paléontologie Humaine (Paris), à l'exception des fragments brisés qui se trouvent au MDH. Quant aux industries lithiques, celles-ci ont été marquées lors de leur arrivée au MNHN en 1956 avec la référence 56.68 (numéro d'enregistrement de la collection correspondant à l'année et ordre d'entrée dans les inventaires MNHN), accompagnée du nom de la couche d'origine et d'un numéro unique associé à une liste typologique.

Un **inventaire exhaustif** du matériel conservé au MDH a été réalisé en amont de l'étude afin de vérifier l'intégrité de la collection. Chaque artefact a été répertorié dans un tableur Excel avec

[35] Informé par S. Soriano de l'existence de deux boîtes sur El Guettar aux Archives de Maine-et-Loire (cote 214 J), R. Nespoulet s'y est rendu pour inventorier et numériser la documentation donnée par Y. Gruet, fils du Docteur Gruet. Il n'a finalement découvert qu'une seule boîte.

[36] Il n'y a pas collection musée de l'Homme. Ce sont des collections MNHN déposées au MDH.

ses métadonnées (numéro de collection, numéro d'inventaire, couche). Étant donné que les pièces n'étaient pas classées par couche, il a été nécessaire de préciser leur emplacement exact dans les sachets, boîtes et tiroirs. Le niveau T a ensuite été sélectionné pour l'étude et il a fallu isoler[37] les pièces correspondantes. Les artefacts issus de la donation de 1999 par Yves Gruet (N = 156) n'avaient pas été marqués lors de leur entrée au MDH, sauf pour le nom du site et de la couche. Afin de simplifier leur étude, un **marquage** a été effectué, attribuant le numéro d'enregistrement 1999.1 suivi des numéros 1 à 156. De plus, le lot numéro 2366, composé de 215 petits éclats de moins de 4 cm non individualisés (seul l'un d'entre eux porte le numéro du lot), n'a pas été traité individuellement, car il n'était pas jugé pertinent pour l'étude technologique selon M. Gruet. Ce lot a été conservé tel quel pour ne pas modifier la classification de 1956 établie par le MDH. La seconde partie de la collection lithique du niveau T, conservée au musée du Bardo, n'a pas pu être étudiée en raison des conditions sanitaires et socio-politiques mentionnées en page 11.

L'inventaire réalisé présente quelques différences par rapport à celui du MDH (Tableau 7) :

Couche	Inventaire MDH (1956)	Inventaire O. Laroche (MDH)	Supposées être au musée du Bardo[38]	TOTAL
B		41		
B1	297	300	46	346
B2	802	677	416	1093
B3	20	21		
D	15	17	1	18
Déblais		103		
E	32	33		
F	63	63		
G	37	37		
H	45	47	1	48
I	22	22		
J	27	27	1	28
L	49	63		
M	3	3		
S	350	355	116	471
Niveau T - Cairn	1802[39]	1963[40]	2262	4225
U	208	210		
W	4	5		
Sans marquage		13		
Puits	24	41		
Emplacements divers	18			
TOTAL	3818[41]	4041[42]	2843	6229

Tableau 7 – Décompte des industries lithiques d'El Guettar par niveau et selon les musées

[37] Initialement, il était convenu avec L. Glémarec, gestionnaire des collections du MDH, que chaque pièce étudiée retrouverait sa place pour préserver le classement. Un long recollement a été mené, et lors de l'inventaire de retour, le niveau T a été isolé pour faciliter de futures recherches.

[38] D'après les correspondances entre M. Gruet et le MDH. Le musée du Bardo n'a pas effectué l'inventaire de sa collection. Celle-ci est considérée comme « trésor national » et est conservée dans un coffre-fort.

[39] Comprenant 1588 pièces notées dans le décompte typologique et les 214 petits éclats non marqués.

[40] Dont 1807 pièces de 56.68 et 156 pièces de 1999.1

[41] Collection 56.68 (M. Gruet) composée de 3619 pièces (pièces numérotées de 1 à 3619), dont 15 os et dents, soit 3604 industries lithiques. En ajoutant le lot des 214 petits éclats non marqués, le total est de 3818 pièces.

[42] Comprenant les 317 pièces lithiques de la collection 1999.1

3. Échantillonnage du niveau T

Le corpus lithique étudié provient **exclusivement du niveau T** (Tas) et comprend les 1963 pièces conservées au MDH. La richesse en matériel lithique de ce niveau a permis de procéder à un échantillonnage en accord avec la méthodologie adoptée. Tous les nucléi ont été analysés (n = 68), tandis que pour les supports, seules les pièces entières ou sub-entières ont été observées (n = 982). L'échantillon total se compose donc de **1050 pièces**.

II. Représentation des pièces

1. Dessins

Les dessins techniques de certaines pièces d'El Guettar ont été réalisés par Michel Gruet et publiés dans les ouvrages de 1954 et 1958 (Gruet 1954, 1958). D'autres (n = 17) ont été réalisés par Michel Grenet dans le cadre de cette thèse. Ces illustrations respectent les conventions définies par Dauvois (1976).

2. Prise de vues

Les pièces échantillonnées ont fait l'objet d'un important archivage photographique. De nombreux tests ont été réalisés afin de trouver les réglages optimaux pour photographier les industries lithiques étudiées. Dans le but de simplifier la prise de vue pour les « passionnés du lithique », la démarche adoptée est détaillée ci-dessous et fera l'objet d'une publication sous forme de Data paper dans la revue *Préhistoires méditerranéennes*.

- #### Protocole de prise de vues

• **Matériel photographique utilisé :** Les clichés ont été réalisés avec l'appareil photo Canon 6D mark II et de l'objectif Canon EF 24-105 mm f4/L.

• **Réglages de l'appareil photo :** Les réglages sur l'appareil photo utilisés sont les suivants :
- Mode AV (priorité à l'ouverture) ;
- Ouverture du diaphragme à F22, afin d'avoir la plus grande profondeur de champ possible pour une netteté sur toute l'épaisseur de la pièce ;
- ISO à 320 ou 400 (convient pour un intérieur lumineux) ;
- Format de photo en JPG (S1)[43] ;
- Retardateur de 2 secondes et déclanchement tactile, afin d'éviter les flous lors de la pression du déclencheur.

[43] Le format JPG a été choisi pour optimiser le stockage, compte tenu du grand nombre de clichés réalisés. Toutefois, les formats natifs comme le RAW sont à privilégier autant que possible, car ils préservent l'intégrité des données.

• **Mise en place :** L'appareil photo a été installé sur un statif de reproduction à une hauteur fixe de 25 pouces (63 cm). Ce recul est nécessaire pour assurer une mise au point optimale avec l'objectif utilisé. Cette hauteur fixe garantit que toutes les pièces sont photographiées à la même échelle, facilitant ainsi le traitement graphique ultérieur. Les pièces sont posées sur un fond noir mat, afin d'éviter les reflets, un fond blanc altère quant à lui les couleurs des objets. Une échelle plate de 5 cm est placée à côté de chaque pièce.

• **Réglages des lumières :** Afin d'obtenir une grande profondeur de champ (F22), il est essentiel que la pièce soit bien éclairée. Il est donc nécessaire d'ouvrir les stores et d'allumer les plafonniers si la lumière naturelle ne suffit pas. Conformément aux conventions du dessin lithique (Dauvois 1976), une lampe doit être placée en haut à gauche de la pièce, à environ 45° et à une vingtaine de centimètres de celle-ci, afin d'éviter la surexposition. L'utilisation de lumière jaune altère considérablement les couleurs des pièces, créant l'illusion d'une matière première différente sur la photo. C'est pourquoi une lumière blanche a été privilégiée pour obtenir un rendu le plus fidèle possible (Figure 57).

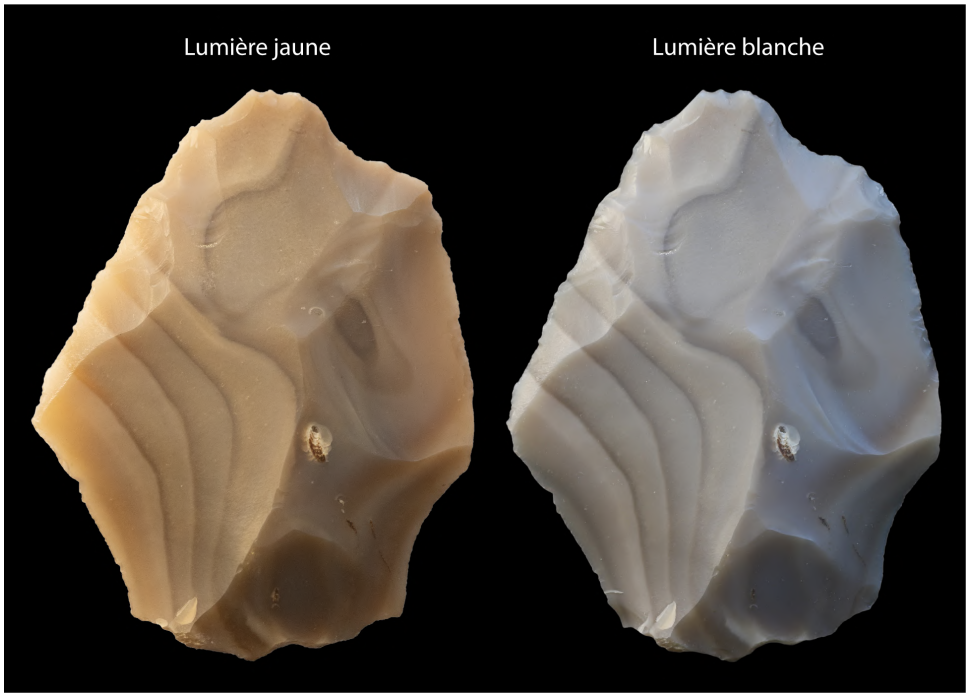


Figure 57 – Rendu de la matière première sous lumière jaune et lumière blanche

Lorsque certaines pièces apparaissaient trop claires sur les photos, une feuille Canson de couleur beige a été placée à côté d'elles afin de restaurer leur colorimétrie naturelle. Une feuille blanche a tendance à jaunir les pièces et une feuille rose tend à les verdir.

• **Prise de vues des pièces :** Chaque pièce a été photographiée sous 5 vues différentes : face supérieure, face inférieure, talon, bord gauche et bord droit. Pour les pièces présentant un tranchant distal, une 6ème photo de ce bord a été prise (Figure 58).

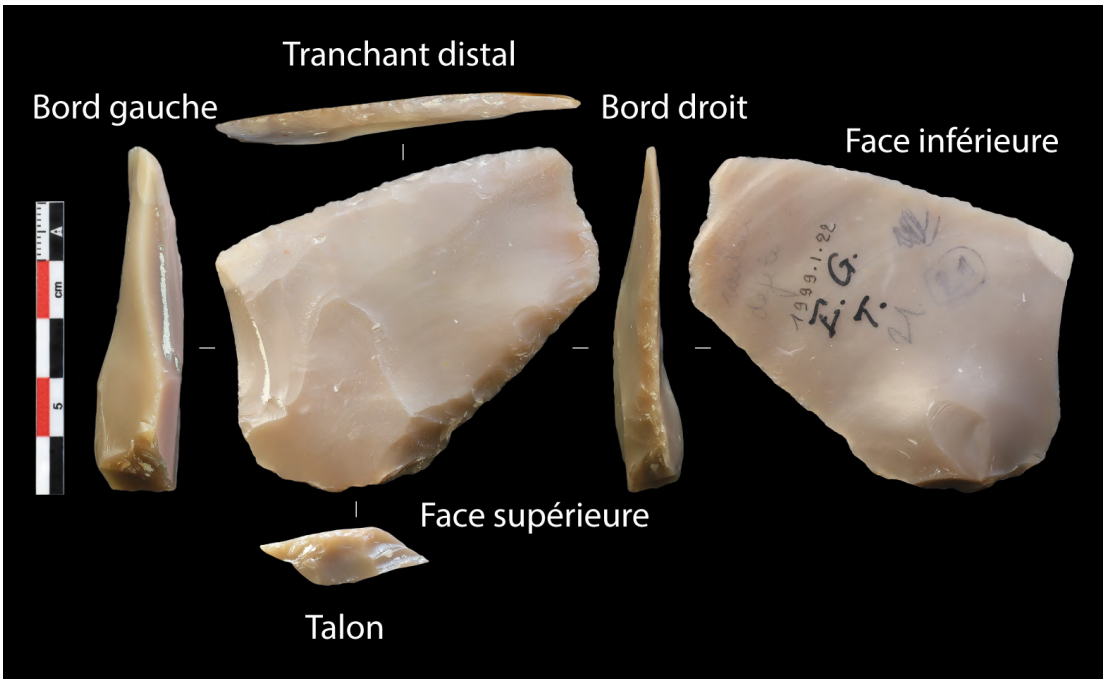


Figure 58 – Les différentes vues de l'outil lithique

Pour les prises de vue des talons, une petite boîte noire mate a été utilisée. La pièce est fixée avec de la pâte à fixe sur l'un des bords de la boîte, avec le talon orienté vers le haut et positionné aussi plat que possible. Cela assure une stabilité parfaite de la pièce, évitant ainsi les flous causés par des chutes dues à la gravité. Les talons sont entourés par la main, sans contact direct, pour restaurer les couleurs naturelles des pièces, de la même manière que la feuille Canson (Figure 59). Pour les bords, la technique de la boite ne peut être utilisée car elle cache la face fixée et occasionne une perte d'information concernant les profils des pièces. La technique usuelle de la pâte à fixe seule a été utilisée.



Figure 59 – Méthode de prise de vue du talon (©OcéaneLaroche)

3. Codes graphiques

A. Convention d'orientation des pièces

Les pièces sont représentées selon les vues des normes américaines comme l'illustre la Figure 58, à savoir :

Bord gauche – Face supérieure – Bord droit – Face inférieure
|
Talon

B. Choix de l'axe de représentation des pièces

a. Les supports

Dans le cadre d'une analyse structurelle, la représentation graphique peut être utilisée pour mettre en valeur les zones fonctionnelles définies, en présentant les pièces selon leur axe morphologique ou selon leur potentiel fonctionnel reconnu. Toutefois, nous avons choisi de conserver les normes de représentation classiques des pièces, orientées selon leur axe de débitage. Les raisons de ce choix sont les suivantes :

- Il s'agit d'un métalangage commun ;
- La lecture technologique n'est pas compliquée lorsqu'il s'agit de visualiser les préparations antérieures (orientation des enlèvements) ;
- Cela permet de mettre en évidence la manière dont les artisans ont configuré le support d'origine et organisé les UTF sur celui-ci (déjettements des UTF-t convergentes, mise en place d'UTF-p pour remettre l'outil dans son axe de symétrie fonctionnel, etc) ;
- Pour les pièces à multiples UTF-t, cela évite de devoir faire un choix arbitraire concernant la mise en avant d'une UTF plutôt qu'une autre.

b. Les nucléi

Les nucléi sont orientés en fonction du dernier enlèvement, selon son axe de débitage.

4. Archivage numérique des pièces

L'archivage photographique réalisé a pour vocation d'être mis à disposition sous forme de catalogue numérique. Il sera publié en accès libre sur la plateforme sécurisée et pérenne Nakala. Ces photographies répondront à un double objectif :

- Offrir un accès aux pièces à toute personne intéressée par les industries lithiques d'El Guettar ou, plus largement, par les industries lithiques du NAMSA. Les doctorants rencontrent de nombreux obstacles durant leur thèse et l'un des plus frustrants est sans doute l'inaccessibilité à certaines publications scientifiques et collections archéologiques. Le partage des connaissances et des travaux est crucial, car il est au cœur de la recherche.
- Représenter le plus fidèlement possible les caractéristiques de chaque pièce : matière première, dimensions, forme, courbure du profil, type de tranchants. Pour rendre l'analyse et la compréhension plus fluides, les clichés seront publiés à échelle réelle (1/1).

III. Mise en place d'une base de données et d'une grille d'analyse

1. La base de données

Deux bases de données ont été créées sur FileMaker18 afin d'optimiser la saisie des informations lors des observations sur les pièces et de faciliter les traitements statistiques après l'étude du matériel. Une pour les supports, organisée en plusieurs onglets correspondant à chaque grille d'analyse portant sur un volet précis : métrique, taphonomique, technologique, morphologique, typologique, structurelle, technotype. Une pour les nucléi, organisée en onglets : métrique, taphonomique, type de nucléus, surface de préparation, surface de production, support recherché, abandon.

Des annexes sont disponibles pour chaque grille d'étude des supports (Annexe 1 à 9). Cette organisation, contrairement à un tableur Excel, rend le processus plus fluide, simple et efficace. De plus, ces bases de données ergonomiques pourront être partagée, si nécessaire, pour servir de supports à d'autres chercheurs.

2. Les grilles d'analyse

Notre recherche s'articule autour de plusieurs volets, chacun étant abordé avec sa propre grille d'analyse.

A. Données taphonomiques

Les artéfacts ont été fabriqués, utilisés, abandonnés, puis mis au jour par les archéologues. Depuis leur abandon, ces objets ont pu être soumis à divers **processus taphonomiques**[44] complexes, tels que des phénomènes gravitaires (glissements de terrain, éboulis), tectoniques (failles), fluviatiles (ruissellement, soutirage karstique), éoliens (dépôts de lœss, érosion), géochimiques (altérations physico-chimiques dues aux éléments présents dans les sédiments), météorologiques et climatiques (gel-dégel, solifluxion[45]), biologiques (animaux fouisseurs, racines) ou encore anthropiques (labours). Ces processus ont pu perturber les dépôts archéologiques, entraînant des modifications **post-dépositionnelles** et **post-enfouissement**, tant au niveau de la surface que de la structure des artéfacts. À cela s'ajoutent des altérations et biais qui peuvent survenir lors de la fouille (dommages causés par les outils métalliques, échantillonnage lors du ramassage) ou après celle-ci (chocs lors du stockage, tri ou perte de matériel).

De nos jours, toute étude d'un matériel archéologique débute par une réflexion sur l'**intégrité de la série**. Cette étape préliminaire est indispensable car elle permet d'identifier les processus ayant potentiellement affecté le matériel et de cerner les limites de l'étude du corpus. Pour aborder la question de l'intégrité, le lithicien dispose de plusieurs outils tels que l'analyse

[44] **Taphonomie** : science définie en 1940 par Ivan Efremov, qui étudie l'ensemble des phénomènes naturels qui sont intervenus sur un assemblage, de son enfouissement jusqu'à sa mise au jour.
[45] **Solifluxion** : lentes coulées de débris lors des saisons chaudes, due au dégel de la partie superficielle du sol.

de la répartition spatiale des vestiges[46], l'analyse des fabriques[47], l'analyse quantitative et spatiale des remontages et des raccords[48] et l'analyse de la cohérence des chaînes opératoires[49] (Texier 2000).

Ces outils sont facilement applicables aux collections issues de fouilles répondant aux standards scientifiques actuels. Cependant, la collection d'El Guettar que nous étudions rencontre plusieurs difficultés :

- L'analyse de la répartition spatiale des vestiges est impossible car, comme c'est souvent le cas dans les fouilles anciennes, les objets n'ont pas été localisés précisément dans l'espace (pas de coordonnées en X, Y, Z) ;
- L'analyse des fabriques est également compromise par l'absence de relevés de données sur le terrain ;
- Les tentatives de raccords et de remontages avec les couches sus-jacentes et sous-jacentes n'ont pas pu être réalisées, en raison des conditions de conservation et de traitement de la collection au MDH (un récolement et inventaire de plusieurs jours, voire semaines, seraient nécessaires pour chaque couche).

Pour évaluer le taux d'intégrité du niveau T, il est donc indispensable de quantifier les mécanismes ayant potentiellement influencé la sédimentation[50] et à la diagénèse[51] des dépôts. Dans les conditions de cette thèse, la seule méthode applicable et utile est l'intégration des données taphonomiques par le biais d'une étude des états de surface de l'assemblage lithique. Il s'agit de la première étude basée sur la chaine évolutive des silicites au Maghreb.

a. Méthodologie

Pour mieux comprendre les processus de formation des modifications post-dépositionnelles, il est essentiel de prendre en compte l'évolution des silex au cours du temps. La **pétroarchéologie** est la discipline qui « *utilise les méthodes de la pétrographie, de la minéralogie et de la micropaléontologie pour tenter de résoudre des problèmes relatifs aux économies préhistoriques* » (Fernandes et Raynal 2010). Elle repose sur le concept de « **chaîne évolutive** » du silex, qui « *suit les transformations du silex, à partir de son gîte primaire, via le ou les gîte(s) secondaire(s), jusque dans le niveau archéologique* » (*ibid.*). Les silicites[52] sont des matériaux métastables dans leur environnement, dont la structure interne évolue en fonction

[46] Des artéfacts disposés aléatoirement sur l'ensemble de la surface fouillée témoignent de processus naturels n'ayant pas nécessairement affecté la répartition spatiale ; tandis qu'une concentration peut indiquer une structure/zone anthropique (zone de taille, dépôt), ou une concentration liée à des processus naturels.
[47] Dans des niveaux non remaniés, les objets longs n'ont pas d'orientation ou de pendage spécifique, les fabriques sont hétérogènes ; tandis que des fabriques homogènes - orientation et/ou pendage remarquable - peuvent indiquer une perturbation du matériel après son dépôt dans les sédiments.
[48] Présence de remontages et/ou de raccords intercouches, indiquant un niveau non intègre ou mal défini à la fouille.
[49] Présence d'éléments caractéristiques du technocomplexe et absence d'éléments intrusifs.
[50] **Sédimentation** : ensemble des processus qui aboutissent à la formation des sédiments.
[51] **Diagénèse** : ensemble des processus chimiques et mécaniques qui affectent un dépôt sédimentaire après sa formation et le transforment progressivement en une roche solide.
[52] **Silicites** : famille des roches siliceuses (composées de silice) : silex, silcrète, chert, silice hydrothermale.

des milieux traversés. Chaque étape du parcours laisse des traces sous forme de stigmates physico-chimiques spécifiques (dissolution / recristallisation) (Burroni *et al*. 2002).

Pour décrypter la nature et la chronologie de ces transformations, l'analyse pétrographique repose sur un examen détaillé des surfaces des silex, où chaque échantillon est décrit selon trois grilles d'observation (Delvigne *et al*. 2021) :

- La grille 1 (type génétique) documente la genèse du silex et détermine la composante biogénique du silex à travers les éléments figurés (clastes[53]) : répartition, abondance, taille et nature.
- La grille 2 (type gîtologique) décrit les milieux secondaires dans lesquels le silex a séjourné après avoir été expulsé de sa roche mère et avant d'être collecté par l'Homme, à travers la teinte héritée de la matrice, la description du néocortex (épaisseur, émoussé, dissolution, cimentation), la description de la zone sous-corticale « liseré » (épaisseur, teinte), la couleur de la patine et son intensité.
- La grille 3 (taphonomique) décrit les types et l'intensité des processus post-dépositionnels ayant affecté le silex depuis son abandon par l'Homme. Ces processus peuvent être chimiques (patines, adoucissement des nervures), mécaniques (esquillements, cassures, stries, chocs sur les nervures, lustre de friction, bords émoussés), ou thermiques (fissures, cupules) (Figure 60). Cette dernière grille d'observation permet d'évaluer l'intégrité des niveaux archéologiques et a été retenue dans cette étude pour reconstituer l'histoire post-dépositionnelle des industries lithiques d'El Guettar.

b. Appareils d'optique utilisés

Les surfaces des pièces ont été observées à la loupe binoculaire 3D Leica M165C avec un grossissement de x25 lors d'une première journée d'étude[54], puis au microscope 3D Hirox à grossissements variables, entre x6 et x40[55]. Les photographies ont été prises avec un Nikon D90 relié à la loupe binoculaire 3D Leica M165C ou directement à l'Hirox.

[53] **Claste** : fragment d'origine minérale ou organique d'origine détritique, entrant dans la composition d'une roche sédimentaire.
[54] Avec Paul Fernandes à Paléotime.
[55] Au LAMPEA.

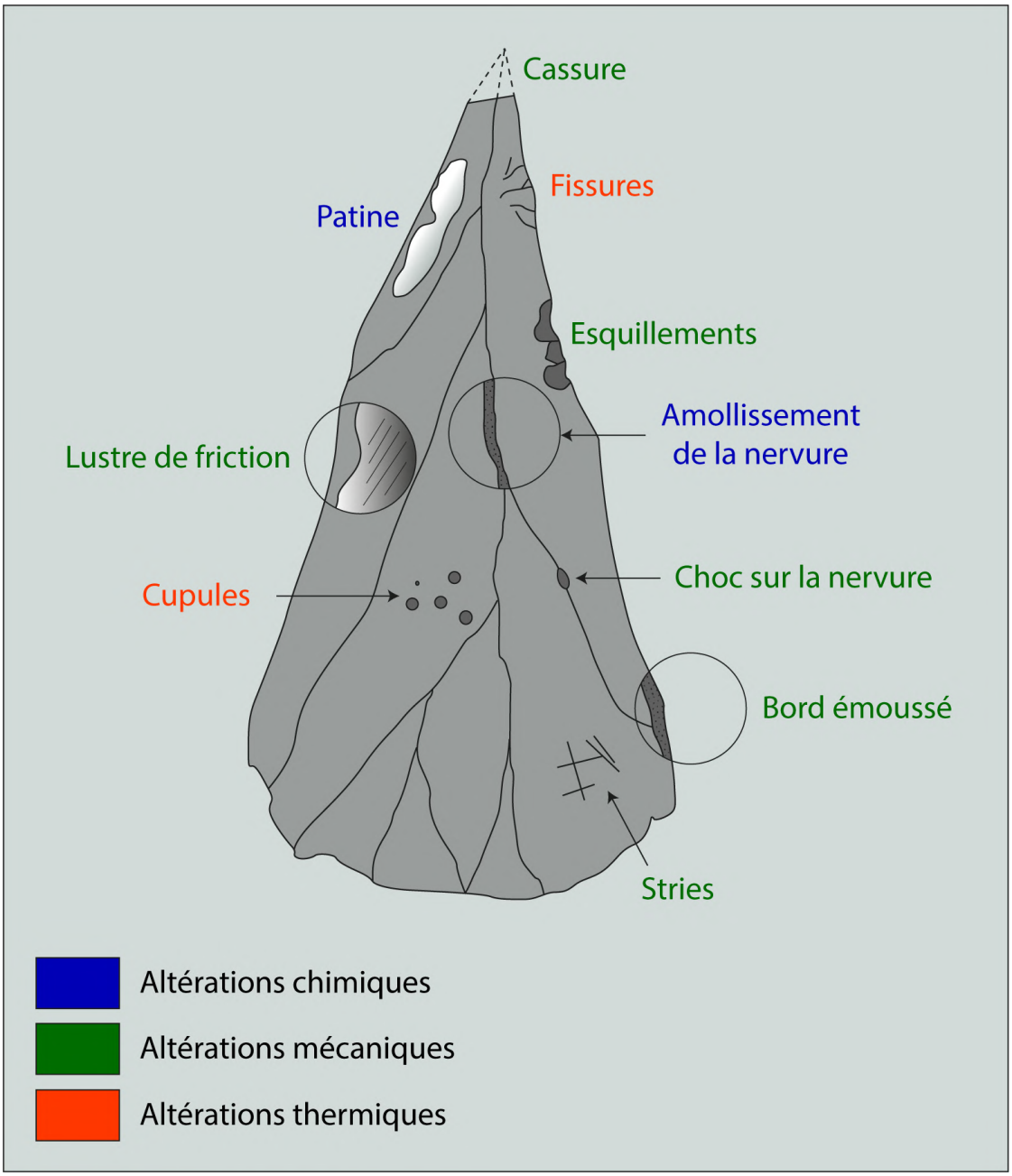


Figure 60 – Principales altérations taphonomiques affectant un silex (d'après Burroni et al. *2002 ; (DAO O. Laroche)*

c. Protocole

Les observations ont été réalisées sur pièces sèches, non immergées. Afin d'obtenir une vue d'ensemble, elles n'ont pas été effectuées sur l'ensemble du matériel lithique, mais sur un échantillon d'une vingtaine de pièces présentant des états de surface macroscopiquement variés.

Dans un premier temps, la polarité taphonomique[56] de chaque pièce a été déterminée – face exposée (celle ayant subi le plus d'altérations) et face dormante (reposant sur le sédiment) – car

[56] **Polarité taphonomique** : différence d'altération entre la face exposée et la face dormante, après son abandon par l'Homme.

les transformations affectant ces deux faces peuvent différer. En conséquence, les stigmates significatifs acquis lors des déplacements ne seront pas nécessairement les mêmes pour chaque face (Figure 61).

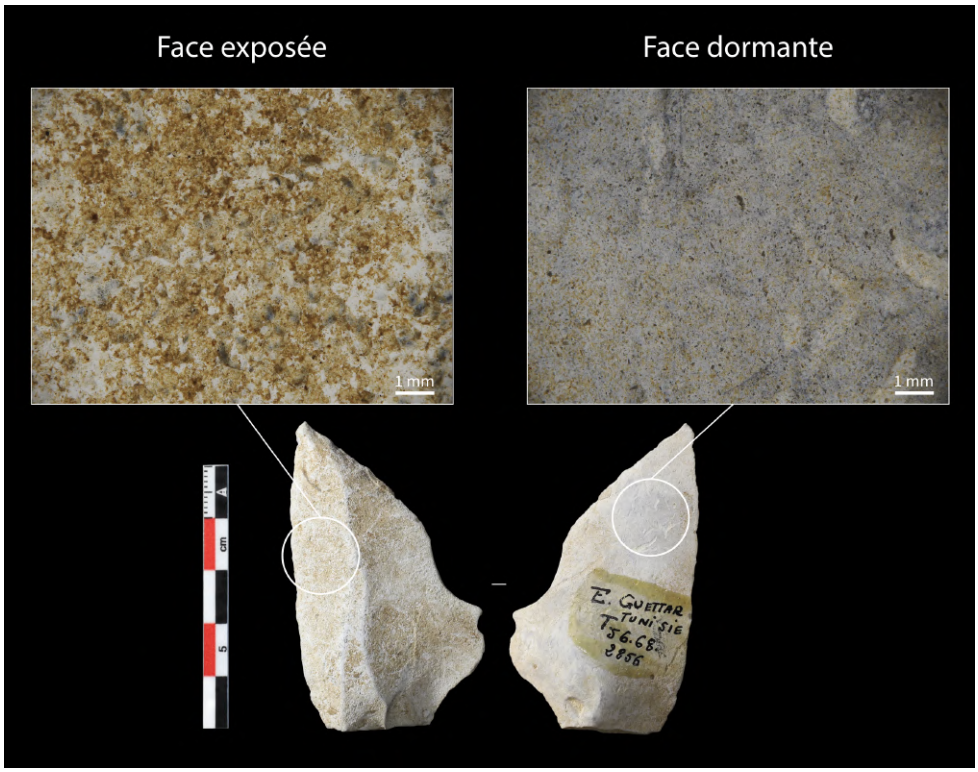


Figure 61 – Polarité taphonomique d'un artéfact en silex

Sur chaque face, les nervures principales ont d'abord été observées, suivies des bords, ces derniers étant les zones les plus affectées par les altérations mécaniques et chimiques (Figure 62) et pour finir, les surfaces planes.

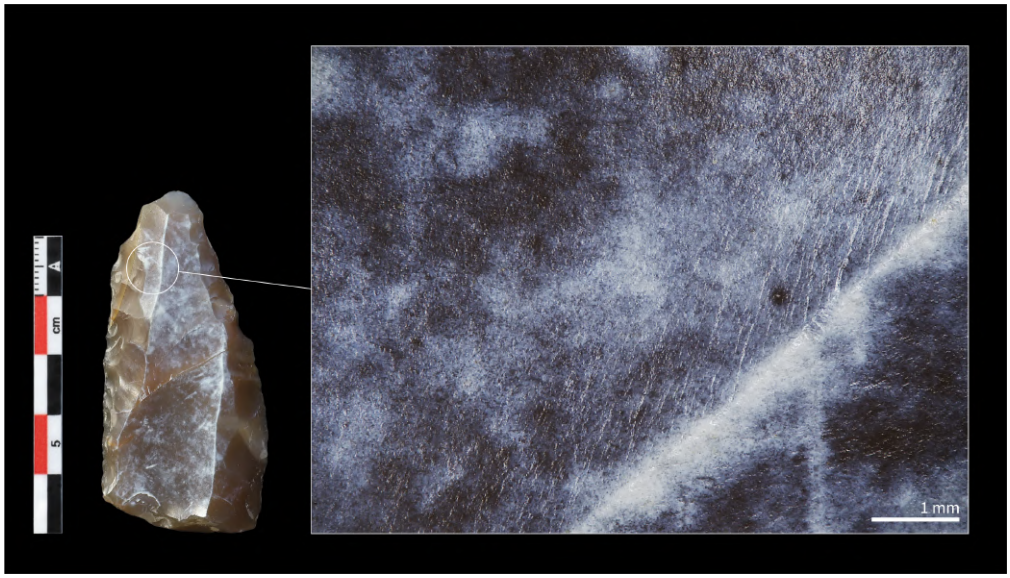


Figure 62 – Nervure patinée davantage que le reste de la surface de la pièce

B. Données pétroarchéologiques

Les industries lithiques du niveau T d'El Guettar ont exclusivement été taillées dans des **silicites, en particulier le silex**. Le silex est une roche chimique[57], formée dans des milieux crayeux et calcaires, dans les sédiments marins, lacustres ou palustres et contenant au moins 90 % de silice (généralement de la calcédonite) (Fernandes 2012).

Ces silex sont d'une **qualité remarquable**, à haute « *aptitude à la taille* » (Inizan *et al.* 1995) facilitant le détachement et le contrôle des supports (grande facilité de fracturation, bonne diffusion des ondes dans le matériau, contrôle sur la morphologie des supports). Ces aptitudes à la taille sont dues aux propriétés intrinsèques du matériau telles que l'homogénéité[58],la dureté[59], la ténacité[60] et l'isotropie[61], acquises dans le milieu de formation et modifiées lors des épisodes de dissolution et recristallisation. Les zones de recristallisation et de dissolution présentes dans le matériau témoignent d'une histoire géochimique et minéralogique propre à chaque variété de silex.

La pétroarchéologie, grâce aux outils de caractérisation minéralogique, pétrographique et micropaléontologique, permet de relier les silex à leur environnement d'origine en documentant leur genèse (grille 1) et les milieux secondaires traversés (grille 2). En retraçant le parcours des matériaux depuis leur lieu de collecte, cette discipline devient également un indicateur des déplacements humains. Les études sur les phases d'acquisition des matériaux et leur gestion relèvent de l'approche « techno-économique ».

Cette thèse n'étant pas un travail de pétroarchéologie, elle ne vise pas à fournir des résultats approfondis sur les stratégies d'approvisionnement ou sur la fréquentation des litho-espaces (*sensu* Delvigne 2016). Il s'agit d'une approche préliminaire qui décrit la variabilité des matériaux siliceux présents sur le site d'El Guettar et dans son environnement, à la lumière des données disponibles et des observations réalisées dans le cadre de cette étude.

a. Méthodologie

Afin de décrire les microfaciès sédimentaires, les grilles d'observation 1 et 2 précédemment décrites ont été renseignées.

b. Appareils d'optique utilisés

Les surfaces des pièces ont été observées à des échelles macroscopique puis microscopique, à l'aide d'une loupe binoculaire Leica M165C avec des grossissements multiples (de x20 à x100). Les photographies ont été réalisées au microscope 3D Hirox.

c. Protocole

Les observations ont été effectuées sur pièces submergées sous une fine tranche d'eau. Elles n'ont pas été menées sur l'ensemble du matériel lithique mais sur un échantillon de 30 pièces jugées macroscopiquement représentatives de la variété lithologique du corpus, préalablement

[57] **Roche chimique** : formée par la précipitation d'éléments dans l'eau.
[58] **Homogénéité** : répartition des éléments dans la matrice.
[59] **Dureté** : résistance à l'action mécanique (par exemple l'abrasion).
[60] **Ténacité** : résistance à la rupture.
[61] **Isotropie** : caractère de ce qui présente des propriétés mécaniques identiques dans toutes les directions.

triées à sec, tout en étant conscients que cette variabilité macroscopique ne reflète pas nécessairement la réalité archéologique.

Pour les comparaisons, nous disposons des travaux de prospection et d'identification des matériaux siliceux de la Tunisie centrale et méridionale réalisés par L. Belhouchet (Belhouchet 2015). Je n'ai pas entrepris de prospections pétrographiques supplémentaires, car l'analyse pétroarchéologique n'est pas au cœur de cette recherche et aussi en raison des restrictions sanitaires liées à la pandémie de COVID-19 durant une partie de la thèse.

C. Données structurelles et productionnelles

Nous avons appliqué les méthodes d'analyse structurelle et typo-technologique décrites en page 50, en suivant le protocole suivant :

a. Échantillonnage

L'analyse du corpus lithique a été structurée en deux axes principaux. Le premier **axe, d'ordre structurel**, se concentre sur un sous-échantillon de supports (hors nucléi) présentant des intentions fonctionnelles spécifiques (**n = 665**), comprenant :

- Les pièces retouchées (outils typologiques) ;
- Les supports bruts dits de « première intention », tels que les lames et pointes Levallois, souvent utilisés sans retouches supplémentaires car les caractères morphotechniques désirées sont déjà obtenus lors du débitage ;
- Les bords bruts réguliers, opposés ou adjacents à des bords retouchés, pour examiner la complémentarité des contacts fonctionnels entre les zones retouchées et non retouchées d'une même pièce ;
- Les pièces portant un aménagement uniquement sur la zone passive, sans aménagement de la zone active, comme les pièces à tranchant brut opposé à un dos façonné.

Les éléments exclus de l'analyse structurelle sont les suivants :

- Les pièces sub-entières trop fragmentaires pour révéler des intentions fonctionnelles, comme les pièces convergentes dont la terminaison distale est trop manquante pour calculer les angles de convergence et de pénétration ;
- Les éclats entièrement bruts. Bien que ces éclats présentent des propriétés fonctionnelles, la majorité d'entre eux est conservée au musée du Bardo (n = 1796), tandis que seuls 245 sont présents dans cet échantillon. Ce déséquilibre créerait un biais de représentation trop important pour établir une comparaison avec les pièces retouchées ;
- Les éclats présentant des retouches ambiguës, pouvant être interprétées à la fois comme fonctionnelles (liées à l'utilisation) ou taphonomiques (causées par des facteurs mécaniques). Le corpus de pièces avec une retouche intentionnelle étant suffisamment représentatif, il a été décidé d'écarter ces pièces aux retouches douteuses, qui ne respectent pas strictement les caractères d'initiation, de développement, de terminaison, de morphologie et de régularité de l'enlèvement.

Le second **axe, d'ordre typo-technologique**, porte sur l'ensemble de l'échantillon.

b. Données structurelles

Les critères relevés et renseignés dans notre base de données sont les suivants :

- Histoire de vie des supports

- **Patines** : double patine, triple patine ;
- **Ravivage des bords** : oui / non.

- Caractéristiques morphométriques des supports

• Données métriques :
- **Dimensions du support** selon son axe de débitage : longueur, largeur, épaisseur ;
- **Dimensions du talon** : longueur, épaisseur.

• Données morphologiques :
- **Allongement** de la pièce, donné par le rapport L/l : < 1 : trapu ; [1-2[: normal ; ≥ 2 : allongé.
- **Finesse** de la pièce, donnée par le rapport L/e : < 5 : épaisse ; [5-8[: normale ; ≥ 8 : fine.
- **Profil** de la pièce, donné par l'indice de courbure. Le profil du support est dessiné à l'aide d'un conformateur en bambou puis nous avons adapté la méthode de E. Claud (2008). Un trait est tiré de la partie distale à la partie proximale. Une mesure en *mm* est effectuée au pied à coulisse entre le profil de la pièce et le trait tracé, là où l'écart est le plus fort, excepté au niveau du bulbe (Figure 63). L'indice de **courbure** a été défini par le rapport suivant : (mesure obtenue au pied à coulisse / Longueur du support) x 100. Si la valeur obtenue est < 4, le profil de la pièce est « bombé » ; de [0-4[, le profil est « rectiligne » ; ≥ 4, le profil est « courbe ». La mise en place de cet outil permet d'apporter une donnée objective et précise.

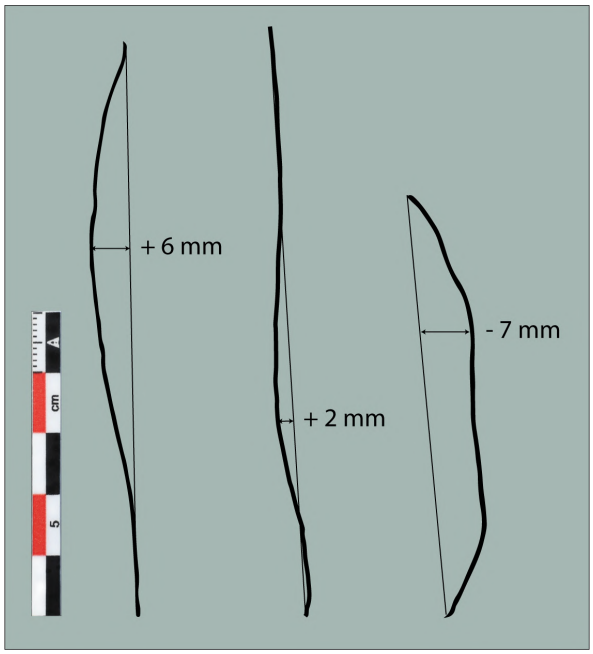


Figure 63 – Mesure de la courbure du support

- **Forme de la pièce** : triangle, quadrilatère, atypique ;
- **Symétrie** : oui / non ;
- **Convergence** : oui / non ;
- **Type d'extrémité distale si convergent** : pointe aigue, pointe obtuse, pointe mousse, droite, arrondie, irrégulière, cassée.

Pour les éléments convergents pointus, des données supplémentaires ont été prises :

- **Déjettement** : ce dernier a été pris à l'aide d'un rapporteur imprimé, en plaçant sur le papier la pièce dans son axe de débitage et en relevant le rayon dans lequel se situe la pointe par rapport à la base (Figure 64). 0° = déjettement absent ; [1-5°] : déjettement léger ; [6-10°] : déjettement moyen ; > 10 : déjettement fort ;

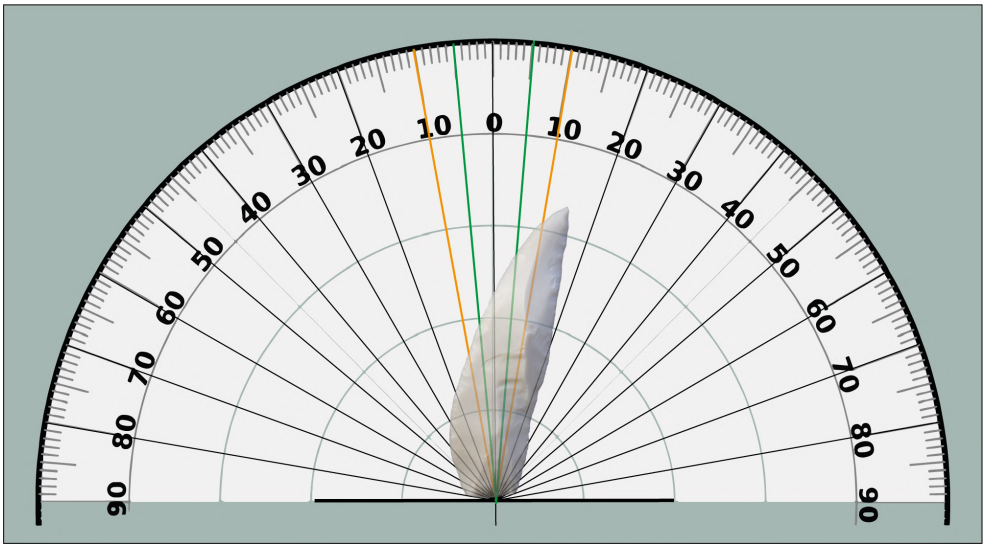


Figure 64 – Mesure du déjettement des éléments convergents pointus

- **Morphologie de la pointe et de la base** : nous avons appliqué le modèle de N. Ahmed-Delacroix (2022), en effectuant une division bipartite de la silhouette du support pointe / base (Figure 65).

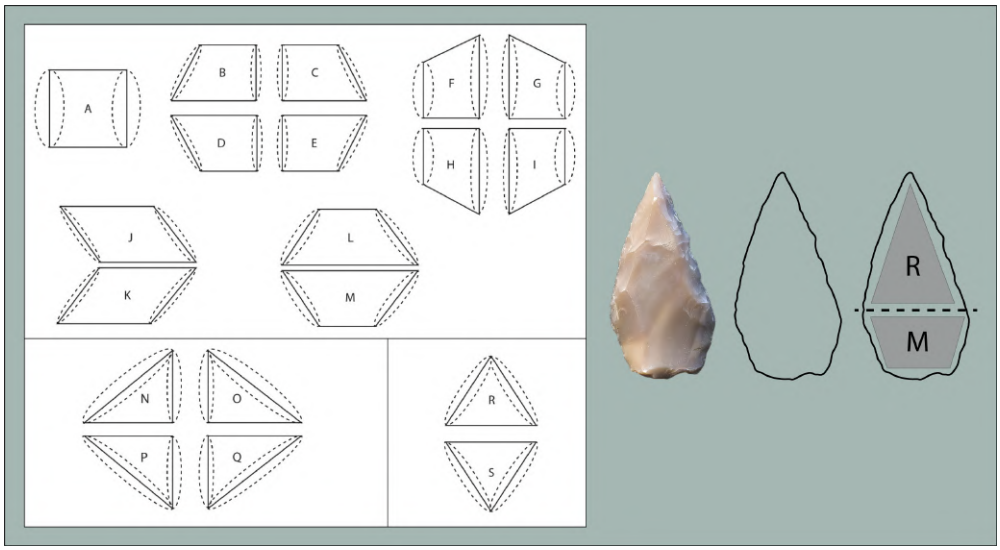


Figure 65 – Morphologie des éléments convergents pointus avec exemple d'une pièce d'El Guettar (d'après Ahmed-Delacroix 2022 ; DAO O. Laroche)

- Caractéristiques des différentes unités techno-fonctionnelles (UTF)

  - UTF-t *bord*

• Morphologie :
- **Délinéation de face** : droite, convexe, concave, ondulée, irrégulière ;
- **Délinéation de profil** : droite, convexe, concave, ondulée, irrégulière ;
- **Section** : biplane, plano-convexe, plano-concave, biconvexe, biconcave, concavo-convexe, irrégulière (mixte).

• Position :
- **Localisation sur le bord** : gauche, droit, transversal ;
- **Localisation sur la partie** : distale, mésiale, proximale ;

• Confection :
- **Retouches** : oui / non ;
- **Position des retouches** : directe, inverse, mixte ;
- **Type de retouches** : écailleuses, scalariformes, subparallèles ;
- **Affûtage** : 1 rang, 2 rangs, 3 rangs.

• Angulation : Les angles de coupe ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse en utilisant la méthode mise au point par Dibble et Bernard (1980) et appliquée notamment par Soressi (2002) et Claud (2008). L'épaisseur du tranchant est mesurée à une profondeur constante de 4 mm. La formule suivante permet d'obtenir l'angle :

Angle = Arctan (épaisseur mesurée au pied à coulisse / 4)

Une seconde mesure a été prise à une profondeur de 10 mm pour les UTF-t retouchées. La formule pour l'obtention de l'angle est donc :

Angle = Arctan (épaisseur mesurée au pied à coulisse/10)

Pour faciliter les travaux futurs, nous avons réalisé un tableau de conversion inspiré de celui de Claud (2008) (Figure 66).

- **Delta d'affûtage des pièces retouchées** : nous avons calculé la différence entre les angles obtenus à p = 10 et p = 4 (par soustraction), afin de voir à quel degré l'angulation initiale est modifiée par la retouche : delta de [0-10°] = confection minime (les caractères techniques sont obtenus dès la phase de production) ; delta de]10-15°] = confection moyenne ; delta > 15° : confection importante (les caractères techniques ne sont pas obtenus dès la phase de production).

• Dimensions : longueur, profondeur, épaisseur

E	P (4mm) Degré	P (10mm) Degré	E	P (4mm) Degré	P (10mm) Degré	E	P (4mm) Degré	P (10mm) Degré
0	0	0	5	51	27	10	68	45
0,1	1	1	5,1	52	27	10,1	68	45
0,2	3	1	5,2	52	27	10,2	69	46
0,3	4	2	5,3	53	28	10,3	69	46
0,4	6	2	5,4	53	28	10,4	69	46
0,5	7	3	5,5	54	29	10,5	69	46
0,6	9	3	5,6	54	29	10,6	69	47
0,7	10	4	5,7	55	30	10,7	70	47
0,8	11	5	5,8	55	30	10,8	70	47
0,9	13	5	5,9	56	31	10,9	70	47
1	14	6	6	56	31	11	70	48
1,1	15	6	6,1	57	31	11,1	70	48
1,2	17	7	6,2	57	32	11,2	70	48
1,3	18	7	6,3	58	32	11,3	71	48
1,4	19	8	6,4	58	33	11,4	71	49
1,5	21	9	6,5	58	33	11,5	71	49
1,6	22	9	6,6	59	33	11,6	71	49
1,7	23	10	6,7	59	34	11,7	71	49
1,8	24	10	6,8	60	34	11,8	71	50
1,9	25	11	6,9	60	35	11,9	71	50
2	27	11	7	60	35	12	72	50
2,1	28	12	7,1	61	35	12,1	72	50
2,2	29	12	7,2	61	36	12,2	72	51
2,3	30	13	7,3	61	36	12,3	72	51
2,4	31	13	7,4	62	37	12,4	72	51
2,5	32	14	7,5	62	37	12,5	72	51
2,6	33	15	7,6	62	37	12,6	72	52
2,7	34	15	7,7	63	38	12,7	73	52
2,8	35	16	7,8	63	38	12,8	73	52
2,9	36	16	7,9	63	38	12,9	73	52
3	37	17	8	63	39	13	73	52
3,1	38	17	8,1	64	39	13,1	73	53
3,2	39	18	8,2	64	39	13,2	73	53
3,3	40	18	8,3	64	40	13,3	73	53
3,4	40	19	8,4	65	40	13,4	73	53
3,5	41	19	8,5	65	40	13,5	73	53
3,6	42	20	8,6	65	41	13,6	74	54
3,7	43	20	8,7	65	41	13,7	74	54
3,8	44	21	8,8	66	41	13,8	74	54
3,9	44	21	8,9	66	42	13,9	74	54
4	45	22	9	66	42	14	74	54
4,1	46	22	9,1	66	42	14,1	74	55
4,2	46	23	9,2	67	43	14,2	74	55
4,3	47	23	9,3	67	43	14,3	74	55
4,4	48	24	9,4	67	43	14,4	74	55
4,5	48	24	9,5	67	44	14,5	75	55
4,6	49	25	9,6	67	44	14,6	75	56
4,7	50	25	9,7	68	44	14,7	75	56
4,8	50	26	9,8	68	44	14,8	75	56
4,9	51	26	9,9	68	45	14,9	75	56

Figure 66 – Tableau de conversion des angles ; E = épaisseur, P = profondeur (d'après Claud 2008)

- UTF-t *convergente*

Les données de la partie apicale sont les suivantes (les caractéristiques des bords faisant partie de l'UTF-t convergente sont renseignées telle que précédemment) :

- **Angle de convergence** : pris au goniomètre, à 1 cm de la partie distale ;
- **Angle de pénétration** : pris au pied à coulisse à p = 4 (Figure 67) ;
- **Section de la pointe** : biplane, plano-convexe, plano-concave, concavo-convexe.
- **Stigmates macroscopiques** : enlèvement burinant / facial ; flexion : écrasement, en marche, en charnière, nette droite, nette oblique ; multiples (Claud 2008 ; Metz 2015 ; Iovita *et al*. 2013).

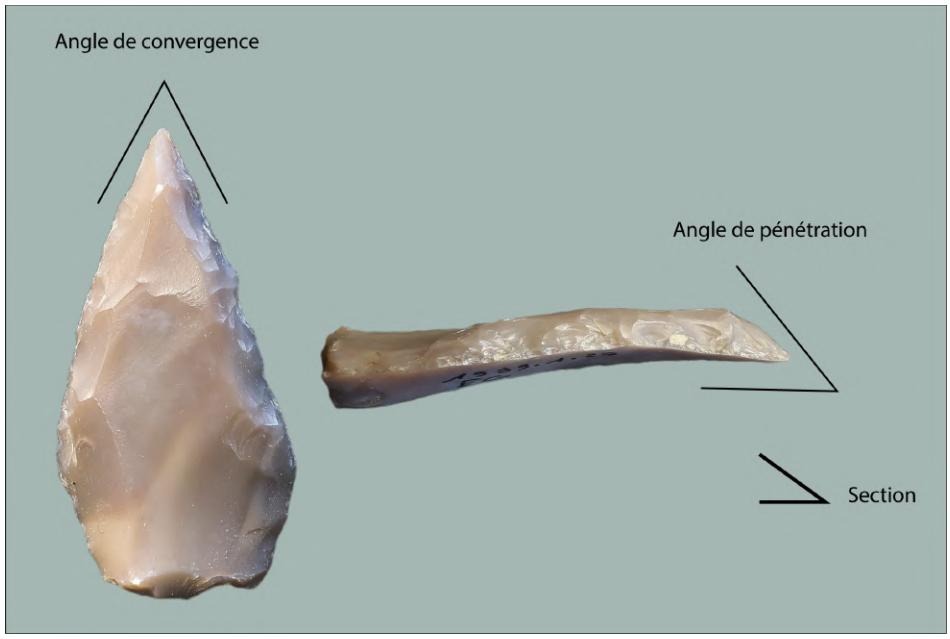


Figure 67 – Mesures des angles de convergence et de pénétration des éléments convergents

- UTF-p

- **Type** : talon, dos (cortical, semi-cortical, issu d'un débordement, issu d'une cassure, façonné entièrement par la retouche, façonné partiellement par la retouche), pédoncule, encoche, étranglement, UTF-t, UTF-c ;
- **Pour les dos** : position sur le bord et sur la partie ; délinéation ;
- **Angulations des zones de méplat**, prises au goniomètre : angle formé avec la surface supérieure et angle formé avec la surface inférieure ;
- **Sections des zones de méplat** ;
- **Amincissement basilaire** : oui / non.

- UTF-c

Les UTF-c, que nous détaillerons spécifiquement dans les résultats en page 204, ont été analysées de la même manière que les UTF-t *bords*.

- Codes graphiques des illustrations de l'analyse structurelle

Les figures consacrées à l'analyse structurelle ont été élaborées à partir des logiciels de la suite Adobe Photoshop et Illustrator de la version 2020 et suivent les conventions suivantes :

- Un code couleur : les UTF-t sont représentées en vert, les UTF-p en rose, les UTF-c en bleu ;
- Chaque portion présente deux angles, correspondant aux mesures d'angle à p = 4 (au-dessus) et p = 10 (en-dessous) ;
- Chaque portion présente également la section du dièdre associée ;
- Pour les UTF-t convergentes, deux angles sont également représentés : l'angle de pénétration (au-dessus) et l'angle de convergence (en-dessous) ;
- Les schémas récapitulatifs ne sont pas à la même échelle entre eux, mais chaque pièce est accompagnée d'une vue avec son échelle spécifique.

Toutes les pièces étudiées n'ont pas pu être représentées graphiquement de manière numérique. Toutefois, chacune a fait l'objet d'une fiche descriptive réalisée à la main à partir du cliché de la face supérieure de la pièce (Figure 68). Ces fiches suivent les mêmes conventions de représentation. Elles ont été numérisées et pourront être rendues disponibles sous la forme d'un catalogue si besoin.

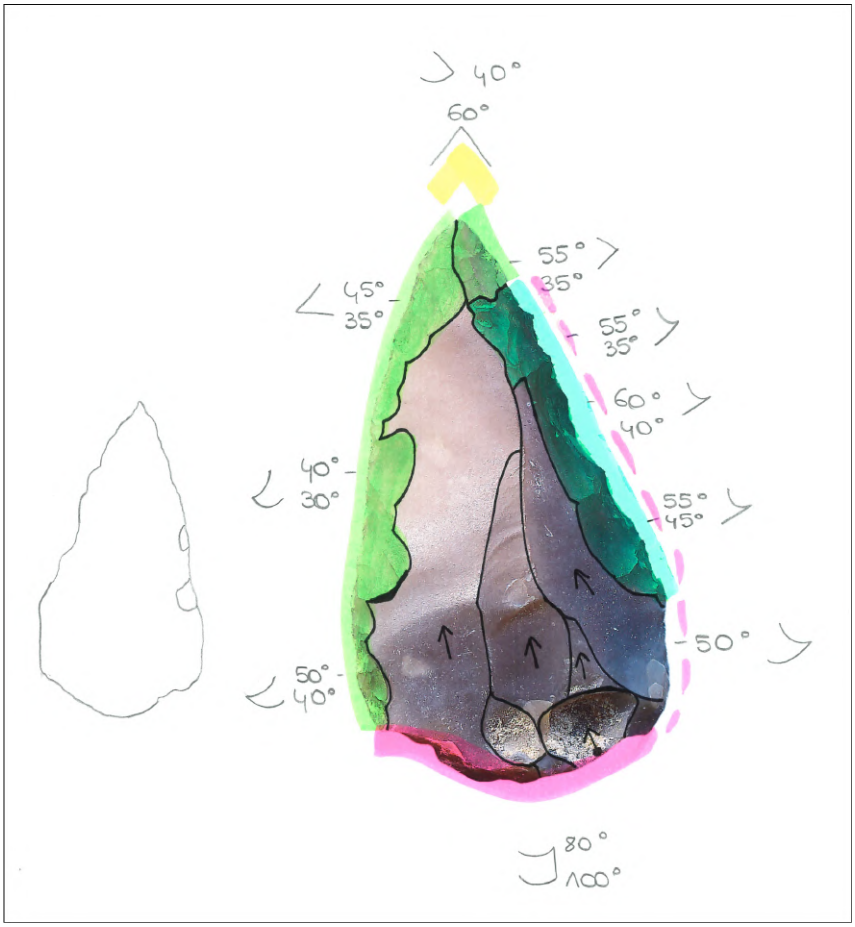


Figure 68 – Exemple de fiche récapitulative de l'analyse structurelle sur une pièce d'El Guettar

- Définition des technotypes

Les technotypes ont été définis en fonction du type d'UTF-t recherchée (*convergente* ou *bord*) et de la récurrence dans l'organisation structurelle des outils, basée sur l'agencement des parties actives et des parties préhensibles. Leur description détaillée sera présentée en page 213.

c. Données typo-technologiques

- Données typologiques

Nous avons employé la typologie classique de F. Bordes (1961) qui constitue métalangage commun pour la description des principaux types d'outils.

- Données productionnelles (technologiques)

L'axe technologique est employé pour caractériser l'assemblage sous l'angle de la production. C'est le discours technologique qui nourrit le discours structurel et non l'inverse. Les critères retenus sont les suivants :

o Supports

- **Nature du talon** : lisse, linéaire, dièdre, facetté, en chapeau de gendarme, punctiforme, à réserve corticale, cortical, ôté ;
- **Préparation du détachement** : enlèvements basilaires ;
- **Aménagement ou morphologie particulière de la base** : enlèvements basilaires, concavité basilaire ;
- **Nature du support** : éclat, lame, pointe, pointe pseudo-Levallois, indéterminé ;
- **Catégorie technologique** : Les pièces ont été classées en fonction de leur place dans la chaîne opératoire :
  • Phase d'initialisation : pièces corticales : cortex résiduel : <50% ; cortex couvrant : >50% ;
  • Phase de gestion : pièces techniques caractéristiques de la mise en forme et de remise en forme des surfaces du nucléus : pièces débordantes, éclats de nettoyage ;
  • Phase de plein débitage ou production ;
  • Pièces réutilisées, présentant plusieurs états de vie.
- **Direction des enlèvements précédents** : unidirectionnels, unidirectionnels convergents, bidirectionnels, centripètes, multidirectionnels ;
- **Réfléchissement distal** : oui / non.

o Nucléi

- **Dimensions** : Longueur, largeur, épaisseur ;
- **Histoire de vie** : double patine, triple patine ;
- **Concept** : Levallois, à gestion multifaciale ;
- **Type de support recherché** : éclat, lame, pointe ;

- **Dimensions du dernier enlèvement** : longueur, largeur ;
- **Description de la surface de préparation** : surface plane / conique / bombée (face inférieure d'éclat / surface naturelle) ; investissement : cortex résiduel (0-25%-50%-75%-100%) ; enlèvements périphériques / envahissants ;
- **Description surface de production** : investissement : cortex résiduel (0-25%-50%-75%-100%) ; convexités latérales et distale (naturelles, mises en forme), préparation (centripète, unipolaire, unipolaire convergente, bipolaire) ;
- **Arrêt du débitage** : accident (rebroussé), manque de convexités, angulations trop abruptes, exhaustion, plan de faiblesse / inclusion, multiple.

3. Les statistiques descriptives

Des statistiques descriptives ont été effectuées afin de décrire, résumer et organiser les données de l'analyse structurelle et typo-technologique, de manière claire et accessible. Les résultats sont présentés sous les formes suivantes (Figure 69) :

- Effectif : nombre d'occurrences (n) pour une catégorie donnée ;
- Fréquence : rapport entre l'effectif d'une valeur et l'effectif total, exprimé en pourcentage (%) ;
- Minimum : la plus petite valeur observée dans l'ensemble des données ;
- Premier quartile (Q1) : valeur en-dessous de laquelle se situent 25 % des données ;
- Médiane : valeur qui divise l'ensemble des données en deux parties égales, 50 % des valeurs étant inférieures à la médiane et 50 % supérieures ;
- Troisième quartile (Q3) : valeur au-dessous de laquelle se trouvent 75 % des données ;
- Maximum : la plus grande valeur observée.

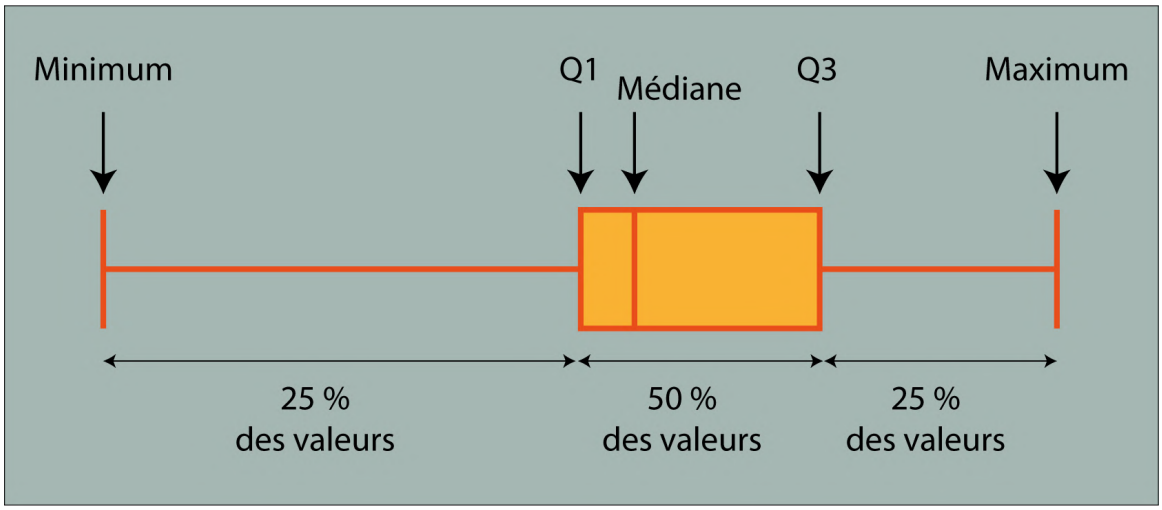


Figure 69 – Statistiques descriptives utilisées dans ce travail

Chapitre 5 :

Résultats

I. Données taphonomiques

Les observations ont montré que le matériel archéologique a été affecté par les trois types de processus mentionnés précédemment : chimiques, mécaniques et thermiques, ainsi que des altérations physiques liées au travail de post-fouilles.

1. Les altérations chimiques

A. La patine blanche / bleue

La **patine blanche / bleue** est un phénomène issu de la dissolution de la silice dans un milieu carbonaté lessivé par les eaux (Fernandes 2012 ; Delvigne 2016). Si l'eau est immobile, il n'y a pas de dissolution. Plus l'écoulement est important, plus la dissolution est grande. Cette transformation conduit à une modification de l'indice de réfraction de la lumière du silex, le faisant apparaître blanc ou bleuté (Rottländer 1975-b). Certaines pièces présentent une patine blanche couvrante, ainsi qu'une implantation plus légère de patine bleue. Il ne s'agit pas de deux types de patine, mais simplement de stades de développement différents de cette dernière (Figure 70).

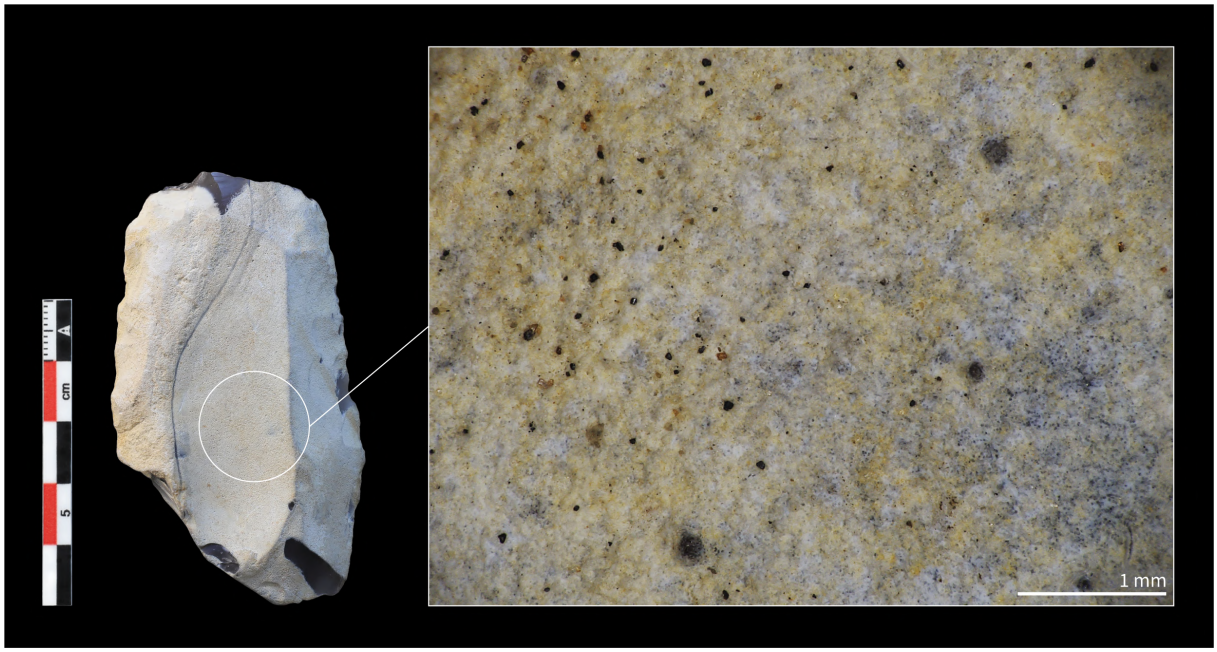


Figure 70 – Patine blanche / bleue

Cinq degrés d'altération ont été observés : voile - léger - moyen - fort - très fort, correspondant respectivement en termes de couleurs à : voile bleuté - patine bleue modérée - patine bleue profonde - patine blanche porcelainée - patine blanche très mate (Figure 71).

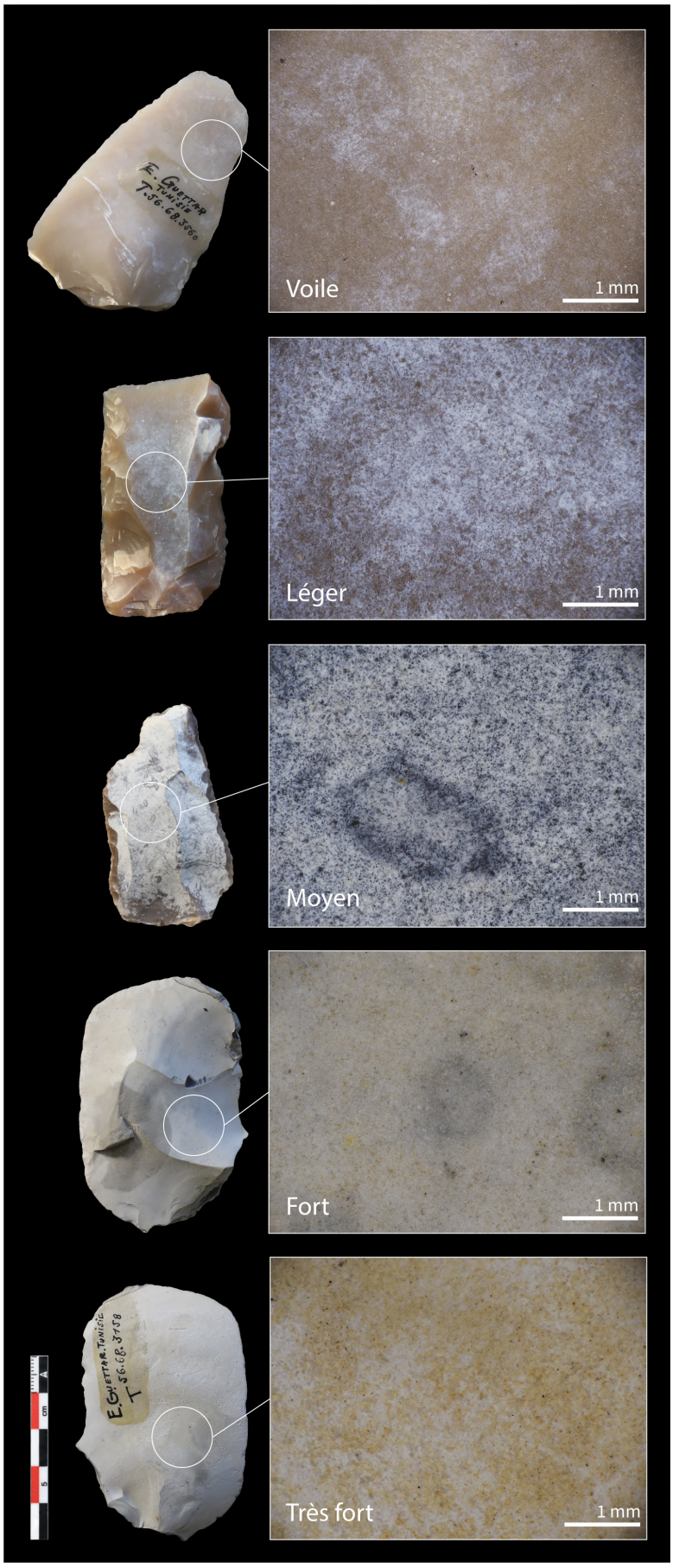


Figure 71 - Intensité de la patine blanche / bleue

Sur les pièces à patine blanche forte, la dissolution est très forte, traduite par une forte porosité (trous de dissolution visibles) et une patine de taille importante (400 µm) (Figure 72). Rappelons que la patine blanche est une altération chimique entraînant une perte de matière première et non un gain, puisqu'il s'agit d'un lessivage de la matière première (Rottländer 1975-b ; Fernandes 2012). Une patine de 400 µm correspond donc à une dissolution de 400 µm de la surface initiale. Le degré d'altération est encore plus grand sur les pièces à patine blanche très forte, pouvant être totalement désilicifiées.

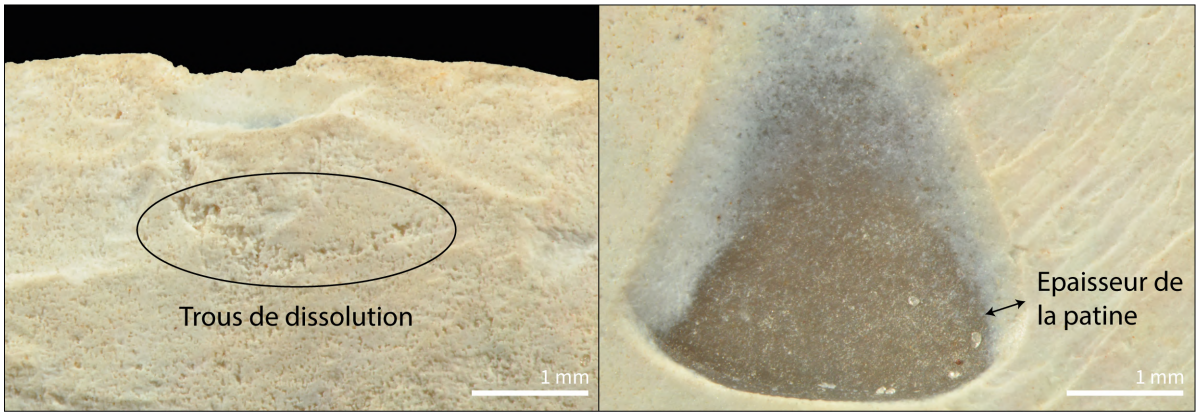


Figure 72 – Patine blanche forte

Certaines pièces présentent une patine blanche / bleue **vermiculée** que certains auteurs nomment patine rayée (« *striped patina* ») (Rottländer 1975-a) (Figure 73). Ces vermiculations seraient dues à la présence de lichens ou de racines qui se développent à la surface des silex (Rottländer 1975-a ; Van Liefferinge 2012 ; Delvigne 2016).



Figure 73 – Patine blanche vermiculée

B. Le lustré de sol

Le **lustré de sol**, aussi appelé « lustre antique » (Hue 1929), ou « *glossy patina* » (Rottländer 1975-a), est également un état de surface issu de la dissolution de la silice dans un sol où l'eau circule. Cette dissolution s'accompagne de la formation d'un gel de silice qui se dépose de manière uniforme sur la surface de la pièce en comblant les dépressions (Fernandes 2012). Il résulte de ce processus une pellicule translucide couvrante, caractérisée par une forte brillance, si bien que certaines pièces paraissent vernies. Toutes les pièces observées portent ce lustré de sol, implanté sur toute leur surface (Figure 74).



Figure 74 – Lustré de sol

Le lustré de sol se distingue particulièrement de la surface sus-jacente comme en témoignent les esquillements de chocs postérieurs, à la patine nettement différente (Figure 75).

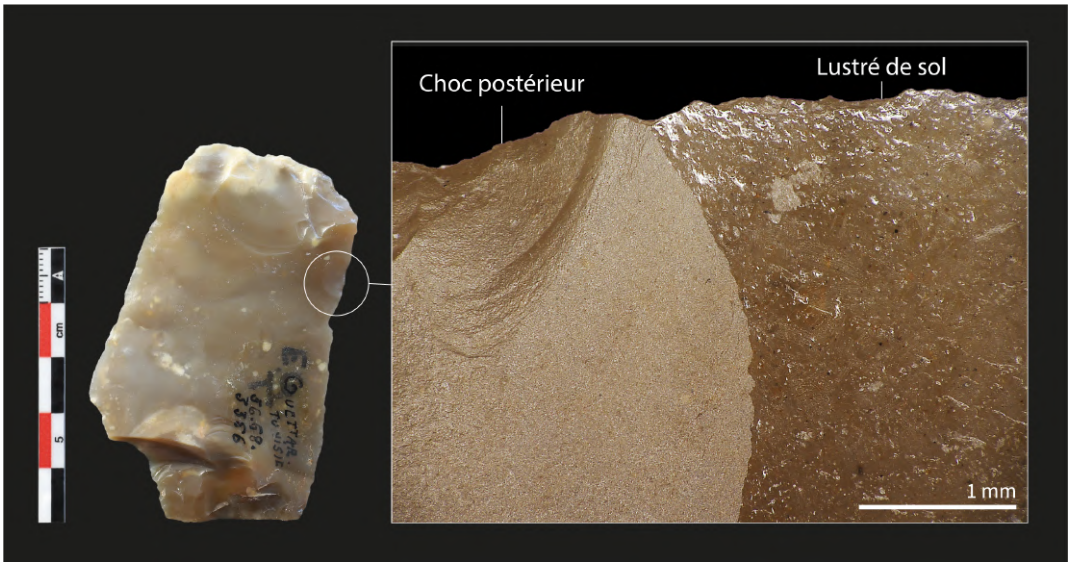


Figure 75 – Lustré de sol et choc postérieur

C. L'amollissement des nervures

Certaines pièces ont des nervures principales saillantes, tandis que d'autres présentent un **amollissement** prononcé (Figure 76). Il s'agit d'un arrondi des reliefs, lié à une perte de matière. Contrairement à l'émoussé, il n'a pas d'origine mécanique mais résulte d'un processus chimique de même ordre que les patines, lorsque les silex ont longtemps reposé dans des sols affectés par la dissolution (Stapert 1976).

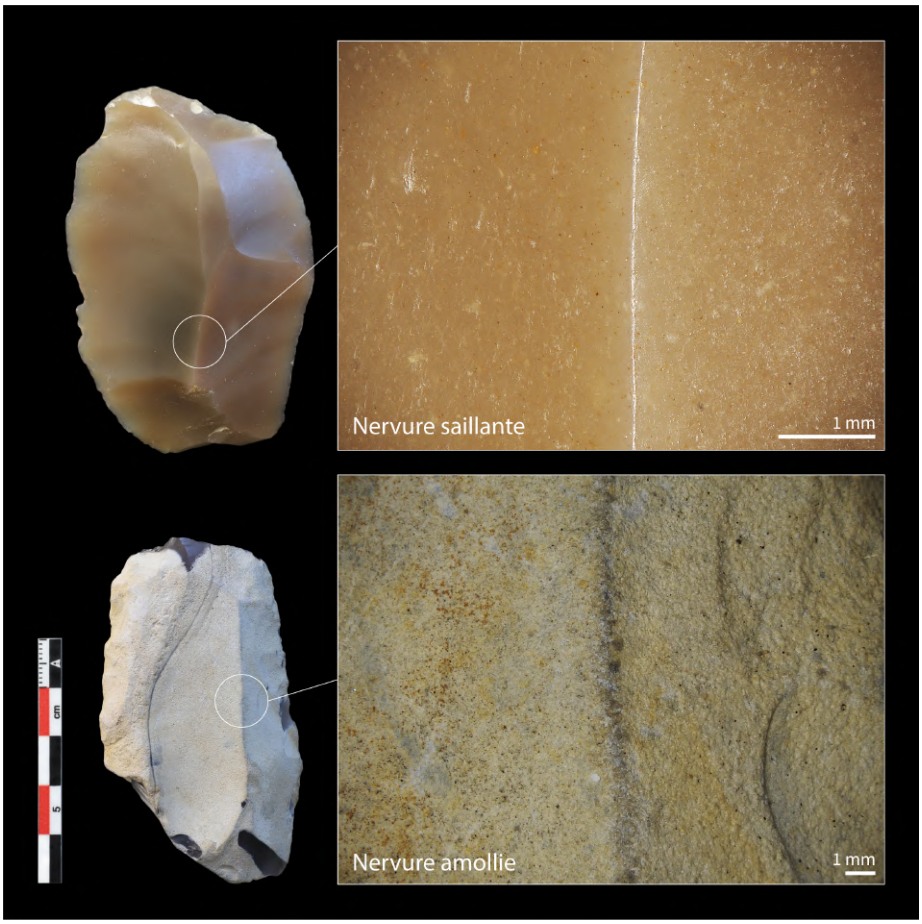


Figure 76 – Nervure vive et nervure amollie

2. Les altérations mécaniques

Si les pièces paraissent d'une extrême fraicheur au premier abord, de nombreux dommages sont observables sur les surfaces et tranchants à échelles macroscopique et microscopique. Des altérations d'origine mécanique, dues au piétinement, aux mouvements des sédiments dans le sol, aux frottements des pièces entre elles, à la fouille et au traitement post-fouille, ont en effet pu être observées.

A. Les esquillements des bords

Les pièces présentent de nombreuses marques de chocs, tout particulièrement le long de leurs bords, au niveau du fil coupant, partie la plus fine de la pièce. Ces enlèvements

taphonomiques, ou « **esquillements** » sont assez variables dans leurs dimensions, orientation ou morphologie. Nous pouvons distinguer :

- Les esquillements isolés de forme évasée, en éventail, produits par une fracture conchoïdale et possédant un contrebulbe (type α de D. Prost 1988) (Figure 77).

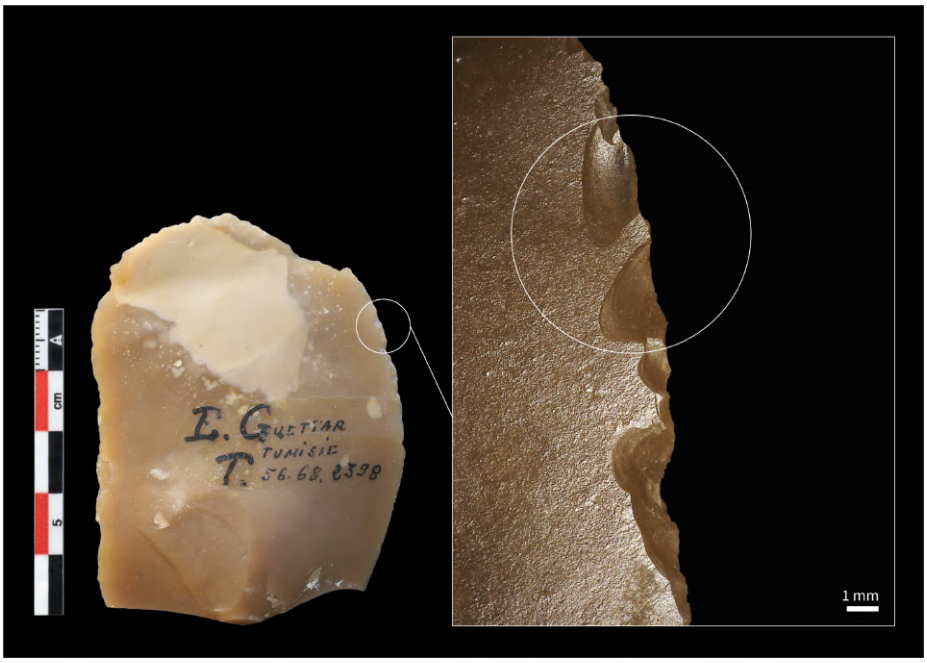


Figure 77 – Esquillements mécaniques en éventail

Lorsqu'ils sont présents sur la ligne de retouches, ils peuvent se confondre avec les enlèvements de cette retouche, mais en général, ils portent la trace du choc avec un point d'impact bien marqué et brisent la ligne de retouches régulière ou possèdent une patine différente.

- Les esquillements isolés larges, en forme de croissant de lune, produits par une fracture par flexion perpendiculaire au plan de la pièce, les rendant très abrupts (type β de D. Prost 1988).

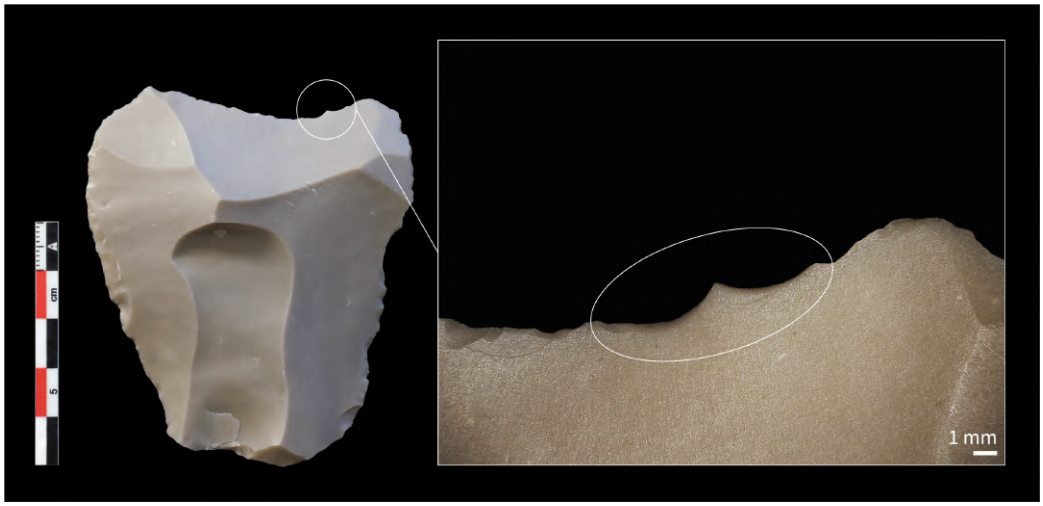


Figure 78 – Esquillements mécaniques en croissant de lune

- Les esquillements multiples en un même point, formant une encoche relativement profonde (type γ à encoche commune de D. Prost 1988) (Figure 79).



Figure 79 – Esquillements multiples en un même point, formant une encoche

- Les esquillements multiples et continus le long du fil coupant (type γ linéaire de D. Prost 1988). Ces derniers confèrent parfois au bord un aspect grignoté qu'il ne faut pas confondre avec de la retouche denticulée (Figure 80).

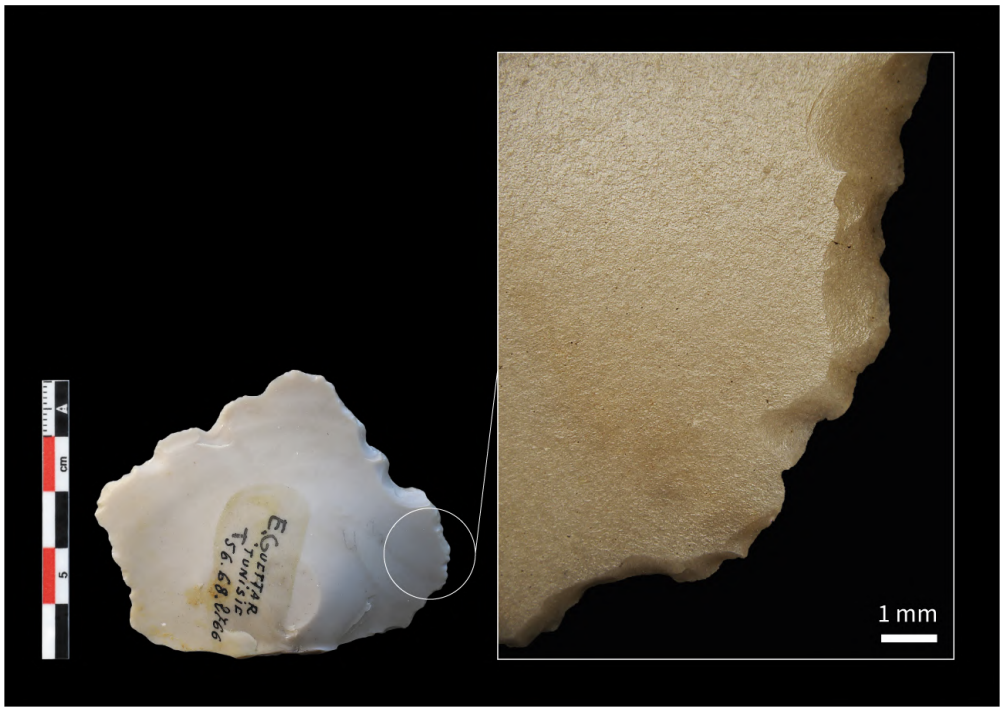


Figure 80 – Esquillements multiples le long du fil tranchant

- Les enlèvements multiples et continus le long du fil coupant, de taille inframillimétrique et réguliers. Ils sont quasi systématiquement présents sur les pièces et peuvent résulter d'une altération mécanique répétée (esquillements), de l'utilisation (enlèvements fonctionnels) ou encore du façonnage (enlèvements spontanés non volontaires apparaissant lors de la retouche)[62] (Figure 81).

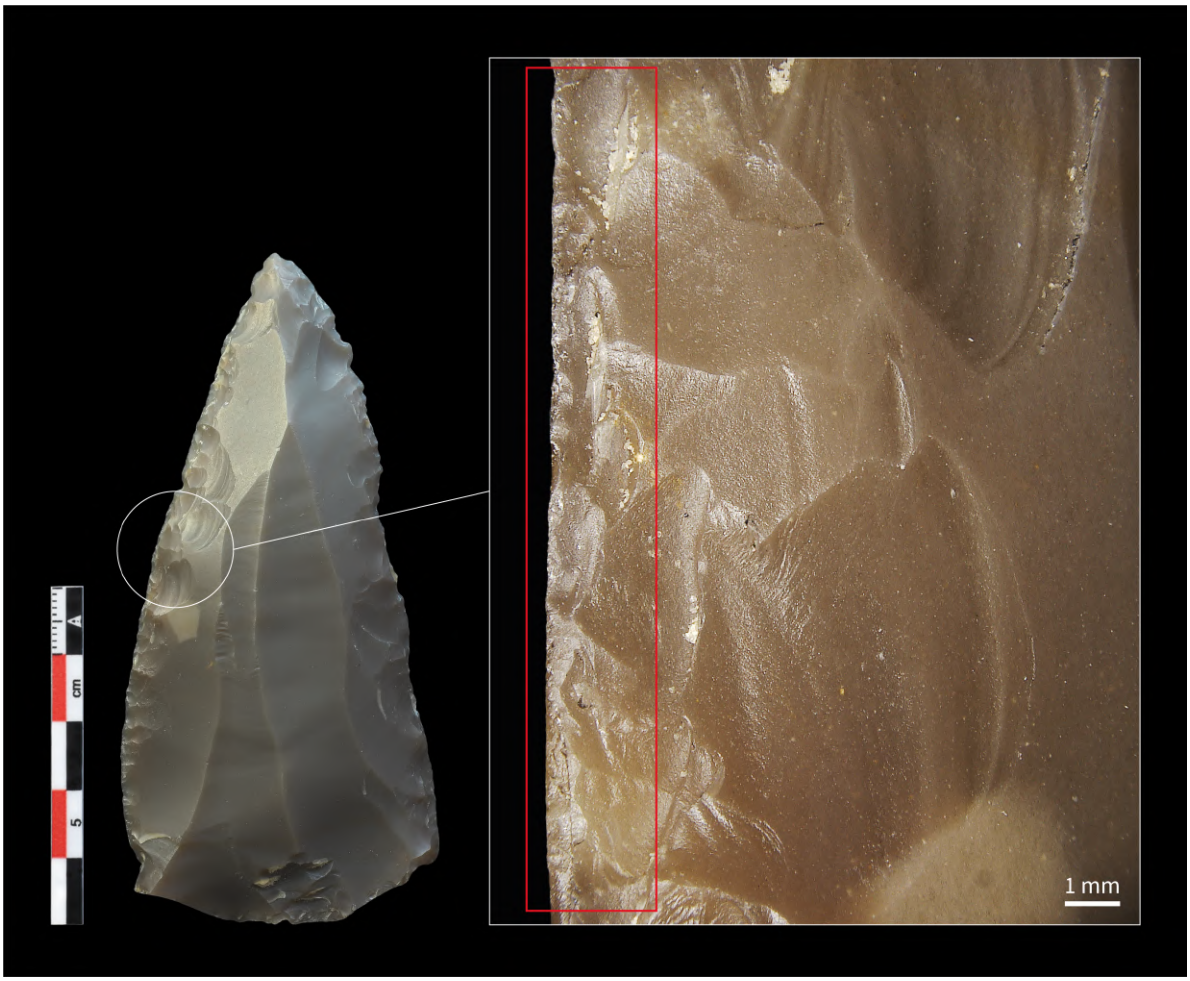


Figure 81 – Enlèvements mécaniques ou fonctionnels ou spontanés le long du fil coupant

[62] Ne pouvant me prononcer à ce sujet, j'ai demandé leur avis à différents technologues et tracéologues qui ont observé les pièces au microscope. Les avis divergent et compte tenu des nombreuses altérations présentes dans la série, il paraît en l'état impossible de trancher quant à la nature de ces esquillements / enlèvements

B. Les chocs sur les nervures

Les stigmates d'altération mécanique sont en plus faible représentativité sur les surfaces des pièces que sur les bords, ces premières étant plus résistantes. Ils se manifestent sous la forme de **cônes incipients** semi-circulaires ou circulaires, ou bien d'écrasements, notamment sur les nervures (Stapert 1976) (Figure 82).

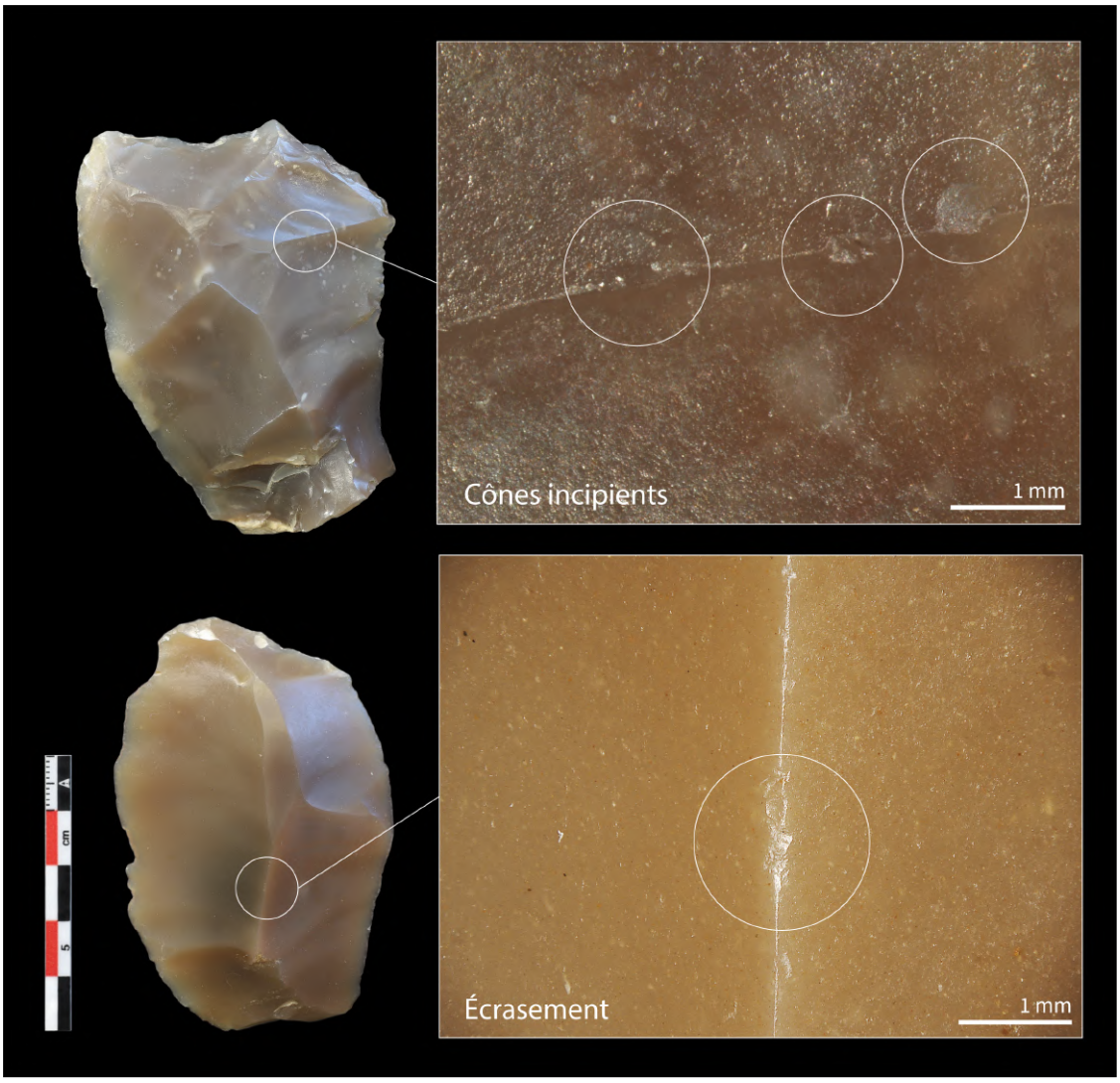


Figure 82 – Chocs sur les nervures

C. Les chocs causés par des objets métalliques

Des chocs partageant comme critère distinctif des **traces de rouille** et d'impacts déchiquetés, ont été identifiés. Ce sont les stigmates laissés par les objets métalliques à la fouille comme les truelles, spatules, pelles et pioches (Figure 83).

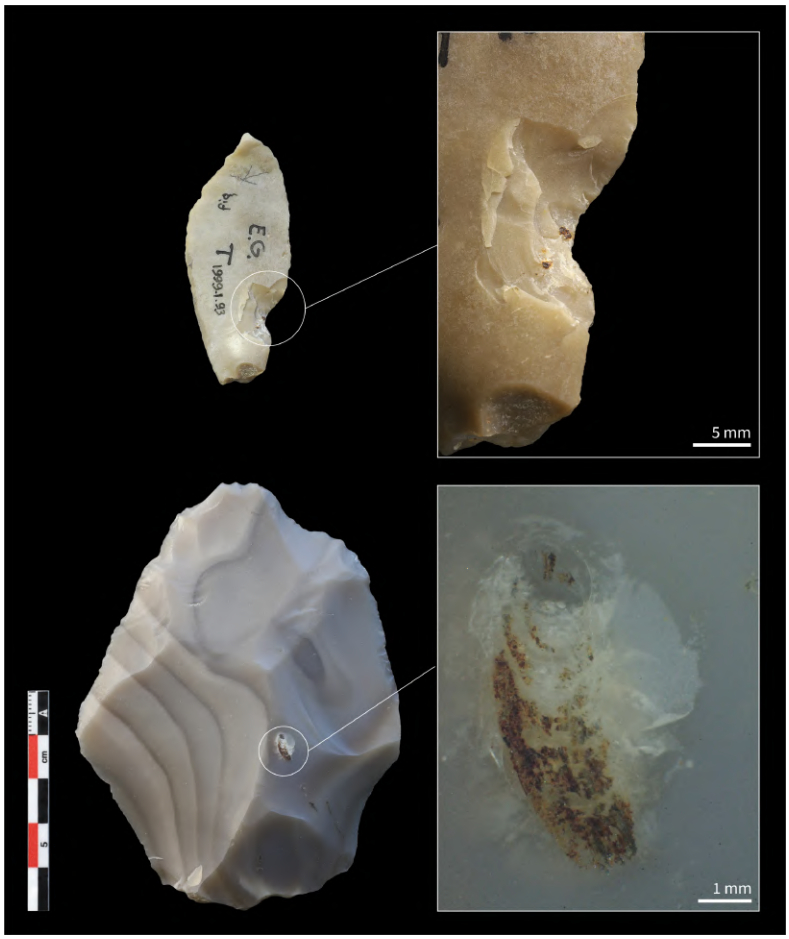


Figure 83 – Choc dû à un contact avec un objet métallique

D. Les cassures nettes

Les impacts mécaniques peuvent se manifester sous forme de chocs plus violents que les esquillements ou cônes incipients, comme les **cassures nettes**. Ces dernières peuvent résulter de processus mécaniques d'ordre taphonomique (mouvement des sédiments dans la couche, compaction), ou post-mise à jour (impact avec un outil à la fouille, pièce tombée par terre) (Figure 84). Nous ne pouvons cependant pas exclure une origine fonctionnelle de ces cassures, liée à l'utilisation des pièces, mais rien ne peut étayer cette hypothèse.

Au total, 17 **raccords** ont été réalisés, 12 sont complets et 5 incomplets.

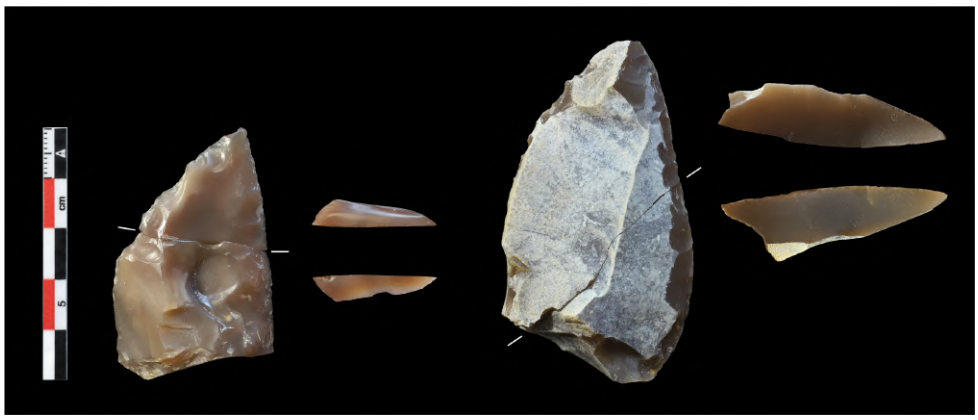


Figure 84 – Cassures nettes et raccords

E. Les stries

Des **stries de frottement** sont présentes sur certaines pièces. Elles sont le témoin du déplacement des silex dans des sols où se sont exercés de fortes pressions et sont le résultat d'une abrasion avec les éléments du sol ou des pièces entre elles (Stapert 1976). Ces dernières sont distribuées aléatoirement sur la surface des pièces, le plus souvent sur les parties planes. Leur morphologie est rectiligne, longue, fine, peu profonde et pour certaines segmentée. La plupart ne sont pas orientées mais multidirectionnelles, caractéristiques d'un mouvement tourbillonnant que l'on retrouve dans le réseau hydrographique (Fernandes 2012). Mais on observe aussi des ensembles de stries orientées, de direction linéaire, subparallèles, résultant d'un phénomène gravitaire moins mouvementé (glissement des sédiments) (Figure 85).

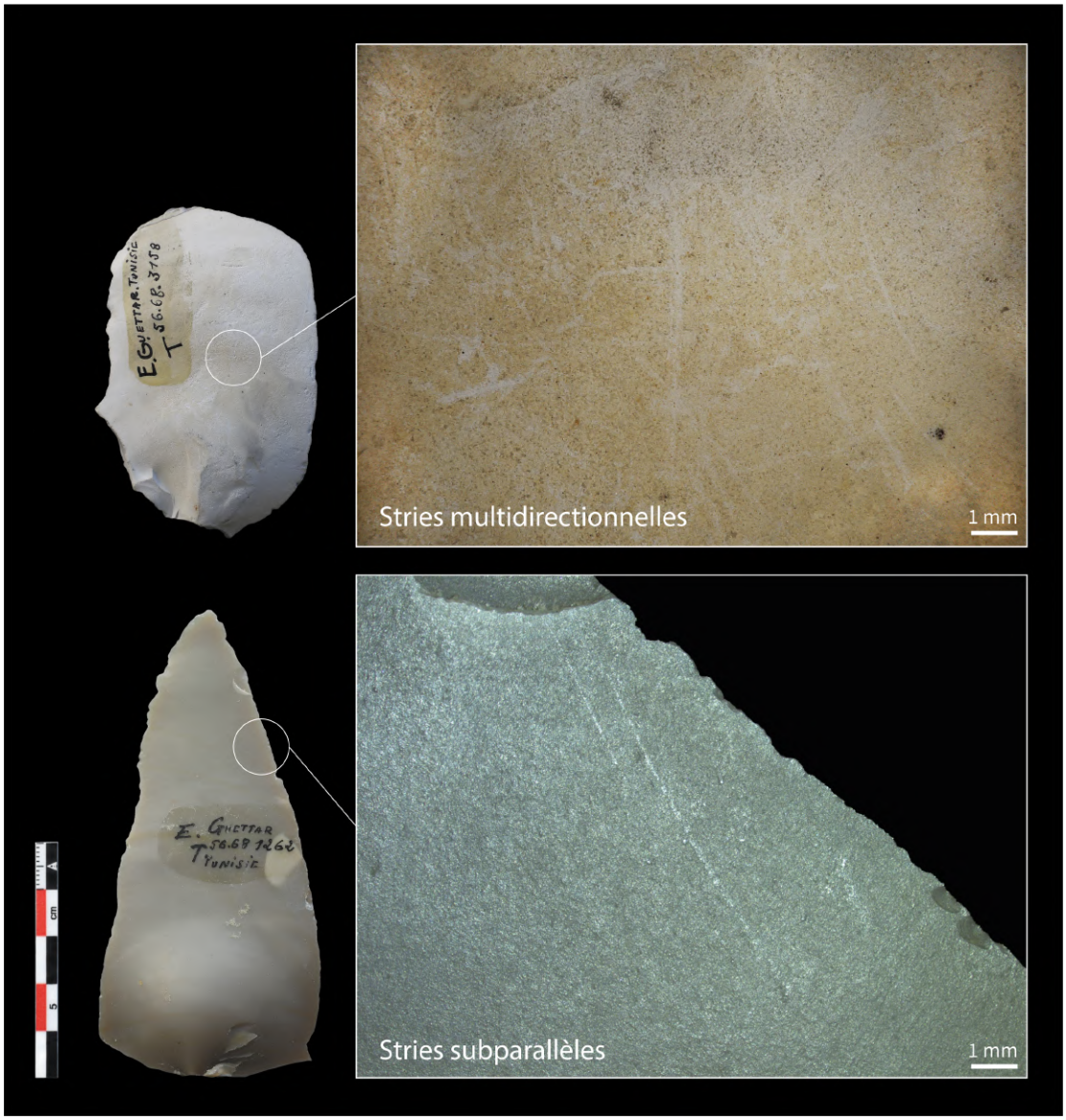


Figure 85 – Stries

F. Le lustre de friction

Le **lustre de friction**, « *friction gloss* » (Shepherd 1972) est le résultat de la friction entre les pierres dans le sédiment. Ce frottement donne lieu à des tâches ou « spots » avec une brillance très élevée. Ces spots brillants s'accompagnent souvent de fines stries subparallèles (Figure 86).

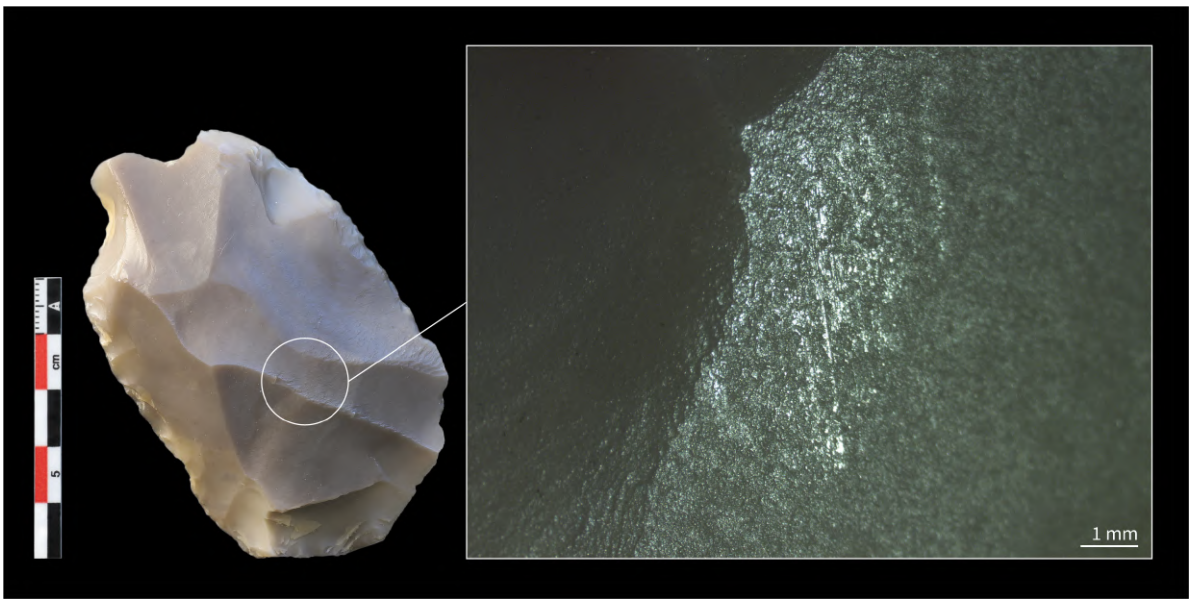


Figure 86 – Lustre de friction

3. Les altérations thermiques

Un petit nombre de pièces présente des altérations d'ordre thermique. Ces altérations sont liées aux variations de température, qui entraînent des phénomènes de dilatation et de contraction des roches, entrainant à leur tour des ruptures dans le matériau (fissuration voire éclatement) (Fernandes 2012). Le gel/dégel, le degré d'ensoleillement et la chauffe par le feu, peuvent en être à l'origine. Ces processus s'accélèrent dans les milieux à fort écarts de températures journalières et/ou saisonnières, tout particulièrement dans les milieux semi-arides comme celui d'El Guettar.

Les stigmates laissés par les processus thermiques sont des **fissures / craquelures** à l'intérieur du matériau, des **cupules**, des **changements de couleur** (blanchiment ou rubéfaction) et des **changements de brillance** (surfaces mates).

La question d'un traitement thermique anthropique des matières premières siliceuses pourrait se poser. Au-delà de 200° et dans certaines conditions de chauffe[63], une transformation de la matière opère et les qualités de taille du silex augmentent : augmentation de la dureté, réduction des microreliefs (caractère lisse et homogène des surfaces) permettant une meilleure diffusion de l'onde de choc (Schmidt 1993). À la suite de la chauffe, les surfaces nouvellement

[63] Notamment une montée graduelle en température, un seuil de 450° à ne pas dépasser et une redescente lente et graduelle de la température (Schmidt 1993).

taillées paraissent polies et lisses. Une différence de brillance entre les enlèvements peut être un indicateur de chauffe. Cependant, les pièces étant recouvertes de lustré de sol sur toute leur surface, cette distinction n'est pas possible. Les pièces mettant en évidence une possible chauffe sont celles présentant d'intenses dommages de la matrice (Figure 87). Il pourrait s'agir d'un traitement thermique anthropique non maitrisé tout comme d'altérations thermiques post-dépositionnelles.



Figure 87 - Altérations thermiques : craquelures, fissures

4. Les encroûtements

Les **encroûtements** ne constituent pas une altération à proprement parlé puisqu'il n'y a pas de dégradation de la matière première ou de la structure de la pièce. Il s'agit d'un dépôt de concrétions minérales de nature variée (calcaire, manganèse, argile, ferrugineux) sur la surface du silex, qui se développerait dans les zones où la porosité est la plus importante (Guibert-Cardin 2022). Si l'encroûtement n'altère par la matrice, il donne cependant des indications sur la nature du sédiment dans lequel étaient renfermées les pièces.

De nombreux **revêtements d'argile et de sable** ont été observés, indiquant que les pièces ont été en contact avec une couche argileuse ou sableuse à un moment de leur histoire taphonomique (Figure 88).



Figure 88 – Revêtement sablonneux et argileux

5. Autres

Des stigmates laissés lors du traitement post-fouilles des pièces ont également été observés sur les surfaces : vernis systématique appliqué sur le marquage à l'encre, aplats d'encre de Chine et marques de mine de plomb (Figure 89).

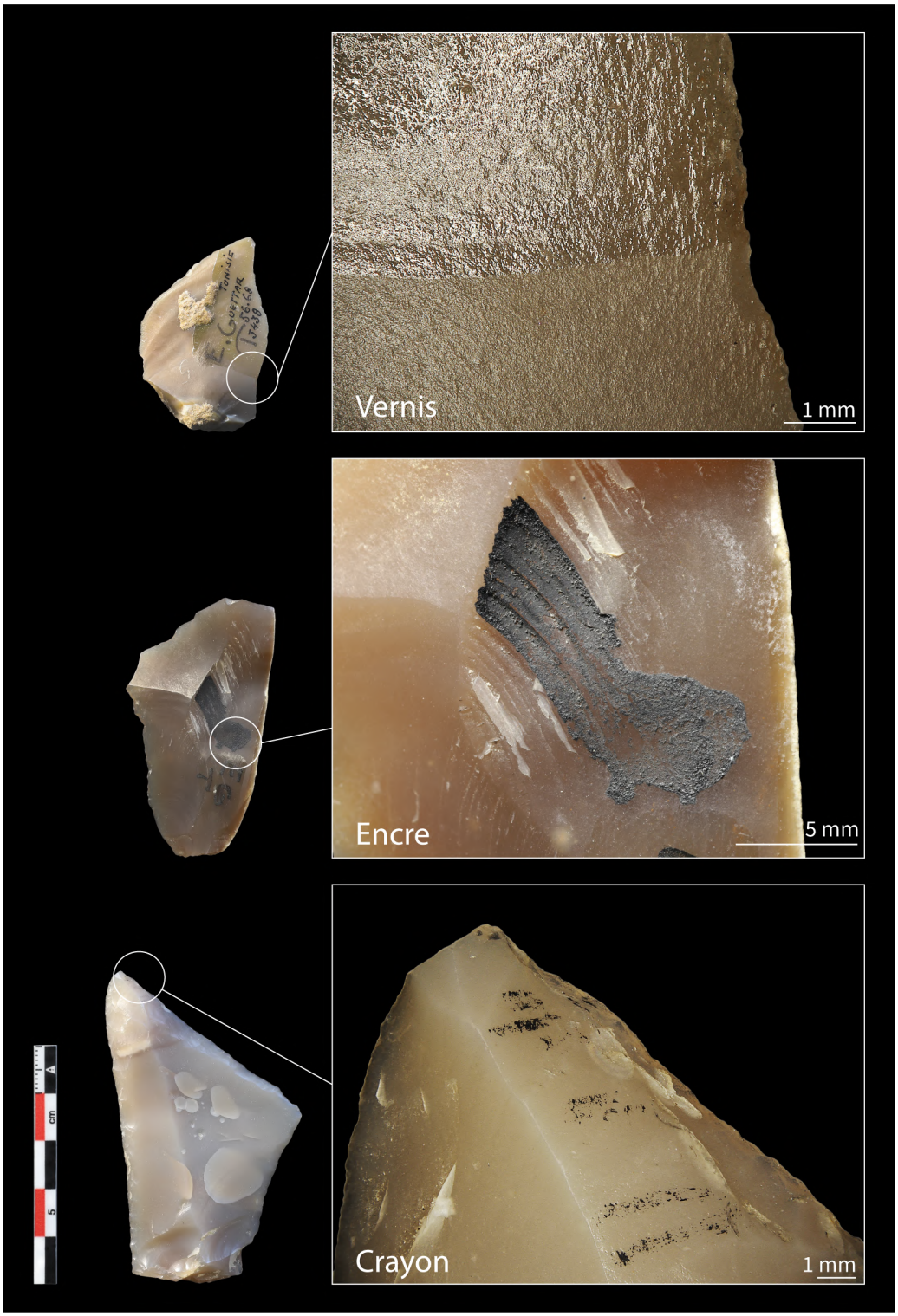


Figure 89 – Traces de vernis, encre de Chine et mine de plomb

6. Conclusions

A. Sur l'intégrité de la série

Les modifications de surface décrites précédemment permettent de dresser un état général de la série lithique étudiée afin de répondre à la question de son intégrité. Des processus chimiques, mécaniques, thermiques et d'autre nature ont affecté le matériel lithique, à des degrés différents selon les pièces.

En ce qui concerne les altérations mécaniques, certains esquillements, chocs sur les nervures ou encore cassures nettes sont subactuels, ils ont opéré pendant ou après la mise au jour des artéfacts (cassure à la fouille, chocs après le conditionnement des pièces, transport…). Ils sont facilement identifiables car ils possèdent une patine, une brillance et une teinte différentes du reste de la pièce (cf. Figure 75). Mais il est intéressant de noter que la majeure partie des esquillements est d'ordre taphonomique. Leur patine, brillance et teinte sont identiques au reste de la pièce. Ces chocs anciens ont opéré après l'enfouissement des pièces. Ils sont indicateurs de mouvements dans le sol et les pièces en portent les stigmates.

Ce sont les altérations chimiques qui nous renseignent sur la nature de la dynamique des dépôts. La patine blanche et le lustré de sol traduisent des circulations d'eau. La présence des stries de frottement multidirectionnelles sur certaines pièces confirme la perturbation du milieu dans le réseau hydrographique.

Les pièces ont subi les conséquences des eaux de ruissellement du djebel Orbata et les altérations ont sûrement été amplifiées lors des périodes de crue des oueds, l'oued Ghouzraine se situant à 35 mètres du site actuellement. Ces mouvements de drainage ont pu perturber certains niveaux dont le niveau T.

Les données taphonomiques confirment que des phénomènes d'érosion d'origine fluviatile ont bien eu lieu. Toutefois, il est délicat d'identifier clairement la nature de l'amoncellement T. Lors de leur mise en eau, les oueds brassent l'eau avec une énergie considérable, occasionnant d'importants dommages au matériel lithique, notamment siliceux. Les résultats de l'étude taphonomique présentés ne montrent pas de traces d'un charriage aussi violent. Il est probable que le niveau T ait constitué à l'époque un dépôt anthropique et que ce dernier ait subi par la suite des remaniements dus à des phénomènes de crues moins violents (Paul Goldberg et Vincent Ollivier, communication personnelles), en lien avec la réactivation des systèmes hydrographiques au MIS 5 (Blanchet *et al*. 2021).

Le scénario le plus probable de l'origine de l'accumulation est le suivant :

- Le niveau T' constitue une zone de contact, à l'époque émergée, une surface érosive ;
- Le niveau T est un dépôt, possiblement anthropique, appartenant à T' ou subcontemporain.
- Le sablon (S) est une lentille sableuse typique des dépôts alluviaux, qui a recouvert T et T' lors d'une crue.
- Les sables A et S constituent le même sédiment, un sablon de lit de rivière lors des crues, qui a ennoyé T et proviendraient de la face Nord de la stratigraphie, côté djebel, depuis le bassin versant.

Au vu de cette histoire sédimentaire, **le niveau T ne parait pas en place dans la stratigraphie**.

B. Sur la synchronie des artéfacts

La non-intégrité du niveau T, d'un point de vue stratigraphique, couplée aux différents types d'altération chimique et à leurs différents degrés d'intensité, pourrait poser la question de la **synchronie des artéfacts**. Chaque variété de silex possède une structure interne particulière, qui réagit différemment aux attaques physico-chimiques de l'extérieur. Il est donc normal que la dissolution n'altère pas les pièces pareillement. Par exemple, toutes les pièces observées portent un lustré de sol, mais ce dernier est nettement plus développé sur les pièces en silex blond. Le problème se pose lorsque des industries de même matière première ne possèdent pas les mêmes types et degrés d'altération. Dans la série étudiée, des pièces en silex blond à voile bleuâtre côtoient des pièces en silex blond à patine blanche forte. Nous pourrions penser que les pièces à patine blanche forte sont plus anciennes que celles à voile bleuâtre puisque le degré d'altération est nettement plus avancé. Ceci induirait que les silex ne pourraient pas être contemporains et qu'il y aurait une diachronie des artéfacts. Mais certains travaux ont montré qu'il fallait être vigilant à cet égard. À l'abri Pié-Lombard, des remontages d'éclats provenant d'un même nucléus ont été réalisés à partir de pièces altérées chimiquement (patine blanche prononcée) et d'autres qui ne le sont pas (Texier 1981). Cette altération différenciée des supports d'un même bloc indique que « *leur situation dans la topographie du remplissage a une grande importance et a de fortes chances de dépendre des variations locales de drainage des couches archéologiques* » (*ibid*.). Ce différentiel pourrait être causé par la position secondaire des artéfacts dans le cairn. M. Gruet remarquait lors de la fouille que les pièces se trouvant au cœur de l'amoncellement étaient les mieux préservées, alors que celles en périphérie avaient subi de lourdes altérations taphonomiques (Gruet 1954). Il est donc impossible de se prononcer sur la synchronie des pièces en se basant sur les états de surface.

Les analyses technologiques et structurelles présentées ultérieurement ont en revanche montré une véritable cohérence technique et aucun élément intrusif n'est présent. Les industries lithiques ont donc été considérées comme faisant partie d'un tout.

C. Sur le potentiel tracéologique des pièces

Les observations réalisées permettent également d'établir dans quelle mesure les modifications post-dépositionnelles préviennent ou compliquent l'**étude des macro et microtraces fonctionnelles** (traces d'utilisation). Les processus d'altération peuvent oblitérer partiellement ou totalement ces dernières « *en se superposant à elles, les détruisant ou bien encore les imitant* » (Claud 2008). Ce problème est régulièrement soulevé dans les travaux de tracéologie :

- Le lustré de sol, très brillant, gêne les observations microscopiques à cause de son réfléchissement intense de la lumière et recouvre complètement les traces de poli comme ceux de boucherie (Claud 2008, Guibert-Cardin 2022), tout comme le vernis recouvrant le marquage ;
- La patine blanche connait les mêmes problèmes et peut altérer les enlèvements lorsqu'elle est trop développée, la dissolution rognant la matière en surface (Figure 90) ;

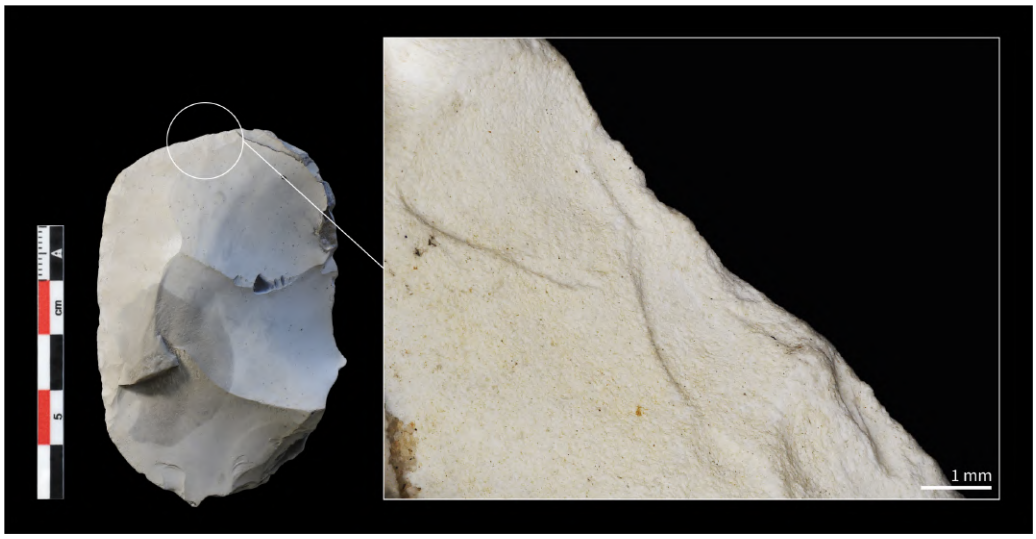


Figure 90 – Patine blanche altérant les enlèvements de retouches

- Les encroûtements, s'ils ne sont pas enlevés, peuvent dissimuler les traces ;
- L'amollissement des nervures et des bords crée des arrondis qui peuvent imiter le travail abrasif sur une matière tendre comme une peau (Claud 2008) ;
- Les spots brillants peuvent ressembler aux traces liées à l'emmanchement (*ibid.*) ;
- Les cassures nettes anciennes peuvent se confondre avec les fractures causées par le jet de projectiles (Plisson et Beyriès 1998, Coudenneau 2013) ;
- Les aplats d'encre de Chine pourraient être confondus avec des traces de résidu comme le bitume ;
- Les esquillements des bords sont piégeux car ils peuvent imiter la retouche et les enlèvements liés à l'utilisation (Bordes 1961, Stapert 1976, Prost 1988) ;
- Les stries de frottement peuvent être confondues avec les stries fonctionnelles (Guibert-Cardin 2022) ou les stries d'emmanchement (Beyries 1987) ;

Afin d'éviter de tomber dans des pièges qui pourraient causer des erreurs d'interprétation, il est nécessaire d'observer méticuleusement les pièces et d'avoir une lecture critique des stigmates. Les référentiels et protocoles d'analyses établis (Levi-Sala 1986, Prost 1989, Claud *et al*. 2019) permettent d'écarter les « pseudo-traces » et de distinguer les altérations post-dépositionnelles des processus anthropiques ayant eu lieu avant le dépôt.

Il n'était pas question dans ce travail de réaliser une étude tracéologique des pièces. Dans le cadre de l'analyse structurelle menée, un test a été effectué au CEPAM avec Sylvie Beyries sur un échantillonnage d'une vingtaine de pièces, afin de déterminer le potentiel d'étude des industries lithiques d'El Guettar en termes d'analyses fonctionnelles afin de pouvoir les intégrer dans des travaux futurs portant sur aspects.

Les données taphonomiques obtenues montrent que **la série lithique d'El Guettar (niveau T), d'une grande fraicheur au premier regard, a en fait subi de nombreux processus d'altération qui rendent l'analyse des microtraces fonctionnelles impossible**. Les associations de stigmates différents sur de mêmes pièces et leur localisation générale sur la pièce confirment leur origine taphonomique. Cependant, des macrotraces fonctionnelles ont été observées et seront présentées dans le chapitre 5.

II. Données pétroarchéologiques

1. Détermination des types de silex

Les observations ont montré qu'il existe une **grande variété lithologique** au sein du corpus. Neuf types de silex ont été identifiés :

A. Type 1 (Figure 91)

Caractéristiques :

- Type génétique : silex crétacé marin de zone profonde, zone de plateforme externe à bassin.
- Aspect macroscopique : silex à zonations concentriques type anneaux de Liesegang[64], de couleur beige-brun ou bleu-gris.
- Cortex : blanc-beige parfois crayeux, à plages enrichies en fer, millimétrique, cimenté ; portant les traces d'un réseau hydrographique non défini (coups d'ongle, stries) ; alluvial ; présence sur certaines pièces d'un liseré sous-cortical.
- Matrice : translucide ou opaque si recristallisée, microcristalline (grains de 1-4 µ), homogène, à imprégnation de fer ; peu d'éléments figurés (< 5%, globalement < 2%) : débris noirs non identifiés (100-200 µ) dont certains sont oxydés, pithonnelles[65], radioles d'oursin, spicules[66], quelques imperfections (géodes de microquartz).

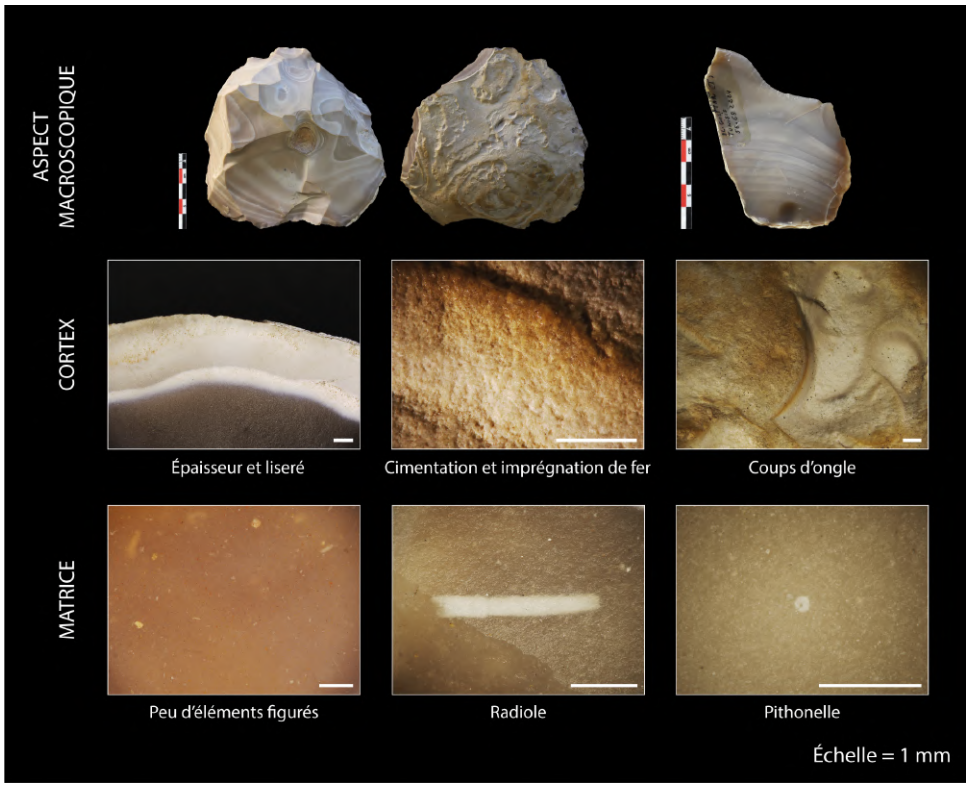


Figure 91 – Silex de Type 1

[64] **Anneaux de Liesegang** : successions de bandes concentriques plus ou moins planes, liées à une infiltration d'eau dans la matière.
[65] **Pithonnelle** : organisme marin profond, de forme sphérique à ouverture centrale sur le sommet.
[66] **Spicule** : petit bâtonnet calcaire ou siliceux constituant le squelette d'une éponge.

B. Type 2 (Figure 92)

Caractéristiques :

- Type génétique : silex crétacé marin de zone profonde, à foraminifères[67] planctoniques et benthiques[68] et rhomboèdres.
- Aspect macroscopique : silex de couleur brune, aspect pseudo-brechique (taches blanches de forme anguleuse).
- Cortex : millimétrique, à cimentation moyenne, grumeleux, ne portant pas de traces dans le réseau hydrographique.
- Matrice : translucide, faiblement hétérogène, cryptocristalline, à imprégnation de fer (couleur brune) ; peu d'éléments figurés (5-10%) : tubes, carbonates rhomboédriques, quelques débris noirs, microéléments blancs (<50 µ), foraminifères benthiques, fragments de tests (type bivalves), fragments de spicules, fragments de radioles ; clastes de dissolution.

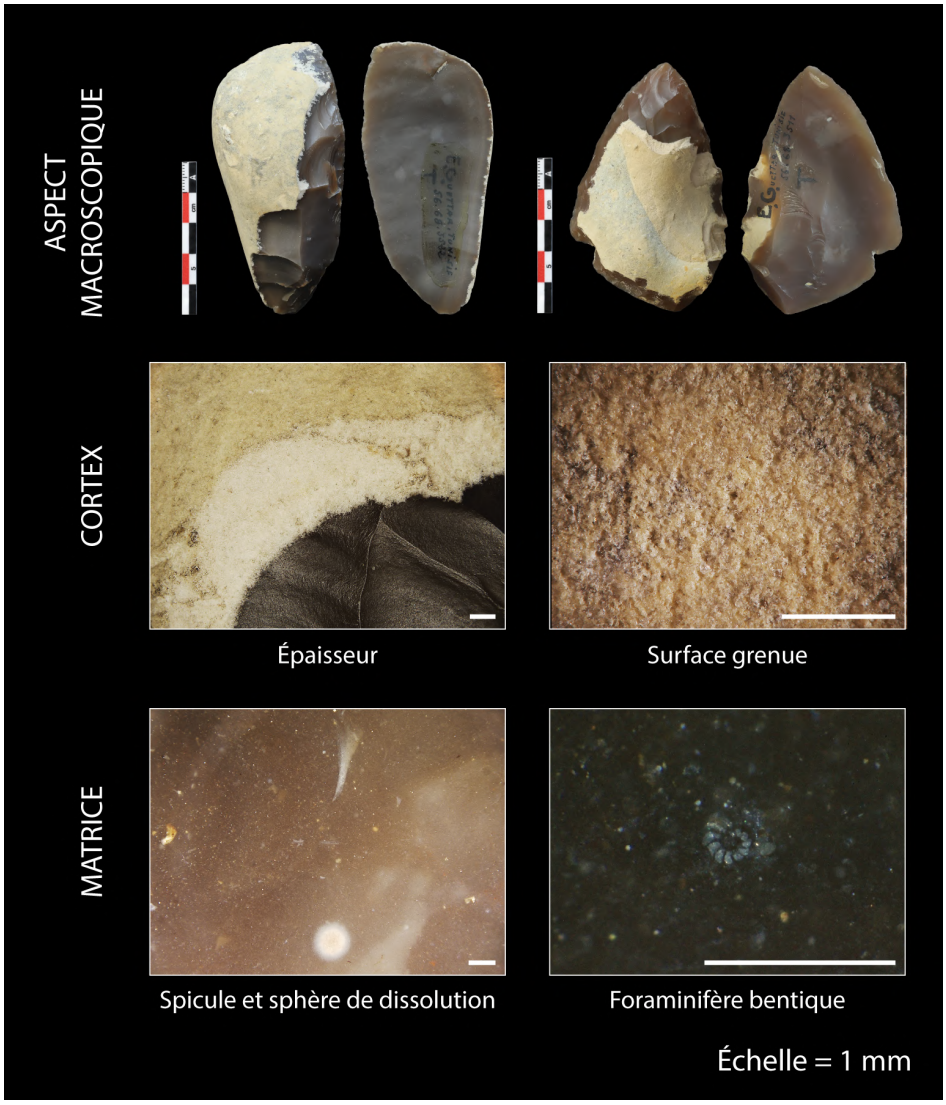


Figure 92 – Silex de Type 2

[67] **Foraminifère** : organisme marin unicellulaire doté d'un squelette de carbonate de calcium appelé test.
[68] **Benthique** : vivant au fond des eaux.

C. Type 3 (Figure 93)

Caractéristiques :

- Type génétique : silex crétacé riche en spicules.
- Aspect macroscopique : silex de couleur jaune-marron, aspect pseudo-brechique.
- Cortex : non décrit (absent sur l'échantillon).
- Matrice : translucide, homogène ; beaucoup d'éléments figurés (30%) : rhomboèdres ferrugineux, amas (probablement spongiaires), clastes, spicules.

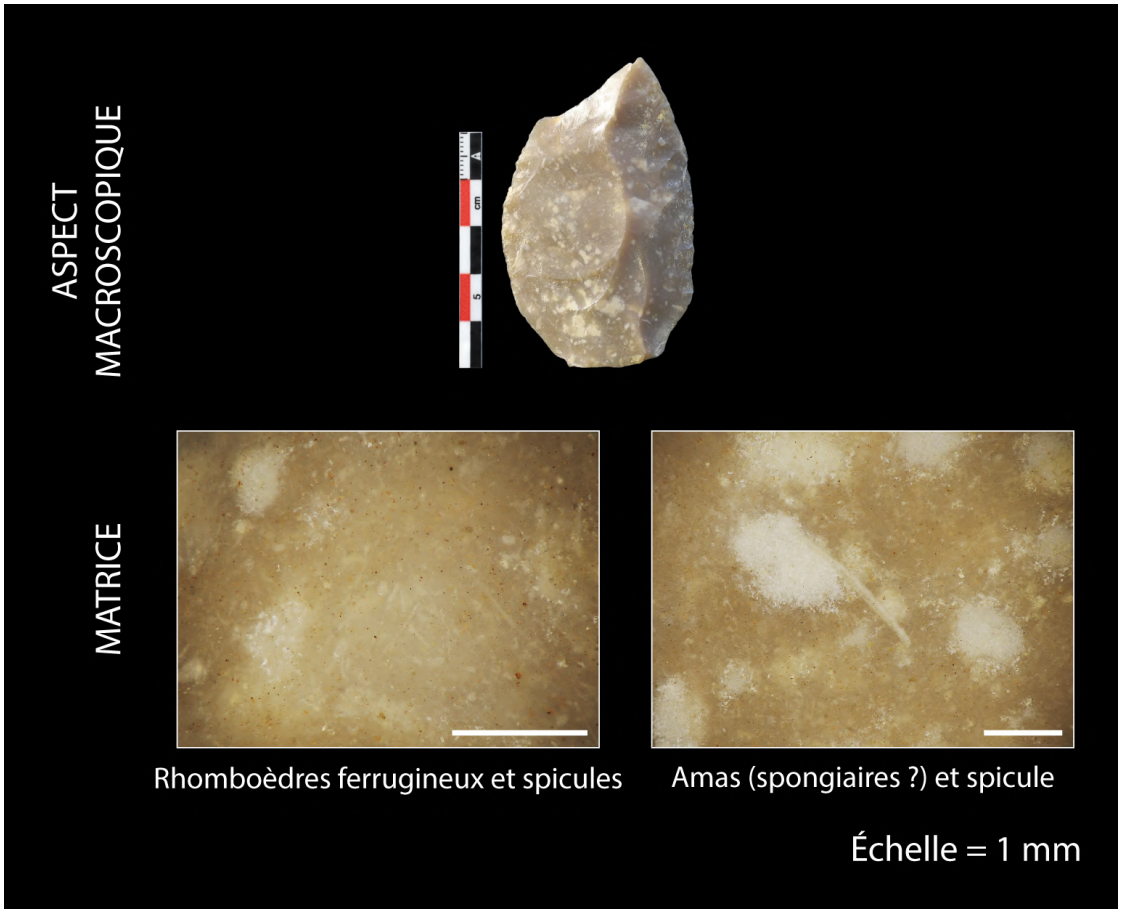


Figure 93 – Silex de Type 3

D. Type 4 (Figure 94)

Caractéristiques :

- Type génétique : silex crétacé, plateforme externe.
- Aspect macroscopique : silex de couleur gris-marron, structure hétérogène, aspect conglomératique avec beaucoup de grands éléments figurés (50%) : taches blanches arrondies.
- Cortex : non décrit (absent sur l'échantillon).
- Matrice : homogène, microcristalline ; peu d'éléments figurés (<2%) : fibres onduleuses, micro-clastes blancs (10-50 µ) dispersés dans la matrice.

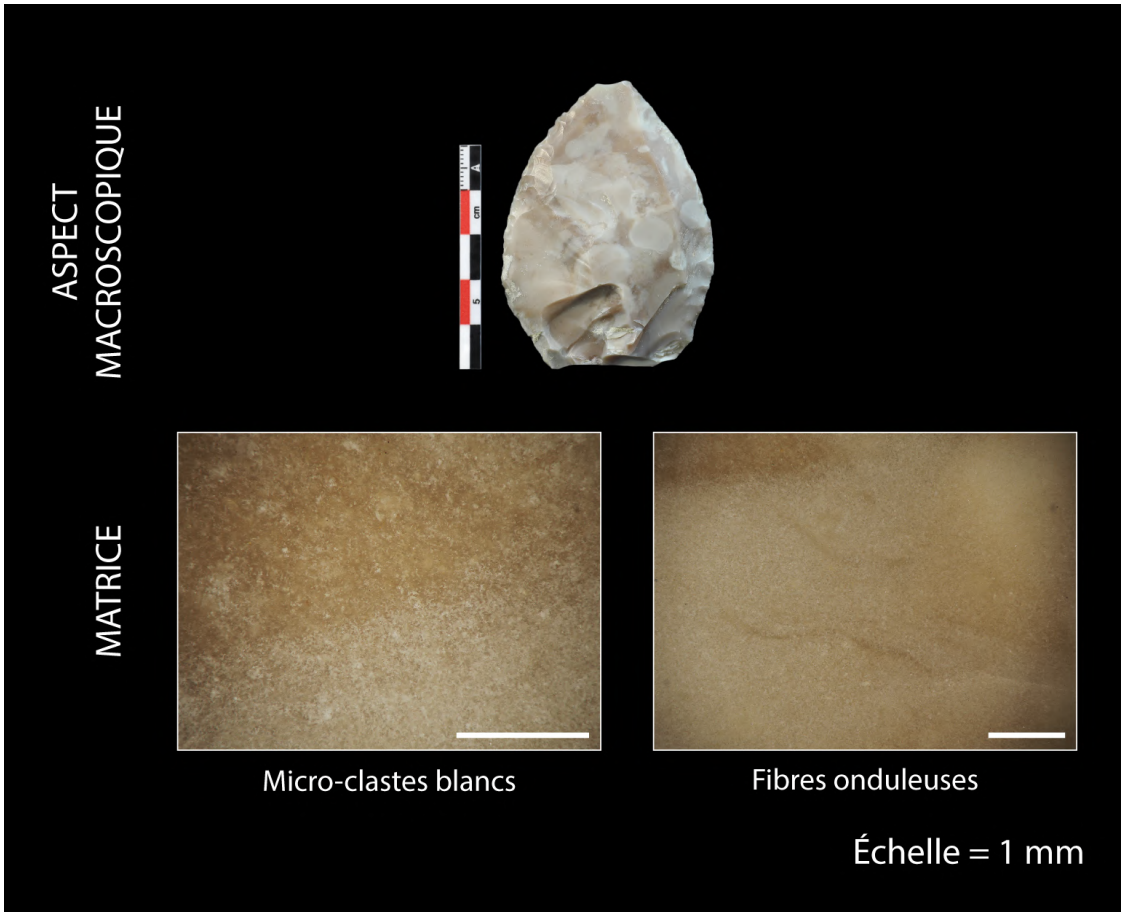


Figure 94 – Silex de Type 4

E. Type 5 (Figure 95)

Caractéristiques :

- Type génétique : silex crétacé marin des calcaires dolomitiques (Cénomanien-Turonien), riche en rhomboèdres.
- Aspect macroscopique : silex de couleur gris-beige à marron.
- Cortex : millimétrique, très grenu, ayant subi des processus pédo-sédimentaires (stries anciennes, coups d'ongle, chocs) ; alluvial ou colluvial.
- Matrice : homogène, microcristalline, imprégnée de fer (brune) ; beaucoup d'éléments figurés (20-30%) de petite taille : rhomboèdres blancs (20-50 µ), débris noirs, radioles, bioclastes fragmentaires (< 200 µ).

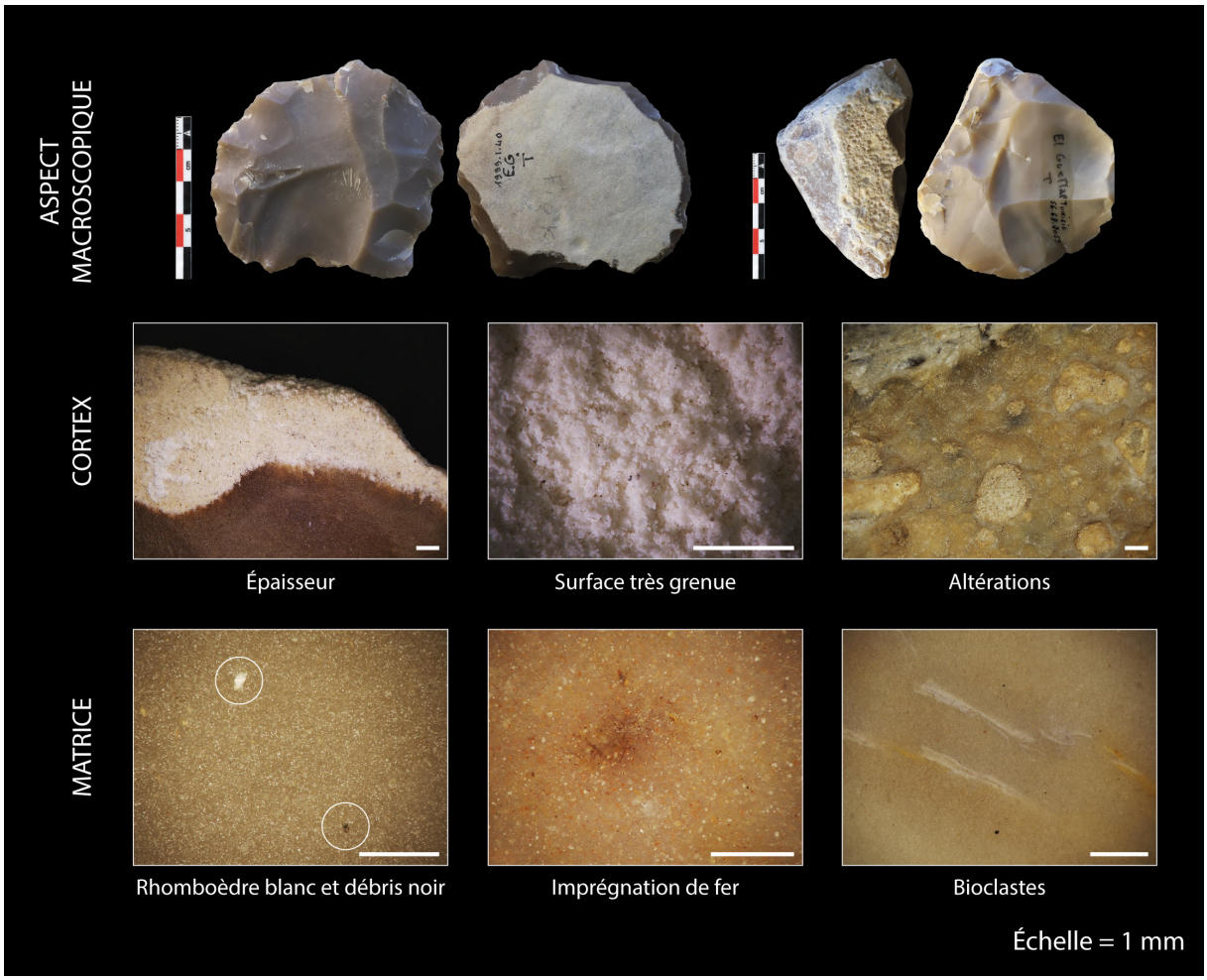


Figure 95 – Silex de Type 5

F. Type 6 (Figure 96)

Caractéristiques :

- Type génétique : silex crétacé marin de zone profonde.
- Aspect macroscopique : silex de couleur sable, à zonations concentriques.
- Cortex : cimenté avec début de dissolution, d'alluvion récent.
- Matrice : homogène, microcristalline, imprégnée de fer (brune) ; beaucoup d'éléments figurés (> 50%) de petite taille : foraminifères planctoniques type globigérines, spicules, beaucoup de clastes (10-20 µ), bioclastes sphériques (50-70 µ) pouvant être interprétés comme radiolaires ; quelques quartz détritiques de petite taille[69] (100 µ).

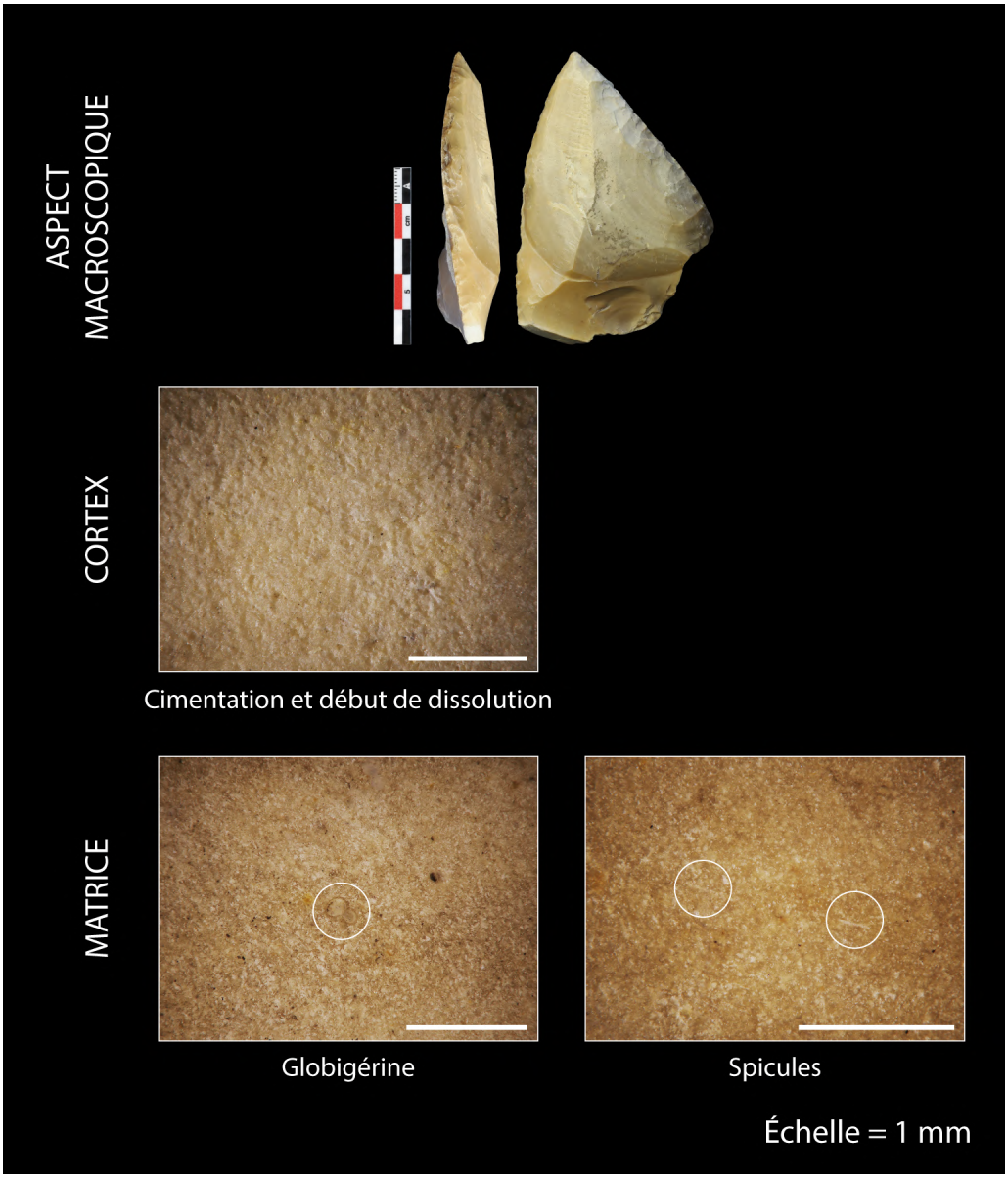


Figure 96 – Silex de Type 6

[69] **Détritique** : roche composée d'au moins 50 % de débris issus de l'altération des roches en domaine continental.

G. Type 7 (Figure 97)

Caractéristiques :

- Type génétique : silex éocène à phosphates.
- Aspect macroscopique : silex de couleur beige à marron.
- Cortex : grumeleux, à gros grains de quartz ; traces d'un transport dans le réseau hydrographique.
- Matrice : complètement translucide, hétérogène, cryptocristalline ; beaucoup d'éléments figurés (10-20%) : formes patatoïdes (fragments d'anciens phosphates), filaments enrichis en fer (rouges), fragments de bivalves, beaucoup de clastes de dissolution ; quartz détritiques.

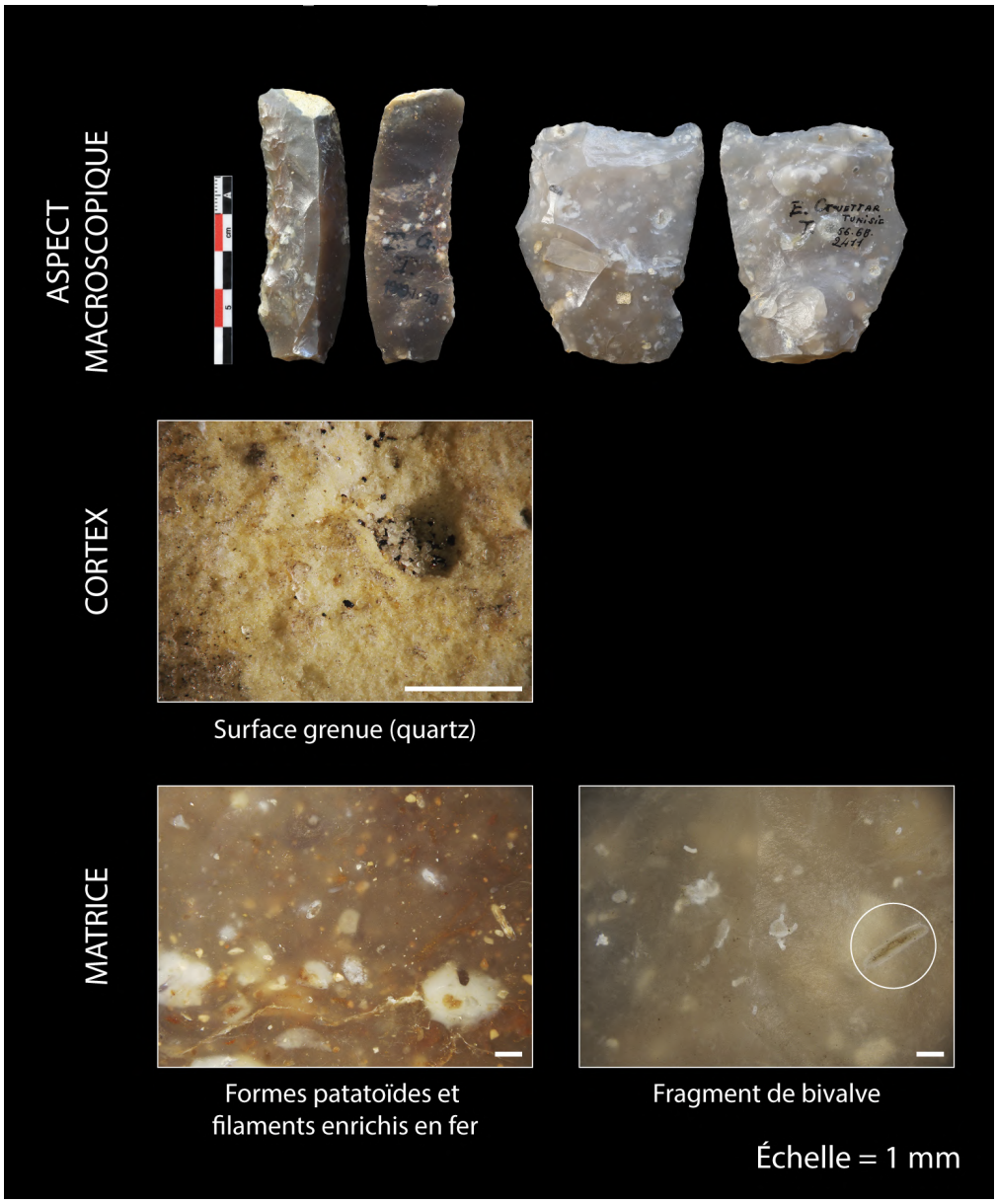


Figure 97 – Silex de Type 7

H. Type 8 (Figure 98)

Caractéristiques :

- Type génétique : silex tertiaire périlacustre à characées[70].
- Aspect macroscopique : silex de couleur gris opaque, à sphères de dissolution.
- Cortex : grumeleux, à liseré brun centimétrique ; alluvial.
- Matrice : opaque, hétérogène, microcristalline ; peu d'éléments figurés et distribution hétérogène (5-30%) : amas d'éléments ferriques, gyrogonites[71].

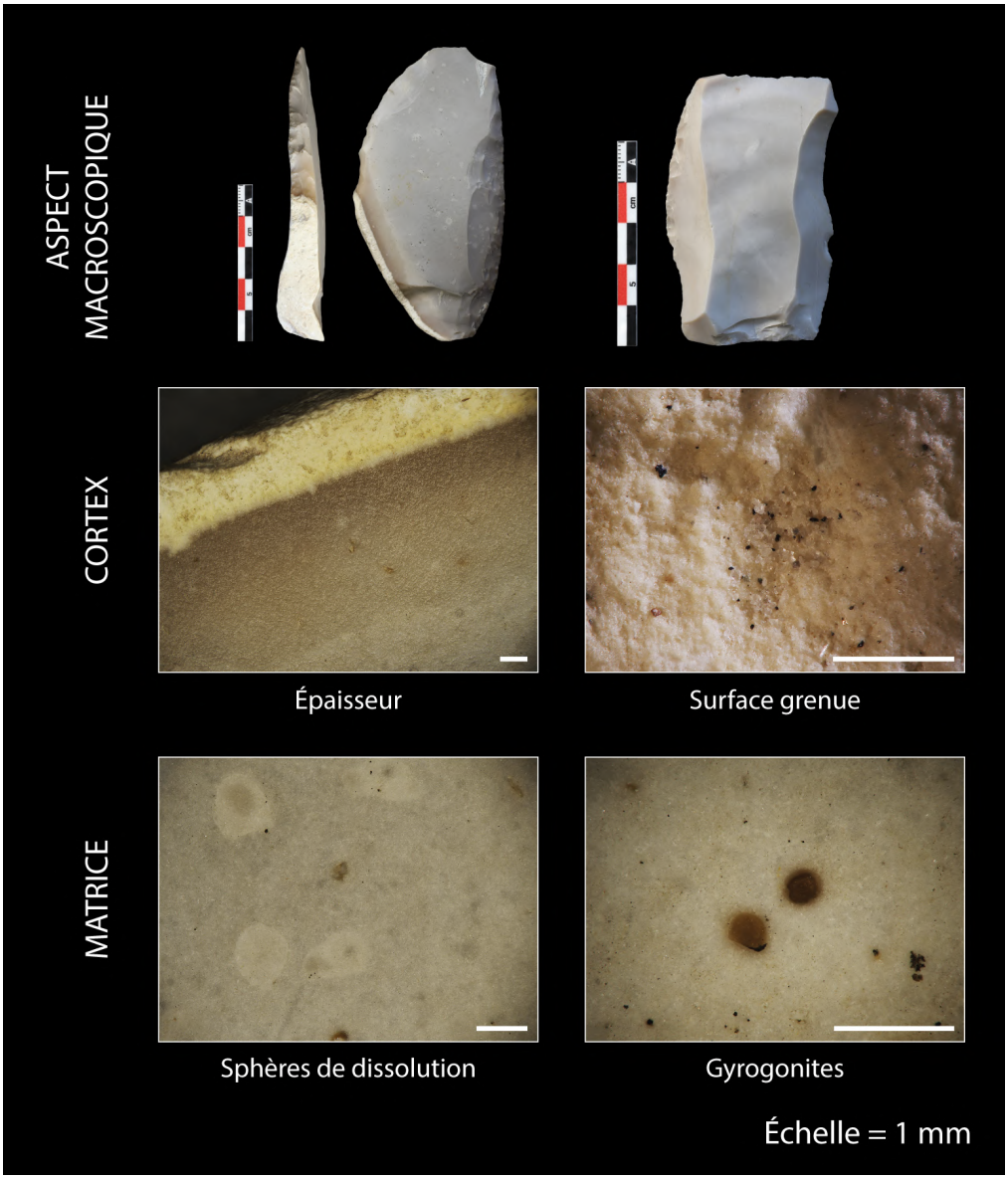


Figure 98 – Silex de Type 8

[70] **Characée** : algue d'eaux douces et saumâtres qui pousse en bord de lac.
[71] **Gyrogonite** : fruit de la characée.

I. Type 9 (Figure 99)

Caractéristiques :

- Type génétique : silcrète, silex continental de bord de lac, à lamines.
- Aspect macroscopique : silex de couleur gris opaque, à lamines qui suivent la forme du module.
- Cortex : cimenté, traces de transport dans le réseau hydrographique, zonations sous-corticales.
- Matrice : opaque, hétérogène ; peu d'éléments figurés : soit chenaux de circulation d'eau soit lamines à caractère stomatilithique[72].

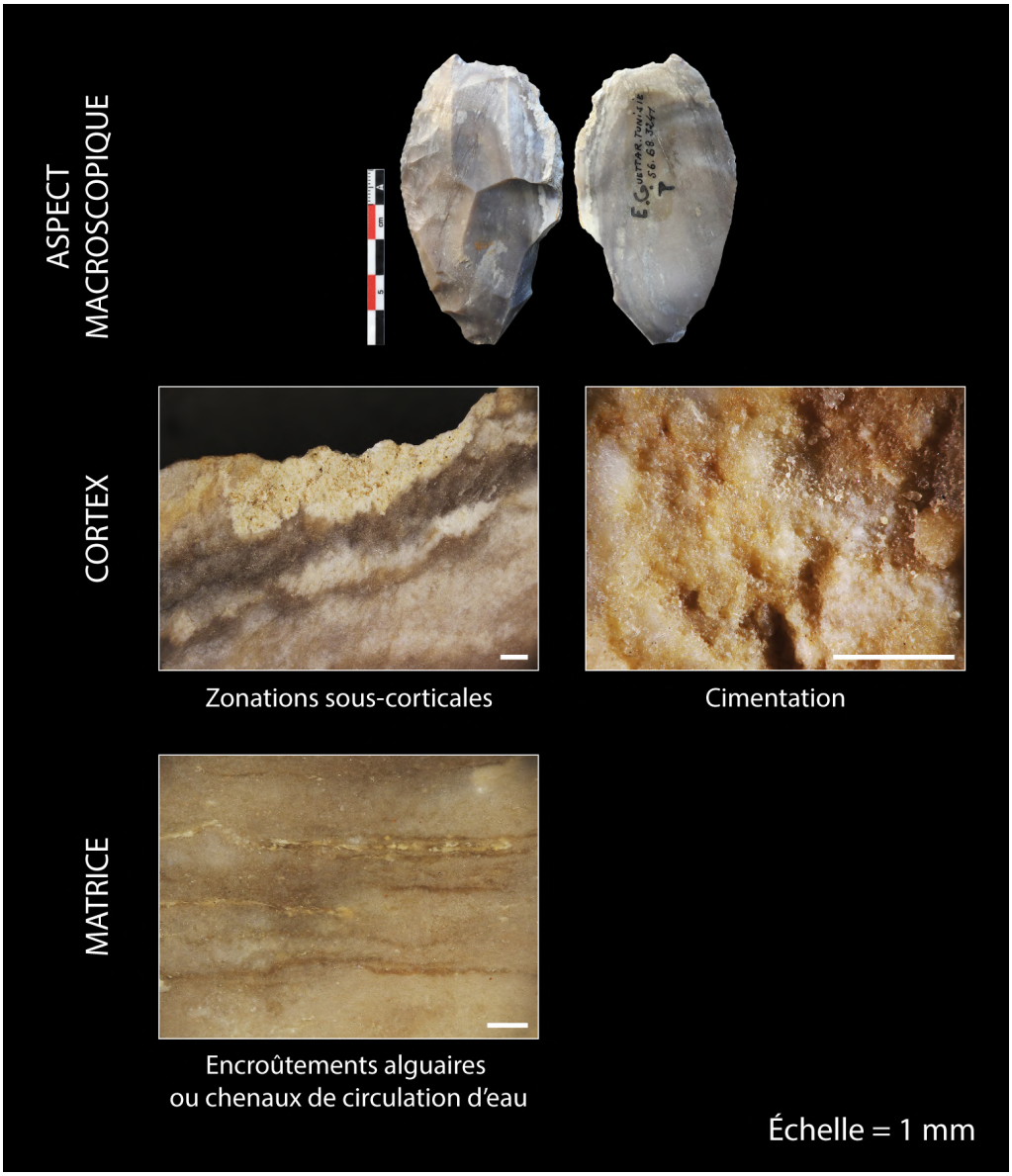


Figure 99 – Silex de Type 9

[72] **Lamines à caractère stomatilithique** : dépôts d'encroutement alguaires.

2. Les gîtes dans l'environnement du site

Le bassin de Gafsa présente une épaisse série stratigraphique avec des niveaux géologiques dont les conditions de mise en place ont favorisé la genèse de géomatériaux siliceux, notamment au Crétacé supérieur (Sénonien). Les principales formations sont la formation GATTAR (Crétacé supérieur : Cénomanien-Turonien), qui correspond à un environnement de plate-forme carbonatée à faciès profonds à ammonites ; la Formation ABIOD (Crétacé supérieur : Campanien moyen – Maastrichtien inférieur), qui correspond à une sédimentation marine moyennement profonde, représentée par deux barres de calcaire blanc crayeux à silex séparées par un membre où alternent des marnes et des calcaires argileux ; la Formation BERDA, équivalent latéral de la formation ABIOD dans la région de Metlaoui ; la formation METLAOUI (membre « Kef Eddour », Eocène : Yprésien-Priabonien), marquée par deux unités carbonatées contenant des nodules de silex et des géodes de quartz ; la formation SEGUI (Miocène supérieur - Pléistocène inférieur), formée par des alternances de sables jaunâtres et des argiles, correspondant à des dépôts conglomératiques continentaux (Belhouchet 2015).

Les formations siliceuses de la région d'El Guettar ont été répertoriées dans les années 2010 grâce aux prospections de Lotfi Belhouchet (*ibid.*). Ses travaux de terrain couplés à une recherche bibliographique ont permis de poser les bases du fondement d'une banque de données pétroarchéologiques, à travers la constitution d'un référentiel régional des gîtes à silex ainsi que la création d'une lithothèque. Ils mettent en avant la **grande richesse en silex de la région**. C'est une dizaine de gîtes qui a été identifiée dans les environs proches d'El Guettar (rayon de 70 km) (Figure 100).

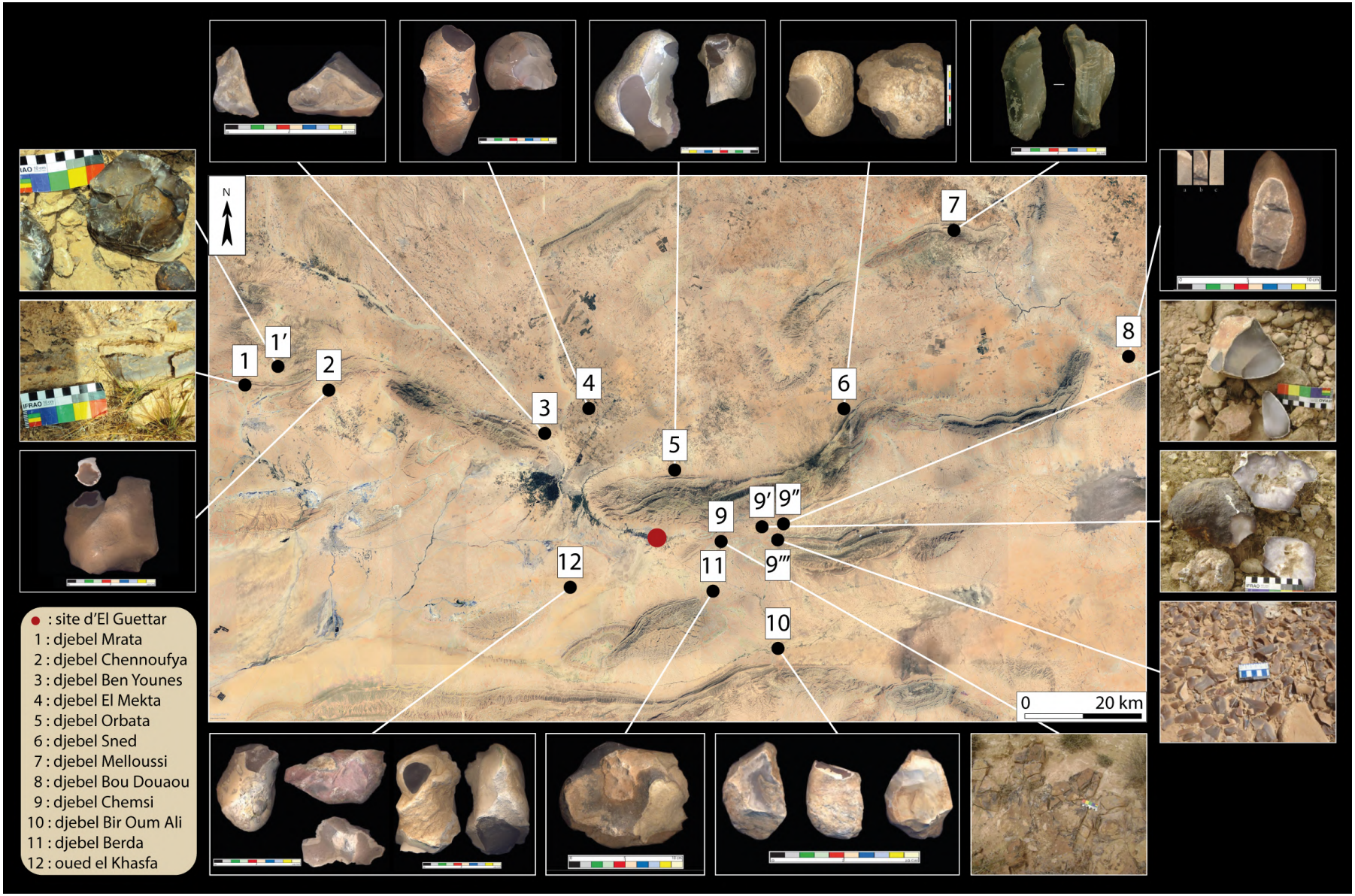


Figure 100 – Localisation des gîtes à silex autour d'El Guettar (d'après Belhouchet 2015 ; fond de carte Google earth 2024 ; DAO O. Laroche)

La majeure partie de ces gisements est d'âge Crétacé, ils appartiennent aux formations GATTAR, BERDA et ABIOD (Figure 101).

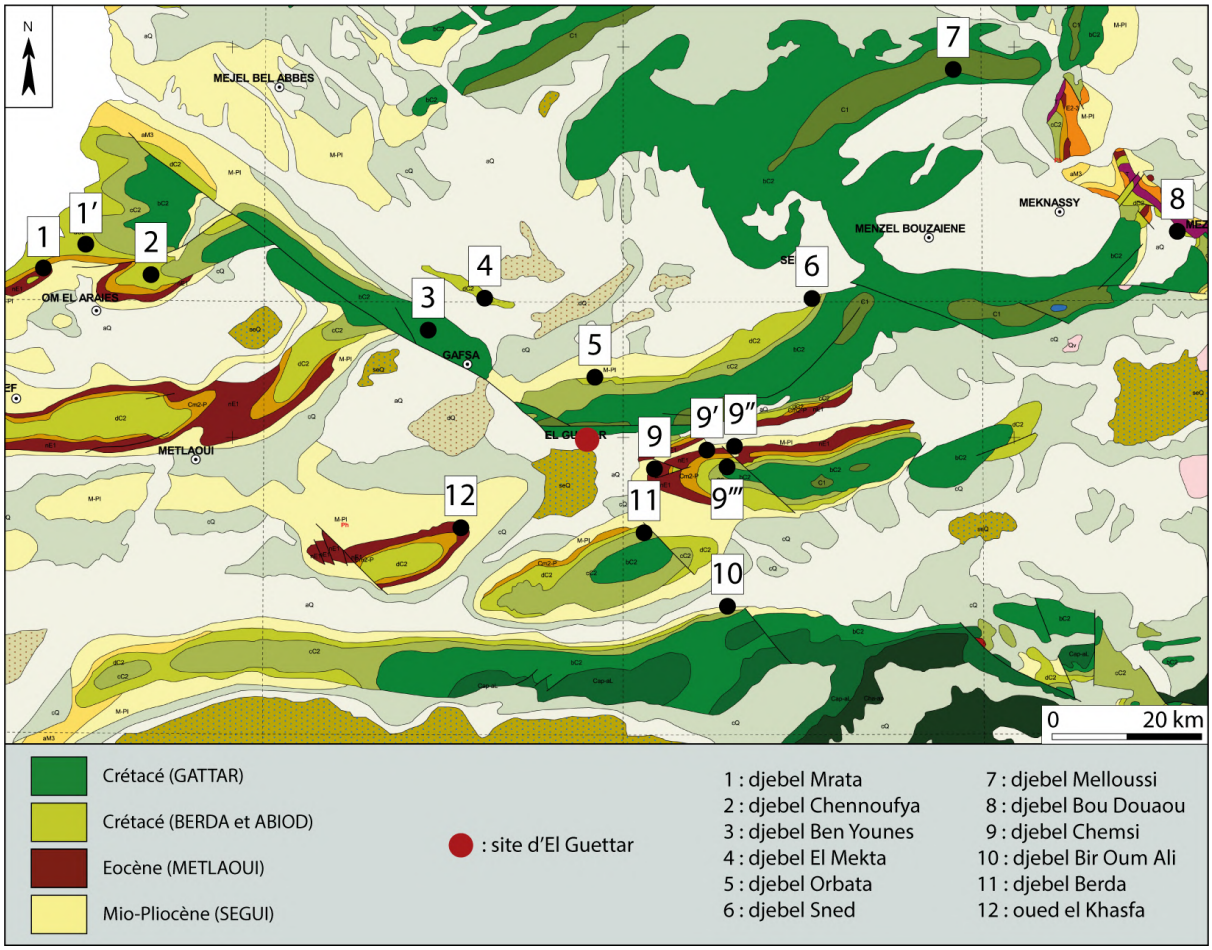


Figure 101 – Localisation des gîtes à silex dans les formations géologiques du bassin d'El Guettar (d'après Belhouchet 2015 ; fond de carte : carte géologique de la Tunisie 500 000ème ; DAO O. Laroche)

L'examen pétrographique réalisé permet de trouver des consonances entre certaines variétés archéologiques décrites et les types gîtologiques environnants décrits par L. Belhouchet (2015). La comparaison est fondée sur quelques vues mésoscopiques et de minces descriptions des faciès sédimentaires et demanderait à être plus amplement poussée[73].

A. Type 1 : gîte n°6 ?

Le type 1 pourrait correspondre au type SN.1 (*ibid.*) provenant du djebel Sned et appartenant à la Formation ABIOD (gîte n°6 Figure 100, Figure 101, Figure 102). Son cortex est carbonaté, beige, millimétrique et présente des cratères. La matrice est opaque, beige-caramel ou gris-bleuté. La limite cortex / matrice est marquée par un liseré millimétrique.

[73] Cette partie est une proposition de comparaisons entre gites potentiels pour engager une meilleure documentation des matières premières d'El Guettar mais ma démarche est fortement limitée puisque je n'ai pas observé les matériaux dans leur gite et que mon protocole d'observation est différent de celui de L. Belhouchet.

B. Type 2 : gîte n°4 ?

Le type 2 pourrait correspondre au type MEK.1 (*ibid.*) provenant du djebel El Mekta (gîte n°4 Figure 100, Figure 101, Figure 102) et appartenant à la formation ABIOD. Le silex se présente sous la forme de rognons d'aspect irrégulier s'organisant en bancs dans l'encaissant. Le cortex est grenu, blanc-beige et épais. La matrice est marron-ocre translucide.

C. Type 5 : gîtes n°2, 5 et 9''' ?

Le type 5 pourrait correspondre à plusieurs variétés de silex blond de la formation ABIOD :

- Le type CH.1 (*ibid.*), provenant du djebel Chennoufya (gîte n°2 Figure 100, Figure 101, Figure 102). Le silex se présente sous forme de rognons décimétriques à cortex jaune-beige rugueux épais (plus de 3 mm) et à matrice marron translucide.
- Les types SEL.01 et SEL.02 (*ibid.*), provenant du lieu-dit Oum Selloum au djebel Orbata (gîte n°5 Figure 100, Figure 101, Figure 102). SEL.01 est un silex marron translucide à cortex jaunâtre très mince. SEL. 02 est un silex gris foncé opaque à cortex carbonaté jaunâtre plus développé (> 1 mm).
- Les types AY.1 et AY.2 (*ibid.*), provenant du lieu-dit El Ayaïcha au djebel Chemsi (gîte 9''' Figure 100, Figure 101, Figure 102). Les deux variétés possèdent un cortex carbonaté blanchâtre ou rouille assez développé (1 à 3 mm) et à la texture granulométrique rugueuse. La matrice de AY.1 est beige opaque tandis que celle d'AY.2 est marron translucide.

D. Type 6 : gîte n°7 ?

Le type 6 pourrait correspondre au type MEL.01 (*ibid.*) provenant du djebel Melloussi et appartenant à la formation GATTAR (gîte n°7 Figure 100, Figure 101, Figure 102). Le silex se présente sous forme de nodules aplatis, fortement diaclasés, de taille pluridécimétrique. Son cortex est blanc et opaque et sa matrice est gris-beige ou marron possédant une structure zonée.

E. Type 8 : gîte n°9'' ?

Le type 8 pourrait correspondre au type CH.01 (*ibid.*) provenant du djebel Chemsi et appartenant à la formation SEGUI (gîte n°9'' Figure 100, Figure 101, Figure 102). Le silex se présente sous forme conglomératique hétérométrique dans des affleurements détritiques (position secondaire). Les galets présentent un néocortex carbonaté moyennement développé (environ 3 mm) et une matrice grise et opaque.

F. Type 9 : gîte n°10 ?

Le type 9 pourrait correspondre au type BO.01 (*ibid.*) provenant du djebel Bir Oum Ali et appartenant à la formation SEGUI (gîte n°10 Figure 100, Figure 101, Figure 102). Le silex se présente sous forme conglomératique reposant sur les séries antérieures. Les rognons possèdent un néocortex épais et une matrice grise, opaque et zonée.

3. Conclusions

A. Un silex, des gîtes, une qualité de taille et une morphologie adéquate

Les silicites constituent l'unique matériau dans lequel les industries du niveau T ont été taillées et plus particulièrement le silex. L'examen microscopique des faciès sédimentaires a mis en évidence une grande variabilité lithologique au sein de ce matériau. Cela signifie que la population a collecté le silex dans différents gîtes.

L'étude des surfaces naturelles (cortex) montre quasi systématiquement des traces de transport dans le réseau hydrographique. Les blocs et rognons ont donc été récoltés en position secondaire. Certaines pièces témoignent d'un ramassage en gîte sub-primaire, non loin de la roche-mère dont les blocs se sont détachés : cortex irrégulier, épais, structure carbonatée, grenu, nombre élevé de clastes dans la matrice. Tandis que d'autres témoignent d'un ramassage plus éloigné (colluvions ou alluvions) : début de cimentation du cortex (perte de carbonates), néocortex émoussé, grains recouverts par une pellicule de calcédoine, perte en clastes.

Les silex provenant de **gîtes secondaires** sont ceux qui présentent en général les **meilleures aptitudes à la taille**. Ces derniers ont perdu en porosité en s'éloignant du gîte primaire, permettant une bonne diffusion des ondes dans le matériau (P. Fernandes, communication personnelle). Par ailleurs, les silex provenant d'alluvions livrent des **volumes suffisants** pour débiter selon certaines méthodes de taille où des morphologies particulières sont recherchées, notamment les méthodes Levallois. **La sélection de ces matrices de silex où les volumes préfigurent les caractères recherchés témoigne donc d'un choix délibéré de la part des artisans d'El Guettar**, fins connaisseurs des propriétés intrinsèques et extrinsèques des matériaux.

B. Reconstitution des déplacements humains et des matériaux

La richesse en silex des environs d'El Guettar a pu favoriser une **intense exploitation du matériau** à travers des **collectes locales** (< 5 km), où le gîte est accessible en 1 heure de marche aller ; **sub-locales** (< 20 km), ne nécessitant pas de déplacements supérieurs à une journée de marche aller-retour et **lointaines** (< 50 km), où le gîte est accessible en une journée de marche aller (Vaissié 2021, d'après Geneste 1985) (Figure 102). Certains types définis semblent en effet correspondre à certains types gîtologiques décrits par L. Belhouchet. Une comparaison avec les mêmes échelles d'observation (microscopiques) et les mêmes grilles d'analyse (notamment des descriptions paléontologiques) serait à envisager pour confirmer ces mises en parallèle.

Le silex mis au jour dans le sondage de 2010 proviendrait d'après ses inventeurs de la région de Sned (gîte n°6 Figure 102), à 35 km d'El Guettar, appuyant l'hypothèse de déplacements relativement lointains de la population à partir du site (Aouadi et Belhouchet 2010). La plupart des industries MSA ont été débitées à partir de matériaux locaux ou sub-locaux (< 20 km), mais à Adrar Bous (Niger), les distances de transport s'étendent jusqu'à 200 km (Scerri et Spineapolice 2019), intégrant le domaine lointain et très lointain (> 50 km, nécessitant un changement de camp de base) dans les déplacements de matériaux pendant le MSA.

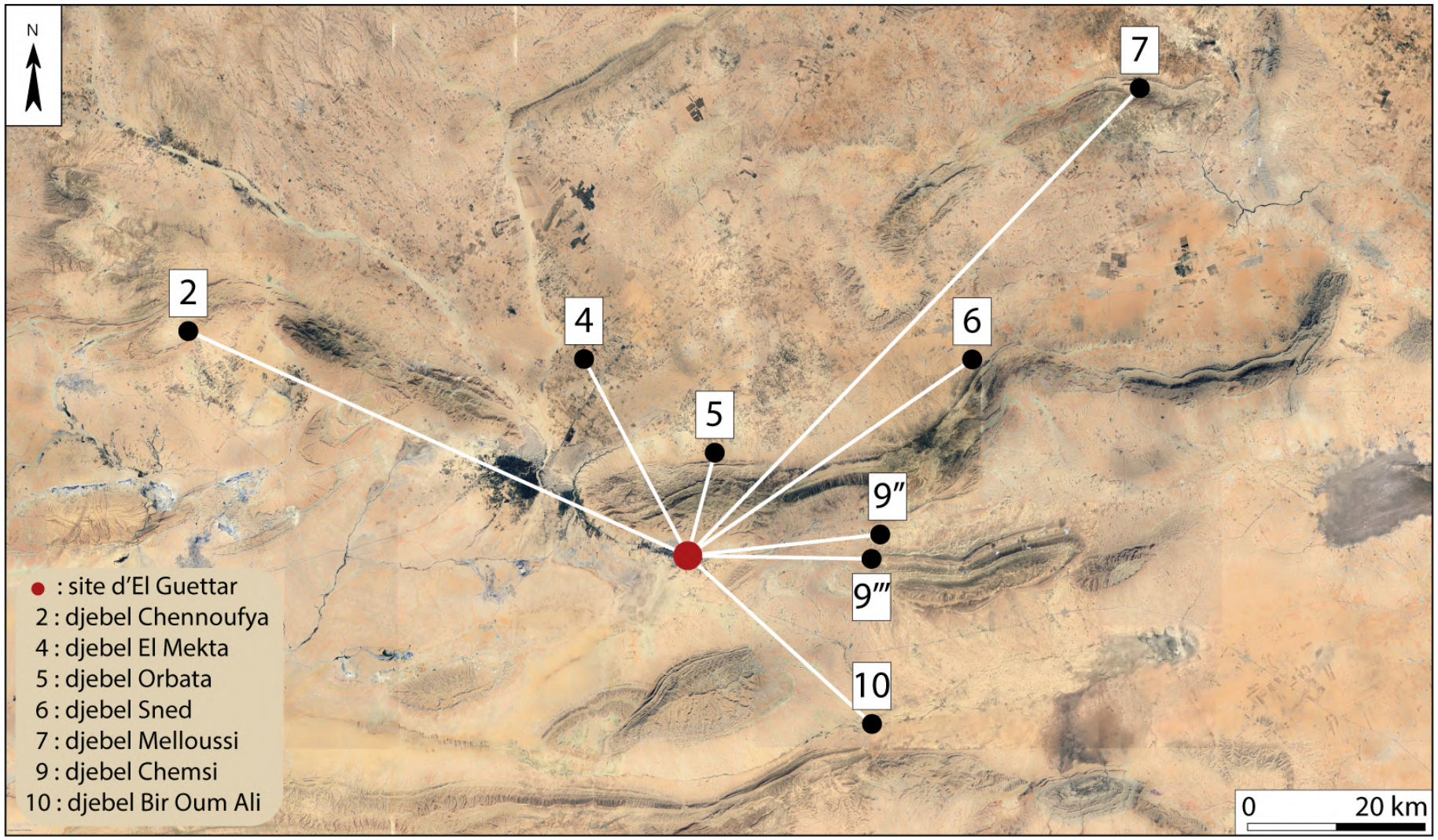


Figure 102 – Carte des déplacements possibles des matériaux siliceux entre les gîtes environnants et le site d'El Guettar (d'après Belhouchet 2015 et cette étude ; fond de carte Google earth 2024 ; DAO O. Laroche)

III. Données structurelles et productionnelles

1. Données générales

Le matériel lithique étudié représente un total de 1050 pièces composé de 982 supports (981 débités et 1 façonné) et 68 nucléi qui se répartissent dans les grandes catégories morphologiques suivantes (Tableau 8) :

Échantillonnage total (n = 1050)		
Types	n	%
Éclats	771	73%
Lames	127	12%
Pointes	41	4%
Galets	1	<1%
Nucléi	68	6%
Indéterminés	42	4%
Total	1050	100%

Tableau 8 – Décompte général par types d'objets

L'analyse des éléments met en évidence une **production d'éclats, de lames et de pointes selon un concept de débitage identifié comme unique : le Levallois**. Quasiment tous les nucléi appartiennent au débitage Levallois et bien qu'un certain nombre de supports ne présentent pas de caractères strictement déterminants pour leur identification en tant que supports Levallois, aucun élément discriminant n'a révélé d'autres schémas opératoires de production. Cela nous permet d'envisager de rattacher ces éléments non diagnostiques aux systèmes relatifs à ce concept. Par exemple, si la majeure partie des lames présente des nervures centrales et des pans latéraux marqués, typiques de la gestion des convexités des surfaces sur les nucléi Levallois, certaines lames ne présentent pas cette morphologie-type et la question du schéma auxquelles ces pièces se rapportent a été posée. S'agit-il d'un débitage laminaire type « Paléolithique supérieur » ? Nous avons répondu négativement à cette question car aucun sous-produit ou produit technique n'est rattachable à ce concept. Les nucléi correspondant sont absents, tout comme les éléments de mise en forme de crêtes ou de carènes.

La question de la présence d'un débitage discoïde s'est également posée, en raison de l'existence d'un grand nombre de produits débordants, outrepassés et de flanc de nucléus (n = 205) dont un petit nombre de pointes pseudo-Levallois (n = 7). Ces dernières constituent des produits caractéristiques de ce type de débitage de modalité cordale mais là encore, aucun nucléus correspondant n'a été identifié. Ces supports faisant également partie intégrante des systèmes de production Levallois, notamment lors de la remise en forme des convexités latérales par leur surbaissement (Boëda 1994), ont donc été interprétés comme éléments de mise en forme appartenant au système de production Levallois plus qu'à une production spécifique discoïde. Enfin, quelques éclats Kombewa (n = 5) sont également à signaler. Les intentions productionnelles de ces enlèvements n'ont pas été démontrées au vu de leur faible nombre dans la série. Ils sont associés à un débitage d'éclats type-Levallois sur face inférieure de nucléus (débitage sur éclat-nucléus) pour 2 d'entre eux, et comme éléments d'entretien pour les 3 autres présentant un débordement.

A. Phasage

Au sein de l'échantillonnage, les supports issus de la phase de production ou de « plein débitage » sont les plus nombreux (50%) (Tableau 9). Parmi eux, les produits les plus représentés sont les éclats (n = 365). Les lames occupent la seconde position (n = 93), suivies des pointes (n = 39). Les supports indéterminés sont au nombre de 29. Technologiquement, ils appartiennent à la phase de production, mais morphologiquement, il n'est pas possible de savoir s'il s'agit d'éclats, de lames ou de pointes, en raison de la retouche couvrante le long de leurs bords qui masque la morphologie initiale du support.

Les sous-produits techniques représentent 35% des artéfacts. Morphologiquement, il s'agit d'éclats et de lames. Ils correspondent aux phases d'initialisation (2%), de décorticage (9%) et d'entretien des nucléi (24%) et attestent du déroulement de ces phases d'activité sur le site d'El Guettar, confortée par la présence discrète des nucléi (6%).

L'absence de tamisage sur le site exclut presque totalement les chances d'identifier la fraction fine de l'industrie liée à la phase de confection des outils. Les petits éclats d'affûtage/réaffûtage sont en effet absents. Sans ces éléments, il n'est pas possible de se positionner sur l'existence d'un schéma opératoire de confection et de réaffutage des outils sur le site. Pareillement pour des éléments témoignant de processus de productions antérieurs, représentés à hauteur de 8%. Leur présence témoigne cependant d'une phase de reprise d'anciens supports pour la confection de nouveaux outils.

Échantillonnage total (n = 1050)		
Catégories technologiques	n	%
Supports débités	**981**	**93%**
Phase d'initialisation	**17**	**2%**
Pièces à cortex intégral	*17*	*2%*
Phase de décorticage	**93**	**9%**
Pièces à cortex couvrant > 50%	*42*	*4%*
Pièces à cortex résiduel < 50%	*51*	*5%*
Phase d'entretien	**256**	**24%**
Pièces débordantes / outrepassées / de flanc	*205*	*20%*
- *Dont pointes pseudo-Levallois*	*7*	*<1%*
- *Dont éclats Kombewa*	*2*	*<1%*
Éclats de réfection	*51*	*5%*
Phase de production des supports	**527**	**50%**
Éclats Levallois	*179*	*17%*
Éclats Kombewa	*2*	*<1%*
Éclats non diagnostiques	*185*	*18%*
Lames Levallois	*71*	*7%*
Lames non diagnostiques	*22*	*2%*
Pointes Levallois	*39*	*4%*
Indéterminés	*29*	*3%*
Phase de reprise	**88**	**8%**
Pièces à double ou triple patine	*84*	*8%*
Autres	*4*	*<1%*
Nucléi	**68**	**6%**
Levallois	*68*	*<1%*
Supports façonnés	**1**	**<1%**
Total	**1050**	**100%**

Tableau 9 - Décompte général par catégories technologiques

B. Histoires de vie des pièces

a. Transformation des supports en outils

- Composition typologique

Parmi les 982 supports considérés dans l'échantillonnage, le matériel retouché représente 68% de la collection (n = 671) et le matériel brut 32% (n = 311). Ce taux d'outils typologiques très élevé est à mettre en relation avec le tri effectué entre le musée de l'Homme et le musée du Bardo[74]. Aussi, il ne prend pas en compte l'ensemble des pièces du niveau T puisque l'échantillonnage est composé des pièces entières uniquement. Il ne s'agit donc pas de la réalité archéologique de la série tout entière.

Ont été considérées dans le décompte typologique les outils *stricto sensu*, à savoir les pièces ayant bénéficié d'une phase de confection (retouche). N'apparaissent donc pas les supports de première intention Levallois bruts et les couteaux à dos comme on les retrouve parfois dans certains décomptes typologiques reprenant la classification de F. Bordes (1961). Ces derniers peuvent toutefois constituer de véritables supports d'outils. Parmi les 311 supports bruts, 33% (n = 106) présentent par exemple des enlèvements pouvant s'apparenter à de la retouche fonctionnelle. Ce décompte ne présente donc pas les outils au sens « fonctionnel » mais présente les pièces selon les catégories typologiques descriptives standardisées usuelles. Nous avons ajouté à ces dernières la catégorie « couteaux à dos façonné » car ces éléments témoignent d'un aménagement de la partie préhensible sur un support présentant un tranchant volontairement laissé brut.

La composition typologique de l'amoncellement montre une grande variabilité, ce qui indique que la phase de confection n'est pas orientée vers la création d'un type d'outil en particulier. Les outils sont globalement répartis dans les grandes catégories de l'**outillage NAMSA** (Tableau 10 et Figure 103). Le spectre est largement dominé par les **racloirs** (n = 433) à hauteur de 64%, au sein desquels toutes les formes sont représentées : racloirs simples latéraux (n = 194), racloirs simples transversaux (n = 60), racloirs doubles (n = 68), racloirs doubles convergents (n = 39), racloirs doubles déjetés (n = 62) et racloirs triples (n = 10). Les pointes constituent la seconde catégorie la plus importante (n = 143) à hauteur de 21%. Elles sont quasi exclusivement représentées par les **pointes moustériennes** (n = 142), la présence des **pièces pédonculées** étant très discrète, représentée par un *unicum*. Les **denticulés** (n = 9), **grattoirs** (n = 6) et **perçoirs** (n = 21) sont peu nombreux et composent à eux trois 5% de l'outillage. Les outils dits « composites », avec plusieurs types d'outils sur le même support, sont présents à hauteur de 2% (n = 12). Les couteaux à dos façonnés sont rares (n = 4) et représentent moins de 1% du corpus. Le reste des supports transformés est composé d'une pièce esquillée, de pièces retouchées n'appartenant pas à un type d'outil précis (n = 12) et de pièces cassées qui empêchent une attribution exacte à tel type (n = 29), notamment une distinction entre racloirs convergents et pointes moustériennes. Enfin, le macro-outillage est représenté par un *unicum* : un galet aménagé (chopper).

[74] Ce dernier conservant la majeure partie des éclats bruts du niveau.

Supports (n = 982)					
Confection	**Nombre**	**%**	**Type d'outil**	**Nombre**	**%**
Oui (pièces retouchées)	**671**	**68%**	**Choppers**	**1**	**<1%**
Non (pièces brutes)	**311**	**32%**	**Denticulés**	**9**	**1%**
Retouche fonctionnelle	*106*	*33%*	**Grattoirs**	**6**	**1%**
			Racloirs	**433**	**64%**
			- *Simples latéraux*	*194*	*29%*
			- *Simples transversaux*	*60*	*9%*
			- *Doubles*	*68*	*10%*
			- *Doubles convergents*	*39*	*6%*
			- *Doubles déjetés*	*62*	*9%*
			- *Triples*	*10*	*1%*
			Pointes	**143**	**21%**
			- *Moustériennes*	*142*	*21%*
			- *Pédonculées*	*1*	*<1%*
			Couteaux à dos façonnés	**4**	**1%**
			Perçoirs	**21**	**3%**
			- *Typiques*	*15*	*2%*
			- *Atypiques*	*6*	*1%*
			Outils composites	**12**	**2%**
			Autres	**42**	**6%**
			- *Pièces esquillées*	*1*	*<1%*
			- *Pièces trop cassées*	*29*	*4%*
			- *Pièces avec retouche*	*12*	*2%*
			Total	**671**	**100%**

Tableau 10 – Taux de transformation général et décompte typologique du niveau T d'El Guettar



Figure 103 - Types d'outils majeurs du niveau T d'El Guettar ; a-e : racloirs (a : latéral, b : transversal, c : double, d : double déjeté, e : triple), f : grattoir, g : perçoir, h : pointe pédonculée, i : pointe moustérienne, j : denticulé

- Supports d'outils

  - Par type de support

L'outillage est réalisé sur des supports diversifiés, avec un taux de transformation des différents types de supports de ~ 60% à 80%. Éclats, lames et pointes semblent être investis quelle que soit leur nature (Tableau 11). Les taux des galets et supports indéterminés constituent un biais, le premier étant fondé sur un *unicum* et le second désignant par nature des pièces retouchées dont le support porte une retouche invasive qui empêche sa détermination.

Supports (n = 982)										
	Éclats (n = 771)		Lames (n = 127)		Pointes (n = 41)		Galet (n = 1)		Indéterminés (n = 42)	
Confection	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Non (pièces brutes)	250	33%	52	41%	9	21%				
Oui (pièces retouchées)	519	67%	75	59%	33	79%	1	100%	42	100%

Tableau 11 – Répartition des outils par type de support

  - Par type de support selon la catégorie technologique

La répartition des outils par type de supports selon leur place dans la chaîne opératoire montre une transformation plus importante les produits de première intention, à hauteur de 56% (Tableau 12). Parmi cette catégorie, les éclats sont les supports privilégiés pour la confection des différents types d'outils. Ils représentent à eux seuls 39% des supports transformés. Les lames, les pointes et les supports indéterminés représentent respectivement 8%, 4% et 4%, indiquant une nette préférence pour les éclats lors de la phase de confection.

La transformation des sous-produits techniques est également importante puisqu'elle représente 32% du taux de retouche. Les éléments de décorticage et d'entretien présentent d'ailleurs individuellement des taux de retouche plus importants que les lames ou les pointes de plein débitage, respectivement 10% et 22%. **Certaines pièces sont donc technologiquement des sous-produits mais typologiquement et fonctionnellement des produits de première intention**.

Enfin, 12% des outils ont été réalisés à partir d'anciens supports repris par la retouche.

  - Par type d'outils

Les données obtenues montrent en premier lieu une importante transformation de tous les types de supports technologiques en un type d'outil particulier : le racloir, à hauteur de 65% pour les éclats et lames de plein débitage, 74% pour les éléments de décorticage, 78% pour les éléments d'entretien et 65% pour les anciens supports (Tableau 12).

Certaines valeurs mettent en évidence de fortes corrélations entre un type d'outil particulier et un type de support technologique. Les racloirs doubles convergents, doubles déjetés et triples ainsi que les grattoirs sont réalisés respectivement à hauteur de 54%, 53%, 70% et 67% sur des éclats de plein débitage. Cette corrélation outil/support s'exprime également entre les racloirs simples latéraux et les produits d'entretien, représentés majoritairement par des éléments débordants. 51% des éléments d'entretien sont transformés en racloirs simples latéraux. La résultante morphologique est un outil avec un tranchant opposé à une partie préhensible, soit typologiquement un « racloir à dos ».

Il existe également un lien fort entre les outils-pointes et les supports-pointes. 90% des supports-pointes sont transformés en outils-pointes. Cependant, la réciproque n'est pas nécessairement valable. Sur toutes les outils-pointes (n = 143), seul 19% (n = 27) sont confectionnées sur des supports-pointes, la plupart étant réalisées sur éclats (40%, n = 57).

Outils (n = 671)																	
	Produits de première intention								Sous-produits techniques				Pièces reprises		Autre		Total
	Éclats		Lames		Pointes		Indét.		Décorticage		Entretien						
Type d'outil	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n
Choppers															1	100%	1
																100%	
Denticulés	1	<1%							3	4%	4	3%	1	1%			9
		11%								33%		44%		11%			
Grattoirs	4	2%							1	1%	1	1%					6
		67%								17%		17%					
Racloirs	170	65%	36	65%	3	10%	6	20%	51	74%	114	78%	53	65%			433
		39%		8%		1%		1%		12%		26%		12%			
- Simples latéraux	54	21%	15	28%	1	3%			30	43%	75	51%	19	23%			194
		28%		8%		1%				15%		39%		10%			
- Simples transversaux	29	11%	1	3%					4	6%	20	14%	6	7%			60
		48%		2%						7%		33%		10%			
- Doubles	28	11%	15	36%			2	7%	8	12%	6	4%	9	11%			68
		42%		21%				3%		12%		9%		13%			
- Doubles convergents	21	8%	3	6%	2	7%			3	4%	5	3%	5	6%			39
		54%		8%		5%				8%		13%		13%			
- Doubles déjetés	33	12%	2	4%			3	13%	4	6%	8	5%	12	15%			62
		53%		3%				5%		6%		13%		19%			
- Triples	7	3%							2	3%			1	1%			10
		70%								20%				10%			
Pointes	57	22%	9	17%	27	90%	20	67%	3	4%	10	7%	17	21%			143
		40%		6%		19%		14%		2%		7%		12%			
- Moustériennes	56	22%	9	17%	27	90%	20	67%	3	4%	10	7%	17	21%			142
		39%		6%		19%		14%		2%		7%		12%			
- Pédonculées	1	<1%															1
		100%															
Couteaux à dos façonnés	1	<1%									2	1%	1	1%			4
		25%										50%		25%			
Perçoirs	7	3%	2	4%			1	3%	2	3%	5	3%	4	5%			21
		33%		10%				5%		10%		24%		19%			
Outils composites	5	2%							3	4%	3	2%	1	1%			12
		42%								25%		25%		8%			
Autres	15	6%	7	13%			3	10%	6	9%	7	5%	4	5%			42
		36%		17%				7%		14%		17%		10%			
- Pièces esquillées	1	<1%															1
		100%															
- Pièces trop cassées	8	3%	5	9%			3	10%	6	9%	3	2%	4	5%			29
		28%		17%				10%		21%		10%		14%			
- Pièces avec retouche	6	2%	2	4%							4	3%					12
		50%		17%								33%					
Total	260	39%	54	8%	30	4%	30	4%	69	10%	146	22%	81	12%	1	<1%	671
	374 soit 56%								215 soit 32%								

Tableau 12 – Répartition des outils par type de support selon la place dans la chaîne opératoire.
Les % dans les cases jaunes se réfèrent aux totaux à droite (types d'outils) tandis que ceux dans les cases grises se réfèrent aux totaux en bas de tableau (types de supports).

b. Économie des matériaux : affûtage et réaffûtage

Les pièces confectionnées par la retouche issues du système de débitage sont au nombre de 670 et présentent 1086 UTF confectionnées, indépendamment de leur destination fonctionnelle. La retouche est quasi exclusivement réalisée sur la face supérieure des supports en position directe (n = 1076) et présente une morphologie écailleuse à 82% (Tableau 13). Les retouches scalariformes et subparallèles sont largement minoritaires (respectivement 15% et 3%). L'étendue de l'affûtage est variable. Elle peut être marginale à couvrante selon les pièces, avec une répartition moyenne autour des 3-6 mm. L'inclinaison présente une large gamme de valeurs d'angles, allant de retouches très rasantes (<30°) à abruptes (90°), avec une répartition moyenne des valeurs entre 35 et 45 degrés, soit semi-abruptes.

UTF confectionnées par la retouche (n = 1086)							
Confection (n et %)			**Angulation (degrés)**		**Dimensions (mm)**	
Position			***Angle P = 4***		***Profondeur***	
Directe	1076	99%	Min.	15	Min.	1
Inverse	7	1%	Q1	35	Q1	3
Mixte	3	<1%	Médiane	40	Médiane	5
Type			Q3	45	Q3	6
Écailleux	892	82%	Max.	90	Max.	19
Scalariforme	166	15%				
Subparallèle	28	3%				
Affûtage						
1 rang	552	51%				
2 rangs	489	45%				
3 rangs	45	4%				

Tableau 13 – Type d'affûtage des outils lithiques

Les pièces sont confectionnées à 51% par un **affûtage** unique faisant office de régularisation du bord. Sur ces pièces, la plupart des critères volumétriques recherchés sont mis en place dès la phase de production, notamment par l'obtention de supports Levallois. Les 49% restants présentent des tranchants plus investis par la retouche, avec 2 rangs (45%) ou 3 rangs (4%) d'affûtages permettant de le rendre actif. Ces pièces conduisent à des recouvrements d'intentions techniques et à un biais d'identification de celles-ci. Elles posent la question des cycles de transformation des objets (Taipale et Rots 2023) :

- S'agit-il de séquences de confection par affûtages successifs réalisées sur des pièces où les critères fonctionnels ne sont pas obtenus dès le débitage ?
- S'agit-il d'activités de réaffûtage pour l'entretien des parties actives ?
- S'agit-il de changement de destinations fonctionnelles dans un cadre d'économie de l'outillage, avec une réduction des outils et des passages de formes induisant un changement morphologique et donc un investissement plus prononcé des bords ?

Prenons par exemple les pièces à retouches scalariformes sur support épais type « racloirs Quina » (n = 5) (Figure 104). Morphologiquement, il s'agit de racloirs confectionnés sur supports larges, épais, souvent asymétriques (cette dernière caractéristique serait liée à une

préhension à main nue) et à retouches étagées sur plusieurs rangs (Bourguignon 1997). Ces objets questionnent depuis longtemps sur leur processus de confection (*ibid.*). Les retouches scalariformes sont-elles contraintes par l'épaisseur des bords sur lesquels elles sont réalisées ? Sont-elles liées au contraire à une recherche d'amincissement ? S'agit-il d'outils au potentiel de ravivage important et donc d'outils à longue durée de vie ?

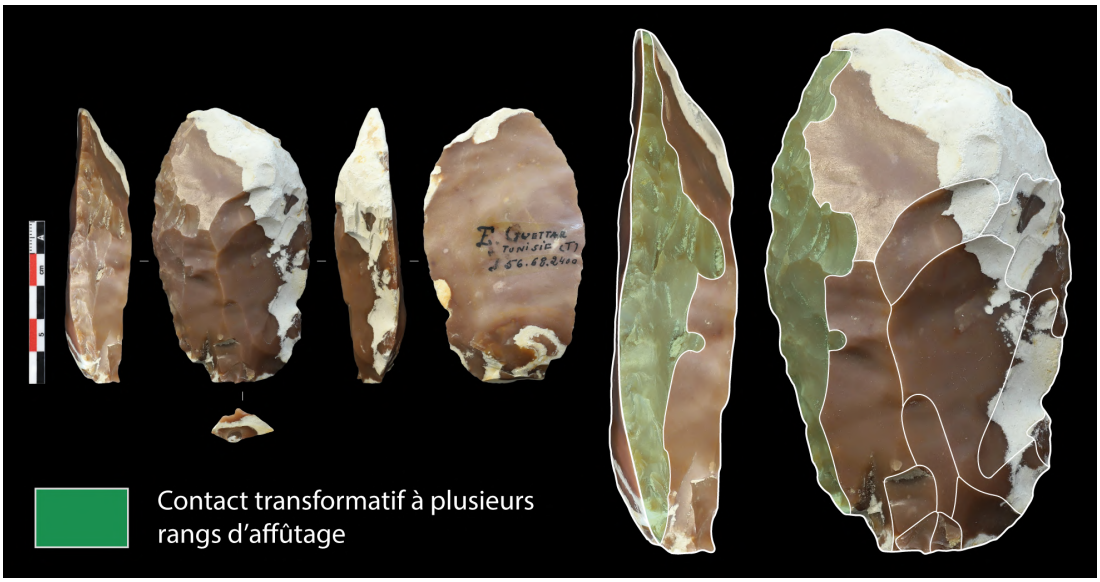


Figure 104 – Racloir à retouches scalariformes à 3 rangs d'affûtage sur support épais, type racloir Quina

Le corpus pris en compte dans l'échantillonnage morphologique et structurel (n = 665) présente un grand nombre de pièces convergentes à l'extrémité non pointue *stricto sensu* (n = 120). Ces extrémités sont arrondies (n = 24), droites (n = 24), irrégulières (n = 12), pointes mousses (n = 48) ou pointes obtuses (n = 12). Existe-t-il un processus de réduction des outils à formes quadrangulaires, donnant des formes trapézoïdales puis triangulaires ?

- Asymétrie notoire de certains types d'outils

L'analyse morphologique des outils met en évidence une **asymétrie morphologique et fonctionnelle marquée des bords** au sein de plusieurs types, notamment les racloirs et les pointes moustériennes.

- Morphologie des outils convergents

Chez de nombreux outils convergents (racloirs convergents, racloirs doubles déjetés et pointes moustériennes), un traitement différentiel dans la confection des bords est visible (délinéation, type, étendue et angulation des retouches). L'un des deux bords présente un plus fort degré d'investissement dans la retouche et des enlèvements plus abrupts, créant une asymétrie morpho-fonctionnelle. Cette asymétrie est-elle :

- La résultante d'une troncature de la délinéation initiale de l'un des deux bords, sur des pièces où les bords ne sont pas naturellement convergents ? La convergence serait donc créée par une phase de confection importante de l'un des deux bords donnant lieu à un déséquilibre de caractères morphotechniques.

- Désirée, reflétant un affûtage répondant à une intention première d'avoir des pièces aux bords morphologiquement et fonctionnellement différents ?

Au sein des outils-pointes, certaines pièces présentent une asymétrie localisée en partie distale, avec un pan abrupt adjacent à l'UTF-t *convergente*. Peut-on associer ce pan abrupt à la recherche d'un dos pour l'emmanchement et/ou la préhension ? Ce dos est-il la conséquence d'un réaffutage intensif conduisant à un changement structurel et donc fonctionnel de la pièce ? En d'autres termes, un passage d'un bord-pointe-bord à un bord pointe ?

Nous avons remarqué à El Guettar une corrélation entre ces pans abrupts et des pièces de petites dimensions. Cela pourrait aller dans le sens de réaffûtages.

La pièce suivante (Figure 105) est outil bord-pointe à la pointe fracturée fonctionnellement, réalisé sur un éclat de décorticage. Le bord gauche est façonné par une retouche écailleuse à 2 rangs d'affûtage, donnant au bord une délinéation droite de section plano-convexe et d'angulation assez robuste (55°). Le bord droit possède les mêmes attributs en partie distale à l'exception de sa délinéation qui est convexe. La partie proximo-mésiale est marquée par une rupture dans la délinéation du bord et une retouche scalariforme à 2 à 3 rangs d'affûtage abrupte postérieure à la confection de la pointe, de délinéation beaucoup plus irrégulière. Cette UTF est-elle a-t-elle une destination de dos *stricto sensu* ou est-elle la résultante des cycles de réaffûtage ?

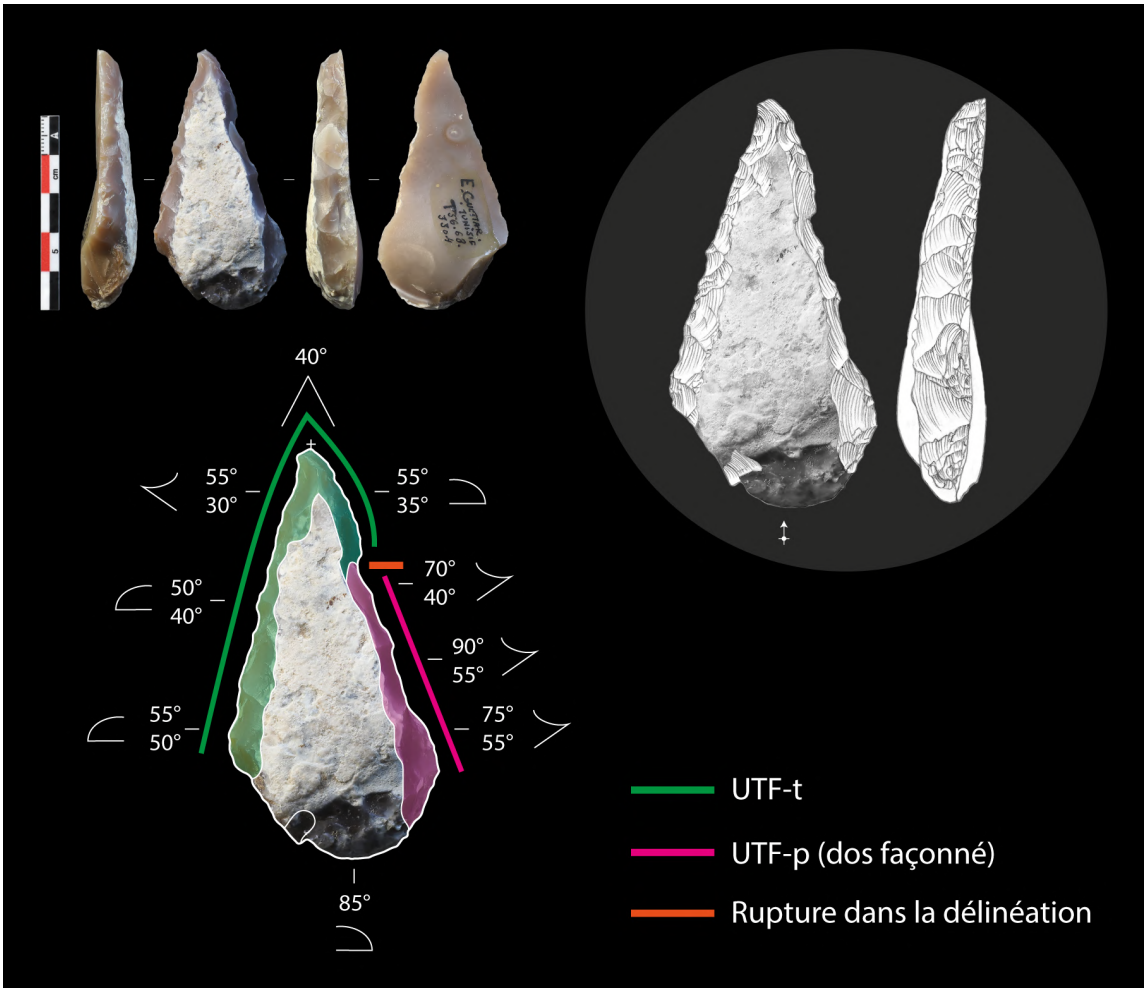


Figure 105 – UTF abrupte adjacente à la pointe (dessin technique : Michel Grenet)

Les supports convergents à extrémité distale pointue et entière (n = 221) présentent des bases à silhouettes symétriques selon l'axe longitudinal à hauteur de 80% (Tableau 14). Elles sont trapézoïdales à évasement vers le haut (silhouette « M »), trapézoïdales à évasement vers le bas (silhouette « L ») et quadrangulaires à bords parallèles (silhouette « A »). Le reste des pièces (20%) possède des bases à silhouettes variées non symétriques. Si les parties proximales sont en majorité symétriques, seulement 37% des parties distales le sont (silhouette « R »). Les pointes tendent en effet au déjettement à 67%, sur la gauche (silhouette « O », 30%) et sur la droite (silhouette « N », 33%). Majoritairement, il s'agit d'un déjettement fort (> 10°). **Les phases d'affûtage et de réaffûtage semblent ainsi jouer un rôle majeur dans la confection de la pointe, en orientant la partie distale vers une convergence des bords latéraux et entraînant souvent un déjettement de celle-ci.**

Morphologie des supports convergents à extrémité distale pointue (n = 221)								
Silhouette proximale (n et %)			**Silhouette distale (n et %)**			**Déjettement (n et %)**		
A	44	20%	N	73	33%	Absent	73	33%
L	25	11%	O	66	30%	Léger	32	14%
M	109	49%	R	82	37%	Moyen	39	18%
Autre	43	20%				Fort	78	35%

Tableau 14 – Morphologie des supports convergents à extrémité distale pointue

Certains travaux portant sur les pièces pédonculées NAMSA (*i.e.* Iovita 2011 ; Scerri 2013b) montrent que lors d'affûtages successifs, le processus de réduction conduit à une augmentation de l'asymétrie entre les bords, alors que la longueur du pédoncule reste intacte. Cette variation morphologique suggèrerait des implications fonctionnelles différentes des pièces symétriques. Par exemple, avec des **outils qui seraient emmanchés avec une préférence pour un bord (CP), pendant que l'autre serait utilisé (CT)** pour des tâches nécessitant des phases de ravivage.

À Ifri N'ammar (Maroc), des pointes à dos adjacent non pédonculées ont été observées. Ces pièces ont des caractères semblables à ceux de la pièce présentée en Figure 105, à savoir un bord linéaire régulier semi-abrupt et un bord linéaire plus irrégulier et abrupt constituant morphologiquement un dos. Les dos présentent des traces macroscopiques pouvant potentiellement être liées à un emmanchement (Sonja Tomasso, communication personnelle).

Dans la continuité de ces observations, le caractère déjeté des pointes non pédonculées obtenu par la troncature de l'un des bords pourrait constituer lui aussi une **solution à l'emmanchement**. Il s'agirait potentiellement d'une adaptation fonctionnelle, au même titre que le pédoncule.

o Morphologie des outils non convergents

Les outils non convergents (n = 261) tendent également fortement à l'asymétrie, à hauteur de 85% (n = 222). Seuls 15% des éléments sont symétriques (n = 39). Lorsqu'ils sont symétriques, les bords sont majoritairement convexes (n = 30). Ils sont rarement droits (n = 6), irréguliers (n = 1) et ondulés (n = 2).

Les différences d'attributs des tranchants, au-delà des aspects de symétrie et d'asymétrie des délinéations, peuvent se manifester par la mise en place de caractères techniques différents, notamment en termes d'angulation et de morphologies de retouches. Par exemple, un racloir double avec un tranchant fin et un tranchant robuste, ou encore, un racloir simple opposé à un tranchant laissé brut (Figure 106). Un tel traitement différentiel dans la confection des bords pourrait ainsi correspondre à :

- Une volonté de l'artisan d'obtenir deux outils différents sur un même support : par exemple, l'un plus tranchant, l'autre plus robuste ;
- Une volonté de l'artisan d'obtenir une zone transformative et une zone de préhension ou d'emmanchement différenciées sur un même support (Slimak 2008).

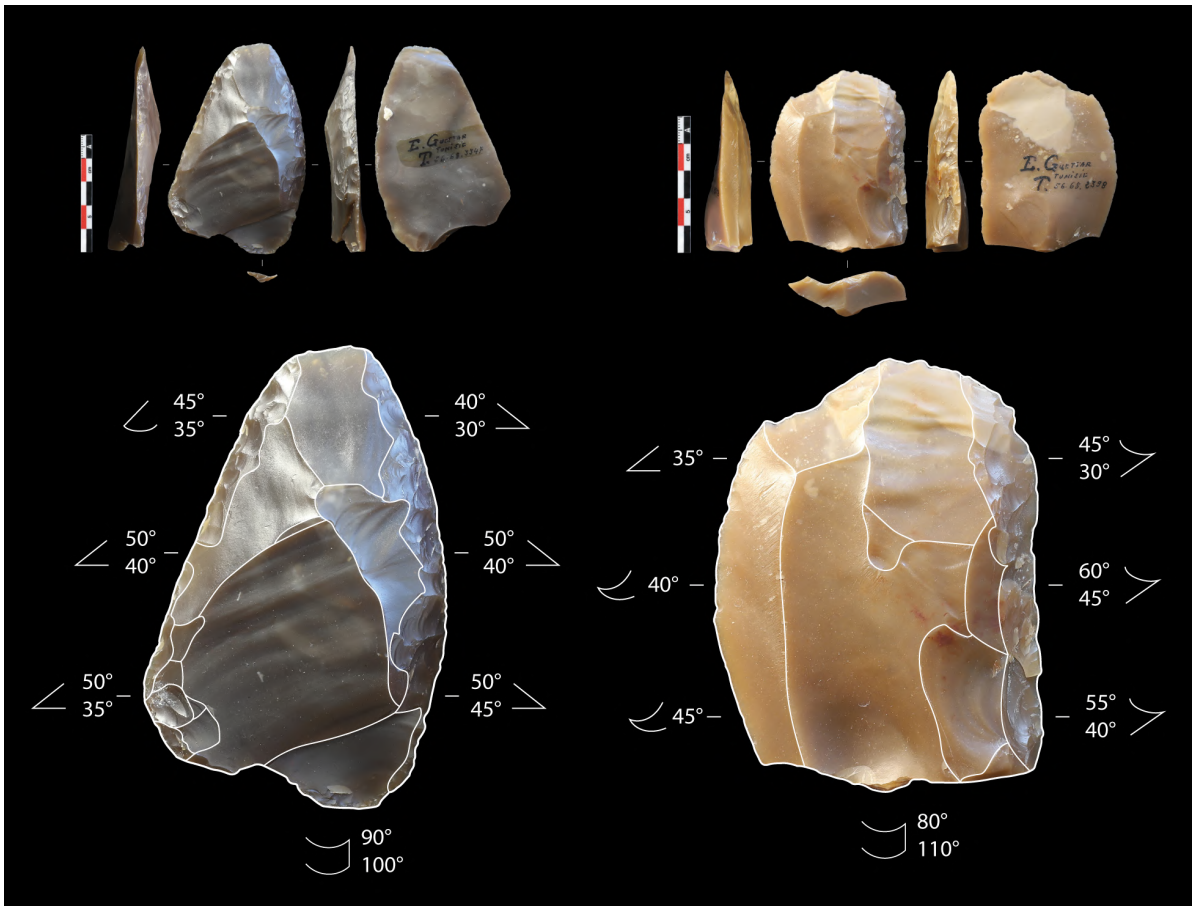


Figure 106 - Asymétrie de deux outils non convergents

c. Reprise d'anciens supports

Des signes de **récupération de supports anciens et de leur introduction dans un nouveau cycle fonctionnel** ont été observés sur 88 pièces. Leur présence n'est pas anecdotique, ces dernières représentant 8% du corpus et 12% des supports d'outils.

Nous n'emploierons pas le terme de « recyclage » pour ces éléments car celui-ci implique une série d'opérations de transformations induisant un changement de structure de la matière première pour fabriquer un nouvel objet. Cela nous paraît inadapté pour des industries lithiques préhistoriques.

Le terme de « **réutilisation** » nous paraît plus adéquat. Celui-ci concerne la récupération d'éléments considérés comme déchets pour les utiliser de nouveau. Cela peut se faire avec une transformation de leur structure ou non et un détournement de leur usage initial ou non. Concrètement, il s'agit de produits finis (existant déjà), réintroduits dans un nouveau cycle productionnel ou fonctionnel afin de leur donner une **seconde vie**.

Ces chaînes de revalorisation peuvent être contemporaines ou non de la première vie de l'objet. 80 pièces présentent une **double patine**, associée à deux états de vie (Figure 107) et 4 pièces présentent une **triple patine**, associée à trois états de vie.

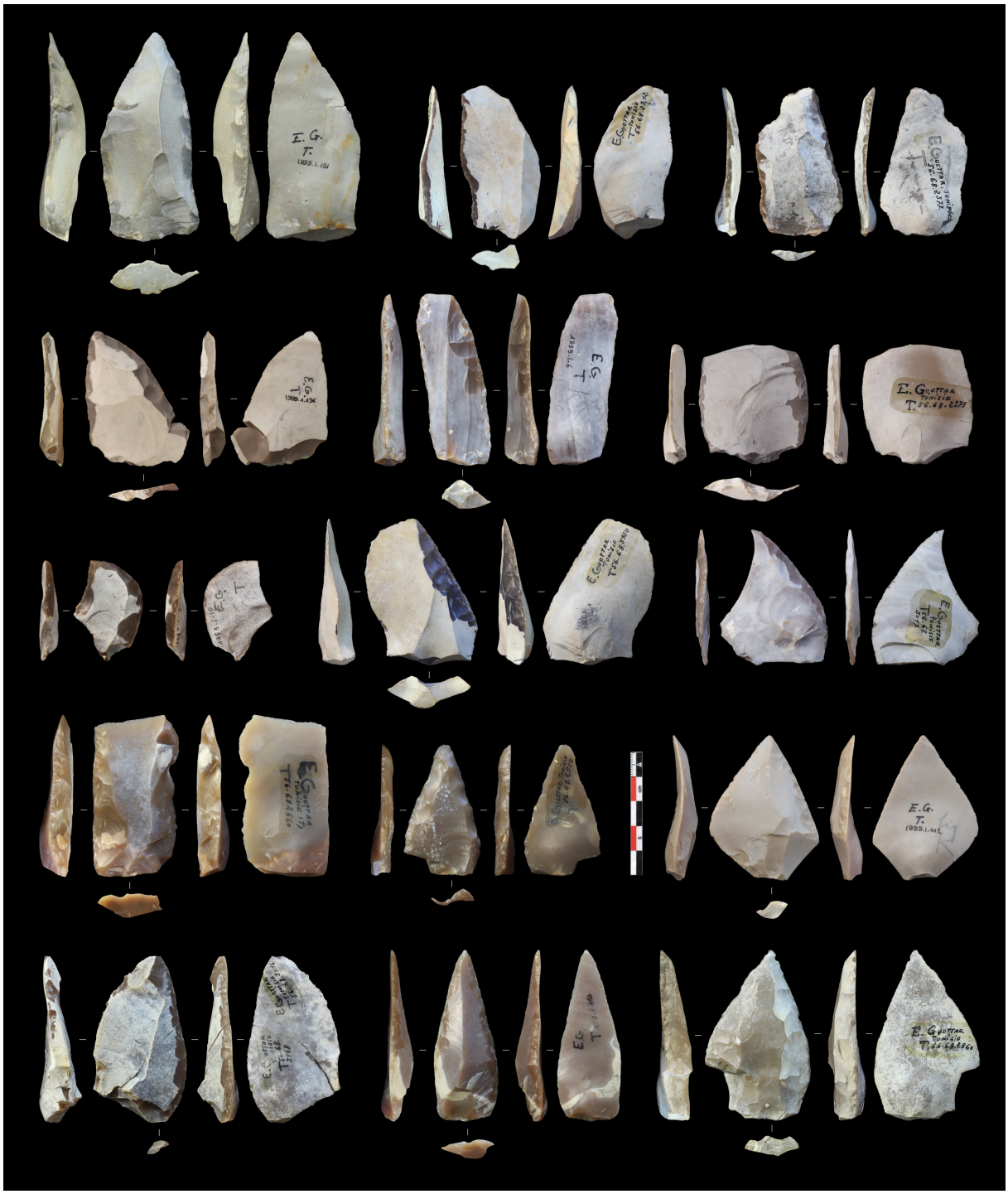


Figure 107 – Pièces à double patine

Ces éléments ne sont donc pas contemporains des autres pièces du corpus d'un point de vue technologique puisque leur fabrication est plus ancienne. Ils sont toutefois contemporains fonctionnellement, associés à une même phase de confection et d'utilisation en tant qu'outils. Ces pièces à double et triple patine sont intéressantes d'un point de vue fonctionnel car elles témoignent d'**histoires de vie sur un temps long**.

La pièce suivante (Figure 108) l'illustre parfaitement :

- Temps 1 : débitage d'un éclat Kombewa débordant à talon et dos corticaux. Abandon.
- Temps 2 : aménagement de la partie distale par la retouche, confectionnant typologiquement un racloir transversal. Abandon.
- Temps 3 : débitage d'un éclat sur l'une des faces du support, donnant technologiquement un éclat Kombewa sur éclat Kombewa - Est-ce lié à la recherche de supports microlithiques Kombewa ? Est-ce un amincissement basilaire par l'enlèvement du bulbe ?
- Abandon.

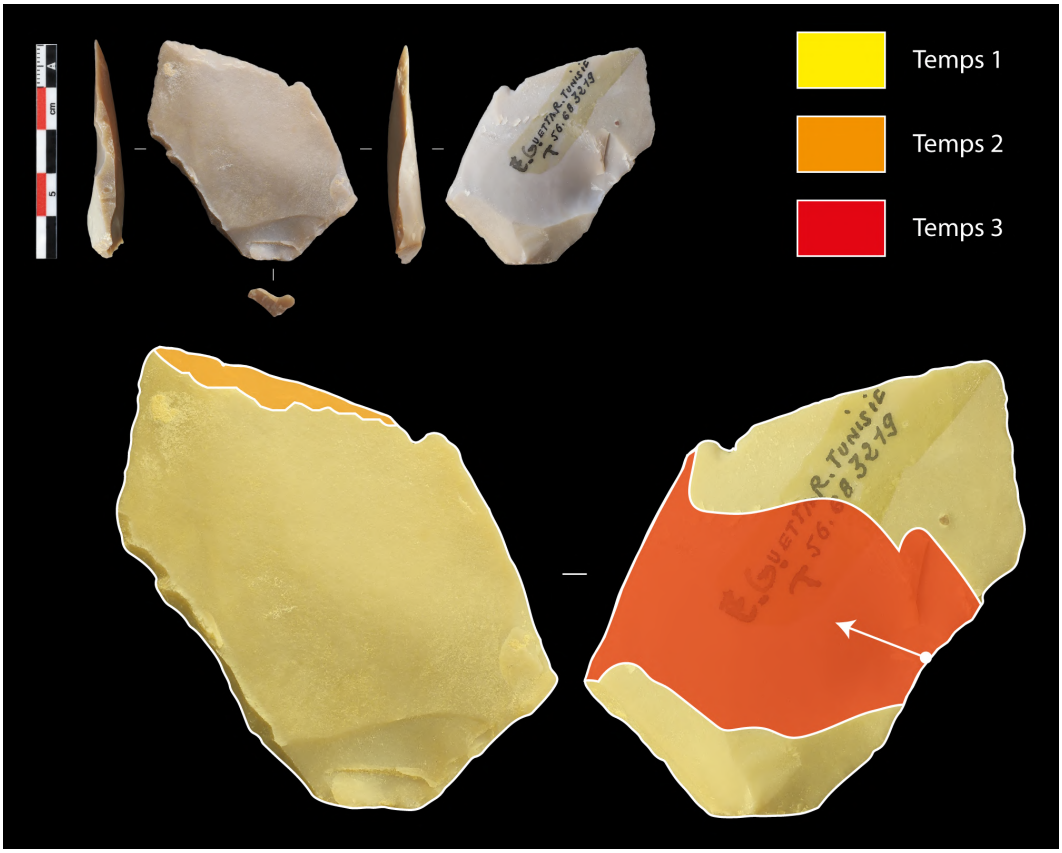


Figure 108 – Pièce à trois états de vie mis en évidence par une triple patine

Les pièces restantes (n = 4) ne présentent pas plusieurs états de patine. Elles sont associées à une étape de reprise contemporaine ou subcontemporaine à la fabrication de l'objet, après le stade d'abandon. Deux d'entre elles mettent en évidence un débitage d'une série de 3 à 4 petits éclats (<25 mm) sur face inférieure d'anciens outils utilisés comme nucléi (Figure 109). Chronologiquement, cette opération vient après le dernier cycle d'affûtage, les négatifs des éclats recoupant les parties actives identifiées.

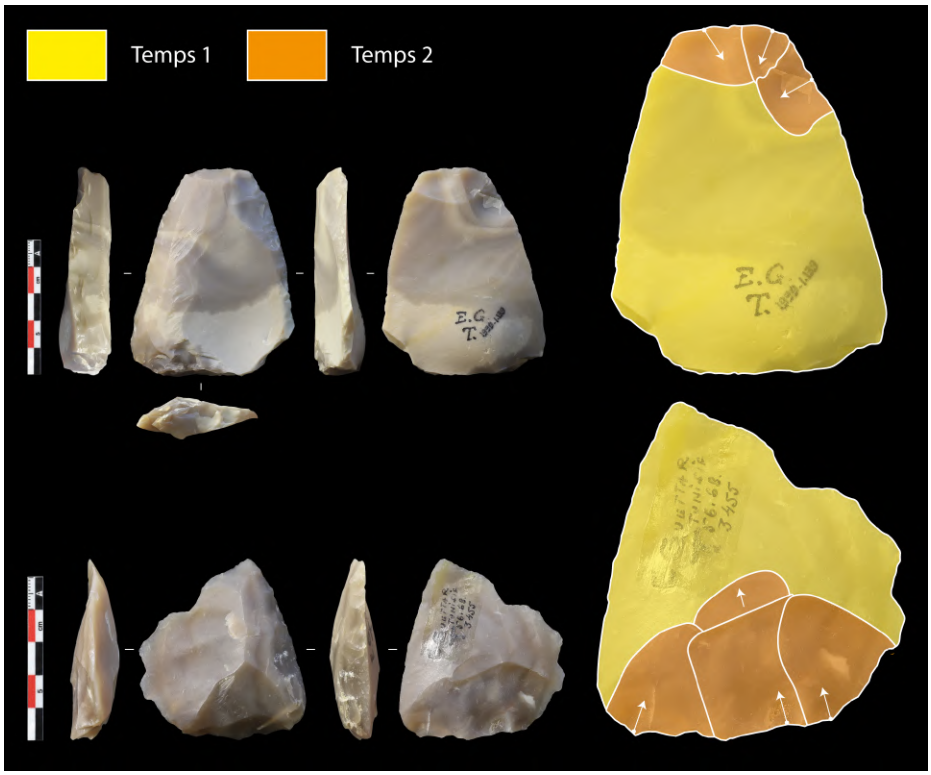


Figure 109 – Outils réutilisés comme nucléi à petits éclats

Les deux autres pièces sont marquées par la présence de fractures potentiellement intentionnelles (l'une présente un point d'impact pouvant s'apparenter à une fracture sur enclume) reprise par une retouche postérieure. Sur la première pièce, la fracture ôte le talon et est reprise par de grands enlèvements avec contrebulbes puis par une retouche scalariforme longue (15 mm) à 3 rangs d'affûtage qui confectionne un racloir convexe type Quina (Figure 110 [a]). Sur la seconde, la base est fracturée et reprise partiellement par la retouche. D'un côté, elle façonne une zone d'étranglement, de l'autre, un dos. Le tout est opposé à un tranchant type racloir transversal (Figure 110 [b]).

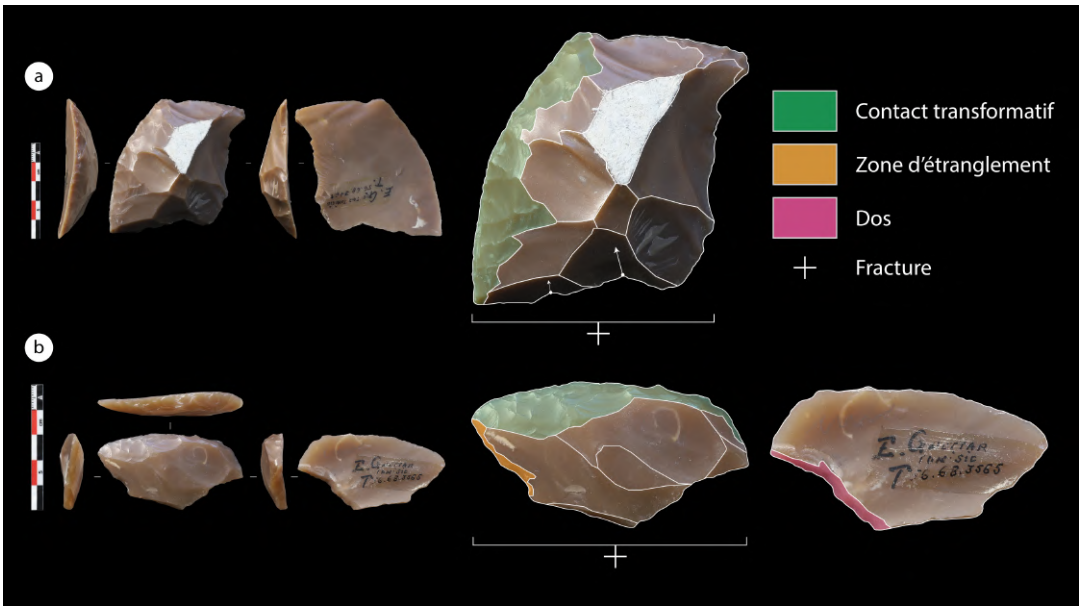


Figure 110 – Pièces présentant une fracture reprise par la retouche

Parmi toutes ces éléments, certains mettent en évidence un ravivage de leurs bords (n = 32). Les contacts transformatifs et préhensibles identifiés présentent les stigmates d'un affûtage antérieur, recouvert par un dernier stade d'affûtage ne modifiant pas la morphologie globale de la pièce et son attribution typologique (Figure 111). Il est possible que cette reprise soit associée à une nouvelle utilisation de l'objet sans modification de son usage initial, un « **réemploi ».**

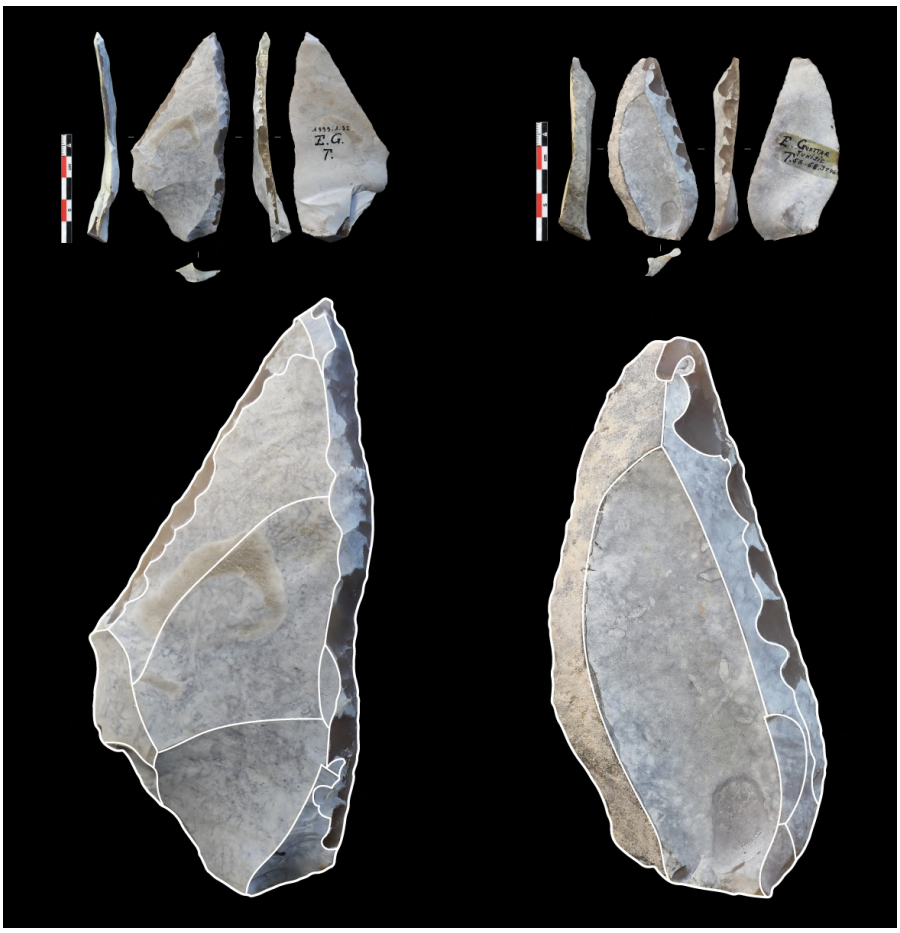


Figure 111 – Pièces présentant des marques potentielles de réemploi

Les autres éléments (n = 56) ne présentant pas d'enlèvements témoignant d'une conformation morphologique antérieure particulière, la question d'un **changement de destination fonctionnelle** peut être posée. S'agit-il d'anciens supports bruts façonnés par la retouche postérieurement ? Ou s'agit-il de supports retouchés dont les enlèvements sont totalement recouverts par la nouvelle phase de confection ? Dans ce dernier cas, il est possible qu'un détournement de la fonction première de l'outil ait eu lieu. Cela fait écho aux points soulevés dans la partie précédente concernant les cycles de réaffûtage des objets.

À tous ces objets s'ajoute la présence d'un outil dont le bulbe présente des traces d'écrasement pouvant s'apparenter à de la percussion anthropique volontaire (cônes incipients et esquillements amorcés) (Figure 112). Ces stigmates ont été observés par exemple en Algérie sur le site de Retaïmna, où J. Tixier parlait d'éclat à « bulbe piqueté » (Tixier 2000). Ces traces s'apparentant à celles que l'on retrouve sur les retouchoirs en os, certains auteurs évoquent la possibilité d'une utilisation des bulbes d'éclats comme outils de retouche. Les expérimentations

menées par C. Mathias et C. Viallet montrent en effet que le bulbe de certains éclats est un outil de retouche efficace en percussion directe, produisant des traces similaires à celles observées sur des artefacts archéologiques (Mathias et Viallet 2018). La technique des « **bulbes retouchoirs** » (Mathias *et al*. 2023) pourrait avoir été employée par les populations préhistoriques de manière opportuniste, en utilisant des éclats déjà disponibles pour retoucher des outils. La pièce d'El Guettar portant ces stigmates est typologiquement un outil composite (racloir en bord gauche et denticulé en bord droit) et pose la question du déroulement de ce phénomène de réutilisation : d'abord éclat-retouchoir et après outil ou d'abord outil et après éclat-retouchoir ? Au vu de la récupération de nombreux éléments considérés comme déchets et notamment d'anciens outils, il semble que la pièce ait d'abord tenu un rôle d'outil puis un rôle de percuteur.



Figure 112 – Possible bulbe retouchoir (industrie lithique d'El Guettar, montage incorporant le dessin de Cyrielle Mathias dans Mathias et al. *2023)*

Avant de décrire la conception globalisante des objets qui relève de l'arrangement des UTF-t et des UTF-p et permet d'élaborer les technotypes grâce aux récurrences, nous pensons qu'il est intéressant dans un premier temps de présenter les éléments en les dissociant. Avant de penser l'outil dans sa synergie structurelle, nous cherchons à identifier les différentes zones fonctionnelles. En d'autres termes, quels sont les types de contacts transformatifs et préhensibles recherchés par les artisans ? Nous proposons une « **typologie dynamique » des CT et des CP**, qui permet d'apporter une rigueur aux résultats obtenus.

2. Quels types de contacts transformatifs sont recherchés ?

L'analyse structurelle menée a mis en évidence **un total de 880 UTF-t**, réparties dans 4 grandes catégories de contacts transformatifs : bords linéaires (n = 617), bords denticulés (n = 14), convergents (n = 244), encoches (n = 5).

A. Bords linéaires

a. Données générales

Les UTF-t de type *bord linéaire* sont au nombre de 617. Elles représentent 70 % du nombre total d'UTF-t. Ces UTF-t sont présentes sur 415 pièces. Elles sont majoritairement uniques sur le support (n = 221) mais elles peuvent être également associées à d'autres UTF-t de type *encoche* (n = 5), *bord denticulé* (n = 6) et *bord linéaire* (n = 183).

b. Caractéristiques

Le nombre important d'UTF-t *bords linéaires* nous permet de faire des statistiques descriptives pertinentes et de pouvoir raisonner en termes de fréquences significatives. Les caractéristiques de ces UTF-t sont les suivantes (Tableau 15) :

UTF-t bords linéaires (n = 617)																				
Morphologie (n et %)			**Position (n et %)**			**Confection (n et %)**			**Angulation (degrés)**		**Dimensions (mm)**	
Délinéation de face			***Localisation bord***			***Retouche***			***Angle P = 4***		***Longueur***	
Droite	184	30%	Gauche	240	39%	Oui	527	85%	Min.	15	Min.	11
Convexe	318	52%	Droit	288	47%	Non	90	15%	Q1	30	Q1	38
Concave	27	4%	Transversal	80	13%	***Position (n = 527)***			Médiane	40	Médiane	49
Ondulée	43	7%	Mixte (bord + T.)	9	1%	Directe	520	99%	Q3	45	Q3	62
Irrégulière	45	7%	***Localisation partie***			Inverse	6	1%	Max.	75	Max.	168
Délinéation de profil			Tout le bord	297	48%	Mixte	1	<1%	***Angle P = 10***		***Profondeur***	
Droite	320	52%	Proximale	7	1%	***Type (n = 527)***			Min.	15	Min.	1
Convexe	106	17%	Proximo-mésiale	35	6%	Écailleux	458	87%	Q1	25	Q1	3
Concave	88	14%	Mésiale	11	2%	Scalariforme	55	10%	Médiane	30	Médiane	4
Ondulée	93	15%	Mésio-distale	163	26%	Subparallèle	14	3%	Q3	35	Q3	6
Irrégulière	10	2%	Distale	101	16%	***Affûtage (n = 527)***			Max.	55	Max.	19
Section						1 rang	303	57%	***Delta angle***		***Épaisseur***	
Biplane	457	74%				2 rangs	208	39%	Min.	0	Min.	1
Plano-convexe	94	15%				3 rangs	16	3%	Q1	5	Q1	2
Plano-concave	25	4%							Médiane	10	Médiane	3
Concave-convexe	22	4%							Q3	15	Q3	5
Biconvexe	5	1%							Max.	40	Max.	17
Irrégulière	14	2%										

Tableau 15 – Caractéristiques générales des UTF-t bords linéaires

Morphologie :

Les tranchants recherchés sont principalement convexes (52%) et droits (30%) de face et droits (52%) de profil. En général, même quand les CT sont très convexes, ils sont très rectilignes de

profil. Leurs sections sont très largement biplanes (74%), suivies par les sections plano-convexes (15%).
Ces UTF-t sont globalement latéralisées sur l'un des bords de la pièce, sans préférence particulière pour l'un des deux bords (39 % bords gauches, 47% bords droits). Elles sont localisées majoritairement sur tout le bord de la pièce (48%) et en partie mésio-distale (26%).

Confection :
85% des UTF-t *bords linéaires* ont été confectionnées par la retouche (n = 527). Cette retouche est quasi exclusivement directe (99%) et écailleuse (87%). L'affûtage est réalisé par une (57%) ou deux (39%) séries d'enlèvements. Les retouches à 3 rangs sont assez rares (3%).

Angulation :
Les valeurs d'angle à p = 4 vont de 15° à 75° avec une médiane à 40° et un regroupement des valeurs entre 30° et 45° (Q1-Q3).
Les valeurs d'angle à p = 10 pour les UTF-t confectionnées sont regroupées entre 25° et 35°, et l'angulation initiale est modifiée par la retouche en moyenne de 5°-15°, indiquant une phase de confection minime ou moyenne et que la plupart des caractères techniques sont obtenus dès la phase de production.

Étendue :
L'étendue des tranchants est très large, allant de 11 à 168 mm, avec une médiane à 49 mm et un regroupement des longueurs autour des 38-62 mm. 25% des UTF-t mesurent plus de 62 mm.

c. Potentiel fonctionnel général

Les données obtenues montrent une recherche de CT linéaires moyens (4-6 cm) et longs (> 6cm). Cette recherche de longueur s'exprime notamment par la latéralisation des UTF-t, les bords transversaux présentant généralement des segments plus petits que les bords latéraux. Ces UTF-t s'étendent majoritairement sur tout le bord concerné, permettant d'optimiser leur extension sur leur longueur maximale. La seconde localisation préférentielle des UTF-t est la partie mésio-distale. Sur ces pièces, la non-appartenance de la partie proximale à l'UTF-t peut s'expliquer par la présence de sections et d'angulations différentes du reste du bord à cause de la proéminence du bulbe, induisant des fonctionnements différents et/ou une base réservée à l'emmanchement ou la préhension. Ces UTF-t de type *bord linéaire* sont associées à un geste longitudinal ou transversal sur la matière. Les tranchants recherchés majoritairement sont convexes, associés à un geste circulaire permettant d'éviter de couper les matières tendres ou à des tâches de type raclage, et droits, associés à des coupes à travers de grandes portions de matériau. La délinéation droite de profil donne une rectitude au bord et permet un geste régulier et précis. Les sections biplanes appuient une action première de coupe pénétrante en profondeur dans le matériau lors de coupes rentrantes tandis que les sections plano-convexes appuient une action seconde en coupe sortante. Les valeurs d'angle obtenues reflètent des potentiels de coupe rentrante et sortante.

À ces UTF-t *bords linéaires* s'ajoute une production de petits supports composée de 81 petits éclats totalement bruts mesurant moins de 55 mm, présentant des tranchants réguliers au potentiel transformatif. Ces derniers ne font pas partie du sous-échantillonnage de l'analyse structurelle au vu des critères retenus. Ces pièces ont toutefois été observées brièvement, l'une des caractéristiques du NAMSA étant son **microlithisme**. Les UTF-t (n = 84) présentent des valeurs comparables au reste du matériel sous-échantillonné en termes de délinéations, de sections et d'angulation de tranchants (Tableau 16). A côté de la production de moyens et grands supports et donc de moyennes et de grandes UTF-t *bords*, il y a une production de petits supports et donc de petites UTF-t *bords*, qui présente des caractères morphotechniques similaires. **Il n'y a donc pas de types de tranchants recherchés en fonction de la dimension du support**.

Petits éclats bruts Bords (n = 84)		
Délinéation de face	**Nombre**	***%***
Droit	32	38%
Convexe	34	40%
Concave	10	12%
Ondulé	2	2%
Irrégulier	6	7%
Délinéation de profil		
Droit	84	100%
Sections		
Biplane	84	100%
Angle P = 4 (degrés)		
Min.	10	
Q1	24	
Médiane	30	
Q3	40	
Max.	55	
Longueur UTF (mm)		
Min.	24	
Q1	39	
Médiane	43	
Q3	45	
Max.	55	

Tableau 16 – Caractéristiques générales des petits éclats bruts

d. Des différences entre le matériel brut et le matériel retouché ?

Les données obtenues ne montrent pas de différence significative des caractères entre le matériel brut et le matériel retouché (Tableau 17). La délinéation ondulée est plus forte chez les UTF-*bords* brutes (26%) que chez les UTF-*bords* retouchées (4%), ce qui s'explique par la phase de confection qui permet notamment de régulariser le bord et lui donner la morphologie souhaitée. Les plus hautes valeurs d'angles se retrouvent chez les UTF-t retouchées (75°) mais les médianes entre les deux populations sont identiques (40°). Il en va de même pour les valeurs des étendues dont les minimales et maximales diffèrent mais trouvent des regroupements autour des 4-6 cm.

UTF-t bords linéaires (n = 617)				
	Brut (n = 90)		Retouché (n = 527)	
Délinéation de face	**Nombre**	***%***	**Nombre**	***%***
Droit	30	33%	154	29%
Convexe	24	27%	294	56%
Concave	9	10%	18	3%
Ondulé	23	26%	20	4%
Irrégulier	4	4%	41	8%
Section				
Biplane	76	84%	381	72%
Plan-convexe	5	6%	89	17%
Plan-concave	4	4%	21	4%
Concave-convexe	3	3%	19	4%
Biconvexe	2	2%	5	1%
Irrégulière	2	2%	12	2%
Angle P = 4 (degrés)				
Min.	15		15	
Q1	25		25	
Médiane	30		35	
Q3	40		40	
Max.	55		75	
Longueur UTF (mm)				
Min.	27		11	
Q1	47		37	
Médiane	59		47	
Q3	66		60	
Max.	96		168	

Tableau 17 – Caractéristiques des bords linéaires bruts et retouchés

e. Différence de caractères en fonction de la délinéation ?

Quelques différences significatives de caractères en fonction de la délinéation de l'UTF-t émanent du Tableau 18 :

- Concernant la morphologie de profil, les délinéations droites sont majoritaires pour tous les types de délinéations mais les délinéations courbes (convexes et concaves) sont présentes en plus grand nombre dans les groupes convexes, concaves et ondulés (> 35%). Les délinéations de profil semblent étroitement liées aux délinéations de face ;
- Les sections d'UTF, le taux de confection, la position de la retouche ainsi que le type de retouches se retrouvent dans des proportions similaires ;
- L'affutage à 3 rangs est quasi exclusivement présent dans le groupe des UTF convexes, à hauteur de 5%. On le retrouve en effet sur les pièces type « racloirs Quina » ;
- Les groupes convexes et ondulés sont ceux qui présentent les UTF aux plus grandes extensions, avec des médianes > 60 mm (Figure 113).

UTF-t bords linéaires (n = 617)											
	Droits (n = 184)		Convexes (n = 318)		Concaves (n = 27)		Ondulés (n = 43)		Irréguliers (n = 45)		Total
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n
Délinéation de profil											
Droite	115	63%	149	47%	16	59%	17	40%	23	51%	**320**
Convexe	29	16%	45	14%	9	33%	14	33%	9	20%	**106**
Concave	14	8%	68	21%	1	4%	1	2%	4	9%	**88**
Ondulée	24	13%	54	17%	1	4%	10	23%	4	9%	**93**
Irrégulière	2	1%	2	1%			1	2%	5	11%	**10**
Section											
Biplane	154	84%	220	69%	17	63%	32	74%	34	76%	**457**
Plano-convexe	20	11%	64	20%	2	7%	6	14%	2	4%	**94**
Plano-concave	6	3%	8	3%	6	22%	1	2%	4	9%	**25**
Concave-convexe	2	1%	14	4%	2	7%	2	5%	2	4%	**22**
Biconvexe	1	1%	4	1%							**5**
Irrégulière	1	1%	8	3%			2	5%	3	7%	**14**
Confection											
Oui	154	84%	294	92%	18	67%	20	47%	41	91%	**527**
Non	30	16%	24	8%	9	33%	23	53%	4	9%	**90**
Position retouche											
Directe	153	99%	291	99%	18	100%	19	95%	39	95%	**520**
Inverse			3	1%			1	5%	2	5%	**6**
Mixte	1	1%									**1**
Type de retouche											
Écailleux	141	92%	250	85%	16	89%	19	95%	33	80%	**459**
Scalariforme	9	6%	35	12%	2	11%			8	20%	**54**
Subparallèle	4	3%	9	3%			1	5%			**14**
Affûtage											
1 rang	95	62%	160	54%	14	78%	11	55%	23	56%	**303**
2 rangs	58	38%	119	40%	4	22%	9	45%	18	44%	**208**
3 rangs	1	1%	15	5%							**16**
Angle P = 4 (degrés)											
Min.	15		20		20		20		20		
Q1	30		30		30		30		30		
Médiane	40		40		40		35		40		
Q3	45		45		45		45		45		
Max.	75		60		60		55		60		
Longueur UTF (mm)											
Min.	11		12		11		30		14		
Q1	36		40		23		52		32		
Médiane	45		51		36		62		38		
Q3	58		63		53		70		53		
Max.	100		168		94		110		77		

Tableau 18 – Caractéristiques des bords linéaires par type de délinéation



Figure 113 – Pièces présentant de longs tranchants convexes (dessin technique : Michel Gruet dans Gruet 1954)

B. Bords denticulés

a. Données générales

Les UTF-t de type *bords denticulés* sont au nombre de 14. Elles représentent 2 % du nombre total d'UTF-t. Ces UTF-t sont présentes sur 13 pièces. Elles sont pour moitié uniques sur le support (n = 7) mais elles peuvent être également associées à d'autres UTF-t de type *bord linéaire* (n = 6). Une pièce présente 2 UTF-t *bords denticulés* sur le même support.

Le faible nombre d'UTF-t *bords denticulés* ne permet pas de faire de statistiques descriptives d'une grande pertinence. Nous parlerons en termes d'effectif (n) plutôt que de fréquence (%). Les caractéristiques de ces contacts transformatifs sont les suivantes (Tableau 19) :

b. Caractéristiques

UTF-t bords denticulés (n = 14)											
Morphologie (n)		**Position (n)**		**Confection (n)**		**Angulation (degrés)**		**Dimensions (mm)**	
Délinéation face		***Localisation bord***		***Position***		***Angle P = 4***		***Longueur***	
Droite	6	Gauche	1	Directe	13	Min.	30	Min.	21
Convexe	1	Droit	10	Mixte	1	Q1	40	Q1	26
Concave	2	Transversal	3	***Type***		Médiane	48	Médiane	38
Irrégulière	5	***Localisation partie***		Écailleux	11	Q3	58	Q3	50
Délinéation profil		Tout le bord	5	Scalariforme	3	Max.	75	Max.	92
Droite	8	Mésiale	2	***Affûtage***		***Angle P = 10***		***Profondeur***	
Convexe	1	Mésio-distale	3	1 rang	8	Min.	25	Min.	4
Ondulée	3	Distale	4	2 rangs	6	Q1	30	Q1	4
Irrégulière	2					Médiane	30	Médiane	5
Section						Q3	35	Q3	6
Biplane	3					Max.	55	Max.	8
Plano-convexe	2					***Delta angle***		***Épaisseur***	
Plano-concave	9					Min.	5	Min.	3
						Q1	10	Q1	3
						Médiane	13	Médiane	4
						Q3	20	Q3	5
						Max.	35	Max.	7

Tableau 19 – Caractéristiques générales des UTF-t bords denticulés

Morphologie :
La délinéation générale des tranchants est principalement droite (n = 6) et irrégulière (n = 5) de face. De profil, les tranchants ne sont pas avoyés mais droits (n = 8).
Les morphologies du fil tranchant sont macro-denticulées (n = 10) et micro-denticulée (n = 4).
Les sections de ces CT sont majoritairement plano-concaves (n = 9).
Ces UTF-t sont latéralisées essentiellement sur le bord droit (n = 8) et ne sont localisées sur une partie préférentielle du bord.

Confection :
Les UTF-t *bords denticulés* ont été confectionnées par une retouche quasi exclusivement directe (n = 13) et écailleuse (n = 11). L'affûtage est réalisé par une ou deux séries d'enlèvements à proportions quasiment égales (1 rang : n = 8 ; 2 rangs : n = 6).

Angulation :
Les valeurs d'angle à p = 4 vont de 30° à 75° avec une médiane à 48° et un regroupement des valeurs entre 40° et 58° (Q1-Q3).
Les valeurs d'angle à p = 10 sont regroupées entre 30° et 35°, et l'angulation initiale est modifiée par la retouche en moyenne de 10° à 20°.

Étendue :
L'étendue des tranchants est large, allant de 21 à 92 mm, avec une médiane à 38 mm et un regroupement des longueurs autour des 26-50 mm.

c. Potentiel fonctionnel

Les données obtenues montrent que les UTF-t *bords denticulés* sont peu normalisées. Il n'y a de production spécifique d'un type morphologique de tranchant. Le delta d'affûtage indique en effet une phase de confection moyenne à importante, mettant en évidence que la plupart des caractères techniques recherchés ne sont pas obtenus dès la phase de production. Les CT couvrent plusieurs gammes de dimensions (<2,5 cm ; [2,5-5 cm] ; [5-9 cm]) et cette non-recherche d'une étendue particulière va de pair avec l'absence d'une localisation préférentielle le long des bords. Les classes d'angle montrent une grande variabilité associée à des potentiels de coupe rentrante et sortante, avec toutefois des préférences pour des angulations prononcées (Q3 = 58°). Ces UTF-t de type *bord denticulé* sont associées à un geste longitudinal sur la matière qui nécessite une force assez importante lié à l'irrégularité d'un tranchant à denticulations. Des tranchants à angulation robuste permettent de supporter plus facilement la force employée et augmentent la durée de vie de type de tranchant. Les sections plano-concaves résultant de la confection des dentelures permettent notamment d'éliminer plus facilement les déchets lors d'actions de type sciage ou raclage (Key 2016).

C. Les CT convergents

a. Données générales

Les UTF-t *convergentes* sont au nombre de 244. Elles représentent 28 % du nombre total d'UTF-t. Ces dernières composées de trois unités : deux UTF-t *bords*, qui créent la convergence et l'UTF-t *convergente* à proprement parlé, correspondant à la rencontre des deux bords. Si la finalité de l'UTF-t *convergente* est en théorie la convergence, la considération des bords est primordiale. Ces derniers participent en effet à la construction ergonomique de l'UTF mais ils constituent aussi des parties actives au même titre que la partie apicale. Les outils préhistoriques sont des objets polyfonctionnels. Sur les pointes d'armatures par exemple, la pointe perfore et les bords coupent. Le tout forme une macro-unité où les trois UTF agissent en synergie de manière quasi concomitante. Afin de ne pas tomber dans une vision hiérarchique artificielle et moderne en réduisant l'UTF-t *convergente* à la partie apicale, nous présenterons les caractéristiques des parties apicales dans le Tableau 20 et celles des bords dans le Tableau 22.

b. Caractéristiques des parties apicales

UTF-t convergentes, parties apicales (n = 244)									
Morphologie	**n**	**%**	**Section extrémités entières (n = 200)**	**%**	**n**	**Angle de convergence (degrés)**		**Angle de pénétration (degrés)**	
Pointue	187	77%	Biplane	90	44%	Min.	30	Min.	10
Arrondie	20	8%	Plano-convexe	83	41%	Q1	50	Q1	25
Droite	2	1%	Plano-concave	16	9%	Médiane	60	Médiane	30
Irrégulière	1	<1%	Concave-convexe	11	6%	Q3	70	Q3	35
Cassée	34	14%				Max.	90	Max.	60

Tableau 20 – Caractéristiques des parties apicales des UTF-t convergentes

Morphologie à 1 cm :

Les UTF-t *convergentes* présentent une morphologie d'apex acuminée (pointe) à hauteur de 77 % (n = 187). Les autres pièces ont une extrémité cassée (n = 34), droite (n = 2) ou irrégulière (n = 1) semblant être liée à l'utilisation. Vingt pièces possèdent une extrémité arrondie (pointe mousse), ne semblant pas être la résultante d'une utilisation répétée de la pointe (à l'exception d'une pièce) mais semblant constituer une autre catégorie d'UTF-t *convergente,* délibérée et au potentiel fonctionnel différent.

Les sections des parties apicales sont essentiellement biplanes (44%) et plano-convexes (41%).

Angulation :

Ces apex peuvent être effilés ou larges, la gamme d'angles de convergence allant de 30 à 90°, avec une médiane au carrefour de ces valeurs à 60°.

Les angles de pénétration montrent également une large gamme de valeurs, allant de 10 à 60°, avec une médiane à 30°.

c. Potentiel fonctionnel

Les UTF-t *convergentes* de type « pointe » sont associées à plusieurs modes de fonctionnement selon le mouvement effectué. Un mouvement vertical sera plutôt associé à de la perforation, un mouvement longitudinal à de l'incision, un mouvement rotatif du perçage. Les potentiels fonctionnels déterminés dépendront de la synergie globale de la pièce que nous aborderons dans le paragraphe 4 consacré aux technotypes.

Les UTF-t *convergentes* à l'extrémité distale non acuminée (arrondie ou droite) sont associées à des coupes sortantes nécessitant une force contrôlée ou une manipulation délicate pour ne pas endommager le matériau, par exemple lors du grattage et du lissage de peaux.

d. Les stigmates fonctionnels macroscopiques

Stigmates sur les extrémités convergentes (n pièces = 185)					
Type	**n**	**%**	**Localisation**	**%**	**n**
Enlèvements	**67**	**36%**	Face supérieure	46	25%
- *Faciaux*	*49*	26%	Face inférieure	83	45%
- *Burinants*	*18*	10%	Les deux faces	43	23%
Flexions	**104**	**56%**	Latérale	13	7%
- *Écrasements*	*33*	18%			
- *En marche*	*8*	4%			
- *En charnière*	*14*	8%			
- *Nettes droites*	*23*	12%			
- *Nettes obliques*	*26*	14%			
Multiples	**14**	**8%**			

Tableau 21 – Stigmates observés sur les extrémités convergentes

Au sein des éléments à extrémité convergente, un grand nombre présente des stigmates macroscopiques pouvant être liés à l'altération mécanique ou à l'utilisation de la pièce (n = 185) (Tableau 21). Ces cassures / fractures sont recouvertes d'une patine ancienne identique à celle du reste de la pièce, ce pourquoi il est difficile de trancher quant à leur origine. Toutefois, la récurrence de ces éléments en partie sommitale de la convergence, associée à d'autres stigmates tels que des départs d'enlèvements provenant d'une direction opposée tend à privilégier l'hypothèse d'une origine fonctionnelle pour ce genre de pièces.

Les stigmates les plus représentés sont les fractures en flexion (56%), suivies des enlèvements faciaux et burinants (36%). Les stigmates multiples sont plus rares (8%). Ces éléments sont localisés majoritairement sur la face inférieure des pièces (45%) et en moindre mesure sur la face supérieure (23%) ou les deux faces (23%). Un petit nombre de pièces présente des stigmates en position latérale, le long du bord adjacent à la convergence (7%), notamment lorsqu'il s'agit d'enlèvements burinants.

Les pièces à UTF-t *convergente pointue* ci-dessous présentent des dommages liés à une forte contrainte physique et pouvant être diagnostiques d'une percussion violente (Iovita 2013 ; Metz 2015 ; Coppe et Rots 2017 ; Sonja Tomasso, communication personnelle) :

- La première (Figure 114 [a]) montre une fracture inverse « en marche » à plusieurs rangs d'enlèvements provenant de la même direction. Elle est associée à de multiples enlèvements inverses le long du bord gauche ;
- La seconde (Figure 114 [b]) montre un enlèvement burinant, partant de l'extrémité apicale de la pièce et filant le long du bord ;
- La troisième (Figure 114 [c]) montre un écrasement de l'extrémité distale de la pointe, pouvant être associé à une utilisation comme pointe de projectile mais également à des tâches domestiques nécessitant des mouvements rotatifs sur des surfaces dures, comme le perçage de l'os ou du bois dur (Claud *et al*. 2019).

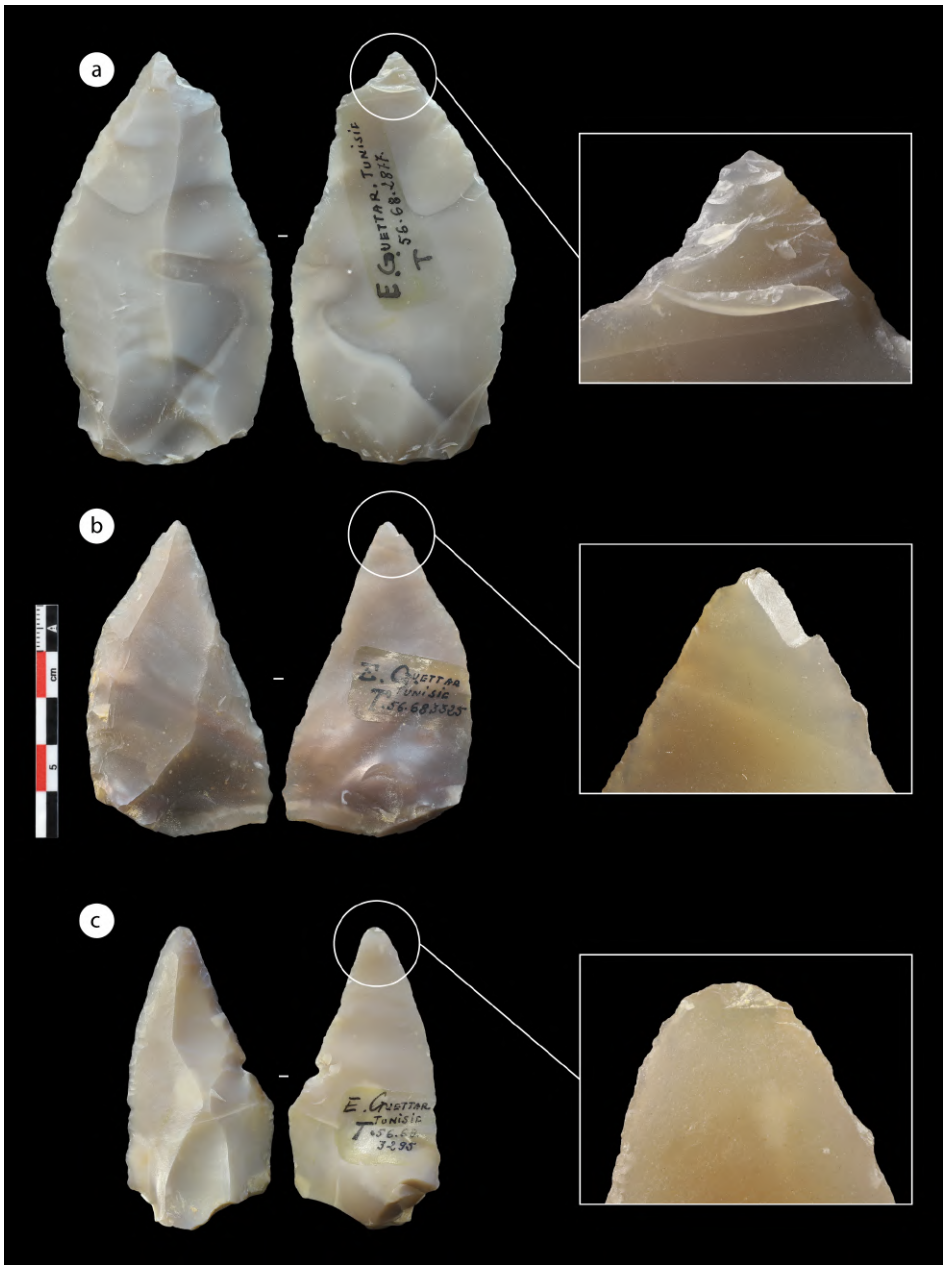


Figure 114 – Dommages fonctionnels sur trois outils-pointes

e. Caractéristiques des bords

- Caractéristiques générales

UTF-t convergentes, bords (n = 475)												
Morphologie (n et %)			**Position (n et %)**			**Confection (n et %)**			**Angulation (degrés)**		**Dimensions (mm)**	
Délinéation de face			***Localisation bord***			***Retouche***			***Angle P = 4***		***Longueur***	
Droite	151	32%	Gauche	227	48%	Oui	424	89%	Min.	10	Min.	<10
Convexe	245	51%	Droit	229	48%	Non	51	11%	Q1	35	Q1	32
Concave	13	3%	Transversal	19	4%	***Position (n = 424)***			Médiane	40	Médiane	45
Ondulée	41	9%	***Localisation partie***			Directe	424	100%	Q3	45	Q3	59
Irrégulière	25	5%	Tout le bord	206	43%	***Type (n = 424)***			Max.	80	Max.	125
Délinéation de profil			Proximo-mésiale	2	<1%	Écailleux	347	82%	***Angle P = 10***		***Profondeur***	
Droite	293	62%	Mésio-distale	172	36%	Scalariforme	65	15%	Min.	10	Min.	1
Convexe	62	13%	Distale	95	20%	Subparallèle	12	3%	Q1	25	Q1	3
Concave	54	11%				***Affûtage (n = 424)***			Médiane	30	Médiane	5
Ondulée	61	13%				1 rang	184	43%	Q3	35	Q3	7
Irrégulière	5	1%				2 rangs	216	51%	Max.	55	Max.	13
Section						3 rangs	24	6%	***Delta angle***		***Épaisseur***	
Biplane	343	72%							Min.	0	Min.	1
Plano-convexe	103	22%							Q1	5	Q1	3
Plano-concave	17	4%							Médiane	10	Médiane	4
Concave-convexe	4	1%							Q3	15	Q3	5
Biconvexe	1	<1%							Max.	45	Max.	10
Irrégulière	7	1%										

Tableau 22 – Caractéristiques générales des bords des UTF-t convergentes[75]

Morphologie :

Les UTF-t *convergentes* sont créées par la convergence de bords aux délinéations principalement convexes (51%) et droites (32%) de face et droites (62%) de profil. Comme pour les UTF-t *bords linéaires*, même quand les CT sont convexes, ils sont rectilignes de profil. Les sections de ces bords sont très largement biplanes (72%), suivies par les sections plano-convexes (15%).

La convergence se situe quasi exclusivement au niveau de la partie sommitale de la pièce dans son axe morphologique, au niveau de la rencontre des deux bords latéraux en partie distale (96%). Il existe également des convergences entre un bord latéral et le bord transversal (4%) et pour 2 pièces, cette convergence est liée à une base étriquée et un talon punctiforme (n = 2) (Figure 115). Cela met en évidence une forte plasticité des artisans qui confectionnent des UTF-t *convergentes*, même lorsque le support ne présente pas des caractéristiques morphologiques « standards ».

En majeure partie, l'UTF-t *convergente* occupe tout le bord de la pièce (43%) ou la partie mésio-distale (36%), 20% sont situées uniquement en partie distale.

[75] Les bords sont au nombre de 475 et non 488 car 13 d'entre eux mesurent moins de 10 mm ou sont des pans abrupts corticaux convergents sans délimitation précise de l'UTF-t et leurs caractères n'ont pas été relevés.

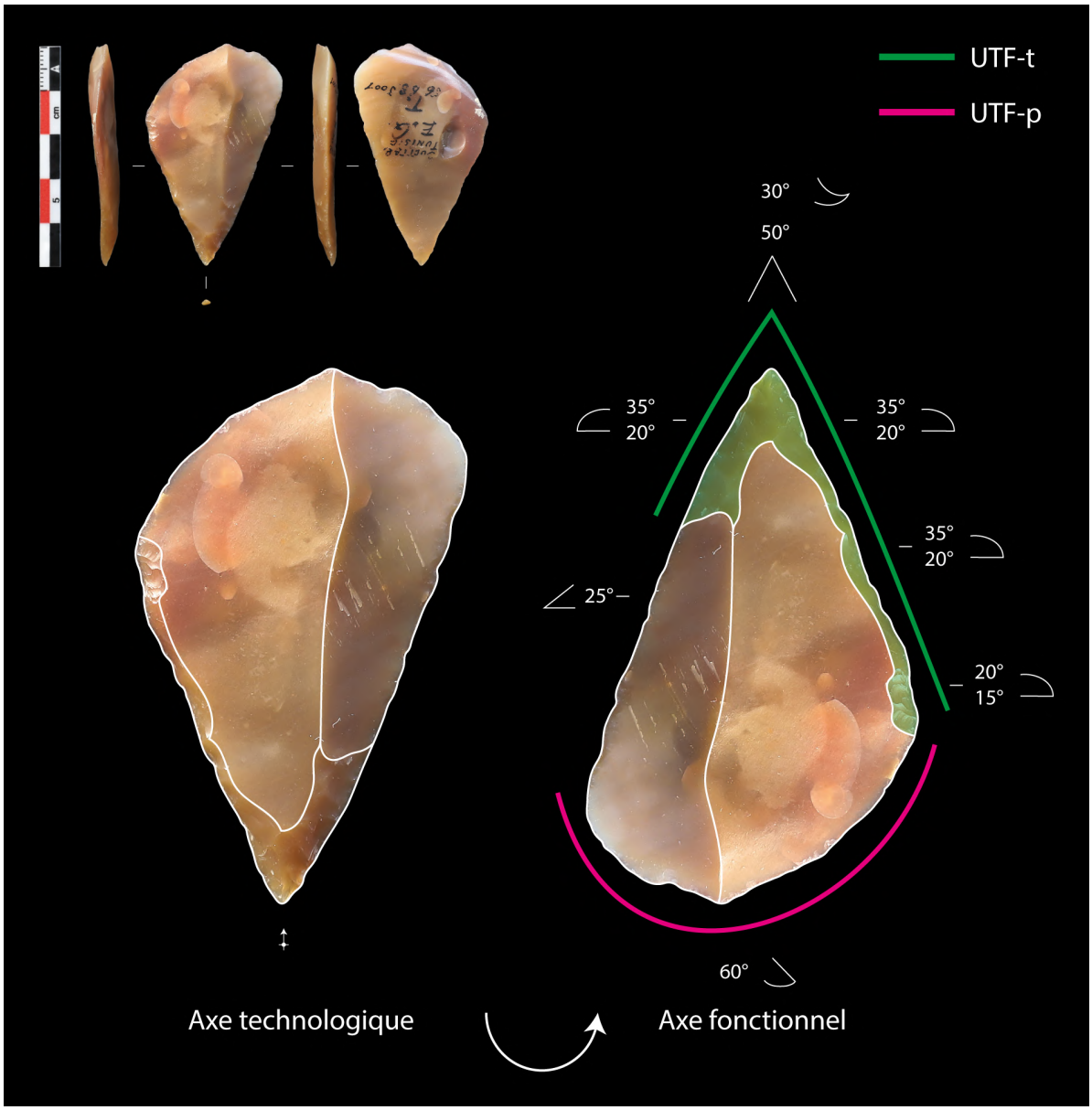


Figure 115 – Confection de l'UTF-t convergente au niveau de la base du support

Confection :

89% des bords appartenant aux UTF-t *convergentes* ont été confectionnés par la retouche (n = 426). Cette retouche est exclusivement directe et majoritairement écailleuse (82%). L'affûtage est réalisé par deux séries d'enlèvements (51%) ou une seule (43%). Les retouches à 3 rangs sont là encore assez rares (3%).

Angulation :

Les valeurs d'angle des bords à p = 4 présentent une grande amplitude, allant de de 10° à 80° avec une médiane à 40° et un regroupement des valeurs entre 35° et 45° (Q1-Q3).
Les valeurs d'angle à p = 10 pour les UTF-t confectionnées sont regroupées entre 25° et 35°. L'angulation initiale est modifiée par la retouche en moyenne de 5°-15°, indiquant une fois de plus une phase de confection minime ou moyenne et que la plupart des caractères techniques sont obtenus dès la phase de production.

Étendue :

L'étendue des tranchants appartenant aux UTF-t *convergentes* est très large, allant de moins de 10 mm à 125 mm, avec une médiane à 45 mm et un regroupement des longueurs autour des 32-59 mm. 25% de ces CT mesurent plus de 59 mm.

➢ **Ce qu'il ressort de ces éléments :**

Les bords appartenant aux UTF-t *convergentes* présentent des attributs au potentiel transformatif, majoritairement en coupe rentrante. L'UTF-t *convergente* n'est pas réduite à la partie sommitale de la pièce, au contraire, il y a une intégration des bords dans la structure de l'UTF-t.

Ces bords présentent des caractéristiques similaires à celles des UTF-t *bords linéaires* : globalement, **des tranchants convexes ou droits, très rectilignes de profil, de taille moyenne à grande, aux sections biplanes et aux angulations semi-abruptes, occupant tout le bord de la pièce et confectionnés par une retouche directe écailleuse à un ou deux rangs d'affûtage modifiant peu les caractères techniques obtenus lors de la phase de production**.

Les valeurs et fréquences sont sensiblement les mêmes, indiquant qu'**il y a une manière de faire bien spécifique de la part des artisans d'El Guettar et que celle-ci est appliquée de la même manière quel que soit le type d'UTF recherché**.

- Caractéristiques particulières au sein de l'UTF-t convergente

Nous soulevions en p.166 l'asymétrie morphologique et fonctionnelle des bords d'un certain nombre d'outils convergents. Au sein de l'UTF-t *convergente*, retrouve-t-on cette asymétrie ? En d'autres termes, y'a-t-il un traitement différentiel des bords au cœur de l'UTF-t ?

• Les UTF-t *convergentes* à longueurs de bords asymétriques (type bord-pointes)

Les données obtenues montrent un nombre important d'UTF-t *convergentes* à longueurs de bords asymétriques (n = 97), représentant 40% de ce type d'UTF-t. Nous avons considéré comme asymétriques les UTF-t dont le rapport de longueur de bords est ≥1,5. L'étude des caractères particuliers des bords ne met pas en évidence de différences significatives entre les bords les plus courts et les bords les plus longs. Aucun traitement différentiel majeur n'a été constaté (Tableau 23 et Tableau 24). Toutefois, **cette asymétrie pourrait induire des destinations fonctionnelles différentes pour les bords**, par exemple le bord le plus court appartenant à l'emmanchement et le bord le plus long laissé libre.

UTF-t convergentes asymétriques, bords les plus courts (n = 84)								
Morphologie (n et %)			**Confection (n et %)**			**Angulation (degrés)**	
Délinéation de face			***Retouche***			***Angle P = 4***	
Droite	35	42%	Oui	72	86%	Min.	10
Convexe	33	39%	Non	12	14%	Q1	35
Concave	4	5%	***Type (n = 72)***			Médiane	45
Ondulée	3	4%	Écailleux	62	86%	Q3	47
Irrégulière	9	11%	Scalariforme	7	10%	Max.	70
Délinéation de profil			Subparallèle	3	4%	***Angle P = 10***	
Droite	71	85%	***Affûtage (n = 72)***			Min.	10
Convexe	5	6%	1 rang	36	50%	Q1	25
Concave	6	7%	2 rangs	34	47%	Médiane	30
Ondulée	2	2%	3 rangs	2	3%	Q3	35
Section						Max.	55
Biplane	62	74%				***Delta angle***	
Plano-convexe	19	23%				Min.	0
						Q1	10
						Médiane	15
						Q3	15
						Max.	45

Tableau 23 – Caractéristiques des bords les plus courts chez les UTF-t convergentes asymétriques (les bords sont au nombre de 84 et non 97 car les attributs des 13 d'entre eux mesurant moins de 10 mm ne sont pas pris en compte).

UTF-t convergentes asymétriques, bords les plus longs (n = 84)								
Morphologie (n et %)			**Confection (n et %)**			**Angulation (degrés)**	
Délinéation de face			***Retouche***			***Angle P = 4***	
Droite	24	29%	Oui	74	88%	Min.	20
Convexe	54	64%	Non	10	12%	Q1	35
Concave	1	1%	***Type (n = 74)***			Médiane	40
Ondulée	5	6%	Écailleux	57	77%	Q3	47
Délinéation de profil			Scalariforme	17	23%	Max.	65
Droite	51	61%	***Affûtage (n = 74)***			***Angle P = 10***	
Convexe	11	13%	1 rang	24	32%	Min.	20
Concave	11	13%	2 rangs	44	59%	Q1	30
Ondulée	10	12%	3 rangs	6	8%	Médiane	30
Irrégulière	1	1%				Q3	35
Section						Max.	50
Biplane	62	74%				***Delta angle***	
Plano-convexe	15	18%				Min.	0
Plano-concave	5	6%				Q1	8
Irrégulière	2	2%				Médiane	10
						Q3	15
						Max.	35

Tableau 24 – Caractéristiques des bords les plus longs chez les UTF-t convergentes asymétriques

• **Les UTF-t *convergentes* à longueurs de bords symétriques (type pointes)**

Les UTF-t *convergentes* à longueurs de bords symétriques sont au nombre de 147, elles représentent 60% des UTF-t *convergentes* de la série. Certaines d'entre elles sont parfois d'une symétrie parfaite en termes de délinéations et d'étendues de tranchants. Mais au-delà de ces aspects de symétrie, les bords peuvent-ils présenter des attributs différents, notamment en termes d'angulation ? Par exemple, y'a-t-il systématiquement un bord fin et un bord épais ? Cela pourrait être révélateur d'une volonté d'obtenir des zones de CT et de CP différenciées sur le même support. Le tableau suivant (Tableau 25) montre qu'il y a très peu de différentiel d'angulations entre les deux bords de l'UTF-t *convergente*. Seul 14% des pièces possèdent des bords avec des attributs d'angles dont le différentiel est important [15-20°]. Pour ces pièces-ci, même quand le différentiel est grand, le bord le plus épais ne constitue pas de méplat (Q1-Q3 : 45-55°).

UTF-t convergentes à longueurs de bords symétriques (n = 147)		
Différentiel d'angulation	n	%
0°	49	33%
[5-10°]	78	53%
[15-20°]	20	14%

Tableau 25 – Différentiel d'angulation entre les bords des UTF-t convergentes à mêmes longueurs de bords

En général, ces UTF-t *convergentes* à longueurs de bords symétriques semblent fonctionner comme une macro-unité, avec deux bords aux destinations fonctionnelles similaires.

D. Encoches

a. Données générales

Les UTF-t de type *encoches* sont au nombre de 5. Elles représentent 1 % du nombre total d'UTF-t. Ces UTF-t sont présentes sur 5 pièces et sont systématiquement associées à une UTF-t de type *bord linéaire* sur le support.

b. Caractéristiques

Au vu du faible nombre d'UTF-t *encoches*, nous parlerons ici en termes d'effectif et non de fréquence. Les caractéristiques de ces UTF-t sont les suivantes (Tableau 26) :

Angulation :
Les valeurs d'angle à p = 4 sont regroupées entre 40° et 55° (Q1-Q3), et celles à p = 10 entre 20° et 35°. L'angulation initiale est modifiée par la retouche en moyenne de 20°.

Localisation :
Il n'y a pas de localisation préférentielle pour un bord particulier : bord gauche (n = 3), bord droit (n = 1) et bord transversal (n =1). En revanche, les encoches sont quasiment toutes positionnées en partie distale (n = 4). Seule l'une d'entre elle se situe en partie mésiale.

Confection :
La retouche est directe (n = 3) ou inverse (n = 2) et donne à l'UTF-t une délinéation concave.

Dimensions :
La largeur des encoches va de 6 à 10 mm, avec une médiane à 7 mm.
Leur profondeur est de 2 à 3 mm, avec une médiane à 2 mm.

UTF-t encoches (n = 5)	Angle p = 4 (degrés)	Angle p = 10 (degrés)	Delta angle (degrés)	Largeur (mm)	Profondeur (mm)
Min.	35	15	10	6	2
Q1	40	20	20	7	2
Médiane	45	25	20	7	2
Q3	55	35	20	10	3
Max.	55	35	30	10	3

Tableau 26 – Caractéristiques générales des UTF-t encoches

c. Potentiel fonctionnel

La faible occurrence des UTF-t *encoches* semble montrer que ce type de contact transformatif n'est pas spécifiquement recherché mais qu'il vient plutôt compléter la gamme d'outils existante. Le delta d'affûtage indique une phase de confection importante, modifiant les caractères du bord brut en vue de l'obtention d'encoches robustes. Ces UTF-t, petites et concaves, peuvent être associées à des coupes rentrantes, où une faible longueur de tranchant est nécessaire, par exemple pour les coupes de tendons. Elles peuvent également avoir un potentiel de coupes sortantes nécessitant une force plus importante et des tranchants robustes et pérennes comme l'écorçage et/ou le rabotage d'un épieu en bois dur, ou encore le raclage de lanières de peau séchée pour épiler sans endommager (Lepot 1993).

3. Quels types de contacts préhensibles sont recherchés ?

De nombreux types de contacts préhensibles ont été identifiés.

A. Les contacts préhensibles obtenus au débitage

Les zones de méplats épaisses et à angles ouverts (>70°) constituent naturellement des zones propices à la préhension. Parmi ces éléments se trouvent des talons (n = 636), des cassures (n = 8), des dos naturels corticaux ou semi-corticaux (n = 86), des dos issus de débordement (n = 59) et des dos façonnés par la retouche avec un aménagement total (n = 14) ou partiel qui prolonge les caractères du dos naturellement présents sur le support (n = 14).

a. Les talons

Les talons peuvent faire office de zone de maintien des pièces, en particulier ceux à préparation dite en « **chapeau de gendarme** » (n = 79) qui constituent de larges zones de méplats (Figure 116). Cette morphologie offre une prise parfaitement adaptée pour une saisie à trois doigts : index-talon / pouce-surface supérieure / majeur-bulbe (Baëna *et al*. 2016).



Figure 116 – Talons à préparation en « chapeau de gendarme »

b. Les dos naturels

Les **dos** (n = 181) sont situés latéralement sur les pièces (n = 143, dont 75 bords gauches et 68 bords droits) et en moindre mesure en partie distale (n = 32) ou en position mixte (n = 3). Lorsqu'ils se situent sur le bord transversal, ils peuvent être liés à un réfléchissement ou un outrepassement de la partie distale. Lorsqu'ils sont à la base de la pièce (n = 3), il s'agit de cassures. En général, ils occupent l'entièreté du bord (n = 99) plus que des portions de ce dernier (n = 82). Leurs délinéations sont droites (n = 65), convexes (n = 53), concaves (n = 22), ondulées (n = 10) et irrégulières (n = 32).

Certains dos paraissent recherchés au stade de débitage. De nombreux dos naturels sont de délinéation convexe, assurant une bonne préhension pour l'index et les enlèvements de préparation du support sont unidirectionnels parallèles, dans le sens de la longueur du dos ou légèrement obliques, partant de la direction opposée au dos. Il peut s'agir d'une volonté de l'artisan d'obtenir de longs dos convexes, grâce à la sortie d'éclats laminaires débordants ou de lames de flanc (Figure 117). Des enlèvements centripètes auraient en effet tendance à donner une délinéation irrégulière au dos et à réduire sa taille.

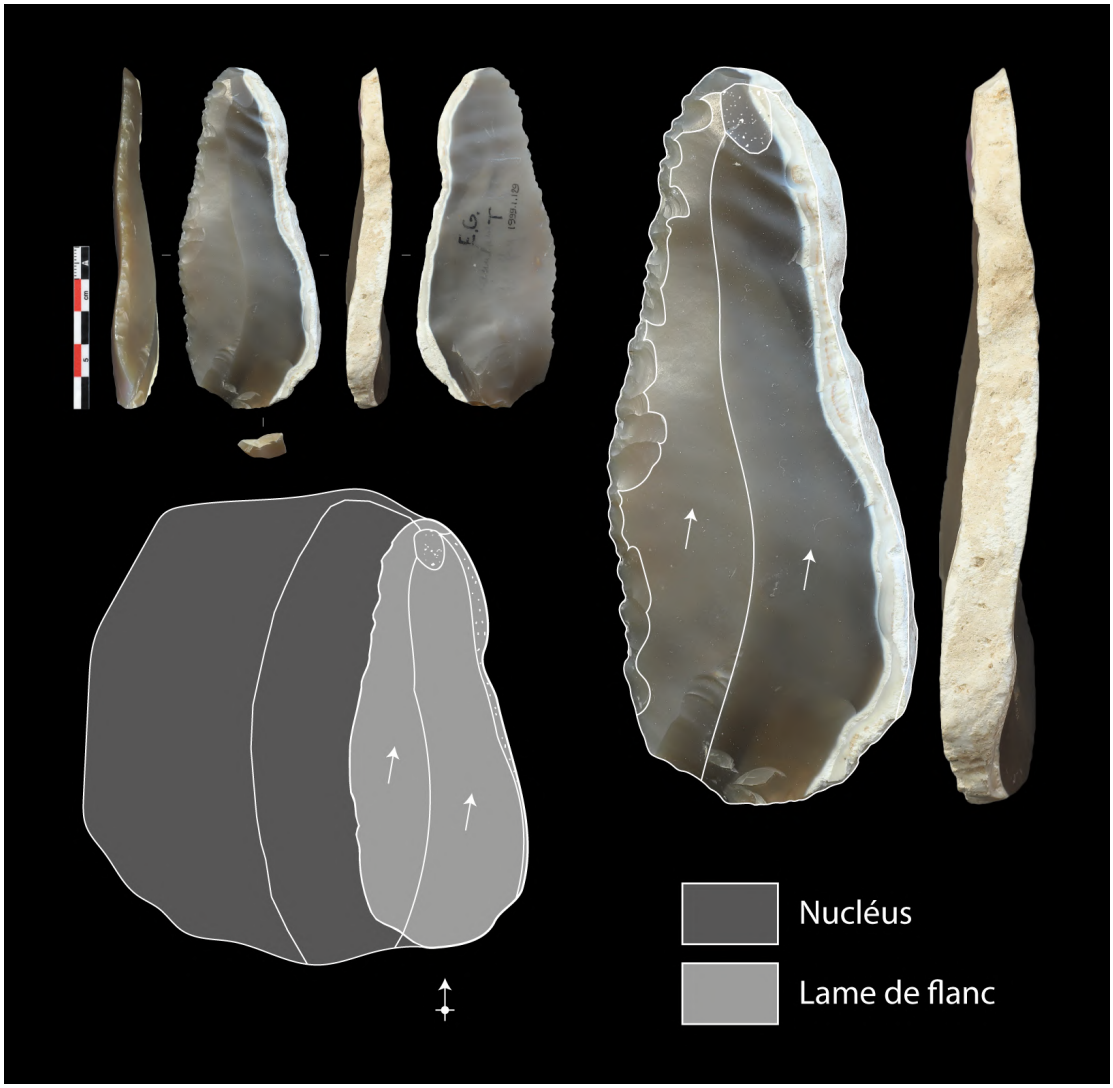


Figure 117 – Long dos convexe sur lame « de flanc »

B. Les contacts préhensibles obtenus à la confection

L'étude a mis en évidence de nombreux types de contacts préhensibles obtenus par une phase de confection. On retrouve des dos façonnés, des amincissements basilaires, des pédoncules ou pseudo-pédoncules, des systèmes d'encoches, des zones d'étranglement et des UTF dont les caractères morphotechniques sont ceux d'UTF-t mais dont le rôle compte tenu de la structure globale de la pièce semble être celui d'UTF-p.

a. Les dos façonnés

Lorsque les caractères techniques du dos ne sont pas acquis en totalité ou en partie à la production, une phase de confection est nécessaire. En général, **un grand soin est apporté au façonnage de ces dos** comme l'illustre la pièce ci-dessous. Typologiquement, il s'agit d'un racloir simple latéral réalisé sur un éclat Levallois préférentiel à enlèvements prédéterminants centripètes et talon facetté. L'UTF-t est de type *bord linéaire*, confectionnée par une retouche directe écailleuse courte à 1 rang d'affûtage. Elle s'oppose à un dos façonné entièrement par une retouche abrupte à deux rangs d'affûtage. Le premier crée une troncature du bord, le second régularise la morphologie du dos. A la base de celui-ci dans la zone bulbaire, un amincissement bifacial opère en fin de chaîne opératoire (Figure 118).

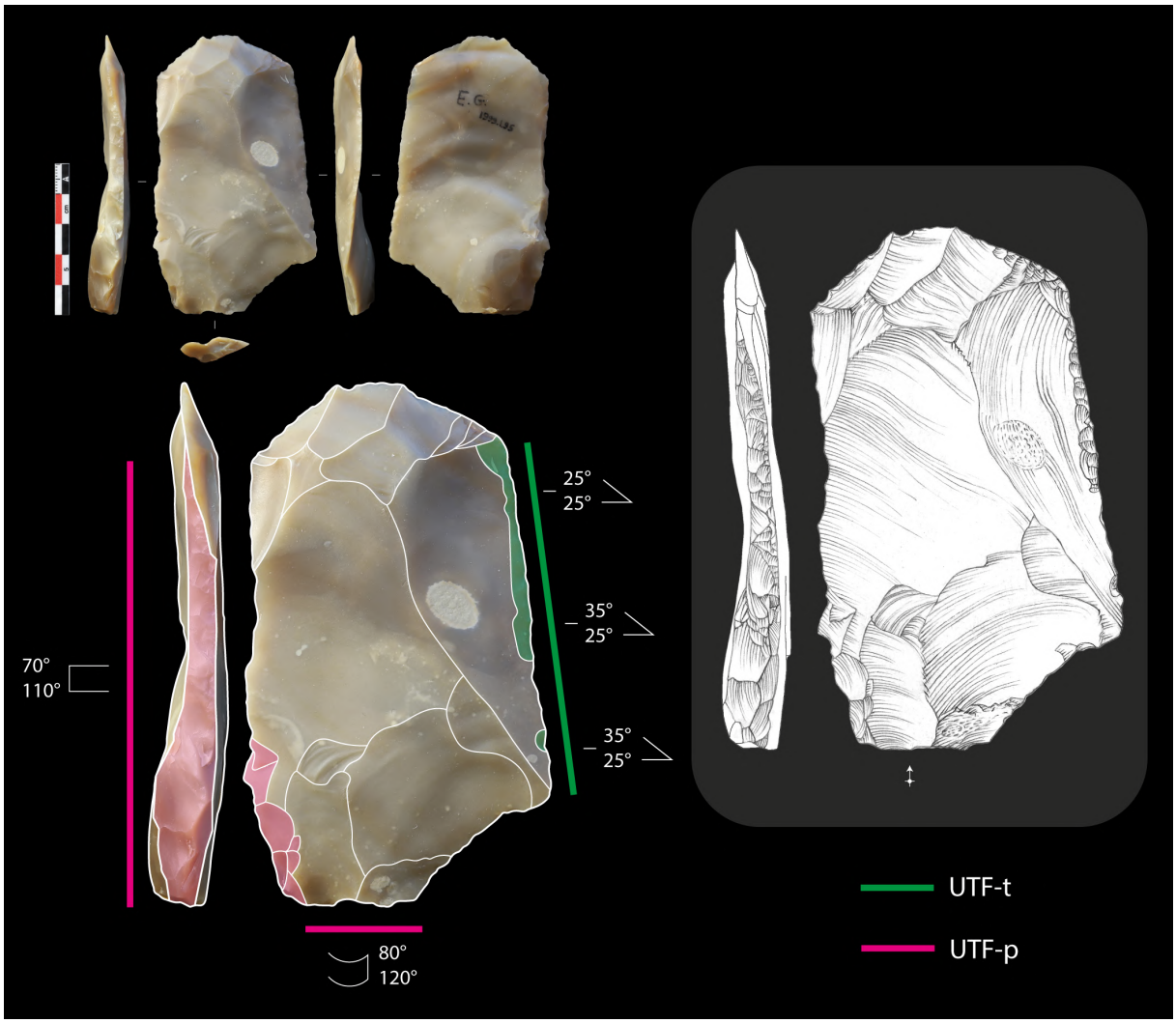


Figure 118 – Dos façonné par la retouche (dessin technique : Michel Grenet)

b. Les amincissements basilaires

La base des pièces peut constituer une zone d'emmanchement privilégiée et certains critères volumétriques liés au talon peuvent être de bons indicateurs. Des **amincissements basilaires** ont été repérés (n = 23). Ils sont facilement identifiables lorsque la retouche est issue d'une phase de réutilisation postérieure ou qu'elle est bifaciale ou inverse. Ces enlèvements sur face inférieure sont majoritairement petits et fins et permettent de réduire la proéminence du bulbe (Figure 119 [a]). Certains sont grands et épais, à contrebulbes prononcés et permettent d'enlever quasi intégralement la convexité bulbaire (Figure 119 [b]). Pour cette raison, les quelques cas de débitage de petits éclats sur bulbe ne nous paraissent pas relever d'un débitage de supports microlithiques Kombewa spécifique mais plus d'un aménagement de l'UTF-p.

Lorsque les amincissements sont présents sur la face supérieure, ils peuvent être repérés grâce à de petits enlèvements à contrebulbes qui interrompent la délinéation d'un bord.

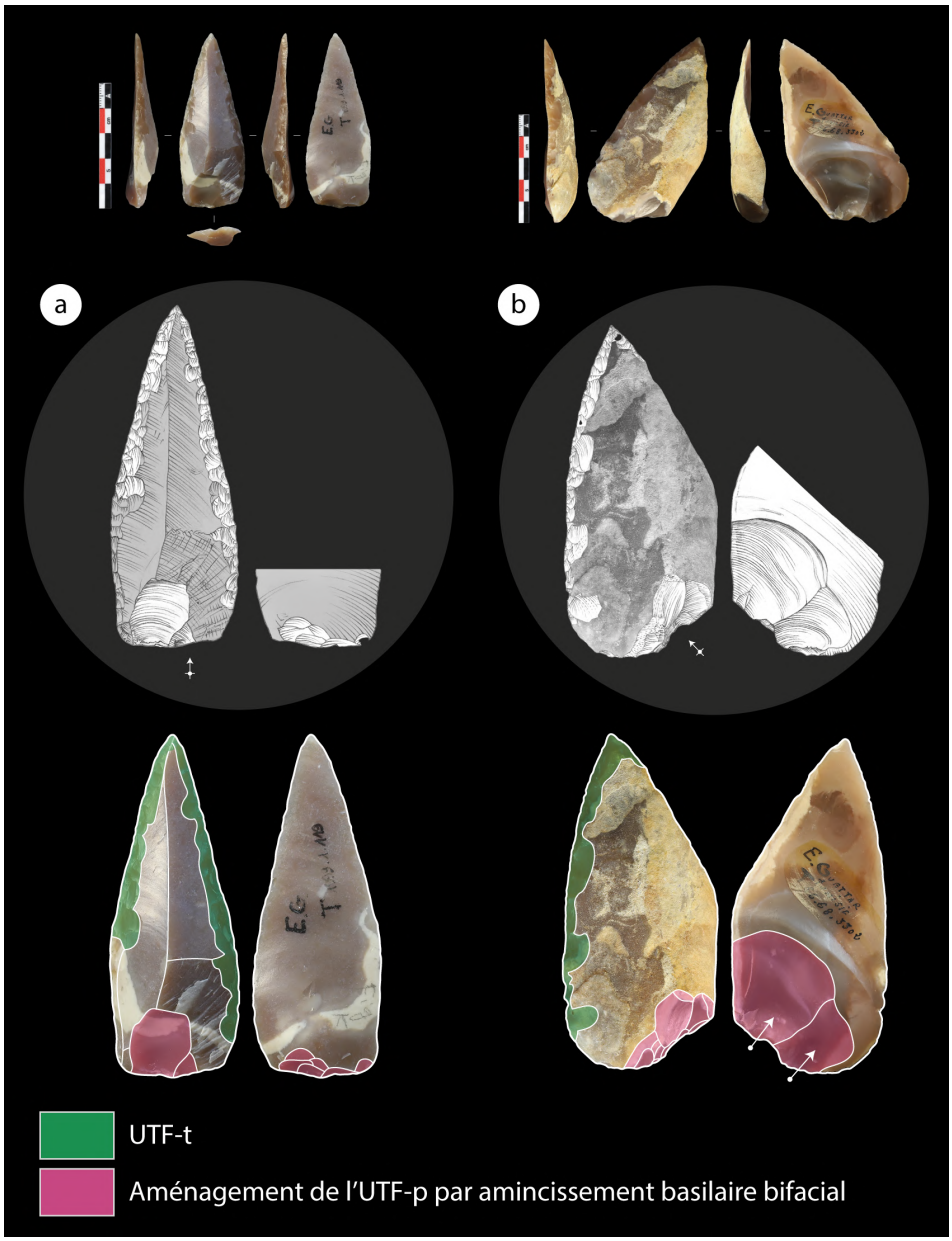


Figure 119 – Amincissements basilaires (dessins techniques : Michel Grenet)

c. Les enlèvements et concavités basilaires

Les **petits enlèvements basilaires fins** de préparation des plans de frappe des supports Levallois se retrouvent sur un grand nombre de pièces (n = 264). Ces enlèvements permettent le surbaissement de la corniche pour la rendre plus solide en cassant l'éperon et mettent en place une zone de **concavité basilaire**. Cette concavité peut être également créée par le négatif d'un enlèvement précédent et se retrouve sur de nombreux supports (n = 225), notamment les pointes Levallois. Celle-ci permet de renforcer le maintien de la pièce lors d'une prise à trois doigts : index-dos ou index-talon / pouce-concavité / majeur-bulbe, notamment pour les pièces de petites dimensions. Elle permet également à la zone basilaire d'être relativement moins épaisse, ce critère pouvant être recherché en vue d'un emmanchement.

Ces enlèvements peuvent ainsi jouer un double rôle : celui de préparation des plans de frappe et celui d'un amincissement basilaire avant-débitage anticipé. De fait, ils peuvent entrer dans le processus de mise en place du CP dès le stade de production.

d. Les pédoncules

La confection de **pédoncules** en vue de faciliter l'emmanchement est exceptionnelle dans la série. Un seul pédoncule véritable est attesté. Celui-ci est façonné par une retouche bifaciale à enlèvements épais et assez larges, complétée par de plus petits enlèvements qui régularisent la morphologie. Il est axial par rapport à l'axe technologique de la pièce et représente ¼ de la longueur de l'outil. La pointe, qui constitue la zone active, est légèrement déjetée sur la droite (Figure 120 [a]).

Trois autres pièces présentent une morphologie pseudo-pédonculée. La première possède un décroché naturel type encoche clactonienne (Figure 120 [b]) ; la seconde, un potentiel début de façonnage de pédoncule par une retouche inverse (Figure 120 [c]) ; la troisième, un amincissement basilaire unifacial qui réduit la base de l'outil (Figure 120 [d]).

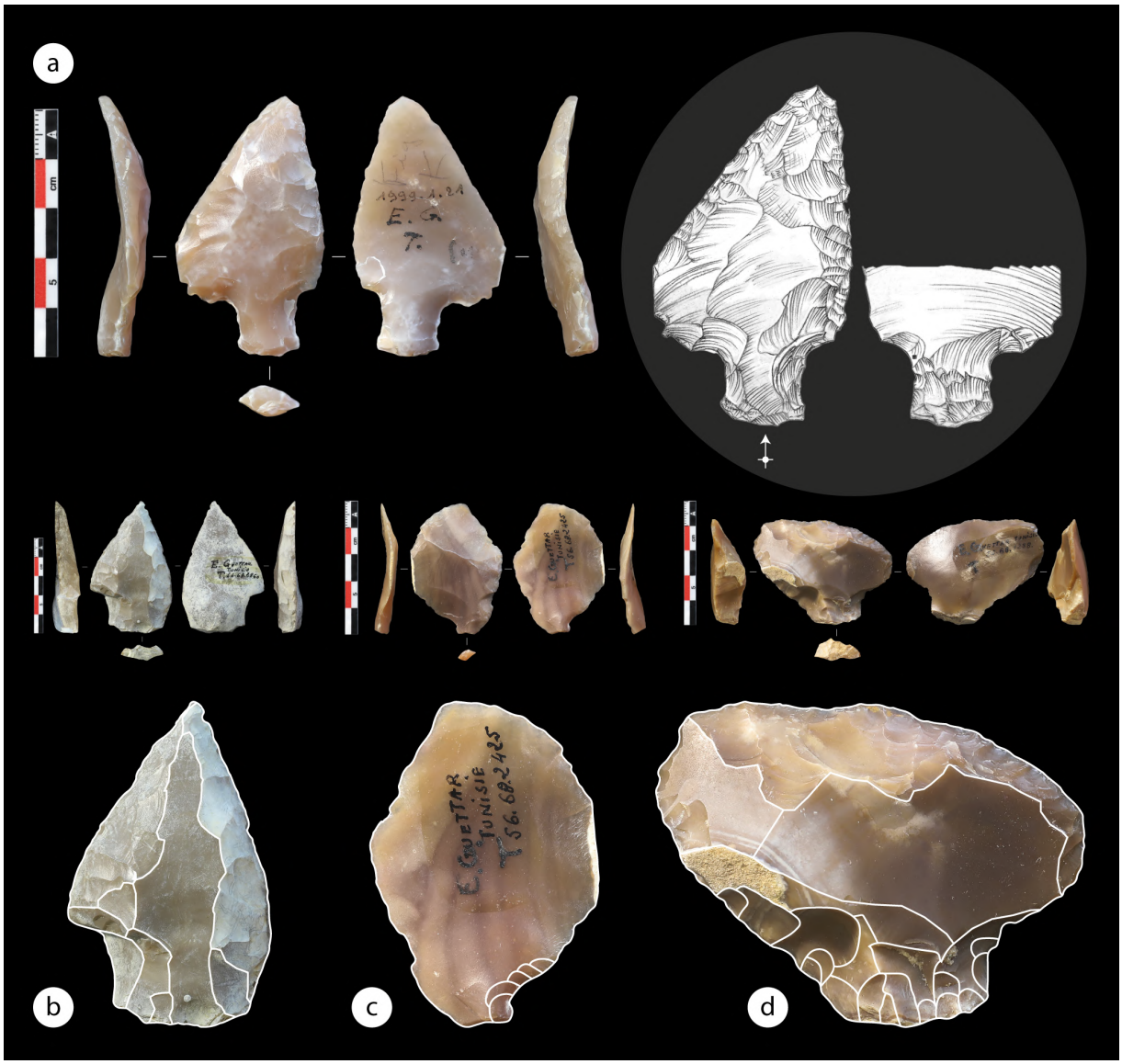


Figure 120 – Pièces pédonculées et pseudo-pédonculées (dessin technique : Michel Gruet)

e. Les encoches et les étranglements

Des **systèmes d'encoches** semblent participer à la mise en place de la partie préhensible et plus être spécifiquement, être liés à l'emmanchement. Ils ont été repérés sur un nombre non négligeable de pièces (n = 23). Certaines encoches sont façonnées et paraissent destinées à un emmanchement. D'autres n'ont pas d'initiation, elles sont fonctionnelles (Figure 121).

L'hypothèse d'un dispositif permettant la fixation d'une ligature est à considérer en priorité, elle est cohérente avec d'autres observations relatives à l'emmanchement à El Guettar (cf. les paragraphes présentés ci-dessous) et dans d'autres séries MSA nord-africaines (à l'Ouest à Ifri n'Ammar [Tomasso et Rots 2017 ; Tomasso, Mikdad et Rots 2019] ; et à l'Est dans le complexe Nubien à Sai 8-B-11, Sodmein Cave, Taramsa [Rots *et al.* 2011]).



Figure 121 – Encoche fonctionnelle potentiellement liée à une ligature

Les encoches confectionnées peuvent être antérieures à l'aménagement de l'UTF-t (Figure 122 [a]) ou postérieures, venant interrompre la délinéation initiale du tranchant (Figure 122 [b]). Les encoches peuvent être opposées asymétriquement entre elles ou opposées à une zone d'étranglement, un dos, une UTF-t ou encore un bord présentant des enlèvements fonctionnels.

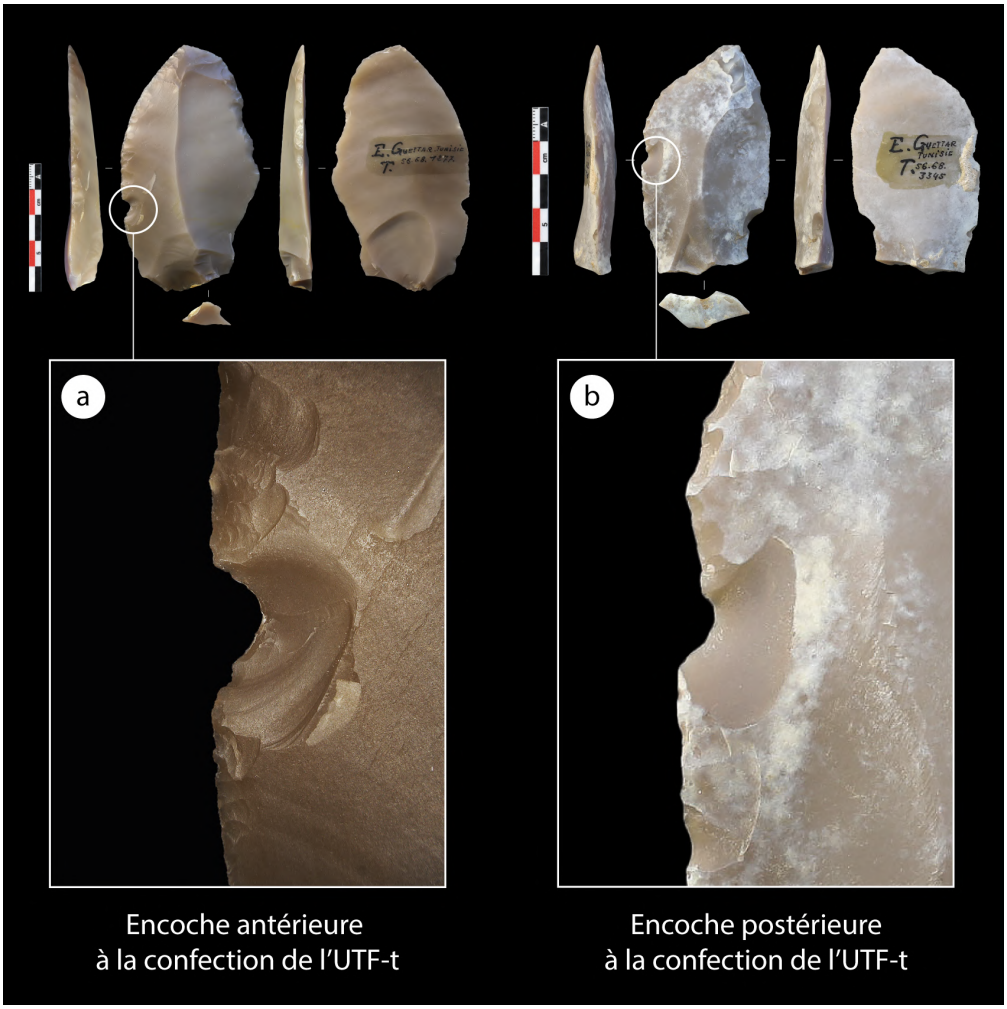


Figure 122 – Antériorité / postériorité des encoches par rapport à l'UTF-t

Nous nous posions précédemment la question du caractère déjeté des pointes, pouvant constituer une solution à l'emmanchement pour une catégorie fonctionnelle de pointes non axiales, au fonctionnement autre. Les pointes concernées par ce système d'encoches sont majoritairement déjetées dans leur axe technologique. Les encoches semblent jouer ici un **rôle de remise de l'outil dans son axe de symétrie fonctionnel**, supprimant le caractère déjeté et allant dans le sens d'une utilisation axiale de l'outil. Il s'agirait d'un emmanchement oblique par rapport à l'axe technologique mais axial par rapport à l'axe fonctionnel (Figure 123).

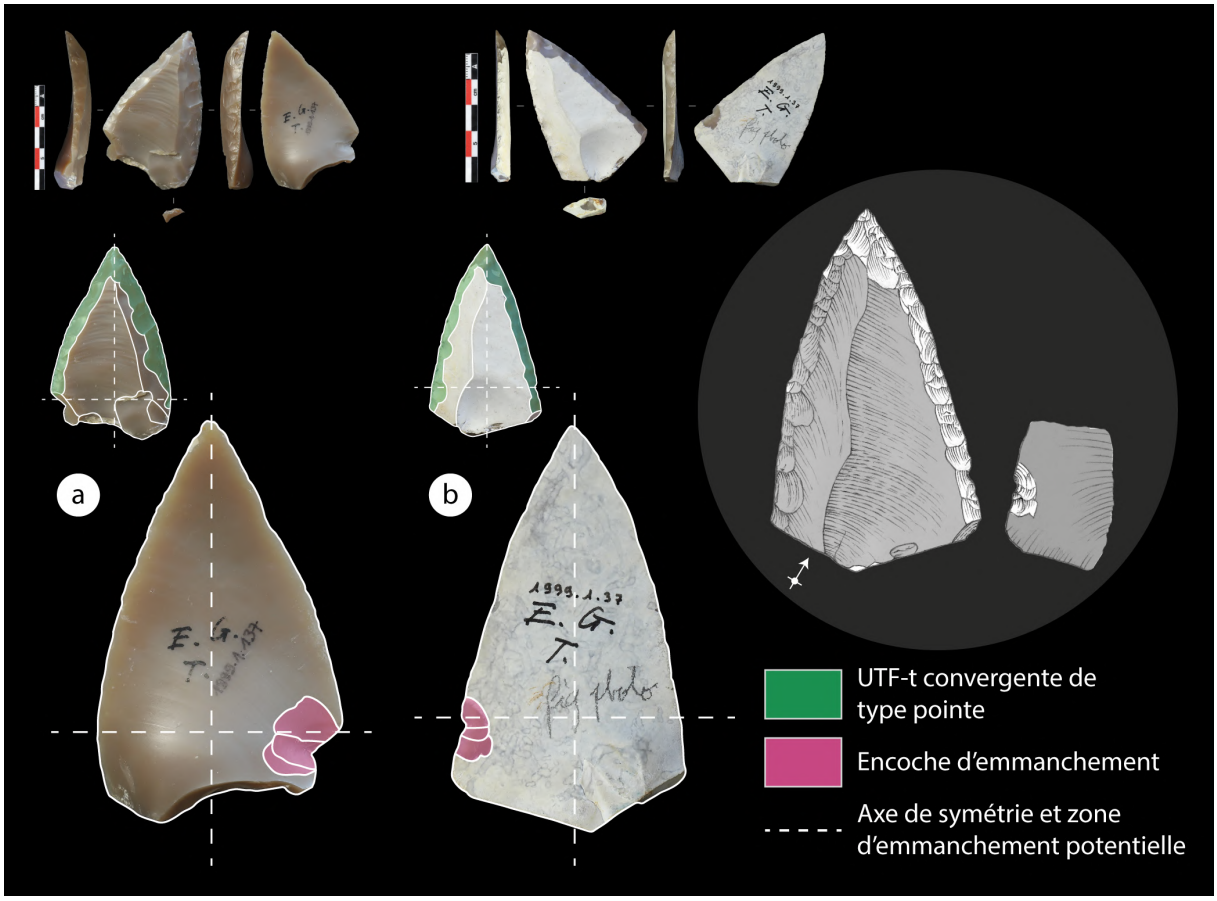


Figure 123 – Encoches d'emmanchement et pointes (dessin technique : Michel Grenet)

La présence d'une unique encoche latérale sur les pointes pourrait s'expliquer par la **volonté de garder le bord opposé libre et vulnérant**.

Ce système d'emmanchement a été expérimenté par Toomaï Boucherat (chercheur associé au CNRS) et se présente de la manière suivante (Figure 124) :

- Une emmanchure dans la hampe est réalisée ;
- La ligature est généralement réalisée à l'aide de boyaux crus ou de tendons car au moment où ces matières sèchent, elles se rétractent et permettent un meilleur maintien de l'outil dans son fût ;
- La ligature est préalablement imbibée d'adhésif ;
- Puis elle est disposée de manière croisée sur le manche, passant dans l'encoche de la pointe et se fixant dans l'emmanchure ;

- Grâce à la tension créée, la pointe est tirée vers le bas et bien encastrée ;
- De l'adhésif supplémentaire est ajouté afin de « *conférer à l'assemblage une remarquable solidité* » (Metz 2015).

Ce système de fixation latérale à une encoche et à ligature croisée constituerait notamment un système d'emmanchement plus solide qu'un système à deux encoches et croisillon (Toomaï Boucherat, communication personnelle). Afin d'avoir un rendu plus robuste, la démonstration reste encore à compléter par des expérimentations fondées sur des protocoles précisément décrits et reproductibles. Mais ces premiers résultats ouvrent une piste interprétative prometteuse.

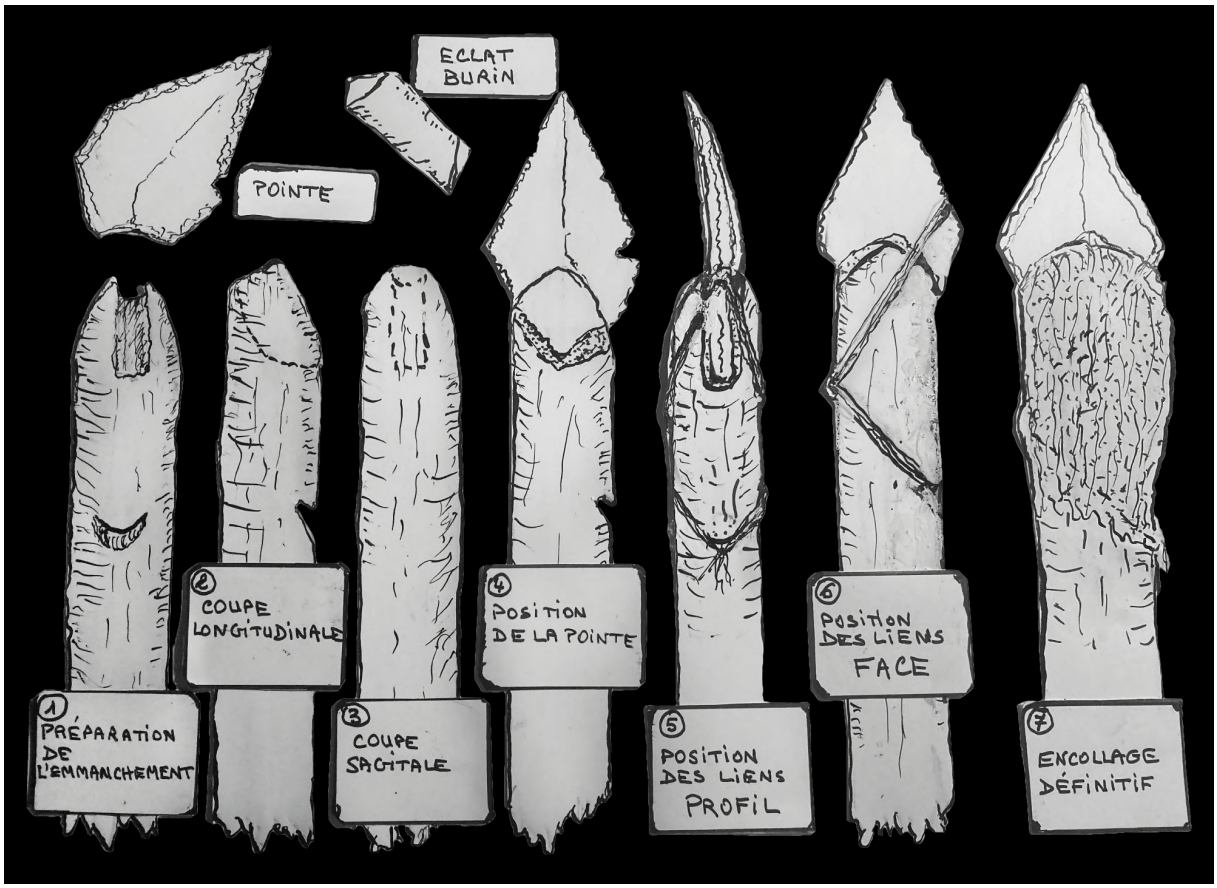


Figure 124 – Proposition d'emmanchement des pointes à encoches (croquis : Toomaï Boucherat)

Les pièces à double patine possédant ces systèmes d'encoches contemporains du second temps de vie de la pièce, comme celles en Figure 122 [b] et Figure 123 [b], soulèvent la question d'un **changement dans le style d'emmanchement**. Les passages d'une forme à l'autre lors de réduction d'outils peuvent à induire des **changements de destinations fonctionnelles pour les UTF-t mais aussi pour les UTF-p.**

Certaines encoches confectionnées sur des pointes largement asymétriques sont adjacentes à l'UTF-t convergente. Cette position appuie des fonctionnements soupçonnés de bord-pointes, associés à des emmanchements obliques (Figure 125).

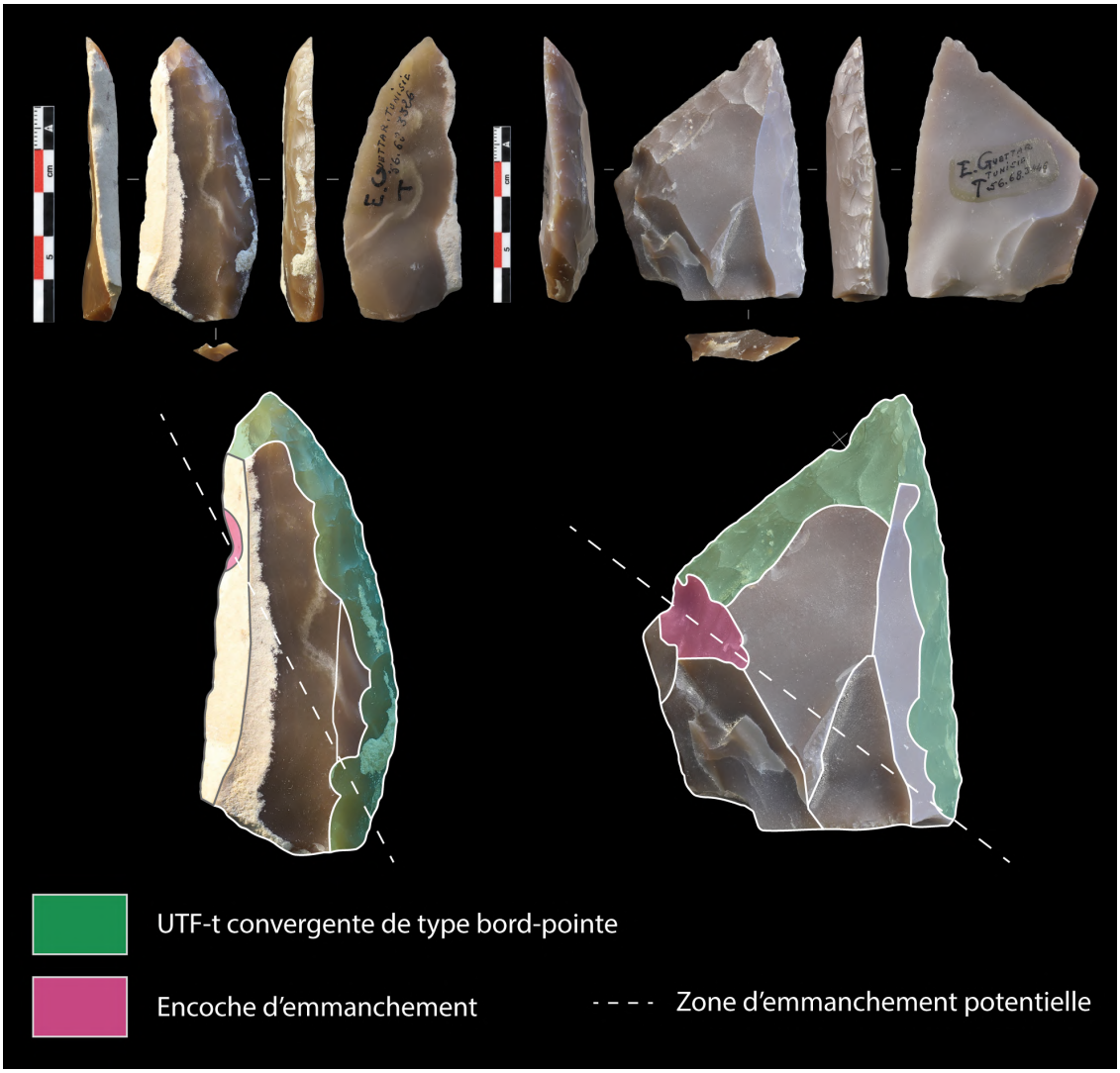


Figure 125 – Encoches d'emmanchement et bord-pointes

À la suite de ces observations, le statut des encoches identifiées comme zone active peut être discuté. Nous les avons statuées en tant qu'UTF-t lorsque ces dernières étaient associées à des UTF-t de type bord sans interruption des tranchants et qu'elles ne présentaient pas d'organisation structurelle particulière. Cela est-il un leurre ? Sont-ce de véritables outils-encoches ou s'agit-il d'encoches d'emmanchement ? Nous pensons que leur potentiel fonctionnel peut être multiple : à la fois zone active, à la fois zone passive, faisant de ces UTF des UTF bivalentes.

Lorsque les encoches sont confectionnées par une retouche leur donnant une délinéation concave et qu'elles couvrent une amplitude plus grande sur le bord, on parlera de zones de rétrécissement ou « **étranglements** » (n = 7) plus que d'encoches. Ces étranglements marquent une rupture dans la délinéation du bord, assimilée à une rupture entre l'UTF-t et l'UTF-p. Ils sont systématiquement adjacents à l'UTF-t (Figure 126).

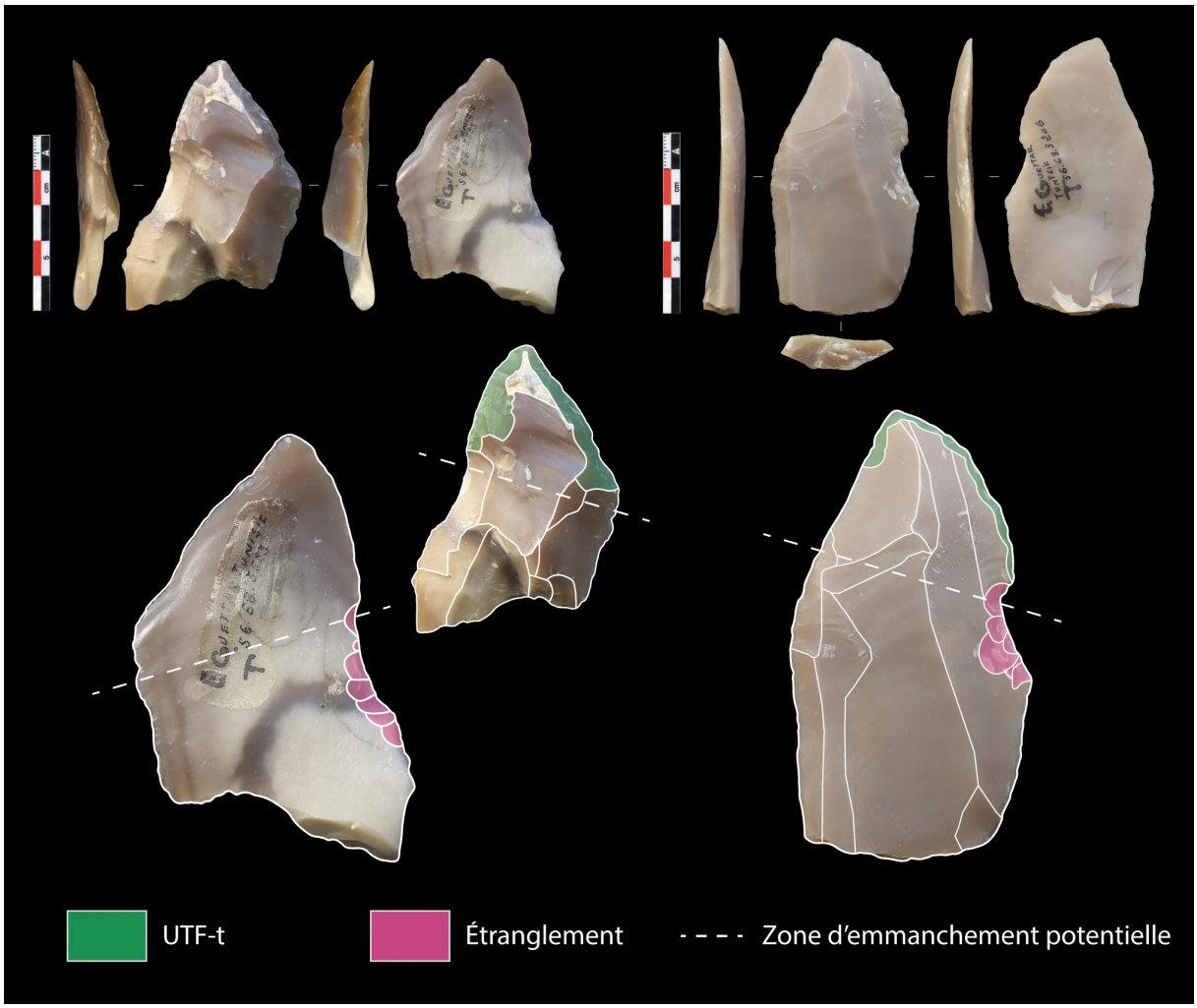


Figure 126 – Zones d'étranglements

f. Les UTF-t bivalentes

Les outils possédant plusieurs UTF-t de type *bord* posent les questions :

- Du fonctionnement de la pièce : tous les tranchants constituent-ils des zones actives ?
- Du positionnement de la zone préhensible : un ou plusieurs tranchants sont-ils destinés au maintien de la pièce ?

Lorsqu'il n'a pas été possible de déterminer le rôle de l'UTF (transformatif ou préhensible) au vu de ses caractéristiques volumétriques et de la logique structurelle de l'artefact, la pièce est dite à **UTF bivalentes** (Viallet 2016). Dans notre étude, cela concerne :

- Les pièces à bords parallèles, subparallèles ou convergents ne formant pas de pointe types lames brutes et racloirs doubles, qui présentent des UTF opposées (n = 128) (Figure 127 [a]) ;
- Les pièces à tranchant transversal types racloirs transversaux, racloirs doubles déjetés et racloirs triples, qui présentent des UTF adjacentes (n = 47) (Figure 127 [b]).

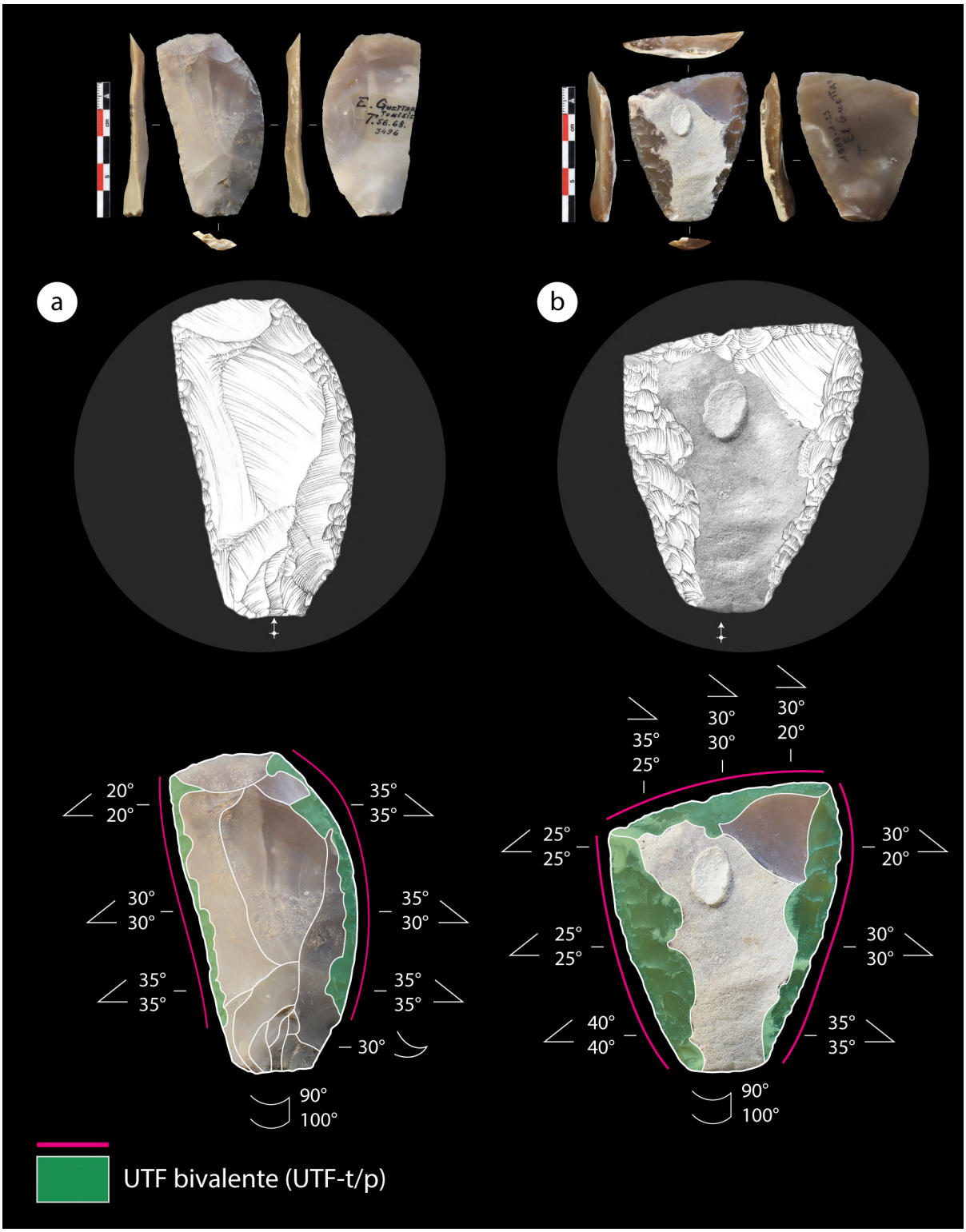


Figure 127 – Outil à UTF bivalentes (dessins techniques : Michel Grenet)

g. Les UTF-c

Chez les outils à partie active convergente (bord-pointes et pointes), un grand nombre d'UTF confectionnées prises individuellement possède un potentiel transformatif d'UTF-t avec un fil coupant. Cependant, lorsqu'on analyse la conception globale de la pièce, certaines semblent jouer un rôle tout autre. Nous proposons un scénario de distinction de ces UTF selon deux destinations fonctionnelles différenciées :

- Celles qui constituent des UTF-t *stricto sensu* au titre de « parties actives » ;
- Celles qui **participent à la construction ergonomique et géométrique de la pièce et/ou à la mise en fonction des autres UTF** (UTF-t et/ou UTF-p). **Nous les avons nommées « UTF-c » en référence au terme « construction »**.

Bien que ces UTF-c aient pu être utilisées comme contacts transformatifs en complémentarité des UTF-t au vu de leurs attributs, elles nous **semblent plutôt entrer exclusivement dans le processus d'emmanchement et/ou de préhension**. De fait, elles ne sont pas bivalentes si l'on peut leur assigner une fonction.

Ces UTF se manifestent à travers des caractères morphotechniques différents des UTF-t présentes sur le même bord, en termes de morphologie de la retouche, section, délinéation et angulation. Elles se distinguent particulièrement là où il y a une rupture dans la délinéation du bord, de face ou de profil. Prenons l'exemple suivant avec trois outils-pointes :

- La première (Figure 128 [a]) est de forme parfaitement triangulaire et symétrique. Elle possède deux bords convexes confectionnés intégralement par une retouche écailleuse à 2 rangs d'affûtage. Leurs caractères morphotechniques sont identiques : même étendue de retouche, même type de retouches, même angulations, mêmes sections. Cette pièce constitue un objet pointe, une grande unité bord-pointe-bord. La zone préhensible n'est pas individualisée ;
- La seconde (Figure 128 [b]) a une base trapézoïdale évasée et une pointe triangulaire moyennement déjetée sur la gauche. L'UTF-t *pointe* se situe au niveau de la convergence mésio-distale des deux bords. Elle est confectionnée par une retouche directe écailleuse à rang unique d'affûtage. L'UTF-p se situe à la base de l'UTF-t, là où il y a une rupture dans la délinéation des bords et là où la pièce est laissée brute. Les sections et angulations sont notamment différentes. Il y a donc deux unités sur cette pièce : la pointe (UTF-t), la base (UTF-p).
- La troisième (Figure 128 [c]) possède une configuration morphologique identique à la précédente. Cependant, sur celle-ci, le bord droit proximal est aménagé par une retouche écailleuse à 1 rang lui donnant des attributs de coupe. Il nous semble que cette UTF n'est pas destinée à être une zone tranchante mais qu'elle conforme la zone de la même manière que la zone opposée laissée brute en termes de délinéation, section et angulation et que cette modification du bord est destinée à une intégration dans un manche. Cette UTF est alors dite de « construction ».

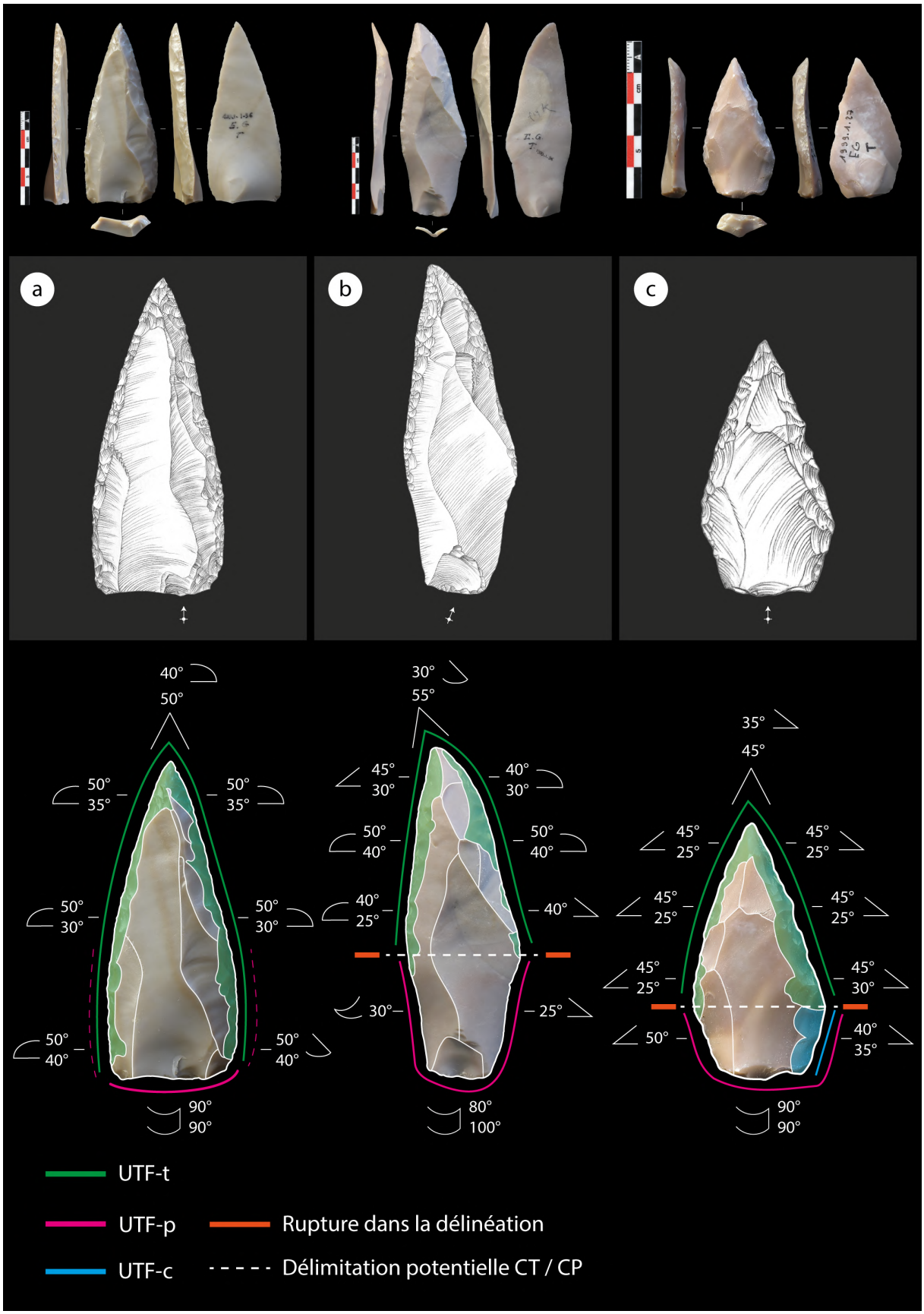


Figure 128 – Trois outils-pointes avec aménagements différents de la base (dessins techniques : Michel Grenet)

- Caractéristiques des UTF-c

UTF-c (n = 124)												
Morphologie (n et %)			**Position (n et %)**			**Confection (n et %)**			**Angulation (degrés)**		**Dimensions (mm)**	
Délinéation de face			***Localisation partie***			***Retouche***			***Angle P = 4***		***Longueur***	
Droite	27	22%	Tout le bord	2	2%	Oui	124	100%	Min.	20	Min.	10
Convexe	61	49%	Proximale	39	31%	***Position***			Q1	40	Q1	21
Concave	1	1%	Proximo-mésiale	46	37%	Directe	123	99%	Médiane	45	Médiane	27
Ondulée	30	24%	Mésiale	21	17%	Mixte	1	1%	Q3	55	Q3	37
Irrégulière	5	4%	Mésio-distale	2	2%	***Type***			Max.	80	Max.	70
Délinéation de profil			Distale	14	11%	Écailleux	75	60%	***Angle P = 10***		***Profondeur***	
Droite	63	51%				Scalariforme	47	38%	Min.	10	Min.	1
Convexe	8	6%				Subparallèle	2	2%	Q1	30	Q1	3,8
Concave	44	35%				***Affûtage (n = 426)***			Médiane	35	Médiane	5
Ondulée	7	6%				1 rang	56	45%	Q3	40	Q3	6
Irrégulière	2	2%				2 rangs	62	50%	Max.	65	Max.	12
Section						3 rangs	8	5%	***Delta angle***		***Épaisseur***	
Biplane	52	42%							Min.	0	Min.	1
Plano-convexe	23	19%							Q1	5	Q1	3
Plano-concave	19	15%							Médiane	10	Médiane	4
Concave-convexe	23	19%							Q3	15	Q3	5
Biconvexe	2	2%							Max.	50	Max.	10
Irrégulière	5	4%										

Tableau 27 – Caractéristiques générales des UTF-c présentes chez les outils à UTF-t convergente

Les UTF-c reconnues partagent des caractéristiques morphotechniques similaires à celles des UTF-t en termes de potentiel transformatif. Elles ne tranchent pas nettement avec les attributs des UTF-t. Elles ne sont pas toutes abruptes ni toutes irrégulières. Toutefois, le Tableau 27 met en lumière quelques différences significatives :

- Les UTF-c sont plus irrégulières dans leur délinéation de face et de profil. Les valeurs sont réparties dans les différentes catégories morphologiques de bords dont la catégorie « concave » (35%) qui était minoritaire (11%) pour les pour les délinéations de profil des bords d'UTF-t *convergentes* ;
- Elles présentent également plus de sections concave-convexes, à hauteur de 19%, contre 1% pour les UTF-t *convergentes* ;
- Elles sont façonnées à 38% par une retouche scalariforme, contre 15% pour les UTF-t *convergentes* ;
- Leurs valeurs d'angle sont plus élevées, en moyenne entre 40-55° contre 35-45° pour les UTF-t *convergentes* ;
- Leur étendue est plus courte, allant de 21 à 37 mm en moyenne contre 32 à 49 mm pour les UTF-t *convergentes*.

Chez les UTF-t *convergentes* à longueur de bords symétriques (pointes), ces UTF-c se trouvent à la base de l'outil ou en partie proximo-mésiale lorsque la partie proximale n'est pas laissée brute, dans l'axe fonctionnel de l'outil. Mise en confrontation avec l'UTF-t d'un même bord, l'UTF-c présente des caractéristiques physiques différentes et ces ruptures dans les

attributs nous permettent de distinguer deux UTF sur le même bord. Cependant, la zone bulbaire du fait de sa morphologie naturelle présente d'office des angulations plus élevées que le reste du bord, des délinéations de profil majoritairement concaves et des sections concavo-convexes. Nous pourrions donc nous demander si la distinction de cette UTF-c par la méthode d'analyse structurelle constitue réellement une réalité fonctionnelle ?

Le fait que ces UTF-c sont notamment présentes sur des pièces avec une absence de symétrie basilaire au départ et permettent de la créer nous conforte sur le fait que celles-ci revêtent une autre fonction que les UTF-t (Figure 129 [a]).

Aussi, chez les UTF-t *convergentes* à longueur de bords asymétriques (bord-pointes), les UTF-c se trouvent majoritairement en position adjacente à la pointe, sur le même tranchant que le bord le plus court de l'UTF-t convergente (Figure 129 [b]). Parfois, elles sont séparées de la pointe par une zone de méplat (dos façonné) et semblent participer à l'aménagement de la zone préhensible en prolongeant ce méplat, rappelant des configurations observées de dos adjacent à la pointe sur toute la longueur du bord (Figure 129 [c]). Sur ces bord-pointes, à la manière des encoches d'emmanchement, ces UTF-c peuvent être associées à des emmanchements obliques.

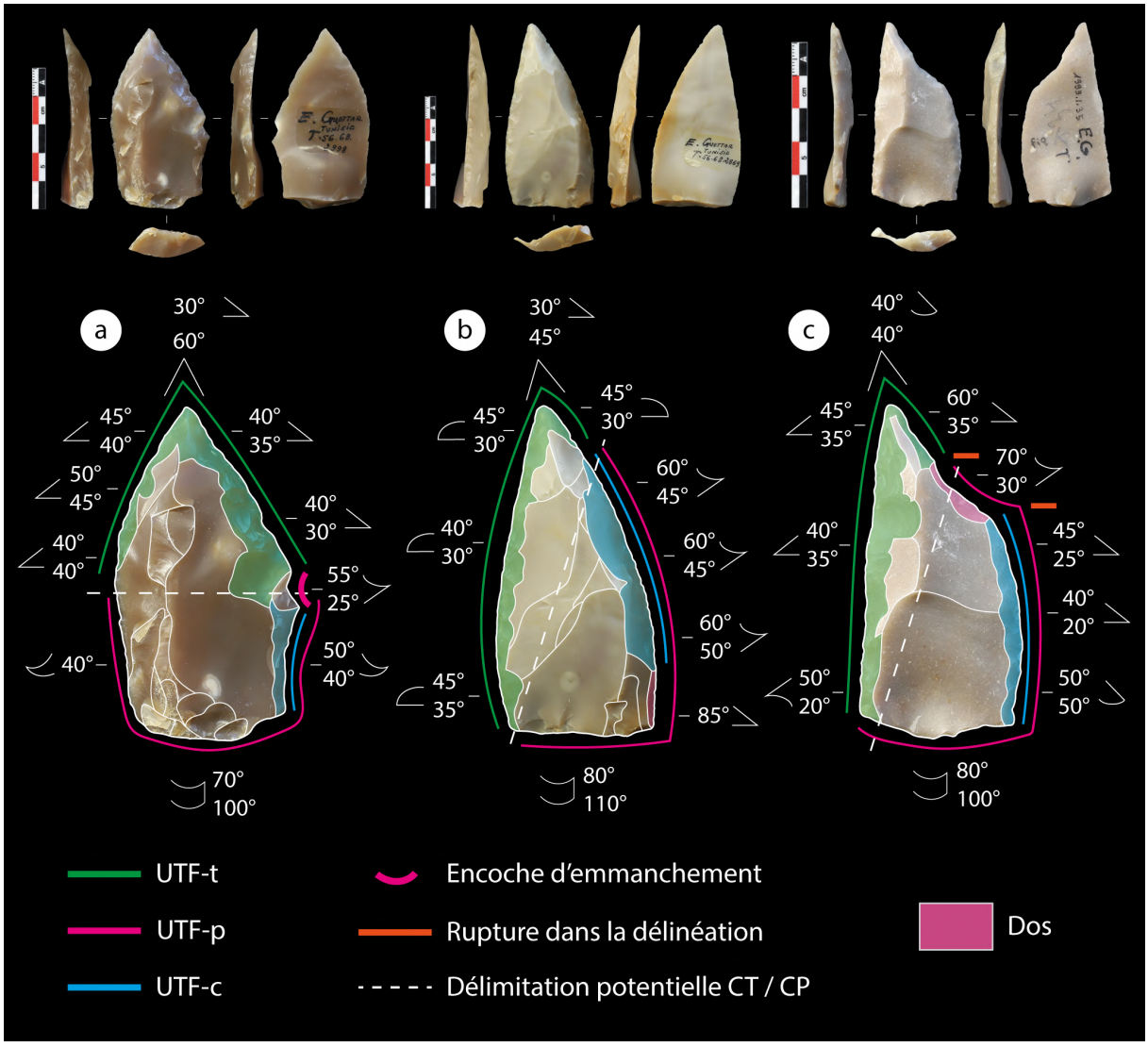


Figure 129 – Position des UTF-c des par rapport aux UTF-t convergentes

Sur certaines pièces enfin, la confection du CP a lieu avant celle du CT, témoignant de l'importance des parties préhensibles dans la conception structurelle de l'outil et leur réalité physique. La pièce suivante montre par exemple un début d'aménagement du CP par des enlèvements proximaux fins constituant potentiellement les futures UTF-c mais un abandon de la pièce avant la confection de la partie active (probablement dû à l'épaisseur de la partie distale qui engendre un risque de cassure trop grand lors d'un aménagement) (Figure 130).

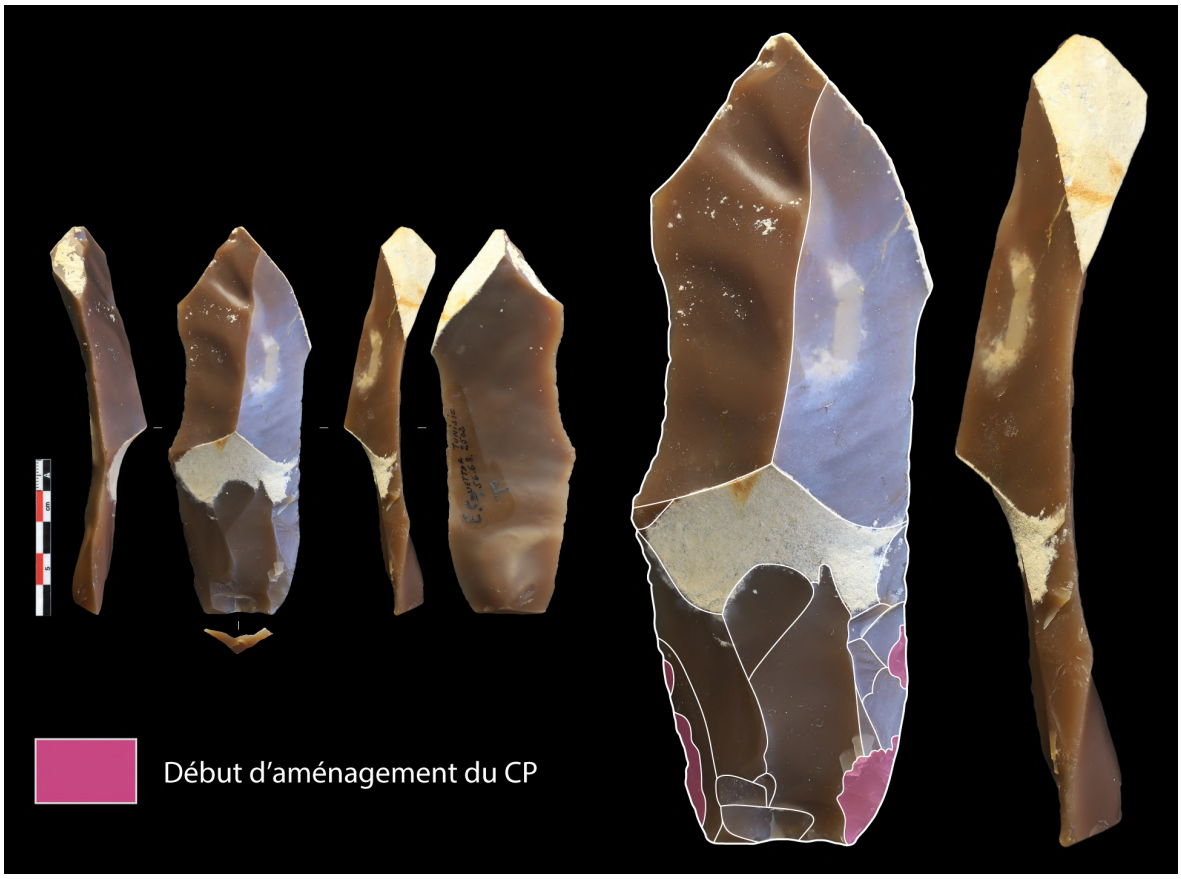


Figure 130 – Pièce avec début d'aménagement de la zone préhensible

C. Les contacts préhensibles mis en évidence par d'autres indices

a. Les enlèvements fonctionnels / d'égrisage

Des **stigmates d'usure macroscopiques** ont été observés. Ces enlèvements d'origine fonctionnelle sont généralement irréguliers et isolés. Si certains semblent être liés à l'utilisation du bord en tant que zone active, d'autres semblent liés à l'utilisation d'un manche ou d'une gaine de protection (Figure 131 [a]). D'autres enlèvements sont plus réguliers et continus et posent la question de leur origine. Il pourrait s'agir d'un **égrisage** pour aménager le bord pour la préhension ou l'emmanchement. A la manière d'un « grip » sur les raquettes de tennis, ces enlèvements pourraient empêcher la paume de la main de se blesser au contact d'une surface coupante lors d'une préhension index- talon et paume-bord (Figure 131 [b]), ou servir de zone d'accroche pour un manche ou une gaine.

C’est la position de ces enlèvements fonctionnels / d’égrisage sur la pièce qui permet de les réfléchir comme participant à l’aménagement du CP ou comme stigmate de ce dernier. Ils sont en effet systématiquement localisés dans la zone de CP identifiée, souvent adjacents à des dos (Figure 131 [c]) ou à des UTF-c (Figure 131 [d]) et ils appuient les fonctionnements supposés des CT déterminés.

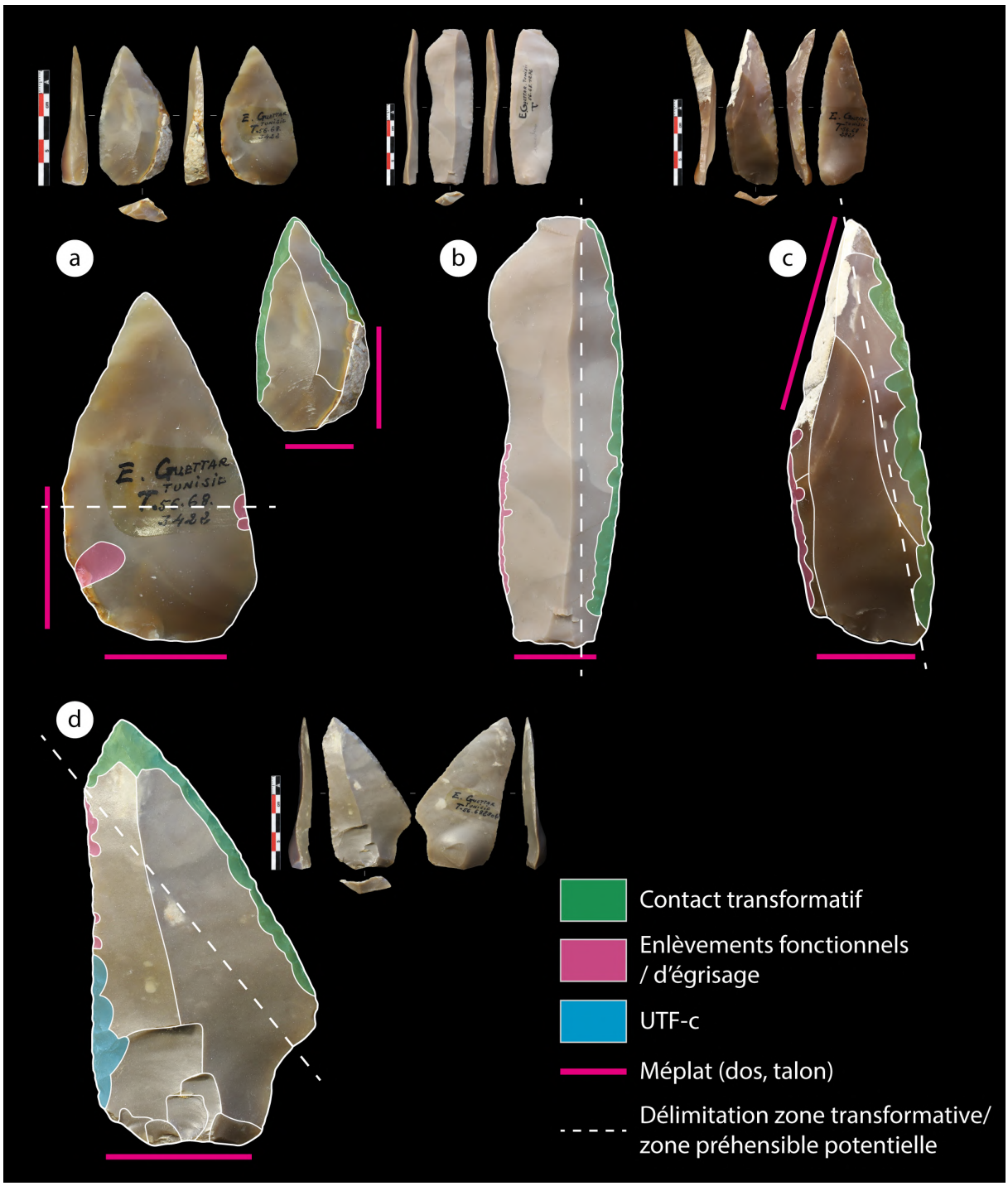


Figure 131 – Enlèvements fonctionnels / d’égrisage liés à l’emmanchement et/ou à la préhension

b. Les résidus ocreux

Des traces d'un résidu rougeâtre pouvant s'apparenter à de l'**ocre** ont été observées sur un petit nombre de pièces (n = 17).

Des analyses par XRF (micro-spectroscopie de fluorescence X) ont été réalisées en collaboration avec Perrine Chaurand et Thibaut Devièse (CEREGE) sur le microscope XGT-7000 Horiba, afin de déterminer la structure élémentaire du résidu. Les analyses ont été menées un échantillonnage de 5 pièces et à chaque fois les résultats des spectres (96 µ) ont montré qu'il s'agissait d'un **minéral contenant du Fer (Fe) de type oxyde ferrique (par sa couleur rouge)** (Figure 132).

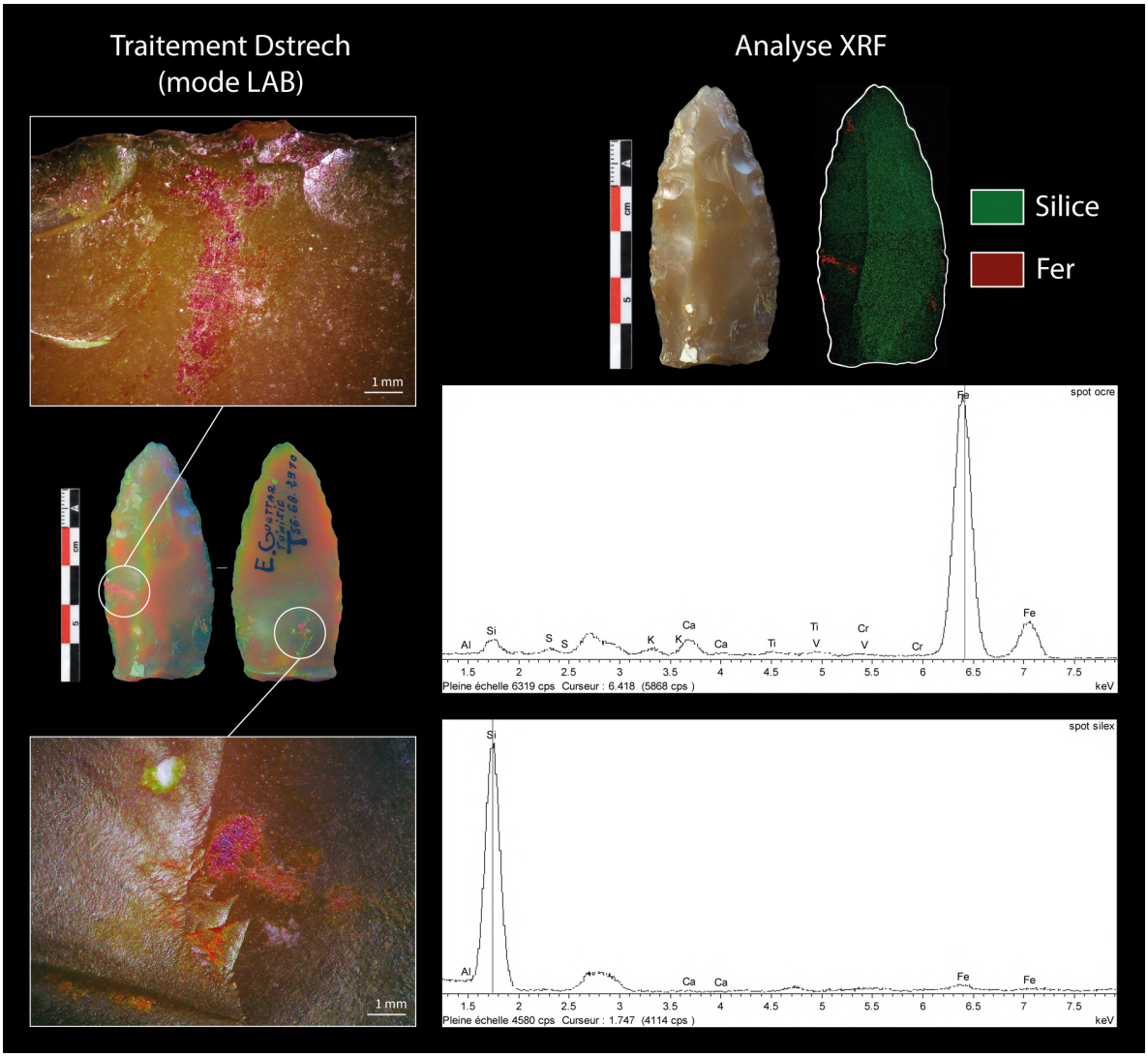


Figure 132 – Traitement XRF réalisé sur un résidu rougeâtre

La question qui peut alors être posée est la suivante :

- S'agit-il d'un résidu anthropique, lié par exemple au travail de la peau, des coquillages ou lié à l'emmanchement ?
- Ou s'agit-il d'un résidu naturel, lié à des dépôts sur le sol ?

M. Gruet avait remarqué la présence dans plusieurs niveaux du site, notamment le cairn, d'un « enduit rouge » et de nodules d'ocre jaune et rouge (Gruet 1954). Si certaines des pièces ont pu être colorées naturellement par l'oxyde ferrique du milieu (l'eau ayant été le véhicule de la couleur), d'autres montrent des positionnements bien particuliers de ces résidus et des associations avec d'autres stigmates, penchant pour une origine anthropique liée à l'emmanchement. Des traces d'emmanchement avec adhésif composite à base de matière organique (gomme végétale) et inorganique (ocre) ont en effet été observées en Afrique du Sud à Sibudu à 70 ka (Wadley *et al*. 2009) ou à Sodmein Cave (Rots *et al.* 2011), dont la séquence MSA appartient au MIS 5 avec une date à 119 ka (Mercier *et al*., 1999). La présence de telles traces sur les pièces d'El Guettar, potentiellement contemporain de Sibudu, posent la question d'un tel emmanchement.

Par exemple, la pièce ci-dessous présente un résidu d'oxyde de fer sur le bord droit, et des enlèvements inverses fonctionnels sur le bord opposé. Le bord droit constitue potentiellement une zone d'emmanchement à l'ocre rectiligne, pendant que le bord opposé, convexe, constitue la partie active. De plus, le résidu est situé sous un encroûtement sédimentaire sableux qui recouvre la pièce en certains endroits. Il est antérieur à celui-ci, allant dans le sens d'un dépôt anthropique (Figure 133).

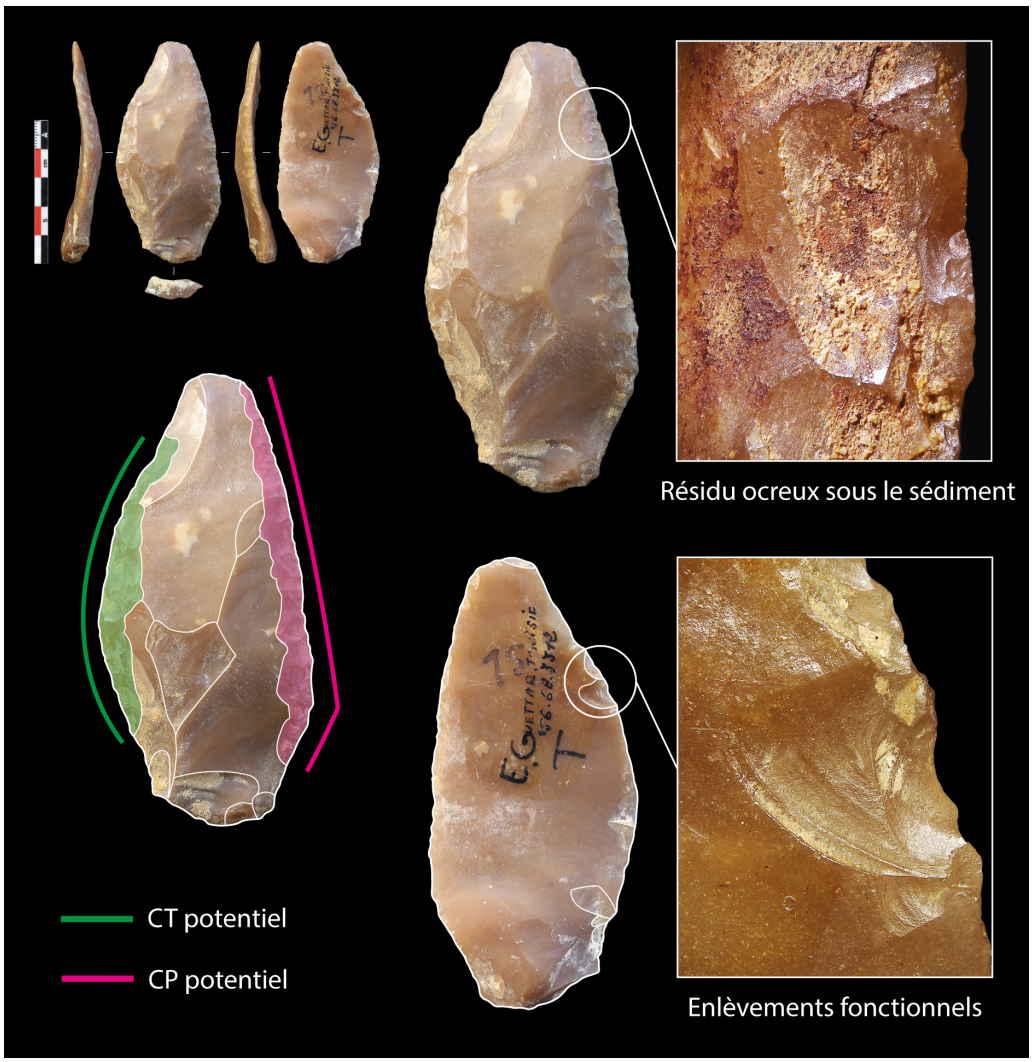


Figure 133 – Bord avec résidu ocreux opposé à un bord avec des enlèvements fonctionnels

La pièce suivante (Figure 134) montre également :

- Une encoche d'emmanchement sur le bord droit qui recoupe la retouche, opposée symétriquement à
- Des enlèvements inverses sur le bord gauche, probablement liés à un manche,
- Une base (partie proximale + talon) avec résidu d'oxyde de fer.

Cette association d'éléments va en faveur d'une zone d'emmanchement basilaire, confortée par la zone active identifiée opposée : une pointe.

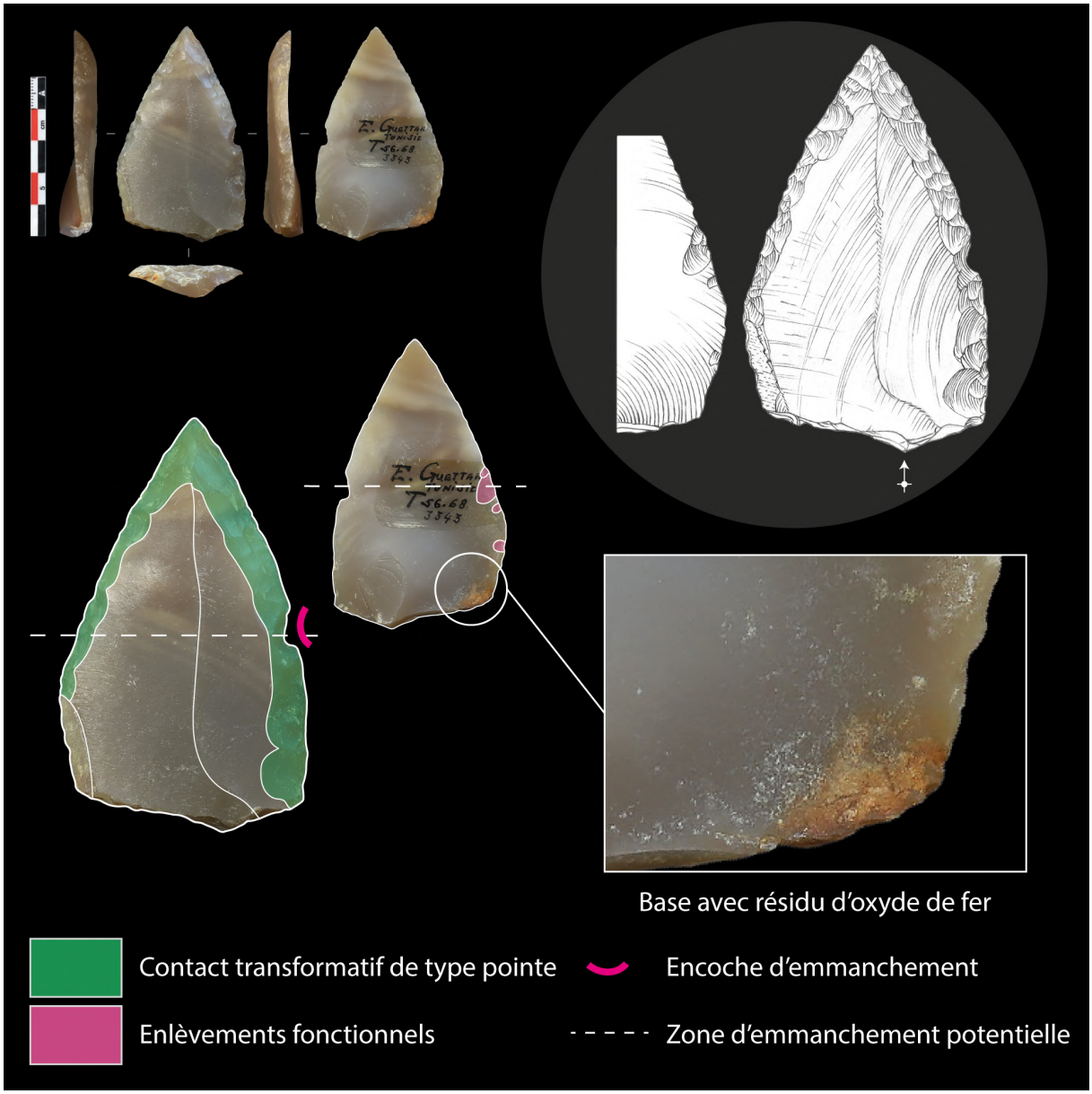


Figure 134 – Pointe avec encoche d'emmanchement, enlèvements fonctionnels et base ocrée (dessin technique : Michel Grenet)

La méthode d'analyses XRF permet de déterminer les fractions inorganiques. Il serait intéressant de voir si cette fraction inorganique est associée à des fractions organiques telles que des colles (cire, sève etc.), ce qui confirmerait l'origine anthropique du résidu ocreux en tant que liant pour l'emmanchement. Une spectroscopie RAMAN serait à envisager par la suite.

Nous avons dans un premier temps étudié séparément les contacts transformatifs et les contacts préhensibles. Intéressons-nous maintenant à la manière dont ces derniers sont combinés entre eux et aux synergies des pièces. L'identification de structures fonctionnelles récurrentes nous permet de définir des groupes d'outils : les technotypes.

4. Les technotypes

A. Caractéristiques générales

Nous avons déterminé 14 grands technotypes, correspondant à 14 catégories récurrentes dans l'organisation structurelle des outils. Ces structurations volumétriques ont été définies par l'arrangement des parties actives et des parties préhensibles et plus spécifiquement par la **position morphologique du CT par rapport au CP** (Figure 135).

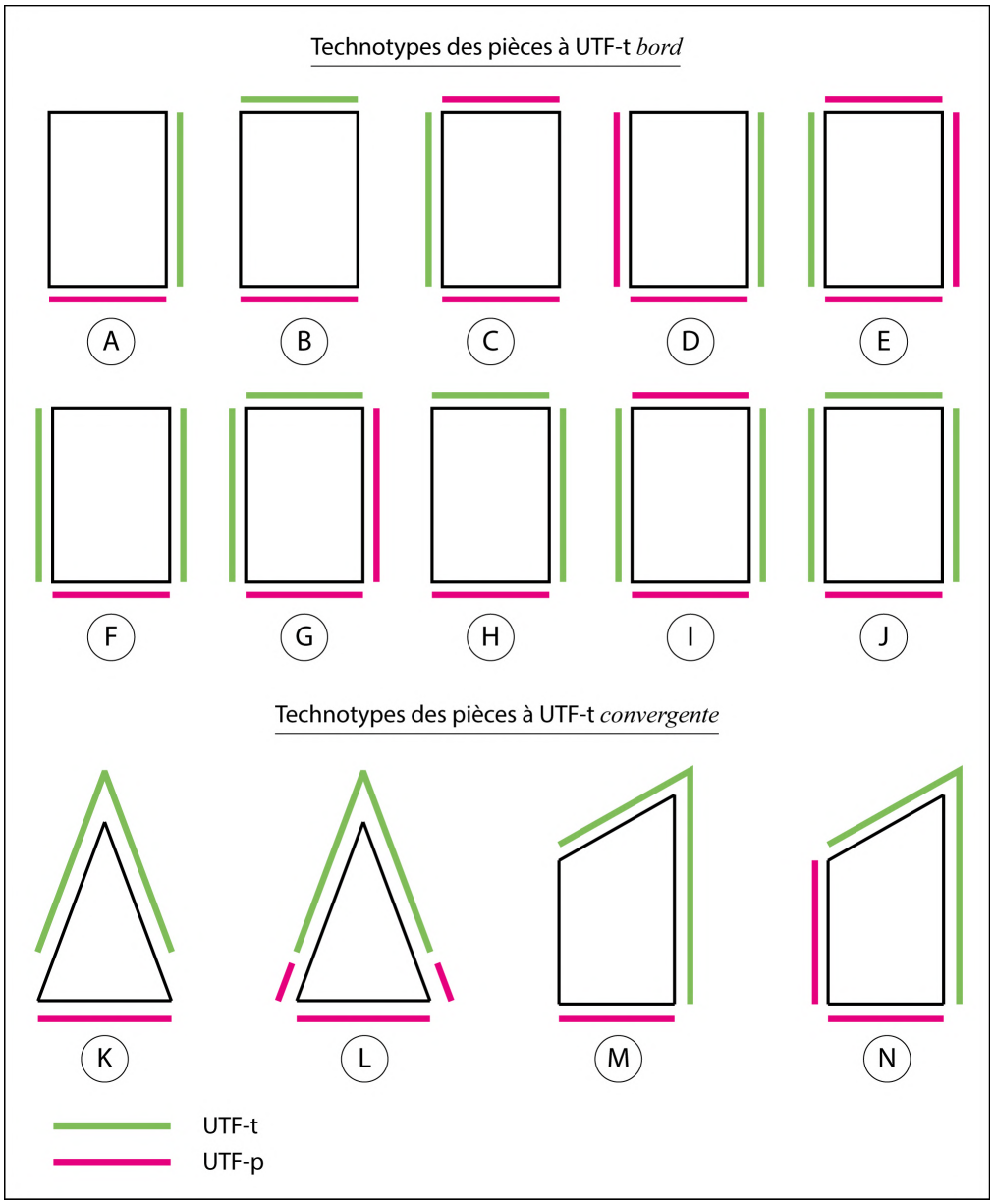


Figure 135 – Organisations structurelles des outils (technotypes) d'El Guettar

Les technotypes définis sont les suivants :

a. Technotypes des pièces à UTF-t *bord (linéaire, denticulé)*

- Technotype A : une UTF-t adjacente à une UTF-p ;
- Technotype B : une UTF-t opposée à une UTF-p ;
- Technotype C : une UTF-t adjacente à deux UTF-p ;
- Technotype D : une UTF-t adjacente à une UTF-p et opposée à une seconde UTF-p ;
- Technotype E : une UTF-t adjacente à 2 UTF-p et opposée à une troisième UTF-p ;
- Technotype F : deux UTF-t opposées, adjacentes à une UTF-p ;
- Technotype G : deux UTF-t adjacentes, chacune opposée à une UTF-p ;
- Technotype H : deux UTF-t adjacentes, une adjacente à l'UTF-p, l'autre opposée ;
- Technotype I : deux UTF-t opposées, chacune adjacente à une UTF-p ;
- Technotype J : trois UTF-t adjacentes, encadrant une UTF-p.

b. Technotype des pièces à UTF-t *convergente*

- Technotype K : une UTF-t opposée à une UTF-p ;
- Technotype L : une UTF-t opposée à une UTF-p et adjacente à une ou deux UTF-p ;
- Technotype M : une UTF-t adjacente à une UTF-p ;
- Technotype N : une UTF-t adjacente à deux UTF-p.

c. Technotype des pièces à UTF-t *encoche*

Les pièces à UTF-t *encoches* étant trop peu représentées (n = 5) et systématiquement associées à d'autres UTF-t, nous n'avons pas établi de configuration spéciale pour celles-ci. Ces dernières se retrouvent ainsi dans les catégories structurelles des pièces à UTF-t *bord*.

d. Autre

Lorsque plusieurs UTF-t sont présentes sur un même bord, nous avons décliné les catégories ci-dessus en « prime ». Par exemple, le technotype A' correspond à deux UTF-t adjacentes sur le même bord, adjacente à une UTF-p ; le technotype B' correspond à deux UTF-t adjacentes sur le même bord, opposées à une UTF-p, etc.

Les catégories primes étant trop peu représentées (A' : n = 2 ; B' : n = 3 ; C' : n = 1 ; D' : n = 6 ; F' : n = 3 ; H' : n = 2), nous avons choisi de ne pas les présenter car trop peu récurrences. Nous nous concentrerons sur les technotypes représentatifs de la série d'El Guettar. Toutefois, leur présence est à évoquer. Il en va de même pour 4 pièces qui n'appartiennent à aucune structure définie.

B. Technotype A (n = 87)

• **Caractéristiques générales :**
- UTF-t : 1
- UTF-p : 1
- Position UTF-t / UTF-p : adjacente

• **UTF-t :**
- Type : *bord linéaire* ou *bord denticulé*
- Localisation : latérale (n = 85) ou transversale (n = 2), sur le bord le plus long ou le plus régulier.

• **UTF-p :**
- Zone de méplat non aménagée et étroite, le talon (n = 77)
- Lorsque le talon est absent sur la pièce ou trop court pour présenter une zone de maintien suffisante (talon punctiforme par exemple), le CP est un dos débordant (n = 7), lié au réfléchissement de la partie distale (n = 5) ou résultant d'une cassure (n = 1)
- Sur 2 pièces, la zone préhensible n'a pas été individualisée mais peut être liée à la présence d'enlèvements fonctionnels / d'égrisage

Au sein de cet ensemble, 2 sous-technotypes majeurs ont été définis par rapport à la morphologie de l'UTF-t :

- A1 : tranchant convexe (n = 50) ; (Figure 136 [a])

Caractéristiques générales de l'UTF-t :
- Délinéation de face : convexe
- Délinéation de profil : droite (n = 23), concave (n = 10), convexe (n = 10)
- Confection : oui
- Retouche : écailleuse (n = 44), directe (n = 49), à 1 ou 2 rangs d'affûtage (n = 32 ; n = 15)
- Angle de coupe : 35-45° (Q1-Q3)
- Modification de l'angle initiale : faible : 5-10° (Q1-Q3)
- Section : biplane (n = 32)
- Étendue : 21-168 mm (Min.-Max.), 43-66 mm (Q1-Q3)

- A2 : tranchant rectiligne (n = 26) ; (Figure 136 [b])

Caractéristiques générales de l'UTF-t :
- Délinéation de face : droite
- Délinéation de profil : droite (n = 17)
- Confection : oui (n = 23) ; UTF-t brutes n = 3
- Retouche : écailleuse (n = 22), directe (n = 23), à 1 ou 2 rangs d'affûtage (n = 11)
- Angle de coupe : 30-40° (Q1-Q3)
- Modification de l'angle initiale : nulle à faible : 0-10° (Q1-Q3)
- Section : biplane (n = 22)
- Étendue : 23-75 mm (Min.-Max.) ; 37-57 mm (Q1-Q3)

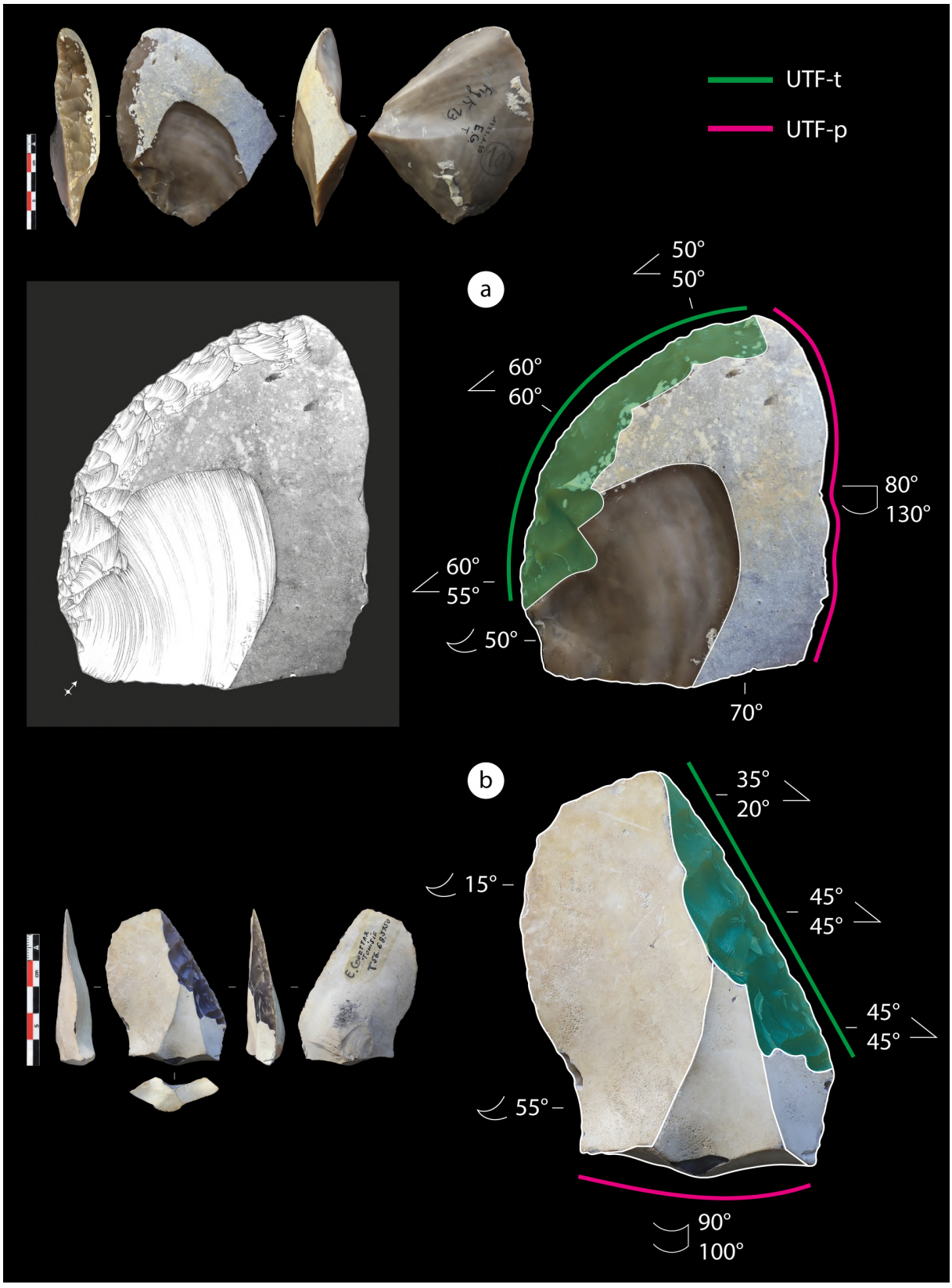


Figure 136 – Pièces du technotype A

• **Supports (Tableau 28) :**

- Supports privilégiés : éclats et lames de première intention
- Morphologie générale : quadrangulaire, allongée ou normale
- Taille moyenne : 5,5-7 cm

Supports du technotype A (n = 87)							
Catégories technologiques	n	%	**Morphologies**			**Dimensions**	
Supports de première intention	**50**	**57%**	**Formes**	n	%	**Longueur**	*mm*
Éclats	*40*	*46%*	Quadrangulaires	70	80%	Min.	27
Lames	*10*	*11%*	Triangulaires	12	14%	Q1	55
Sous-produits techniques	**30**	**34%**	Atypiques	5	6%	Médiane	63
Décorticage	*18*	*21%*	**Allongement**	n	%	Q3	72
Entretien	*12*	*14%*	Allongées	33	38%	Max.	153
Pièces reprises	**7**	**8%**	Normales	50	57%		
			Trapues	4	5%		

Tableau 28 – Caractéristiques des supports du technotype A

- Mode de fonctionnement général du Technotype A :

Ce groupe présente un mode de fonctionnement résumé dans la figure suivante :

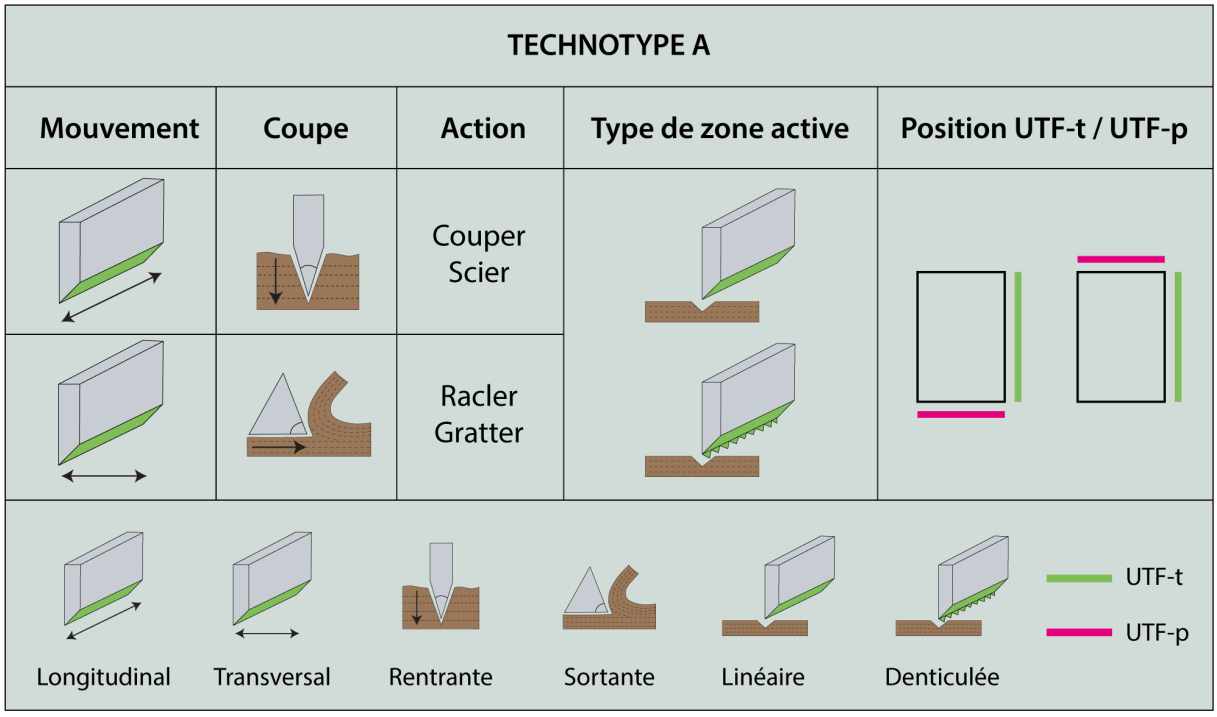


Figure 137 – Mode de fonctionnement général du technotype A

Les pièces du technotype A possèdent une unique UTF-p et donc une possibilité de zone de maintien, ainsi qu'une UTF-t. La position adjacente du CP implique un geste où l'outil est tiré, assurant une grande précision.

C. Technotype B (n = 43)

• **Caractéristiques générales :**
- UTF-t : 1
- UTF-p : 1
- Position UTF-t / UTF-p : opposée

• **UTF-t :**
- Type : *bord linéaire*
- Localisation : transversale (n = 30), latérale (n = 13). Les supports étant trapus, le bord distal constitue souvent le bord au tranchant le plus long.

• **UTF-p :**
- Zone large constituant une bonne zone de maintien : talon faisant office de dos ou dos dans la prolongation du talon constituant une zone de méplat talon-dos (dos naturels : n = 3 ; issus d'un débordement sur une surface de débitage antérieure : n = 4 ; aménagés partiellement par la retouche : n = 2)
- Talon présentant un amincissement (n = 2)

Au sein de cet ensemble, 2 sous-technotypes principaux ont été définis par rapport à la morphologie de l'UTF-t :

- B1 : tranchant convexe (n = 27) ; (Figure 138 [a])

Caractéristiques générales de l'UTF-t :
- Délinéation de face : convexe
- Délinéation de profil : droite (n = 14), concave (n = 10)
- Confection : oui (n = 27)
- Retouche : écailleuse (n = 22), directe (n = 27), à 1 ou 2 rangs d'affûtage (n = 16 ; n = 9)
- Angle de coupe : 30-45° (Q1-Q3)
- Modification de l'angle initiale : faible : 5-10° (Q1-Q3)
- Section : biplane (n = 18)
- Étendue : 35-73 mm (Min.-Max.), 35-55 mm (Q1-Q3)

- B2 : tranchant rectiligne (n = 12) ; (Figure 138 [b])

Caractéristiques générales de l'UTF-t :
- Délinéation de face : droite
- Délinéation de profil : droite (n = 7)
- Confection : oui (n = 12)
- Retouche : écailleuse (n = 11), directe (n = 12), à 1 ou 2 rangs d'affûtage (n = 7, n = 5)
- Angle de coupe : 33-45° (Q1-Q3)
- Modification de l'angle initiale : faible à moyenne : 5-15° (Q1-Q3)
- Section : biplane (n = 9)
- Étendue : 38-50 mm (Min.-Max.) ; 41-52 mm (Q1-Q3)

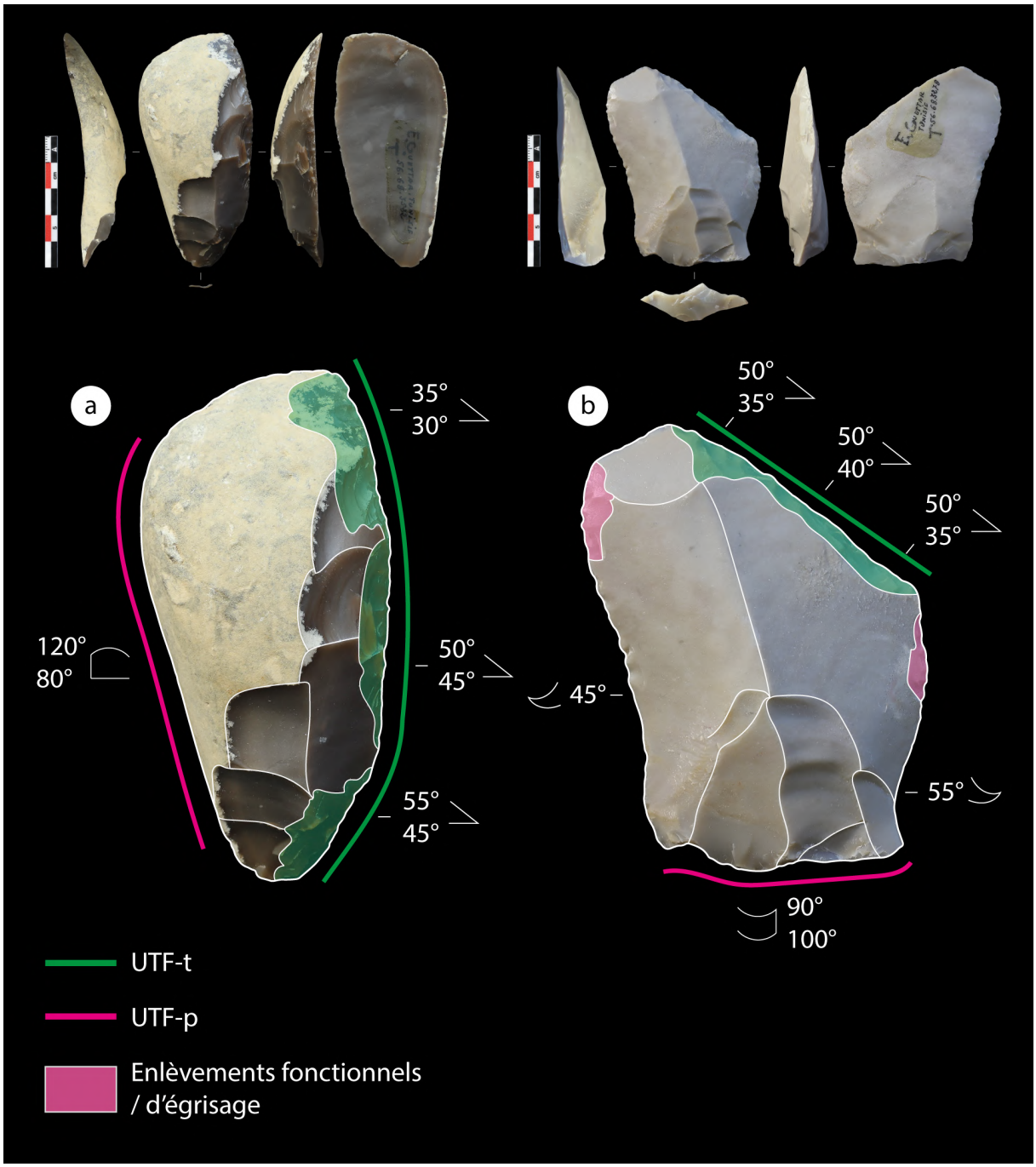


Figure 138 – Pièces du technotype B

• **Supports (Tableau 29) :**

- Supports privilégiés : éclats de première intention et sous-produits techniques
- Morphologie générale : quadrangulaire, normale ou trapue
- Taille moyenne : 4-6 cm

Supports du technotype B (n = 43)							
Catégories technologiques	n	%	**Morphologies**			**Dimensions**	
Supports de première intention	**17**	**40%**	**Formes**	n	%	**Longueur**	*mm*
Éclats	*17*	*40%*	Quadrangulaires	39	91%	Min.	23
Sous-produits techniques	**23**	**53%**	Triangulaires	2	5%	Q1	39
Décorticage	*7*	*16%*	Atypiques	2	5%	Médiane	49
Entretien	*16*	*37%*	**Allongement**	n	%	Q3	61
Pièces reprises	**3**	**7%**	Allongées	2	5%	Max.	89
			Normales	22	51%		
			Trapues	19	44%		

Tableau 29 – Caractéristiques des supports du technotype B

- Mode de fonctionnement général du Technotype B :

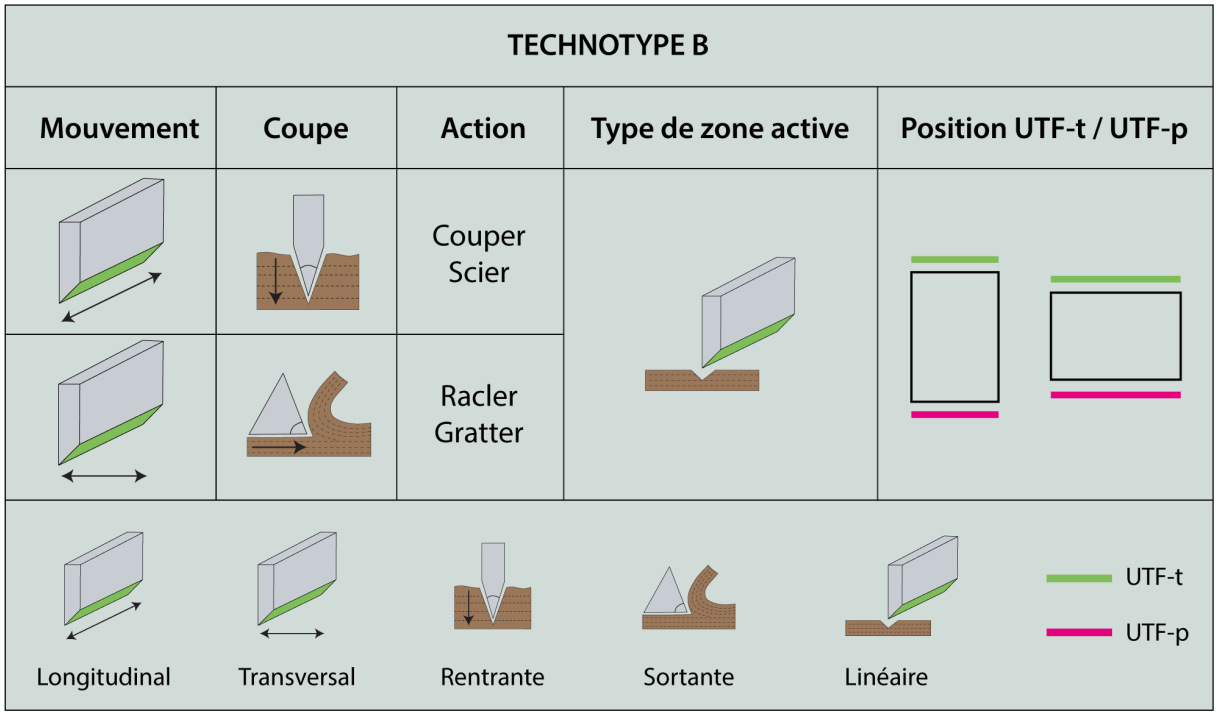


Figure 139 – Mode de fonctionnement général du technotype B

Les pièces du technotype B présentent également une unique UTF-p, offrant une seule possibilité de zone de maintien, ainsi qu'une UTF-t. La position opposée du CP implique un geste où l'outil est poussé et nécessite davantage de force. Cela s'accorde avec les larges zones de CP observées dans ce groupe qui garantissent une bonne prise en main et une résistance importante.

D. Technotype C (n = 11)

• **Caractéristiques générales :**
- UTF-t : 1
- UTF-p : 2
- Position UTF-t / UTF-p : adjacente aux 2 UTF-p

• **UTF-t :**
- Type : *bord linéaire*
- Localisation : systématiquement latérale
- Délinéation de face : convexe (n = 6), droite (n = 5)
- Délinéation de profil : droite (n = 6)
- Confection : oui (n = 10), UTF-t brutes n = 1
- Retouche : écailleuse (n = 9), directe, à 1 ou 2 rangs d'affûtage (n = 6 ; n = 4)
- Angle de coupe : 30-45° (Q1-Q3)
- Modification de l'angle initiale : faible : 5-10° (Q1-Q3)
- Section : biplane (n = 9)
- Étendue : 24-71 mm (Min.-Max.), 33-55 mm (Q1-Q3)

• **UTF-p :**
- 1ère : talon ; amincissement basilaire (n = 1) ; cassure (n = 1)
- 2nde : dos (naturels : n = 3 ; issus d'un réfléchissement au débitage : n = 3 ; d'une cassure : n = 3 ou façonnés partiellement par la retouche : n = 2)
- En général, ces zones de méplat sont étroites.

• **Supports (Tableau 30) :**
- Supports privilégiés : pas de nette préférence entre éclats et lames de première intention, sous-produits techniques et pièces reprises
- Morphologie générale : quadrangulaire, normale
- Taille moyenne : 5-6 cm

Supports du technotype C (n = 11)							
Catégories technologiques	n	%	**Morphologies**			**Dimensions**	
Supports de première intention	**3**	**27%**	**Formes**	n	%	**Longueur**	*mm*
Éclats	*2*	*18%*	Quadrangulaires	11	100%	Min.	38
Lames	*1*	*9%*	**Allongement**	n	%	Q1	47
Sous-produits techniques	**4**	**36%**	Allongées	3	27%	Médiane	54
Décorticage	*2*	*18%*	Normales	7	64%	Q3	60
Entretien	*2*	*18%*	Trapues	1	9%	Max.	89
Pièces reprises	**4**	**36%**					

Tableau 30 – Caractéristiques des supports du technotype C

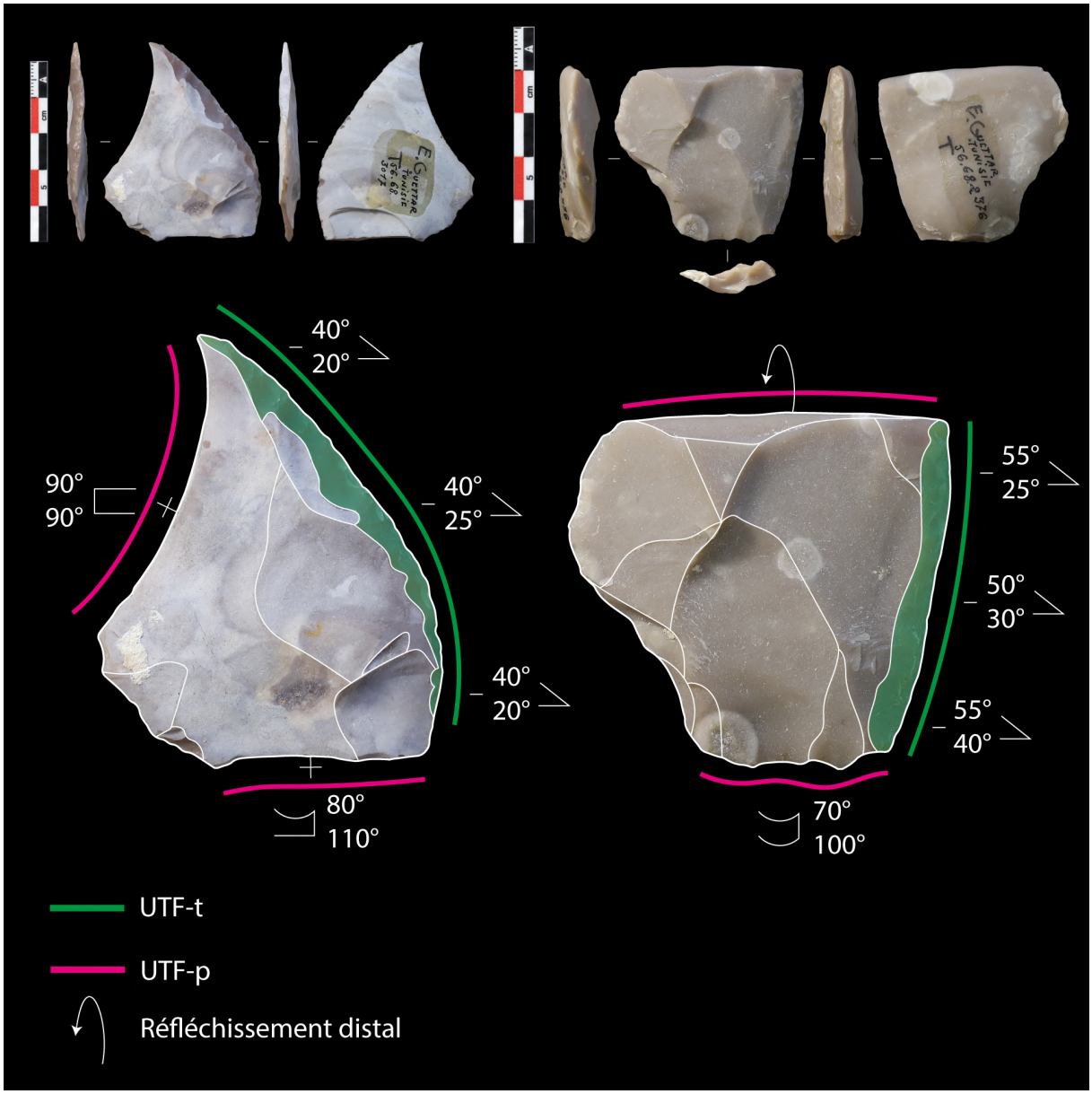


Figure 140 – Pièces du technotype C

- Mode de fonctionnement général du Technotype C :

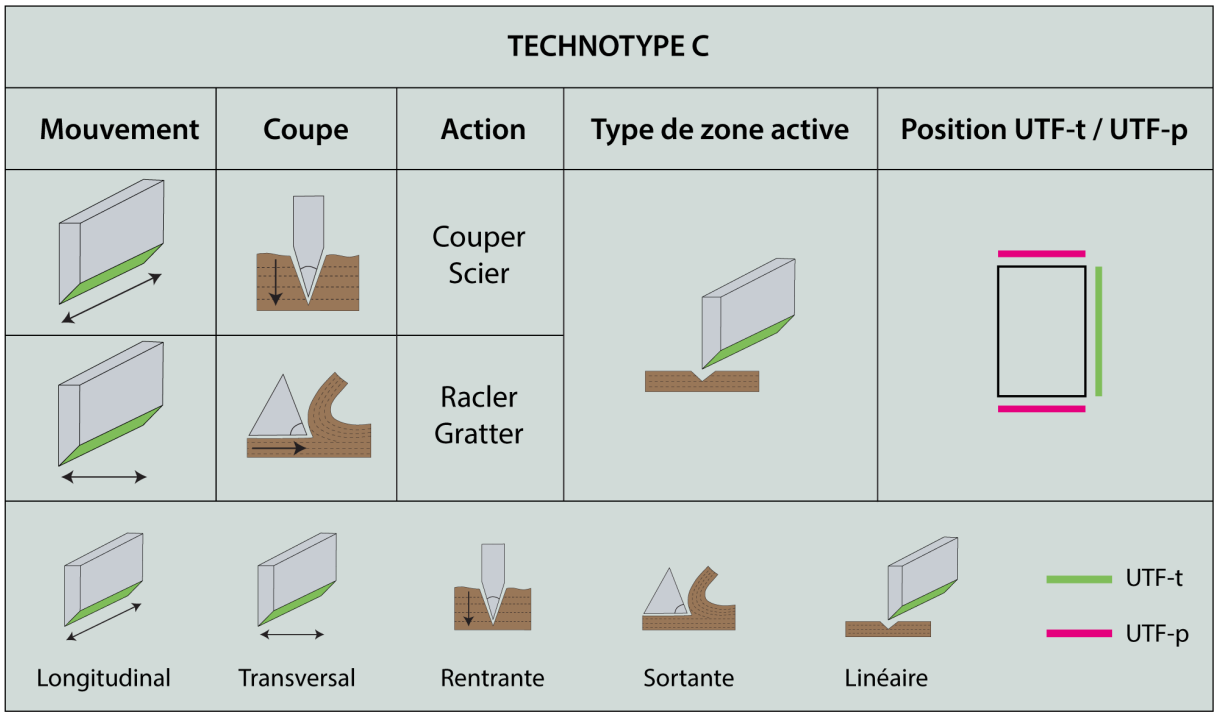


Figure 141 – Mode de fonctionnement général du technotype C

Les pièces du technotype C disposent de deux UTF-p, offrant ainsi deux possibilités de zones de maintien, ainsi qu'une UTF-t. En cas de préhension plutôt que d'emmanchement, l'utilisation des différents CP peut se traduire par :

- Un changement de main pour utiliser le contact transformatif sur la même face ;
- Ou un retournement de la pièce et une utilisation du contact transformatif sur l'autre face.

Les positions adjacentes des CP impliquent un geste où l'outil est tiré, précis et contrôlé.

E. Technotype D (n = 71)

• **Caractéristiques générales :**
- UTF-t : 1
- UTF-p : 2
- Position UTF-t / UTF-p : adjacente à 1 UTF-p et opposée à l'autre

• **UTF-t :**
- Type : *bord linéaire* ou *bord denticulé*
- Localisation : latérale (n = 61), plus rarement sur le bord transversal (n = 10)

• **UTF-p :**
- 1ère : talon
- 2nde : long dos régulier en général convexe (n = 23) ou droit (n = 21) occupant tout le bord de la pièce (naturels : n = 43 ; issus du débitage : n = 17 ; d'une cassure : n = 1 ; façonnés par la retouche partiellement : n = 7 et entièrement : n = 2)
- Une pièce ne présente pas de dos mais une protubérance dégagée par deux enlèvements en opposition au tranchant, rappelant les systèmes d'encoches pour l'emmanchement.

Au sein de cet ensemble, 2 sous-technotypes principaux ont été définis par rapport à la morphologie de l'UTF-t :

- D1 : tranchant convexe (n = 39)

Caractéristiques générales de l'UTF-t :
- Délinéation de face : convexe
- Délinéation de profil : droite (n = 17)
- Confection : oui (n = 38) ; UTF-t brutes n = 1
- Retouche : écailleuse (n = 30), directe (n = 38), à 1 ou 2 rangs d'affûtage (n = 22 ; n = 13)
- Angle de coupe : 30-45° (Q1-Q3)
- Modification de l'angle initiale : faible : 5-10° (Q1-Q3)
- Section : biplane (n = 28)
- Étendue : 27-92 mm (Min.-Max.) ; 45-65 mm (Q1-Q3)

- D2 : tranchant rectiligne (n = 22)

Caractéristiques générales de l'UTF-t :
- Délinéation de face : droite
- Délinéation de profil : droite (n = 17)
- Confection : oui (n = 20) ; UTF-t brutes n = 2
- Retouche : écailleuse (n = 20), directe (n = 20), à 1 rang d'affûtage (n = 17)
- Angle de coupe : 30-45° (Q1-Q3)
- Modification de l'angle initiale : faible : 5-10° (Q1-Q3)
- Section : biplane (n = 21)
- Étendue : 25-70 mm (Min.-Max.) ; 36-55 mm (Q1-Q3)

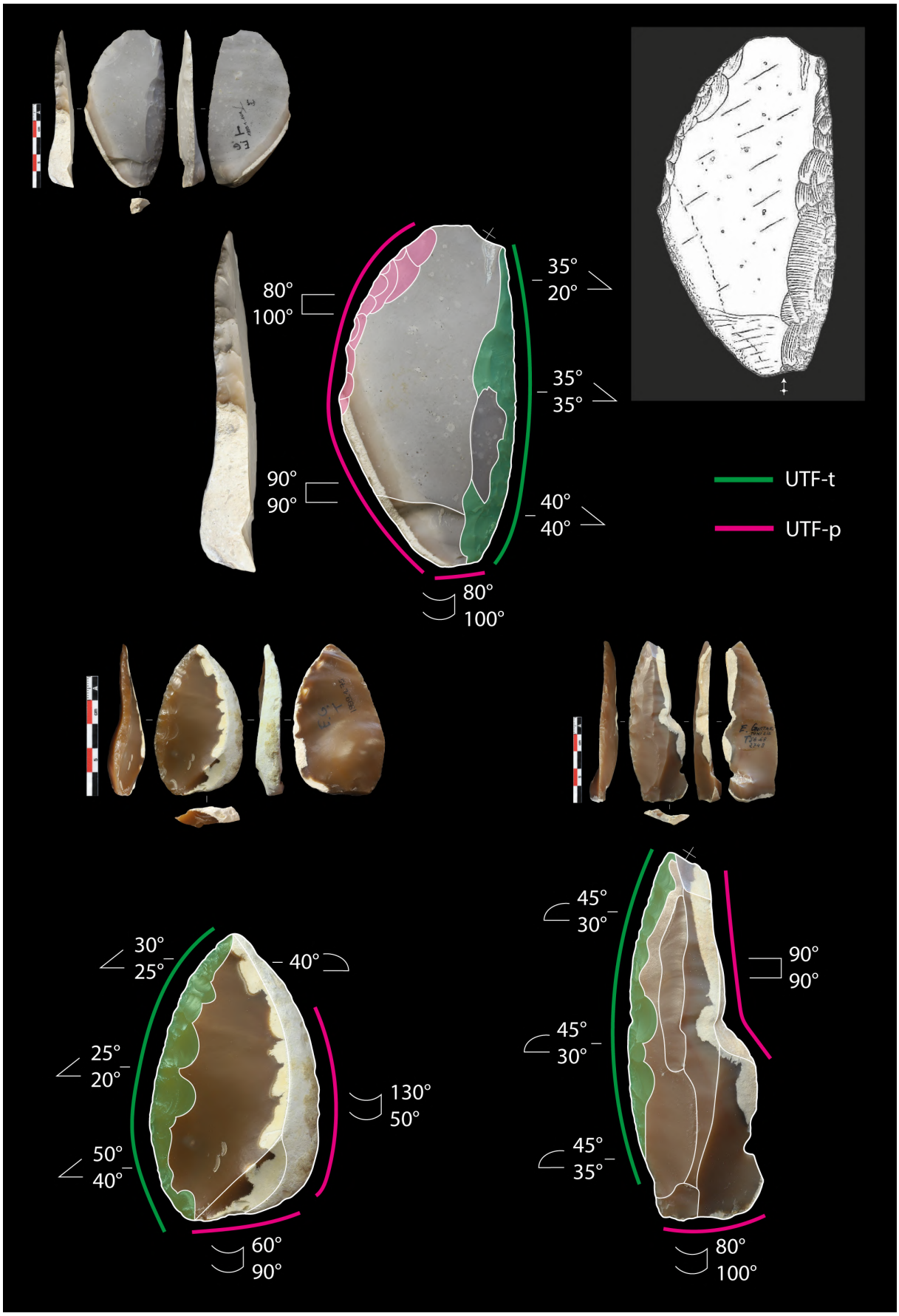


Figure 142 – Pièces du technotype D (dessin technique : Michel Gruet dans Gruet 1954)

• **Supports (Tableau 31) :**

- Supports privilégiés : sous-produits techniques, notamment des éclats débordants ou de flanc de nucléus (n = 51)
- Morphologie générale : quadrangulaire, normale
- Taille moyenne : 5-7 cm

Supports du technotype D (n = 71)							
Catégories technologiques	n	%	**Morphologies**			**Dimensions**	
Supports de première intention	**9**	**13%**	**Formes**	n	%	**Longueur**	*mm*
Éclats	*8*	*11%*	Quadrangulaires	59	83%	Min.	21
Lames	*1*	*1%*	Triangulaires	10	14%	Q1	50
Sous-produits techniques	**55**	**77%**	Atypiques	2	3%	Médiane	59
Décorticage	*2*	*3%*	**Allongement**	n	%	Q3	69
Entretien	*53*	*75%*	Allongées	18	25%	Max.	104
Pièces reprises	**7**	**10%**	Normales	50	70%		
			Trapues	3	4%		

Tableau 31 – Caractéristiques des supports du technotype D

- Mode de fonctionnement général du Technotype D :

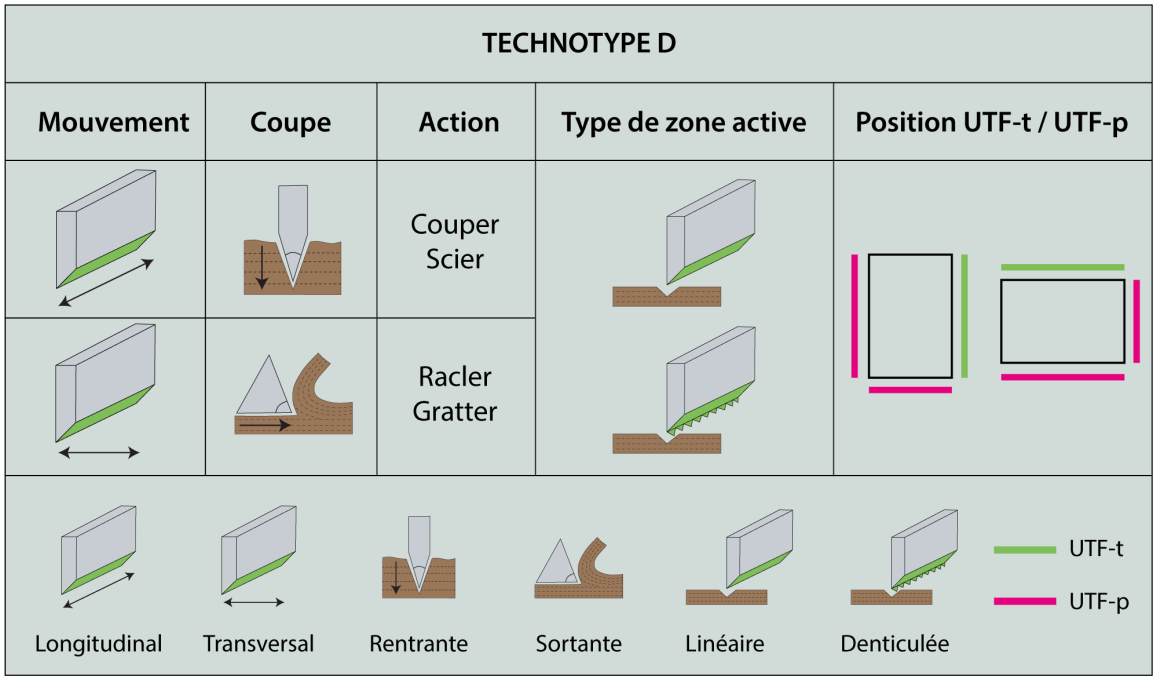


Figure 143 – Mode de fonctionnement général du technotype D

Les pièces du technotype D présentent également deux UTF-p et donc deux possibilités de zones de maintien, ainsi qu'une UTF-t. Contrairement au type C, dans le cas d'une préhension, l'utilisation des différents contacts préhensibles n'implique pas de changement de main ou de retournement de la pièce. Le CP opposé peut être utilisé en poussant l'outil sur la matière d'œuvre et augmenter la force, tandis que le CP adjacent peut être utilisé en tirant l'outil pour accroître la précision du geste. Par ailleurs, l'utilisation du plus long CP (dos) peut être liée à la volonté d'utiliser le CT sur toute sa longueur, tandis que l'utilisation du CP le plus court (talon) pourrait correspondre à un usage plus localisé du CT, sur une petite portion seulement.

F. Technotype E (n = 13)

• **Caractéristiques générales :**
- UTF-t : 1
- UTF-p : 3
- Position UTF-t / UTF-p : encadrée par les 3 UTF-p

• **UTF-t :**
- Type : *bord linéaire*
- Localisation : latérale (n = 11), transversale (n = 2)
- Délinéation de face : convexe (n = 5), droite (n = 4)
- Délinéation de profil : convexes (n = 6)
- Confection : oui
- Retouche : écailleuse (n = 13), directe (n = 12), à 1 ou 2 rangs d'affûtage (n = 8 ; n = 5)
- Angle de coupe : 30-45° (Q1-Q3)
- Modification de l'angle initial : faible : 5-10° (Q1-Q3)
- Section : biplane (n = 11)
- Étendue : 22-97 mm (Min.-Max.), 40-63 mm (Q1-Q3)

• **UTF-p :**
- 1ère et 2nde : en général, un long dos qui déborde sur la partie distale et constitue à cet endroit une seconde zone de maintien (naturels : n = 8 ; issus du débitage : n = 3 ; façonnés partiellement par la retouche : n = 2)
- 3ème : plus étroite, le talon

• **Supports (Tableau 32) :**
- Supports privilégiés : sous-produits techniques, notamment des éclats débordants ou de flanc de nucléus (n = 8)
- Morphologie générale : quadrangulaire, allongée ou normale
- Taille moyenne : 5-7 cm

Supports du technotype E (n = 13)							
Catégories technologiques	n	%	**Morphologies**			**Dimensions**	
Supports de première intention	**2**	**15%**	**Formes**	n	%	**Longueur**	*mm*
Éclats	*2*	*15%*	Quadrangulaires	13	100%	Min.	38
Sous-produits techniques	**10**	**77%**	**Allongement**	n	%	Q1	51
Décorticage	*1*	*8%*	Allongées	6	46%	Médiane	68
Entretien	*9*	*69%*	Normales	7	54%	Q3	69
Pièces reprises	**1**	**8%**				Max.	105

Tableau 32 – Caractéristiques des supports du technotype E

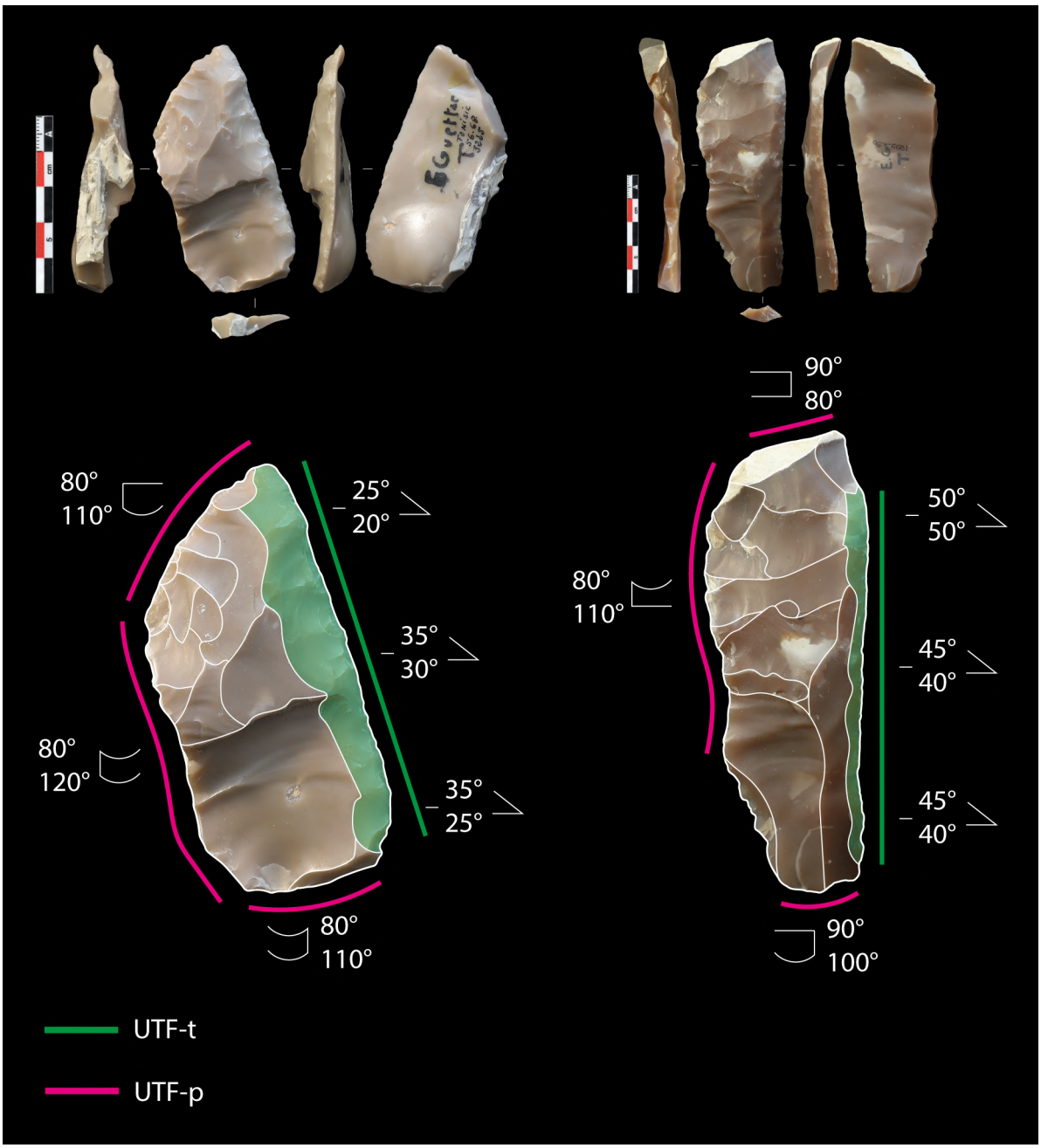


Figure 144 – Pièces du technotype E

- Mode de fonctionnement général du Technotype E :

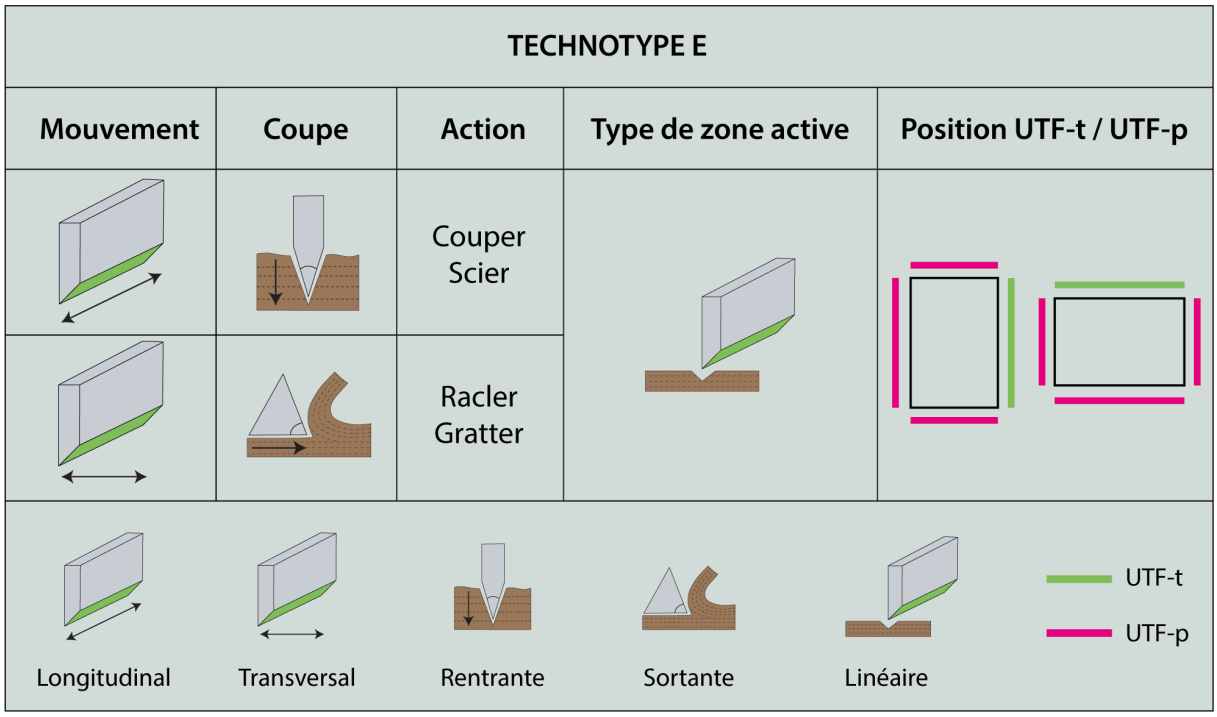


Figure 145 – Mode de fonctionnement général du technotype E

Les pièces du technotype E disposent de trois UTF-p et donc de trois possibilités de zones de maintien, ainsi qu'une UTF-t. Leurs potentiels fonctionnels regroupent ceux des technotypes C et D.

G. Technotype F (n = 111)

• **Caractéristiques générales :**
- UTF-t : 2
- UTF-p : 1
- Position UTF-t / UTF-p : UTF-t opposées entre elles et adjacentes à l'UTF-p

• **UTF-t :**
- Type : *bord linéaire, bord denticulé* ou *encoche*
- Localisation : latérale

• **UTF-p :**
- Talon
- Une pièce présente une encoche qui recoupe l'UTF-t, pouvant être liée à l'emmanchement.
- Les UTF-t *encoches* (n = 3) opposées aux UTF-t *bords* peuvent également jouer un rôle pour la préhension et/ou l'emmanchement et sont de fait bivalentes.

Au sein de cet ensemble, 3 sous-technotypes principaux ont été définis par rapport à la morphologie de l'UTF-t. Les UTF-t *bords denticulés* (n = 2) et UTF-t *encoches* (n = 3) sont trop peu représentées pour en faire des sous-ensembles pertinents.

- F1 : deux tranchants convexes (n = 22) ; (Figure 146 [a])

Caractéristiques générales de l'UTF-t :
- Nombre d'UTF-t : n = 44
- Délinéation de face : convexe
- Délinéation de profil : droite (n = 23)
- Confection : oui (n = 40) ; UTF-t brutes n = 4
- Retouche : écailleuse (n = 36), directe (n = 40), à 1 ou 2 rangs d'affûtage (n = 20, n = 17)
- Angle de coupe : 30-45° (Q1-Q3)
- Modification de l'angle initial : faible : 5-10° (Q1-Q3)
- Section : biplane (n = 36)
- Étendue : 29-136 mm (Min.-Max.) ; 43-70 mm (Q1-Q3)

- F2 : deux tranchants rectilignes (n = 10) ; (Figure 146 [b])

Caractéristiques générales de l'UTF-t :
- Nombre d'UTF-t : n = 20
- Délinéation de face : droite
- Délinéation de profil : droite (n = 18)
- Confection : oui n = 11 ; non n = 9
- Retouche : écailleuse (n = 10), directe (n = 11), à 1 rang d'affûtage (n = 8)
- Angle de coupe : 30-45° (Q1-Q3)
- Modification de l'angle initial : faible à moyenne : 5-15° (Q1-Q3)
- Section : biplane (n = 19)
- Étendue : 35-79 mm (Min.-Max.) ; 43-65 mm (Q1-Q3)

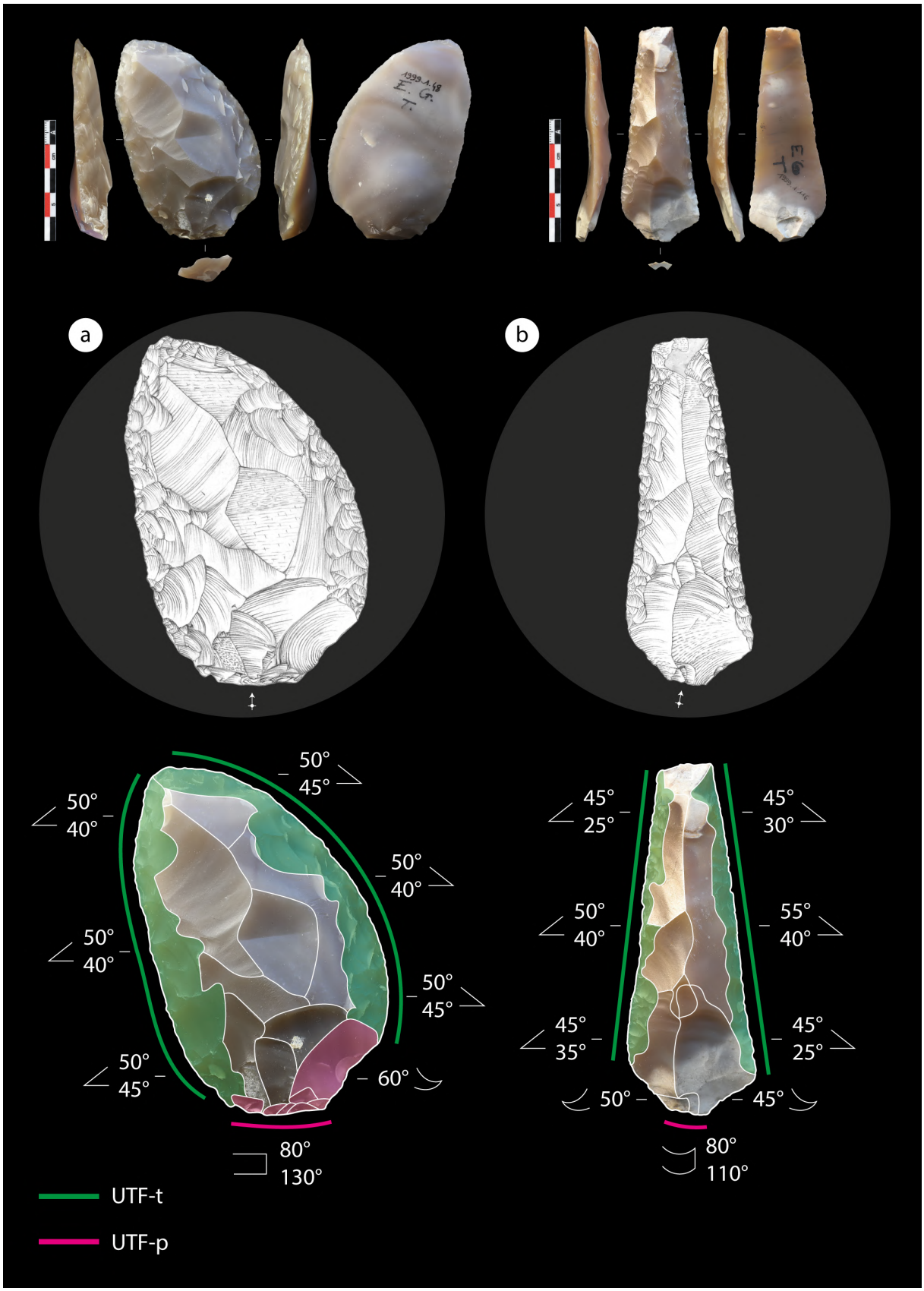


Figure 146 – Pièces appartenant au technotype F (F1 et F2) ; (dessins techniques : Michel Grenet)

- F3 : 1 tranchant rectiligne, 1 tranchant convexe (n = 30) ; (Figure 147)

Caractéristiques générales de l'UTF-t :
- Nombre d'UTF-t : n = 60
- Délinéation de face : 1 bord convexe, 1 bord droit
- Délinéation de profil : droite (n = 22), ondulée (n = 19)
- Confection : oui (n = 52) ; UTF-t brutes n = 8
- Retouche : écailleuse (n = 47), directe (n = 52), à 1 ou 2 rangs d'affûtage (n = 27 ; n = 24)
- Angle de coupe : 35-45° (Q1-Q3)
- Modification de l'angle initial : faible à moyenne : 5-15° (Q1-Q3)
- Section : biplane (n = 46)
- Étendue : 18-100 mm (Min.-Max.) ; 44-66 mm (Q1-Q3)

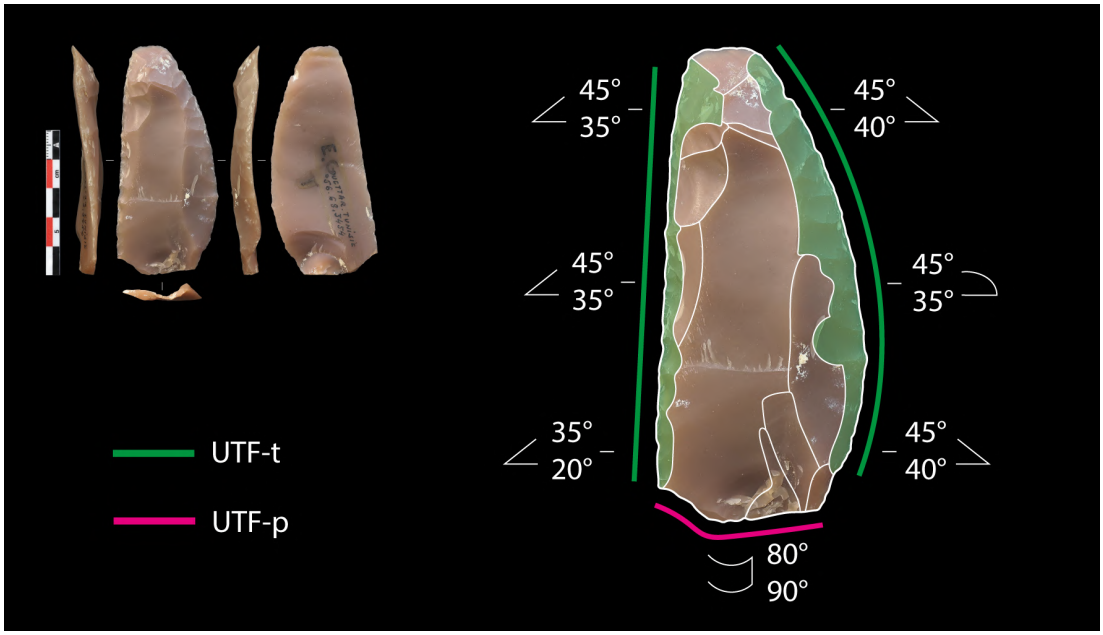


Figure 147 – Pièce appartenant au technotype F (F3)

• **Supports (Tableau 33) :**
- Supports privilégiés : éclats et lames de première intention
- Morphologie générale : quadrangulaire, allongée
- Taille moyenne : 6-8 cm

Supports du technotype F (n = 111)							
Catégories technologiques	n	%	**Morphologies**			**Dimensions**	
Supports de première intention	**84**	**76%**	**Formes**	n	%	**Longueur**	*mm*
Éclats	*42*	*38%*	Quadrangulaires	98	88%	Min.	40
Lames	*41*	*37%*	Triangulaires	12	11%	Q1	58
Indéterminés	*1*	*1%*	Atypiques	1	1%	Médiane	69
Sous-produits techniques	**16**	**14%**	**Allongement**	n	%	Q3	80
Décorticage	*11*	*10%*	Allongées	71	64%	Max.	130
Entretien	*5*	*5%*	Normales	40	36%		
Pièces reprises	**11**	**10%**					

Tableau 33 – Caractéristiques des supports du technotype F

- Mode de fonctionnement général du Technotype F :

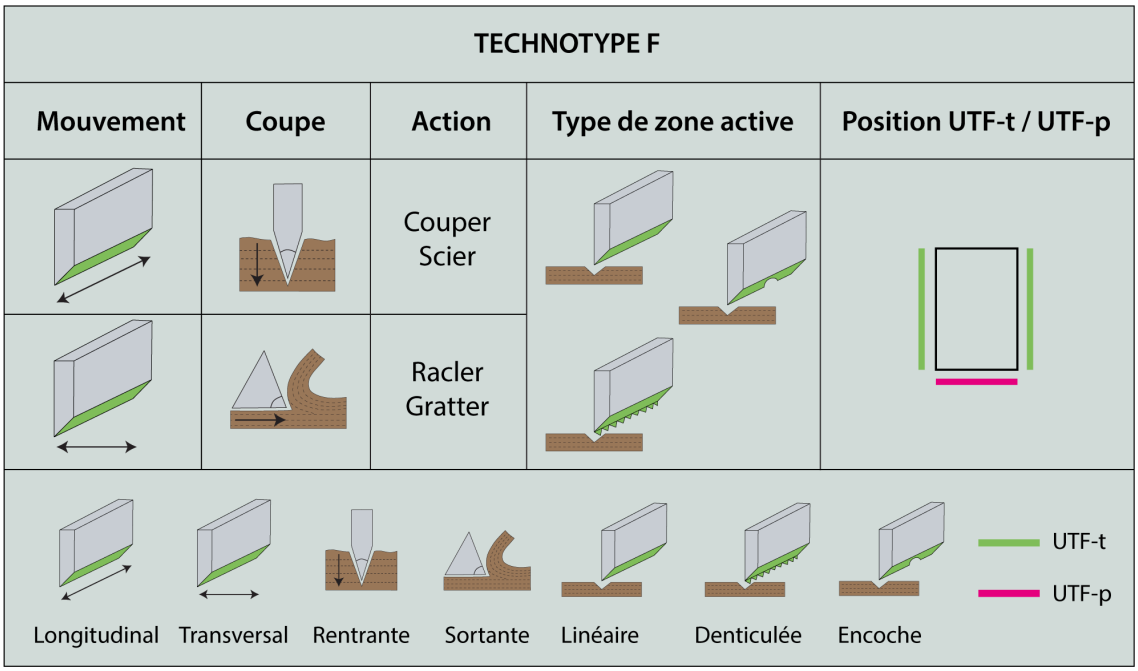


Figure 148 – Mode de fonctionnement général du technotype F

Les pièces du technotype F possèdent deux UTF-t opposées pouvant être bivalentes. Ces pièces peuvent offrir plusieurs possibilités :

- **Un emmanchement ou une préhension d'un bord pendant que l'autre est utilisé**. Par exemple, pour les pièces ayant un CT convexe et un CT droit, le tranchant rectiligne pourrait faire office de dos pendant que le tranchant convexe serait utilisé. Sur la pièce [b] Figure 146, un amincissement basilaire réalisé par un grand enlèvement à contrebulbe interrompt le l'UTF-t du bord droit. Cela pourrait être lié à un emmanchement oblique du bord gauche, qui est plus irrégulier, en opposition au tranchant le plus long et le plus régulier.
- Une **interchangeabilité des tranchants en fonction des besoins**, comme par exemple, une encoche *versus* un bord linéaire, un tranchant fin *versus* un tranchant robuste ou un tranchant très rectiligne *versus* un tranchant convexe ;
- Pour les pièces présentant 2 UTF-t *linéaires* aux longueurs très asymétriques, un **scénario de hiérarchisation des UTF-t peut être proposé, avec une UTF-t principale utilisée comme contact transformatif et une UTF-t secondaire faisant office de contact préhensible**, à l'instar des UTF-c présentes dans les outils-convergents. Les UTF-t principales pourraient être les plus longues et les UTF-t secondaires les plus courtes. Par exemple, sur la pièce suivante (Figure 149), si l'on considère l'UTF-t du bord droit comme étant la principale, lors d'une préhension avec l'index sur le talon, la paume de la main se positionne à l'endroit exact où se situe l'UTF-t du bord gauche. De la même manière que les enlèvements fonctionnels / d'égrisage observés sur certaines pièces, l'UTF-t identifiée pourrait alors être considérée comme un aménagement du contact préhensible plutôt qu'une véritable zone transformative.

Ainsi, les pièces du technotype F peuvent présenter un mode de fonctionnement similaire à celui des pièces du technotype D.

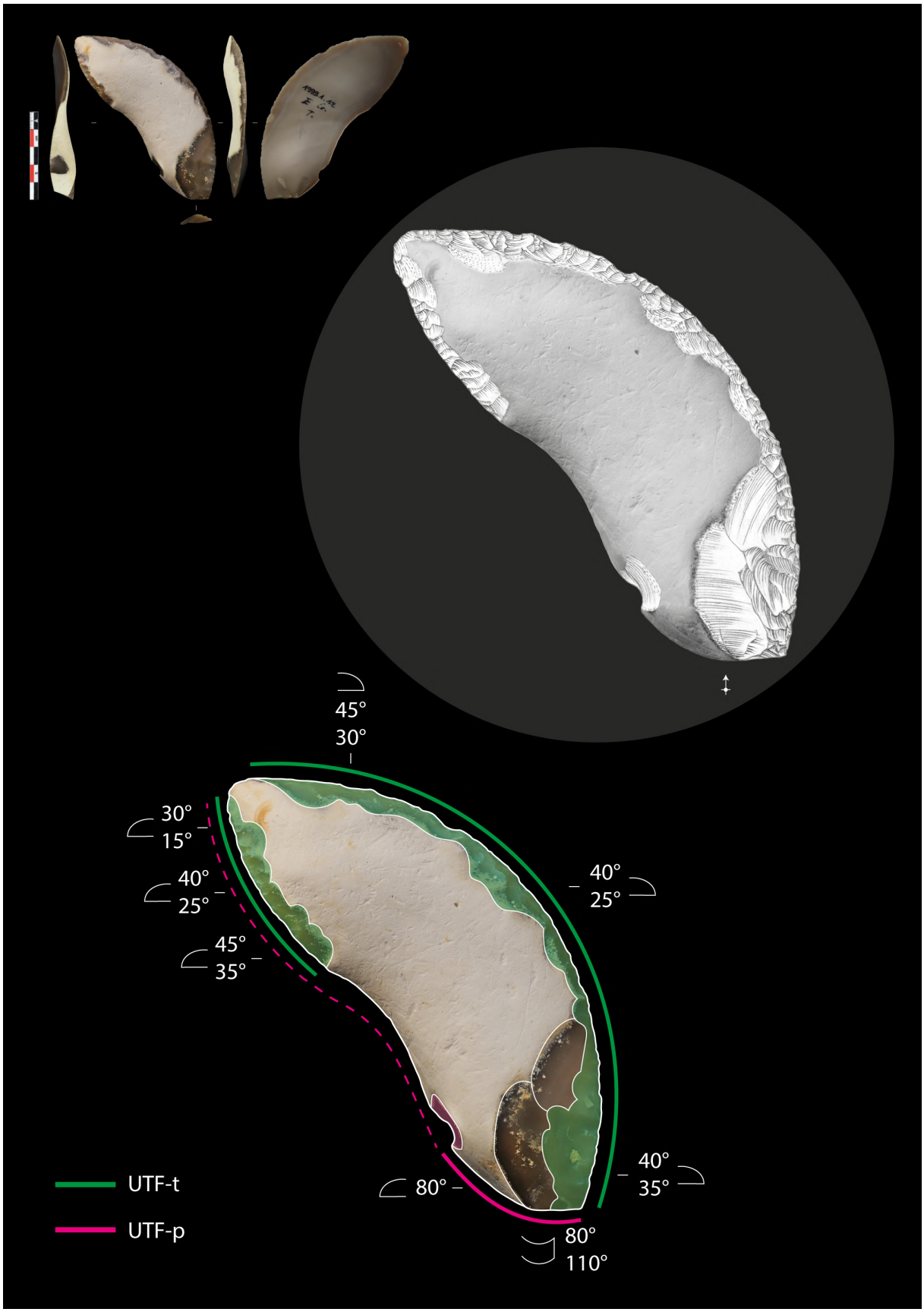


Figure 149 – Pièce appartenant au technotype F (F2) avec des longueurs d'UTF-t asymétriques ; (dessins techniques : Michel Grenet)

H. Technotype G (n = 7)

• **Caractéristiques générales :**
- UTF-t : 2
- UTF-p : 2
- Position UTF-t / UTF-p : UTF-t adjacentes entre elles, chacune opposée à 1 UTF-p

• **UTF-t :**
- Type : *bord linéaire*
- Nombre d'UTF-t : n = 14
- Localisation : l'une sur l'un des bords latéraux de la pièce, l'autre sur le bord transversal
- Délinéation de face : convexe (n = 11)
- Délinéation de profil : droites (n = 12)
- Confection : oui (n = 13) ; UTF-t brutes n = 1
- Retouche : écailleuse (n = 11), directe (n = 11), à 1 ou 2 rangs d'affûtage (n = 9 ; n = 6)
- Angle de coupe : 35-48° (Q1-Q3)
- Modification de l'angle initial : faible à moyenne : 5-15° (Q1-Q3)
- Section : biplane et plano-convexe (n = 8 pour chacune)
- Étendue : 11-98 mm (Min.-Max.), 32-47 mm (Q1-Q3)

• **UTF-p :**
- Zones de méplat adjacentes entre elles : talons et dos (naturels : n = 2 ; issus du débitage : n = 2 ; confectionnés entièrement par une retouche où un grand soin a été apporté : n = 2)
- Sur une pièce, il n'y a pas de dos mais la présence d'une large encoche semble être liée à une zone de préhension concave aménagée pour l'index ou pour l'emmanchement.

• **Supports (Tableau 34) :**
- Supports privilégiés : éclats et lames de première intention
- Morphologie générale : quadrangulaire, normale
- Taille moyenne : 4,5-9 cm

Supports du technotype G (n = 7)							
Catégories technologiques	n	%	**Morphologies**			**Dimensions**	
Supports de première intention	**3**	**43%**	**Formes**	n	%	**Longueur**	*mm*
Éclats	*3*	*43%*	Quadrangulaires	6	86%	Min.	44
Sous-produits techniques	**2**	**29%**	Atypiques	1	14%	Q1	45
Décorticage	*1*	*14%*	**Allongement**	n	%	Médiane	56
Entretien	*1*	*14%*	Allongées	1	14%	Q3	91
Pièces reprises	**2**	**29%**	Normales	5	71%	Max.	92
			Trapues	1	14%		

Tableau 34 – Caractéristiques des supports du technotype G

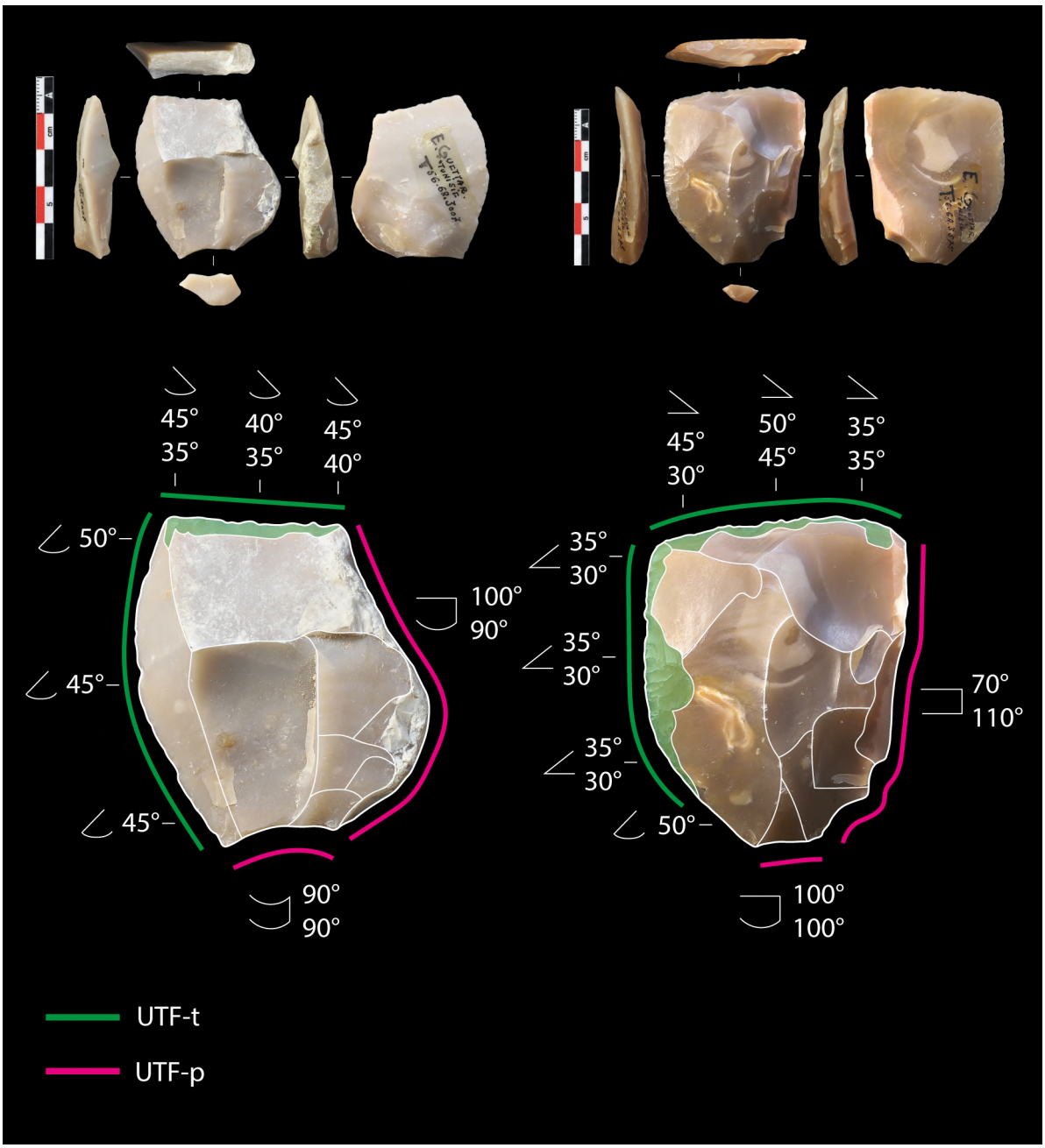


Figure 150 – Pièces du technotype G

- Mode de fonctionnement général du Technotype G :

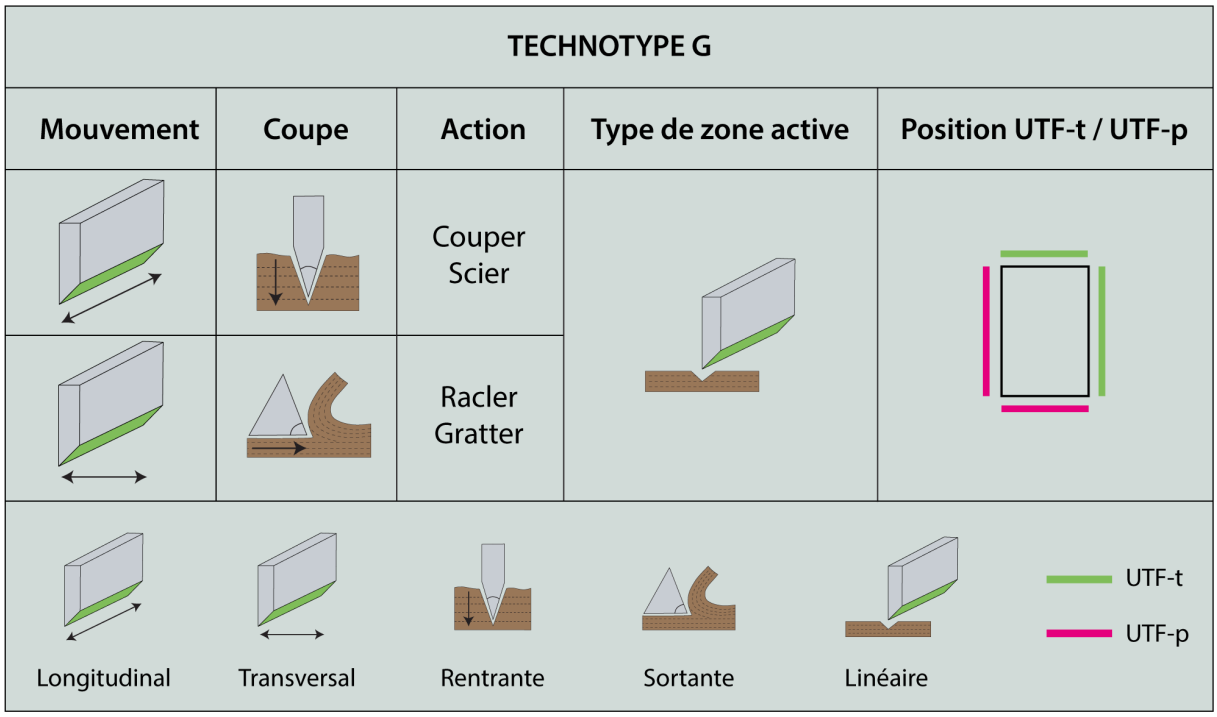


Figure 151 – Mode de fonctionnement général du technotype G

Les pièces du technotype G comportent deux UTF-p, offrant ainsi deux possibilités de zones de maintien, ainsi que deux UTF-t. Chaque UTF-p peut donc être associée à une UTF-p, de manière adjacente ou opposée, rappelant les fonctionnements des technotypes A et B. Certaines UTF-t peuvent également être bivalentes, notamment celles qui sont adjacentes à un dos façonné et peuvent jouer un rôle de prolongation du dos (Figure 152). Cette configuration rappellerait alors le mode de fonctionnement du technotype E.

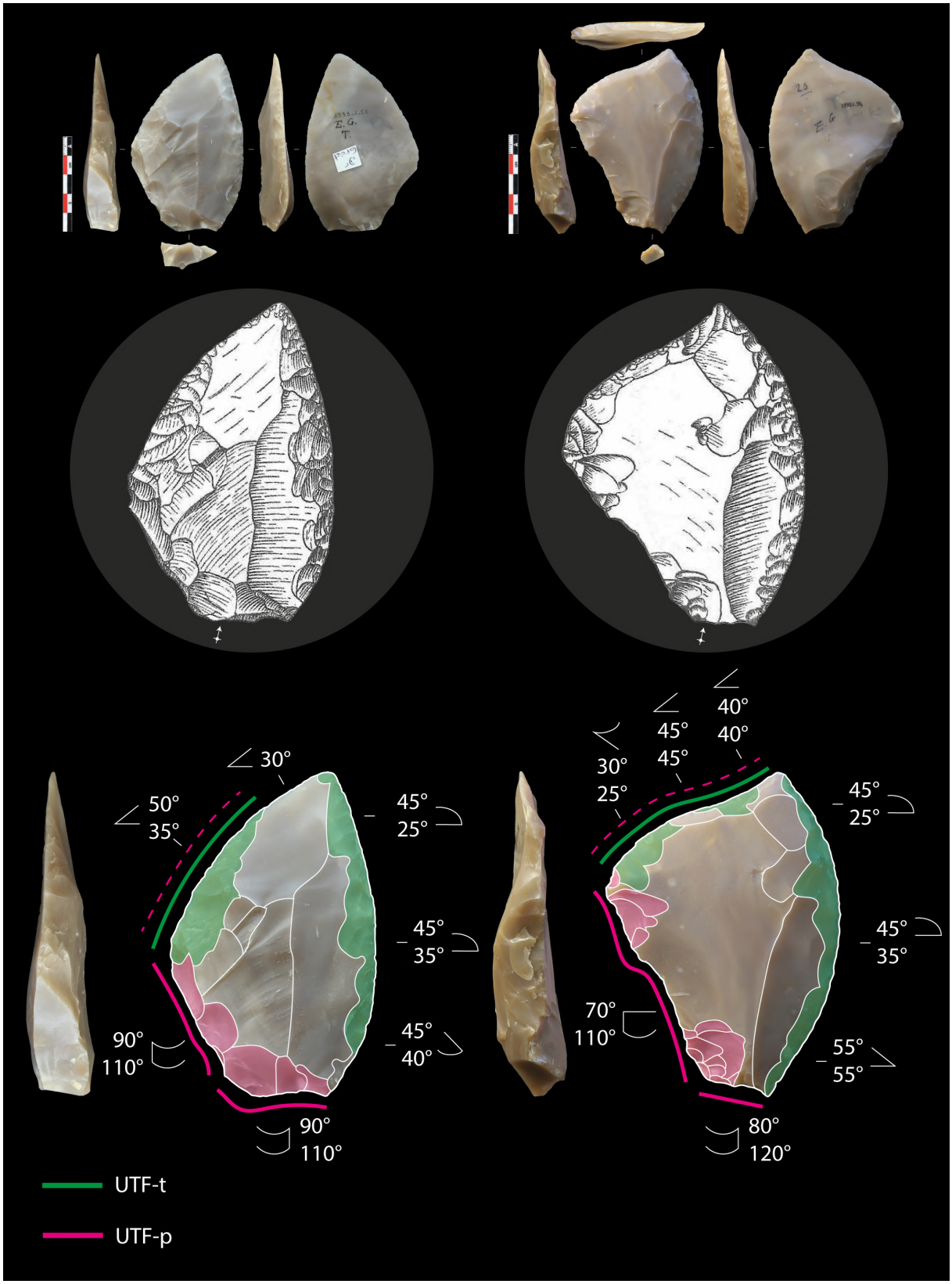


Figure 152 – Pièces du technotype G avec UTF-t adjacente à un dos façonné (dessins techniques : Michel Gruet dans Gruet 1954)

I. Technotype H (n = 25)

• **Caractéristiques générales :**
- UTF-t : 2
- UTF-p : 1
- Position UTF-t / UTF-p : UTF-t adjacentes entre elle, une adjacente à l'UTF-p, l'autre opposée

• **UTF-t :**
- Type : *bord linéaire, bord denticulé* ou *encoche*
- Nombre d'UTF-t : n = 48
- Localisation : l'une sur l'un des bords latéraux de la pièce, l'autre sur le bord transversal
- Délinéation de face : convexe (n = 28), droite (n = 12)
- Délinéation de profil : droites (n = 32)
- Confection : oui (n = 43) ; UTF-t brutes n = 5
- Retouche : écailleuse (n = 38), directe (n = 43), à 1 ou 2 rangs d'affûtage (n = 26 ; n = 17)
- Angle de coupe : 30-45° (Q1-Q3)
- Modification de l'angle initial : faible à moyenne : 5-15° (Q1-Q3)
- Section : biplane (n = 28) et plano-convexe (n = 13)
- Étendue : 11-85 mm (Min.-Max.), 30-50 mm (Q1-Q3)

• **UTF-p :**
- Talon étroit
- Amincissement basilaire (n = 2)
- L'UTF-t *encoche* adjacente à l'UTF-t *bord linéaire* sur une pièce est bivalente, elle peut également servir de zone d'emmanchement.

• **Supports (Tableau 35) :**
- Supports privilégiés : éclats de première intention
- Morphologie générale : quadrangulaire, normale
- Taille moyenne : 4-7 cm

Supports du technotype H (n = 25)							
Catégories technologiques	n	%	**Morphologies**			**Dimensions**	
Supports de première intention	**17**	**68%**	**Formes**	n	%	**Longueur**	*mm*
Éclats	*17*	*68%*	Quadrangulaires	21	84%	Min.	30
Sous-produits techniques	**5**	**20%**	Triangulaires	1	4%	Q1	42
Décorticage	*1*	*4%*	Atypiques	3	12%	Médiane	48
Entretien	*4*	*16%*	**Allongement**	n	%	Q3	58
Pièces reprises	**3**	**12%**	Normales	17	68%	Max.	72
			Trapues	8	32%		

Tableau 35 – Caractéristiques des supports du technotype H

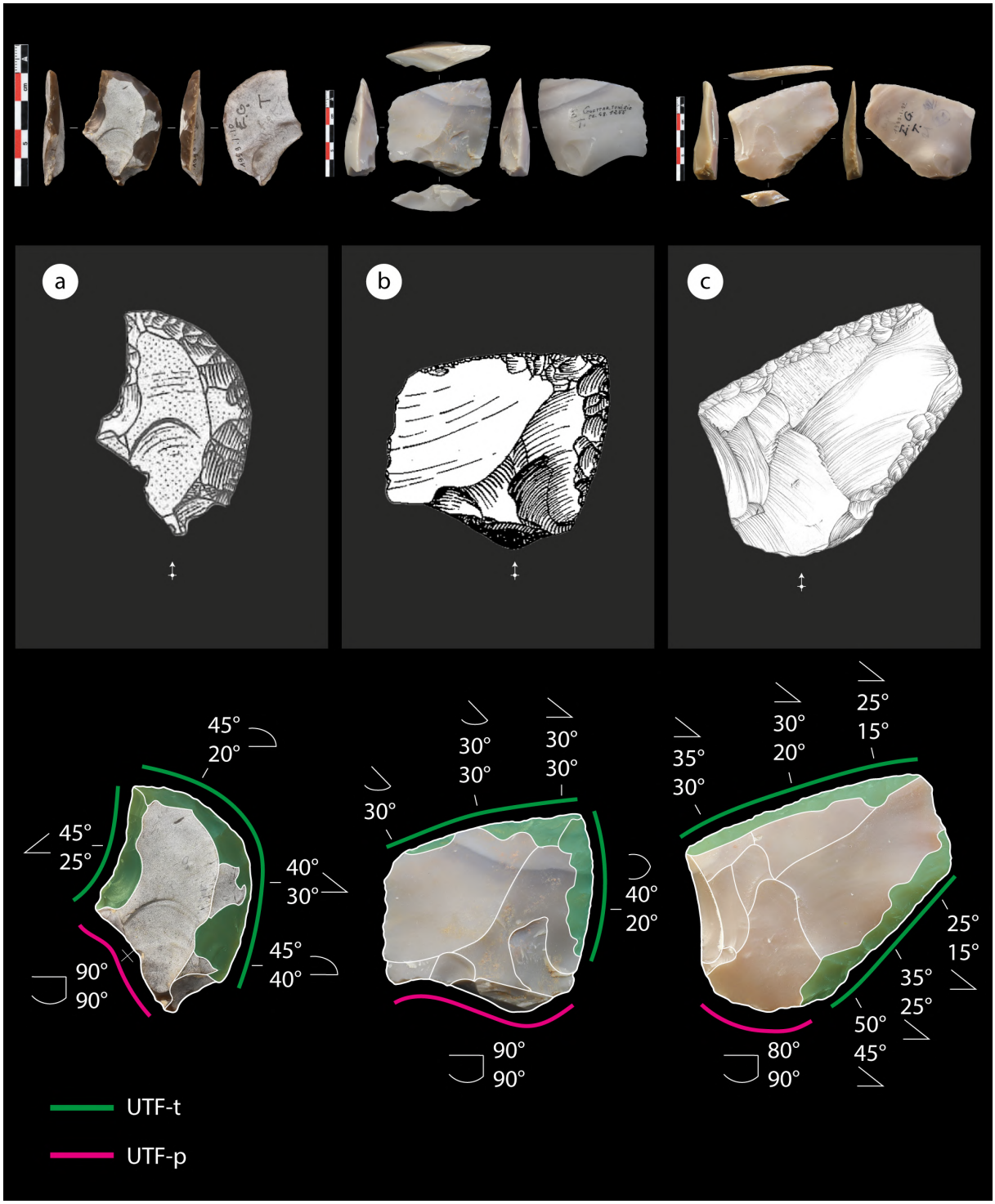


Figure 153 – Pièces du technotype H (dessins techniques : a) Michel Gruet dans Gruet 1954 ; b) Michel Gruet dans Gruet 1958 ; c) Michel Grenet)

- Mode de fonctionnement général du Technotype H :

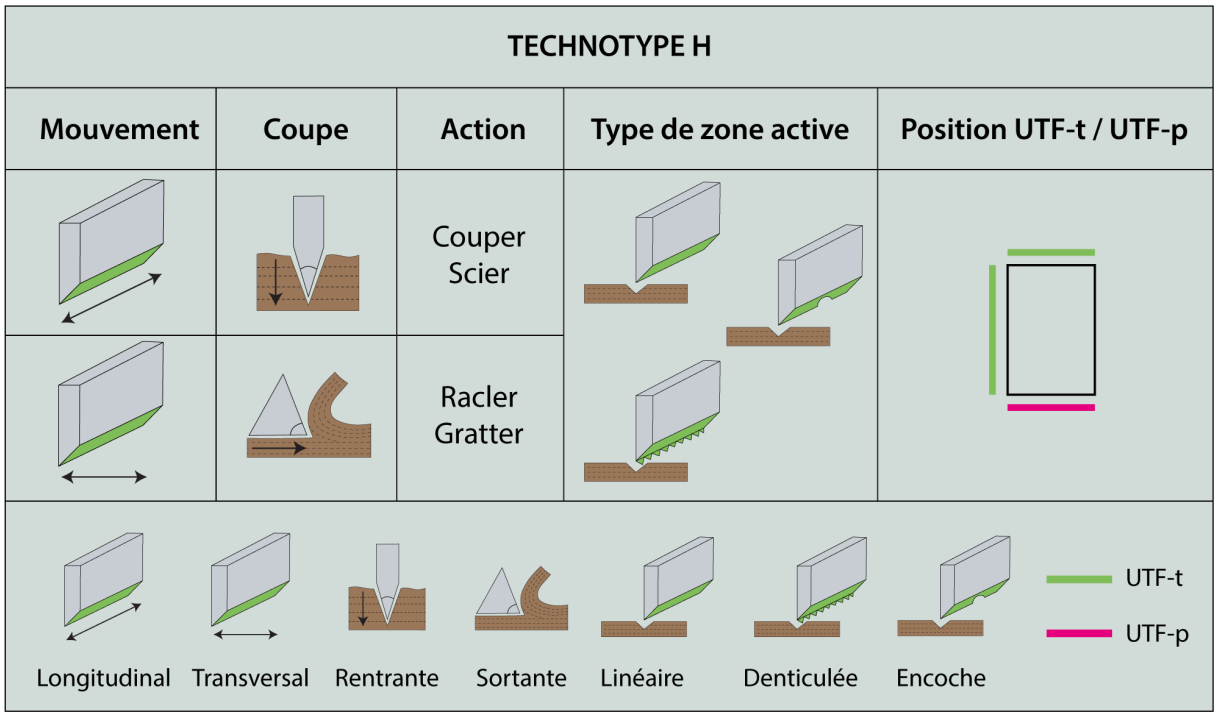


Figure 154 – Mode de fonctionnement général du technotype H

Les pièces du technotype H sont dotées d'une UTF-p soit une possibilité de zone de maintien, ainsi que deux UTF-t. L'UTF-p peut ainsi être adjacente ou opposée en fonction de l'UTF-t utilisée, ce qui rappelle ici aussi les fonctionnements des technotypes A et B. Les UTF-t peuvent à nouveau être bivalentes, en particulier celles adjacentes au talon, évoquant les modes de fonctionnement des technotypes C et D, en fonction de l'UTF-t utilisée dans un temps unique.

J. Technotype I (n = 17)

• **Caractéristiques générales :**
- UTF-t : 2
- UTF-p : 2
- Position UTF-t / UTF-p : UTF-t opposées entre elle, chacune adjacente à 1 UTF-p

• **UTF-t :**
- Type : *bord linéaire*
- Nombre d'UTF-t : n = 34
- Localisation : chacune sur l'un des bords latéraux de la pièce
- Délinéation de face : convexe (n = 18), droite (n = 10)
- Délinéation de profil : droites (n = 14)
- Confection : oui (n = 32) ; UTF-t brutes n = 2
- Retouche : écailleuse (n = 28), directe (n = 32), à 1 ou 2 rangs d'affûtage (n = 18 ; n = 12)
- Angle de coupe : 35-45° (Q1-Q3)
- Modification de l'angle initial : faible à moyenne : 5-15° (Q1-Q3)
- Section : biplane (n = 27)
- Étendue : 18-87 mm (Min.-Max.), 40-63 mm (Q1-Q3)

• **UTF-p :**
- 1ère : talon ou amincissement basilaire (n = 1)
- 2nde : dos opposé au talon, localisé en partie distale (naturels : n = 6 ; issus d'un réfléchissement au débitage : n = 5 ; d'une cassure : n = 1 ; confectionné entièrement par une retouche abrupte irrégulière : n = 2)
- Trois pièces n'ont pas de dos distal mais une encoche confectionnée par la retouche pouvant jouer un rôle pour l'emmanchement.

• **Supports (Tableau 36) :**
- Supports privilégiés : éclats de première intention
- Morphologie générale : quadrangulaire, allongée ou normale
- Taille moyenne : 5,5-8,5 cm

Supports du technotype I (n = 17)							
Catégories technologiques	n	%	**Morphologies**			**Dimensions**	
Supports de première intention	**11**	**65%**	**Formes**	n	%	**Longueur**	*mm*
Éclats	*6*	*35%*	Quadrangulaires	16	*94%*	Min.	34
Lames	*4*	*24%*	Triangulaires	1	*6%*	Q1	56
Indéterminés	*1*	*6%*	**Allongement**	n	%	Médiane	68
Sous-produits techniques	**4**	**24%**	Allongées	8	*47%*	Q3	85
Entretien	*4*	*24%*	Normales	9	*53%*	Max.	94
Pièces reprises	**2**	**12%**					

Tableau 36 – Caractéristiques des supports du technotype I

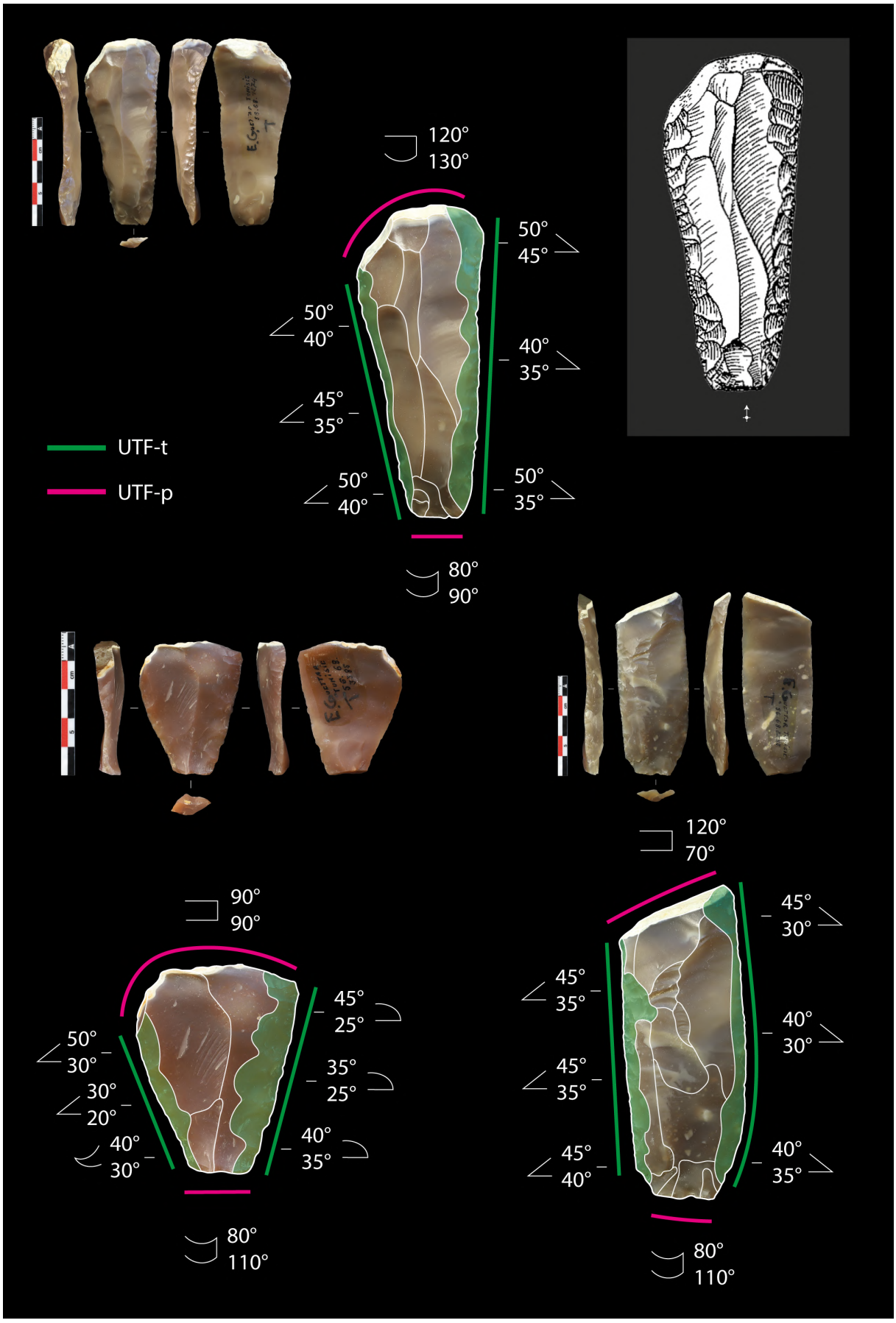


Figure 155 – Pièces du technotype I (dessin technique : Michel Gruet dans Gruet 1958)

- Mode de fonctionnement général du Technotype I :

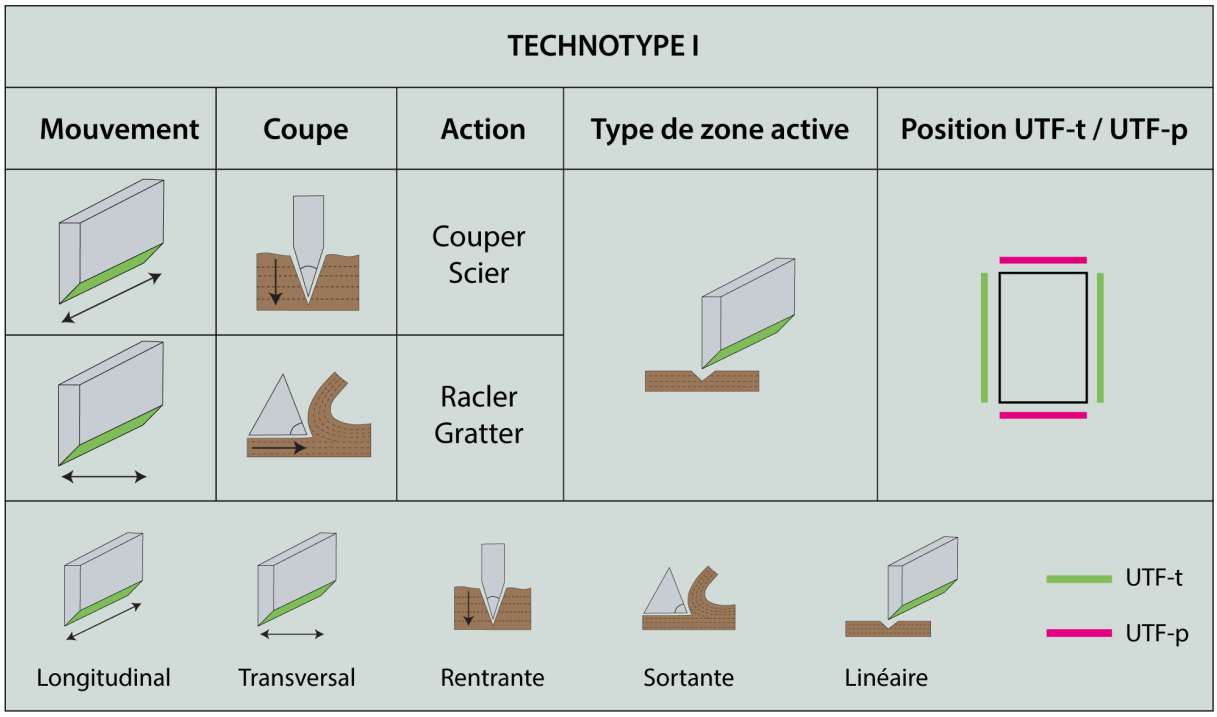


Figure 156 – Mode de fonctionnement général du technotype I

Les pièces du technotype H comportent deux UTF-p soit deux possibilités de zones de maintien et deux UTF-t. Chaque UTF-p est adjacente aux deux UTF-t et peut donc être utilisée pour la préhension de l'une ou de l'autre. En raison de la présence de ce second CP, les UTF-t ne sont pas nécessairement bivalentes. Cependant, certaines pièces de ce type semblent davantage adaptées à un emmanchement longitudinal plus qu'à une préhension, notamment celles présentant une encoche distale plutôt qu'une zone de méplat. Dans cette configuration, les UTF-t peuvent devenir bivalentes en étant intégrées à la zone d'emmanchement.

K. Technotype J (n = 13)

• **Caractéristiques générales :**
- UTF-t : 3
- UTF-p : 1
- Position UTF-t / UTF-p : UTF-t adjacentes entre elle, encadrant l'UTF-p

• **UTF-t :**
- Type : *bord linéaire*
- Nombre d'UTF-t : n = 39
- Localisation : chacune sur l'un des bords de la pièce
- Délinéation de face : convexe (n = 18), droite (n = 8)
- Délinéation de profil : droites (n = 22)
- Confection : oui (n = 37) ; UTF-t brutes n = 2
- Retouche : écailleuse (n = 27), directe (n = 37), à 1 ou 2 rangs d'affûtage (n = 18)
- Angle de coupe : 30-45° (Q1-Q3)
- Modification de l'angle initial : faible à moyenne : 5-15° (Q1-Q3)
- Section : biplane (n = 25)
- Étendue : 15-75 mm (Min.-Max.), 28-48 mm (Q1-Q3)

• **UTF-p :** talon

• **Supports (Tableau 37) :**
- Supports privilégiés : éclats et lames de première intention
- Morphologie générale : quadrangulaire, normale
- Taille moyenne : 5-7 cm

Supports du technotype J (n = 13)							
Catégories technologiques	n	%	**Morphologies**			**Dimensions**	
Supports de première intention	**9**	**69%**	**Formes**	n	%	**Longueur**	*mm*
Éclats	*8*	*62%*	Quadrangulaires	13	100%	Min.	30
Lames	*1*	*8%*	**Allongement**	n	%	Q1	47
Sous-produits techniques	**3**	**23%**	Allongées	1	8%	Médiane	54
Décorticage	*2*	*15%*	Normales	9	69%	Q3	67
Entretien	*1*	*8%*	Trapues	3	23%	Max.	78
Pièces reprises	**1**	**8%**					

Tableau 37 – Caractéristiques des supports du technotype J

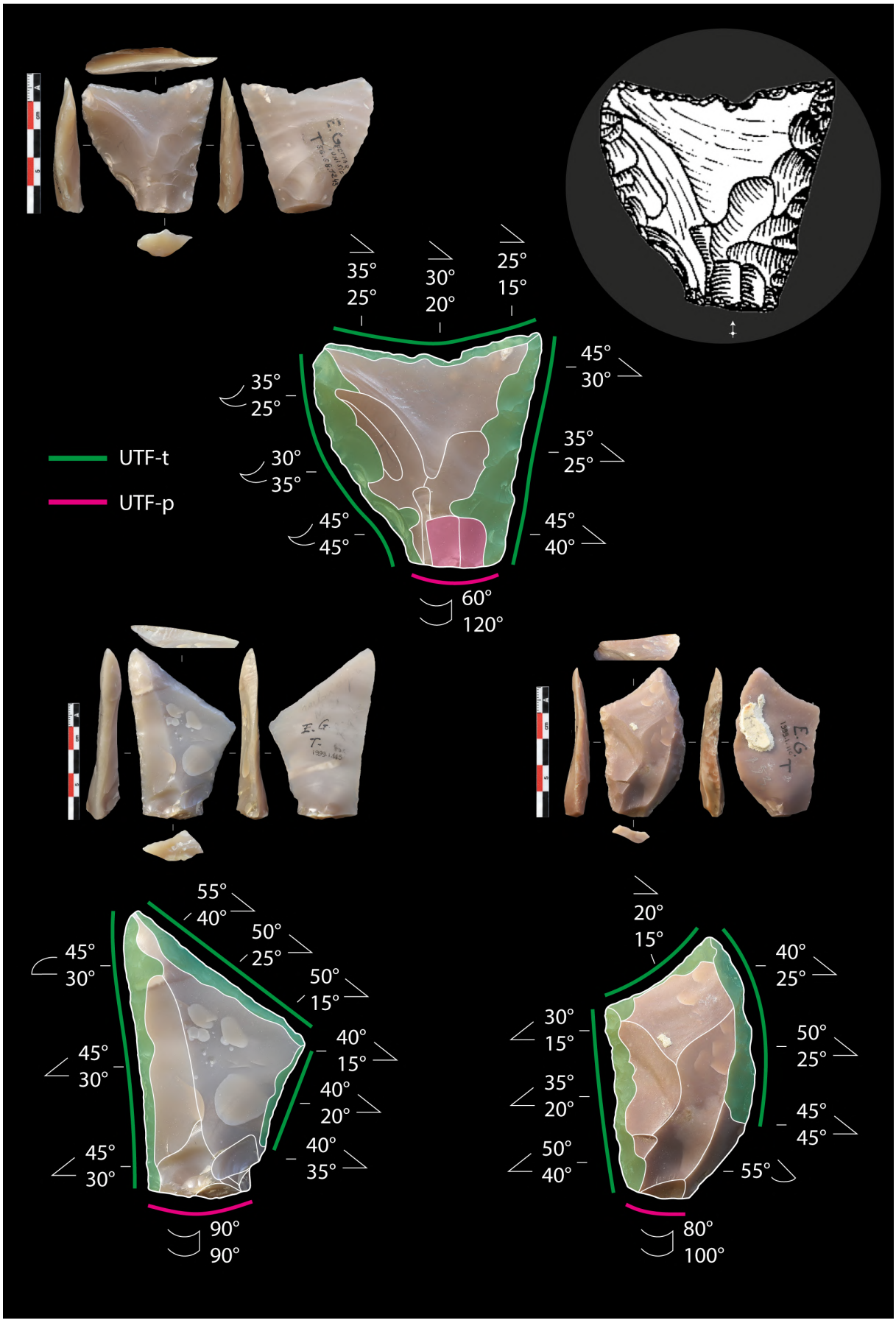


Figure 157 – Pièces appartenant au technotype J (dessin technique : Michel Gruet dans Gruet 1958)

- Mode de fonctionnement général du Technotype J :

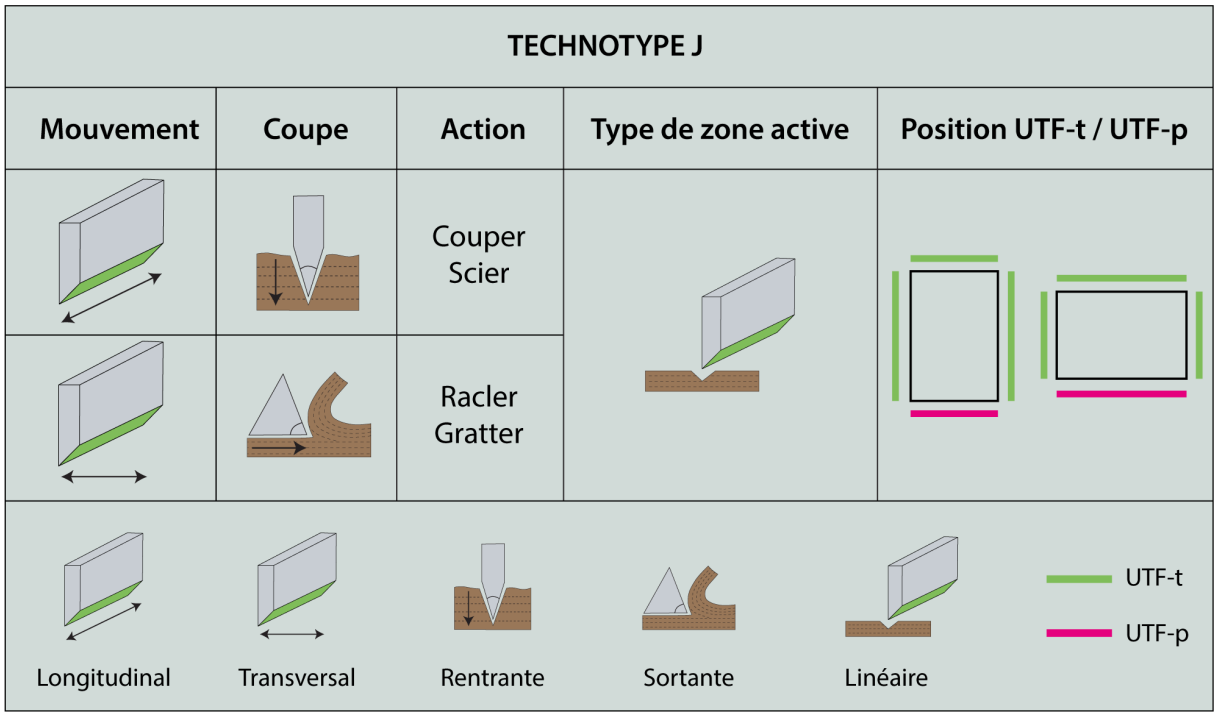


Figure 158 – Mode de fonctionnement général du technotype J

Les pièces du technotype J disposent de trois UTF-t mais d'une unique UTF-p. À l'instar du technotype F, il est possible d'envisager la bivalence des UTF-t avec une hiérarchie parmi celles-ci. Par exemple, une préférence pour le biseau distal, ou bien un emmanchement ou une préhension d'un ou deux bords pendant que le troisième est utilisé ou encore une interchangeabilité des tranchants en fonction des besoins.

L. Technotype K (n = 86)

• **Caractéristiques générales :**
- UTF-t : 1
- UTF-p : 1
- Position UTF-t / UTF-p : opposée

• **UTF-t :**
- Type : *convergente*
- Nombre d'UTF-t : n = 86
- Localisation : soit elle occupe plus des 2/3 du bord / tout le bord de la pièce (« bord-pointe-bord ») : n = 63 ; soit elle occupe le 1/3 supérieur (« pointe ») : n = 23.

• *Caractéristiques générales des parties apicales (n = 86) :*
- Morphologie : pointe (n = 60)
- Section : biplane (n = 31) et plano-convexe (n = 30)
- Angle de convergence : 50-65° (Q1-Q3)
- Angle de pénétration : 20-35° (Q1-Q3)

• *Caractéristiques générales des bords (n = 172) :*
- Longueurs symétriques : oui
- Délinéation de face : convexe (n = 94), droite (n = 52)
- Délinéation de profil : droite (n = 90)
- Confection : oui (n = 150) ; bords bruts n = 22
- Retouche : écailleuse (n = 123), directe, à 1 ou 2 rangs d'affûtage (n = 66 ; n = 71)
- Angle de coupe : 33-45° (Q1-Q3)
- Modification de l'angle initial : faible à moyenne : 5-15° (Q1-Q3)
- Section : biplane (n = 112), plano-convexe (n = 48)
- Étendue : 10-110 mm (Min.-Max.), 41-64 mm (Q1-Q3)

• **UTF-p :**
- Talon, base corticale
- Amincissement basilaire (n = 4)
- Réfléchissement distal faisant office de dos (n = 1)

• **Supports (Tableau 38) :**
- Supports privilégiés : éclats, lames et pointes de première intention
- Morphologie générale : triangulaire, allongée ou normale
- Taille moyenne : 5-7 cm

Supports du technotype K (n = 86)							
Catégories technologiques	n	%	**Morphologies**			**Dimensions**	
Supports de première intention	**68**	**79%**	**Formes**	n	%	**Longueur**	*mm*
Éclats	*35*	*41%*	Quadrangulaires	14	*16%*	Min.	36
Lames	*9*	*10%*	Triangulaires	70	*81%*	Q1	52
Pointes	*17*	*20%*	Atypiques	2	*2%*	Médiane	60
Indéterminés	*7*	*8%*	**Allongement**	n	%	Q3	67
Sous-produits techniques	**8**	**9%**	Allongées	43	*50%*	Max.	125
Décorticage	*6*	*7%*	Normales	42	*49%*		
Entretien	*2*	*2%*	Trapues	1	*1%*		
Pièces reprises	**10**	**12%**					

Tableau 38 – Caractéristiques des supports du technotype K

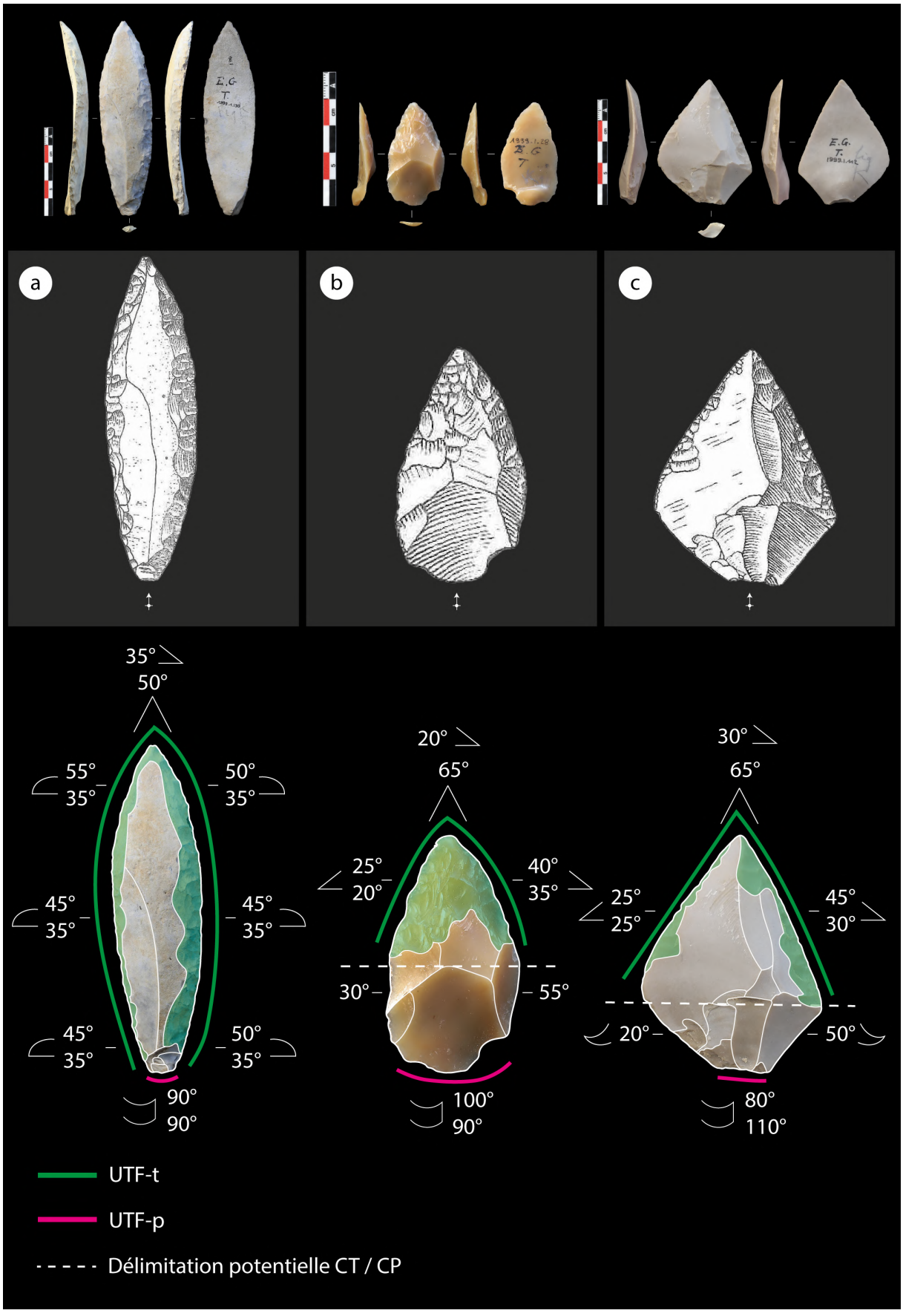


Figure 159 – Pièces du technotype K (dessins techniques : Michel Gruet dans Gruet 1954)

- Mode de fonctionnement général du Technotype K :

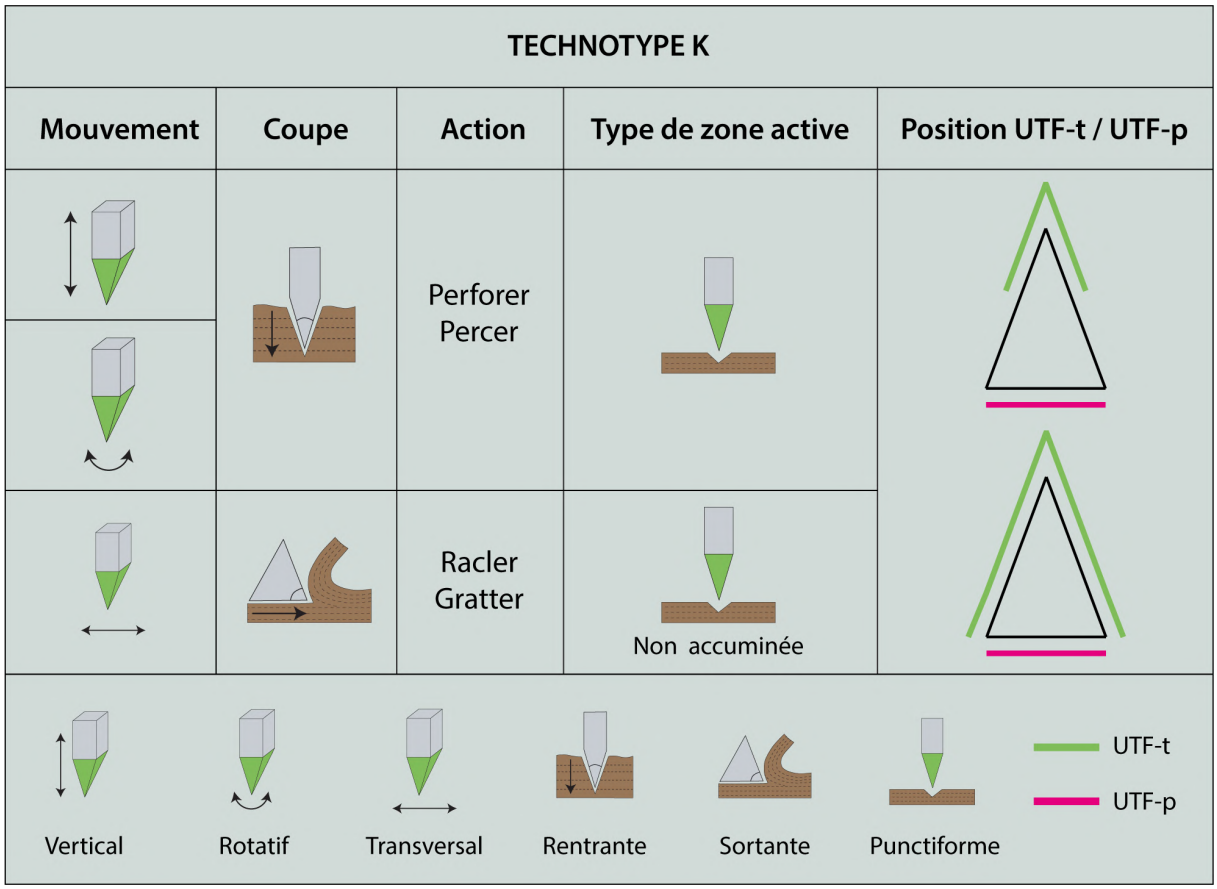


Figure 160 – Mode de fonctionnement général du technotype K

Les pièces du technotype K possèdent une UTF-t *convergente* et une unique UTF-p en opposition. Lorsque les deux bords sont entièrement retouchés (bord-pointe-bord), la structure des pièces est intégrée dans une macro-unité, rendant difficile la délimitation claire les UTF : la distinction entre le CT et le CP n'est pas établie morphologiquement (Figure 159 [a]). L'emmanchement et la préhension sont possibles à n'importe quel niveau, bien qu'ils soient plus envisageables au niveau de partie basilaire, là où des ruptures dans la délinéation des bords au niveau de la zone bulbaire sont constatées. Sur les pointes (UTF-t *convergente*s distales), il est possible d'imaginer un emmanchement à l'endroit où l'UTF se termine (Figure 159 [b] et [c]).

La symétrie des bords de ces pièces penche en faveur d'un emmanchement ou d'une préhension axial(e), transversale par rapport à l'axe fonctionnel la pièce.

M. Technotype L (n = 59)

• **Caractéristiques générales :**
- UTF-t : 1
- UTF-p : 2 ou 3
- Position UTF-t / UTF-p : opposée à une UTF-p et adjacente à une ou deux UTF-p

• **UTF-t :**
- Type : *convergente*
- Nombre d'UTF-t : n = 59
- Localisation : plus des 2/3 du bord / tout le bord de la pièce (bord-pointe-bord) : n = 22 ; distale (pointe) : n = 37

• *Caractéristiques générales des parties apicales (n = 59) :*
- Morphologie : pointe (n = 46)
- Section : biplane (n = 22) et plano-convexe (n = 25)
- Angle de convergence : 50-70° (Q1-Q3)
- Angle de pénétration : 25-35° (Q1-Q3)

• *Caractéristiques générales des bords (n = 118) :*
- Longueurs symétriques : oui
- Délinéation de face : convexe (n = 57), droite (n = 35)
- Délinéation de profil : droite (n = 73)
- Confection : oui (n = 111) ; bords bruts n = 7
- Retouche : écailleuse (n = 89), directe, à 1 ou 2 rangs d'affûtage (n = 47 ; n = 61)
- Angle de coupe : 35-45° (Q1-Q3)
- Modification de l'angle initial : faible à moyenne : 8-15° (Q1-Q3)
- Section : biplane (n = 93)
- Étendue : 12-68 mm (Min.-Max.), 27-42 mm (Q1-Q3)

• **UTF-p :**
- 1ère : talon ; base pédonculée / pseudo-pédonculée (n = 2) ; amincissement basilaire (n = 2)
- 2nde et/ou 3ème : dos adjacent au talon (n = 6) (dos naturels n = 3 ; issus du débitage n = 3) ; encoche d'emmanchement (n = 12) ; UTF-c (n = 59) : latérale, proximale ou proximo-mésiale, adjacente au talon

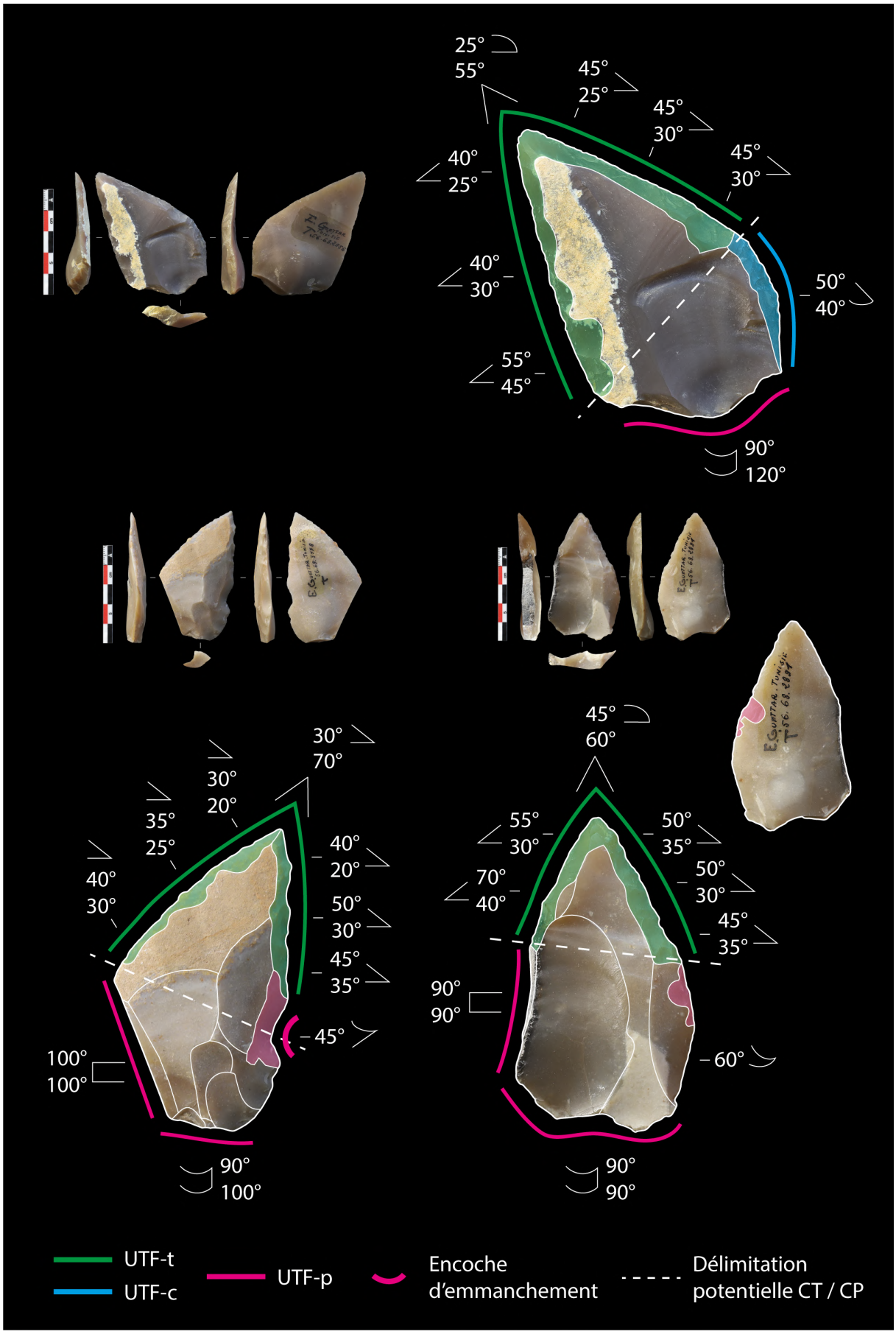


Figure 161 – Pièces du technotype L

• **Supports (Tableau 39) :**

- Supports privilégiés : éclats de première intention
- Morphologie générale : triangulaire, normale
- Taille moyenne : 5,5-7 cm

Supports du technotype L (n = 59)							
Catégories technologiques	n	%	**Morphologies**			**Dimensions**	
Supports de première intention	**38**	**64%**	**Formes**	n	%	**Longueur**	*mm*
Éclats	*24*	*41%*	Quadrangulaires	19	32%	Min.	36
Pointes	*5*	*8%*	Triangulaires	36	61%	Q1	53
Indéterminés	*9*	*15%*	Atypiques	3	5%	Médiane	65
Sous-produits techniques	**10**	**17%**	**Allongement**	n	%	Q3	71
Décorticage	*2*	*3%*	Allongées	13	22%	Max.	89
Entretien	*8*	*14%*	Normales	46	78%		
Pièces reprises	**11**	**19%**					

Tableau 39 – Caractéristiques des supports du technotype L

- Mode de fonctionnement général du Technotype L :

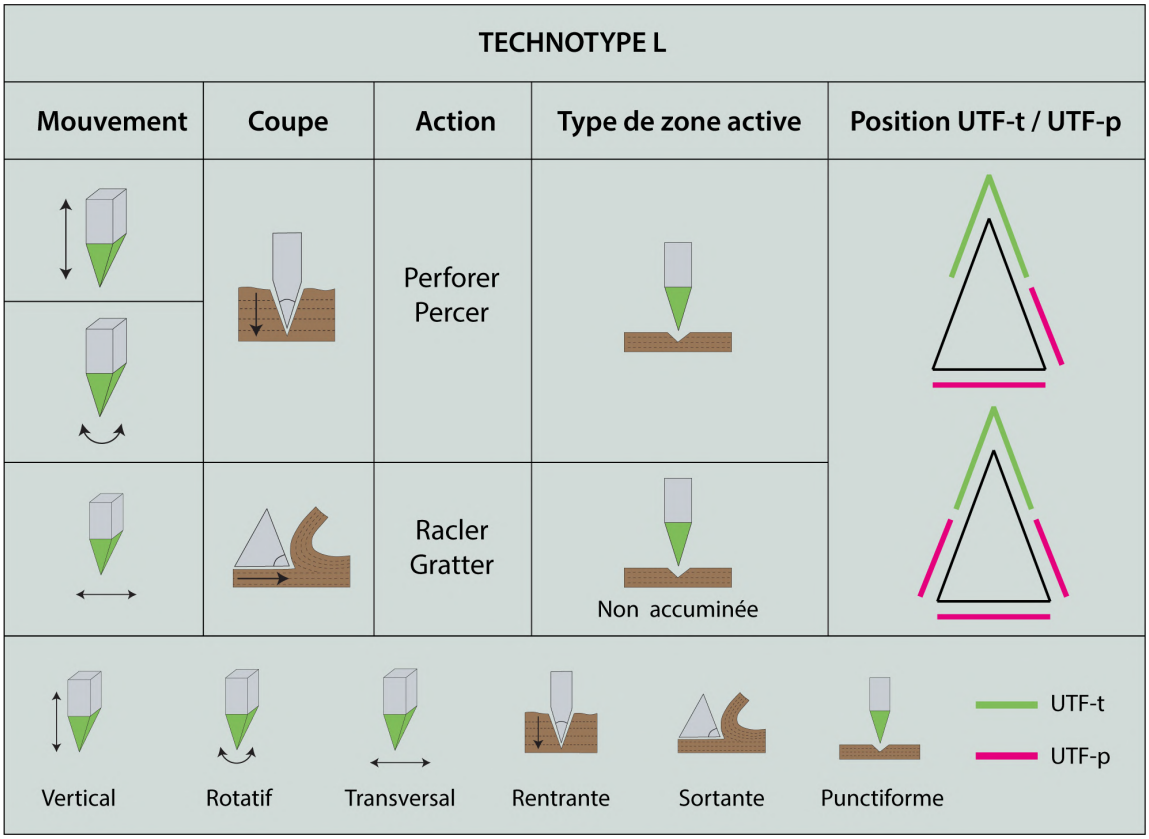


Figure 162 – Mode de fonctionnement général du technotype L

Les pièces du technotype L se rapprochent du technotype précédent dans leur mode de fonctionnement. La différence notoire est qu'elles présentent une nette distinction entre la partie transformative et la partie préhensible. La partie proximo-mésiale constitue le contact préhensible et elle est mise en évidence par des aménagements spécifiques : pédoncule, encoches, UTF-c.

Nous n'avons pas regroupé la pièce suivante (Figure 163) dans le technotype L car elle diffère des autres par son volume et est unique dans la série. L'interprétation structurelle de cette pièce est délicate puisqu'un unique spécimen ne peut constituer à lui seul un techno-type, les techno-types se fondant sur la récurrence de critères morphotechniques. Toutefois, elle possède un potentiel fonctionnel semblable à celui du technotype K et mérite une description détaillée.

- UTF-t *convergente* sur macro-outil lourd

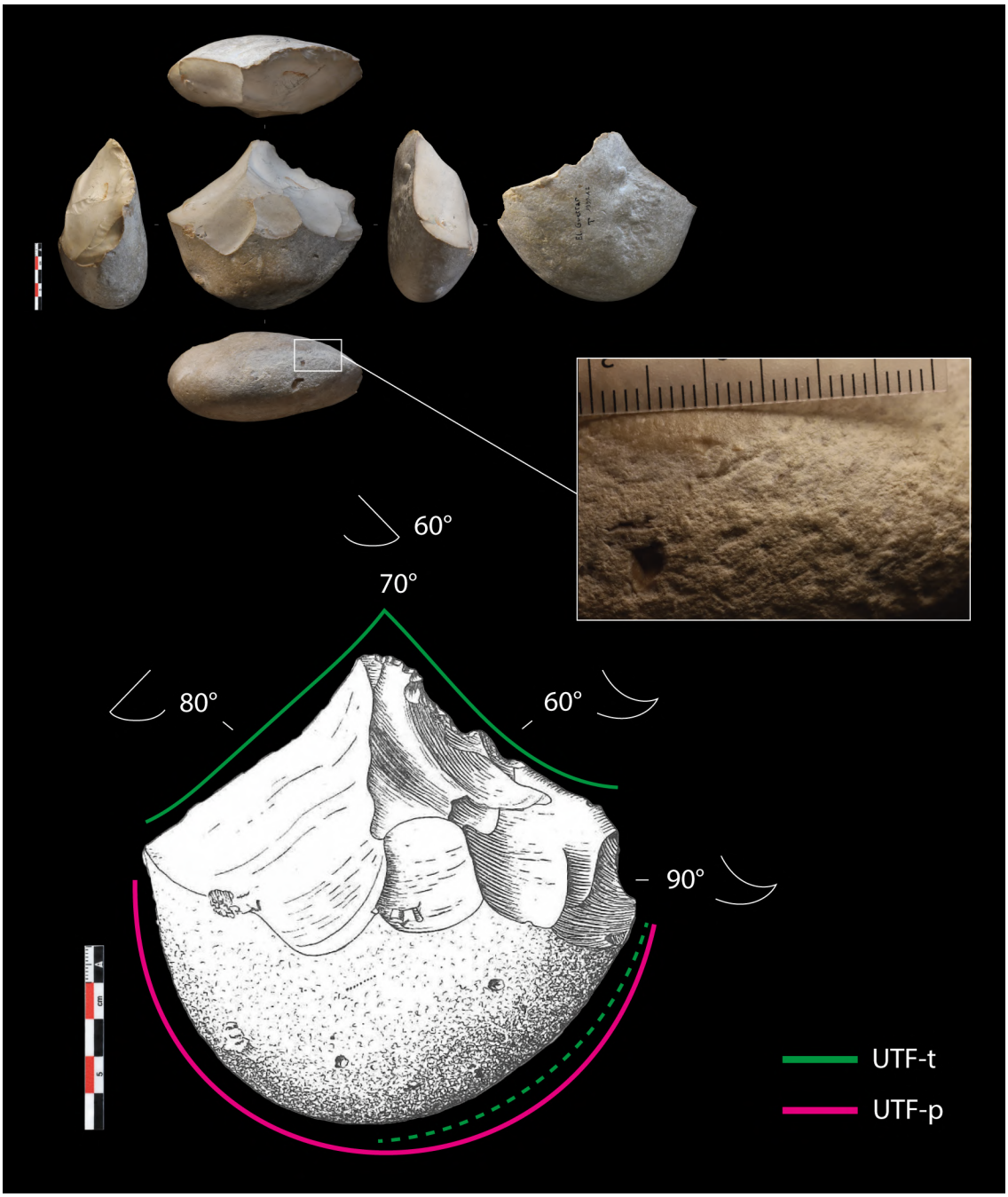


Figure 163 – Chopper (dessin technique : Michel Gruet dans Gruet 1954)

La présence du macro-outillage dans le niveau T d'El Guettar est exceptionnelle. Un unique galet aménagé a été identifié. Il s'agit d'un chopper façonné à partir d'un galet alluvial en silex. Typologiquement, un chopper est un outil sur galet, à tranchant dégagé par au moins deux enlèvements adjacents, obliques à l'axe du galet, affectant une seule face de l'objet et dont l'angle d'éclatement est rarement inférieur à 45° (Gobert 1950 ; Collina-Girard 1975). Cet outil lourd et massif dénote du reste de l'outillage de la série. Sa morphologie est trapue (rapport L/l <1), constituée d'une base convexe laissée corticale et d'une partie saillante aménagée dans la largeur du galet. L'aménagement de la zone active est réalisé par une séquence de 6 enlèvements. Ces derniers sont unifaces, unipolaires, envahissants et obliques. L'un d'eux est légèrement latéral. Ces enlèvements dégagent une zone apicale large.

UTF-t : L'UTF-t créée semble être de type *convergent* pointu. Elle est large (70°) et épaisse (60°), de section plano-convexe. Cette dernière est formée par la convergence de 2 bords concaves (de face et de profil), d'angulation abrupte (60-80°) de section plano-convexe et concavo-convexe, et au rapport de longueur symétrique (75 mm). Le bord droit présente des enlèvements avec contre-bulbes, donnant une délinéation denticulée au bord. Leur origine ne semble être ni technologique (enlèvements irréguliers, superposés, de forme anguleuse et aux terminaisons réfléchies), ni taphonomique (non présents ailleurs sur la pièce), mais plutôt fonctionnelle. Ils peuvent résulter de l'utilisation de la pièce en percussion sur des matières résistantes (Geneste 1985).

UTF-p : L'UTF-p est inscrite dans l'épaisseur de la pièce et n'est pas aménagée. Elle constitue une zone de maintien convexe, opposée à l'UTF-t identifiée. Le mouvement associé est une translation verticale unidirectionnelle semblant correspondre à une pression verticale sur un matériau dur, type perforation. L'UTF-p porte des traces de percussion et de frottement (surface altérée et nivelée) localisées dans une zone de 80 x 25 mm, pouvant témoigner de l'utilisation antérieure de la pièce comme percuteur et/ou de l'utilisation de la base en percussion posée (broyage).

A côté des pièces légères et tranchantes sur supports débités, cet outil lourd et massif sur galet constitue un *unicum*. Il n'est donc pas envisageable de parler d'un outillage mixte avec une complémentarité entre ces différents volumes d'outils.

N. Technotype M (n = 29)

• **Caractéristiques générales :**
- UTF-t : 1
- UTF-p : 1
- Position UTF-t / UTF-p : adjacente

• **UTF-t :**
- Type : *convergente*
- Nombre d'UTF-t : n = 29
- Localisation : en général, elle occupe un des bords latéraux en entier et l'autre (latéral ou transversal) en partie distale ou mésio-distale uniquement

• *Caractéristiques générales des parties apicales (n = 29) :*
- Morphologie : pointe (n = 26)
- Section : biplane (n = 14)
- Angle de convergence : 54-80° (Q1-Q3)
- Angle de pénétration : 20-30° (Q1-Q3)

• **UTF-p :**
- Talon ou zone de méplat talon-dos (n = 2)
- Amincissement basilaire (n = 2)
- Réfléchissement distal faisant office de dos (n = 1)

• *Caractéristiques générales des bords (n = 172) :*
- Longueurs symétriques : non
- Délinéation de face : convexe (n = 27), droite (n = 26)
- Délinéation de profil : droite (n = 44)
- Confection : oui (n = 46) ; bords bruts n = 12
- Retouche : écailleuse (n = 44), directe, à 1 ou 2 rangs d'affûtage (n = 24 ; n = 20)
- Angle de coupe : 30-45° (Q1-Q3)
- Modification de l'angle initial : faible à moyenne : 5-15° (Q1-Q3)
- Section : biplane (n = 54)
- Étendue du bord le plus court : 10-49 mm (Min.-Max.), 15-33 mm (Q1-Q3)
- Étendue du bord le plus long : 25-87 mm (Min.-Max.), 44-70 mm (Q1-Q3)

• **Supports (Tableau 40) :**
- Supports privilégiés : éclats, lames et pointes de première intention
- Morphologie générale : quadrangulaire et triangulaire, allongée ou normale
- Taille moyenne : 5,5-8 cm

Supports du technotype M (n = 29)							
Catégories technologiques	n	%	**Morphologies**			**Dimensions**	
Supports de première intention	**23**	**79%**	**Formes**	n	%	**Longueur**	*mm*
Éclats	*11*	*38%*	Quadrangulaires	13	45%	Min.	33
Lames	*2*	*7%*	Triangulaires	16	55%	Q1	54
Pointes	*4*	*14%*	**Allongement**	n	%	Médiane	63
Indéterminés	*6*	*21%*	Allongées	14	48%	Q3	80
Sous-produits techniques	**3**	**10%**	Normales	14	48%	Max.	106
Décorticage	*1*	*3%*	Trapues	1	3%		
Entretien	*2*	*7%*					
Pièces reprises	**3**	**10%**					

Tableau 40 – Caractéristiques des supports du technotype M

- Mode de fonctionnement général du Technotype M :

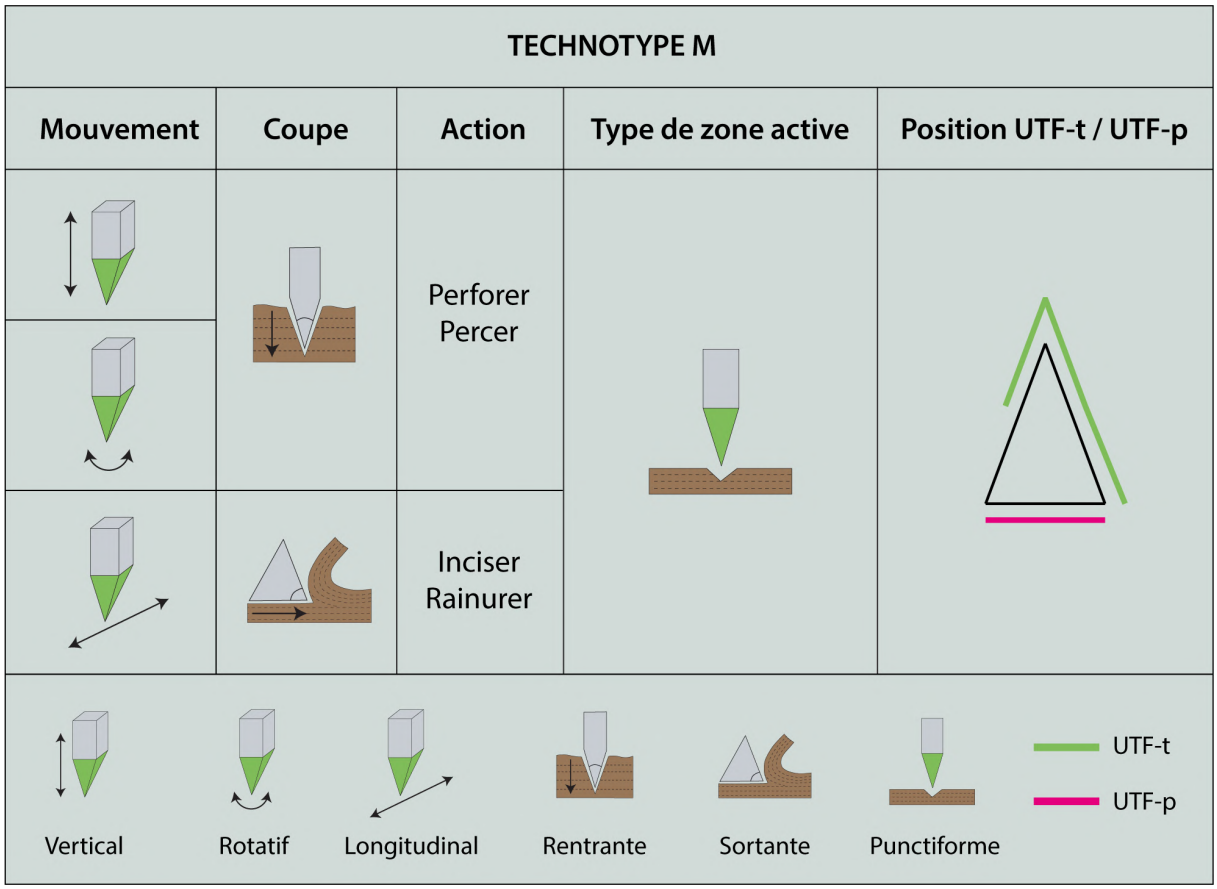


Figure 164 – Mode de fonctionnement général du technotype M

Les pièces du technotype M présentent une UTF-t *convergente* et une unique UTF-p en position adjacente. L'asymétrie de la longueur des bords de ces pièces permet de suggérer deux éléments d'interprétation :

- Un **potentiel fonctionnel spécifique** : un geste de pénétration par la pointe (perforation / incision) prolongé par une action de découpe du bord ;

- Une **configuration liée à une préhension / un emmanchement latéro-axial(e), oblique par rapport à l'axe fonctionnel la pièce.** Nous avons remarqué sur 4 pièces la présence d'enlèvements fonctionnels / d'égrisage sur la zone laissée brute. Sur les pièces qui en sont dépourvues, le contact préhensible est notamment envisageable au niveau de la rupture dans la délinéation du bord le plus court.

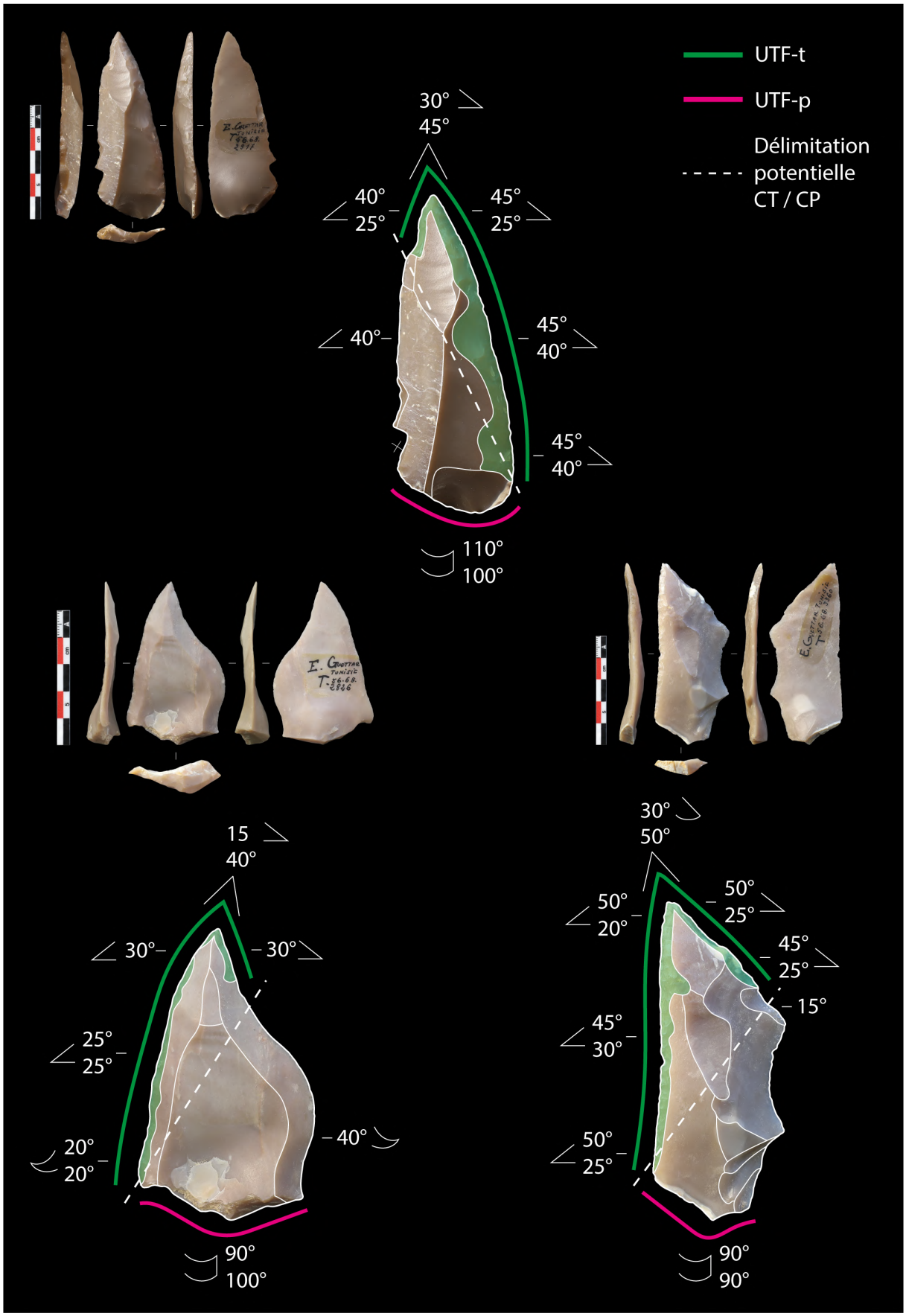


Figure 165 – Pièces du technotype M

O. Technotype N (n = 68)

• **Caractéristiques générales :**
- UTF-t : 1
- UTF-p : 2 ou 3
- Position UTF-t / UTF-p : adjacente

• **UTF-t :**
- Type : *convergente*
- Nombre d'UTF-t : n = 68
- Localisation : en général, elle occupe un des bords latéraux en entier et l'autre (latéral ou transversal) en partie distale ou mésio-distale uniquement

• *Caractéristiques générales des parties apicales (n = 68) :*
  - Morphologie : pointe (n = 54)
  - Section : biplane (n = 29), plano-convexe (n = 26)
  - Angle de convergence : 50-70° (Q1-Q3)
  - Angle de pénétration : 25-40° (Q1-Q3)

• *Caractéristiques générales des bords (n = 122) :*
  - Longueurs symétriques : non
  - Délinéation de face : convexe (n = 62), droite (n = 32)
  - Délinéation de profil : droite (n = 78)
  - Confection : oui (n = 106) ; bords bruts n = 8
  - Retouche : écailleuse (n = 85), directe, à 1 ou 2 rangs d'affûtage (n = 42 ; n = 60)
  - Angle de coupe : 40-50° (Q1-Q3)
  - Modification de l'angle initial : faible à moyenne : 5-15° (Q1-Q3)
  - Section : biplane (n = 74)
  - Étendue du bord le plus court : <10-74 mm (Min.-Max.), 12-32 mm (Q1-Q3)
  - Étendue du bord le plus long : 25-125 mm (Min.-Max.), 49-67 mm (Q1-Q3)

• **UTF-p :**
- 1ère : talon ou amincissement basilaire (n = 3) ou quand la pièce n'a pas de talon : dos (obtenu par cassure : n = 1 ; naturel : n = 1) ou épaisseur distal (n = 1)
- 2nde et/ou 3ème : dos adjacent au talon (n = 21) (dos naturels : n = 10 ; issus du débitage : n = 5 ; façonnés par la retouche entièrement : n = 6) ; encoche d'emmanchement : n = 3) ; étranglement (n = 3) ; UTF-c (n = 55) : latérale, proximale ou proximo-mésiale ou sur tout le bord, adjacente au talon

• **Supports (Tableau 41) :**

- Supports privilégiés : éclats, lames et pointes de première intention
- Morphologie générale : quadrangulaire et triangulaire, allongée ou normale
- Taille moyenne : 6-7,5 cm

Supports du technotype N (n = 68)							
Catégories technologiques	n	%	**Morphologies**			**Dimensions**	
Supports de première intention	**42**	**62%**	**Formes**	n	%	**Longueur**	*mm*
Éclats	*25*	*37%*	Quadrangulaires	29	43%	Min.	30
Lames	*7*	*10%*	Triangulaires	38	56%	Q1	59
Pointes	*4*	*6%*	Atypiques	1	1%	Médiane	66
Indéterminés	*6*	*9%*	**Allongement**	n	%	Q3	76
Sous-produits techniques	**18**	**26%**	Allongées	33	49%	Max.	116
Décorticage	*5*	*7%*	Normales	31	46%		
Entretien	*13*	*19%*	Trapues	4	6%		
Pièces reprises	**8**	**12%**					

Tableau 41 – Caractéristiques des supports du technotype N

- Mode de fonctionnement général du Technotype N :

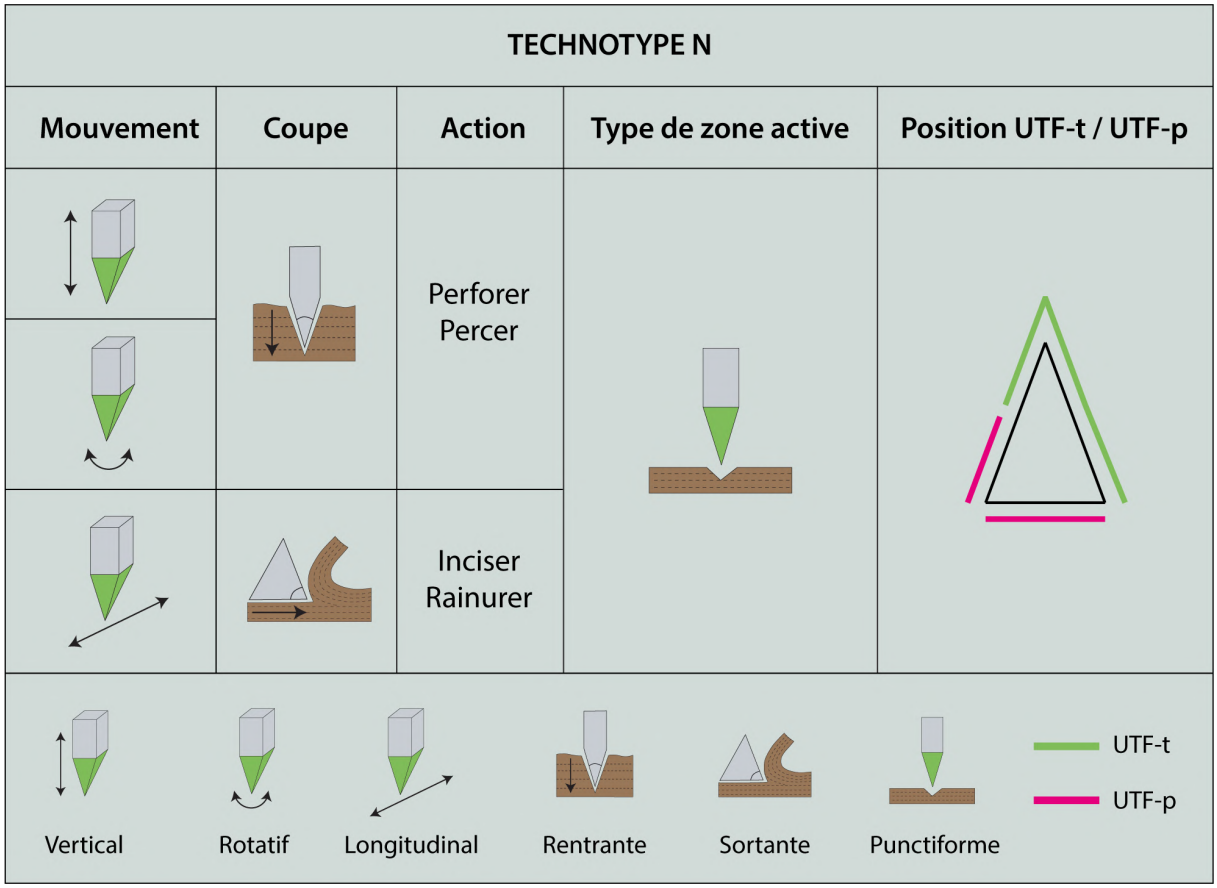


Figure 166 – Mode de fonctionnement général du technotype N

Les pièces du technotype N se rapprochent du technotype précédent dans leur mode de fonctionnement. Tout comme le groupe L par rapport au groupe K, la distinction notable est que les contacts transformatifs et contacts préhensibles sont clairement discriminables. La partie préhensible, située en partie proximo-mésiale ou le long du bord adjacent à la pointe se distingue morphologiquement de l'UTF-t. Cette différence morphologique peut être naturelle, liée à la présence d'un dos (Figure 167), ou créée par des aménagements de type encoches ou UTF-c (Figure 168).

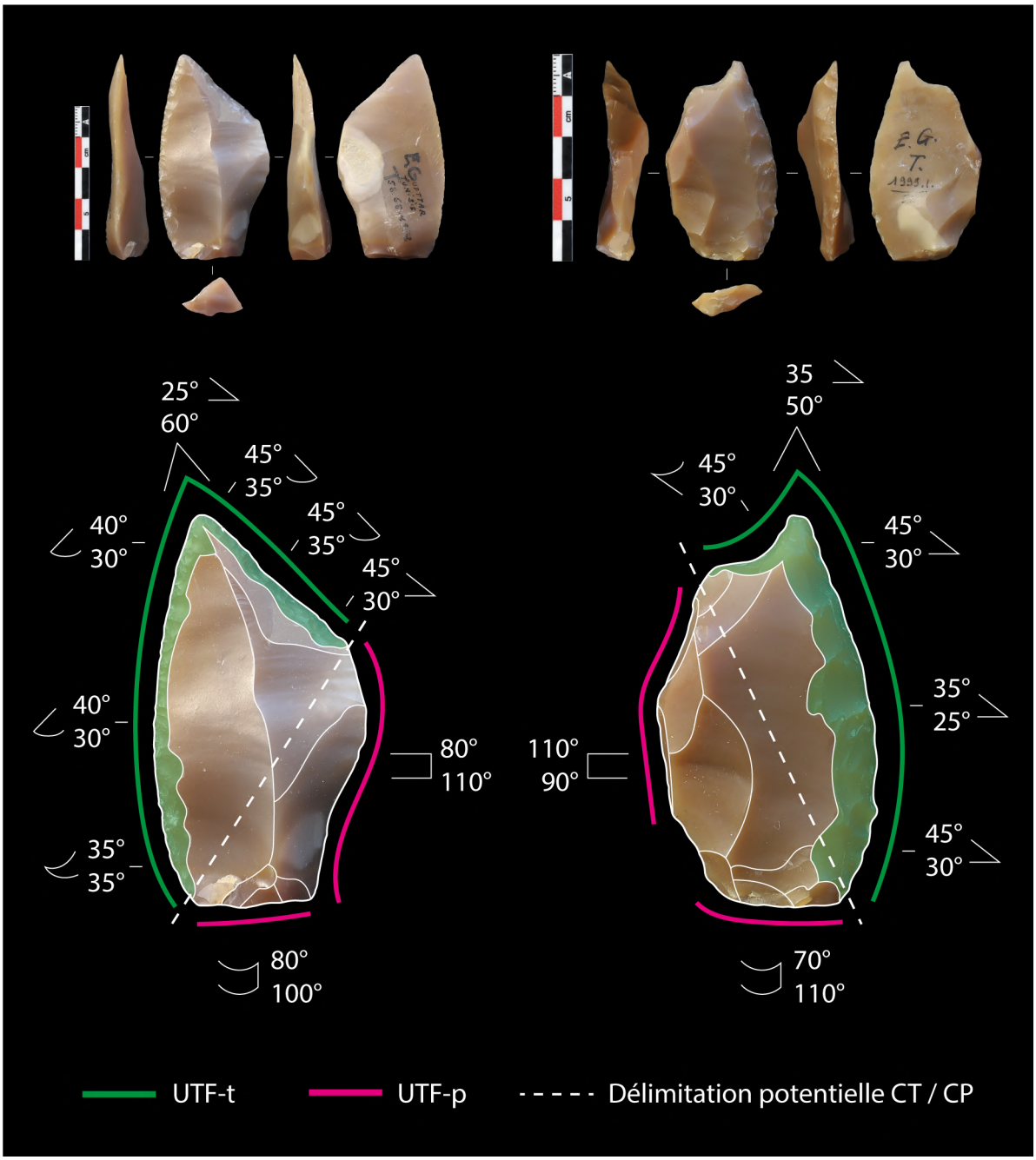


Figure 167 – Pièces du technotype N avec UTF-p talon + dos

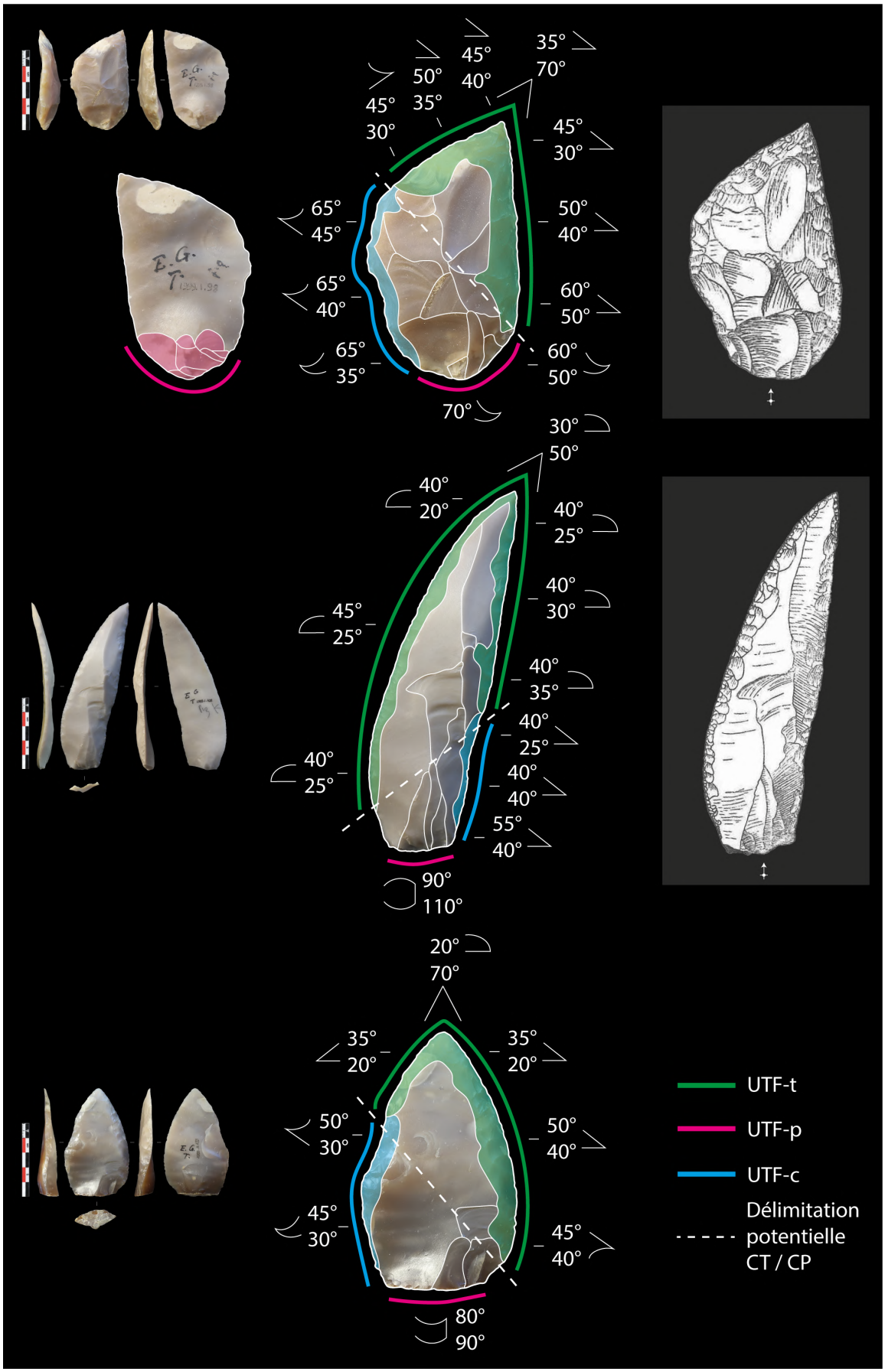


Figure 168 – Pièces du technotype N avec UTF-p talon + UTF-c (dessins techniques : Michel Gruet dans Gruet 1954

P. Réflexions à partir de la caractérisation des technotypes :

Les mêmes morphologies de tranchants et les mêmes types de retouches se retrouvent au sein de chaque technotype. Cela signifie que les solutions techniques utilisées pour mettre en place et entretenir les différentes morphologies actives sont peu variées. Les artisans d'El Guettar puisent à ce niveau dans un répertoire technique restreint, les critères liés à l'affûtage sont donc peu discriminants.

En revanche, c'est bien la manière dont les différentes UTF sont combinées qui apparaît déterminante et heuristique. Les différentes structures d'outils évoquent un éventail de potentiels fonctionnels variés. La diversité des contacts préhensibles et de leur localisation par rapport à la partie transformative évoque notamment une multiplicité des modes d'emmanchement et de préhension.

Au sein des technotypes, **les caractères morphotechniques sont appliqués à tous les types de supports et à toutes les classes dimensionnelles. Cela montre que les artisans ont cherché à produire de petits et grands outils, partageant des modes de fonctionnement similaires sur des supports différents.** Les technotypes D et E font exception car ils sont principalement réalisés à partir d'un type de support technique, les pièces débordantes.

Enfin, **certains technotypes affichent des structures différentes dans l'agencement des parties actives et des parties préhensibles. Toutefois, ils peuvent avoir les mêmes applications de la force et les mêmes modes de fonctionnement, cela dépend du schème d'utilisation envisagé**. Ce sont en second lieu les caractères particuliers de l'UTF-t qui détermineront quels potentiels fonctionnels particuliers peuvent être assignés. Les pièces présentant des contacts préhensibles en position morphologique mixte montrent en effet des potentiels de fonctionnement différents, de même que celles dotées de plusieurs contacts transformatifs bivalents. Bien que les options ne soient pas infinies, elles restent multiples, illustrant la **polyfonctionnalité des outils et l'interchangeabilité des CT et des CP.**

Pour répondre à la question « **quels étaient les objectifs des artisans d'El Guettar** ? », nous avons précédemment exploré les différentes composantes des outils, intentions et finalités des opérations de taille, à travers leur(s) partie(s) transformative(s) et leur(s) partie(s) préhensible(s). Nous avons ensuite étudié comment ces parties s'articulent entre elles, révélant des combinaisons récurrentes qui ont abouti à l'élaboration de plusieurs technotypes. Il est désormais pertinent de s'interroger sur **la manière dont les artisans d'El Guettar ont procédé pour l'obtention des caractères morphotechniques présents sur les outils**. Selon E. Boëda (2013), il est crucial de **questionner la production des outils dans une dimension fonctionnelle**, ce qui implique de comprendre les objectifs structurels recherchés dans la fabrication des supports. Cette partie cherche ainsi à remettre l'outil en lien avec les systèmes de production.

5. Quelles opérations techniques ont régi l'obtention des outils ?

A. L'opportunisme réfléchi et l'affordance

Dès la phase de **sélection**, les tailleurs collectent des matériaux présentant de bonnes aptitudes à la taille, en optant pour des silex provenant de gîtes secondaires. Cette collecte est minutieusement réfléchie puisque les matrices de départ choisies sont des rognons et des galets présentant des caractéristiques ergonomiques qui préfigurent les surfaces Levallois, notamment : une certaine épaisseur dans le volume, des convexités naturelles régulières.

La démarche des artisans est à la fois :

- Opportuniste, puisque le but est de tirer parti des meilleures configurations naturelles existantes afin que l'aménagement à réaliser sur la matrice soit moindre ;
- Réfléchie, puisqu'elle n'est pas fortuite mais récurrente dans la production et qu'elle répond à un schéma conceptuel précis.

Nous parlerons d'un « **opportunisme réfléchi** ».

Aussi, certains caractères morphotechniques naturels sont intégrés dans la conception et dans construction de nombreux outils, notamment les longs dos débordants corticaux, sans que la structure de ces éléments soit modifiée. Le taux élevé de transformation de ces « sous-produits techniques » soutient l'idée que les dos constituent un élément structurant de l'outil. Ces parties naturelles conservées « *par choix délibéré jusqu'à la fin du processus* » (Forestier 2020) définissent la notion d'« **affordance** » (Boëda et Ramos 2017, Pérez-Balarezo et González 2022).

Les caractères affordants se manifestent également dans d'autres éléments du corpus notamment :

- Les pièces réutilisées, qui conservent une partie ou une la plupart (cas des pièces remployées) de leurs caractères morphologiques et fonctionnels antérieurs ;
- L'unique exemplaire de macro-outillage (le chopper), façonné à partir d'un galet alluvial, dont la zone de préhension correspond à une surface corticale naturellement convexe du galet, sans aménagement.

B. La production

a. Que montrent les supports ?

Supports débités - hors pièces reprises (n = 893)			
	Prédéterminés (n = 527)	**Prédéterminants (n = 366)**	
Dimensions (mm)			
Longueur			***Longueur***
Min.	17	20	5-7 cm
Q1	48	47	
Médiane	59	56	
Q3	69	68	
Max.	130	153	
Largeur			***Largeur***
Min.	13	12	3-4 cm
Q1	28	29	
Médiane	33	35	
Q3	40	42	
Max.	85	90	
Épaisseur			***Épaisseur***
Min.	2	2	6-10 mm
Q1	6	7	
Médiane	7	9	
Q3	9	12	
Max.	24	23	
Morphologie			**TOTAL**
Allongée	191	110	301
Normale	298	225	523
Trapue	38	31	69
Finesse			
Fin	301	98	399
Normal	183	166	349
Épais	43	102	145
Profil			
Courbe	80	87	167
Droit	385	226	611
Bombé	62	53	115
Talon			
Cortical / naturel	48	74	122
Lisse	135	138	273
Dièdre	57	33	90
Chapeau de gendarme	62	10	72
Facetté	186	88	274
Linéaire	10	6	16
Punctiforme	2	1	3
Ôté	27	16	43
Surbaissement corniche			
Petits enlèvements	253	120	373
Enlèvements précédents			
Centripètes	194	120	314
Unidirectionnels	64	131	195
Unidir. Convergents	248	62	310
Bidirectionnels	12	18	30
Multidirectionnels	8	13	21
Absents / non lisibles	1	22	23

Tableau 42 – Caractéristiques générales des supports débités du niveau T d'El Guettar

Les données du Tableau 42 mettent en évidence **une recherche d'allongement, de rectitude, de finesse et de convergence des supports débités** provenant, pour rappel, de structures de débitage associées au concept Levallois (Figure 169).

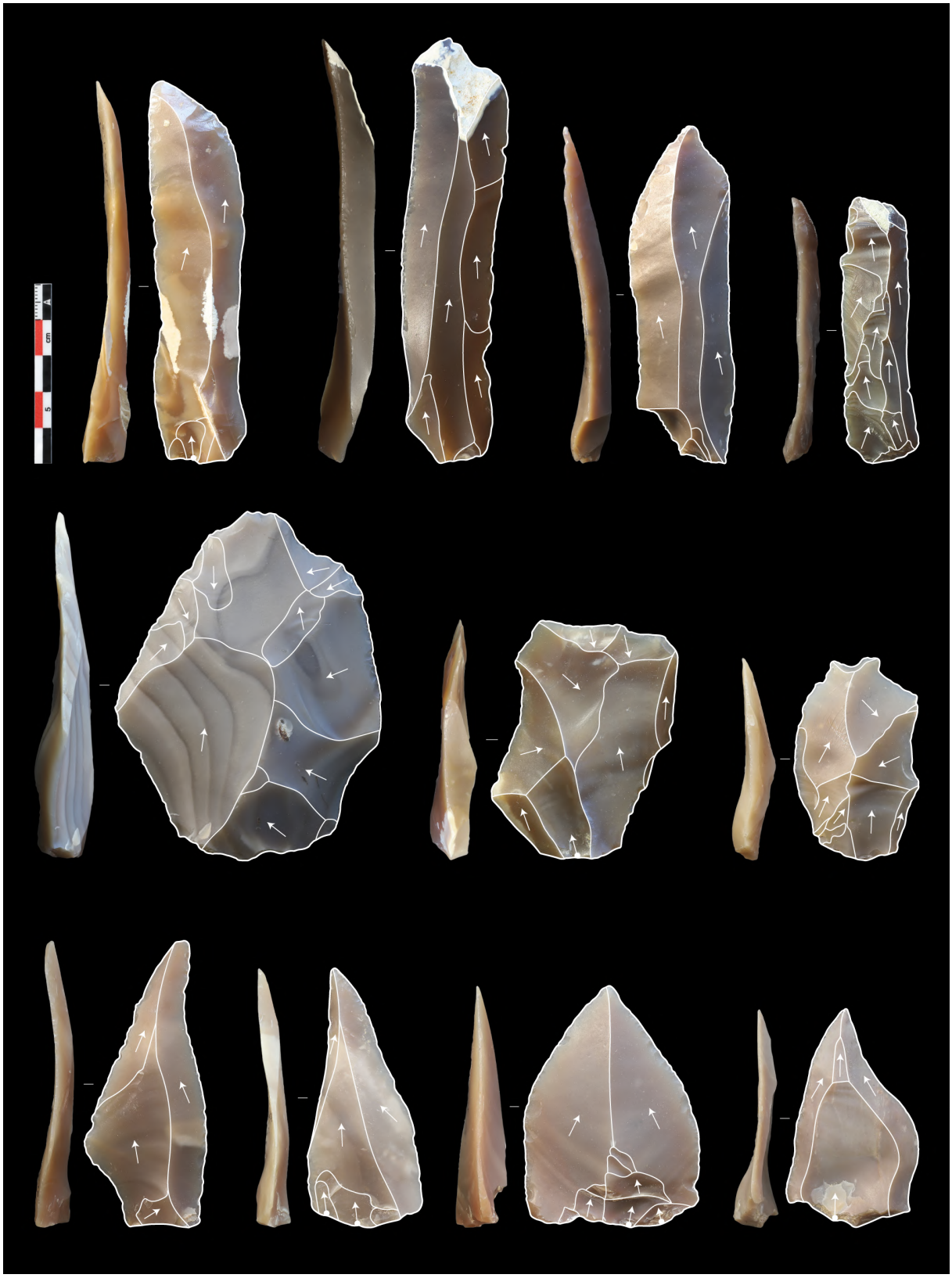


Figure 169 – Supports Levallois du niveau T d'El Guettar, par ligne : lames, éclats et pointes

- La longueur

Les supports mesurent en moyenne entre 5 et 7 cm de long, 3 à 4 cm de large et moins d'un centimètre d'épaisseur, qu'ils soient prédéterminés ou prédéterminants. Leur morphologie générale est normale (n = 523) mais la présence élevée de produits allongés (n = 301) qui ne correspondent pas uniquement à des lames mais également à des éclats et à des pointes, souligne la volonté des artisans de produire une gamme de supports offrant de grandes longueurs de tranchants.

Les supports possèdent des convexités latérales et distales relativement marquées, typiques de l'architecture Levallois et destinées à contrôler l'extension de l'onde de choc pour créer la silhouette souhaitée. Toutefois, les convexités distales sont souvent peu prononcées voire absentes, en particulier chez les éléments laminaires. La mise en lien de cette observation avec le nombre important de réfléchissements distaux (n = 152) et de profils bombés (n = 115) renforce l'idée d'une volonté délibérée de produire des supports longs, indépendamment de leur morphologie. Il semble en effet que « *sur les pièces où la convexité distale n'est pas soigneusement préparée, le contrôle distal existe de façon à obtenir un réfléchissement* » (Boëda 2021). Le caractère récurrent de ce réfléchissement exclut sa nature accidentelle en faveur d'un phénomène intentionnel.

Les supports allongés sont essentiellement obtenus par les méthodes unipolaires, les supports normaux par les méthodes unipolaires et centripète et les supports les plus courts (trapus) par la méthode centripète (Tableau 43). Cela pose la question d'un **schéma de réduction au sein du débitage et d'économie des matériaux**, avec un passage des pièces de grandes dimensions issues des méthodes unipolaires en début de chaîne opératoire, à des pièces de moyennes dimensions obtenues par des méthodes mixtes (unidirectionnelles et centripètes), puis à des pièces de petites dimensions issues de la méthode centripète en fin de chaîne. Cela pourrait suggérer que **dès le débitage, la morphologie des supports est pensée en fonction de la fonctionnalisation de l'outil, avec des mises en forme spécifiques** qui répondent au besoin de produire des supports aux longueurs de tranchants variables.

Direction des enlèvements en fonction de l'allongement (n = 893)			
Enlèvements précédents	**Supports allongés**	**Supports normaux**	**Supports trapus**
Centripètes	81	**197**	**36**
Unidirectionnels	58	118	19
Unidir. Convergents	**141**	162	7
Bidirectionnels	11	18	1
Multidirectionnels	3	15	3
Absents / non lisibles	7	13	3

Tableau 43 – Direction des enlèvements par type d'allongement

Les technotypes établis indiquent toutefois qu'il n'y a pas de norme dimensionnelle spécifique pour un groupe d'outil donné. Les caractères morphotechniques des UTF-t se manifestent de manière similaire à travers les différentes classes dimensionnelles. Bien que les supports allongés semblent être tout particulièrement recherchés lors de la production, il n'y a pas de modes de fonctionnement définis en fonction de la dimension du support.

- La rectitude et la finesse

Les supports sont très rectilignes (n = 611) et fins (6-12 mm) (Tableau 42). Leur face inférieure est peu bombée, avec un bulbe peu proéminent et diffus. Les convexités latérales peuvent être marquées sur certaines pièces mais elles ne forment pas pour autant de pans abrupts. Cela indique **un contrôle très précis de la morphologie de profil au débitage**.

Cette rectitude se retrouve chez la majorité des UTF-t, avec des profils présentant des délinéations droites. De même, les angles de coupe des UTF-t sont généralement peu ouverts mais fins à semi-abrupts (30-45°).

- La convergence

L'utilisation de la méthode unipolaire convergente est importante dans la série (n = 310 ; Tableau 42). Si celle-ci permet notamment d'obtenir des pointes, elle est appliquée pour produire une large gamme de supports : des éclats, des lames, des pointes (Tableau 44). Les lames montrent une prédominance de préparations unipolaires convergentes. Pourtant, peu d'entre elles possèdent une partie distale pointue, celle-ci étant plutôt droite, arrondie ou irrégulière. Ainsi, le recours à cette méthode n'est pas nécessairement lié à une recherche de convergence. Cela illustre plutôt une **faible variabilité dans le débitage, avec des solutions techniques peu variées, mais qui permettent d'obtenir une gamme diversifiée de produits**.

Direction des enlèvements en fonction du support - hors indéterminés (n = 859)			
Enlèvements précédents	**Éclats**	**Lames**	**Pointes**
Centripètes	**278**	22	0
Unidirectionnels	170	21	2
Unidir. Convergents	181	**75**	**35**
Bidirectionnels	25	6	0
Multidirectionnels	19	2	0
Absents / non lisibles	23	0	0

Tableau 44 – Direction des enlèvements par type de supports

En ce qui concerne les technotypes, la méthode unipolaire convergente a été la plus employée pour l'obtention des différents types d'outils (Tableau 45). Elle est présente dans tous les technotypes. Ceux à UTF-t *bords* sont d'avantage associés à des supports préparés par des enlèvements centripètes, tandis que l'on observe une **étroite corrélation entre les supports à préparations convergentes et les technotypes d'outils à UTF-t convergentes**. Cela suggère que **la méthode de production influence le type d'UTF-t recherché**.

	Direction des enlèvements en fonction des technotypes														
	Technotypes														
	UTF-t non convergentes										UTF-t convergentes				
Enlèvements précédents	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**	**TOTAL**
Centripètes	**34**	**16**	**4**	21	**7**	32	**3**	**17**	5	**4**	14	15	5	16	193
Unidirectionnels	22	15	1	**29**	4	19	2	4	2	3	8	8	3	10	130
Unidir. Convergents	24	8	2	16	1	**52**	2	4	**7**	3	**62**	**34**	**19**	**35**	**269**
Bidirectionnels	3	1	1	2	1	4			2	1		2	1	3	21
Multidirectionnels	1	1	1	1		3			1		1		1	1	11
Absents / non lisibles	3	2	2	2		1				2	1			3	16
TOTAL	87	43	11	71	13	111	7	25	17	13	86	59	29	68	640

Tableau 45 – Direction des enlèvements par technotype

- Les parties préhensibles

Un important investissement dans la mise en forme des plans de frappe a été constaté à travers différents types d'aménagement :

- Le facettage des talons (n = 274) et la préparation en chapeau de gendarme (n = 72), qui permettent de dégager une saillie dans la zone centrale du plan de frappe et assurent l'efficacité du point d'impact lors de la percussion ;
- Les petits enlèvements basilaires fins (n = 373), qui permettent le surbaissement de la corniche.

Si ces aménagements remplissent des fonctions techniques lors du débitage, nous avons également observé qu'ils peuvent jouer un rôle dans la mise en place du CP. Certains auteurs ont souligné le fort degré de standardisation des talons en « chapeau de gendarme » et des dos débordants dans les séries moustériennes (*i.e.* Boëda 2013 ; Baëna *et al*. 2016). Selon eux, cela pourrait indiquer l'existence d'une **prédétermination de la partie préhensible au stade de la production**. La récurrence de ces éléments à El Guettar semble appuyer cette hypothèse.

b. Que montrent les nucléi ?

Le nombre de nucléi est limité en comparaison du nombre de supports. Sur les 68 nucléi présents dans le corpus, 63 sont de facture Levallois (Figure 170). Les 5 nucléi restants sont à gestion multifaciale. Ils sont de petites dimensions (3,5-7 cm de long x 3,5-5 cm de large x 3,5-4 cm d'épaisseur) et leur observation attentive n'a pas permis d'identifier des normes qui leur serait communes. En outre, ils présentent de nombreux accidents : rebroussés, marques de percussions répétées trahissant une insistance à des endroits qui ne permettent pas l'extraction d'un support en raison d'une mauvaise angulation. L'ensemble de ces éléments permet de poser raisonnablement l'hypothèse de débitage liés à des débutants.

Nucléi Levallois (n = 63)									
Dimensions (mm)		**Matrice**		**Surface de préparation**		**Surface de production**		**Dernier support recherché**	
Longueur		Éclat	23	***Morphologie***		***Morphologie***		***Type***	
Min.	39	Rognon	19	Bombée	31	Bombée	34	Éclat	62
Q1	52	Galet	2	Conique	14	Conique	2	Pointe	1
Médiane	57	Indéterminée	19	Plane	12	Plane	27	***Longueur***	
Q3	68			Irrég / autre	6	***Implantation si éclat***		Min.	13
Max.	120			***Cortex résiduel***		Face inférieure	16	Q1	21
Largeur				0%	18	Face supérieure	7	Médiane	28
Min.	34			< 25%	11	***Cortex résiduel***		Q3	40
Q1	43			25-50%	4	0%	56	Max.	66
Médiane	50			50-75%	11	< 25%	7	***Largeur***	
Q3	57			>75%	19	***Direction enlèvements***		Min.	8
Max.	115			***Enlèvements***		Centripètes	62	Q1	22
Épaisseur				Périphériques	34	Unidir. Convergents	1	Médiane	26
Min.	12			Envahissants	29	***Convexités***		Q3	39
Q1	15			***Convexités***		0/3	7	Max.	58
Médiane	19			1/4	3	1/3	9	***Rapport L/l***	
Q3	24			2/4	5	2/3	19	< 1	25
Max.	63			3/4	27	3/3	28	1-1,5	8
Rapport L/l				4/4	28			> 1,5	7
< 1,5	38			***Facettage visible***					
> 1,5	7			Oui	19				

Tableau 46 – Caractéristiques des nucléi Levallois

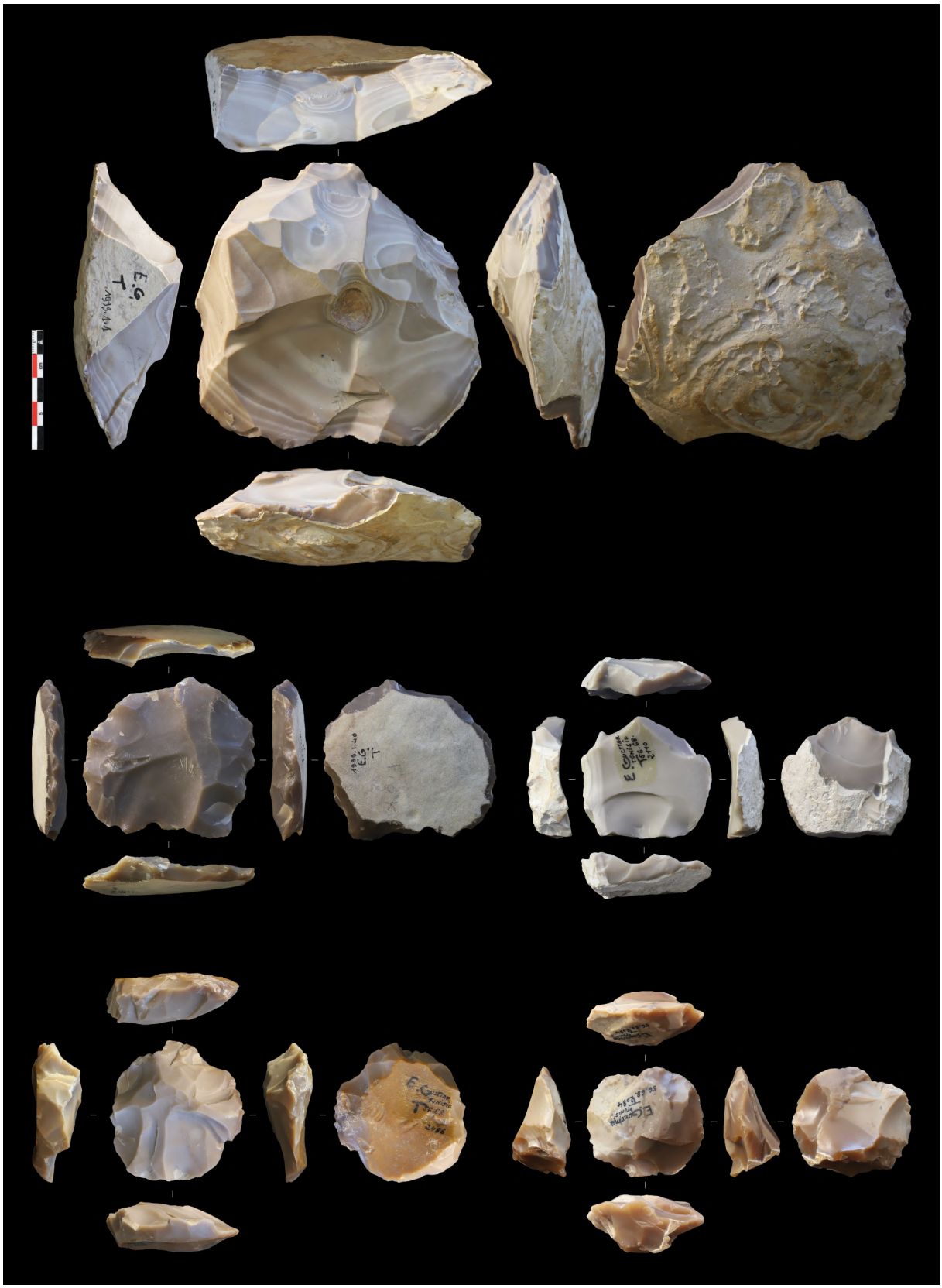


Figure 170 – Nucléi Levallois du niveau T d'El Guettar

- Description générale

Dimensions :

Les nucléi Levallois sont en général de petites dimensions (5-7 cm x 4,5-6 cm x 1,5-2,5 cm). Il s'agit de nucléi Levallois centripètes poussés à exhaustion. Leur morphologie est circulaire et non allongée, en carapace de tortue (*tortoise core*). Les matrices de départ sont majoritairement des éclats (nucléi-éclats), puis des rognons et en moindre mesure des galets.

Surface de préparation :

La surface de préparation est en général peu investie, montrant des négatifs d'enlèvements cantonnés au pourtour. Le cortex et les surfaces naturelles résiduelles sont importants. Néanmoins, les enlèvements périphériques suffisent à mettre en place les convexités de cette face. La morphologie créée est en générale bombée. Cette surface de plan de frappe est bien préparée pour le débitage puisque le facettage est visible sur 19 pièces.

Surface de production :

L'aménagement de la surface de production est effectué par des enlèvements de direction centripète. Ces enlèvements prédéterminants débarrassent la surface de son cortex et permettent l'installation de bonnes convexités latérales et distales. La morphologie de cette surface est en général soit bombée, car réalisée sur la face inférieure d'un éclat et naturellement convexe, soit au contraire très plane, si les convexités sont peu marquées.

Supports recherchés :

Les éclats prédéterminés détachés sont en général envahissants, emportant une partie des convexités latérales, de morphologie trapue et de petites dimensions (2-4 cm de long x 2-4 cm de large). Certains d'entre eux sont morphologiquement des éclats Kombewa lorsqu'ils ont été débités depuis la face inférieure d'un éclat.

Un nucléi peut être associé à une production de pointes (Figure 171 [a]). Il est de morphologie en éventail plat et montre sur sa surface de production des enlèvements laminaires à préparation convergente marquée et à rythme 1-3-2 ou 2-3-1.

Aussi, un nucléus présente des négatifs d'enlèvements laminaires / lames sur ses « flancs », postérieurs aux enlèvements de la surface de production Levallois (Figure 171 [b]). Ces enlèvements n'ont rien à voir avec la surface d'exploitation de ce nucléus, leur présence n'est pas destinée à remettre en forme les convexités. Il pourrait s'agir d'un nucléus à double exploitation avec dans un premier temps, un débitage d'éclats Levallois sur la surface productive Levallois, puis dans un second temps, une réutilisation de la pièce dans le cadre d'un débitage de lames non Levallois en surface réserve.

Abandon :

L'abandon de la poursuite du débitage est souvent multifactoriel. Il peut être dû à :

- Un manque de convexités
- Des surfaces devenues trop abruptes
- Un plan de faiblesse
- Un dernier enlèvement qui a rebroussé et accidenté la surface de production
- Une exhaustion

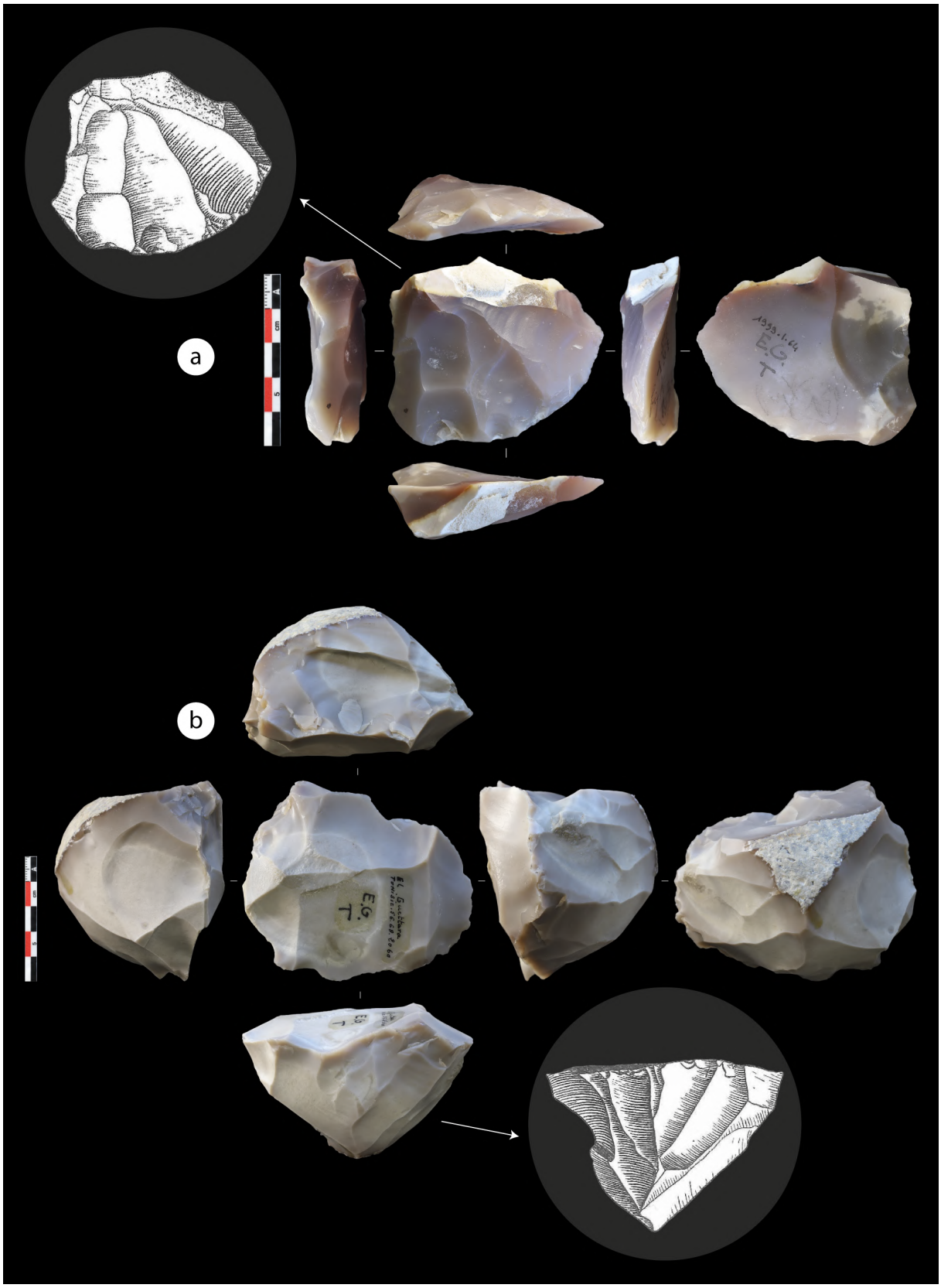


Figure 171 – Nucléi Levallois du niveau T d'El Guettar ; a : à pointes ; b : à éclats sur la face supérieure et lames sur l'un des flancs (dessins techniques : Michel Gruet dans Gruet 1954)

- Mise en lien avec les supports

La mise en lien des nucléi avec les supports met en évidence deux éléments majeurs :

1) Il existe un biais dimensionnel entre les matrices de production et les produits débités ;
2) À l'exception du possible nucléus à pointe, aucun nucléus ne présente de préparation unipolaire, tous sont centripètes.

Cela permet de formuler deux hypothèses interprétatives :

- Un débitage des grands éléments réalisé hors du site. Cette hypothèse est peu probable au vu de la présence très importante des supports prédéterminants (produits d'initiation et de gestion des convexités) (Figure 172).



Figure 172 – Sous-produits techniques Levallois du niveau T d'El Guettar ; dans l'ordre : produit débordant latéral gauche, produit débordant latéral droit, produit débordant distal

- Un processus de réduction progressif, comme mentionné précédemment, commençant en premier lieu par des méthodes unipolaires et évoluant vers une méthode centripète au fur et à mesure de l'exploitation. Sur les petits nucléi ou ceux en fin d'exploitation, la surface de débitage se réduit, rendant l'utilisation des méthodes unipolaires, notamment convergent, moins adaptée. La méthode centripète est alors préférée car elle facilite la remise en forme des convexités. À l'image des outils ayant plusieurs rangs d'affûtage, de nombreux nucléi sont poussés à exhaustion, ce qui peut entraîner des recouvrements d'intentions, les surfaces de débitage précédentes devenant invisibles et les procédés antérieurs non perceptibles. Même si les petits éléments apparaissent en fin de chaîne opératoire, il est important de souligner qu'ils sont recherchés et constituent un objectif important du débitage, au même titre que les grands supports d'outils, comme le prouve la présence de 81 petits éclats et 23 nucléi-éclats.

c. La production en général

Le recours au concept Levallois demande un investissement important dans le débitage, porté par un ensemble strict de règles techniques à respecter (mise en place des convexités, préparations des plans de frappe, etc.). Ces règles sont à l'origine **de la normalisation de caractères morphotechniques dès la phase de production** : morphologie prédéterminée du produit, ergonomie, rectitude, convergence, angle de coupe, partie préhensible.

M. Lepot qualifiait cette pratique de « taille fonctionnelle », en ce sens qu'elle permettait l'intégration d'un certain nombre de caractères fonctionnels de l'outil au stade productionnel (Lepot 1993). E. Boëda parle d'un système de production capable de produire des supports « **au plus proche de l'outil recherché »** (Boëda 2013).

À El Guettar, globalement, **la fonctionnalité de l'outil est fixée dans le schéma opératoire**.

C. La confection

La phase de confection à El Guettar permet :

a. Pour les parties actives

- **Une régularisation ou une rectification d'un ou plusieurs caractère(s)** (angle, délinéation), grâce à une retouche courte qui modifie peu la morphologie générale du bord.

Les données concernant les angulations des bords des UTF-t montrent que la retouche modifie l'angle initial de 5 à 15°, ce qui indique une phase de confection minime ou moyenne et que la plupart des caractères morphotechniques sont acquis au débitage. Cette retouche peut être qualifiée de finalisation ou d'« accommodation » (Rutot 1902). Cela est particulièrement visible sur les supports à UTF-t convergentes, où un bord présente des caractères obtenus au débitage et l'autre non, sur lequel une phase de confection minimale a lieu (Figure 173).

- **Un réaffutage des bords ou un changement de destination fonctionnelle de la pièce**.

Cette hypothèse est plausible en raison du nombre élevé de pièces retouchées à plusieurs rangs d'affûtage, ainsi que de la présence d'outils déjetés et d'outils asymétriques. Il est possible que les pièces aient d'abord été utilisées brutes car les caractères étaient déjà présents, mais qu'une phase de confection ultérieure ait été nécessaire pour garantir la fonctionnalité de la partie active.

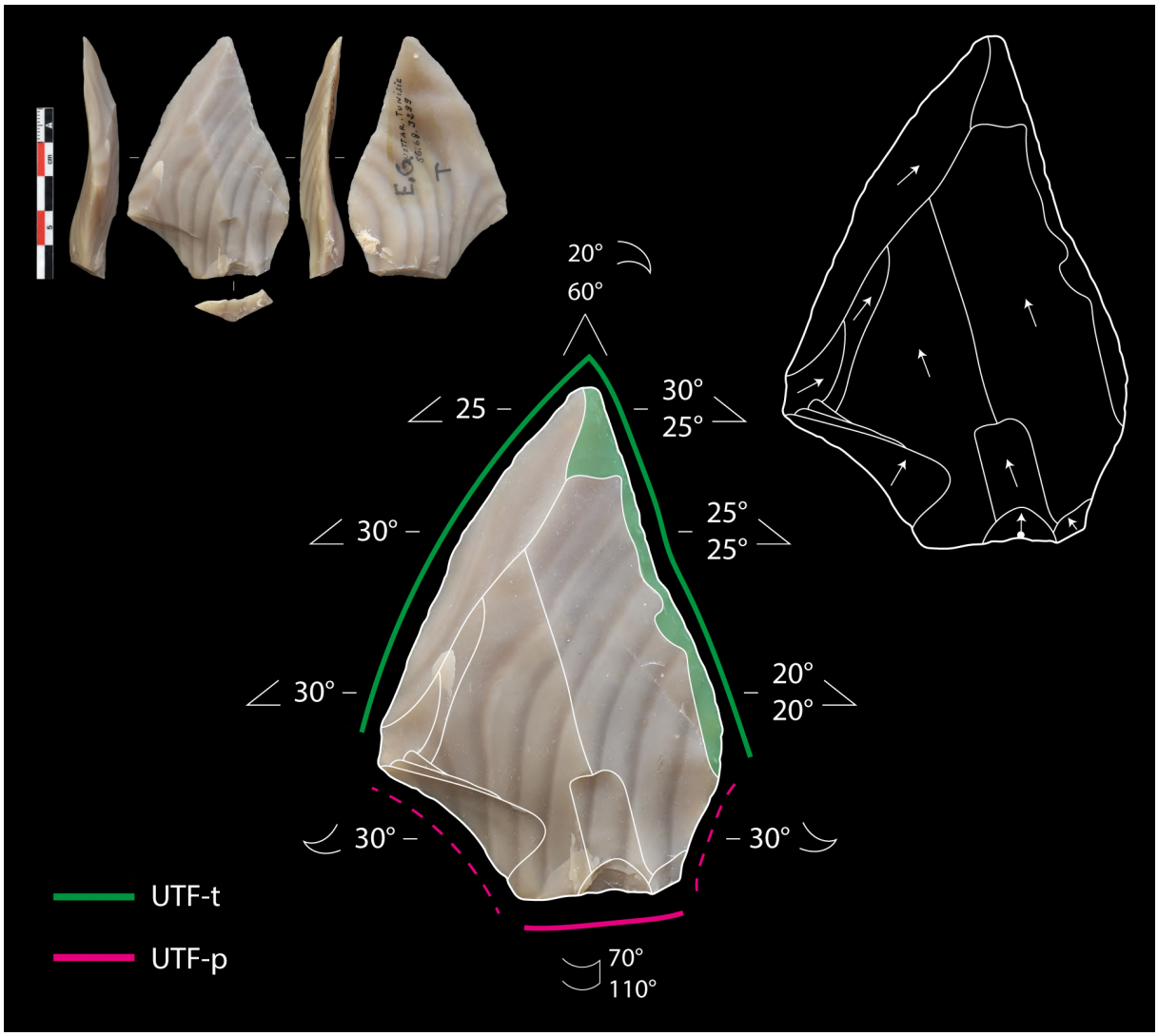


Figure 173 – UTF-t convergente à bord gauche à caractères morphotechniques obtenus entièrement à la production et bord droit en partie à la confection

b. Pour les parties préhensibles

- **Une mise en place de zones destinées à la préhension**.

De nombreux outils possèdent une partie préhensible relativement constante (dos, talons, en particulier ceux en chapeau de gendarme). Toutefois, un petit nombre de dos a été façonné (n = 14), ce qui montre que ce caractère ergonomique n'est pas systématiquement intégré lors de la production.

- **Une mise en place de zones destinées à l'emmanchement**.

Les caractères liés à l'emmanchement ne peuvent pas être créés au moment du débitage, ils sont obtenus lors de la phase de confection. Parmi ceux-ci, on retrouve les amincissements basilaires, les encoches d'emmanchement, les étranglements, les UTF-c et les pédoncules.

Cela marque une différence notable dans la confection des UTF-t et UTF-p, qui mérite d'être soulignée.

Synthèse conclusive et éléments de discussion

I. Rappels des questionnements initiaux

Le questionnement scientifique à l'origine de cette recherche repose sur une double ambition :

- Contribuer à une meilleure compréhension des équipements techniques lithiques du Middle Stone Age nord-africain ;
- Valoriser des collections issues de fouilles archéologiques anciennes, souvent laissées en marge.

Dans ce cadre, la méthode d'analyse structurelle se révèle particulièrement pertinente pour répondre à cette double problématique. Celle-ci permet d'aborder un assemblage en dépassant les exigences classiques de standardisation méthodologique et en transcendant les catégories d'outils traditionnellement définies par la typologie. Cette approche revêt une importance particulière pour la recherche sur le NAMSA, où les distinctions typologiques entre les assemblages demeurent largement utilisées, ce qui engendre une pluralité de systèmes de nomenclature et entraîne une diversité d'interprétations au sein de la communauté scientifique.

II. Les résultats de la recherche

Afin de caractériser au mieux le site d'El Guettar et ses industries lithiques, notre recherche s'est développée autour de plusieurs axes d'étude complémentaires : historiographique, taphonomique, pétroarchéologique, structurel et technologique.

Étant donné que de nombreuses réflexions ont déjà été abordées dans le chapitre des résultats, nous proposons pour chaque axe, une brève synthèse réflexive portant sur les résultats généraux obtenus, les apports méthodologiques, les limites identifiées, ainsi que les perspectives de recherche.

1. Axe historiographique

Un travail de contextualisation sur le site d'El Guettar et le niveau T a été poussé au maximum au regard des données et informations disponibles au moment de notre étude. L'environnement du site, ainsi que sa spécificité en tant que sebkha, ont été caractérisés grâce à l'analyse des données géologiques, géomorphologiques, sédimentologiques, hydrologiques, fauniques et botaniques issues de la littérature non archéologique. Les résultats des fouilles archéologiques ont permis de reconstituer le cadre paléoenvironnemental et biochronologique du site, en particulier du niveau T. La mise en corrélation de toutes ces informations a conduit à une première discussion sur la nature du « tas » (niveau T) et à l'établissement d'une chronologie relative, intégrant ainsi le site dans le cadre conceptuel du Middle Stone Age nord-africain (NAMSA).

2. Axe taphonomique

L'analyse taphonomique des pièces a révélé l'importance de l'intégration des processus taphonomiques dans la compréhension de la conservation des artefacts archéologiques. Nos observations ont permis d'identifier des processus chimiques, mécaniques et thermiques ayant affecté le matériel lithique. Ces données ont contribué à mieux comprendre les conditions environnementales auxquelles les artefacts ont été exposés, notamment l'influence des eaux de ruissellement et des phénomènes de crues dans la région d'El Guettar.

Il est pertinent de rappeler l'enjeu de l'intégrité de cet assemblage d'un point de vue historique, le niveau T ayant été considéré en tant que structure cultuelle par M. Gruet. Les résultats confirment que ce niveau a subi des remaniements post-dépositionnels. Toutefois, les dommages observés sur le matériel lithique ne semblent pas indiquer un transport fluvial violent, suggérant que le niveau T ait pu, à l'origine, constituer une accumulation anthropique. La question qui demeure est de déterminer si cette accumulation est le fait de populations humaines du MIS 5, ou si elle résulte de l'inventeur du site lors de la fouille.

L'approche taphonomique a également été d'une grande valeur pour évaluer l'intégrité des artefacts et distinguer certains stigmates d'altération post-dépositionnelle des traces d'utilisation anthropique. Cependant, des défis subsistent quant à l'analyse fonctionnelle des pièces car les altérations chimiques ont considérablement entravé l'analyse des microtraces fonctionnelles.

Les résultats de cette étude ouvrent plusieurs perspectives de recherche tant sur la collection que sur le terrain. D'une part, une analyse tracéologique poussée pourrait être menée sur les artefacts les mieux conservés, étant donné que de nombreux stigmates macroscopiques ont été observés. D'autre part, des études complémentaires sur les dynamiques sédimentaires et hydrologiques de la région d'El Guettar au Pléistocène pourraient fournir davantage d'éclaircissement sur les processus d'érosion ayant affecté le site.

3. Axe pétroarchéologique

L'étude pétroarchéologique du matériel a permis de mettre en évidence une diversité lithologique importante dans les silicites utilisées par les populations du NAMSA à El Guettar. L'identification de différents types de silex (n = 9), associés à leur provenance gîtologique probable, a révélé des choix techniques et économiques de la part des artisans préhistoriques. Nous avons identifié des rayons potentiels de collecte de plus de 50 km.

Cette approche a également montré comment la qualité du matériau et ses caractéristiques pétrographiques ont pu influencer les méthodes de taille employées, telles que le concept Levallois. Les silex collectés en position secondaire, notamment ceux issus des alluvions, étaient privilégiés en raison de leur meilleure aptitude à la taille, renforçant l'idée d'une sélection matérielle délibérée.

Bien que les résultats obtenus soient significatifs en raison de la rareté des études pétroarchéologiques en Afrique du Nord, certaines limites doivent être soulignées, la comparaison entre les matériaux archéologiques et les gîtes potentiels n'ayant pu être complètement aboutie (les prospections pétrographiques n'ayant pas été menées et les référentiels pétroarchéologiques n'étant pas les mêmes). Ce travail pose les bases pour de futures recherches plus approfondies qui permettraient d'affiner l'identification des origines des

silex et une meilleure compréhension des circuits d'approvisionnement et des réseaux de mobilité des populations du NAMSA.

4. Axe structurel

L'analyse structurelle des outils a apporté des informations précieuses sur l'organisation technique et économique des artisans d'El Guettar, complétant et apportant de nouvelles informations par rapport à une analyse typologique classique. En se focalisant sur les intentions techniques derrière la conception des outils, cette méthode a mis en lumière des éléments importants tels que les asymétries fonctionnelles, les cycles de réaffûtage et la réutilisation des supports. Ces observations offrent une compréhension plus approfondie de la fabrication, de l'utilisation et de la réutilisation des outils.

L'analyse des affûtages a révélé une gestion minutieuse des matériaux, illustrant la capacité des artisans à prolonger la durée de vie des outils à travers des cycles de réaffûtage et de transformation. Ce processus témoigne d'une économie sophistiquée des ressources lithiques, avec une réutilisation fréquente de supports anciens.

L'étude des contacts transformatifs et préhensibles a également montré des choix techniques précis dans la confection des outils. Globalement, les pièces présentent des tranchants convexes ou droits, avec des profils très rectilignes, de taille moyenne à grande, des sections biplanes et des angulations semi-abruptes à abruptes, couvrant tout le bord de l'outil. La confection est réalisée par une retouche directe écailleuse en un ou deux rangs d'affûtage, modifiant peu les caractères techniques obtenus lors de la phase de production. Il en ressort une manière de faire commune, appliquée de manière uniforme, quel que soit le type d'outil recherché par les artisans d'El Guettar.

L'analyse structurelle a également révélé des schémas clairs d'organisation fonctionnelle des outils selon des agencements de parties actives et de parties préhensibles, apportant une lecture nouvelle des objets en tant que « technotypes ». Parmi les 14 technotypes identifiés, certains montrent des possibilités multiples de fonctionnement selon le schème d'utilisation envisagé, soulignant la polyfonctionnalité des outils.

Un autre axe de recherche prometteur réside dans l'étude des modalités d'emmanchement, suggérées par les asymétries observées sur certains outils, ainsi que par les encoches (n = 23) et les unités techno-fonctionnelles de construction (UTF-c) (n = 124).

La limite de cette méthode réside dans le fait que certaines intentions techniques peuvent nous échapper. Par exemple, de nombreuses pièces de la collection présentent un angle droit à la jonction de deux bords, qui pourrait avoir servi de partie incisive pour des actions telles que le rainurage sur matières dures d'origine animale. Comme l'approche se base sur les observations visuelles, lorsque certains caractères ne sont pas perceptibles, il devient impossible de formuler une interprétation définitive.

5. Axe technologique

L'analyse technologique des supports et nucléi a révélé des schémas clairs de production de supports d'outils au sein de la tradition Levallois et a permis de relier les choix techniques observés sur les supports à la production. Le concept Levallois identifié montre un schéma

opératoire bien maîtrisé qui a structuré la production des éclats, des lames et des pointes. Ce cadre technique strict a permis de produire des outils à morphologie régulière, témoignant d'une gestion soignée des matériaux. L'étude a mis en évidence une standardisation importante des produits, en particulier dans la production de supports allongés, rectilignes et fins. Ces derniers possèdent des bords particulièrement adaptés à l'installation des UTF-t et demandent peu de transformation, la plupart des caractères fonctionnels étant obtenus dès le débitage.

L'analyse des opérations techniques révèle également un opportunisme réfléchi et une affordance de la part des artisans, qui ont su exploiter les caractéristiques naturelles des matériaux disponibles pour minimiser les efforts de transformation et intégrer certains caractères morphotechniques dans la structure des futurs outils (dos par exemple). Cela témoigne d'une démarche consciente et anticipée lors de la sélection des matériaux et d'objectifs fonctionnels très précis.

Certaines limites méthodologiques ont été identifiées en raison des biais inhérents à la collection, tels que les problématiques liées aux collections anciennes et le fait que l'étude n'ait porté que sur une partie de la collection complète du niveau T. Par conséquent, une partie du processus de production échappe encore à une interprétation définitive.

Cet axe ouvre des perspectives prometteuses pour une meilleure compréhension de la dynamique technologique au MSA, notamment à travers une exploration plus fine des choix opératoires et de leur impact sur les produits finis.

6. Plus-value pour le site d'El Guettar et pour le NAMSA

À l'échelle du site d'El Guettar, notre recherche pluridisciplinaire a permis d'atteindre plusieurs objectifs :

- Une meilleure caractérisation générale du site et du niveau T ;
- La valorisation d'une collection tunisienne, celles-ci étant encore trop peu étudiées ;
- La valorisation d'une collection ancienne, ces dernières étant souvent négligées et peu revisitées ;
- Le dépassement des biais liés aux collections anciennes grâce à l'approche structurelle, qui place l'outil au cœur de l'analyse ;
- La production de données inédites sur l'outillage.

En somme, nous avons démontré qu'il était possible, d'un point de vue des comportements techniques et des traditions culturelles, d'écrire une histoire nouvelle à partir d'une collection ancienne.

Les résultats obtenus dans le cadre de notre travail doctoral, en fixant précisément les limites interprétatives d'une fouille ancienne et d'une stratigraphie non datée, permettent d'orienter de façon prospective quelles devraient être les objectifs d'un retour sur le terrain : 1) caractériser les dynamiques sédimentaires pléistocènes du bassin d'El Guettar ; 2) constituer un référentiel lithologique des matières premières ; 3) mener des prospections archéologiques dans des dépôts comparables. Des datations radiométriques permettraient par ailleurs d'intégrer pleinement le site dans le cadre chronoculturel nord-africain existant et de comparer les données obtenues dans ce travail avec des assemblages contemporains.

À une échelle plus large, ce travail contribue à une meilleure compréhension des traditions techniques du NAMSA. L'analyse a permis d'identifier des schémas technologiques et des innovations propres à la période (notamment le concept Levallois, les outils-pointes et l'emmanchement), tout en apportant une nouvelle perspective, structurelle. Elle apporte une plus-value au niveau individuel de l'outil, en proposant une lecture dynamique qui révèle sa structure par l'identification de caractères morphotechniques. À l'échelle de l'assemblage lithique, elle apporte également une valeur ajoutée, en mettant en système les aspects productionnels et fonctionnels, ouvrant ainsi l'accès aux concepts inhérents aux outils.

Les résultats de l'analyse structurelle posent une base solide pour de futures recherches sur l'outillage lithique NAMSA. L'application de cette méthode à d'autres sites de la période pourrait combler certaines lacunes méthodologiques et approfondir des questions comme celle de la variabilité intra-régionale au Maghreb.

III. Confrontation de la méthode structurelle à d'autres méthodes d'étude sur l'outillage

7. La typologie

Comme nous l'avons exprimé en page 47, la typologie tend à amalgamer morphologie et fonctionnement des outils, regroupant sous un même type et un même nom des objets aux réalités fonctionnelles variées. Le tableau ci-dessous (Tableau 47) présente la répartition des types d'outils (typologiques) dans les technotypes identifiés. Il illustre que ces types se retrouvent de manière variable au sein des différents technotypes. Certaines pièces partagent une structure similaire et appartiennent aux mêmes groupes d'outils, alors qu'elles auraient été classées dans des catégories différentes selon la typologie traditionnelle. Ce constat est en partie lié à l'intégration des parties préhensibles dans l'étude de l'outillage, soulignant qu'un outil ne peut être défini uniquement par sa partie active et la morphologie de celle-ci.

Répartition des types d'outils (typologiques) dans les technotypes définis														
Types d'outil / Technotypes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Denticulés	2			4										
Grattoirs		2		1	1			2						
Racloirs simples latéraux	78	8	10	53	11	15		1	1	1	2		1	5
Racloirs simples transversaux	4	33		10	1		1	5		2		1		1
Racloirs doubles						52		1	15	1				
Racloirs doubles conv.						13	3		1		6	4	3	5
Racloirs doubles déj.						5	2	12			7	16	5	14
Racloirs triples										8				1
Pointes moustériennes											62	34	11	31
Pointes pédonculées												1		
Couteaux à dos façonnés			1	2										
Perçoirs											4	3	5	8
Outils composites							1	2		1				1
Autres	3			1		26		2			6		4	2
Total	87	43	11	71	13	111	7	25	17	13	87	59	29	68

Tableau 47 – Répartition des types d'outils d'El Guettar dans les technotypes définis lors de cette étude

8. La tracéologie

La méthode structurelle ne se substitue pas à la méthode fonctionnelle traditionnelle, la tracéologie. Son but n'est pas de déterminer la fonction exacte de l'objet car il est impossible de se prononcer avec certitude sur l'activité réelle qui a été effectuée. Il convient donc de rester prudent quant aux attendus de cette méthode afin d'éviter de surestimer la spécialisation fonctionnelle. Son objectif principal est d'identifier des récurrences structurelles et des objectifs de production au sein des assemblages.

À la suite de cette étude, l'analyse structurelle pourrait orienter des protocoles expérimentaux visant à tester les principales hypothèses fonctionnelles formulées.

L'association de ces deux méthodes constituerait une opportunité d'enrichir les approches actuelles sur les outils lithiques du NAMSA et d'approfondir la compréhension des comportements techniques de manière complémentaire.

9. L'approche structurelle 3D

L'utilisation de la modélisation 3D pour l'étude des industries lithiques s'est amplement développée ces dernières années grâce aux nouvelles avancées technologiques (photogrammétrie, scanners 3D) et a donné lieu à des études de « morphométrie géométrique » (Grosman *et al*. 2008 ; Lycett *et al*. 2010 ; Herzlinger et Grosman 2018 ; Viallet 2019 ; Valletta *et al*. 2020 ; Delpiano et Uthmeier 2020 ; Garcia *et al*. 2020 ; Mesfin *et al*. 2020). Certains auteurs préconisent l'application de ces méthodes à la méthode structurelle pour aller « vers une approche technicofonctionnelle 3D des industries lithiques » (Herisson et Dabrowski 2022). D'après les références bibliographiques citées précédemment et d'après quelques essais réalisés sur des pièces d'El Guettar (à l'aide du scanner 3D Artec Spider et de photogrammétries réalisées sur Agisoft Metashape), nous avons réalisé une courte synthèse des avantages et inconvénients de l'utilisation de la méthode 3D par rapport à la méthode classique.

Avantages :

- Une meilleure précision des mesures d'angulation et de la morphologie des surfaces (concavités, convexités, etc.) ;
- Un accès à de nouveaux paramètres : volume de l'outil, sections, coupes ;
- Une réduction des biais humains : erreurs d'observation, erreurs de mesure ;
- Un outil statistique produisant des mesures objectives, quantitatives et reproductibles ;
- Une comparaison facilitée des outils (similarités et divergences morphologiques) ;
- Une moindre contrainte pour le chercheur à être physiquement sur place tout le temps de l'étude. Une fois la numérisation réalisée, les modèles 3D des artefacts peuvent être analysés à distance, ce qui représente notamment un avantage certain quand les collections sont dispersées.

Inconvénients :

- La numérisation 3D en elle-même est rapide mais l'acquisition et l'analyse des données nécessitent une expertise technique complexe et chronophage (comme le positionnement de repères sur le modèle). Il n'y a pas tellement de gain de temps par rapport à la prise de données manuelles ;

- L’approche classique permet de s’affranchir de toute l’instrumentation nécessaire à la 3D, couteuse et restrictive en termes de mobilité. Un simple pied à coulisse et une loupe binoculaire permettent de travailler directement sur les séries ;
- La qualité des résultats dépend fortement de la résolution des modèles 3D utilisés. Si les artefacts sont numérisés avec une faible résolution, cela peut altérer une analyse fine ;
- L'utilisation de logiciels (comme AGMT3-D) requiert une certaine familiarité avec les technologies de numérisation et les méthodes statistiques, ce qui peut limiter son adoption par les archéologues non formés dans ces domaines ;
- La méthode fonctionne particulièrement bien avec des artefacts avec un certain volume (type macro-outillage). Les pièces fines, comme les supports débités, peuvent poser des difficultés dans la détection (perte de détails) et le placement des repères ;
- La méthode se concentre sur les aspects purement morphologiques, rappelant les limites de la typologie. L'analyse structurelle classique permet une compréhension plus détaillée de l'objet dans son contexte technologique et fonctionnel, en s'appuyant sur une perception sensible de l'artefact à travers l’analyse des unités techno-fonctionnelles.

L’intégration de l’imagerie 3D à l'analyse structurelle traditionnelle représente un atout potentiel pour les recherches futures. Toutefois, nous estimons que l'intégration des modèles 3D doit venir en complément de la méthode classique, qui reste plus appropriée pour saisir les intentions techniques derrière l’artéfact.

IV. Intégration des données dans une perspective plus large des sites du NAMSA

Il est difficile d’établir une comparaison des données avec celles de l’outillage d’autres sites NAMSA, en raison de l’absence de données structurelles disponibles, à l’exception des informations préliminaires du site de Tabelbala (Algérie) (Zejly 2023). Bien que ces données soient en cours de développement, quelques points de comparaison peuvent être envisagés. Par exemple, sur le plan productionnel, N. Zejly a identifié une tendance marquée à la convergence (plus de 65 % des supports), qui se manifeste également dans l'outillage, avec des outils présentant une partie active convergente (racloirs, pointes), comme nous l'avons également observé à El Guettar. Sur le plan structurel, d’après les figures publiées, il semble que l’emmanchement axial latéralisé englobant l'un des bords latéraux concerne les UTF-t convergentes à bords asymétriques. Cet emmanchement est de type pédoncule + bord pour les pièces pédonculées et talon + bord pour les pièces non pédonculées. Une observation similaire a été faite à El Guettar, où les pièces avec des UTF-t convergentes asymétriques présentent une encoche ou une UTF-c adjacentes à l'UTF-t (*ibid*.).

Au-delà de cette étude, la comparaison se limite à des interprétations issues d’observations morphologiques à partir de représentations figurées des pièces (photographies, dessins techniques) et de quelques descriptions fournies par les auteurs. Bien que des similitudes de forme puissent être relevées, cela n’implique pas nécessairement une similarité structurelle des pièces. Cependant, certaines d'entre elles semblent présenter des caractéristiques comparables à celles des pièces d’El Guettar (Figure 174). Par exemple, à Jebel Irhoud, l’assemblage lithique des niveaux 6 et 7 (315-280 ka) est dominé par des éléments convergents, présentant une forte tendance au déjettement et à l’asymétrie (Hublin *et al*. 1987 ; Salih 1995 ; Mc Pherron *et al*. 2019), un phénomène également observé à El Guettar. Cette asymétrie morphologique reflète-

t-elle une asymétrie fonctionnelle liée à l'emmanchement ? À Benzú, une pointe de taille similaire à une autre d'El Guettar présente une morphologie proche, avec une base évasée en trapèze et une pointe triangulaire relativement axiale. L'analyse fonctionnelle de cette pièce a révélé des stigmates dans la partie convergente, considérée comme la zone active (Clemente-Conte *et al*. 2020). Cette pièce semble ainsi partager la même configuration structurelle que celle d'El Guettar, avec un contact transformatif au niveau de la convergence mésio-distale des deux bords et un contact préhensible là où il y a une rupture de délinéation. À Bizmoune, les pièces pédonculées du niveau 4c (149 ka) sont déjetées et asymétriques (Longet 2023). Leur structure suggère-t-elle un emmanchement axial latéralisé, comme celui observé à Tabelbala (Zejly 2023) ? À Ifri n'Ammar, certains racloirs doubles de l'occupation supérieure (130-83 ka) montrent un traitement différencié de leurs bords, avec un bord convexe et l'autre droit (Nami et Moser 2010). Cela pose les mêmes questions que celles soulevées à El Guettar. S'agit-il de deux outils distincts sur un même support ou de deux zones fonctionnelles différentes : UTF-t et UTF-p ? Les auteurs ont également amorcé une réflexion en reliant la production aux outils, observant que les deux tiers des pointes moustériennes des mêmes niveaux ont été confectionnées sur des supports convergents (dont des pointes Levallois), montrant que le critère de convergence est établi dès la phase de débitage.

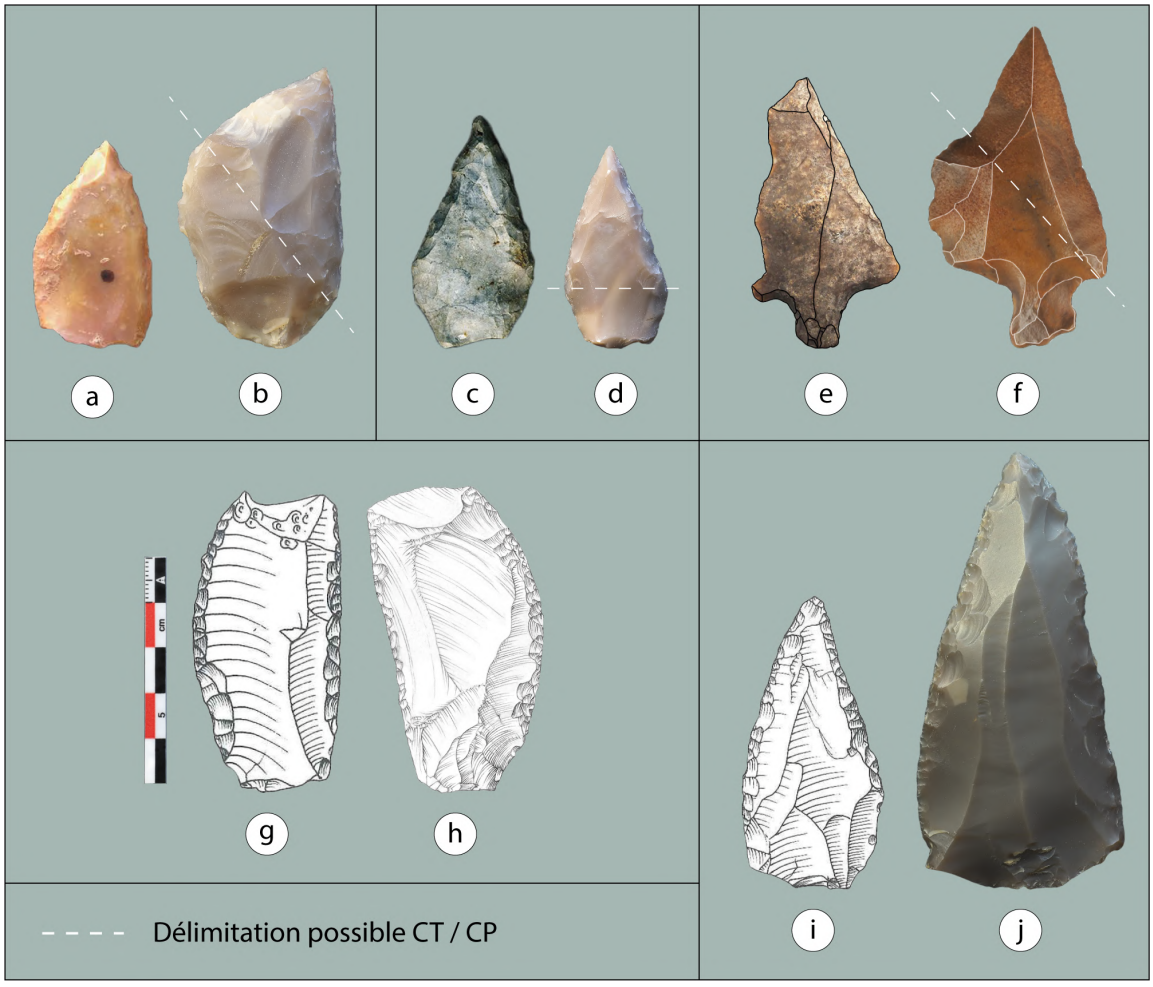


Figure 174 – Similarités des outils NAMSA : a : Jebel Irhoud (Mc Pherron et al. *2019) ; c : Benzú (Clemente-Conte* et al. *2020) ; e : Bizmoune (Longet 2023) ; f : Tabelbala (Zejly 2023) ; g et i : Ifri n'Ammar (Nami et Moser 2010) ; b, d, h, j : El Guettar ; (DAO O. Laroche)*

Cette courte revue comparative suggère déjà la possibilité d'une pérennité des « packages structurels » sur un temps très long, de Jebel Irhoud à 315 ka jusqu'à El Guettar à la fin du MIS 5 (voire au-delà). Des études comparatives utilisant la méthode structurelle pourraient ainsi mettre en évidence les similarités et les différences entre les assemblages lithiques. Cette approche offre une perspective holistique sur les pratiques techniques du NAMSA en matière d'outillage et semble particulièrement pertinence pour ouvrir de nouvelles voies de recherche et affiner notre compréhension des sociétés préhistoriques de cette période.

Ainsi, malgré les aléas liés à la pandémie de la Covid-19 qui a nécessité d'en repenser en partie les contours et les objectifs, ce travail de thèse atteint, nous l'espérons, les ambitions d'une recherche doctorale. Des résultats scientifiques qui nous semblent robustes et argumentés ont été obtenus, sur la base d'une réflexion épistémologique et méthodologique qui a permis de renouveler certains des questionnements scientifiques sur l'interprétation des données archéologiques du MSA et la compréhension des sociétés qui le constituent. En ce qui concerne le site d'El Guettar, important dans l'historiographie de la Préhistoire paléolithique de l'Afrique du Nord et au-delà (Camps 1982), l'exploitation des données anciennes couplée au réexamen taphonomique du matériel, permet de préciser les conditions de mise en place et d'évolution des dépôts. Par l'analyse structurelle, ce sont des intentions techniques qui se révèle, en termes d'ergonomie des parties actives et de solutions techniques pour les emmanchements. Enfin, une rapide confrontation avec les données de la littérature scientifique ouvrent de nombreuses pistes de recherche prometteuses pour les recherches futures sur les séries MSA du nord de l'Afrique.

Toutes ces heures à interroger le matériel lithique du niveau T d'El Guettar auront donc été profitables. Soulignons pour terminer le plaisir de travailler sur une collection confectionnée sur les silex d'une homogénéité et d'une qualité exceptionnelle au service de savoir-faire et de compétences d'une immense maîtrise. S'il n'est scientifique, le bonheur de travailler sur des objets d'une telle qualité n'en n'est pas moins réel.

Références bibliographiques

A

ABID H. (2010) - *Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar (FDR)*, 11 pages

AHMED-DELACROIX N. (2022) - *Autour du Moustérien de type Ferrassie. Une approche structurelle des industries lithiques de Roc-en-Pail et de Combe-Grenal*, Thèse de Doctorat, Université Paris-Nanterre, 1280 pages

ALBRECHT G., MÜLLER-BECK H. (1988) - The Palaeolithic of Sehremuz near Samsat on the Euphrates river. Summary of the excavation fondings and a morphology of the handaxes. *Paléorient*, volume 14, n°2, p.76-86

AMANS A. (2008) - *La collection du site de Krenoussa, Basse Moulouya, Maroc oriental. Contribution à l'étude typo-technologique de l'industrie lithique atérienne,* Rapport de stage de première année de Master, Institut de Paléontologie Humaine*,* 26 pages

ANTOINE M. (1938) - Un cône de résurgence du Paléolithique moyen à Tit-Mellil, près Casablanca. Notes de préhistoire marocaine XIV, *Bulletin de la société préhistorique du Maroc*, n°1-4, p. 3-95

ANTOINE M. (1950) - Notes de préhistoire marocaine : XIX - L'Atérien du Maroc atlantique, sa place dans la chronologie nord-africaine*, Bulletin de la société préhistorique du Maroc*, p. 5-47

AOUADI-ABDELJAOUAD N. et BELHOUCHET L. (2008) - Recent Prehistoric field research in Central Tunisia : prehistoric occupations in the Meknassy basin, *African Archaeological Review,* Volume 25, p. 75 à 85

AOUADI N., BELHOUCHET L. (2010) - *Rapport des fouilles à El Guettar*, Institut National du Patrimoine, non publié, 9 pages

AOUADI-ABDELJAOUAD N. et BELHOUCHET L. (2012) - Middle Stone Age in Tunisia : present status of knowledge and recent advances, *Modern Origins : A North African Perspective,* Chapitre 10, p. 143 à 155

AOUADI N. (2014), *Recherches sur les faunes du Paléolithique moyen (Pléistocène supérieur) en Tunisie : Paléontologie, Paléoécologie, Paléoenvironnement, Comportements de subsistance*, Thèse d'HDR, 612 pages

AOUADI N. *et al*. (2021) - The « Hermaïon » of El Guettar site (El Guettar, Gafsa, Southwest Tunisia) : between myth and archaeological findings, *Africa*, p. 7-21

AOUADI-ABDELJAOUAD N. (2022) - Contribution à la connaissance des occupations préhistoriques au Pléistocène supérieur en Tunisie, *L'Anthropologie,* Volume 126, 30 pages

AOURAGHE H. (2006) - Histoire du peuplement paléolithique de l'Afrique du Nord et dynamique des interactions entre l'homme et son environnement, *Comptes Rendus Palevol,* Volume 5, p. 237 à 242

AOURAGHE H., OUCHAOU B. (2011) - Principaux marqueurs biostratigraphiques quaternaires au Maghreb : les faunes de Mammifères, *Actes du 1er colloque international de Préhistoire Maghrébine*, 2007, tome I, p. 15-20

ASSEFA G. *et al.* (2008) - Effect of variety and harvesting management on the concentration of tannins and alkaloids in tagasaste (Chamaecytisus palmensis), *Animal Feed Science and Technology,* Volume 144, p. 242 à 256

AUMASSIP G. (2004) - *Préhistoire du sahara et de ses abords, Maisonneuve & Larose, Paris,* 381 pages

B

BAENA J. *et al*. (2016) - To grip or not to grip : an experimental approach for understanding the use of prehensile areas in mousterian tools, *Boletín de Arqueología Experimental*, n°11, p. 200-218

BALOUT L. (1955) - *Préhistoire de l'Afrique du Nord : essai de chronologie*, Arts et métiers graphiques, Paris, 545 pages

BALOUT L. (1965a) - Données nouvelles sur le problème du Moustérien en Afrique du Nord, *Actes du Vème Congrès panafricain de Préhistoire et de l'étude du Quaternaire*, Tenerife, 1963, tome I, p. 137-145

BALOUT L. (1965b) - Le Moustérien du Maghreb, *Quaternaria*, n°7, p. 43-58

BALOUT L. (1967) - L'homme préhistorique de la Méditerranée occidentale, *Revue de l'Occident musulman et de la Méditerranée*, n°3, p. 9-29

BAR-YOSEF MAYER D.-E., VANDERMEERSCH B., BAR-YOSEF O. (2009) - Shells and ochre in Middle Paleolithic Qafzeh Cave, Israel: indications for modern behavior, *Journal of Human Evolution*, n°56, p. 307-314

BARTON R.N.E. *et al.* (2016) - Reconsidering the MSA to LSA transition at Taforalt Cave (Morocco) in the light of new multi-proxy dating evidence, *Quaternary International,* volume 413, part A, p. 36 à 49

BARTON R.N.E. et D'ERRICO F. (2012) - North African origins of symbolically mediated behaviour and the Aterian, *Developments in Quaternary Sciences,* volume 16, chapitre 3, p. 23 à 34

BAUD P., BOURGEAT S., BRAS C. (2013) - *Dictionnaire de géographie*, Hatier, 608 pages

BELHOUCHET L. (2015) - *Apport de la pétroarchéologie du silex pour la compréhension du peuplement préhistorique de la Tunisie centrale et méridionale*, Dossier pour l'obtention du diplôme de l'habilitation universitaire, Université de Tunis I

BEN AROUS E. (2019) - *Chronologie des peuplements humains en Afrique du Nord-Ouest au Pléistocène supérieur : approche chronologique multi-méthodes (ESR/US, OSL et ^{14}C) appliquée aux sites de Rabat-Témara,* Thèse de Doctorat, Muséum national d'histoire naturelle*,* 410 pages

BEN AROUS E. *et al.* (2020) - Combined US-ESR dating of fossil teeth from El Harhoura 2 cave (Morocco): New data about the end of the MSA in Temara region, *Quaternary International,* volume 556, p. 58 à 65

BEN AROUS E. *et al.* (2022) - An improved chronology for the Middle Stone Age at El Mnasra cave, Morocco, *PLoS ONE,* n°17, 28 pages

BEN AROUS E. *et al.* (2025) - The Upper Pleistocene Archaeology of northern Africa (Middle and Later Stone Age, from the western Maghreb to the Nile Valley, *Encyclopedia of Quaternary Science, 3rd Edition,* volume 1, p. 108 à 122

BEYRIES S. (1984) - *Approche fonctionnelle de la variabilité des différents faciès du Moustérien*, Thèse de Doctorat, Université de Paris X-Nanterre, 306 pages

BEYRIES S. (1987) - Quelques exemples de stigmates d'emmanchements observés sur des outils du Paléolithique moyen, *La main et l'outil. Manches et emmanchements préhistoriques*, Table ronde C.N.R.S., Lyon, 1984, p. 55-62

BENSA A. (1996) - A propos de la technologie culturelle. Entretien avec Robert Cresswell, *Genèses. Sciences sociales et histoire*, n°24, p. 120-136

BINFORD L. (1966) - A preliminary analysis of functional variability in the Mousterian of Levallois facies, *Journal of the American anthropological association,* volume 68, p. 238 à 295

BINFORD L. (1973) - Interassemblage variability - the Mousterian and the 'functional' argument, *The explanation of culture change : Models in Prehistory*, University of Pittsburgh Press**,** p. 227-254

BLANCHET C. *et al*. (2021) - Drivers of river reactivation in North Africa during the last glacial cycle, *Nature Geoscience*, volume 14, p. 97-103

BLINKHORN J. et GROVE M. (2021) - Explanations of variability in Middle Stone Age stone tool assemblage composition and raw material use in Eastern Africa, *Archaeological and Anthropological Sciences*, volume 13, 18 pages

BOËDA E. (1991) - Approche de la variabilité des systèmes de production lithique des industries du Paléolithique inférieur et moyen : chronique d'une variabilité attendue, *Technique et Culture*, n°17-18, p. 37-79

BOËDA E. (1994) - *Le concept Levallois : variabilité des méthodes*, Monographie du CRA 9, CNRS Éditions, Paris, 280 pages

BOËDA E. (1997) - *Technogénèse de systèmes de production lithique au Paléolithique inférieur et moyen en Europe occidentale et Proche-Orient*, Habilitation à diriger des recherches, Université de Paris X - Nanterre, 2 volumes, 173 pages

BOËDA E. (2001) - Détermination des unités techno-fonctionnelles de pièces bifaciales provenant de la couche acheuléenne C'3 base du site de Barbas I, Cliquet D. (Dir.), *Les industries à outils bifaciaux au Paléolithique moyen d'Europe occidentale*, Actes de la table ronde internationale, Caen (Basse-Normandie, France) le 14-15 octobre 1999, Liège, ERAUL 98, p. 51-76

BOËDA E. (2005) - Paléo-technologie ou anthropologie des techniques ? *Arob@se*, volume 1, p. 46- 64.

BOËDA E. (2013) - *Techno-logique & Technologie. Une Paléo-histoire des objets lithiques tranchants*, Archeo-editions, Lormont, 266 pages

BOËDA E. (2021) - *Le phénomène technique en préhistoire. Une réflexion épistémologique à partir et autour du Levallois*, Éditions l'Harmattan, 192 pages

BOËDA E. *et al*. (2021) - 24.0 kyr cal BP stone artefact from Valeda Pedra Furada, Piauí, Brazil : Techno-functional analysis, *PLoS ONE*, 16(3), 27 pages

BOËDA E, RAMOS M. (2017) - *The affordance : a conceptual tool for a better understanding of the tools*, 11th Symposium on knappable materials, Necochea

BOISARD S. et BEN AROUS E. (2024) - A critical inventory and associated chronology of the Middle Stone Age and Later Stone Age in Northwest Africa, *Journal of open archaeology data,* 12 : 5, p. 1-14

BONILAURI S. (2010) - *Les outils du Paléolithique moyen : une mémoire technique oubliée ? Approche techno-fonctionnelle appliquée à un assemblage lithique de : conception Levallois provenant du site d'Umm el Tlel (Syrie centrale),* Thèse de Doctorat, Université Paris Ouest-Nanterre la Défense, 2 volumes, 429 pages

BORDES F. (1950) - Principe d'une méthode d'étude des techniques de débitage et de la typologie du paléolithique ancien et moyen, *L'Anthropologie*, n° 54, p. 19-34

BORDES F. (1953) - Essai de classification des industries « moustériennes », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome L, n°7-8, p. 457-466

BORDES F. (1961) - *Typologie du Paléolithique ancien et moyen*, Presses du CNRS, Paris, 219 pages

BORDES F. (1975) - Le gisement du Pech de l'Azé IV, note préliminaire, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome LXXII, p 293-308

BORDES F. (1976) - Moustérien et Atérien, *Quaternaria*, tome XIX, p. 19-34

BORDES F. (1980) - Le débitage Levallois et ses variantes, *Bulletin de la Société préhistorique française,* tome 77, n°2, p. 45 à 49

BOURGUIGNON L. (1997) - *Le Moustérien de type Quina : nouvelle définition d'une entité technique*, Thèse de Doctorat, Université de Paris X-Nanterre, 2 tomes, 672 pages

BOUZOUGGAR A. (1997) - *Matières premières, processus de fabrication et de gestion des supports d'outils dans la séquence atérienne de la grotte d'El Mnasra I (ancienne grotte des Contrebandiers) à Témara (Maroc)*, Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux I, 312 pages

BOUZOUGGAR A., BARTON N. (2012) - The identity and the timing of the Aterian in Morocco, *Modern origins : a North african perspective*, Hublin J-J., McPherron S. (Dir.), p. 93-105

BOUZOUGGAR A. *et al.* (2002) - Étude des ensembles lithiques atériens de la grotte d'El Aliya à Tanger (Maroc), *L'Anthropologie, n°*106, p. 207-248

BOUZOUGGAR A. *et al.* (2007) - 82,000-year-old shell beads from North Africa and implications for the origins of modern human behavior, *PNAS,* volume 104, n°24, p. 9964 à 9969

BOUZOUGGAR A. *et al* (2018) - 90,000 year-old specialised bone technology in the Aterian Middle Stone Age of North Africa, *PLoS ONE, 13(10)*, 17 pages

BOUZOUGGAR A. *et al* (2020) - La Préhistoire, *Archeologie de la Peninsule Tingitane Prospections 2017-2018, chapitre 2*, p. 41 à 66

BRACCO J-P., MONTOYA C. (2015) - « Le Paléolithique supérieur en Europe occidentale, de la construction des cadres classiques aux interrogations actuelles », *La Préhistoire de l'Europe occidentale, un bilan des connaissances à l'aube du IIIe millénaire*, J. Gagnepain (dir.), musée de Préhistoire des gorges du Verdon, Conseil départemental des Alpes de Haute-Provence, p. 75-86

BURRONI, D., *et al.* (2002) - The surface features of flint artefacts as a record of environmentals processes. *Journal of Archaeological Science*, n°29, p.1277-1287

BURSAUX (1910) - L'oasis d'El Guettar : ses ressources, sa décadence, *Revue Tunisienne*, n°83, p. 364-373

C

CAMPMAS E. (2012), *Caractérisation de l'occupation des sites de la région de Témara (Maroc) au Pléistocène supérieur et nouvelles données sur la subsistance des hommes du Paléolithique moyen d'Afrique du Nord : exemples des approches taphonomiques et archéozoologiques menées sur les faunes d'El Harhoura 2 et d'El Mnasra*, Thèse de Doctorat, 651 pages

CAMPMAS E. (2017) - Integrating Human-Animal relationships into new data on Aterian complexity : a paradigm shift for the North African Middle Stone Age, *African Archaeological Review,* volume 34, p. 469-491

CAMPMAS E. *et al* (2016) - Initial insights into Aterian hunter–gatherer settlements on coastal landscapes: The example of Unit 8 of El Mnasra Cave (Témara, Morocco), *Quaternary International, volume 413,* part A, p. 5 -20

CAMPMAS E. *et al* (2017) - The role of North Africa in the emergence and development of modern behaviors : an integrated approach, *African Archaeological Review, volume 34,* p. 447-449

CAMPS G. (1973) - L'âge de l'Atérien nord-africain et saharien, *Travaux du laboratoire d'anthropologie de Préhistoire et d'ethnologie des pays de la Méditerranée occidentale*, Université de Provence, p. 29-46

CAMPS G. (1974) - *Les civilisations préhistoriques de l'Afrique du Nord et du Sahara*, Doin, Paris, 374 pages

CAMPS G. (1982) - *La Préhistoire. A la recherche du paradis perdu*, Coll. Histoire et Décadence, Paris, Perrin, 463 pages

CANCELLIERI E. *et al.* (2022) - A late Middle Pleistocene Middle Stone Age sequence identifed at Wadi Lazalim in southern Tunisia, *Scientific Reports, 12,* N°3996, p. 1-12

CANCELLIERI E. *et al* (2016) - Climate, environment, and population dynamics in Pleistocene Sahara, *Africa from MIS 6-2,* p. 123-145

CANCELLIERI E. et DI LERNIA S. (2022) - Middle Stone Age human occupation and dispersals in the Messak plateau (SW Libya, central Sahara), *Quaternary International, volume 300*, p. 142-152

CAPITAN L., BOUDY P. (1906) - Le préhistorique dans le Sud Tunisien, *Comptes rendus du congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques*, Monaco, 1906, tome II, p. 114-118

CARRIERE G. (1886) - Quelques stations préhistoriques de la Province d'Oran, *Bulletin de la société de Géographie et d'Archéologie d'Oran*, tome VI, p. 136-154

CASTAÑEDA I. *et al* (2009) - Wet phases in the Sahara/Sahel region and human migration patterns in North Africa, *PNAS, Volume 106*, N°48, p. 20159-20163

CATON-THOMPSON G. (1946) - The Aterian industry : its place and significance in the Palæolithic World, *The Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland, volume 76*, n°76, p. 87-130

CHAVAILLON J. (1992) - Chapitre 4 : L'Afrique, *In : La préhistoire dans le monde*, Garanger J. Presses Universitaires de France, p. 557-649

CHAZAN M. (1995) - Variability in the Middle Paleolithic of Haua Fteah, Libya, *Paléorient, volume 21*, n°1, p. 65-73

CHEVRIER B. (2012) - *Les assemblages à pièces bifaciales au Pléistocène inférieur et moyen ancien en Afrique de l'Est eu au Proche-Orient. Nouvelle approche du phénomène bifacial appliquée aux problématiques de migrations, de diffusion et d'évolution locale*, Thèse de Doctorat, Université de Paris-Ouest Nanterre la Défense, 864 pages

CLAUD E. (2008) - *Le statut fonctionnel des bifaces au Paléolithique moyen récent dans le Sud-Ouest de la France. Étude tracéologique intégrée des outillages des sites de La Graulet, La Conne de Bergerac, Combe de Brune 2, Fonseigner et Chez-Pinaud/Jonzac*, Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux I, 546 pages

CLAUD E. *et al*. (2019) - Le référentiel des outils lithiques, *Palethnologie*, n°10, p. 56-194

CLARK J. D. (1982) - *The Cambridge History of Africa*, Cambridge University Press, volume 1, 1087 pages

CLARK J. D. (1988) - The middle stone age of east africa and the beginnings of regional identity, *Journal of Worm Prehistory, volume 2*, n°3, p. 235-305

CLARK J. D. *et al.* (1988) - Adrar Bous : archaeology of a central Saharan granitic ring complex in Niger, *Royal Museum for Central Africa*,*Tervuren*, 403 pages

CLEMENTE-CONTE I. *et al.* (2020) - Raw materials, technology and use-wear analysis of scrapers and points of the rock shelter of Benzú, *Quaternary International,* volume 555, p. 6-20

COLLIGNON R. (1886) - Les âges de la pierre en Tunisie, *Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, III° série, tome IX, p. 676-680

COLLIGNON R. (1887) - Les âges de la pierre en Tunisie, *Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme*, tome IV, p. 171-20

COLLINA-GIRARD J. (1975) - Les industries archaïques sur galets des terrasses quaternaires de la Têt et du Tech (Catalogne française), *Géologie Méditerranéenne*, tome III, n°3, p. 183-190

CONARD N. *et al*. (2012) - What is in a name ? Characterising the post-Howieson's Poort at Sidubu, *South African Archaeological Bulletin*, n°67, p. 180-199

COPPE, J., ROTS, V. (2017) - Focus on the target. The importance of a transparent fracture terminology for understanding projectile points and projecting modes. *Journal of Archaeological Science : Reports*, n°12, p. 109-123

COUDENNEAU A. (2013) - *Éléments triangulaires et armes de chasse au Paléolithique moyen. Constats et réflexions à travers l'étude techno-morpho-fonctionnelle de quatre séries d'Europe occidentale*, Thèse de Doctorat, Université de Provence Aix-Marseille, 366 pages

COUILLAULT (1894) - Note sur les stations préhistorique de Gafsa (Tunisie), *L'anthropologie*, tome V, p. 530-541

D

DAUJEARD C. (2019) - *Grands mammifères et premiers hommes en Afrique du Nord : biochronologie, paléoenvironnements et subsistance*, Communication au Colloque du Collège de France, Juin 2019, Paris

DAUVOIS M. (1976) - *Précis de dessin dynamique et structural des industries lithiques préhistoriques*, Pierre Fanlac, 264 pages

DALLONI M. (1955) - La station moustérienne de Retaimia près d'Inkermann (Algérie), *Actes du congrès panafricain de Préhistoire, IIème session, Alger, 1952*, p. 419-427

DEACON J. (1984) - *The Later Stone Age of southernmost Africa*, Oxford : British Archaeological Reports International Series 213

DEBENATH A. *et al.* (1986) - Stratigraphie, habitat, typologie et devenir de l'Atérien marocain : données récentes, *L'Anthropologie*, 90(2), p. 233-246

DEBENATH A. (1992) - Hommes et cultures matérielles de l'Atérien marocain. *L'Anthropologie*, n°96, p. 711-720

DEBENATH A. (1994) - L'Aterien du nord de l'Afrique du Sahara, *Sahara*, volume 6, p. 21-30

DEBENATH A. (2000) - Le peuplement préhistorique du Maroc : données récentes et problémes, *L'Anthropologie*, 104, p. 131-145

DEBRUGE A. (1910) - Le Préhistorique dans la région de Tébessa, *Recueil des notices et mémoires de la société archéologique du département de Constantine*, 5ème série, volume 13, n°44, p. 53-100

DEBRUGE A. (1912) - Les outils pédonculés de la station préhistorique de Ain-el-Mouhaâd, près Tébessa, département de Constantine, *Comptes rendus du 8ème congrès préhistorique de France*, Angoulême, 1912, p. 356-368

DELPECH F. (1983) - Les faunes du Paléolithique supérieur dans le Sud-Ouest de la France, *Cahiers du Quaternaire*, n°6, 453 pages

DELVIGNE V. (2016) - *Géoressources et expressions technoculturelles dans le sud du Massif central au Paléolithique supérieur : des déterminismes et des choix*, Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux, 1293 pages

DELVIGNE V., FERNANDES P., NOIRET. P. (2021) - Quand la pétroarchéologie questionne la notion de site : états de surface et taphonomie des objets lithiques de La Belle-Roche (Sprimont, Prov. de Liège, Belgique), *Comptes Rendus Palevol*, n°41, p. 839-857

DEMARS P-Y., LAURENT P. (1989) - Types d'outils lithiques du Paléolithique supérieur en Europe, *Cahiers du quaternaire*, n°14, 178 pages

DEMENOCAL P. (1995) - Plio-Pleistocene African Climate, *Science*, volume 270, p. 53-59

D'ERRICO F. *et al*. (2009) - Additional evidence on the use of personal ornaments in the Middle Paleolithic of North Africa, *PNAS*, volume 106, n°38, p. 16051-16056

D'ERRICO F. *et al*. (2023) - New Blombos Cave evidence supports a multistep evolutionary scenario for the culturalization of the human body, *Journal of Human Evolution*, volume 184, p. 103438

D'ERRICO F., BACKWELL L. (2016) - Earliest evidence of personal ornaments associated with burial: the Conus shells from Border Cave, *Journal of Human Evolution*, 93, p. 91-108.

DE SONNEVILLE-BORDES D., PERROT J. (1954) - Lexique typologique du Paléolithique supérieur, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome LI, n°7, p. 327-335

DE SONNEVILLE-BORDES D., PERROT J. (1955) - Lexique typologique du Paléolithique supérieur, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome LII, n°1-2, p. 76-79

DE SONNEVILLE-BORDES D., PERROT J. (1956) - Lexique typologique du Paléolithique supérieur, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome LIII, n°9, p. 547-559

DE WEYER L. (2016) - *Systèmes techniques et variabilité fonctionnelle des industries lithiques anciennes. Universaux et variabilité en Afrique de l'Est et en Europe*, Thèse de Doctorat, Université Paris-Ouest Nanterre, 412 pages

DE WEYER L. *et al*. (2022) - Temps, mémoire et altérité en technologie lithique : synthèse et perspectives de l'approche technogénétique française, *Journal of Lithic Studies,* volume 9, n°1, 48 pages

DEMIDENKO Y. *et al*. (2023) - The Nubian Levallois technology in central Syria in the context of the Middle-Upper Palaeolithic transitional period and the IUP variability in the Eastern Mediterranean Levant, *Litikum,* volume 11, p. 9-34

DELPIANO D. et UTHMEIER T. (2020) - Techno-functional and 3D shape analysis applied for investigating the variability of backed tools in the Late Middle Paleolithic of Central Europe, *PLoS ONE,* 15(8)

DGAT (2011), *Atlas du Gouvernorat de Gafsa*, 126 pages

DI LERNIA S. (1999), The cultural sequence, *The Uan Afuda Cave, Hunter-Gatherer Societies of Central Sahara*, S. di Lernia (ed), All'Insegna del Giglio, Firenze, p. 57-130

DIBBLE H. (1987) - The interpretation of Middle Paleolithic scraper morphology, *American antiquity,* 52(1), p. 109-117

DIBBLE H. (1988) - The interpretation of Middle Paleolithic scraper reduction patterns, *Actes du Colloque de Liège : L'Homme de Néandertal, 4 La technique*, Ed. M. Otte, Liège, p. 49-58

DIBBLE H. *et al.* (2013) - On the industrial attributions of the Aterian and Mousterian of the Maghreb, *Journal of Human Evolution,* 64, p. 194-210

DIBBLE H.-L., MCPHERRON S. (2006) - The missing Mousterian, *Current Anthropology*, volume 47, n° 5, p. 777-803

DOERSCHNER N. *et al* (2016) - A New Chronology for Rhafas, Northeast Morocco, Spanning the North African Middle Stone Age through to the Neolithic, *PLoS ONE,* 11(9), 34 pages

DOUKA K. *et al.* (2014) - The chronostratigraphy of the Haua Fteah cave (Cyrenaica, northeast Libya), *Journal of Human Evolution,* volume 66, p. 39-63

DOUZE K. (2011) - L'Afrique de l'Est dans la réflexion globale sur le Middle Stone Age, *Annales d'Éthiopie,* volume 26, p. 15-51

DRAKE N. *et al.* (2008) - Palaeohydrology of the Fazzan Basin and surrounding regions : the last 7 million years, *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology,* volume 263, p. 131-145

DRAKE N. *et al.* (2011) - Ancient watercourses and biogeography of the Sahara explain the peopling of the desert, *PNAS, volume 102*, N°2, p. 458-462

DRAKE N. *et al* (2013) - Palaeoclimate in the Saharan and Arabian Deserts during the Middle Palaeolithic and the Potential for hominin dispersals, *Quaternary International, volume 300*, p. 48-61

DRAKE N. et BREEZE P. (2016) - "Climate Change and Modern Human Occupation of the Sahara from MIS 6-2", *Africa from MIS 6-2: Population Dynamics and Paleoenvironments*, Jones S.C. & Stewart B.A. (eds), Springer Netherlands : Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology, p.103-122

E

ENNOUCHI E. (1962) - Un néanderthalien : l'homme du Jebel Irhoud (Maroc), *L'anthropologie*, tome LXVI, n°3-4, p. 279-299

EL HAJRAOUI M. *et al* (2012) - Préhistoire de la région de Rabat-Témara, *Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine (INSAP), Rabat*, 303 pages

F

FALZETTI S. *et al*. (2017) - From Aterian Notch to Aterian Tang: How to Make a Technological Invention, *The African Archaeological Review*, volume 34, n°4, p. 525-541

FERNANDES P. et RAYNAL J-P. (2010) - Une pétroarchéologie refondée, *Silex et territoires préhistoriques. Avancées des recherches dans le Midi de la France*, Actes de la Table ronde de Lattes, France, 2008, p. 68-81

FERNANDES P. (2012) - *Itinéraires et transformations du silex : une pétroarchéologie refondée, application au Paléolithique moyen*, Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux, 623 pages

FITTE P. (1944) - Un gisement moustérien ancien (Atérien) à Kasserine (Tunisie), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome XLI, n°7-9, p. 123-125

FONTES J. CH. et GASSE F. (1991) - PALHYDAF (Palaeohydrology in Africa) program: objectives, methods, major results, *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology,* volume 84, p. 191-215

FORESTIER H. (2020) - La pierre et son ombre. Épistémologie de la Préhistoire. *Cahiers d'Anthropologie des techniques*, volume 2, L'Harmattan, Paris, 274 pages

G

GARCEA E. (2001) - A reconsideration of the Middle Palaeolithic/Middle Stone Age in Northern Africa after the evidence from the Libyan Sahara, *Uan Tabu in the Settlement History of Libyan Sahara*, p. 25-49

GARCEA E. (2004) - Crossing deserts and avoiding seas : Aterian North African-European relations, *Journal of Anthropological Research*, p. 27-53

GARCEA E. (2012) - Successes and failures of human dispersals from North Africa, *Quaternary International*, volume 270, p. 119-128

GARCEA E. (2012) - Modern Human Desert Adaptations: A Libyan Perspective on the Aterian Complex, *Springer Netherlands*, Dordrecht, p. 127-142

GARCEA E. (2022) - Aperçu critique du Middle Stone Age en Afrique du Nord, *L'Anthropologie*, volume 126, 103022

GARCIA-CASTELLANOS *et al*. (2009) - Catastrophic flood of the Mediterranean after the Messinian salinity crisis, *Nature*, p. 778-782

GARCÍA-MEDRANO *et al*. (2020), Objectifying processes: The use of geometric morphometrics and multivariate analyses on Acheulean tools, *Journal of Lithic Studies*, volume 7, n°1

GENESTE J.-M. (1985) - *Analyse lithique d'industries moustériennes du Périgord : une approche technologique du comportement des groupes humains au Paléolithique moyen*, Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux, 565 pages

GENESTE J.-M. (1991) - Systèmes techniques de production lithique : variations techno-économiques dans les processus de réalisation des outillages paléolithiques, *Techniques & culture*, n°17-18, pages 1-35

GENESTE J-M. et PLISSON H. (1996) - Production et utilisation de l'outillage lithique dans le mousterien du Sud-Ouest de la France : Les Tares à Sourzac, Vallée de l'ISle, Dordogne, *Quaternaria Nova*, Tome VI, p. 343-367

GERAADS D. (2010) - Rhinocerotidae, *Cenozoic Mammals of Africa University of California Press*, p. 669-683

GERAADS D. (2012) - The Faunal context of human evolution in the Late Middle/Late pleistocene of northwestern Africa, *Modern Origins : a North African Perspective*, Hublin, J.-J., McPherron, S. (Eds.), Springer, Dordrecht, p. 49-60

GERAADS D. (2017), Grands Mammifères fossiles du Maroc, *Mammifères sauvages du Maroc. Peuplement, répartition, écologie*, p. 63-72

GOBERT E.G. (1914) - Introduction à la palethnologie tunisienne, *Cahiers d'archéologie tunisienne*, 2ème cahier, p. 152-162

GOBERT E.G. (1950) - Le gisement paléolithique de Sidi Zin, *Karthago*, tome I, p. 3-51

GOBERT E.G. (1952) - Notions générales acquises sur la Préhistoire de la Tunisie, *Actes du 2ème Congrès panafricain de Préhistoire*, Alger, p. 221-239

GODER-GOLDBERGER M. *et al*. (2016), Diffusion with modifications : Nubian assemblages in the central Negev highlands of Israel and their implications for Middle Paleolithic inter-regional interactions". *Quaternary International*, volume 408, p. 121-139

GOODWIN A. et VAN RIET LOWE C. (1929) - The Stone Age cultures of South Africa, *Trustees of the South African Museum*, 289 pages

GROSMAN L. *et al*. (2008) - On the application of 3-D scanning technology for the documentation and typology of lithic artifacts, *Journal of Archaeological Science*, 35 (12) : 3101-3110.

GRUET M. (1950) - Note préliminaire sur le gisement moustérien d'El Guettar, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, volume 47, n° 5, p. 232 -241

GRUET M. (1952) - Amoncellement pyramidal de sphères calcaires dans une source fossile moustérienne à El Guettar (Sud tunisien), *Actes du Congrès Panafricain de Préhistoire*, IIème session, Alger 1952, p. 449-459.

GRUET M. (1954) - Le gisement moustérien d'El Guettar, *Karthago*, tome V, p. 1-87

GRUET M. (1955) - Le gisement moustérien d'El Guettar (Tunisie), *Quaternaria*, Roma, tome II, p. 53-68

GRUET M. (1958) - Le gisement d'El Guettar et sa flore, *Libyca*, tomes VI-VII, p. 79-126

GSELL S. (1913) - *Histoire ancienne de l'Afrique du Nord*, Paris, tome I, 544 pages

GUÉRIN C. (1980), Les rhinocéros (Mammalia, Perissodactyla) du Miocène terminal au Pléistocène supérieur en Europe occidentale. Comparaison avec les espèces actuelles, *Documents des Laboratoires de Géologie*, Lyon, n°79, fascicule 3, p. 787-1185

GUIBERT-CARDIN J. (2022) - *Comportements socio-économiques au Paléolithique inférieur en Europe. Apport de l'étude tracéologique et techno-morphofonctionnelle des outillages lithiques*, Thèse de Doctorat, Université Côte d'Azur, 406 pages

GUILLEMARD I. (2020) - *Change and continuity in the lithic technologies from Final to Ceramic Later Stone Age, Limpopo Basin, South Africa*, Thèse de Doctorat, Université Paris-Nanterre, 432 pages

H

HALLETT E.-Y. *et al*. (2021) - A worked bone assemblage from 120,000-90,000 year old deposits at Contrebandiers Cave, Atlantic Coast, Morocco, IScience, 24, 9

HAMADA N. *et al.* (2014) - *5ème rapport national sur la diversité biologique*, ministère de l'Environnement et du Développement Durable, 84 pages

HARMAND S. *et al.* (2015) - 3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya. *Nature*, 521, p. 310-315

HAWKINS A.L., KLEINDIENST, M.R. (2001), *Aterian*, Encyclopedia of Prehistory, Peregrine, P.N., Ember, M., Springer, Boston, p. 23-45

HÉRISSON D., DABROWSKI E. (2022) - Vers une approche technofonctionnelle 3D des industries lithiques. *Master. Anthropologie des techniques*, Université Paris Nanterre, France. 2022. hal-04341914

HERZLINGER G. et GROSMAN L. (2018), AGMT3-D : a software for 3-D landmarks-based geometric morphometric shape analysis of archaeological artifacts, *PLoS ONE*, 13 (11)

HOLDRIDGE L.R (1967) - *Life zone ecology*, Tropical Science Center, San Jose (Costa Rica), 206 pages

HOLL A. (2005), Brève histoire d'un concept : le débat atérien, *Sahara*, n°16, p. 7-26

HUBLIN J.-J. *et al*. (1987) - L'humérus d'enfant moustérien (Homo 4) du Djebel Irhoud (Maroc) dans son contexte archéologique, *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, XIV° série, tome 4, fascicule 2, p. 115-141

HUBLIN J.-J. *et al*. (2017) - New fossils from Jebel Irhoud, Morocco and the pan-African origin of H. Sapiens, *Nature*, 546, 7657, p. 289-292.

HUE E. (1929) - Recherches sur la patine des silex, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 26, n° 9, p. 461 - 468

I

INIZAN M.-L. *et al.* (1995) - *Technologie de la pierre taillée*, Meudon, C.R.E.P., 199 pages

IOVITA R. (2011) - Shape variation in Aterian tanged tools and the origins of projectile technology: a Morphometric perspective on stone tool function, *PLoS ONE,* 6(12), 14 pages

IOVITA R. *et al* (2013) - Projectile impact fractures and launching mechanisms: results of a controlled ballistic experiment using replica Levallois points, *Journal of Archaeological Science,* p. 1-11

J

JACOBS Z. *et al* (2012) – Single-grain OSL chronologies for Middle Palaeolithic deposits at El Mnasra and El Harhoura 2, Morocco: implications for Late Pleistocene human environment interactions along the Atlantic coast of northwest Africa. Journal of Human Evolution 62 (3), p. 377-394

JACOBS Z. *et al* (2013) - The chronostratigraphy of the Haua Fteah cave (Cyrenaica, northeast Libya) d Optical dating of early human occupation during Marine Isotope Stages 4, 5 and 6, *Journal of Archaeological Science,* volume 105, p. 69-88

JACOBS Z. *et al* (2018) - The chronostratigraphy of the Haua Fteah cave (Cyrenaica, northeast Libya) d Optical dating of early human occupation during Marine Isotope Stages 4, 5 and 6, *Journal of Human Evolution*, volume 105, p. 69-88

JACOBS Z. et ROBERTS R.-G. (2017) - Single-grain OSL chronologies for the Still Bay and Howieson's Poort industries and the transition between them : Further analyses and statistical modelling, *Journal of Human Evolution*, volume 107, p. 1-13

JOB J-O. (1992) - *Les sols salés de l'oasis d'El Guettar (Sud tunisien)*, Thèse de Doctorat, Université Montpellier II, 151 pages

K

KEY J.M. (2016) - Integrating mechanical and ergonomic research within functional and morphological analyses of lithic cutting technology : key principles and future experimental directions, *Ethnoarchaeology*, volume 8, n°1, p. 69-89

KOEHLER H. (2009) - *Comportements et identité techniques au Paléolithique moyen (Weichsélien ancien) dans le bassin parisien : une question d'échelle d'analyse ?*, Thèse de Doctorat, Université de Paris-Ouest Nanterre, 587 pages

L

LABOURDETTE A. (2018) - *Traces d'une occupation humaine*, rapport d'un projet photographique

LAFORGUE P. (1924) - L'outillage moustérien à technique atérienne, *Bulletin du Comité d'études historiques et scientifiques de l'Afrique occidentale française*, p. 449-454

LAPLACE G. (1964) - *Essai de typologie systématique*, Annali dell'Università di Ferrara, nuova serie, sezione XV, Paleontologia humana e paletnologia supplément 2 au volume 1, 85 pages, 85 p.

LAPLACE G. (1966) - *Recherches sur l'origine et l'évolution des complexes leptolithiques*, Paris, De Boccard, 586 pages

LAPLACE G. (1972) - La typologie analytique et structurale : base rationnelle d'étude des industries lithiques et osseuses, *Colloques nationaux CNRS*, n°932, p. 91-143

LAROCHE O. (2017) - *Systèmes techniques lithiques au Middle Stone Age : étude typo-technologique du matériel lithique de la couche 4 de la grotte du Rhafas (Maroc oriental)*, Mémoire de Master, 96 pages

LAROCHE O. *et al*. (2021) - Levallois, so what ? From the technical system to the production objectives : new data on the lithic technical equipment of the Rhafas cave, layers 3 and 4 (Morocco), *Bulletin d'Archéologie Marocaine*, Volume 26, p. 93-103

LEBEGUE F. (2012) - *Le Paléolithique moyen récent entre Rhône et Pyrénées : approche de l'organisation techno-économique des productions lithiques, schémas de mobilité et organisation du territoire*, Thèse de Doctorat, Université de Perpignan Via Domitia, 799 pages

LEPOT M. (1993) - *Approche techno-fonctionnelle de l'outillage moustérien. Essai de classification des parties actives en termes d'efficacité technique. Application de la couche M2e sagittale du grand abri de la Ferrassie (fouille Henri Delporte).* Mémoire de Maitrise : Université Paris X : Nanterre, 2 tomes, 170 pages

LEROI-GOURHAN A. (1943) – *Évolution technique, Tome I : L'Homme et la matière*, édition Albin Michel, Paris, 352 pages

LEROI-GOURHAN A. (1964) - *Le geste et la parole, tome 2 : la mémoire et les rythmes*, Albin Michel, 287 pages

LEROI-GOURHAN A. (Mme) (1958) - Résultats de l'analyse pollinique du gisement d'El Guettar (Tunisie), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome LV, n°9, p. 546-551

LEVI-SALA I. (1986) - Use wear and post-depositional surface modification : a word of caution, *Journal of archaeological Science*, n°13, p. 229-244

LEWIS J. E. et HARMAND S. (2016) - An earlier origin for stone tool making : implications for cognitive evolution and the transition to Homo, *Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences*, 371, 8 pages

LINSTÄDTER J. *et al*. (2012) - Human occupation of Northwest Africa : a review of Middle Palaeolithic to Epipalaeolithic sites in Morocco, *Quaternary International*, 274, p. 158-174

LOMBARD M. (2006) - Direct evidence for the use of ochre in the hafting technology of Middle Stone Age tools from Sibudu Cave, *Southern African Humanities*, volume 18, n°1, p. 57-67

LONGET B. (2023) - *Les assemblages lithiques du Middle Stone Age Nord-Africain : Productions, produits et évolution*, thèse de Doctorat, Aix-Marseille Université, 739 pages

LOURDEAU A. (2010) - *Le technocomplexe Itaparica. Définition techno-fonctionnelle des industries à pièces façonnées unifacialement à une face plane dans le centre et le nord-est du Brésil pendant la transition Pléistocène-Holocène et l'Holocène ancien*, Thèse de Doctorat, Université Paris Ouest-Nanterre la Défense, 477 pages

LYCETT S.J. *et al*. (2010) - Analytical approaches to Palaeolithic technologies : an introduction, *New Perspectives on Old Stones : analytical approaches to Paleolithic technologies*, Lycett, S.J., Chauhan, P.R., Eds., Springer, New York, p. 1-22

M

MATHIAS C. (2018) - *Les phases anciennes du Paléolithique moyen dans le Sud-Ouest et le Sud-Est de la France : étude des systèmes techniques lithique*, Thèse de Doctorat, Université de Perpignan Via Domitia, 729 pages

MATHIAS C. *et al.* (2023) - Bulb retouchers half a million years ago : new evidence from late Acheulean Jaljulia, Israel, *Journal of Archaeological Science : Reports,* volume 47, N°103821

MATHIAS C. et VIALLET C. (2018) - On the possible use of flake-bulbs for retouch during the Early Middle Palaeolithic in south-eastern France: First results of an experimental approach, *Butlleti Arqueològic,* p. 323-328

MASSUSSI M. et LEMORINI C. (2004) - I siti ateriani del Jebel Gharbi : caratterizzazione delle catene di produzione e definizione tecno-funzionale dei peduncolati, *Scienze Dell'Antichità,* volume 12, p. 19-28

MARCHAND G. (1999) - La néolithisation de l'Ouest de la France : caractérisation des industries lithiques, *British Archaeological Reports,* International Series 748, 487 pages

Mc PHERRON *et al*. (2019) - The Lithic Assemblages of Jbel Irhoud, *Bulletin d'Archéologie Marocaine*, n°24, p. 9-22

MESFIN I. (2022) - *Les premiers peuplements du cordon littoral d'Afrique australe (1,2-0,5Ma) : analyse productionnelle et morpho-structurelle des industries lithiques*, Thèse de Doctorat, Muséum National D'histoire Naturelle, 2 volumes, 1066 pages

MESFIN I. *et al*. (2020) - Using morphometrics to reappraise old collections : he study case of the Congo Basin Middle Stone Age bifacial industry, *Journal of Lithic Studies*, volume 7, n°1

MOKADEM N. *et al*. (2015) - Hydrogeochemical and isotope evidence of groundwater evolution in El Guettar Oasis area, Southwest Tunisia, *Carbonates Evaporites*, volume 30, p. 417-437

MOREL J. (1978) - L'industrie atérienne de l'oued Djouf el Djemel, comparaison avec l'industrie de l'oued Djebbana, le complexe atérien du Maghreb oriental, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 75, fascicule 11-12, p. 487-500

MONTAGNE M.-P. (2023) - *Usage et fonction de l'obsidienne et du silex à l'âge du Bronze en Grèce Centrale : étude tracéologique de l'industrie lithique taillée de Mitrou (Phtiotide) et de Kirrha (Phocide)*, Thèse de Doctorat, Aix-Marseille, Université

MOREAU F. (1888) - *Notice sur les silex taillés recueillis en Tunisie*, Paris, Maison Quantin, p. 7-19

MC DONALD M. (2016) - Did Middle Stone Age Khargan Peoples Leave Structural Features? 'Site J', The Forgotten Settlement of the 'Empty Desert', Kharga Oasis, Egypt: 1933 and 2011, *Journal of African Archaeology*, volume 14, p. 155-179

MC BREATY S. et BROOKS A. (2000) - The revolution that wasn't : a new interpretation of the origin of modern human behavior, *Journal of Human Evolution*, volume 39, p. 453-563

MENEGANZIN A. et CURRIE A. (2022) - Behavioural modernity, investigative disintegration & Rubicon expectation, *Synthese*, volume 200, n° 47, 28 pages

MERCIER N. *et al* (1999) - Thermoluminescence Dating of a Middle Palaeolithic Occupation at Sodmein Cave, Red Sea Mountains (Egypt), *Journal of African Archaeology*, volume 26, p. 1339-1345

MERCIER N. *et al.* (2007) - The Rhafas Cave (Morocco) : chronology of the Mousterian and Aterian archaeological occupations and their implications for Quaternary geochronology based on luminescence (TL/OSL) age determinations, *Quaternary Geochronology*, 2(1), p. 309-313

MESFIN I. et TEXIER P.-J. (2022) - Prepared core technology from the Early Pleistocene site of Nyabusosi 18, Uganda, *Journal of Archaeological Science* : Reports 46

METZ L. (2015) - *Néanderthal en armes ? Des armes, et de l'arc, au tournant du 50ème millénaire en France méditerranéenne*, thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille, 410 pages

MILANKOVICTH M. (1941) - *Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem*, Mihaila Ćurčića, Belgrade, 633 pages

MONOD H. (2013) - *« Approche tracéo-fonctionnelle de pièces pédonculées et non pédonculées ateriennes. L'exemple du site de Oued Djebbana, Bir el Ater, Algérie. »*, Mémoire de master, Muséum national d'Histoire naturelle, 111 pages

MOURRE V. (2003) - Discoïde ou pas discoïde ? réflexions sur la pertinence des critères techniques définissant le débitage discoïde, *Archaeopress*, 19 pages

N

NAMI M. et MOSER J. (2010) - *La grotte d'Ifri n'Ammar. Tome 2. Le Paléolithique Moyen*, Kommission fur Archaologie Aubereuropaisher Kulturen, Bonn, 337 pages

NICOUD E. (2011) - *Le phénomène acheuléen en Europe occidentale : approche chronologique, technologie lithique et implications culturelles*, Thèse de Doctorat, Université de Provence Aix-Marseille III, Universita degli studi di Roma La Sapienza, 483 pages

NICOUD E. (2013) - *Le paradoxe acheuléen*, CTHS édition, 310 pages

NESPOULET R. *et al*. (2008) - Le contexte archéologique des restes humains atériens de la région de Rabat-Témara (Maroc) : apport des fouilles des grottes d'El Mnasra et d'El Harhoura 2, *Actes de la 4ème rencontre des quaternaristes marocains, Oujda, 2008*, p. 356-375

O

OSBORNE A. H. *et al*. (2008) - A humid corridor across the Sahara for the migration of early modern humans out of Africa 120,000 years ago, *PNAS*, volume 105, n°43, p. 16444-16447

P

PALLARY P. (1909) - Instructions pour les recherches préhistoriques dans le Nord-Ouest de l'Afrique, *Mémoires de la Société historique algérienne*, tome III, Alger, 116 pages

PALLARY P. (1922) - Notes critiques de préhistoire nord-africaine, *Bulletin de la Société historique algérienne*, n° 312-313, p. 369-424

PASTY J-F. (1997) - Étude technologique du site atérien d'El-Azrag (Mauritanie), *Paleo*, n°9, p. 173-190

PELEGRIN J. (1986) - *Technologie lithique : une méthode appliquée à l'étude de deux séries du Périgordien ancien - Roc-de-Combe, couche 8 et La Côte, niveau III*, thèse de Doctorat, Université de Paris X-Nanterre, 584 pages

PEREZ-BALAREZO A. et GONZALEZ M. (2022), Le concept d'affordance et son application en technologie lithique, dans É. David, H. Forestier & S. Soriano dir., *De la de la préhistoire à l'anthropologie philosophique*, p. 237-257

PIGEOT N. (1983) - *Les Magdaléniens de l'unité U5 d'Étiolles : étude technique, économique, sociale par la dynamique du débitage*, Thèse de Doctorat, Université de Paris I, 3 volumes, 401 pages

PLANTE M-E. (2006) - Tunisie - Géographie et territoire, *WAT Workshop atelier/terrain Mahdia*, Université de Montréal, 29 pages

PROJET GDEO (2014) *Plan de développement participatif de l'oasis d'El Guettar (Gouvernorat de Gafsa)*, ministère de l'Environnement, 56 pages

PLISSON H., BEYRIES S. (1998) - Pointes ou outils triangulaires ? Données fonctionnelles dans le Moustérien levantin, *Paléorient*, volume 24, n°1, p. 5-24

PROST D. (1988) - Essai d'étude sur les mécanismes d'enlèvement produit par les façons agricoles et le piétinement humain sur des silex expérimentaux, *Table ronde tracéologie et technologie Valbonne, Industries lithiques - Tracéologie et Technologie*, CNRS - BAR - Ml Série 411, p. 49-63

PROST D. (1989) - *Enlèvements accidentels, enlèvements d'utilisation et de retouche sur les outils de pierre taillée*, Thèse de Doctorat, Université de Nanterre Paris X, 552 pages

R

RABARDEL P. (1995) - *Les hommes et les technologies ; approche cognitive des instruments contemporains*, Armand Colin, 239 pages

REYGASSE M. (1918) - Observations sur les techniques paléolithiques du nord-africain, *Recueil des notices et mémoires de la société archéologique du département de Constantine*, 5ème série, volume 8, n° 51, p. 275-282

RAMOS MUÑOZ J. *et al.* (2008) - The Benzú rockshelter : a Middle Palaeolithic site on the North African coast, *Quaternary Science Reviews*, p. 1-9

RAMOS MUÑOZ J. *et al.* (2014) - L'abri de Benzú (Ceuta). Un site avec une technologie de Mode 3-Paléolithique moyen dans le Nord de l'Afrique, *Comptes Rendus Palevol*, p. 43-61

RAMOS J. *et al.* (2019) - Similarities and differences in the lifestyles of populations using mode 3 technology in North Africa and the south of the Iberian Peninsula, *Quaternary International*, volume 515, p. 66-79

REYGASSE M. (1922) - Note au sujet de deux civilisations préhistoriques africaines pour lesquelles deux termes nouveaux me paraissent devoir être employés. *Actes du 46ème congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, Montpellier, 1922*, p. 467-472

REYNOLDS T. (2013) - The Middle Palaeolithic of Cyrenaica : is there an Aterian at the Haua Fteah and does it matter ?, *Quaternary International*, volume 300, p. 171-181

RICHTER D. (2010) - New chronometric data from Ifri n'Ammar (Morocco) and the chronostratigraphy of the Middle Palaeolithic in the Western Maghreb, *Journal of Human Evolution*, volume 59, p. 672-679

RICHTER D. (2017) - The age of the hominin fossils from Jebel Irhoud, Morocco, and the origins of the Middle Stone Age, *Nature*, volume 546, p. 293-296

ROCHE J. (1969) - Palaeoecology of Africa and Surrounding Islands and Antarctica, *Fouille de la grotte des Contrebandiers, Témara (Maroc)*, p. 120-121

ROLLAND N. (1981) - The Interpretation of Middle Paleolithic Variability, *Man*, n°16, p.15-42

ROLLAND N. (1988) - Variabilité et classification : nouvelles données sur le "complexe moustérien", *L'homme de Neandertal, volume 4, La Technique*, Liège, p. 169-83

ROLLAND N. et DIBBLE H. (1990) - A New synthesis of Middle Paleolithic variability, *American Antiquity*, volume 55, n°3, p. 480-499

ROSET J-P. (2007) - *El-Akarit et le Paléolithique moyen dans le sud de la Tunisie, Éditions recherche sur les civilisations, Paris, 435* pages

ROSET J. P. et HARBI-RIAHI M. (2007) - *El Akarit : un site archéologique du Paléolithique moyen dans le sud de la Tunisie*, Paris, Editions Recherche sur les Civilisations, 435 pages

ROTS V. (2002) - Are Tangs Morphological Adaptations in View of Hafting? Macro- and microscopic wear analysis on a selection of tanged burins from Maisières-Canal, *Notae Praehistoricae*, 22, p. 61-69

ROTS V. (2010) - *Prehension and Hafting Traces on Flint Tools*, Leuven University Press, Leuven, 293 pages

ROTS V. *et al.* (2011) - Aspects of tool production, use, and hafting in Palaeolithic assemblages from Northeast Africa, *Journal of Human Evolution* , volume 60, p. 637-664

ROCCA R. (2013) - *Peut-on définir des aires culturelles au Paléolithique inférieur ? Originalité des premières industries lithiques en Europe centrale dans le cadre du peuplement de l'Europe*, Thèse de doctorat, Université Paris-Ouest Nanterre, 563 pages

ROTTLÄNDER R. (1975) a - The formation of patina on flint, *Archaeometry*, n°17, p. 106-110

ROTTLÄNDER R. (1975) b - Some aspects of the patination of flint, *Proceedings of the second international Symposium on flint*, Maastricht, 1975, p. 54-56

RUHLMANN A. (1948) - A propos de la subdivision de l'Atérien marocain, *Publications du Service des Antiquités du Maroc*, fascicule 8, 68 pages

RUHLMANN A. (1952) - The moroccan aterian and its subdivisions, *Proceedings of the first pan-african congress on prehistory, 1947*, p. 210-222

RUTOT A. (1902) - « I. L'instrument désigné sous le nom de pointe moustérienne ne caractérise aucun âge - II. Ce que l'on a coutume d'appeler « taille du silex » n'est, le plus souvent, que le résultat de son utilisation - Discussion. » *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Bruxelles*, tome XXI

S

SALIH A. (1995) - Le moustérien de la grotte de J'bel Irhoud hominidés (J'bilet, Maroc), *L'homme méditerranéen*, p. 19-28

SCERRI E. (2013) - The Aterian and its place in the North African Middle Stone Age, *Quaternary International*, volume 300, p. 111-130

SCERRI E. (2013)b - On the spatial and technological organisation of hafting modifications in the North African Middle Stone Age, *Journal of Archaeological Science*, 40, p. 4234-4248

SCERRI E. (2017) - The North African Middle Stone Age and its place in recent human evolution, *Evolutionary Anthropology : Issues, News, and Reviews*, volume 26, p. 119-135

SCERRI E. *et al* (2014) - Earliest evidence for the structure of Homo sapiens populations in Africa, *Quaternary Science Reviews*, volume 101, p. 207-216

SCERRI E. *et al* (2018) - Did our species evolve in subdivided populations across Africa, and why does it matter ?, *Trends in Ecology & Evolution*, volume 33, n°8, p. 582-594

SCERRI E. et SPINAPOLICE E. (2019) - Lithics of the North African Middle Stone Age : assumptions, evidence and future directions, *Journal of Anthropological Sciences*, volume 97, p. 1-36

SCERRI E. et WILL M. (2023) - The revolution that still isn't : the origins of behavioral complexity in Homo sapiens, *Journal of Human Evolution*, 179

SCHMIDT P. (1993) - Le traitement thermique des matières premières lithiques : que se passe-t-il lors de la chauffe ?, *BAR*, 122 pages

SEHASSEH M. *et al.* (2021) - Early Middle Stone Age personal ornaments from Bizmoune Cave, Essaouira, Morocco, *Science Advances*, volume 7, p. 1-10

SGHARI A. (2012) - Un dépôt évaporitique du Miocène supérieur dans le Sud tunisien : une conséquence de la crise messinienne ?, *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, vol. 18, n° 3, p. 279-294

SGHARI A. (2016) - *Le Pliocène, une période de façonnement géomorphologique en Tunisie. Une fin très bouleversée de la crise messinienne de salinité et une morphogenèse intense*, Édition Universitaire Européenne, 250 pages

SHEPHERD W. (1972) - *Flint : its Origin, Properties and Uses*, London : Faber and Faber, 255 pages

SIGAUT F. (1991) - Un couteau ne sert pas à couper, mais en coupant. Structure, fonctionnement et fonction dans l'analyse des objets. *25 ans d'Études Technologiques en Préhistoire : bilan et perspectives*, Actes des XIèmes Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Juan-les-Pins 18-20 octobre 1990, APDCA, Sophia Antipolis, p. 21-34

SIMONDON G. (1958) - *Du mode d'existence des objets techniques*, Paris, Editions Aubier, 333 pages

SLIMAK L. (2008) - *Artisanats et territoires des chasseurs moustériens de Champ Grand*, MMSH, 430 pages

SORIANO S. (2000) - *Outillage bifacial et outillage sur éclat au Paléolithique ancien et moyen : coexistence et interaction*, Thèse de Doctorat, Université de Paris X-Nanterre, 459 pages

SORESSI M. (2002) - *Le Moustérien de tradition acheuléenne du Sud-Ouest de la France. Discussion sur la signification des faciès à partir de l'étude comparée de 4 sites : Pech de l'Azé I, Le Moustier, La Rochette et la Grotte XVI*, Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux I, 307 pages

SPINAPOLICE E. et GARCEA E. (2013) -The Aterian from the Jebel Gharbi (Libya): New Technological Perspectives from North Africa, *African Archaeological Review*, volume 30, p. 169-194

SPINAPOLICE E. et GARCEA E. (2014) - Aterian lithic technology and settlement system in the Jebel Gharbi, North-Western Libya, *Quaternary International*, volume 350, p. 241-253

STAPERT D. (1976) - Some natural surface modifications on flint in the Netherlands, *Palaeohistoria*, vol. 18, p. 8-41

STEELE T. E. (2012) - Late Pleistocene human subsistence in northern Africa : the state of our knowledge and placement in a continental context. J.-J. Hublin & S. McPherron (Eds.), *Modern origins : a North African perspective*, New York, Springer, p. 107-125.

STŒTZEL E. (2017) - Adaptations and Dispersals of Anatomically Modern Humans in the Changing Environments of North Africa: the Contribution of Microvertebrates, *Afr Archaeol Rev,* volume 34, p. 453-468

STŒTZEL E. (2017) - Context of modern human occupations in North Africa: Contribution of the Témara caves data, *Quaternary International,* volume 320, p. 143-161

STRINGER C. et CRÉTÉ L. (2022) - Mapping Interactions of H. neanderthalensis and Homo sapiens from the Fossil and Genetic Records, *PaleoAnthropology*, volume 2022, P. 403-412

T

TACHOUAFT M. (2011) - *Étude technologique du gisement moustérien d'El Guettar (Tunisie)*, Mémoire de Master 2, Université Toulouse-II Le Mirail, 62 pages

TAIPALE Nord et ROTS V. (2023) - Functional Perspectives on Lithic Standardization, *Lithic Technology*, 48, p. 452–475

TEXIER J-P. (2000) - A propos des processus de formation des sites préhistoriques / About prehistoric site formation processes, *Paléo*, n°12, p. 379-386

TEXIER P-J. (1981) - Désilification des silex taillés, *Quaternaria*, n°23, p. 159-169

TEXIER P-J. *et al*. (1988) - Nouvelles données sur la situation chronologique de l'Atérien au Maroc et leurs implications, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, tome CCCVII, série II, p. 827-832

TEXIER P-J. *et al*. (2010) - A Howiesons Poort tradition of engraving ostrich eggshell containers dated to 60,000 years ago at Diepkloof Rock Shelter, South Africa, *PNAS*, 107

TILLET T. (1978) - Présence de pendeloques en milieu atérien au Niger Oriental, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome LXXV, n°9, p. 273-275

TILLET T. (1983) - Le Paléolithique du bassin tchadien septentrional (Niger-Tchad), *CNRS*, Paris, 320 pages

TILLET T. (1993) - *L'atérien du Sahara méridional*, Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille 1, 148 pages

TIXIER J. (1959) - Les pièces pédonculées de l'Atérien, *LIBYCA, Anthropologie Préhistoire Ethnographie*, tomes VI-VII, p. 127-158

TIXIER J. (1963) - *Typologie de l'épipaléolithique du Maghreb*, Paris, Arts et métiers graphiques, 209 pages

TIXIER J. (1967) - Fiches typologiques africaines : Pièces pédonculées atériennes du Maghreb et du Sahara, *Vème Congrès panafricain de Préhistoire et d'études du Quaternaire*, Dakar, 1967

TIXIER J. (1967b) - Procédés d'analyse et questions de terminologie concernant l'étude des ensembles industriels du Paléolithique récent et de l'Épipaléolithique dans l'Afrique du Nord-Ouest, *Background to Evolution in Africa*, p. 771-820

TIXIER, J. (2000) - Outils moustériens à bulbe « piqueté » (Retaïma, Algérie), *A la recherche de l'Homme préhistorique*, E.R.A.U.L., 95, p. 125-130

TOMASSO S. *et al.* (2019) - Apport de l'analyse tracéologique à la compréhension de l'assemblage lithique atérien d'Ifri n'Ammar : résultat d'une étude préliminaire sur l'assemblage de l'Occupation supérieure, *Bulletin d'Archéologie Marocaine ,* volume 24, p. 23-36

TOMASSO S. *et al.* (2020) - Changes in hafting practices during the Middle Stone Age at Ifri n'Ammar, *Quaternary International,* 12 pages

TOMASSO S. et ROTS V. (2017) - What is the use of shaping a tang ? Tool use and hafting of tanged tools in the Aterian of Northern Africa, *Archaeological and Anthropological Sciences,* volume 10, p. 1389-1417

TURNER E. *et al* (2020) - Bone retouchers and technological continuity in the Middle Stone Age of North Africa, *PLoS ONE,* 15(3), 19 pages

V

VAISSIÉ E. (2021) - Géographie culturelle du Paléolithique moyen récent dans le Massif central et ses marges : territoires, mobilités et systèmes techniques lithiques, thèse de Doctorat, Université de Bordeaux I, 3 volumes, 466 pages

VALENTIN B. (1995) - *Les groupes humains et leurs traditions au Tardiglaciaire dans le Bassin parisien*, Thèse de Doctorat, Université de Paris I Panthéon-La Sorbonne, 3 volumes, 834 pages

VAN CAMPO M. (1957) - *Analyse pollinique des dépôts wurmiens d'El Guettar (Tunisie)*, Congrès de Botanique, Zürich, p. 133-135

VAN LIEFFERINGE N. (2012) - The effect of ichnofossils and other ghost structures on the patination of flint artefacts, *Quadriga*, n°9, 4 pages

VALLETTA F. *et al*. (2020) - On measuring the mean edge angle of lithic tools based on 3-D models – a case study from the southern Levantine Epipalaeolithic, *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12 : 49

VAN PEER P. (2004) - Did Middle Stone Age moderns of sub-Saharan African descent trigger an Upper Paleolithic revolution in the Lower Nile Valley ?, J.-A. Svoboda (dir.), *From the Nile to the Danube, Brno*, Anthropos Institute - Moravian Museum, p. 215-226

VAN PEER P. *et al.* (2003) - The Early to Middle Stone Age transition and the emergence of modern human behaviour at site 8-B-11, Sai Island, Sudan, *Journal of Human Evolution*, volume 45, p. 187-193

VAN PEER P. *et al.* (2010) - *Chert Quarrying, Lithic Technology and a Modern Human Burial at the Palaeolithic Site of Taramsa 1, Upper Egypt*, Leuven University Press, 313 pages

VANHAEREN M. *et al*. (2006) – Middle Paleolithic Shell Beads in Israel and Algeria, *Science*, 312, 5781, p. 1785-1788.

VAUFREY R. (1954) - Faune d'El Guettar, *Karthago*, tome V, 23 pages

VAYSON DE PRADENNES A. (1920) - La plus ancienne industrie de Saint-Acheul, *L'Anthropologie*, tome XXX, n°1-2, p. 441-496

VIALLET C. (2016) - *Potentiel fonctionnel des outils bifaciaux au Pléistocène moyen en contexte méditerranéen. Analyse de la structure et des macro-traces des séries bifaciales de la Caune de l'Arago, Terra Amata, Orgnac 3 et du Lazaret*, Thèse de Doctorat, Université de Perpignan Via-Domitia, 398 pages

VIALLET C. (2019) - A new method of three-dimensional morphometry for analyzing the functional potentialities of bifaces. Contribution to the study of artefacts from AU P3 from the "Caune de l'Arago" (France), *C. R. Palevol*, n°18, p. 236-250

VITALY I. (2013) - Nubian Complex reduction strategies in Dhofar, southern Oman, *Quaternary International*, volume 300, p. 244-266

W

WADLEY L. (1993) - The Pleistocene Later Stone Age south of the Limpopo river, *Journal of World Prehistory*, volume 7, n°3, p. 243-296

WADLEY L. *et al* (2009) - Implications for complex cognition from the hafting of tools with compound adhesives in the Middle Stone Age, South Africa, *PNAS,* volume 106, n°24, p. 9590 à 9594

WENDORF F. *et al*. (1993) - *Summary and conclusions*, F. Wendorf, R. Schild, A.-E. Close (dir.), Egypt during the Last Interglacial : The Middle Paleolithic of Bir Tarfawi and Bir Sahara East, New York, Plenum Press, p. 552-573.

WENGLER L. (1993) - Relations entre le milieu naturel et les modifications culturelles au Paléolithique moyen, le cas des Monts d'Oujda (Maroc oriental), *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris,* tome 5, fascicule 3-4, p. 355 à 378

WILL M. *et al*. (2015) - Implications of Nubian-Like Core Reduction Systems in Southern Africa for the Identification of Early Modern Human Dispersals, *PLOS One*, 10, 6

WRINN P. J. et RINK W. J. (2003) - ESR Dating of Tooth Enamel From Aterian Levels at Mugharet el 'Aliya (Tangier, Morocco), *Journal of Archaeological Science,* volume 30, p. 123-133

Z

ZEJLY N. (2023) - *Analyse techno-fonctionnelle des pièces à bords convergents dans le MSA (Middle Stone Age) d'Afrique du Nord-Ouest : l'exemple des outils moustéro-atériens de Tabelbala (Algérie), conservés au MNHN*, Mémoire de Master, 156 pages

ZOUARI K. *et al* (2003) - Chronologie (^{14}C et Th/U) des épisodes humides majeurs du Quaternaire récent au Sahara : sites choisis du programme PALHYDAF, *Hydrologie et géochimie isotopique,* Causse et Gasse ed., Paris, p. 190-209

Table des figures

Figure 1 – Localisation des sites NAMSA mentionnés dans ce chapitre (fond de carte ESRI, localisation des sites générée par Solène Boisard, DAO O. Laroche) 18
Figure 2 – Sites MSA en Afrique du Nord-Ouest datés et non datés (d'après Boisard et Ben Arous 2024 ; DAO O. Laroche) 19
Figure 3 – Crâne d'Homo sapiens du Jebel Irhoud (Maroc) (photographies ©Mary Evans / SIPA) 19
Figure 4 – Types d'outils communs du NAMSA : a : racloir double ; b : grattoir distal et racloir latéral gauche ; c : denticulé ; d : pointe moustérienne ; (a, c, d : Ifri n'Ammar [Nami et Moser 2010] ; b : El Guettar [dessin technique : Gruet 1954] ; (DAO O. Laroche) 22
Figure 5 - Galets aménagés : a : El Hahoura 1 (Debénath et al. 1986), b : El Mnasa (Nespoulet et al. 2008), 3 : El Guettar ; (DAO O. Laroche) 23
Figure 6 - Pièces foliacées bifaces : a : Mugharet el Aliya (Bouzouggar et Barton 2012) ; b : Ifri n'Ammar (Nami et Moser 2010) ; (DAO O. Laroche) 24
Figure 7 – Outils à base amincie : a : pointe moustérienne à enlèvements sur face supérieure (Kasserine, Tunisie, Fitte 1944) ; b : pointe moustérienne à enlèvements sur face inférieure (Tit-Mellil, Maroc [Antoine 1938]) ; grattoir à enlèvements sur face inférieure (Ifri n'Ammar [Nami et Moser 2010]) ; d : pointe à épaulement (Tit-Mellil [Antoine 1938]) ; (DAO O. Laroche) 25
Figure 8 – Outils pédonculées de Bir-el-Ater (dessins techniques : Camps 1974 ; photographies et DAO O. Laroche) 26
Figure 9 – Expérimentations d'emmanchement de différents outils pédonculés menées par Tomasso et Rots 2017 : a : os et bande de cuir sèche ; b : peau ; c : corne ; d : os ; e : corne d'antilope et liens végétaux ; f : bois et adhésif à base de résine ; g : os de cheval ; h : corne d'antilope et bois végétal (d'après Tomasso et Rots 2017 ; DAO O. Laroche) 26
Figure 10 – Concept Levallois (Boëda 2021) 28
Figure 11 – Nucléi Levallois centripètes microlithiques ; a : Rhafas (couche 3 [Laroche 2017]) ; b : Bizmoune (couche 4c [Longet 2023]) ; c : Rhafas (couche 4 [Laroche et al. 2021]) ; (DAO O. Laroche) 30
Figure 12 – Nucléi Levallois à pointes et ses variantes nubiennes (d'après E. Hallinan, source : https://emilyhallinan.com/nubian-technology/ ; DAO O. Laroche) 31
Figure 13 – Nucléus Levallois et sa variante Taramsa, nucléus de Taramsa 1 (d'après Van Peer 2010 ; DAO O. Laroche) 32
Figure 14 – Concept discoïde (d'après Boëda 2013 ; DAO O. Laroche) 33
Figure 15 – Débitages lamino-lamellaires NAMSA ; a : type Alpha (Bizmoune 4), b : type Bêta (Rhafas 3a), c : type Gamma (Rhafas 3a), d : type Delta (Bizmoune 4c) (d'après Longet 2023 ; DAO O. Laroche) 35
Figure 16 – Fragment d'hématite (El Mnasra, Nespoulet et al. 2008), DAO O. Laroche 36
Figure 17 – Industrie osseuse NAMSA : a, b, c : couteaux, a-b : El Mnasra, c : Dar es-Soltan 1 (Bouzouggar et al. 2018) ; d : pointe, El Mnasra (El Hajraoui et Debénath 2012) ; (DAO O. Laroche) 37
Figure 18 – Éléments de parure NAMSA : a : éclats perforés et croquis de leur perforation (Seggedim, Tillet 1978) ; b-f : coquilles perforées ; b : Taforalt ; c : Rhafas ; e : Ifri n'Ammar (D'Errico et al. 2009) ; d et f : Bizmoune, le f porte des traces d'ocre (Sehasseh et al. 2021) ; (DAO O. Laroche) 39
Figure 19 - Modèle de biomes de l'Afrique du Nord durant le MIS 5 (d'après Scerri et al. 2014 ; DAO O. Laroche) 43
Figure 20 – Exemples de typologies d'outils du Paléolithique moyen : a - grattoirs ; b - racloirs doubles ; c - racloirs transversaux ; d : pointes moustériennes (d'après Bordes 1961 ; DAO O. Laroche) 47
Figure 21 – Relation ternaire Homme/Outil/Matière (d'après Nicoud 2011 et Lepot 1993 ; DAO O. Laroche) 50
Figure 22 – Zones de contact d'un outil contemporain de type couteau 51
Figure 23 – a : biseau brut ; b : biseau retouché (d'après Soriano 2000, Bonilauri 2010 et Boëda 2021 ; DAO O. Laroche) 53

Figure 24 – Zones de préhension à 3 doigts (d'après Baena et al. 2016 ; photographies de pointes Levallois ©Arkéofabrik ; DAO O. Laroche)..... 54
Figure 25 – Bivalence fonctionnelle d'un racloir double du niveau T d'El Guettar, présentant deux UTF aux caractéristiques morphotechniques semblables (dessin technique : Michel Grenet)..... 55
Figure 26 – Structuration de l'outil en deux unités techno-fonctionnelles : une préhensible / emmanchée, une transformative (photographies générées par l'intelligence artificielle de Canva et modifiées)..... 56
Figure 27 – Principaux modes de fonctionnement des outils lithiques (d'après Lepot 1993, Soriano 2000, Soressi 2002, Claud 2008, Bonilauri 2010, Coudenneau 2013 et Viallet 2016 ; DAO O. Laroche).... 59
Figure 28 – Exemple de quatre technotypes différents (d'après Rocca 2013 ; DAO O. Laroche)..... 60
Figure 29 – Chaîne opératoire classique de l'outil lithique (d'après Bracco et Montoya 2015 ; DAO O. Laroche)..... 61
Figure 30 – Synthèse de la méthodologie..... 62
Figure 31 – Emmanchement axial latéralisé (d'après Zejly 2023 ; DAO O. Laroche)..... 66
Figure 32 – Carte de distribution des sites Middle Stone Age en Afrique du Nord (carte générée par S. Boisard ; DAO O. Laroche)..... 68
Figure 33 - Climat, relief, pluviométrie et végétation de la Tunisie actuelle (d'après Plante 2006 ; DAO O. Laroche)..... 69
Figure 34 - Place d'El Guettar dans le digramme d'Holdridge (d'après Holdridge 1967 ; DAO O. Laroche)..... 70
Figure 35 – Les villages de l'oasis d'El Guettar (image source : Google Earth 2023)..... 71
Figure 36 – Image satellitaire de la dépression d'El Guettar ceinturée par les djebels (image source : Google Earth 2023)..... 72
Figure 37 – Carte altimétrique de l'Oasis d'El Guettar (fond de carte : topographic-map.com)..... 72
Figure 38 – Géologie du bassin d'El Guettar (fond de carte : carte géologique de la Tunisie 500 000ème ; DAO O. Laroche)..... 73
Figure 39 – Organisation schématique morpho-sédimentaire d'El Guettar (d'après Job 1992 et Plante 2006 ; DAO O. Laroche)..... 74
Figure 40 – Le bassin versant d'El Guettar, réseau hydrographique de surface (d'après DGAT 2011 ; fond de carte : maps-for-free.com ; ©OcéaneLaroche)..... 76
Figure 41 – Écoulement de l'eau dans le bassin d'El Guettar (image source : Google Earth 2023).... 76
Figure 42 – Courbe de dénivelés depuis le sommet du djebel Orbata jusqu'au site d'El Guettar (image source et profil dénivelé : Google Earth 2023)..... 77
Figure 43 – Paysage du Parc National du Djebel Orbata (©Google Image)..... 79
Figure 44 – Schéma de la fouille (d'après Gruet 1954 et Tachouaft 2011 ; DAO O. Laroche)..... 80
Figure 45 – A : fouilleur posant devant le « treuil » ; B : fouille en gradins à la pelle et à la pioche ; C : carroyage de petits galets (©MichelGruet ; provenance : archives départementales de Maine-et-Loire)..... 81
Figure 46 – Localisation du site archéologique d'El Guettar (image source : Google Earth 2023)..... 82
Figure 47 – Photographie légendée par M. Gruet comme tel : « en blanc, puits principal de la source artésienne comblé de sablon, avec en milieu de la photo, départ d'un conduit secondaire. A gauche, section dans notre conduit par la paroi, la séparation ondulée entre les couches récentes claires (en haut) et les couches paléolithiques, foncées, est visible » (©MichelGruet)..... 83
Figure 48 – Stratigraphie d'El Guettar (d'après M. Tachouaft 2011 et M. Gruet 1954 ; DAO O. Laroche)..... 85
Figure 49 – Coupe stratigraphique du sondage S1 d'El Guettar (face Est) (d'après Aouadi et Belhouchet 2010 ; DAO O. Laroche)..... 86
Figure 50 – Diagramme et liste polliniques du gisement d'El Guettar (Tunisie) (Leroi-Gourhan 1958 ; DAO O. Laroche)..... 88
Figure 51 – Associations fauniques d'El Guettar (d'après Aouadi 2014 ; DAO O. Laroche)..... 92
Figure 52 – Coupe Est-Ouest du gisement d'El Guettar, Tas (d'après Gruet 1952 ; DAO O. Laroche)..... 94
Figure 53 – A : Tas d'El Guettar, reconstitué hors de la fouille par M. Gruet pour la prise de vue photographique, « manquent les sphères du sommet, déjà emballées au moment de la photo » (Gruet 1954) ; B : Tas d'El Guettar exposé dans la salle de Préhistoire au Musée National du Bardo (Tunisie)

en 1992, manquent les pièces conservées au musée de l'Homme (Paris) (©ASMGafsa) ; (DAO O. Laroche) 96
Figure 54 – Reconstitution artistique de l'environnement d'El Guettar au Pléistocène avec son paléolac (image générée par l'intelligence artificielle de Midjourney et modifiée ; ©OcéaneLaroche) 98
Figure 55 – Carte des systèmes paléoriviers dans la région du golfe de Syrte (d'après Blanchet et al. 2021 ; DAO O. Laroche) 99
Figure 56 – A : amoncellement d'ossements animaux et de pierres sur la colline Lalla Galla d'El Guettar (©escapade-Tunisie.com) ; B : lieu de dépôt de restes fauniques et de pierres (©NabihaAouadi) ... 100
Figure 57 – Rendu de la matière première sous lumière jaune et lumière blanche 107
Figure 58 – Les différentes vues de l'outil lithique 108
Figure 59 – Méthode de prise de vue du talon (©OcéaneLaroche) 108
Figure 60 – Principales altérations taphonomiques affectant un silex (d'après Burroni et al. 2002 ; (DAO O. Laroche) 113
Figure 61 – Polarité taphonomique d'un artéfact en silex 114
Figure 62 – Nervure patinée davantage que le reste de la surface de la pièce 114
Figure 63 – Mesure de la courbure du support 117
Figure 64 – Mesure du déjettement des éléments convergents pointus 118
Figure 65 – Morphologie des éléments convergents pointus avec exemple d'une pièce d'El Guettar (d'après Ahmed-Delacroix 2022 ; DAO O. Laroche) 118
Figure 66 – Tableau de conversion des angles ; E = épaisseur, P = profondeur (d'après Claud 2008) 120
Figure 67 – Mesures des angles de convergence et de pénétration des éléments convergents 121
Figure 68 – Exemple de fiche récapitulative de l'analyse structurelle sur une pièce d'El Guettar 122
Figure 69 – Statistiques descriptives utilisées dans ce travail 124
Figure 70 – Patine blanche / bleue 126
Figure 71 - Intensité de la patine blanche / bleue 127
Figure 72 – Patine blanche forte 128
Figure 73 – Patine blanche vermiculée 128
Figure 74 – Lustré de sol 129
Figure 75 – Lustré de sol et choc postérieur 129
Figure 76 – Nervure vive et nervure amollie 130
Figure 77 – Esquillements mécaniques en éventail 131
Figure 78 – Esquillements mécaniques en croissant de lune 131
Figure 79 – Esquillements multiples en un même point, formant une encoche 132
Figure 80 – Esquillements multiples le long du fil tranchant 132
Figure 81 – Enlèvements mécaniques ou fonctionnels ou spontanés le long du fil coupant 133
Figure 82 – Chocs sur les nervures 134
Figure 83 – Choc dû à un contact avec un objet métallique 135
Figure 84 – Cassures nettes et raccords 135
Figure 85 – Stries 136
Figure 86 – Lustre de friction 137
Figure 87 - Altérations thermiques : craquelures, fissures 138
Figure 88 – Revêtement sablonneux et argileux 139
Figure 89 – Traces de vernis, encre de Chine et mine de plomb 140
Figure 90 – Patine blanche altérant les enlèvements de retouches 143
Figure 91 – Silex de Type 1 144
Figure 92 – Silex de Type 2 145
Figure 93 – Silex de Type 3 146
Figure 94 – Silex de Type 4 147
Figure 95 – Silex de Type 5 148
Figure 96 – Silex de Type 6 149
Figure 97 – Silex de Type 7 150
Figure 98 – Silex de Type 8 151
Figure 99 – Silex de Type 9 152

Figure 100 – Localisation des gîtes à silex autour d'El Guettar (d'après Belhouchet 2015 ; fond de carte Google earth 2024 ; DAO O. Laroche) 154
Figure 101 – Localisation des gîtes à silex dans les formations géologiques du bassin d'El Guettar (d'après Belhouchet 2015 ; fond de carte : carte géologique de la Tunisie 500 000ème ; DAO O. Laroche) 155
Figure 102 – Carte des déplacements possibles des matériaux siliceux entre les gîtes environnants et le site d'El Guettar (d'après Belhouchet 2015 et cette étude ; fond de carte Google earth 2024 ; DAO O. Laroche) 158
Figure 103 - Types d'outils majeurs du niveau T d'El Guettar ; a-e : racloirs (a : latéral, b : transversal, c : double, d : double déjeté, e : triple), f : grattoir, g : perçoir, h : pointe pédonculée, i : pointe moustérienne, j : denticulé 162
Figure 104 – Racloir à retouches scalariformes à 3 rangs d'affûtage sur support épais, type racloir Quina 166
Figure 105 – UTF abrupte adjacente à la pointe (dessin technique : Michel Grenet) 167
Figure 106 - Asymétrie de deux outils non convergents 169
Figure 107 – Pièces à double patine 170
Figure 108 – Pièce à trois états de vie mis en évidence par une triple patine 171
Figure 109 – Outils réutilisés comme nucléi à petits éclats 172
Figure 110 – Pièces présentant une fracture reprise par la retouche 172
Figure 111 – Pièces présentant des marques potentielles de réemploi 173
Figure 112 – Possible bulbe retouchoir (industrie lithique d'El Guettar, montage incorporant le dessin de Cyrielle Mathias dans Mathias et al. 2023) 174
Figure 113 – Pièces présentant de longs tranchants convexes (dessin technique : Michel Gruet dans Gruet 1954) 180
Figure 114 – Dommages fonctionnels sur trois outils-pointes 185
Figure 115 – Confection de l'UTF-t convergente au niveau de la base du support 187
Figure 116 – Talons à préparation en « chapeau de gendarme » 192
Figure 117 – Long dos convexe sur lame « de flanc » 193
Figure 118 – Dos façonné par la retouche (dessin technique : Michel Grenet) 194
Figure 119 – Amincissements basilaires (dessins techniques : Michel Grenet) 195
Figure 120 – Pièces pédonculées et pseudo-pédonculées (dessin technique : Michel Gruet) 197
Figure 121 – Encoche fonctionnelle potentiellement liée à une ligature 198
Figure 122 – Antériorité / postériorité des encoches par rapport à l'UTF-t 198
Figure 123 – Encoches d'emmanchement et pointes (dessin technique : Michel Grenet) 199
Figure 124 – Proposition d'emmanchement des pointes à encoches (croquis : Toomaï Boucherat) 200
Figure 125 – Encoches d'emmanchement et bord-pointes 201
Figure 126 – Zones d'étranglements 202
Figure 127 – Outil à UTF bivalentes (dessins techniques : Michel Grenet) 203
Figure 128 – Trois outils-pointes avec aménagements différents de la base (dessins techniques : Michel Grenet) 205
Figure 129 – Position des UTF-c des par rapport aux UTF-t convergentes 207
Figure 130 – Pièce avec début d'aménagement de la zone préhensible 208
Figure 131 – Enlèvements fonctionnels / d'égrisage liés à l'emmanchement et/ou à la préhension 209
Figure 132 – Traitement XRF réalisé sur un résidu rougeâtre 210
Figure 133 – Bord avec résidu ocreux opposé à un bord avec des enlèvements fonctionnels 211
Figure 134 – Pointe avec encoche d'emmanchement, enlèvements fonctionnels et base ocrée (dessin technique : Michel Grenet) 212
Figure 135 – Organisations structurelles des outils (technotypes) d'El Guettar 213
Figure 136 – Pièces du technotype A 216
Figure 137 – Mode de fonctionnement général du technotype A 217
Figure 138 – Pièces du technotype B 219
Figure 139 – Mode de fonctionnement général du technotype B 220
Figure 140 – Pièces du technotype C 222
Figure 141 – Mode de fonctionnement général du technotype C 223
Figure 142 – Pièces du technotype D (dessin technique : Michel Gruet dans Gruet 1954) 225

Figure 143 – Mode de fonctionnement général du technotype D 226
Figure 144 – Pièces du technotype E..... 228
Figure 145 – Mode de fonctionnement général du technotype E..... 229
Figure 146 – Pièces appartenant au technotype F (F1 et F2) ; (dessins techniques : Michel Grenet). 231
Figure 147 – Pièce appartenant au technotype F (F3) 232
Figure 148 – Mode de fonctionnement général du technotype F 233
Figure 149 – Pièce appartenant au technotype F (F2) avec des longueurs d'UTF-t asymétriques ; (dessins techniques : Michel Grenet)..... 234
Figure 150 – Pièces du technotype G 236
Figure 151 – Mode de fonctionnement général du technotype G 237
Figure 152 – Pièces du technotype G avec UTF-t adjacente à un dos façonné (dessins techniques : Michel Gruet dans Gruet 1954) 238
Figure 153 – Pièces du technotype H (dessins techniques : a) Michel Gruet dans Gruet 1954 ; b) Michel Gruet dans Gruet 1958 ; c) Michel Grenet) 240
Figure 154 – Mode de fonctionnement général du technotype H 241
Figure 155 – Pièces du technotype I (dessin technique : Michel Gruet dans Gruet 1958)..... 243
Figure 156 – Mode de fonctionnement général du technotype I 244
Figure 157 – Pièces appartenant au technotype J (dessin technique : Michel Gruet dans Gruet 1958) 246
Figure 158 – Mode de fonctionnement général du technotype J..... 247
Figure 159 – Pièces du technotype K (dessins techniques : Michel Gruet dans Gruet 1954)..... 249
Figure 160 – Mode de fonctionnement général du technotype K 250
Figure 161 – Pièces du technotype L..... 252
Figure 162 – Mode de fonctionnement général du technotype L..... 253
Figure 163 – Chopper (dessin technique : Michel Gruet dans Gruet 1954)..... 254
Figure 164 – Mode de fonctionnement général du technotype M..... 257
Figure 165 – Pièces du technotype M..... 258
Figure 166 – Mode de fonctionnement général du technotype N 260
Figure 167 – Pièces du technotype N avec UTF-p talon + dos 261
Figure 168 – Pièces du technotype N avec UTF-p talon + UTF-c (dessins techniques : Michel Gruet dans Gruet 1954..... 262
Figure 169 – Supports Levallois du niveau T d'El Guettar, par ligne : lames, éclats et pointes..... 266
Figure 170 – Nucléi Levallois du niveau T d'El Guettar 270
Figure 171 – Nucléi Levallois du niveau T d'El Guettar ; a : à pointes ; b : à éclats sur la face supérieure et lames sur l'un des flancs (dessins techniques : Michel Gruet dans Gruet 1954)..... 272
Figure 172 – Sous-produits techniques Levallois du niveau T d'El Guettar ; dans l'ordre : produit débordant latéral gauche, produit débordant latéral droit, produit débordant distal..... 273
Figure 173 – UTF-t convergente à bord gauche à caractères morphotechniques obtenus entièrement à la production et bord droit en partie à la confection..... 275
Figure 174 – Similarités des outils NAMSA : a : Jebel Irhoud (Mc Pherron et al. 2019) ; c : Benzú (Clemente-Conte et al. 2020) ; e : Bizmoune (Longet 2023) ; f : Tabelbala (Zejly 2023) ; g et i : Ifri n'Ammar (Nami et Moser 2010) ; b, d, h, j : El Guettar ; (DAO O. Laroche)..... 285

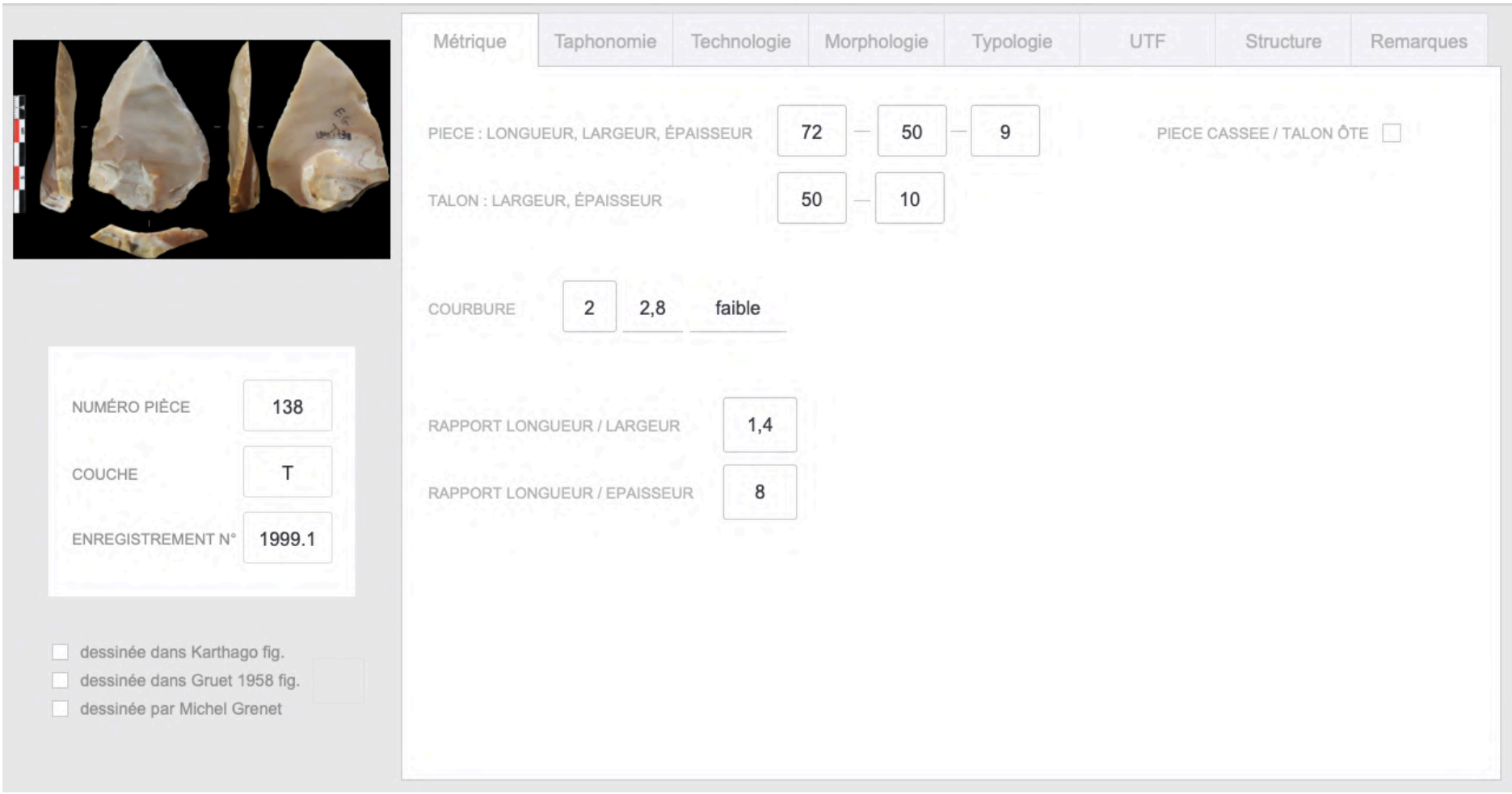
Table des tableaux

Tableau 1 – Restes fauniques livrés par le sondage S1 ; artéfacts lithiques non précisés (Aouadi et Belhouchet 2010) 87
Tableau 2 – Liste faunique d'El Guettar par niveau (d'après Vaufrey 1954 ; Aouadi 2014 et Aouadi et al. 2021) 90
Tableau 3 – Nombre de restes fauniques d'El Guettar (Aouadi 2014) 91
Tableau 4 – Préférences écologiques de certains mammifères d'El Guettar (d'après Campmas 2012) 91
Tableau 5 – Faunes pléistocènes non exhaustives d'Afrique du Nord (d'après Campmas 2012 ; Daujeard 2019 ; Geraads 2017 ; Aouraghe et Ouchaou 2011 ; et Philippe Fernandez, communication personnelle) . 93
Tableau 6 – Décompte des industries lithiques d'El Guettar par niveau et selon les musées 105
Tableau 7 – Décompte général par types d'objets 159
Tableau 8 - Décompte général par catégories technologiques 160
Tableau 9 – Taux de transformation général et décompte typologique du niveau T d'El Guettar 162
Tableau 10 – Répartition des outils par type de support 163
Tableau 11 – Répartition des outils par type de support selon la place dans la chaîne opératoire. Les % dans les cases jaunes se réfèrent aux totaux à droite (types d'outils) tandis que ceux dans les cases grises se réfèrent aux totaux en bas de tableau (types de supports). 164
Tableau 12 – Type d'affûtage des outils lithiques 165
Tableau 13 – Morphologie des supports convergents à extrémité distale pointue 168
Tableau 14 – Caractéristiques générales des UTF-t bords linéaires 175
Tableau 15 – Caractéristiques générales des petits éclats bruts 177
Tableau 16 – Caractéristiques des bords linéaires bruts et retouchés 178
Tableau 17 – Caractéristiques des bords linéaires par type de délinéation 179
Tableau 18 – Caractéristiques générales des UTF-t bords denticulés 181
Tableau 19 – Caractéristiques des parties apicales des UTF-t convergentes 183
Tableau 20 – Stigmates observés sur les extrémités convergentes 184
Tableau 21 – Caractéristiques générales des bords des UTF-t convergentes 186
Tableau 22 – Caractéristiques des bords les plus courts chez les UTF-t convergentes asymétriques (les bords sont au nombre de 84 et non 97 car les attributs des 13 d'entre eux mesurant moins de 10 mm ne sont pas pris en compte) 189
Tableau 23 – Caractéristiques des bords les plus longs chez les UTF-t convergentes asymétriques 189
Tableau 24 – Différentiel d'angulation entre les bords des UTF-t convergentes à mêmes longueurs de bords 190
Tableau 25 – Caractéristiques générales des UTF-t encoches 191
Tableau 26 – Caractéristiques générales des UTF-c présentes chez les outils à UTF-t convergente 206
Tableau 27 – Caractéristiques des supports du technotype A 217
Tableau 28 – Caractéristiques des supports du technotype B 220
Tableau 29 – Caractéristiques des supports du technotype C 221
Tableau 30 – Caractéristiques des supports du technotype D 226
Tableau 31 – Caractéristiques des supports du technotype E 227
Tableau 32 – Caractéristiques des supports du technotype F 232
Tableau 33 – Caractéristiques des supports du technotype G 235
Tableau 34 – Caractéristiques des supports du technotype H 239
Tableau 35 – Caractéristiques des supports du technotype I 242
Tableau 36 – Caractéristiques des supports du technotype J 245
Tableau 37 – Caractéristiques des supports du technotype K 248
Tableau 38 – Caractéristiques des supports du technotype L 253
Tableau 39 – Caractéristiques des supports du technotype M 256
Tableau 40 – Caractéristiques des supports du technotype N 260
Tableau 41 – Caractéristiques générales des supports débités du niveau T d'El Guettar 265
Tableau 42 – Direction des enlèvements par type d'allongement 267
Tableau 43 – Direction des enlèvements par type de supports 268
Tableau 44 – Direction des enlèvements par technotype 268
Tableau 45 – Caractéristiques des nucléi Levallois 269
Tableau 46 – Répartition des types d'outils d'El Guettar dans les technotypes définis lors de cette étude 282

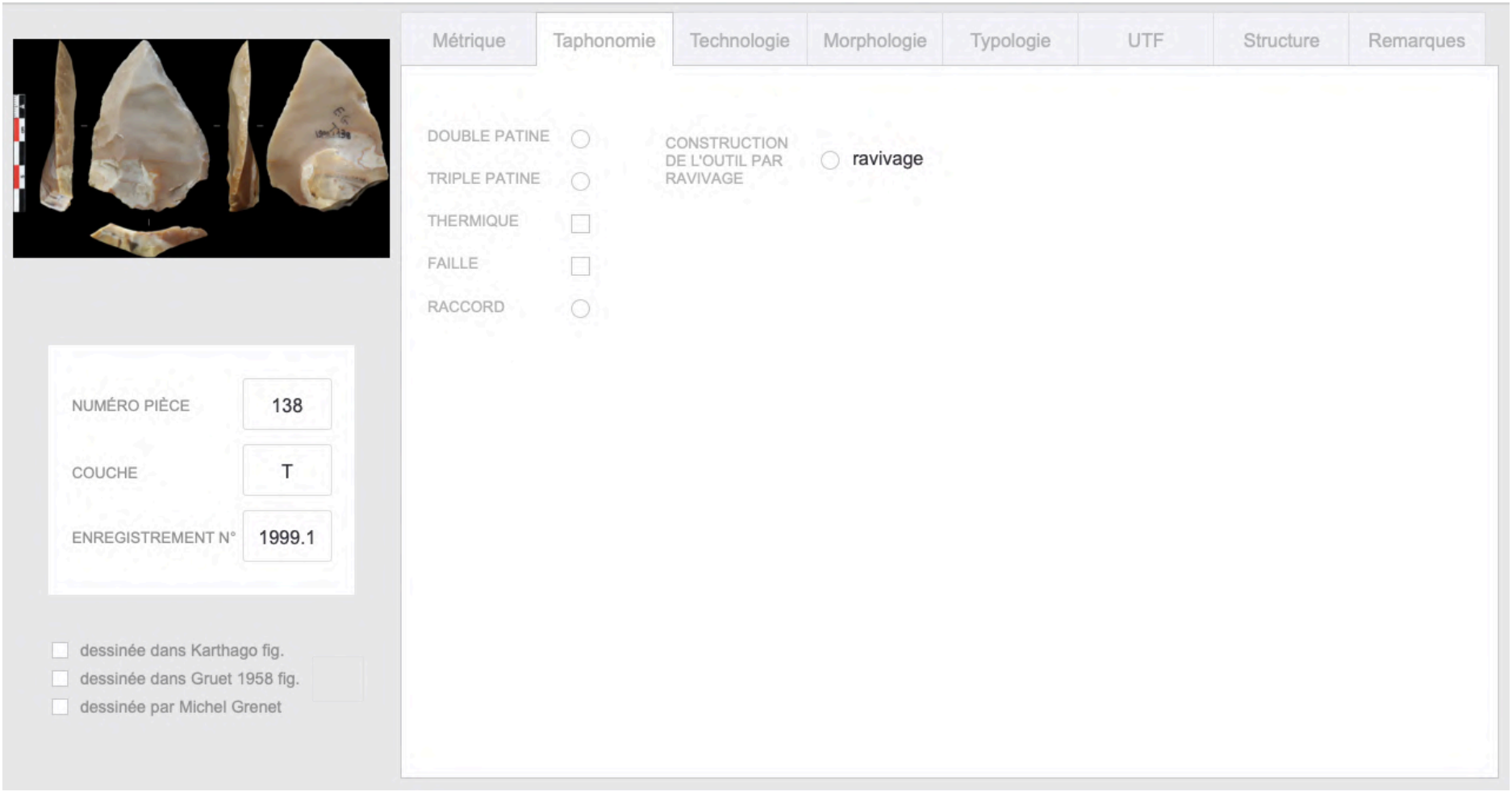
Table des annexes

Annexe 1 – Base de données FileMaker, supports, volet métrique 324
Annexe 2 – Base de données FileMaker, supports, volet taphonomique..... 325
Annexe 3 – Base de données FileMaker, supports, volet technologique..... 326
Annexe 4 – Base de données FileMaker, supports, volet morphologique 327
Annexe 5 – Base de données FileMaker, supports, volet typologique 328
Annexe 6 – Base de données FileMaker, supports, volet structurel – pointe 329
Annexe 7 – Base de données FileMaker, supports, volet structurel – bords..... 330
Annexe 8 – Base de données FileMaker, supports, volet structurel – UTF-p..... 331
Annexe 9 – Base de données FileMaker, supports, volet structurel – agencement des UTF 332

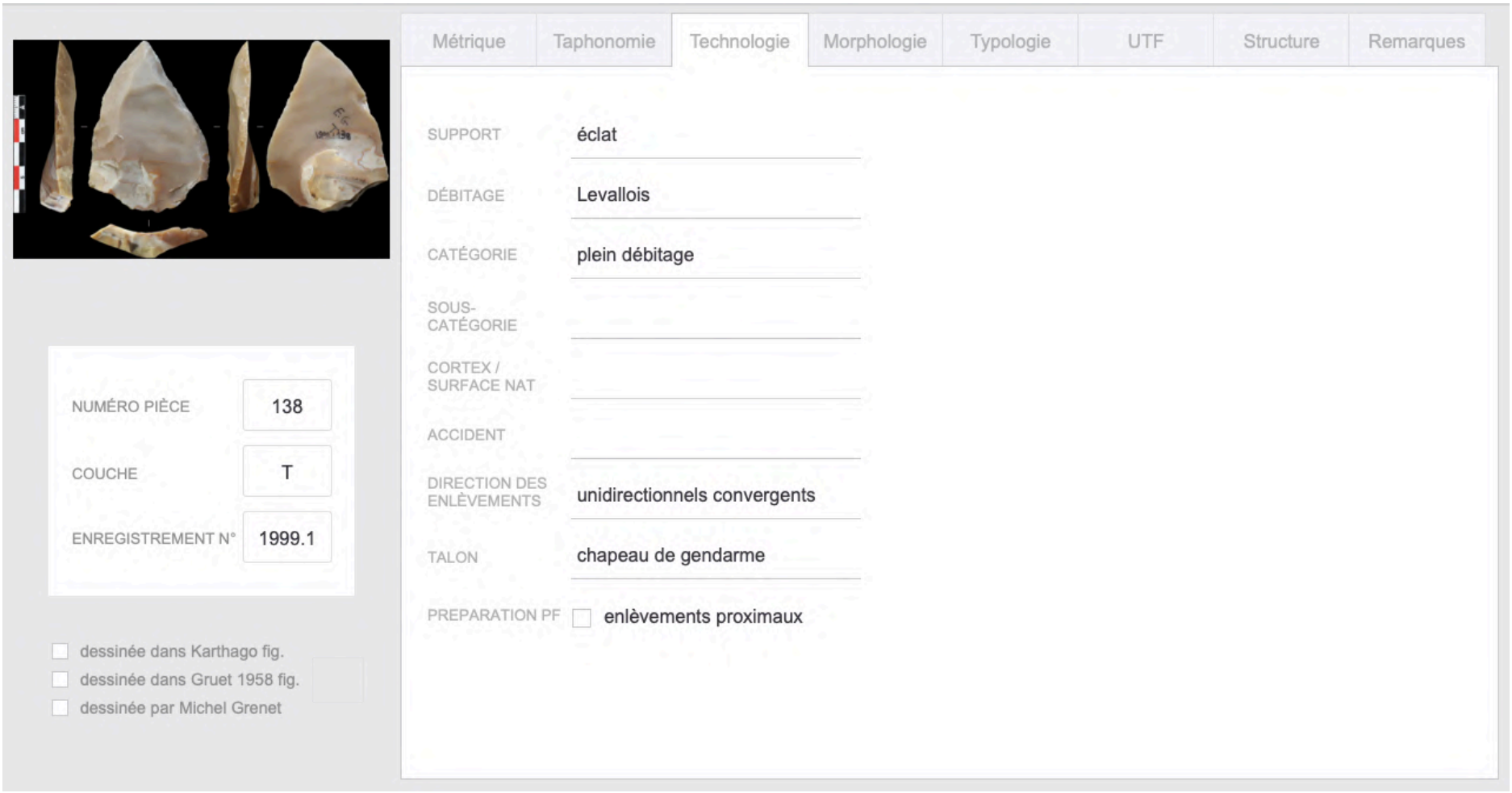
Annexes



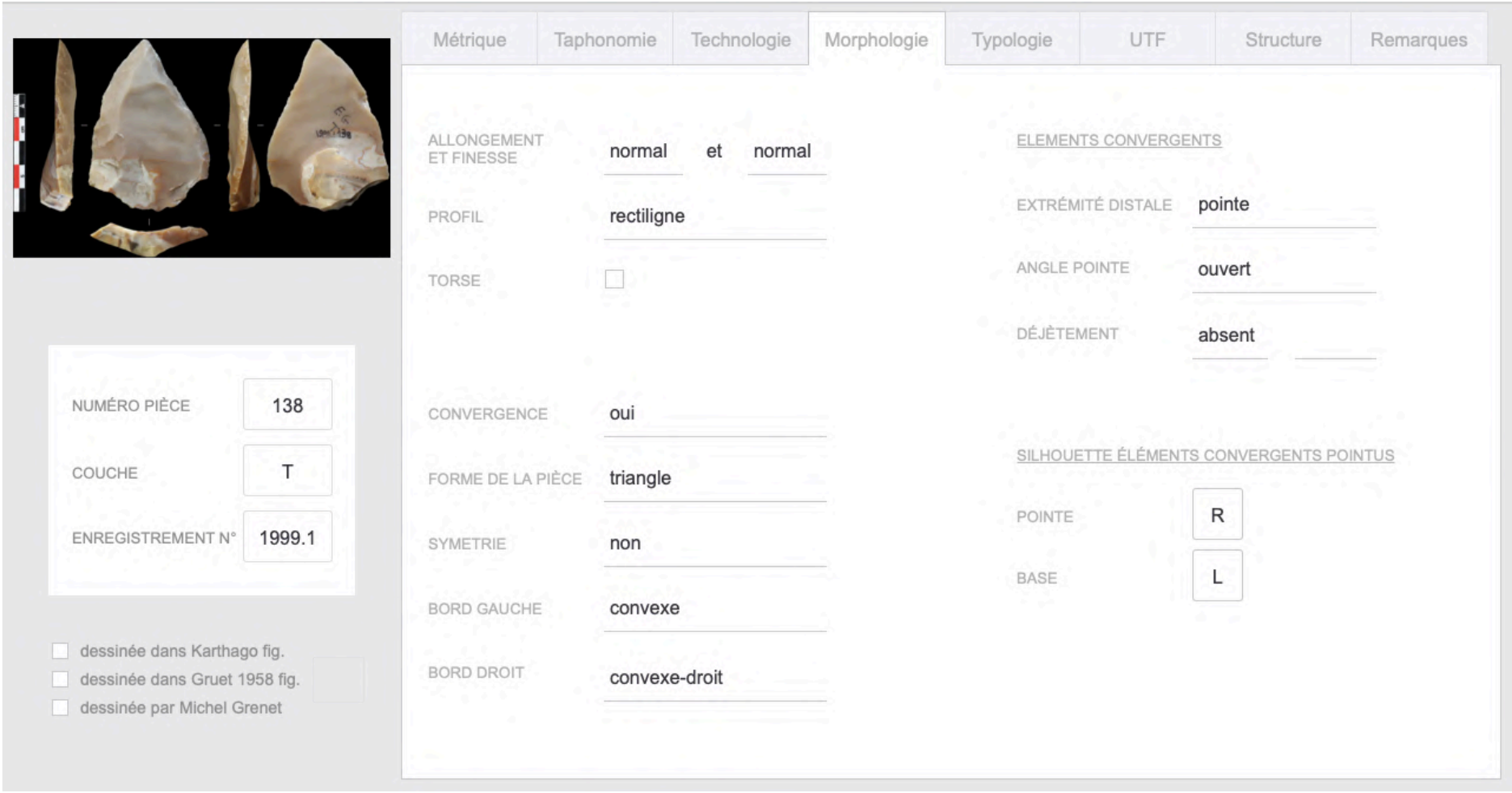
Annexe 1 – Base de données FileMaker, supports, volet métrique



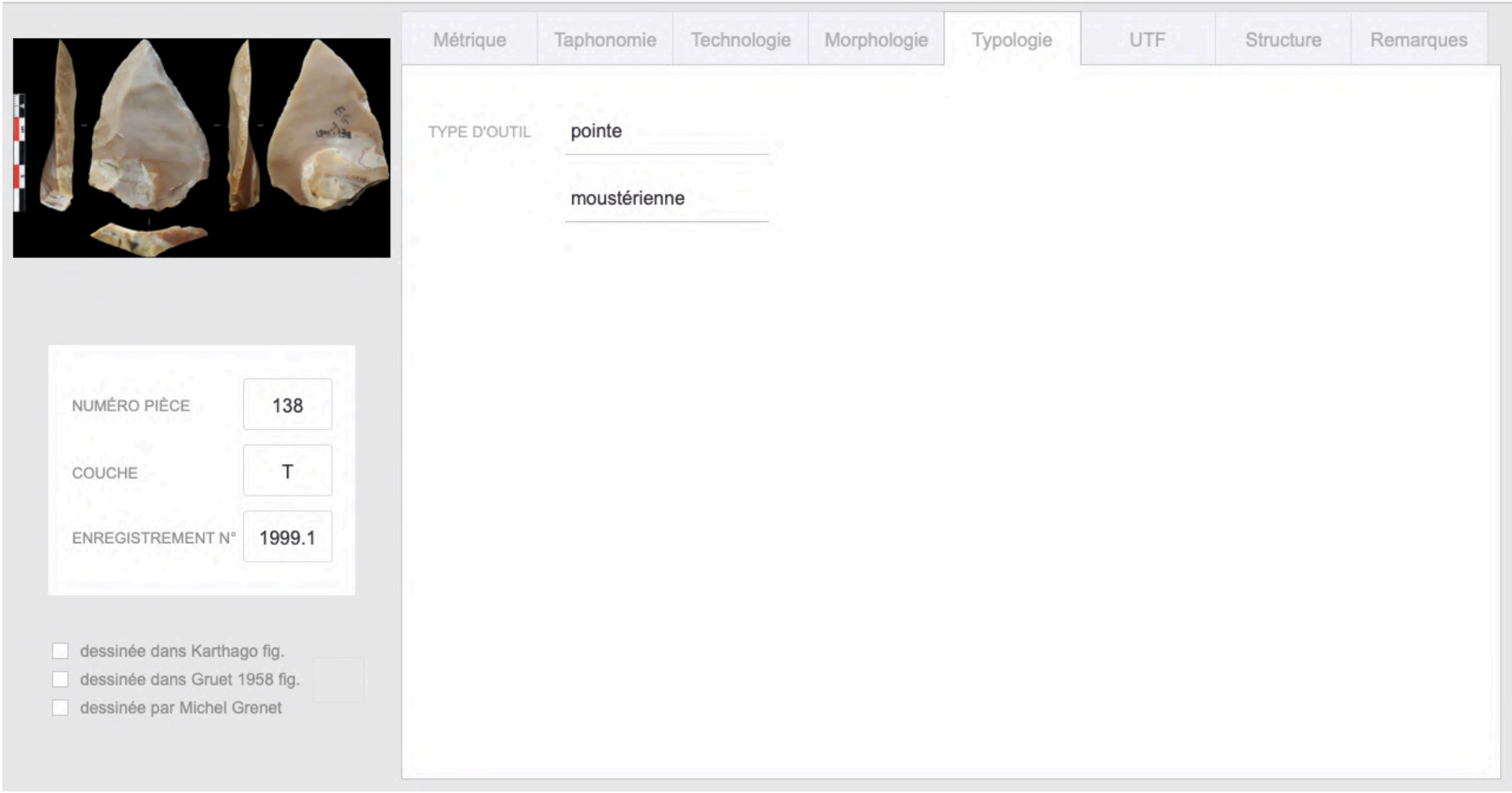
Annexe 2 – Base de données FileMaker, supports, volet taphonomique



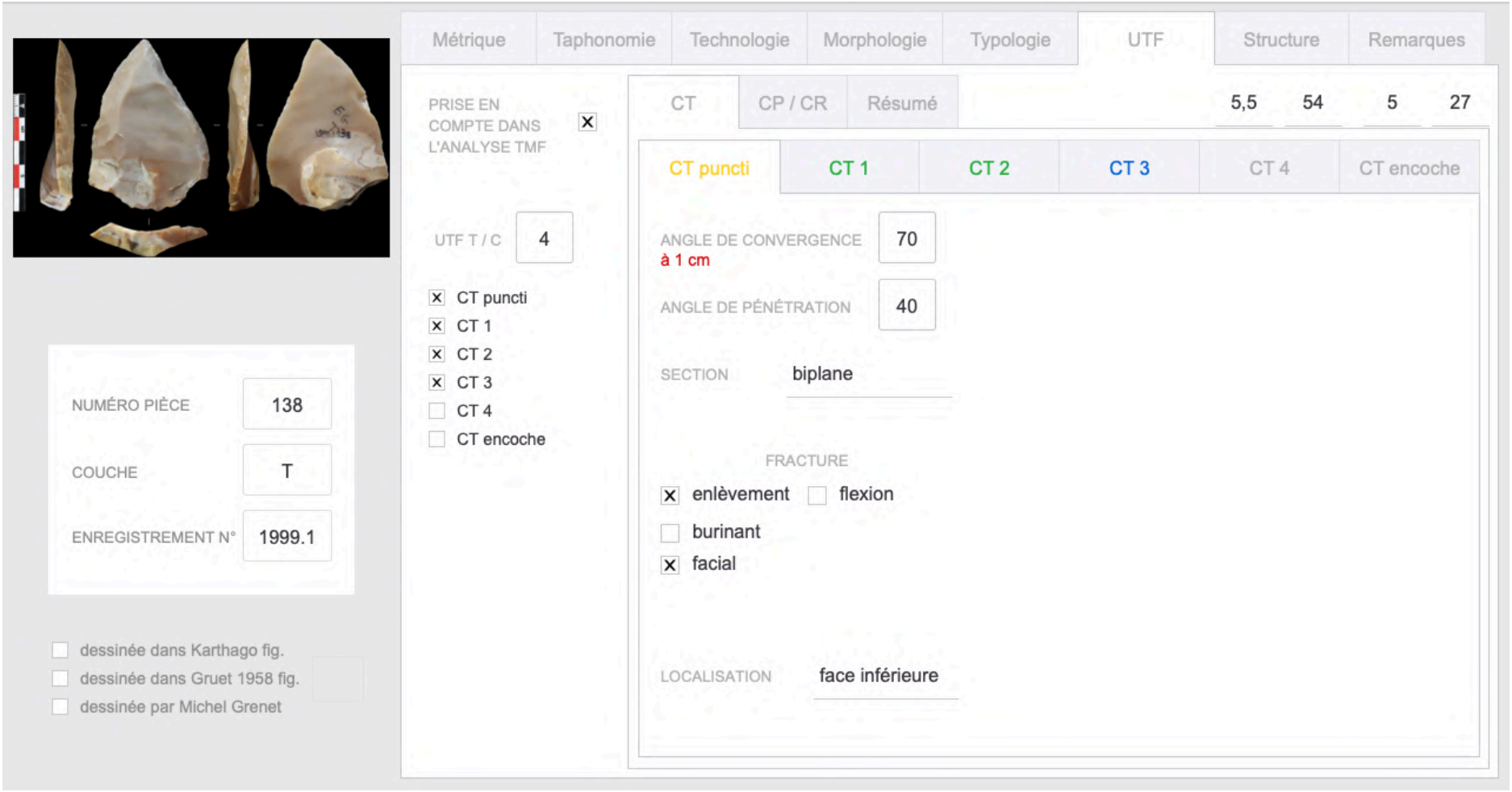
Annexe 3 – Base de données FileMaker, supports, volet technologique



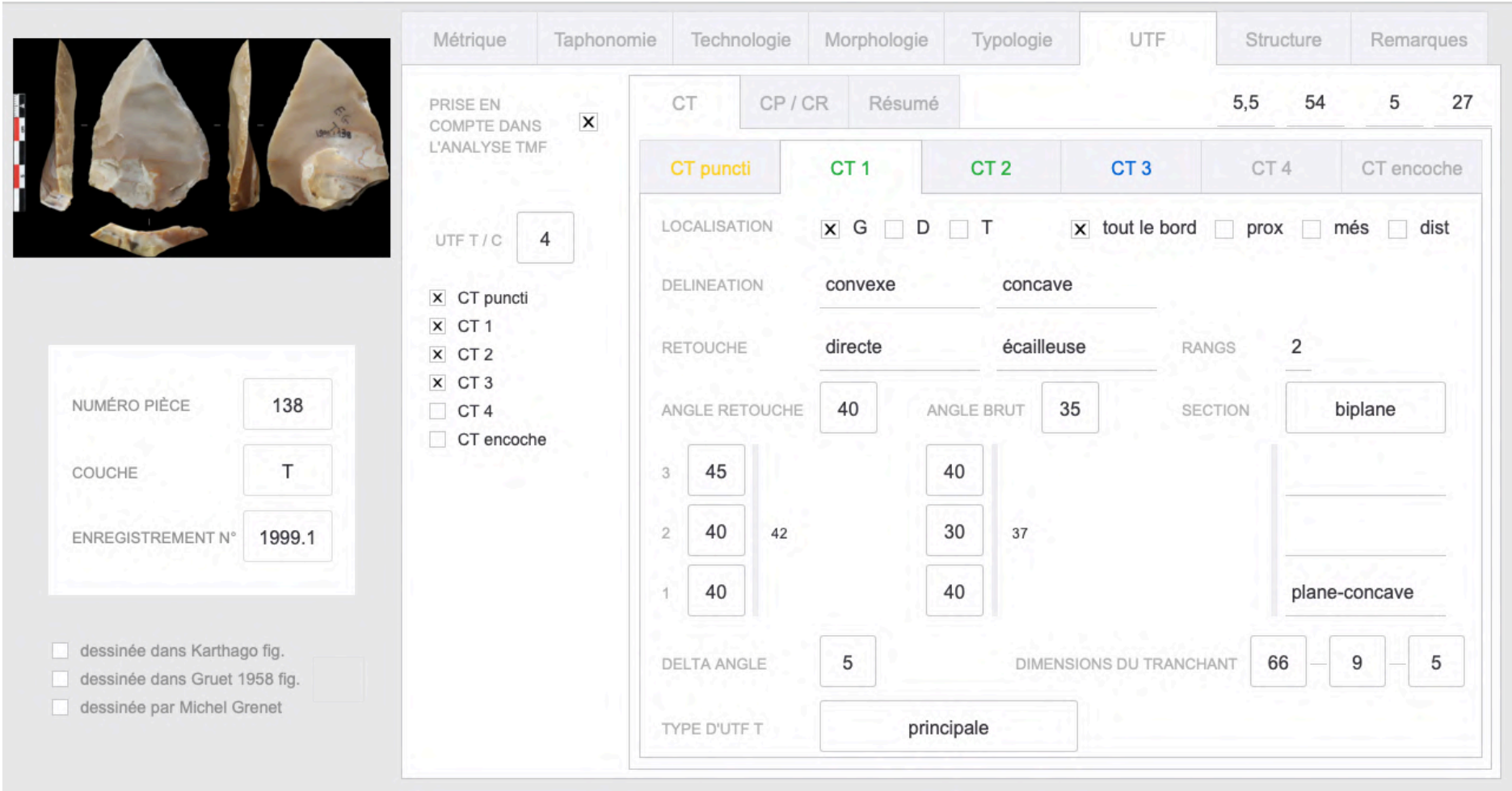
Annexe 4 – Base de données FileMaker, supports, volet morphologique



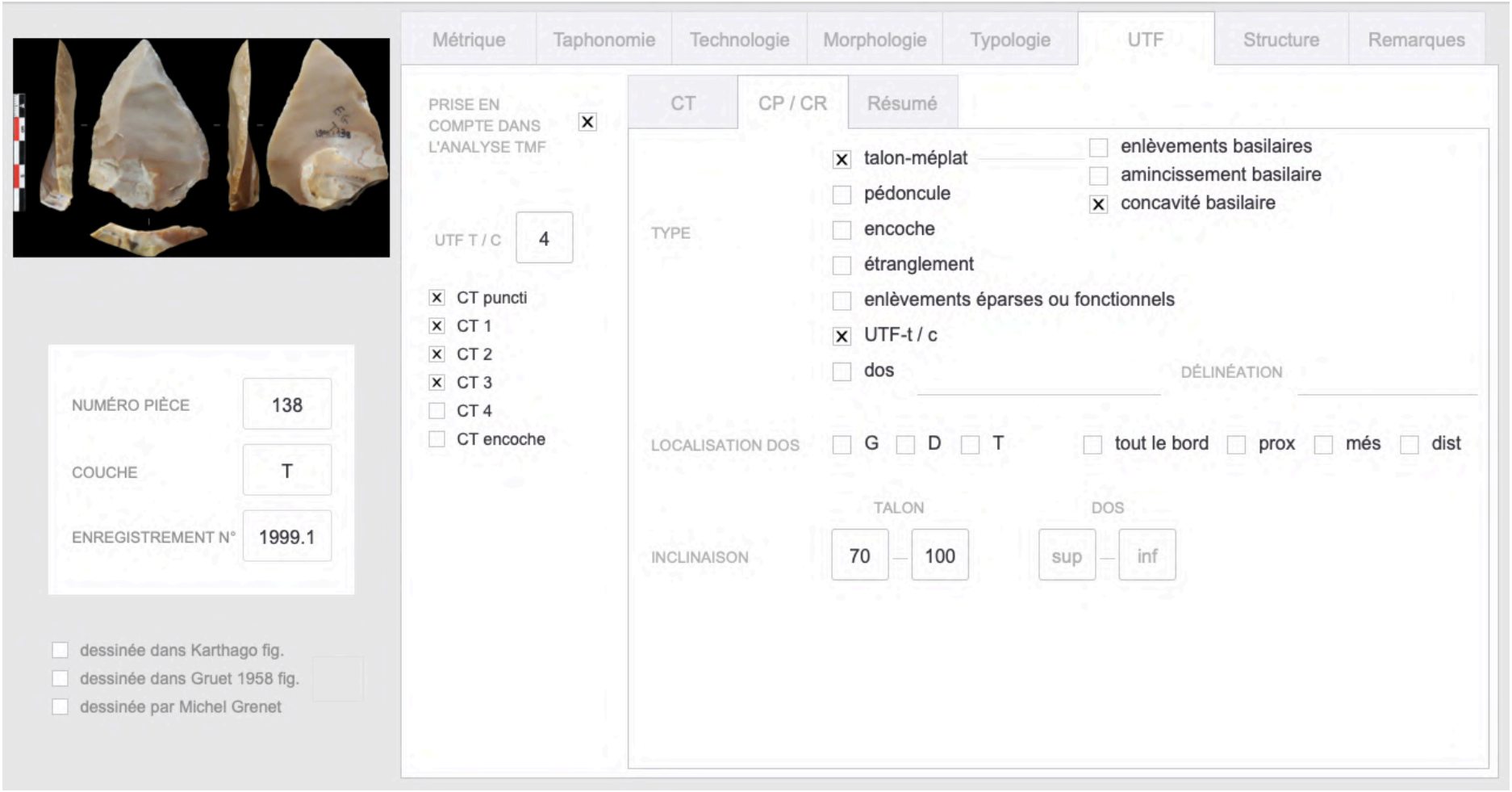
Annexe 5 – Base de données FileMaker, supports, volet typologique



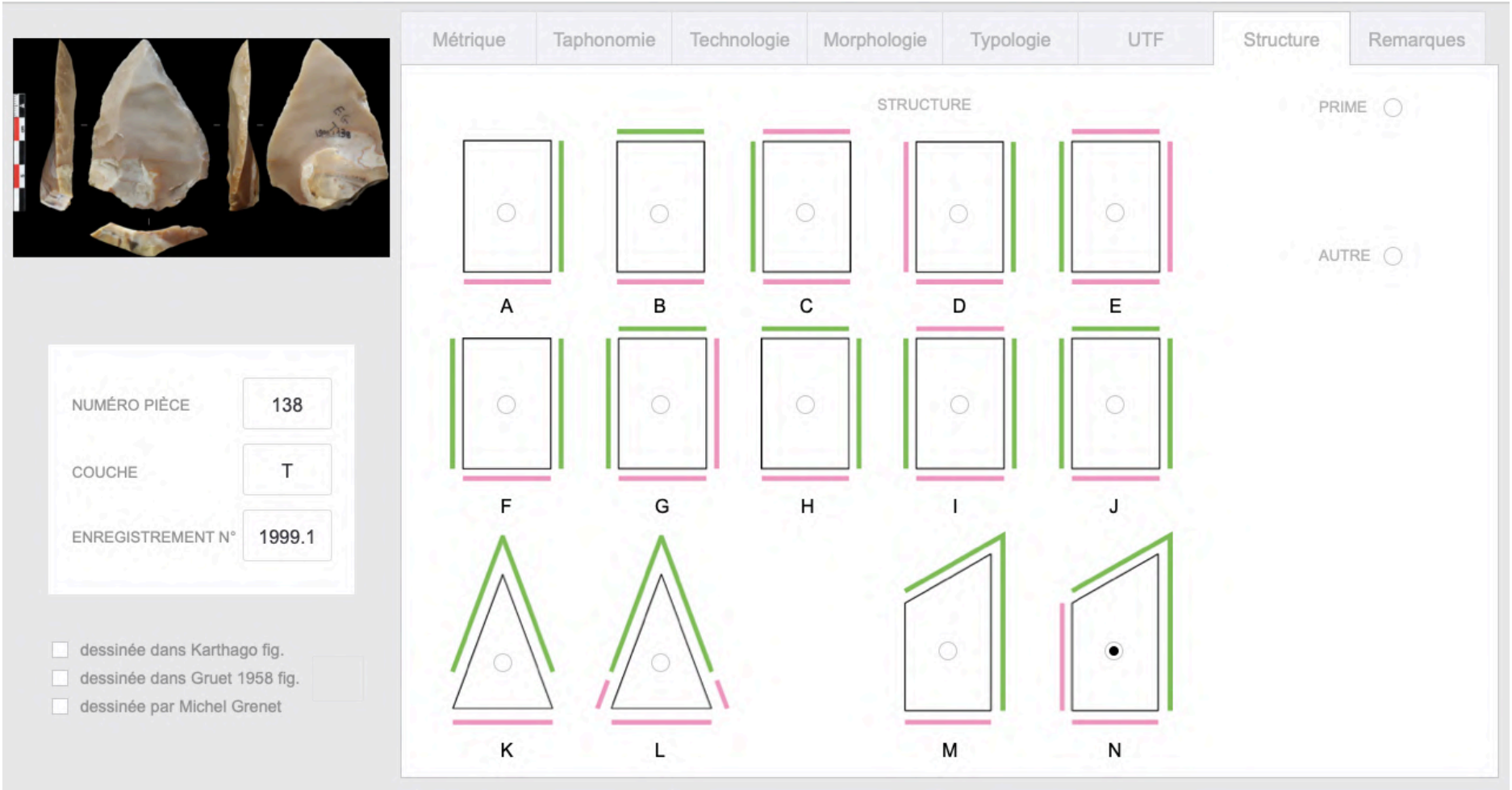
Annexe 6 – Base de données FileMaker, supports, volet structurel – pointe



Annexe 7 – Base de données FileMaker, supports, volet structurel – bords



Annexe 8 – Base de données FileMaker, supports, volet structurel – UTF-p



Annexe 9 – Base de données FileMaker, supports, volet structurel – agencement des UTF