Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène

Sandrine Costamagno, Myriam Boudadi-Maligne, Camille Daujeard, Philippe Fernandez, Emmanuelle Stoetzel

▶ **To cite this version:**

Sandrine Costamagno, Myriam Boudadi-Maligne, Camille Daujeard, Philippe Fernandez, Emmanuelle Stoetzel. Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène. PALEO : Revue d'Archéologie Préhistorique, Hors-Série, 2022, ⟨10.4000/paleo.7569⟩. ⟨hal-04274291⟩

HAL Id: hal-04274291

https://hal.science/hal-04274291v1

Submitted on 8 Nov 2023

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

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

HAL Authorization

Sociétés humaines et environnements

dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène

Colloque en hommage à ÉMILIE CAMPMAS
1983–2019

PALEO

HORS-SÉRIE

ouvrage édité par le
MUSÉE NATIONAL DE PRÉHISTOIRE

avec le concours du
Ministère de la Culture,
Direction Générale des Patrimoines,
Service des Musées de France

le soutien de
l'Institut des Sciences Humaines
et Sociales du CNRS

et la participation financières des institutions suivantes:
le laboratoire TRACES UMR 5608, le laboratoire HNHP UMR 7194, le laboratoire LAMPEA UMR 7269, le laboratoire ASM UMR 5140, le laboratoire PACEA UMR 5199, la région Occitanie, le SRA Occitanie du Ministère de la Culture, le LabEx Archimède, le projet ChroMed du LabExMed, le projet TeHoTeCa du LabEx LaScArBx, le Programme d'investissement d'avenir, le GDR BioArcheoDat, le réseau international de recherche TAPHEN IRN 0871, l'association Émilie Campmas (AssEmCa)

Achevé d'imprimer le
31 décembre 2022

Imprimerie
Grapho 12 - Villefranche-de-Rouergue

Maquette
F. Lacrampe-Cuyaubère, Archéosphère

Mise en page
AcalieGraphie

Dépôt légal
4e trimestre 2022

ISBN : 978-2-911233-24-1

Photographie de première de couverture
Association AssEmCa

Illustration de quatrième de couverture et filigrane
Coquillages *Nassarius* des niveaux MSA d'El Mnasra (Maroc), d'après les photographies d'Émilie Lesvignes

Photographies des intercalaires
Roland Nespoulet (thèmes 1 et 2),
Guilhem Constans (thème 3)

PALEO

2022

HORS-SÉRIE

Sociétés humaines et environnements

dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène

ACTES DU COLLOQUE
EN HOMMAGE À ÉMILIE CAMPMAS
UNIVERSITÉ TOULOUSE JEAN JAURÈS
8–9 MARS 2021

sous la direction de Sandrine Costamagno, Myriam Boudadi-Maligne, Camille Daujeard, Philippe Fernandez & Emmanuelle Stoetzel

DÉCEMBRE 2022

PALEO HORS-SÉRIE

DÉCEMBRE 2022

7 **Préface(s) et hommages**

15 **Introduction au colloque**

17 **Daujeard C., Boudadi-Maligne M., Costamagno S., Fernandez P., Michel P., Nespoulet R., Stoetzel E.**
Émilie Campmas (1983-2019): The Woman and the Sea. Une approche archéozoologique intégrative de l'exploitation humaine des milieux côtiers dans la zone circumméditerranéenne durant la Préhistoire.

Thème 1 : Les occupations côtières de la Préhistoire à l'actuel : adaptations des populations humaines au milieu littoral, utilisation des ressources marines et réseaux de diffusion

26 **Moigne A.-M., Celiberti V.**
L'utilisation et la consommation des bivalves par les néandertaliens de la grotte des Ramandils (Port-La Nouvelle, Aude, France).
Exploitation of bivalves as food or tools by the Neandertals of Ramandils cave (Port-La Nouvelle, Aude, France).

50 **Alvarez-Fernández E., Agirre-Uribesalgo A., Aura J. E., Avezuela B., Barrera-Mellado I., Fernández-Gómez M. J., Jordá Pardo J. F., Marlasca R., Morales J. V., Muñoz-Marchena M. C., Palomero-Jiménez I., Pérez-Ripoll M.**
Mise à jour des recherches sur les chasseurs-cueilleurs côtiers dans le Sud-Est de la péninsule ibérique durant le Magdalénien : les restes archéofauniques d'origine marine.
Update on research about coastal hunter-gatherers in the southeastern Iberian Peninsula during the Magdalenian: archaeozoological remains of marine origin.

64 **Mallye J.-B., Pétillon J.-M.**
Du phoque dans le Magdalénien de la Vache : quand les chasseurs de bouquetin s'intéressent aux mammifères marins.
Seals in the Magdalenian of La Vache cave (Alliat, Ariège, France): when ibex hunters take an interest in sea mammals.

78 **Peschaux C., Chauvière F.-X., Henry-Gambier D.**
Les coquilles de mollusques des fouilles Émile Rivière aux Balzi Rossi (Vintimille, Italie) : apport des collections Goury (Musée Lorrain, Nancy, France) et Moll (Laténium, Hauterive, Suisse).
Mollusc shells from the Émile Rivière excavations at Balzi Rossi (Ventimiglia, Italy): contributions from the Goury (Musée Lorrain, Nancy, France) and Moll (Laténium, Hauterive, Switzerland) collections.

98 **Merzoug S., Medig M., Derradji A., Remini F.**
L'exploitation des ressources halieutiques par les ibéromaurusiens de la région des Babors (Paléolithique supérieur, Algérie) : apport du site de Taza 1.
The exploitation of halieutic resources among the Iberomaurusian populations of the Babors region (Upper Paleolithic, Algeria): contribution of the Taza 1 site.

112 **Manca L., Mashkour M., Gashimi T.**
Between land and sea. The exploitation of marine shells from the Neolithic to the Iron age of Iran: the site of ruwar (northwest of Iran).
Entre terre et mer. L'exploitation des coquillages marins du Néolithique à l'âge du Fer en Iran : le site de Ruwar (Nord-Ouest de l'Iran).

130 **Sternberg M.**
Consommer les ressources piscicoles en milieu colonial hellénisé : le bastion massaliète d'Olbia de Provence (Var, France) et l'établissement de Caraburun Acic-Suat (Com. de Baia, Tulcea, Roumanie), en territoire hellénisé.
Consuming fish resources in a Hellenized colonial environment: the Massaliète stronghold of Olbia de Provence (Var, France) and the settlement of Caraburun Acic-Suat (Baia county, Tulcea, Romania), in Hellenized territory.

144 **Dupont C., Baudry A. Daire M.-Y., Barillé L.**
A technical adaptation? Shell dye extraction on the eve of the roman conquest in Gaul (Port-Blanc, Hoedic island, France).
Une adaptation technique ? L'extraction de colorant sur coquillages à l'aube de la conquête romaine en Gaule (Port-Blanc, île d'Hoedic, France).

162 **Jeanjean A., Nespoulet R.**
La collecte de moules sauvages sur la plage de Guy-Ville (El Harhoura Témara, Maroc). Archéologie et ethnologie, regards croisés en milieu urbain.
The collection of wild mussels on the beach of Guy-Ville (El Harhoura Témara, Maroc). Archaeology and ethnology, crossed glances in an urban environment.

176 **Theodoropoulou T.**
Same sea, different catches. Exploring ecological variations *vs.* Human choices in prehistoric Mediterranean: The Aegean case.
Même mer, captures différentes. Exploration des variations écologiques versus choix humains en Méditerranée préhistorique : le cas de la mer Égée.

Thème 2 : Données récentes sur la Préhistoire d'Afrique du Nord – Occupations humaines, paléoenvironnements et relations avec le reste du continent

196 Chahid D., Larbi B., Oujaa A., Lenoble A.
Le littoral marocain entre Kénitra et Skhirat du Pléistocène moyen à l'actuel.
The Moroccan coastline between Kenitra and Skhirat from the Middle Pleistocene to the Present.

208 Uzunidis A., Fernandez P., Bouzouggar A., Barton N., Humphrey L., Kuhn S.
Herbivore dental wear analysis since the end of the middle Pleistocene to the beginning of the Holocene in different archaeological contexts of Morocco (Bizmoune, El Khenzira and Taforalt).
Analyse de l'usure dentaire des dents d'herbivore dans différents contextes archéologiques marocains depuis la fin du Pléistocène moyen jusqu'au début de l'Holocène (Bizmoune, El Khenzira et Taforalt).

228 Aouadi N.
Nouvelles données sur les occupations humaines dans la zone côtière de l'oued el Akarit au Pléistocène supérieur (Tunisie méridionale).
New Data about human occupations during the Upper Pleistocene in Wadi el Akarit coastal area (South-eastern Tunisia).

244 Chaïd Saoudi Y., Sitouah B., Abdoun F., Sidéra I., Roumane K., Kasri S.
L'Alcéphale, l'Olivier, le culte du Bœuf et le divertissement chez les populations de l'Holocène inférieur de Columnata (Algérie Nord-Occidentale). Résultats et hypothèses tirés des données récentes.
Updating the Lower Holocene population's behavior from Columnata (north-western Algeria) through their management of hartebeest, olive tree, oxen rite and gaming.

266 Sari L.
Particularismes régionaux et adaptations territoriales au cours de l'Ibéromaurusien. Apport des productions lithiques de tamar Hat, rassel et Columnata, (Algérie).
Regional peculiarities and territorial adaptations during the Iberomaurusian. Contribution of lithic productions from Tamar Hat, Rassel and Columnata (Algeria).

292 Bougariane B., Mikdad A.
Les associations fauniques de la fin du Pleistocène et de l'Holocène dans les gisements archéologiques de Taghit Haddouch, Hassi Ouenzega et Ifri Ouzabour (Rif oriental, Maroc).
Late Pleistocene and Holocene faunal associations in the archaeological sites of Taghit Haddouch, Hassi Ouenzega and Ifri Ouzabour (Eastern Rif, Morocco).

306 Saafi I., Aouadi N., Merzoug S., Belhouchet L.
The status of minority species and young individuals of the terrestrial malacofauna in Capsian and Neolithic populations in eastern Maghreb.
Le statut des espèces minoritaires et des jeunes individus de la malacofaune terrestre chez les populations capsiennes et néolithiques au Maghreb oriental.

Thème 3 : L'apport des approches actualistes à une meilleure perception des relations humain/animal dans le passé

316 Fosse Ph., Fourvel J.-B., Madelaine S., Mwebi O., Brugal J.-Ph.
Séquence des éruptions dentaires chez les Hyaenidae modernes et fossiles (Crocuta, Parahyaena, Hyaena).
Tooth eruption sequence of extant and extinct Hyaenidae (Crocuta, Parahyaena, Hyaena).

332 Fourvel J.-B.
Caractérisation taphonomique d'écosystèmes modernes : Implications pour la connaissance des ensembles archéo-paléontologiques. Le cas d'Aga Dima (Éthiopie).
Taphonomical characterization of extant ecosystems: implications for the understanding of archaeo-palaeontological sites. The case study of Aga Dima (Ethiopia).

342 Siziani R., Merzoug S.
Le lion d'Afrique (*Panthera leo*) : étude expérimentale sur les traces de consommation des carcasses de mulet, bœuf et dindon.
The African lion (Panthera leo): *An experimental study of consumption patterns in mule, beef and turkey carcasses.*

356 Denys C., Stoetzel E., Campmas É.
Revue bibliographique des travaux des dix dernières années en taxonomie et taphonomie des petits vertébrés en Afrique du Nord-Ouest.
Bibliographic review of the last ten years' work in taxonomy and taphonomy of small vertebrates in Northwest Africa.

376 Campmas É., Costamagno S., Souron A., Facincani V., Arbosti M., Gardeur M., Lavidalie T., Napias A., Parkinson J., Santos F., Romagnoli F.
Des coquillages comme outils de boucherie ? Approche expérimentale et amorce de réflexion sur la question des pratiques de boucherie au Paléolithique moyen en contexte littoral de l'Afrique du Nord.
Shells as butchery tools? An experimental approach and a first step toward discussing open issues on butchery practices in the Middle Paleolithic in the coastal context of North Africa.

396 Cuenca Solana D., Manca L., Romagnoli F., Campmas É.
Taphonomic effects in Archaelogical contexts: An analytical experimental protocol to improve archaeomalacology research.
Effets taphonomiques dans les contextes archéologiques : un protocole expérimental analytique pour améliorer la recherche en archéomalacologie.

PRÉFACE

Annick et René Campmas, les parents d'Émilie

Bonne humeur sans faille, sourire, joie de vivre, gaieté, bienveillance, authenticité, honnêteté et richesse intellectuelles, générosité, dynamisme, immense courage, énergie sont autant de qualités qui faisaient d'Émilie ce qu'elle était.

Le colloque organisé en son hommage « Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène » à l'Université Toulouse, était initialement prévu en 2020 à l'Université Toulouse Jean Jaurès. En raison des aléas de la crise sanitaire liée à la Covid 19, il a dû être reporté et s'est finalement déroulé, les 8 et 9 mars 2021 en distanciel. Ne pas abandonner, s'adapter, c'était aussi « ça » Émilie, une femme déterminée.

Le colloque a réuni près de 200 personnes en continu et, lors de ces journées, vos témoignages étaient nombreux à exprimer combien vous appréciiez Émilie. Pardonnez-nous de ne pas tous vous citer :

« Un tel regroupement de collègues, d'amis, d'inconnus aussi, est la meilleure illustration de ce qu'Émilie était, de ce qu'elle représentait, et de ce qu'elle donnait, qui était cher et unique. En 2009, nous étions toutes les deux en charge de l'enseignement d'archéozoologie en Master 2 à Bordeaux. Sa vivacité, sa candeur, sa fraîcheur m'ont tout de suite beaucoup plu et nous nous sommes très bien entendues, aussi bien sur le plan personnel que professionnel. (...) J'aimais beaucoup collaborer avec Émilie. Nous partagions la même façon de travailler, la même méthodologie : étudier les séries dans leur intégralité, observer une approche naturaliste avant tout, mais aussi garder toujours à l'esprit les multiples doutes et incertitudes inhérents à notre discipline. Aujourd'hui, ses connaissances, son dynamisme, et sa passion, elle, tout va terriblement manquer. » (Camille Daujeard)

« Émilie, la wonder woman de l'archéologie » (Eslem Ben Arous)

« Tu as été une étudiante magnifique, toujours motivée, toujours passionnée. Merci à toi. » (Christine Couture)

« Ta gaieté, ton courage et ta joie de vivre resteront pour toujours gravés dans nos pensées. » (Anne Delagnes)

« Émilie ? rire, sourire, bienveillance, détermination : une leçon de vie. » (Sylvain Ducasse)

« Émilie était une amie précieuse : quelqu'un avec qui même les mauvais moments sont bons, toujours dans un mélange de joie festive et d'émulation scientifique. » (Damien Flas)

« Je me souviens de ces fois où tu me parlais de tes recherches en cours, avec toujours de nouvelles idées qui fusaient et qui allaient bien trop vite pour moi... Je me souviens de ton sourire, ta joie de vivre, ta bonne humeur, ton dynamisme mais aussi de certains moments de doutes et de tristesse... » (Mélody Félix-Sanchez)

« J'ai gardé d'Émilie le souvenir d'une jeune collègue qui alliait la gentillesse à la compétence. Dans le cadre d'une collaboration pour une publication commune avec d'autres jeunes collègues, j'avais pu apprécier sa parfaite honnêteté scientifique. » (Michel Lenoir†)

« Nous étions tous admiratifs de sa joie et son courage. » (Bruno Maureille)

« Dr Campmas, Émilie was a great friend, a great scientist and a great human being. She was surely the most courageous person I have ever met. We are all missing you Émilie. The sun used to be more shinny when you were there. » (William Rendu)

« Tu étais un membre fédérateur de notre groupe, toujours prête à aider, à expliquer, à refaire et refaire mieux..., la thèse..., la recherche de financements..., le concours..., la maladie... Tout ce difficile chemin n'a jamais écorné ta joie de vivre, ta volonté d'avancer, de construire des projets et d'atteindre avec succès tes objectifs. Tu nous a tous impressionnés. Jusqu'au bout, jusqu'aux derniers moments tu es restée pleine d'espoir, la tête remplie de projets, tu te préparais à repartir, à rebondir. Émilie, tu nous laisses le plus bel héritage qu'une amie puisse souhaiter : un exemple de courage et de persévérance à toute épreuve. Ton souvenir sera dans nos moments difficiles notre béquille, notre moteur et quelques fois aussi, notre coup de fouet. » (Solange Rigaud)

« Dr Émilie Campmas was warm, kind and funny human being, brave beyong belief. Your legacy lives on. » (Eleanor Scerri)

« Émilie, you were a rising star whose light was extinguished too soon. You were making so many contributions to the study of ancient life ways in northwestern Africa, and you were initiating innovative new studies to enrich our understanding. Your contributions will be everlasting. » (Teresa Steele)

« ...Elle a toujours été capable de nous épater, en toutes circonstances, notre Émilie... Je me souviens de toi lors de notre première rencontre lors des fouilles au Maroc, comme d'une petite tornade d'énergie, de joie de vivre, de rire et de fête, mais tu étais aussi capable d'un sérieux, d'une rigueur et d'un investissement incroyable quand il s'agissait de ta passion pour la Préhistoire. J'ai vu avec quelle fougue et quelle détermination tu as continué à vivre et à avancer dans ta recherche ces dernières années, avec quelle facilité tu as su nouer des liens professionnels et amicaux avec tellement de personnes en France mais aussi à l'étranger. (...) Tu étais exceptionnelle sur bien des points. » (Emma Stoetzel)

« Émilie laisse sur cette terre une empreinte indélébile, toute en beauté de l'âme et du cœur. » (Christine Verna)

De ses recherches, de vos recherches, si souvent elle nous a parlé avec ferveur. Vous poursuivez le dialogue et nous vous en sommes infiniment reconnaissants.

Cet ouvrage publié comme supplément à la revue PALEO inscrit le souvenir d'Émilie dans une continuité de spontanéité, d'enthousiasme et de passion pour l'archéologie.

Qui que vous soyez, préhistorien(ne), amateur(trice) ou ami(e), vous allez être conquis·e par la richesse des thématiques qui suscitaient l'intérêt et la passion d'Émilie.

HOMMAGE

RACHED JABALLI

(1988-2023)

Nabiha Aouadi

La préhistoire et la protohistoire tunisiennes sont en deuil. Nous venons de perdre le docteur Rached Jaballi préhistorien et conservateur du patrimoine à l'Institut National du Patrimoine (Tunisie).

Né en 1988 à Kasserine en Tunisie, le Docteur Rached Jaballi nous a quittés le jeudi 16 Mars 2023 suite à un accident mortel de la route survenu alors qu'il dirigeait des fouilles archéologiques à Khanguet Essloughi à Kasserine en Tunisie centrale. Rached Jaballi a intégré l'Institut National du Patrimoine en tant qu'agent contractuel en 2012. Il a travaillé dans le site antique de Zama puis de Carthage, et enfin il a été chargé du site antique de Thélepte à Kasserine. Depuis 2023 son statut administratif était en voie de régularisation en tant que conservateur du patrimoine.

Rached Jaballi était titulaire d'une thèse de doctorat en Préhistoire soutenue en 2021 intitulée « Les occupations préhistoriques et protohistoriques dans la région de Fériana et ses environs (Centre ouest de la Tunisie) » (dir. Pr. Nabiha Aouadi - INP).

Travaillant avec rigueur et studiosité, de nombreux inventaires d'objets archéologiques et préhistoriques ont été réalisés par Rached Jaballi (réserves de Préhistoire du Musée National du Bardo, réserves de Sbeïtla, de Carthage...).

Son implication sur le terrain remonte aux premières années de sa Maîtrise en Archéologie à la Faculté des Lettres et des Sciences Humaines de Kairouan. Son initiation à la Préhistoire a commencé en 2009, alors qu'il était en deuxième année d'Archéologie avec le site capsien de l'Aïn Metherchem (Kasserine). Il participa aux deux campagnes de fouilles en 2009 et 2010, et la collection lithique du site a fait l'objet de son Mastère en 2014 intitulé « Technologies lithiques à l'Épipaléolithique : Étude de la série lithique de la rammadiya de l'Aïn Metherchem » (Dir. Pr. Nabiha Aouadi - INP).

Rached Jaballi s'est également investi très tôt dans les enseignements et formations de Préhistoire en Tunisie, surtout celles relatives à la technologie lithique. En 2018 il a notamment participé à la formation proposée par Jacques Pellegrin sur « La technologie de la pierre taillée préhistorique : méthodologie et initiation pratique » (Gabes, 2018).

Rached Jaballi était fasciné par la culture capsienne, bien représentée dans sa terre natale (Kasserine) à travers de nombreuses rammadiyet. Il s'intéressait plus particulièrement aux techniques de débitage, aux gites de matières premières et à la circulation des Hommes capsiens à l'Holocène. Ses travaux ont permis d'élaborer un référentiel sur les types de matières premières du Centre-Ouest tunisien. Il a étendu ses recherches à d'autres endroits de Kasserine tels que Foussana, Haïdra, Thala, Sbiba...

Rached Jaballi a fait partie de plusieurs programmes de recherche nationaux et internationaux en Préhistoire. Nous évoquons à titre indicatif ceux portants sur les sites de l'Oued el Akarit (2014), de Nafta (2016), d'Aïn el Guettar (2010, 2011), de Bir Oum Ali (2019), de Kef Hamda (2014), de Foussana (2017, 2019 à 2022), de Lazalim (2022), de Koudiet Errmaidiya (2021)...

Les multiples travaux de recherche de Rached Jaballi ont été exposés et valorisés lors de colloques nationaux et internationaux. Sa dernière participation était aux 11èmes Rencontres de Quaternaristes Marocains (RQM11) à Rabat au Maroc en novembre 2022, sur le thème « Honorer les morts en Préhistoire : les pratiques funéraires aux temps des Capsiens ».

Sa dernière mission de fouille (mars 2023) qu'il menait avec grande responsabilité et rigueur scientifique était celle du site de Khanguet Essloughi, situé entre Haïdra et Foussana (Centre-Ouest tunisien). La fouille a concerné plusieurs occupations dites « protohistoriques/ monuments mégalithiques », représentées par des bazinas et des dolmens.

Reconnu pour sa parfaite implication sur le terrain, son souci du détail, et sa grande maitrise des techniques de fouille, Rached Jaballi a su partager ses acquis et ses connaissances avec ses amis et collègues. Lors des chantiers de fouilles, dans les stages de formation ou dans les missions d'étude de matériel archéologique, Rached était le point focal du groupe, et il a toujours été indispensable et central au cours de toutes ses missions. Il était toujours présent pour trouver des solutions aux problèmes financiers, logistiques, scientifiques... Son leitmotiv était le travail en équipe. Son objectif était l'avancée de nos connaissances sur la Préhistoire tunisienne et nord-africaine. Rached était une boule d'énergie, de bonne volonté, de force spirituelle et intellectuelle.

Rached était toujours souriant, aidant et bienveillant envers tout le monde en particulier les nouveaux étudiants et stagiaires, et ses collègues conservateurs.

Sur le plan associatif, Rached était très actif et faisait partie de plusieurs associations qui œuvrent dans le secteur culturel et social.

Ses proches, ses amis, ses collègues, ses professeurs ressentent une grande tristesse et une grande perte pour le monde scientifique. Toutes nos condoléances s'adressent à sa famille et à toute la communauté des chercheurs en Préhistoire tunisienne et nord-africaine.

Lors du colloque hommage à Émilie Campmas qui s'est tenu à Toulouse en distanciel en mars 2021, Rached avait présenté une communication intitulée « Note sur les occupations capsiennes inédites dans le bassin versant de l'Oued Sidi Aïch (Gafsa – Sud-Ouest tunisien) » dont nous retranscrivons ici le résumé. « Les Capsiens représentent les derniers chasseurs-cueilleurs en Algérie orientale et en Tunisie à l'Holocène inférieur et moyen. Les occupations capsiennes sont très denses dans le bassin versant de l'Oued Sidi Aïch et ont fait l'objet de nombreuses études préalables, notamment dans les sites de Bou Hayya, du Bassin de Kasserine, de l'Aïn Metherchem, de l'Ain Charchara et de Sidi Aïch. De multiples missions de prospection pédestre ont également permis d'identifier plusieurs sites capsiens inédits de type rammadiya. L'étude d'une dizaine de séries lithiques, fauniques et d'autres matériaux archéologiques (objets de parure, industrie osseuse), révèle une gestion économique particulière des ressources naturelles disponibles et une maitrise du territoire en milieu steppique. Le bassin versant de l'Oued Sidi Aïch représentait une zone de passage, entre la région de Gafsa au Sud, le bassin de Kasserine au Nord et la région de Tébessa à l'Ouest, et les Capsiens se sont installés de manière récurrente dans les steppes semi-arides de la région. Les ressources naturelles abondantes et la topographie en altitude semblent être les principaux critères déterminants dans l'installation des Capsiens dans cette région. »

Il était prévu qu'il publie les résultats détaillés de ces travaux dans le présent volume de *Paleo*, malheureusement Rached n'a pas eu le temps nécessaire pour apporter les corrections demandées par les relecteurs à son manuscrit.

Publications de Rached Jaballi

AOUADI N., BERGER J.-F., BKHAIRI A., JABALLI R., M'HAMDI M., ELAMRI Z. 2019 - Notes sur une occupation préhistorique holocène en hautes steppes : La Rammadiya de Koum Rmad (Bou Haya, Feriana). *In:* Les septièmes journées géographiques régionales sur le thème « Les régions intérieures : dynamiques spatiales et environnementales. Gouvernances et développement des ressources patrimoniales et touristiques ». Sbeïtla du 2 au 4 novembre 2017. *Revue tunisienne de Géographie*, N°49-50 (2018), p. 13-30.

JABALLI R., AOUADI N., BERGER J.F. 2020 - Les occupations capsiennes dans le bassin versant de l'oued al Hogf. *In: Aux origines du Capsien en Tunisie*. Aouadi N., Harbi-Riahi M. (Eds), ASM (Gafsa) et Institut National du Patrimoine. p. 165-196.

BEN MOUSSA S., BELHOUCHET L., AOUADI N., JABALLI R. 2021 - Peuplement et mode de vie préhistoriques dans la région d'El-Alia (Salakta, Mahdia, Tunisie orientale). *In: Byzacium, Byzacène, Muzaq : Occupation du sol, peuplement et modes de vie.* Actes du 6e colloque de Sousse. Ed. A. Mrabet. 2021.12-28.

AOUADI N., JABALLI R. 2022 - Note sur une pendeloque en os trouvée dans une sépulture capsienne à Koudès Rmad (Oued Riahi, Foussana, Tunisie centrale. *Chroniques d'Archéologie Maghrébine* (*ChrAM*), fascicule 1/ 2022, p. 158-163.

AOUADI N., SAÏDI M., HANNACHI K., JABALLI R., SGHARI B. 2023 - Les savoir-faire chez les Capsiens à travers les rites funéraires et les ornements. *In*: Actes du colloque « Autochtonie II » : « Savoir-faire autochtones dans le Maghreb et en Méditerranée occidentale, de l'Antiquité aux époques modernes : originalités, hybridité » (accepté, sous presse).

JABALLI R. *et al.* 2023 - Un nouveau foyer d'art et de savoir-faire chez les Capsiens de Sidi Aich». *In:* Actes du colloque « Autochtonie II » : Savoir-faire autochtones dans le Maghreb et en Méditerranée occidentale, de l'Antiquité aux époques modernes : originalités, hybridité (accepté, sous presse).

AOUADI N, TOUJ F., JABALLI R. 2023 - « New evidences for health diseases and hygiene in the Capsian human groups, Tunisia ». *In:* Colloque « Santé et Hygiène dans les sociétés méditerranéennes à travers les âges » ; la Manouba du 3-5 Mars 2022, (Texte sous évaluation).

À ÉMILIE

Sandrine Costamagno

Ma première rencontre avec Émilie a eu lieu en 2004 au détour d'un couloir à l'institut de préhistoire et de géologie du Quaternaire alors qu'elle y effectuait un stage avec Cédric Beauval pour étudier les traces de consommation laissées par les loups sur des référentiels actuels.

Nous avons réellement commencé à travailler ensemble deux ans après et on peut dire ensuite qu'on ne s'est plus vraiment quittées. A l'époque elle était venue effectuer, dans mon unité de rattachement TRACES, un stage de master sur le site tardiglaciaire de la grotte-abri du Moulin à Troubat. J'ai eu ensuite la chance de l'encadrer avec Patrick Michel pour sa thèse à l'université de Bordeaux qui portait sur la subsistance des humains du Middle Stone Age (MSA) et du Late Stone Age (LSA) dans la région de Témara. Je parle de chance parce qu'Émilie était une doctorante dont tous les directeurs et directrices rêvent, hyper volontaire, travailleuse acharnée, ultra compétente, toujours positive, ne baissant jamais les bras, bref la doctorante idéale.

Émilie était aussi une femme de terrain : depuis le début de sa thèse, elle était membre de la mission franco-marocaine « El Harhoura-Témara » et prévoyait de commencer ses propres fouilles : peu avant sa disparition, elle était à la recherche de sites présents à l'intérieur des terres permettant de venir appuyer son modèle d'occupation des territoires dans cette région côtière de Témara.

Comme son terrain d'étude principal était l'Afrique et moi l'Europe, nous nous retrouvions et échangions surtout sur les approches taphonomiques et encore plus sur les approches expérimentales qu'elle affectionnait tout particulièrement.

Les deux fonds d'amorçage qu'elle avait obtenus du laboratoire lui avait permis de débuter ses propres recherches actualistes : l'un sur la découpe bouchère d'animaux avec des coquilles, à laquelle j'avais participé avec Francesca Romagnoli, l'autre centré sur une approche ethnologique et ethnoarchéologique des collecteurs de moules actuels de la région de Témara au Maroc avec Agnès Jeanjean et Roland Nespoulet.

La maladie ne lui aura pas permis d'aller au bout de ces études qui ont été parachevées par les chercheuses et chercheurs qui collaboraient avec elle sur ces projets et qui sont publiées dans ce volume en sa mémoire.

À ÉMILIE

Bouchra Bougariane et Aicha Oujaa

Émilie, femme de terrain, était à la fois une amie et une collègue, une bonne vivante, joyeuse et souriante. En plus de ses grandes qualités de chercheuse, elle était serviable et généreuse. Nous n'oublierons jamais les bons moments que nous avons passés ensemble, ni sa présence vivifiante sur le terrain, qui rendait les journées plus agréables avec ses blagues et son amabilité lors de la mission archéologique de Témara ou lors de l'étude du matériel dans les locaux de l'Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine (INSAP). Les fous rires vécus, les défis relevés, les rêves partagés sont des souvenirs inoubliables.

Femme aux grandes qualités humaines et scientifiques, elle nous a aidées à préparer des collections de références, inexistantes à l'époque à l'INSAP, qui servent toujours aux jeunes chercheurs en paléontologie et en archéozoologie.

En tant que jeune chercheuse, Émilie n'a jamais hésité à aider et partager ses idées avec les autres chercheurs et étudiants sur la Préhistoire marocaine, et plus particulièrement sur l'archéozoologie. Elle s'est éteinte en mars 2019 après plusieurs années de combat contre la maladie. On gardera toujours en souvenir son courage de combattante. On se souviendra d'elle comme d'une chercheuse confirmée que la maladie n'a pu faiblir, et qui a continué à travailler sans relâche tout en partageant ses travaux sur l'archéozoologie au Maroc.

Émilie, ta bonne humeur, ta générosité, ta joie de vivre, ton professionnalisme et ton courage resteront à tout jamais gravés dans notre esprit et dans nos cœurs.

On est tous émus de te rendre hommage aujourd'hui, avec ces travaux auxquels tu as longuement contribué par tes recherches et tes réflexions toujours avisées.

Tu nous manques beaucoup...

INTRODUCTION

Sandrine Costamagno, Myriam Boudadi-Maligne,
Camille Daujeard, Philippe Fernandez,
Emmanuelle Stoetzel

Le colloque *Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène* en hommage à Émilie Campmas s'est tenu à l'Université Toulouse Jean Jaurès les 8 et 9 mars 2021. Décédée le 8 mars 2019 à l'âge de 35 ans, Émilie avait une place particulière pour chacune des personnes qui ont été à l'origine de cette idée d'un colloque qui pourrait être organisé en son hommage : Annick la maman d'Émilie, Camille Daujeard et Emmanuelle Stoetzel, amies et partenaires de terrain, Sandrine Costamagno, codirectrice de sa thèse et collègue de longue date. Très vite, de nouvelles personnes sont venues apporter leur soutien : Myriam Boudadi-Maligne, Philippe Fernandez, Mathieu Lejay, Roland Nespoulet. Initialement prévu en 2020, le colloque a d'abord dû être reporté en raison de la crise sanitaire de la Covid 19, et a ensuite dû être organisé en distanciel pour la même raison.

Émilie c'était la joie de vivre, toujours ultra enthousiaste, toujours à fond dans tout ce qu'elle entreprenait, une amie irremplaçable pour certain·es, une collègue géniale pour d'autres, une chercheuse aux recherches foisonnantes, Émilie c'était tout ça et bien plus encore bien sûr. Recrutée en tant que Chargée de Recherche au CNRS en 2018 et rattachée à l'équipe TRACES UMR 5608, Émilie développait des problématiques de recherche originales et innovantes, notamment en Afrique du Nord. Elle entretenait également des liens étroits avec l'UMR HNHP 7194, notamment au travers de la mission archéologique El Harhoura-Témara et l'UMR 5199 PACEA au sein de laquelle elle avait réalisé sa thèse. Pour ce colloque, nous avons souhaité une large ouverture scientifique, en particulier vers les jeunes chercheuses et chercheurs faisant partie ou non du réseau de collaborations d'Émilie. Le colloque a ainsi été organisé autour d'une thématique forte, mais non exclusive, sur le rôle joué par les zones côtières dans l'évolution des sociétés humaines en Afrique et en Europe. Les espaces littoraux ont en effet été des zones de passage et d'implantation stratégiques pour les populations animales et humaines. Les milieux intertidaux, entendus dans un sens élargi, sont riches en ressources multiples, et présentent des spécificités paléobiologiques et climatiques propres. Les scénarios d'adaptation à ces milieux, avancés pour la période Holocène, ont commencé à être évoqués pour des périodes plus anciennes, notamment sur la zone littorale sud-africaine. Avec la mise en évidence de l'exploitation du milieu côtier et des ressources littorales par les populations du MSA et du LSA ayant peuplé les côtes marocaines, Émilie s'apprêtait à interroger le degré de variabilité des comportements humains dans différents types d'environnements et leur impact sur l'organisation socio-économique des chasseurs-cueilleurs préhistoriques. Le colloque a ainsi réuni dans une démarche diachronique et pluridisciplinaire, archéozoologues, paléontologues, malacologues, taphonomistes, ethnologues, anthropologues, archéologues, spécialistes des paléoenvironnements, autour de la thématique des occupations côtières de la Préhistoire à l'actuel, aussi bien en Afrique du Nord qu'en Europe. La zone circumméditerranéenne offre, dans ce cadre, un terrain d'enquête privilégié car différents types d'hominines ont exploité le milieu côtier dans des environnements similaires, en zone méditerranéenne et atlantique. Néanmoins, afin de pouvoir réunir le plus grand nombre de chercheuses et de chercheurs ayant collaboré avec Émilie, le colloque a aussi ciblé d'autres thématiques, notamment les nouvelles méthodes développées en archéozoologie, archéo- et ethnomalacologie, i.e. approches expérimentales, taphonomie. Le colloque a été une véritable réussite puisqu'il a réuni plus de 200 personnes (67 intervenant·es et 135 auditeur·rices) principalement issues d'Europe et d'Afrique du Nord. Au-delà de la reconnaissance scientifique, cette richesse témoigne de la place spéciale d'Émilie au sein de la communauté des préhistoriens. Émilie était appréciée pour son intégrité scientifique, sa gentillesse, son sens du collectif.

Parmi les 41 communications et les 12 posters présentés lors du colloque (https://hommagecampmas21.sciencesconf.org/), 23 articles composent le présent volume. Des poissons aux cétacés, les ressources marines abordées dans les divers articles sont très diverses, mais ce sont les coquillages utilisés à des fins alimentaires, techniques ou ornementales qui constituent la majeure partie des articles du premier thème qui porte sur l'économie littorale. Ces questions sont abordées sur une vaste période chronologique depuis le Paléolithique moyen / MSA jusqu'à l'actuel, en passant par le Paléolithique récent / LSA et la période hellénistique. Le deuxième thème visait à faire une large place aux collègues et ami·es travaillant sur l'Afrique du Nord, qui était le terrain d'étude privilégié d'Émilie. Reconstitutions paléoenvironnementales, évolution du littoral, dynamiques territoriales, approches archéozoologiques, sont autant de sujets abordés dans ce thème, avec à nouveau un fort éclectisme concernant les périodes chronologiques couvertes, du Pléistocène moyen à l'Holocène. La troisième thématique, portant sur les approches actualistes, était aussi au cœur des problématiques sur lesquelles travaillait Émilie. Plusieurs contributions portent sur les carnivores, en tant qu'agents taphonomiques ou comme référentiels

d'estimation de l'âge pour divers carnivores africains. Les deux derniers articles qui clôturent le volume font apparaître Émilie en premier auteur car c'était elle qui avait été à l'origine de ces deux programmes expérimentaux, l'un portant sur l'utilisation de coquilles comme outils de boucherie, l'autre sur la taphonomie des coquilles afin de mieux distinguer les traces d'origine anthropique des traces naturelles.

Durant le processus de publication des actes, nous avons eu la grande tristesse d'apprendre le décès brutal de Rached Jaballi, préhistorien tunisien, spécialiste du Capsien. Il devait présenter, avec sa collègue Nabiha Aouadi, un article sur les occupations capsiennes inédites du bassin versant de l'Oued Sidi Aïch en Tunisie. Il n'aura malheureusement pas eu le temps de finaliser ce manuscrit. Une notice nécrologique jointe à ce volume a été rédigée par Nabiha Aouadi en son hommage.

Avant de conclure, les éditeur·rices du colloque souhaitent remercier tous les membres du Comité d'organisation :
- Annick Campmas (mère d'Émilie Campmas, représentante de l'association AssEmCa)
- Katja Douze (Unité d'anthropologie, Université de Genève)
- Léa Feyfant (TRACES UMR 5608, Université Jean Jaurès, Toulouse)
- Jessica Lacarrière (TEMPS UMR 8068, Universités Paris 1 Panthéon-Sorbonne et Paris Nanterre, Paris)
- David Lefèvre (ASM UMR 5140, Université Paul Valéry, Montpellier)
- Mathieu Lejay (TRACES UMR 5608, Université Jean Jaurès, Toulouse)
- Jean-Marc Pétillon (TRACES UMR 5608, Université Jean Jaurès, Toulouse)
- Aurore Val (LAMPEA UMR 7269, Université Aix-Marseille, Aix-en-Provence)

Un grand merci également aux membres du Comité scientifique :
- François Bon (TRACES UMR 5608, Université Jean Jaurès, Toulouse)
- Bouchra Bougariane (Université d'Errachidia, Maroc)
- Jean-Philip Brugal (LAMPEA UMR 7269, Université Aix-Marseille, Aix-en-Provence)
- Catherine Dupont (CReAAH UMR 6566, Université Rennes 1, Rennes)
- Armelle Gardeisen (ASM UMR 5140, Université Paul Valéry, Montpellier)
- Souhila Merzoug (CNRPAH, Algérie)
- Patrick Michel (PACEA UMR 5199, Université Bordeaux, Bordeaux)
- Roland Nespoulet (HNHP UMR 7194, MNHN, Paris)
- Francesca Romagnoli (Universita degli Studi, Florence, Italie)
- Teresa Steele (University of California, USA)
- Elaine Turner (Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Mainz, Allemagne)

Merci également aux collègues sollicité(ées) pour la relecture des différentes contributions : Esteban Álvarez-Fernández, Corentin Bochaton, Driss Chahid, Yasmina Chaïd Saoudi, Jean-Jacques Cleyet-Merle, David Cuenca Solana, Françoise Delpech, Luc Detrain, Brice Ephrem, Philippe Fosse, Jean-Baptiste Fourvel, Nejma Goutas, Raphaël Hanon, Mathieu Langlais, Véronique Laroulandie, Kevin Lidour, Frédéric Magnin, Sophie Martin, Clément Ménard, Anne-Marie Moigne, Patrick Paillet, Aurélien Royer, Mathieu Rué, Nathalie Serrand, Marie Soressi, Tatiana Theodoropoulou, ainsi qu'à celles et ceux ayant voulu rester anonymes.

Le colloque n'aurait pu se dérouler dans de bonnes conditions sans toute l'aide logistique apportée par Mathilde Minotti dans la création et la gestion du site web du colloque, et dans son appui technique durant le colloque. Merci également à Benjamin Marquebielle pour l'aide apportée durant les deux journées du colloque ainsi qu'à la direction du système d'information de l'université Toulouse Jean Jaurès pour la mise en place du mode hybride. Un grand merci à Benoît Colas pour la réalisation de l'affiche du colloque, ainsi qu'à tous les membres du Centre de Promotion de la Recherche Scientifique de l'université Toulouse Jean Jaurès. Merci à l'université Jean Jaurès de nous avoir accueillis dans les locaux de la Maison de la Recherche et d'avoir mis à notre disposition tout le matériel nécessaire. Le Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse a accepté d'accueillir dans ses murs Jean-Jacques Hublin, Professeur au Collège de France et invité d'honneur du colloque, pour sa conférence « Le Maghreb et l'origine d'*Homo sapiens* ». Nous le remercions des plus chaleureusement d'avoir répondu positivement à notre invitation.

Le colloque, ainsi que les actes, ont été soutenus financièrement par le CNRS, les laboratoires TRACES UMR 5608, HNHP UMR 7194, LAMPEA UMR 7269, ASM UMR 5140, PACEA UMR 5199, la Région Occitanie, le SRA Occitanie – Ministère de la Culture, l'Université Toulouse Jean-Jaurès, Aix-Marseille Université, le Muséum National d'Histoire Naturelle, le LabEx Archimède, le LabEx Med, le Programme Investissement d'Avenir, l'Association Émilie Campmas (AssEmCa), le Projet TeHoTeCa (dir. M. Boudadi-Maligne & J.B. Mallye), le Projet ChroMed (dir. Ph. Fernandez & A. Bouzouggar), le GDR BioArcheoDat (dir. A. Dufraisse & E. Vila), l'IRN TaphEn (dir. J.-Ph. Brugal). Les éditeur·rices du colloque remercient vivement toutes ces institutions et programmes de recherche pour leur soutien.

Nous remercions enfin la revue *Paleo* et tout particulièrement Peggy Bonnet-Jacquement et Nathalie Fourment pour avoir soutenu et accompagné l'édition de ce volume spécial.

Le cancer a enlevé à la communauté des préhistoriens une collègue archéozoologue dont la jeune carrière était déjà foisonnante et avec qui il était passionnant et stimulant de travailler, mais cette maladie nous a aussi privés d'une amie, d'une jeune femme dont la joie de vivre restera à tout jamais dans notre cœur.

ÉMILIE CAMPMAS (1983-2019): THE WOMAN AND THE SEA UNE APPROCHE ARCHÉOZOOLOGIQUE INTÉGRATIVE DE L'EXPLOITATION HUMAINE DES MILIEUX CÔTIERS DANS LA ZONE CIRCUMMÉDITERRANÉENNE DURANT LA PRÉHISTOIRE

Camille DAUJEARD[a],
Myriam BOUDADI-MALIGNE[b],
Sandrine COSTAMAGNO[c],
Philippe FERNANDEZ[d],
Patrick MICHEL[e],
Roland NESPOULET[a],
Emmanuelle STOETZEL[a]

a. *Histoire Naturelle de l'Homme Préhistorique (HNHP) – UMR 7194, CNRS / Muséum national d'Histoire naturelle / UPVD, Institut de Paléontologie Humaine (IPH), 1 rue René Panhard, 75013 Paris, France. camille.daujeard@mnhn.fr*
b. *De la Préhistoire à l'Actuel : Culture, Environnement et Anthropologie (PACEA) - UMR 5199, CNRS / Université de Bordeaux, Bât. B2, Avenue Geoffroy Saint-Hilaire, CS50023, 33615 Pessac Cedex, France.*
c. *Travaux et Recherches Archéologiques sur les Cultures, les Espaces et les Sociétés (TRACES) - UMR 5608, CNRS / Université Toulouse-Jean Jaurès, 5 allées Antonio Machado, 31058 Toulouse cedex 9, France.*
d. *Laboratoire Méditerranéen de Préhistoire Europe Afrique (LAMPEA) / Toulouse-Jean Jaurès – UMR 7269, Aix-en-Provence, CNRS / Aix Marseille Université / Ministère de la Culture / Aix-Marseille, CS 90412, 5 rue du Château de l'Horloge, 13097 Aix-en-Provence Cedex 2, France.*
e. *Gauriac, France.*

PARCOURS UNIVERSITAIRE ET PROFESSIONNEL

Émilie Campmas a eu un parcours de formation très riche, ponctué de plusieurs événements marquants. Dès le début de son cursus universitaire à Bordeaux, en 2004, elle effectue un stage encadré par Véronique Laroulandie (PACEA) dans le laboratoire de Préhistoire (alors Institut de Préhistoire et de Géologie du Quaternaire – IPGQ) de l'Université de Bordeaux 1, afin de découvrir l'archéologie préhistorique. Après l'obtention de sa Licence en Sciences de la Terre et de la Mer dans cette même université, elle intègre le Master Anthropologie biologique, Paléoanthropologie et Préhistoire du laboratoire PACEA (De la Préhistoire à l'Actuel : Culture, Environnement et Anthropologie) et soutient son mémoire de fin de Master 2 en 2007 (Campmas 2007). Elle réalise ensuite une thèse dans ce laboratoire portant sur l'étude archéozoologique et taphonomique des grands mammifères de deux sites marocains, sous la direction de Patrick Michel (PACEA) et de Sandrine Costamagno (TRACES : Travaux et Recherches Archéologiques sur les Cultures, les Espaces et les Sociétés) : « 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 études taphonomiques et archéozoologiques menées sur les faunes d'El Harhoura 2 et d'El Mnasra » (Campmas 2012a). Il s'agissait d'une thèse non financée, ce qui ne la décourage pourtant pas, et qui l'amène à trouver différentes sources de financement. En 2010, elle obtient notamment une bourse de la Fondation l'Oréal pour les Femmes et la Science, ce qui lui permet de finaliser sa thèse dans de bonnes conditions, et de la soutenir avec succès en 2012. Grâce à la qualité de ses recherches doctorales, puis postdoctorales, elle décroche plusieurs autres financements : une bourse de la Fondation Fyssen en 2014, le prix de la SAMRA en 2016 et le prix de la Fondation des Treilles en 2018.

Émilie était aussi une femme de terrain. Entre 2006 et 2015, elle participe activement aux différentes campagnes de fouille de la mission archéologique « El Harhoura-Témara » (MAEDI, France ; Ministère de la Culture, Maroc), co-dirigée par Roland Nespoulet (HNHP, Histoire Naturelle de l'Homme Préhistorique) et Mohammed Abeljalil El Hajraoui (INSAP, Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine, Maroc). Très vite, son

engagement et son apport scientifique à la compréhension des archéoséquences et aux interprétations des comportements humains et non humains lui permettent de jouer un rôle clé sur les sites d'El Harhoura 2 et d'El Mnasra, avec la prise de responsabilités dans les travaux de fouille et de post-fouille. Son investissement sans faille et sa gentillesse lui ont permis d'établir de solides collaborations, mais aussi des liens affectifs indéfectibles qu'elle a entretenus jusqu'à la fin avec plusieurs collègues français et marocains. Peu après l'obtention de sa thèse, en 2014, la grande richesse archéomalacologique dans les niveaux *Middle Stone Age* (MSA) des sites côtiers de Témara l'interroge, et elle décide de combler les lacunes existantes autour de ce type d'étude en Afrique du Nord en se formant à l'analyse de la malacofaune marine. Pour cela, elle met en place des collections de comparaison, engage des collaborations, notamment avec Amel Chakroun (paléo-malacologue à la Faculté des Sciences de Tunis), et suit des stages de formation avec Catherine Dupont (Archéomalacologue, CReAAH, Centre de Recherche en Archéologie, Archéosciences, Histoire). Son érudition en la matière a été acquise avec une rapidité et une efficacité incroyables, ce qui lui a très rapidement permis de fournir des premières déterminations effectuées directement sur le terrain lors des fouilles du site d'El Mnasra.

Émilie s'est investie très tôt dans la formation d'étudiant·e·s. C'était une pédagogue de grande qualité et très appréciée. Dès 2010, aux côtés de Camille Daujeard (HNHP), elle encadre des étudiants de Master 2 de l'Université de Bordeaux 1 sur l'analyse des archéofaunes magdaléniennes de l'abri Vidon en Gironde. Au cours de cette année de formation autour de l'étude de ce matériel, elle conduit un encadrement complet, alliant à la fois stage de recherche et publication des données collectivement acquises (Campmas *et al*. 2011). Entre 2014 et 2016, elle occupe un poste d'attachée temporaire d'enseignement et de recherche (ATER) à l'Université Toulouse-Jean Jaurès. En 2016, à l'occasion d'un co-encadrement (avec Souhila Merzoug, CNRPAH, Centre National de Recherches Préhistoriques, Anthropologiques et Historiques, Algérie ; Camille Daujeard et Laurent Crépin, HNHP) d'une étudiante du Master ASE2P de l'Université Toulouse-Jean Jaurès sur les grandes faunes mammaliennes d'un site ibéromaurusien d'Algérie, l'abri Alain, Émilie entreprend l'analyse de la malacofaune marine. Ces travaux donneront lieu en 2016 à une présentation au 23e Congrès de la SAFA à Toulouse et à une publication dans la revue PALEO (Campmas *et al*. 2016a). Elle encadrera par la suite d'autres étudiant·e·s, la transmission des savoirs revêtant pour elle une grande importance.

Dynamique et ouverte, Émilie participait à de nombreux groupements de recherche, comme membre active, mais aussi comme coordinatrice. Depuis 2015, elle coordonnait avec Marianne Deschamps et Emmanuel Discamps (TRACES) le thème de recherche « Émergence et diffusion des innovations chez les derniers Néandertaliens et les Hommes Anatomiquement Modernes » de l'équipe « Sociétés et Milieux de chasseurs-cueilleurs-collecteurs » (SMP3C) du laboratoire TRACES. Depuis 2016, elle était également correspondante de l'*International Research Network* (IRN) « TaphEN : *European Network for Quaternary Taphonomy* » (dir. Jean-Philip Brugal, LAMPEA, Laboratoire Méditerranéen de Préhistoire Europe Afrique) pour le laboratoire TRACES. Au sein de cet IRN, elle co-dirigeait notamment le groupement de recherche « *Shell tools* » avec David Cuenca-Solana (Universidad de Cantabria & CReAAH), Francesca Romagnoli (Universidad Autónoma de Madrid) et Cláudia Costa (ICArEHB, The Interdisciplinary Center for Archaeology and the Evolution of Human Behaviour, Portugal). De plus, elle avait récemment intégré l'IRN « DECAPAN : Des derniers chasseurs aux premiers agropasteurs en Afrique du Nord » (dir. Thomas Perrin, TRACES), et était responsable du groupement de recherche sur « l'Alimentation » avec Giulio Lucarini (CNR, Italie). Enfin, elle présidait la commission « *Palaeolithic Landscapes, Techniques and Cultures of Western North Africa* » de l'Union Internationale des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques (UISPP).

Rigueur, dynamisme, intégrité, volonté fédératrice et sens du collectif, aussi bien sur le plan scientifique qu'humain, ont caractérisé le travail et la façon d'être d'Émilie tout au long de son parcours, ce qui a finalement abouti à son recrutement en tant que Chargée de Recherche au CNRS dans le laboratoire TRACES à Toulouse en 2018, un an avant qu'elle ne nous quitte.

Émilie était particulièrement active et toujours encline à diffuser et valoriser ses résultats scientifiques, sous la forme de nombreux articles dans des revues académiques nationales et internationales et de présentations orales et affichées, le plus souvent dans des colloques internationaux. Il est bien évidemment impossible de présenter de manière exhaustive sa production d'ores et déjà si riche. Ici, nous avons dû faire des choix largement tributaires des expériences individuelles ou collectives que nous avons pu partager avec elle.

LES OCCUPATIONS CÔTIÈRES : UNE APPROCHE SYSTÉMIQUE DES RELATIONS HUMAINS-ANIMAUX ET DE LEUR ENVIRONNEMENT

Émilie bénéficiait d'une compétence reconnue dans son champ de recherche, à savoir l'adaptation des chasseurs-collecteurs paléolithiques au milieu côtier. Archéozoologue, elle abordait les questions de la relation humains-milieux par le prisme des faunes fossiles de façon globale, intégrant aussi bien les grands mammifères que les mollusques terrestres et marins. Elle appréhendait l'importance de l'utilisation et de l'occupation des zones côtières par les Humains anatomiquement modernes (HAM) et les Néandertaliens de part et d'autre du bassin méditerranéen, avec *in fine* l'ambition de tester l'hypothèse du rôle potentiellement clé des zones côtières dans l´évolution humaine.

La plus grande partie de ses travaux était localisée en Afrique du Nord, le long du littoral atlantique marocain, sur des sites en grottes de la région de Rabat-Témara. Couvrant la dernière période glaciaire (~120 000 dernières années), ces sites sont notamment connus pour avoir livré la plus importante série de vestiges humains associés entre autres à des niveaux du *Middle Stone Age* au Maghreb. Sur le terrain, Émilie avait également pour habitude de discuter et de collaborer étroitement avec tous les chercheurs/euses et étudiantes impliquées dans

la reconstitution des contextes environnementaux et chronostratigraphiques de l'occupation des sites, incluant les paléontologues spécialistes de la grande faune (Patrick Michel, PACEA ; Fethi Amani, INSAP ; Bouchra Bougariane, Université d'Errachidia) et de la microfaune (Emmanuelle Stoetzel, HNHP), du contexte géologique et géomorphologique (Driss Chahid et Larbi Boudad, Université Mohammed V Rabat ; Arnaud Lenoble, PACEA) et du cadre chronologique (Eslem Ben Arous et Christophe Falguères, HNHP). Cette approche interdisciplinaire lui a permis d'affiner ses hypothèses de travail, de renouveler les questionnements sur la « modernité » comportementale et de confronter données archéologiques et paléoenvironnementales, aboutissant notamment à deux articles publiés dans des revues internationales, et devenus des références sur le sujet (Campmas *et al.* 2015, 2016b). Ainsi, grâce à de nombreuses collaborations lui permettant de corréler les sphères techniques et symboliques avec les données paléoenvironnementales et chronologiques, Émilie s'attachait à comprendre les modalités du peuplement humain des zones littorales en lien avec les variations climatiques du Pléistocène supérieur, les variations des niveaux marins, et la spécificité des ressources de ces milieux littoraux.

Développant sa double approche archéozoologique et archéomalacologique, Émilie avait par exemple replacé la question de l'utilisation et de la perforation des Nassariidae comme éléments de parure durant le MSA au cœur des analyses taphonomiques des assemblages bioarchéologiques et des relations hommes-environnements. Cette approche comprenait plusieurs implications éthodologiques majeures participant aux changements de paradigme sur l'approche de la « modernité » comportementale : réintégrer les Nassariidae au sein de l'ensemble du corpus malacologique découvert à la fouille, discuter de leur origine anthropique ou non, étudier leur mode de collecte, de transformation et de façonnage à la lumière des autres chaînes opératoires connues en technologie lithique et osseuse, comme les lissoirs en os d'El Mnasra (Campmas 2012a, Campmas *et al.* 2016b). Un autre projet qui lui tenait à cœur, et qui n'avait pas encore trouvé de financement, concernait l'étude de la Carrière 10, site côtier entre Témara et Rabat faisant partie du corpus de thèse de Driss Chahid (Chahid 2017). Son intérêt archéologique (richesse de certains niveaux MSA apparaissant en coupes) se doublait de l'existence de sites en abri-sous-roche et de plein air, types d'occupations humaines dévolues à l'exploitation du littoral jamais décrits pour le MSA dans cette zone du Maroc. Il s'agissait donc d'une approche intégrant toutes les dimensions comportementales, qu'elle mettait en perspective avec les résultats complémentaires obtenus et publiés par les autres collègues travaillant sur le même sujet.

Pour les sites MSA de la région de Rabat-Témara, Émilie avait élaboré un modèle selon lequel les occupations humaines les plus marquées, se traduisant par des niveaux à plus forte densité archéologique, étaient concomitantes des améliorations climatiques en lien avec les hauts niveaux marins (stades isotopiques 5e et 5c par exemple), les sites étant alors à proximité immédiate du littoral. À l'inverse, durant les périodes de bas niveaux marins (stades isotopiques 4 et 2), les cavités n'étaient occupées que très sporadiquement par les populations humaines, et majoritairement investies par des carnivores. Durant les périodes les plus arides, la ligne de paléorivage était située à plus d'une vingtaine de kilomètres à l'ouest de l'actuelle région de Témara, modifiant drastiquement la biomasse locale dont, bien sûr, les ressources intertidales. Les sites n'auraient alors servi que de brèves haltes, peut-être avec un statut intermédiaire entre des gisements plus continentaux et d'autres sur le paléolittoral, aujourd'hui immergés à plus de 100 mètres de profondeur. Pour tester ce modèle, et suite à la découverte de silex allochtones dans ces sites, des prospections à l'intérieur des terres, dans la région d'Oulmès, ont été initiées, et des gisements inédits ont été découverts dans le bassin versant de l'oued Bouregreg (El Amrani El Hassani *et al.* 2013 ; Campmas *et al.* 2016b). L'un deux, la grotte M'Tsogatin 1, a permis d'identifier deux couches archéologiques comprenant d'une part du matériel LSA, et d'autre part de nombreux restes humains datés à 5895 BP (Sens *et al.* 2016). La poursuite de la fouille de cette grotte et la réalisation de nouveaux sondages dans d'autres cavités identifiées de la région d'Oulmès devaient être entreprises.

L'une des questions cruciales de la recherche d'Émilie était donc celle-ci : lors des périodes de hauts-niveaux marins, l'organisation socio-économique des groupes, adaptée aux zones littorales, a-t-elle pu jouer un rôle dans l'émergence et/ou le maintien de nouveaux comportements (alimentaires, symboliques, sociaux), avec notamment l'utilisation d'ornements en coquilles de gastéropodes marins (*Tritia gibbosula* et *Nassarius circumcinctus*) ? Concernant cette question, il apparaissait essentiel de mettre de nombreuses autres régions littorales d'Afrique et d'ailleurs à l'épreuve de ce modèle en intégrant des gisements plus anciens et plus récents. C'est ce qu'Émilie projetait de développer dans son projet de recherche. Ces dernières années, l'avancée de la recherche a permis de mettre en exergue le rôle clef joué par les ressources côtières dans la dynamique évolutive des différentes lignées humaines, principalement d'un point de vue alimentaire, mais également d'un point de vue technosymbolique. Selon John Parkington (Parkington 2010) par exemple, la consommation des mollusques aurait pu permettre l'intégration de nouveaux nutriments (oligo-éléments, acides-gras) bénéfiques au développement du cerveau et à la diminution de la mortalité infantile. Ces espaces littoraux, qui sont aussi dans certains cas des exutoires de nappes phréatiques, auraient donc été des zones attractives pour les humains, favorisant leur dispersion (*e.g.*, Mellars *et al.* 2006, 2013 ; Erlandson et Braje 2015). Dans ce cadre, l'ancienneté de l'adaptation des humains au milieu côtier apparaît donc comme une question essentielle. Selon Curtis Marean (Marean 2011, 2014), cette adaptation s'inscrirait dans le temps long et verrait le jour aux alentours de 160 000 ans sur les côtes sud-africaines à la faveur d'une péjoration climatique. Selon cet auteur, seuls les HAM d'Afrique du Sud auraient été adaptés au milieu côtier, les populations néandertaliennes d'Europe, ou les HAM d'Afrique du Nord ne l'utilisant que de manière anecdotique.

Les travaux à plus large échelle que commençait à développer Émilie sur les pourtours méditerranéens et atlantiques du sud de l'Europe et de l'Afrique du Nord, incluant les diverses humanités présentes de la fin du Pléistocène jusqu'au début de l'Holocène, avaient pour

objectif de mieux cerner les processus d'apparition et de développement de cette adaptation aux milieux littoraux. Pour cela, elle développait une approche pluridisciplinaire intégrative, alliant études des faunes terrestres et marines. Ce type d'approche globale est rarement pris en compte dans les débats sur l'adaptation côtière, les densités des restes de coquilles dans les niveaux d'occupation étant bien souvent les seuls marqueurs utilisés. Ainsi, en Afrique du Nord, l'élargissement du spectre alimentaire qu'elle avait observé dans les sites MSA marocains, en particulier la consommation de fruits de mer, couplé à la présence de coquillages percés, considérés comme des marqueurs symboliques, lui avait permis d'établir un parallèle convaincant avec ce qui était observé chez les HAM du Sud de l'Afrique. Au Maroc, elle avait intégré en 2018 le programme de recherche ChroMed (dir. Philippe Fernandez, LAMPEA) pour étudier la riche collection de gastéropodes terrestres du gisement de Bizmoune (région d'Essaouira). Il s'agissait avec Philippe Fernandez et Christophe Bonenfant (LBBE, UCB Lyon 1) de réaliser une étude en dynamique des populations fondée sur la corrélation de la taille et de l'âge de ces gastéropodes dans différents niveaux du gisement. L'objectif final était de voir si l'accumulation était d'origine exclusivement naturelle et/ou si le dépôt pouvait aussi être issu d'un prélèvement d'origine anthropique. Le dépouillement de la littérature avait été engagé mais l'étude n'a pas pu être menée à son terme avec Émilie. Pour le Maghreb, on peut également citer de nouveau ici ses travaux de recherche sur la malacofaune marine des sites algériens plus récents de l'abri Alain (Ibéromaurusien : Campmas *et al.* 2016) et de Saint-Trivier (Columnatien : Dachy *et al.* 2018). Pour le sud de l'Europe, le prix de la Fondation des Treilles devait lui permettre d'étudier la malacofaune marine des Ramandils, site daté du stade isotopique 5, situé sur la côte méditerranéenne française et occupé par des Néandertaliens. Sa maladie ne lui aura pas permis d'aller jusqu'au bout de l'étude, mais les premiers résultats font l'objet d'une publication dans ce volume (Moigne *et al.* ce volume).

Du fait de son expertise sur la malacofaune, Émilie avait intégré d'autres programmes de recherche, très divers, coordonnés notamment par des collègues de son laboratoire, comme la mission MAEDI « ARéLaT : Archéologie des Régions Lacustres du Tchad » (dir. Vincent Mourre, INRAP, TRACES), le PCR « PAVO : Préhistoire Ancienne de la Vallée d'Ossau » (dir. Jean-Marc Pétillon, TRACES) ou encore l'ANR PaléoCet (dir. Jean-Marc Pétillon), qui vise à caractériser l'exploitation des mammifères marins, et plus largement le milieu littoral durant le Paléolithique supérieur le long du Golfe de Gascogne. Elle était aussi membre scientifique de plusieurs équipes de fouille de sites mésolithiques et néolithiques : Roquemissou (dir. Thomas Perrin, TRACES), Véraza (dir. Jean Guilaine, professeur émérite au Collège de France) et Le Cuzoul de Gramat (dir. Nicolas Valdeyron, TRACES). Enfin, plus récemment, Marjan Mashkour (AASPE) lui a proposé d'étudier des séries malacologiques iraniennes provenant de niveaux pléistocènes et holocènes.

Sur ces questions, elle avait également co-organisé trois sessions lors de congrès internationaux, intitulées respectivement « *The role of North Africa in the emergence and development of modern behaviours: Integrated Approach* » pour le Congrès de la SAFA en 2016 à Toulouse, « *Paleoenvironmental, Behavioural Variability, Cultural Transitions and Dispersals during the Pleistocene and the Holocene in North West Africa* » pour le Congrès de l'UISPP en 2018 à Paris et « *Diversity of hominin subsistence strategies across Africa from the Middle Pleistocene to the Holocene* » pour le Congrès de la PANAF en 2018 à Rabat.

L'APPORT DES RÉFÉRENTIELS NÉO-TAPHONOMIQUES ET DE L'ETHNOARCHÉOLOGIE DANS SES TRAVAUX

En plus de ses capacités d'observation remarquables et de sa rigueur méthodologique dans l'acquisition des données, Émilie ajoutait au cadre de ses recherches des approches comparatives actualistes. Elle avait ainsi initié des travaux novateurs sur des référentiels néo-taphonomiques, ainsi que des parallèles avec des travaux ethnographiques, notamment en lien avec les usages très diversifiés des mollusques. Ces approches actualistes lui permettaient d'élargir le champ de ses hypothèses et de tester ses interprétations archéologiques.

Carnivores

L'approche taphonomique était au cœur des problématiques de recherche d'Émilie. Dès la fin de son DEUG, en 2004, Cédric Beauval (Archéosphère, alors à l'IPGQ à Bordeaux) lui propose d'étudier des ossements issus d'expérimentation de nourrissage de grands carnivores en milieu captif, ce qui constituera son premier sujet d'étude. Cette analyse néo-taphonomique qui portait sur des restes de bœufs actuels consommés par des loups captifs lui avait notamment permis de montrer que ces carnivores peuvent faire autant de dégâts que des hyènes s'ils restent suffisamment longtemps en contact avec des carcasses animales. Présentés à la table ronde « Taphonomie : des restes osseux aux ensembles fossiles » organisée à l'Université Toulouse-Jean Jaurès en 2005, ces résultats, qui font encore référence, ont été publiés dans les *Annales de Paléontologie* (Campmas et Beauval 2008).

Ses approches actualistes sur les relations humains-carnivores se sont développées ensuite dans le cadre de ses recherches menées en Afrique du Nord. En effet, la présence de nombreux restes digérés dans les ensembles de faunes fossiles marocains l'a amenée à s'intéresser à la question des coprocénoses. Avec ses collègues microfaunistes Emmanuelle Stoetzel (HNHP) et Christiane Denys (ISYEB, L'Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité), de nouveaux référentiels néo-taphonomiques sur les carnivores ont été créés. En 2015-2016, ces trois chercheuses ont entrepris l'analyse d'échantillons de restes issus de fèces de différentes espèces de carnivores africains (renards, chacals, genettes, léopards) en croisant les apports de la méso-macrofaune et de la microfaune. Ce travail, bien que fort ingrat, a livré des résultats intéressants, qui ont donné lieu à une communication orale lors du colloque du « *Taphonomy Working Group* » au congrès de l'ICAZ à Paris en 2016, et à une publication en 2018 dans la revue *International Journal of Osteoarchaeology* (Campmas *et al.* 2018). Ce travail a mis en évidence des

différences sur l'intensité de digestion des ossements en fonction des prédateurs mais aussi selon le type de proies ingérées. Il a également montré l'importance de la prise en compte des petites esquilles osseuses et des ossements de petites proies pour la caractérisation de l'impact des carnivores dans les sites archéologiques, nécessitant donc un tamisage fin et systématique des sédiments ainsi qu'une collecte et une étude attentive de ces fragments de petite taille.

Son expertise et son intérêt concernant l'impact des carnivores étaient reconnus ; elle avait notamment été sollicitée pour participer au comité scientifique du colloque « Relations Hommes-Canidés sur le temps long » organisé à Pessac en 2018. Durant ce colloque, elle avait présenté, en collaboration avec Camille Daujeard (HNHP), par l'intermédiaire d'une vidéo enregistrée car son état de santé ne lui permettait pas d'être sur place, une synthèse sur les relations Hommes-Canidés dans le contexte paléolithique de l'Afrique du Nord (Campmas et Daujeard 2020).

Boucherie

Pour répondre à des problématiques plus archéozoologiques, Émilie collaborait étroitement à différentes expériences de boucherie sur des carcasses animales. En 2011, elle participe au traitement d'une carcasse de bison réalisé dans le cadre du PCR « *Des Traces et des Hommes* » (dir. Céline Thiébaut, TRACES), puis collabore en 2015 à un projet émergent financé par le laboratoire TRACES portant sur la boucherie de carcasses de chevaux (dir. Sandrine Costamagno et Marie-Cécile Soulier, TRACES). En 2016, alors qu'elle est ATER à l'Université Toulouse-Jean Jaurès, elle organise une session expérimentale à destination des étudiant·e·s du Master *Arts et Culture de la Préhistoire* sur la boucherie à l'aide d'outils en coquilles. Financé par les Fonds d'amorçage de TRACES en collaboration avec Francesca Romagnoli (Universidad Autónoma de Madrid) et Sandrine Costamagno, ce programme expérimental mené sur une carcasse de mouton avait pour objectif de tester l'efficacité de différents types d'outils en coquilles relativement aux outils lithiques, d'identifier les traces d'utilisation sur les outils et de caractériser la morphologie des traces de découpe obtenues sur les os de mouton. Concernant l'efficacité des outils en coquille, les conclusions ont montré que les outils lithiques étaient plus efficaces pour le traitement boucher des carcasses que les coquilles de mollusques, mais que ces dernières, notamment celles de moules et de vernis, pouvaient néanmoins être utilisées pour mener à bien certaines opérations de boucherie (Campmas *et al.* en préparation). Le second volet de l'étude, à savoir l'emplacement des stries de boucherie et leur micromorphologie, n'aura pas pu être mené par Émilie. Ces nouveaux résultats issus de ce référentiel font l'objet d'un article collectif publié dans ce volume d'actes (Campmas *et al.* ce volume). Elle prévoyait aussi de poursuivre ces expérimentations en développant un protocole expérimental plus strict, en dissociant coquilles retouchées et coquilles brutes, et en utilisant systématiquement le même membre anatomique (antérieur ou postérieur) pour permettre les comparaisons sur les durées de découpe.

Thanatocénose malacofaunique d'origine naturelle

Afin de mieux appréhender la dynamique des accumulations de la malacofaune continentale, Émilie avait commencé à réaliser des observations sur des thanatocénoses actuelles. Une première collecte d'escargots avait ainsi été effectuée en juillet 2017 à proximité du site de Regismont-le-Haut (Hérault), en collaboration avec Mathieu Lejay (GeoArchEon/TRACES) et Romain Mensan (TRACES). Les escargots avaient été nettoyés et il lui restait à analyser les données. Au Maghreb, pour la malacofaune continentale, Émilie s'appuyait sur des travaux récents (Saafi *et al.* 2013) et était en contact avec Ismail Saafi (alors au LAMPEA), qui a réalisé une thèse dans ce domaine (Saafi 2019).

Ethnographie

Émilie s'était également intéressée aux pêcheurs de moules actuels œuvrant sur la même zone littorale de Rabat-Témara que celle où se trouvent les sites archéologiques. En 2016, elle initia une collaboration avec l'ethnologue Agnès Jeanjean (Université Côte d'Azur), dont le programme d'étude en anthropologie urbaine est notamment basé sur l'observation de l'évolution des activités « de survie » et des « habitats précaires » des habitants des bidonvilles en bordure d'océan. Avec la collaboration de Roland Nespoulet (HNHP), elle avait ainsi monté une mission exploratoire de terrain financée par le fonds d'amorçage du laboratoire TRACES : « AcoA-Pass : *Adaptation au milieu côtier en Afrique du Nord. Approche interdisciplinaire : regards croisés de l'archéologie et de l'ethnologie sur la frange côtière de la façade atlantique* ». Il s'agissait d'une approche interdisciplinaire totalement inédite dans cette région d'Afrique, avec comme objectifs de documenter l'acquisition et l'utilisation des mollusques au cours du temps, les savoir-faire, les formes d'habitats et les modalités d'occupation du littoral, en croisant approches archéologiques, archéomalacologiques et ethnologiques. Le volet ethnologique de cette recherche est publié dans le présent volume (Jeanjean et Nespoulet ce volume).

EN CONCLUSION

Cette synthèse des travaux développés par Émilie Campmas illustre un parcours scientifique et une personnalité exceptionnels. La question de l'adaptation des sociétés humaines du passé au milieu côtier était au cœur du programme de recherche qu'elle avait présenté au CNRS. Si l'excellence de son parcours fut sans nul doute l'une des raisons à l'origine de son recrutement, l'originalité de ses programmes de recherches et les paradigmes qu'elle interrogeait avec un regard renouvelé contribuèrent tout autant à cette réussite. D'abord centrées sur ses terrains en Afrique du Nord, ses travaux avaient récemment commencé à s'élargir à l'Europe. Son projet reposait également sur un vaste réseau de collaborations, en France et à l'étranger, intégrant de nombreux sites d'Afrique du Nord et du sud de l'Europe, du Pléistocène moyen au début de l'Holocène.

Émilie était une jeune chercheuse ultradynamique, passionnée par ses recherches et promise à une riche et fructueuse carrière scientifique. Malgré la maladie, elle n'a

jamais baissé les bras et a poursuivi ses recherches et son engagement auprès des étudiant·e·s jusqu'au bout. Nous gardons d'elle l'image d'une scientifique à la curiosité insatiable, d'une naturaliste rigoureuse, mais aussi d'une amie pleine d'humour, de générosité et de joie de vivre. Émilie était une femme de terrain qui savait quotidiennement créer de l'aventure humaine en renforçant les liens et en provoquant les échanges. Grâce à son énergie, Émilie continuera à nous inspirer afin de poursuivre cette aventure, notamment dans le cadre de l'association AssEmCa https://sites.google.com/view/assemca, créée à l'initiative de ses parents, amis(es) et collègues, et qui souhaite transmettre et faire perdurer les nombreuses pistes de recherches qu'elle avait ouvertes et commencées à explorer.

Ses publications, dont nous avons souligné l'aspect fondateur pour certaines d'entre elles, et son réseau scientifique et humain, portent cette dynamique. Ses idées et son approche collective de la démarche interprétative en archéologie, très souvent marquées par une remarquable fulgurance, éclaireront et structureront encore longtemps notre communauté scientifique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
citées dans le texte

CHAHID D. 2017 - *Formations littorales atlantiques du Pléistocène moyen à l'Holocène (Rabat-Témara, Maroc) : lithostratigraphie, pétrographie et géochronologie.* Université Moulay Ismail, Faculté Des Sciences, Meknès, Maroc et Muséum national d'Histoire naturelle, thèse de doctorat en co-tutelle.

EL AMRANI EL HASSANI I.-E., NESPOULET R., DEBÉNATH A., MORALA A., EL HAJRAOUI M.A. 2013 - Découverte de témoins d'occupations préhistoriques en grottes dans la coulée basaltique plio-quaternaire de la région d'Oulmès (Maroc central), *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, Section Sciences de la Terre, 35, p. 9-15.

ERLANDSON J.M., BRAJE T.J. 2015 - Coasting out of Africa: The potential of mangrove forests and marine habitats to facilitate human coastal expansion via the Southern Dispersal Route. *Quaternary International*, 382, p. 31-41.

JEANJEAN A. 2022 - La collecte informelle de moules sur la plage de Guy-Ville (Harhoura Témara Maroc). Archéologie et Ethnologie, regards croisés en milieu urbain. *In*: S. COSTAMAGNO, M. BOUDADI-MALIGNE, C. DAUJEARD, P. FERNANDEZ, E. STOETZEL (Éds.), *Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019), Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditérranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène*, 8-9 mars 2021 Toulouse (France), Hors- série *Paleo*, ce volume.

MAREAN C.W. 2011 - Coastal South Africa and the coevolution of the modern human lineage and the coastal adaptation. *In*: N.F. BICHO, J.A. HAWS, L.G. DAVIS (Éds.), *Trekking the shore: Changing coastlines and the antiquity of coastal settlement*. Springer : New York, p. 421-440.

MAREAN C.W. 2014 - The origins and significance of coastal resource use in Africa and Western Eurasia. *Journal of Human Evolution*, 77, p. 17-40.

MELLARS P. 2006 - Going east: new genetic and archaeological perspectives on the modern human colonization of Eurasia. *Science*, 313, 5788, p. 796-800.

MELLARS P., GORI K., CARR M., SOARES P.A., RICHARDS M.B. 2013 - Genetic and archaeological perspectives on the initial modern human colonization of southern Asia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 26, p. 10699-10704.

MOIGNE A-M., CELIBERTI V., CAMPMAS É. † 2022 - L'utilisation des bivalves (consommation et utilisation) par les Néandertaliens de la grotte des Ramandils, Port-La-Nouvelle, Aude, France. *In*: S. COSTAMAGNO, M. BOUDADI-MALIGNE, C. DAUJEARD, P. FERNANDEZ, E. STOETZEL (Éds.), *Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019), Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène*, 8-9 mars 2021 Toulouse (France), Hors-série *Paleo,* ce volume.

PARKINGTON J. 2010 - Coastal diet, encephalization, and innovative behaviors in the late Middle Stone Age of southern Africa. *In*: S. CUNNANE, K. STEWART (Éds.), *Human brain evolution: the influence of freshwater and marine food* resources. John Wiley & Sons, p. 189-202.

SAAFI I. 2019 - *Contribution de la malacofaune continentale dans l'économie de subsistance des populations capsiennes et néolithiques en Tunisie durant l'holocène.* Université d'Aix-Marseille, thèse de doctorat, 592 p.

SAAFI I., AOUADI N., DUPONT C., BELHOUCHET L. 2013 - L'économie de subsistance dans la cuvette de Meknassy (Sidi Bouzid, Tunisie centrale) durant l'Holocène d'après l'étude malacologique. *Bulletin de la Société préhistorique française*, p. 703-718.

BIBLIOGRAPHIE EXHAUSTIVE
(par ordre chronologique de parution)

CAMPMAS É., COSTAMAGNO S., SOURON A., FACINCANI V., ARBOSTI M., GARDEUR M., LAVIDALIE T., NAPIAS A., PARKINSON J., SANTOS F., ROMAGNOLI F. 2022 - Des coquillages comme outils de boucherie ? Approche expérimentale et amorce de réflexion sur la question des pratiques de boucherie au Paléolithique moyen en contexte littoral de l'Afrique du Nord. *In*: S. COSTAMAGNO, M. BOUDADI-MALIGNE, C. DAUJEARD, P. FERNANDEZ, E. STOETZEL (Éds.), *Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019). Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène*, 8-9 mars 2021 Toulouse (France), Hors-série *Paleo*, ce volume.

DENYS C., STOETZEL E., CAMPMAS É. 2022 - Revue bibliographique des travaux en taxonomie et taphonomie des petits vertébrés en Afrique du Nord-Ouest. *In*: S. COSTAMAGNO, M. BOUDADI-MALIGNE, C. DAUJEARD, P. FERNANDEZ, E. STOETZEL (Éds.), *Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019). Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditérranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène*, 8-9 mars 2021 Toulouse (France), Hors-série *Paleo*, ce volume).

MARQUER L., OTTO T., BEN AROUS E., STOETZEL E., CAMPMAS É., ZAZZO A., TOMBRET O., SEIM A., KOFLER W., FALGUÈRES C., EL HAJRAOUI M. A., NESPOULET R. 2022 - The first use of olives in Africa around 100,000 years ago. *Nature Plants*, 8, p. 204-208.

CAMPMAS É., MICHEL P., AMANI F., COSTAMAGNO S., EL HAJRAOUI M. A., NESPOULET R. 2021 - Relations Homme-Animal au Pléistocène supérieur à Témara (grottes d'El Harhoura 2 et d'El Mnasra, Rabat, Maroc). *In*: V. BLANC-BIJON, J.-P. BRACCO, M.-B. CARRE, S. CHAKER, X. LAFON, M. OUERFELLI (Éds.), *L'Homme et l'Animal au Maghreb de la Préhistoire au Moyen Age. Exploration d'une relation complexe.* Aix-en-Provence : Presse Universitaire de Provence, Archéologies Méditerranéennes, p. 143-158.

CAMPMAS É., DAUJEARD C. 2020 - Co-évolution Hommes-Canidés en Afrique du Nord-Ouest : une longue histoire. *In*: M. BOUDADI-MALIGNE, J.-B. MALLYE (Éds.), *Relations Hommes – Canidés de la préhistoire aux périodes modernes.* Pessac : Ausonius éditions, collection DAN@ 3, p. 11-32.

CAMPMAS É, STOETZEL E., DENYS C. 2018a - African carnivores as taphonomic agents: Contribution of modern coprogenic sample analysis to their identification. *International Journal of Osteoarchaeology*, 28 (3), p. 237-263.

CAMPMAS É., CHAKROUN A., CHAHID D., LENOBLE A., BOUDAD L., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2018b - Subsistance en zone côtière durant le Middle Stone Age en Afrique du Nord : étude préliminaire de l'unité stratigraphique 8 de la grotte d'El Mnasra (Témara, Maroc). *In*: S. COSTAMAGNO, C. DUPONT, O. DUTOUR, L. GOURICHON, D. VIALOU (Éds.), *Animal symbolisé - Animal exploité. Du Paléolithique à la Protohistoire.* Actes du 141e Congrès du CTHS (Rouen, 12-13 avril, 2016). Paris : Édition électronique du CTHS, p. 112-134.

DACHY T., GUERET C., CAMPMAS É., SIMONNET R., BON F., PERRIN T. 2018 - Saint-Trivier/Chabet el Houidga (Mascara, Algérie). Nouvel éclairage sur un faciès méconnu du début de l'Holocène : le Columnatien. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 115 (2), p. 215-251.

CAMPMAS É., STOETZEL E., OUJAA A., SCERRI E. (Eds.) 2017 - Special Issue: The role of North Africa in the emergence and development of modern behaviors: an integrated approach. *African Archaeological Review*, 34, p. 447-449.

CAMPMAS É. 2017 - Integrating human-animal relationships into new data on Aterian complexity: a paradigm shift for the North African Middle Stone Age. *African Archaeological Review*, 34, p. 469-491.

CHAKROUN A., CHAHID D., BOUDAD L., CAMPMAS É., LENOBLE A., NESPOULET R., EL HAJRAOUI M.A. 2017 - The Pleistocene of Rabat (Morocco): mollusks, coastal environments and human behavior. *African Archaeological Review*, 34, p. 493-510.

CAMPMAS É., MICHEL P., COSTAMAGNO S., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2017 - Which predators are responsible for faunal accumulations at the Late Pleistocene layers of El Harhoura 2 Cave (Témara, Morocco) ? *Comptes Rendus Palevol*, 16 (3), p. 333-350.

CAMPMAS É., CHAKROUN A., MERZOUG S. 2016a - Données préliminaires sur l'exploitation de la malacofaune marine par les groupes ibéromaurusiens de l'abri Alain (Oran, Algérie). *Paleo*, 27, p. 83-104.

CAMPMAS É., AMANI F., MORALA A., DEBENATH A., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2016b - Initial insights into Aterian hunter-gatherer settlements on coastal landscapes: the example of Unit 8 of El Mnasra Cave (Témara, Morocco). *Quaternary International*, 413, p. 5-20.

SENS X., OUJAA A., GRIMAUD-HERVE D., ZAZZO A., LEBON M., TOMBRET O., CAMPMAS É., STOETZEL E., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2016 - Premiers résultats de l'étude anthropologique des restes humains de la grotte de M'Tsogatin 1 (Région d'Oulmès, Maroc). *Journal of Materials and Environmental Science*, 7, p. 3746-3762.

CAMPMAS É., MICHEL P., COSTAMAGNO S., AMANI F., STOETZEL E., NESPOULET R., EL HAJRAOUI A. M. 2015 - Were Upper Pleistocene human/non-human predator occupations at the Témara caves (El Harhoura 2 and El Mnasra, Morocco) influenced by climate change? *Journal of Human Evolution*, 78, p. 122-143.

NOUET J., CHEVALLARD C., FARRE B., NEHRKE G., CAMPMAS É., STOETZEL E., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2015 - Limpet shells from the Aterian level 8 of El Harhoura 2 Cave (Témara, Morocco): preservation state of crossed-foliated layers. *PloS ONE*, 10 (9), e0137162.

STOETZEL E., CAMPMAS É., MICHEL P., BOUGARIANE B., OUCHAOU B., AMANI F., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2014 - Context of modern human occupations in North Africa: contribution of the Témara caves data. *Quaternary International*, 320, p. 143-161.

CAMPMAS É. 2012a - *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 études taphonomique et archéozoologique menées sur les faunes d'El Harhoura 2 et d'El Mnasra.* Bordeaux, Université Bordeaux 1, thèse de doctorat, 592 p.

CAMPMAS É. 2012b - Chapitre IX. Étude taphonomique : Homme ou Carnivore ? Exemple de la couche 2 d'El Harhoura 2. *In:* M.A. EL HAJRAOUI, R. NESPOULET, A. DEBÉNATH, H. DIBBLE (Éds.), *Préhistoire de la région de Rabat-Témara, Villes et sites archéologiques du Maroc.* Ministère de la Culture, INSAP, Rabat, Vol. III, p. 71-77.

STOETZEL E., BOUGARIANE B., CAMPMAS É., OUCHAOU B., MICHEL P. 2012 - Chapitre V. El Harhoura 2 : Faunes et paléoenvironnements. *In:* M.A. EL HAJRAOUI, R. NESPOULET, A. DEBÉNATH, H. DIBBLE (Éds.), *Préhistoire de la région de Rabat-Témara, Villes et sites archéologiques du Maroc.* Ministère de la culture, INSAP, Rabat, Vol. III, pp 36-52.

CAMPMAS É., DAUJEARD C., LENOIR M., AJAS A., BAILLET M., BOURGEON L., DELVIGNE V., ROBERT B., TEYSSANDIER J., ARMAND D., RIGAUD S. 2011 - Nouvelles données sur le Magdalénien de l'Entre-deux-Mers : la faune de l'Abri Vidon (Juillac, Gironde). *Préhistoire du Sud-Ouest*, 19, p. 3-18.

NESPOULET R., El HAJRAOUI M.A., DEBENATH A., AMANI F., BEN-NCER A., BOUDAD L., CAMPMAS É., FALGUERES C., El IDRISSI A., LACOMBE J.-P., MICHEL P., OUJAA A., STOETZEL E. 2011 - Environnements, comportements et cultures humaines préhistoriques en Afrique du Nord. Apport des grottes d'El Harhoura 2 et d'El Mnasra (région de Témara-Rabat, Maroc) à la question de l'émergence de l'Homme Anatomiquement Moderne. *In:* S. HACHI (Éd.), *Premier colloque de préhistoire maghrébine (Alger 2007, Capitale de la culture arabe, Tamanrasset*, Novembre, 2007). CNRPAH : Alger, Tome II, p. 145-173.

CAMPMAS É., LAROULANDIE V., MICHEL P., AMANI F., NESPOULET R., EL HAJRAOUI M. A. 2010a - A Great Auk (*Pinguinus impennis*) in North Africa: discovery of a bone remain in Neolithic layer of El Harhoura 2 Cave (Temara, Morocco). *In*: W. PRUMMEL, J.T. ZEILER, D.C. BRINKHUIZEN (Éds.), *Birds in Archaeology*. Proceeding of the 6th meeting of the ICAZ bird working group in Groningen (Groningen 23-27 Août, 2008). Groningen Archaeological Studies, 12, p. 233-240.

CAMPMAS É., MICHEL P., BORDES J.-G., VERNET R. 2010b - Vestiges de faune ancienne. *In:* J.-G. BORDES, A. GONZALES-CARBALLO, R. VERNET (Éds.), *La Majâbat al Koubrâ, Nord-Ouest du Bassin de Taoudenni, Mauritanie : Sismique pétrolière - exploration archéologique*. Collection Archéologique, 3, p. 241-246.

MICHEL P., CAMPMAS É., STOETZEL E., NESPOULET R., EL HAJRAOUI A. M., AMANI F. 2010 - La grande faune du Paléolithique supérieur (niveau 2) et du Paléolithique moyen (niveau 3) de la grotte d'El Harhoura 2 (Témara, Maroc) : étude paléontologique, reconstitutions paléoécologiques et paléoclimatiques. *Historical Biology*, 22, p. 327-340.

MICHEL P., CAMPMAS É., STOETZEL E., NESPOULET R., EL HAJRAOUI M.A., AMANI F. 2009 - La macrofaune du Pléistocène supérieur d'El Harhoura 2 (Témara, Maroc) : données préliminaires. *L'Anthropologie*, 113, p. 283-312.

CAMPMAS É., MICHEL P., AMANI F., COCHARD D., COSTAMAGNO S., NESPOULET R., EL HAJRAOUI A.M., 2008 - Comportements de subsistance à l'Atérien et au Néolithique au Maroc Atlantique : premiers résultats de l'étude taphonomique et archéozoologique des faunes d'El Harhoura 2 (Région de Témara, Maroc), *In:* H. AOURAGHE, H. HADDOUMI, K. EL HAMMOUTI (Éds.), *Le Quaternaire marocain dans son contexte méditerranéen*. Actes des Quatrièmes Rencontres des Quaternaristes Marocains (Oujda, novembre 2007). Oujda : Publication de la faculté des Sciences d'Oujda, p. 236-254.

NESPOULET R., DEBENATH A., EL HAJRAOUI M.A., MICHEL P., CAMPMAS É., OUJAA A., BEN-NCER A., LACOMBE J.-P., AMANI F., STOETZEL E., BOUDAD L. 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, *In:* H. AOURAGHE, H. HADDOUMI, K. EL HAMMOUTI (Éds.), *Le Quaternaire marocain dans son contexte méditerranéen*. Actes des Quatrièmes Rencontres des Quaternaristes Marocains (Oujda, novembre 2007). Oujda : Publication de la faculté des Sciences d'Oujda, p. 356–375.

CAMPMAS É., BEAUVAL C. 2008 - Consommation osseuse des carnivores : résultats de l'étude de l'exploitation de carcasses de bœufs (*Bos taurus*) par des loups captifs. *Annales de Paléontologie*, 98, p. 167-186.

CAMPMAS É. 2007 - *Étude taphonomique et archéozoologique des faunes d'El Harhoura 2 (Témara, Maroc)*. Bordeaux, Université de Bordeaux 1, Mémoire de Master 2.

PALEO | HORS-SÉRIE
Sociétés humaines et environnements
dans la zone circumméditerranéenne
du Pléistocène au début de l'Holocène

THÈME 1

Les occupations côtières de la Préhistoire à l'actuel : adaptations des populations humaines au milieu littoral, utilisation des ressources marines et réseaux de diffusion

L'UTILISATION ET LA CONSOMMATION DES BIVALVES PAR LES NÉANDERTALIENS DE LA GROTTE DES RAMANDILS (PORT-LA NOUVELLE, AUDE, FRANCE)

Anne-Marie Moigne[a], Vincenzo Celiberti[b], Émilie Campmast[c]

a. *Muséum national d'Histoire naturelle, UMR 7194 du CNRS 'HNHP' MNHN-UPVD-CERPT ; Centre Européen de Recherches Préhistoriques de Tautavel.*
b. *Université de Perpignan Via Domitia, UMR 7194 du CNRS 'HNHP' MNHN-UPVD-CERPT ; Centre Européen de Recherches Préhistoriques de Tautavel (*auteur correspondant : vincenzo.celiberti@cerptautavel.com).*
c. *TRACES, UMR 5608 du CNRS, Université de Toulouse Jean Jaurès.*

HORS-SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 1 | Les occupations côtières de la Préhistoire à l'actuel : adaptations des populations humaines au milieu littoral, utilisation des ressources marines et réseaux de diffusion

PAGES 26 À 49

MOTS-CLÉS Pléistocène supérieur, Néandertaliens, grotte des Ramandils, mollusques, bivalves.

RÉSUMÉ

La question de l'utilisation des bivalves comme outillage a fait l'objet de discussions concernant de nombreux sites riverains de la Méditerranée et s'est focalisée chronologiquement sur la fin du Pléistocène et sur le début de l'Holocène, tout en s'intéressant aussi à l'étude des grands amas coquilliers dans toutes les régions du monde. Certains résultats ont été obtenus sur des sites néandertaliens sur les côtes méditerranéennes, et plusieurs occupations côtières plus anciennes, ayant également livré des crustacés, ont été reconnues dans les dépôts du Pléistocène. Ces occupations ont été attribuées à plusieurs lignées humaines, témoignant principalement de la consommation de mollusques mais aussi de l'utilisation de coquilles comme outils.

Les données archéologiques de nombreux sites en Espagne, en France et en Italie confirment que la collecte des coquillages et la pêche en eau douce étaient des activités courantes pratiquées par les Néandertaliens. L'analyse des pièces lithiques fournit également des données révélant la relation entre les outils en pierre et les outils aménagés sur des coquillages.

Le cas de la grotte des Ramandils (Port-La Nouvelle, France), fouillée au cours des années 90, est d'un grand intérêt car la séquence stratigraphique livre une grande quantité de mollusques terrestres et marins. Le site présente 25 couches archéostratigraphiques datées de 77 ±6 ka (ensemble I) à 94 ±7 ka (ensemble V). La base repose sur les galets marins éémiens datés de 125 ka. Les mollusques ont été récoltés en profitant de la thanatocénose du rivage ou frais directement sur le sable. La plupart des coquilles sont fragmentées et associées à de l'industrie lithique, à des retouchoirs osseux et à des restes de faune.

La grotte des Ramandils apporte ainsi une contribution significative à la compréhension de l'exploitation des ressources aquatiques submergées par les Néandertaliens et de leur adaptation au milieu côtier, bien avant l'arrivée des *Homo sapiens* en Europe occidentale.

ABSTRACT

Exploitation of bivalves as food or tools by the Neandertals of Ramandils cave (Port-La Nouvelle, Aude, France)

The question of the use of bivalves as tools was discussed in many Mediterranean shore line places and focused on the end of the Pleistocene and the beginning of the Holocene, through the study of large shell middens in all parts of the world. Some results were obtained on Neandertal sites from Mediterranean coasts, and several older coastal occupations with shellfishes have been also recognized in Pleistocene deposits. These occupations are attributed to several human lineages, known for their consumption of molluscs but also for their shell utilization.

Archaeological data from many sites in Spain, France and Italy confirm that shell collection and fresh water fishing were a common activity of Neandertals. Lithic analysis also provides data showing the relation between stone tools and shell tools.

The case of Ramandils cave (Port-La Nouvelle, France), excavated during the 90's, is of great interest because the stratigraphic sequence yelds a quantity of terrestrial and marine molluscs. The site presents 25 archeostratigraphical layers dated from 77 ±6 ka (ensemble I) to 94 ±7 ka (ensemble V). The base lies on the Eemian marine pebbles dated from 125 ka. Molluscs are collected from thanotocenosis on the shore line or fresh directly on the sand. Most of the shells are fragmented and associated with lithic industry, bone retouchers and faunal remains.

The Ramandils cave thus brings a significant contribution to the understanding of the exploitation of submerged aquatic resources by Neandertal and their adaptation to the coastal environment, long before the arrival of *Homo sapiens* in Western Europe.

KEY-WORDS Late Pleistocene, Neandertals, Ramandils cave, molluscs, bivalves.

INTRODUCTION

L'exploitation des environnements côtiers et l'approvisionnement en ressources marines par les hominines pendant le Pléistocène est désormais une notion bien acceptée et assez documentée. Les premiers témoignages d'une utilisation des coquillages en tant qu'exemple d'art mobilier ou d'éléments de parure nous proviennent du site de Trinil à Java en Indonésie (Joordens *et al.* 2015), où une coquille de *Pseudodon* sp., un bivalve d'eau douce, a été retrouvée avec des gravures géométriques sur l'une des valves, et de la grotte de Blombos en Afrique du Sud (d'Errico *et al.* 2005), datés respectivement d'entre 430 000 et 540 000 années et de 100 000 ans. La plupart des sites ayant livré des restes malacologiques clairement utilisés par les groupes préhistoriques se situent dans le bassin méditerranéen, mais également sur la côte Atlantique, comme par exemple le site de Figueira Brava au Portugal (Zilhão *et al.* 2020).

Utilisés comme ressource alimentaire, exploités en tant qu'outillages ou évoquant un rôle symbolique, les coquillages ont été retrouvés dans de nombreux sites archéologiques préhistoriques. Ces restes malacologiques ont permis dans la plupart des cas de comprendre les comportements, les stratégies de subsistance, les modes de collecte et d'approvisionnement en mollusques marins par les groupes humains et de reconstituer leurs adaptions écologiques et saisonnières (Colonese *et al.* 2011 ; Gutiérrez-Zugasti *et al.* 2013 ; Jérardino 2014).

La collecte de coquillages semble avoir été une adaptation côtière dans le bassin méditerranéen depuis au moins le Paléolithique moyen (Stiner 1994 ; Finlayson 2008 ; Richards *et al.* 2008 ; Brown *et al.* 2011 ; Colonese *et al.* 2011 ; Ramos *et al.* 2014). La grotte de Bajondillo, dans la localité de Torremolinos près de Málaga (Andalousie, Espagne), témoigne d'une utilisation des ressources marines et de la collecte à finalités alimentaires des mollusques à partir du stade isotopique 6 (Cortés-Sanchéz *et al.* 2011). Les couches plus profondes du site, datées d'environ 150 000 ans, ont livré, outre des restes fauniques et un abondant outillage lithique, de nombreux restes de coquillages consommés. Il s'agit essentiellement de moules (*Mytilus galloprovincialis*) mais aussi d'autres espèces de mollusques comestibles (*Donacilla cornea* et *Glycymeris* sp. entre autres) ainsi que quelques vertèbres de poissons, ce qui atteste d'une exploitation et d'une consommation des ressources marines très anciennes (Cortés-Sanchéz *et al.* 2011).

À la même période chronologique, mais sur les rivages de la Mer Rouge et en Afrique du Sud, des formes archaïques d'*Homo sapiens* pratiquaient déjà la collecte des mollusques et la consommation de poissons pendant le Middle Stone Age africain (Walter *et al.* 2000 ; Jerardino et Marean 2010). Une terrasse récifale du Pléistocène, située près du village d'Abdur, sur le côté ouest de la péninsule de Buri en Érythrée, témoigne de la plus ancienne occupation humaine en zone côtière attestée en Afrique de l'Est. Une trentaine d'espèces de mollusques comestibles, tout comme des restes d'oursins, de crabes et de poissons, retrouvés dans des dépôts datés d'environ 125 000 ans, révèlent donc une exploitation des ressources alimentaires marines (Walter *et al.* 2000). Le recours à une

alimentation issue de la mer était néanmoins déjà connu en Afrique, à Pinnacle Point en Afrique du Sud, où, dans des niveaux datés de 164 000 ans, ont été retrouvés plusieurs restes de coquillages marins comestibles, bivalves et gastéropodes confondus (Jerardino et Marean 2010).

L'utilisation des coquillages pour leur valeur symbolique et une exploitation des mollusques plus liée à certains comportements rituels qu'à la subsistance semblent être déjà présentes en Europe dès les Néandertaliens (Zilhão *et al.* 2010 ; Peresani *et al.* 2013). Dans les dépôts archéologiques de deux sites dans la province de Murcia (Andalousie, Espagne), une utilisation de valves de mollusques en association avec l'ocre est assez bien documentée. Dans la Cueva de los Aviones, trois valves d'*Acanthocardia* et de *Glycymeris* présentant des perforations au niveau des umbos et avec des traces de colorants jaunes et rouges ont été retrouvées en association avec des morceaux d'ocre, tout comme une coquille de *Spondylus* montrant des résidus de colorants (Zilhão *et al.* 2010). Dans la Cueva Antón, à seulement 60 km de la Cueva de los Aviones, une coquille de *Pecten* perforée et peinte sur la face extérieure avec un mélange orange, vraisemblablement de la goethite et de l'hématite, a été abandonnée par un groupe de Néandertaliens (Zilhão *et al.* 2010).

Un autre exemple d'utilisation d'un coquillage en tant qu'objet symbolique plutôt qu'alimentaire nous est parvenu de la grotte de Fumane, sur le versant des Monts Lessini, dans les Préalpes de Vénétie tout près de la ville de Verone. Dans une couche moustérienne de la cavité, datée d'au moins 47 000 ans, une coquille fossile du Miocène-Pliocène, *Aspa marginata*, collectée par les Néandertaliens dans un affleurement fossile situé vraisemblablement à plus de 100 km du site, a été retrouvée avec des traces d'une substance rouge, qui a été identifiée comme étant de l'hématite pure (Peresani *et al.* 2013). L'interprétation des auteurs de l'étude s'oriente vers l'hypothèse d'une modification du coquillage fossile, percé, recouvert d'ocre et utilisé comme pendentif suspendu par un fil (Peresani *et al.* 2013).

L'utilisation de coquilles perforées comme objets symboliques et d'ornements est attestée au moins dès le Pléistocène supérieur en Afrique du Sud (Ambrose 1998 ; d'Errico *et al.* 2005 ; Cain 2006 ; Vanhaeren *et al.* 2013) mais également sur les berges orientales de la Méditerranée (Kuhn *et al.* 2001 ; Güleç *et al.* 2002 ; Vanhaeren *et al.* 2006) et dans de nombreux sites au Paléolithique supérieur en Europe et durant l'Holocène (Onoratini *et al.* 2010 ; Taborin 1993 ; Dupont 2006 ; Vanhaeren et d'Errico 2006 ; Perlès et Vanhaeren 2010 ; Stiner 2010 ; Pappa et Veropoulidou 2011 ; Cristiani *et al.* 2014 ; Onoratini 2016 ; Coppola 1992 ; Barge 1983 ; Onoratini et Combier 1996).

Les coquillages ont été également utilisés comme matière première et comme supports d'outils par les populations préhistoriques dès le Paléolithique inférieur et jusqu'au Mésolithique et au Néolithique, en Asie comme en Europe. Les témoignages les plus anciens de cette exploitation comme outillage des coquillages ont été retrouvés à Java, en Indonésie. Une coquille de *Veneridae* exhumée à Sangiran, site daté d'environ 1,5 à 1,6 million d'années et occupé par *Homo erectus*, présente des traces témoignant d'une vraisemblable utilisation pour des activités de boucherie (Choi et Driwantoro 2007). De Java nous parvient également une valve de *Pseudodon*, un mollusque d'eau douce de la famille des *Unionidae*, retrouvée dans une couche datée d'environ 400 000 ans et présentant un bord lisse, poli et modifié par retouche, ce qui suggère son utilisation comme outil tranchant et fonctionnel (Joordens *et al.* 2015).

Szabó (2013) a publié une étude exhaustive assez critique avec une très bonne approche méthodologique dans l'analyse de ces coquillages utilisés comme outils et pour l'exploitation des mollusques pendant le Pléistocène en Asie et dans le Pacifique.

Tout comme l'exploitation des coquilles est attestée au Pléistocène supérieur et à l'Holocène en Asie de l'Est (Szabó *et al.* 2007), l'adaptation néandertalienne aux milieux côtiers du bassin méditerranéen est désormais bien connue. Tout aussi bien répertoriées et documentées sont l'utilisation et l'exploitation des mollusques marins pour la fabrication d'outils ou pour leur utilisation en tant qu'objets fonctionnels aux bords tranchants (Palma di Cesnola 2001 ; Darlas 2007).

Ce sont essentiellement les valves de *Callista chione* qui témoignent d'une utilisation comme outil dans de nombreux sites aux abords de la mer Méditerranée, principalement en Grèce, dans la grotte de Kalamakia (Darlas 2007) et en Italie, sur les côtes ligures, latiales et des Pouilles (Dantoni 1980 ; Vitagliano 1984 ; Campetti 1986 ; Palma di Cesnola 2001 ; Oxilia 1974) et dans une fenêtre chronologique située entre les stades isotopiques 5 et 3 (Romagnoli *et al.* 2015 ; Romagnoli *et al.* 2016).

Dans la Grotta dei Moscerini dans le Latium (Villa *et al.* 2020) et dans la Grotta del Cavallo dans les Pouilles ainsi dans que le site de Figueira Brava au Portugal (Zilhão *et al.* 2020), les Néandertaliens avaient vraisemblablement exploité les ressources malacologiques, non seulement comme matière première pour fabriquer des outils, mais aussi comme produit associé à la consommation alimentaire, comme semblent le suggérer les traces de combustion et d'exposition au feu de *Callista chione* et d'autres mollusques.

Avec l'arrivée des Hommes anatomiquement modernes (HAM) en Europe, l'exploitation des ressources de l'environnement côtier devient quasiment systématique et de nombreux sites datés du Paléolithique supérieur (Cuenca Solana *et al.* 2013), du Mésolithique et du Néolithique (Cuenca Solana *et al.* 2011 ; Manca 2018) témoignent de cette nouvelle économie de subsistance (Cubas *et al.* 2018).

Le rôle des ressources côtières dans l'évolution humaine

L'adaptation au milieu côtier est un processus qui concentre depuis quelques années l'attention de la communauté scientifique travaillant sur l'évolution humaine. En effet, la consommation des ressources côtières a permis d'intégrer dans l'alimentation des populations du passé de nouveaux nutriments, tels que les acides gras polyinsaturés contenus dans les mollusques marins, qui sont bénéfiques pour le développement cérébral et la santé

(Cunnane et Stewart 2010). Le registre ethnologique montre que la richesse en ressources des zones côtières peut induire une complexification sociale (sédentarisation, entraides, conflits, réseaux d'échanges) (Marean 2014) et la consommation des mollusques marins est parfois considérée comme un indicateur pour caractériser l'émergence de comportements complexes (dits « modernes ») (McBrearty et Brooks 2000). De plus, le potentiel nutritionnel des zones côtières a pu en faire des voies privilégiées pour la dispersion humaine en Asie, en Europe et en Afrique (Stringer 2000 ; Mellars *et al.* 2013). Une certaine flexibilité comportementale est nécessaire pour acquérir de façon efficace les ressources issues d'une grande variété d'environnements côtiers (lagunes, falaises, substrat sableux ou rocheux) qui varient dans le temps (saisons, marées). Cette caractéristique a certainement permis aux populations du passé de s'adapter avec succès à une diversité d'environnements et de se propager *via* des routes variées, aussi bien le long des côtes qu'à l'intérieur des terres (Will *et al.* 2015), en emportant et en diffusant à leur passage certaines innovations comportementales, techniques, économiques et symboliques.

Ainsi, l'adaptation au milieu côtier est un processus crucial dans l'évolution humaine et doit être considérée comme un des éléments caractéristiques de la complexité comportementale des populations du passé.

Le débat sur l'émergence de la complexité comportementale et l'origine de l'adaptation au milieu côtier

L'émergence des comportements dits « modernes » (incluant utilisation de pigments, d'outils en os, d'ornements, etc.) chez les populations préhistoriques est un débat passionnant. La lignée néandertalienne se rencontre en Eurasie entre 300 000 et 40 000 ans mais selon R. Klein (2008), l'émergence des comportements « modernes » a été abrupte et est la conséquence d'une mutation génétique chez les populations d'HAM en Afrique il y a 50 000 ans, juste avant leur diffusion en Europe. Les chercheurs ont donc placé ce changement neurobiologique vers -80/-60 000 ans et l'associent aux innovations reconnues en Afrique du Sud (Mellars 2006). Néanmoins, selon d'autres chercheurs, ces comportements seraient apparus bien avant, vers 200 000 ans, et se seraient développés de manière graduelle en Afrique, en association avec l'émergence des premiers *Homo sapiens* archaïques (McBrearty et Brooks 2000). Toutefois, cette vision graduelle est remise en question au profit d'une hypothèse plus discontinue, avec certaines innovations qui ont pu perdurer, et d'autres qui ont pu apparaître, puis disparaître pour être réinventées plus tard. De plus, des études récentes ont montré que des éléments caractéristiques de cette complexité comportementale (utilisation de pigments, d'outils en os, d'ornements, etc.) ont également été utilisés par les Néandertaliens européens, rendant obsolète cette vision des Néandertaliens rustres et inférieurs cognitivement (d'Errico 2006 ; Zilhao *et al.* 2010 ; d'Errico et Stringer 2011 ; Radovčič *et al.* 2015 ; Romagnoli 2021).

Un autre débat fait écho à cette discussion passionnante sur l'émergence des comportements dits « modernes » : l'origine de l'adaptation au milieu côtier. En effet, les régions littorales semblent avoir joué un rôle primordial dans cette problématique. L'adaptation au milieu côtier correspond ici à une exploitation systématique, efficace, récurrente et planifiée des ressources côtières (mollusques, crustacés, mammifères et oiseaux marins, etc.), en opposition à une exploitation opportuniste et anecdotique de ces ressources, comme cela est observé chez certaines espèces de primates (i.e. *Macaca fascicularis*, *Pongo pygmaeus*). L'adaptation au milieu côtier se distingue de l'adaptation au milieu marin, qui implique la navigation, permettant un transport sur de longues distances, ainsi que la pêche de poissons et de mammifères marins de haute mer (Marean 2014 ; Will *et al.* 2015). Cependant, les chercheurs s'intéressant à l'adaptation au milieu côtier ne s'accordent pas sur les périodes et lieux de son émergence. S'il est admis depuis longtemps que les populations holocènes, qui ont vécu 10 millénaires avant aujourd'hui, étaient adaptées à ce milieu, comme c'est par exemple le cas des groupes mésolithiques de la façade atlantique européenne (Dupont 2006 ; Gutiérrez-Zugasti 2009 ; Jerardino 2016), en ce qui concerne les périodes plus anciennes, les avis divergent. Selon C. Marean (2011, 2014) seuls les HAM d'Afrique du Sud étaient adaptés à ce milieu, et ce dès -160 000 ans. Selon lui, les autres espèces d'Hominines qui ont aussi exploité les ressources côtières, telles que les populations plus anciennes d'*Homo erectus* à Trinil (Java), les Néandertaliens d'Europe, ou même les HAM d'Afrique du Nord, pourtant contemporains (Cortés-Sánchez *et al.* 2011 ; Steele et Alvarez-Fernández 2011 ; Joordens *et al.* 2015 ; Alvarez-Fernández 2015 ; Campmas *et al.* 2016a ; Campmas *et al.* 2016b), ne l'auraient fait que de manière anecdotique (Marean 2014). Néanmoins, C. Marean (2014) s'appuie sur des preuves ténues pour émettre cette hypothèse. Or, les synthèses récentes, même si elles reposent principalement sur des listes fauniques, tendent à démontrer que les HAM anciens d'Afrique du Nord (Steele et Alvarez-Fernández 2011 ; Campmas *et al.* 2015 ; Campmas *et al.* 2016a ; Campmas *et al.* 2016b) et les Néandertaliens d'Europe (Stiner 2004 ; Cortés-Sánchez *et al.* 2011 ; Alvarez-Fernández 2015 ; Zilhao *et al.* 2020) ont consommé des mollusques marins comme leurs contemporains *Homo sapiens* d'Afrique du Sud (e.g. Klein *et al.* 2004 ; Marean *et al.* 2007 ; Jerardino et Marean 2010 ; Marean 2010, 2011, 2014 ; Langejans *et al.* 2012 ; Will *et al.* 2015, 2016).

En plus de la consommation des mollusques, l'utilisation de leurs coquilles à des fins non alimentaires, techniques (outils) et symboliques (parures) doit être considérée, afin de déterminer jusqu'à quel point les ressources côtières étaient intégrées dans l'organisation socio-techno-économique des populations du passé. Les HAM anciens d'Afrique du Nord ont utilisé des ornements en coquilles de petits gastéropodes (*Nassariidae*), qui en font les plus anciens ornements, datés entre -142 000 et -80 000 ans (e.i. Vanhaeren *et al.* 2006 ; Bouzouggar *et al.* 2007 ; d'Errico *et al.* 2009 ; Dibble *et al.* 2012 ; Sehasseh *et al.* 2021). De plus, il semble que l'utilisation d'ornements en coquilles de mollusques marins ne soit pas le seul fait des anciens HAM, qu'ils soient sud-africains ou nord-africains, car les Néandertaliens en Europe semblent aussi avoir employé des coquilles de *Glycymerididae* et de *Pectinidae* par exemple comme supports d'ornements (Zilhao *et al.* 2010). Les Néandertaliens ont même utilisé les coquilles de

bivalves comme outils, comme l'attestent les nombreuses coquilles de *Callista chiones* retouchées, découvertes en zone méditerranéenne dans des sites italiens et grecs (Douka et Spinapolice 2012 ; Romagnoli *et al.* 2015, 2016).

Objectifs de l'étude

Jusqu'à présent la plupart des études sur les séries malacologiques moustériennes en Europe fournissent quasi exclusivement des listes malacologiques, et le manque de précision de ces études limite les interprétations sur les modalités d'acquisition et de traitement de ces ressources, pourtant essentielles pour aborder l'adaptation au milieu côtier. La plupart des recherches sur l'exploitation du littoral par les Néandertaliens proviennent de séries de la péninsule ibérique et italienne, mais aucune des côtes françaises.

L'étude de la malacofaune provenant des niveaux moustériens du site des Ramandils (Languedoc, France), permet de combler cette lacune. Les coquilles de mollusques marins prélevées dans les différents niveaux stratigraphiques des Ramandils ont fait l'objet d'une analyse préliminaire (André 1993), qui s'est focalisée sur leur identification (essentiellement sur les bivalves, plus nombreux en nombre de restes que les gastéropodes), même si certains aspects taphonomiques ont également été notés. Cet examen préliminaire a permis de poser l'hypothèse que ces mollusques ont été acquis à des fins alimentaires, notamment en ce qui concerne les moules, *Mytilus* sp., nombreuses dans les ensembles V et IV et qui sont couramment consommées. Certains autres taxons, tel qu'*Acanthocardia tuberculata,* qui est une espèce infratidale, n'ont pas pu être collectés en vie par le biais d'une pêche à pied. De plus, certaines coquilles décrites comme « roulées », en particulier pour les espèces infratidales, évoquent le fait qu'elles aient pu être roulées par les vagues et collectées à l'état de coquille vide sur la plage, donc dans un but non alimentaire.

Mais après ce travail préliminaire, plusieurs questions restaient encore sans réponse : les coquillages des Ramandils ont-ils vraiment pu être consommés, ou ont-ils été récoltés et exploités pour d'autres utilisations fonctionnelles ou non opportunistes ? Quels sont les environnements et les modalités de leur acquisition ? Quelle est la part des ressources côtières dans l'alimentation des Néandertaliens des Ramandils ? Peut-on percevoir un changement dans leur exploitation au cours du temps en fonction de l'éloignement du rivage ?

Ainsi, le but du présent travail est de fournir, par une analyse poussée de la malacofaune, des données inédites sur l'exploitation alimentaire, mais aussi technique et symbolique des ressources côtières par les Néandertaliens des Ramandils et des côtes méditerranéennes. À l'appui de preuves, nous souhaitons également intégrer les Néandertaliens au débat sur l'émergence de l'adaptation au milieu côtier et comparer l'exploitation des ressources côtières aux autres données sur les Néandertaliens disponibles dans la littérature et aux résultats obtenus sur les populations d'HAM pléistocènes d'Afrique du Nord. Enfin, au sein d'une plus large réflexion, nous avons replacé cette innovation au sein des débats sur l'émergence des comportements complexes chez les populations du passé au sein de différentes lignées humaines.

Afin de répondre à ces questions, un réexamen approfondi de la malacofaune marine de la grotte des Ramandils a été effectué, en s'appuyant sur une méthodologie d'analyse la plus fine possible, telle qu'elle est menée par exemple pour les sites mésolithiques (Dupont 2006 ; Gutiérrez-Zugasti 2009).

LES RAMANDILS (AUDE, FRANCE)

Présentation du site et du contexte chrono-stratigraphique

Le site des Ramandils, situé dans la commune de Port- La Nouvelle dans l'Aude et à 30 km au sud de Narbonne (**fig. 1a**), correspond actuellement à une cavité de 4 x 5 m située à environ 3 km du littoral actuel et 1,50 m au-dessus du niveau marin. La cavité est complètement comblée par un remplissage de sédiments contenant du matériel archéologique (**fig. 1b**). La grotte, orientée à l'est, vers la mer, s'ouvre au pied d'une colline calcaire urgo-aptienne, appelée Cap Romarin, à l'est du massif des Corbières. La superficie actuelle de la grotte est d'environ 80 m^2 avec le plafond effondré. Le gisement archéologique a été découvert en 1925 par T. Héléna et a partiellement été fouillé par son fils, P. Héléna, entre 1930 et 1931. Les fouilles ont repris à partir de 1983 jusqu'en 1994, dirigées par P. Boutié, de l'Université de Montpellier (Gerber 1973 ; Boutié *et al.* 2004 ; Banes et Dorigny 2005 ; Molès et Boutié 2009).

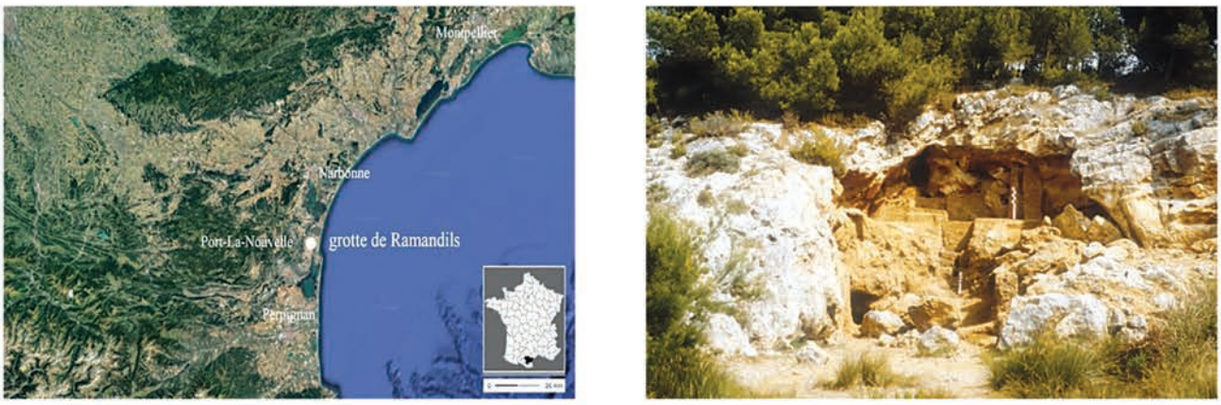
La grotte, haute de plus de 5 m, a été partiellement érodée dans la partie inférieure par une source naturelle active.

La séquence stratigraphique enregistre à sa base un niveau marin avec des coquilles marines datées par la méthode Electron Spin Resonance (ESR) à 128 ±15 ka (Yokoyama *et al.* 1987) correspondant à la dernière transgression tyrrhénienne. Dans un second temps, les dépôts continentaux ont été subdivisés en cinq ensembles stratigraphiques numérotés de I à V (Kabiri 1993), contenant entre autres des dents d'équidés, datées par la méthode ESR/U-Th (Uranium–Thorium) entre 94 ±7 ka (unité V) et 77 ±6 ka (unité I) correspondant à la fin du stade isotopique marin (SIM) 5 (Rusch *et al.* 2019 ; Bahain *et al.* in Saos *et al.* 2017) (**fig. 2**).

Au sein de cette séquence sédimentaire, plus de 25 unités archéostratigraphiques ont été définies à partir des projections verticales des 31 000 objets coordonnés, découverts lors des campagnes de fouilles 1983 à 1994 (Boutié *et al.* 2004) (**tabl. 1**). Ces projections ont été croisées, ce qui a permis de proposer un découpage de la stratigraphie précis, déterminant plusieurs niveaux d'occupations par ensembles.

Données paléoenvironnementales

L'ensemble V à la base de la séquence continentale daté de 94 ±7 ka est constitué de sables jaunâtres, contemporain d'un évènement frais et sec du SIM 5, caractérisé par un assemblage faunique du début du Pléistocène supérieur



— FIGURE 1 —

Localisation géographique de la grotte des Ramandils et vue de la cavité.

Geographical location of the Ramandils cave and view of the cavity.

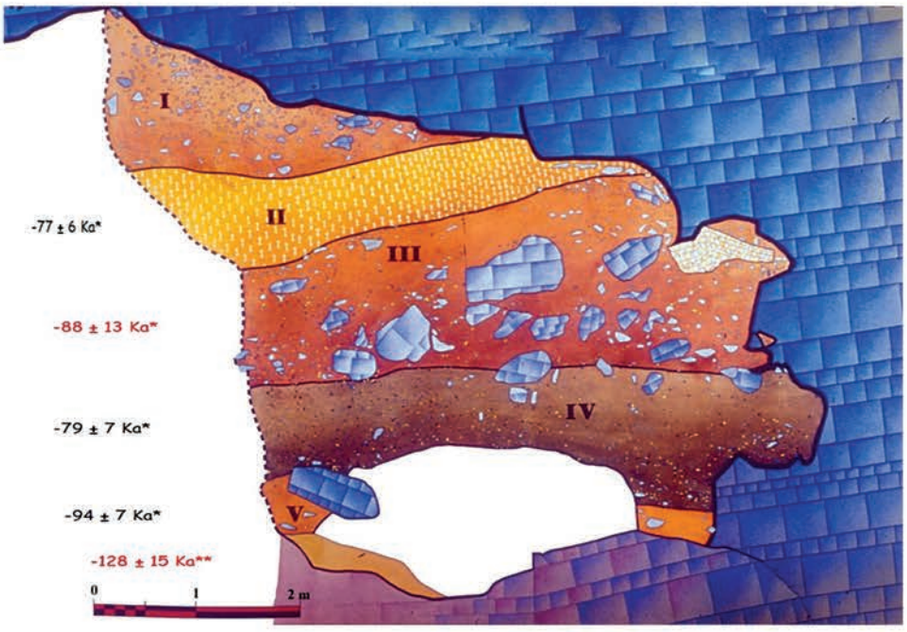


FIGURE 2

Coupe stratigraphique synthétique et datations du site des Ramandils. **: niveau de la plage tyrrhénienne ; *: dates correspondant aux niveaux archéologiques.
Les dates en noir (2015) correspondent aux datations ESR/U-Th. Les dates en rouge, plus anciennes, correspondent à des datations effectuées par la seule méthode ESR.

*Synthetic stratigraphic section and dating of the Ramandils site. *: Tyrrhenian beach level . **: dates corresponding to the archaeological levels. The dates in black (2015) correspond to ESR/U-Th dates. The dates in red, which are older, correspond to dates carried out by the ESR method alone.*

Nature	I	II	III	IV	V	Indét	*Total*	*%*
Coquilles	125	422	99	185	415	408	*1654*	*4,9*
Os humains		2					*2*	*0*
Os déterminés	70	841	202	97	129	7	*1346*	*4*
Dents	64	603	182	98	73	115	*1135*	*3,3*
Rangées dentaires	3	30	7	5	2	3	*50*	*0,1*
Esquilles	237	800	401	333	149	2	*1922*	*5,6*
Os brûlés/chauffés	998	6845	501	853	419	2	*9618*	*28,2*
Charbons de bois	34	227	300	303	360		*1224*	*3,6*
Coprolithes	6	151	7	1	7	1	*173*	*0,5*
Galets		10	9	2	3		*24*	*0,1*
Lithiques	1341	9192	2379	1403	768		*15083*	*44,3*
Pierres	339	463	716	136	182		*1836*	*5,4*
Total	*3221*	*19592*	*4804*	*3419*	*2513*	*544*	*34067*	

— TABLEAU 1 —

Assemblage des restes archéologiques des Ramandils par ensembles archéostratigraphiques.

Archaeological remains of the Ramandils by archaeostratigraphic units.

avec du renne et des chevaux (*Equus germanicus*), des taxons qui indiquent un environnement ouvert avec *Cervus simplicidens*, ainsi que des taxons relictes du Pléistocène moyen : *Dama dama, Paleoloxodon antiquus* et *Sus scrofa priscus*.

Les ensembles IV et III sont argileux avec une phase d'effondrement du toit de la grotte, formés au cours d'un épisode très humide avec une augmentation du couvert forestier et une végétation à tendance méditerranéenne, herbacées xériques et espaces arborés thermophiles (Lartigot *et al.* 2017), ainsi qu'une augmentation notable des proportions de cervidés et de *Bos primigenius*.

Les ensembles II et I daté de 77 ±6 ka, composés de sables et limons, enregistrent une péjoration du climat et surtout un assèchement illustré par plusieurs données polliniques issues de l'analyse des coprolithes, qui marquent un paysage ouvert avec des étendues herbacées steppiques et ubiquistes. Ce paysage est souligné par l'augmentation des proportions d'équidés, chevaux et ânes (*Equus hydruntinus*), et la réduction des cervidés.

Les industries lithiques

Des occupations moustériennes ont été enregistrées pour tous les niveaux archéologiques, majoritairement représentées par des industries lithiques (15 083 pièces) correspondant à un Moustérien typique (Molès 2008) (**tabl. 1**). La particularité de cet ensemble lithique est que toutes les pièces sont de très petite dimension, 68,4% sont inférieures à 15 mm et donc généralement non coordonnées. Cette collection contient 0,7 % de nucléus, 20,9 % d'éclats, 5,9 % de lames. Les modes de production sont principalement Levallois et SSDA (système par surface de débitage alternée ; Forestier 1993) (39,7 % chacun). Parmi les systèmes Levallois, le linéaire (52,7 %) est le plus représenté suivi de la modalité récurrente orthogonale (24,6 %) et récurrente centripète (20,6 %). L'étude des microfaciès des silex montre deux groupes principaux qui correspondent au faciès stratigraphique Oligocène supérieur et au faciès Miocène inférieur des Corbières.

L'industrie lithique a été très affectée par la chauffe (40 % en moyenne) dans les différentes unités archéostratigraphiques, sous forme d'altérations cupulaires (5 %), pelliculaires (28 %) et de rubéfaction (7 %).

DONNÉES ARCHÉOZOOLOGIQUES

Les vestiges fauniques (14 927 restes ; **tabl. 1** et **fig. 3**) sont représentés par les grands mammifères (Gerber 1973 ; Banès 1996, 1998 ; Rusch *et al.* 2019), les oiseaux (Boutié 1993), les lagomorphes et les microvertébrés (Percie-du-Sert 1992) et les coquillages terrestres (André 1993) et marins (Cataliotti-Valdina in Boutié 1990 ; Celiberti et Moigne in Saos *et al.* 2016).

Trois dents humaines isolées ont été découvertes dans l'ensemble II (Chevalier et Bécam in Saos *et al.* 2016), sans contexte d'inhumation.

La moitié des vestiges archéologiques témoignent d'une activité anthropique directe, tout particulièrement pour ce qui concerne les restes fauniques présentant des traces liées à la combustion correspondant à 68 % du matériel, et 75 % des ossements dans les niveaux supérieurs, très riches. Les activités de boucherie sont comparables tout le long des niveaux archéostratigraphiques, avec des *cut-marks* sur 13 à 20 % des restes fauniques et des fractures intentionnelles affectant 9 à 15 % des pièces. Les encoches de percussion sont rares, visibles sur moins de 3 % des restes.

Quelques retouchoirs en os ont été observés principalement sur des fragments d'os longs de cervidés et de petits ongulés. Parmi tous les animaux, le cerf élaphe est celui qui présente le plus de restes affectés par les actions humaines, alors que pour le cheval, les traces de boucherie sont plus rares. Les traces laissées par les activités des carnivores sont nettement moins importantes : moins de 4 % des restes présentent des traces de dents de carnivores et les os digérés sont très rares. Ces marqueurs sont observés sur les principales espèces avec des valeurs proches, constantes pour le cheval et avec une faible augmentation pour le cerf. Dans certains niveaux, un nombre important de coprolithes a été coordonné, comme par exemple dans l'ensemble II avec 116 pièces, dont certains attribués à l'hyène (*Crocuta spelaea*) (Lartigot-Campin et Moné 2017). Dans ces niveaux, l'action anthropique (industrie lithique et ossements brûlés) est bien enregistrée, associée à des occupations récurrentes de carnivores pendant les courtes périodes d'abandon du site par les groupes humains.

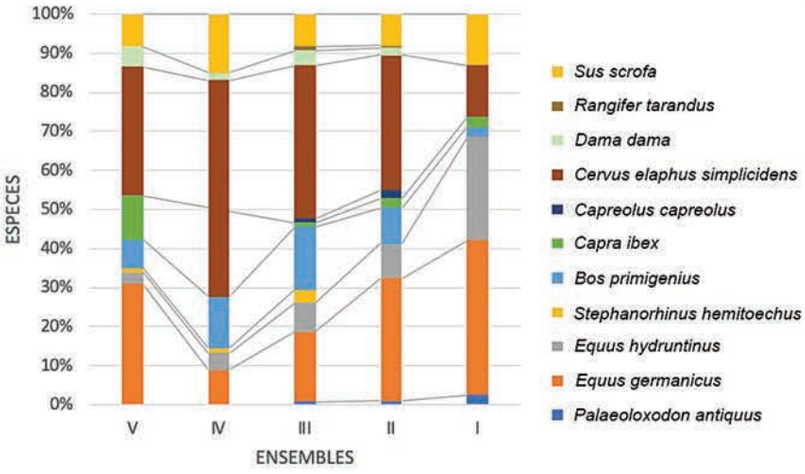


FIGURE 3

Restes fauniques de la grotte des Ramandils par ensembles stratigraphiques.

Faunal remains of the Ramandils cave by stratigraphic unit.

Pour les ongulés, les profils de mortalité indiquent que pour les espèces les plus représentées dans le site, tous les groupes d'âge sont présents. Les adultes sont les plus abondants, suivis de près par les individus juvéniles et dans une moindre mesure par les animaux âgés. Les ongulés ont été généralement chassés et abattus plusieurs fois dans l'année et notamment au printemps, à l'automne et en hiver (Rusch *et al.* 2019).

Des *cut-marks* et d'autres traces d'activités de boucherie ont également été observées sur des restes de carnivores, notamment sur des restes chauffés et montrant une exposition au feu. Des traces de découpe ont également été constatées sur une phalange de loup et une phalange d'ours des cavernes, ce qui s'explique par un processus de préparation des peaux préalable au rejet des ossements.

Le petit gibier est représenté par une importante population de lapins dont les os longs présentent les caractéristiques d'une consommation systématique dans tous les niveaux d'après leur fragmentation et les stries de découpe abondantes (Morin *et al.* 2019). Les ossements d'oiseaux sont également nombreux, ainsi que les éléments de carapace de tortues. Les études archéozoologiques indiquent une succession d'occupations pendant lesquelles la diète des populations humaines était très diversifiée.

L'acquisition des ressources carnées est donc principalement dirigée vers les milieux disponibles à proximité des sites (Rusch *et al.* 2019). Les espèces principales, dominées par le cerf et le cheval, témoignent d'un environnement dominé par les prairies avec des zones plus boisées, forestières, qui pourraient être situées à moins de 5 km autour de la grotte. En outre, les restes de bouquetins trouvés dans cet ensemble II, provenaient vraisemblablement des falaises du Cap Romarin ou des Corbières en général, situées dans la zone semi-locale entre 5 et 20 km.

L'analyse archéostratigraphique a permis de positionner spatialement les industries, les coprolithes et les ossements de carnivores afin d'identifier la localisation des latrines de hyènes (Rusch *et al.* 2019). À l'issue de ce travail, l'ensemble II semble donc témoigner d'occupations humaines de longue durée, interrompues par de courtes phases d'absence, favorables à l'arrivée des hyènes ou à une série d'occupations courtes, fréquentes et répétées avec des activités intenses à l'intérieur de la grotte.

LES MOLLUSQUES DES RAMANDILS : MATÉRIEL ET MÉTHODE

Matériel

Ce travail porte sur la malacofaune provenant des niveaux moustériens du site des Ramandils conservée dans les Réserves archéologiques du Centre Européen de Recherches Préhistoriques de Tautavel (CERPT) et du Musée de Tautavel.

Les études préalables de la malacofaune des Ramandils (André 1993) se sont tout d'abord focalisées sur les coquilles marines bivalves, mais dans le présent travail les restes des gastéropodes ont également été considérés, bien que de façon préliminaire et préalable à une analyse plus approfondie. L'ensemble des coquilles représente 1654 restes, parmi lesquels 1021 coquilles ont pu être déterminées (**tabl. 2**). Les 633 coquilles restantes correspondent à des fragments assez réduits, issus des refus de tamis ou en très mauvais état de conservation, ce qui a rendu leur identification et leur attribution au niveau du genre et/ou de l'espèce trop délicate. Néanmoins, ces pièces ont pu être identifiées pour la plupart au niveau de la famille, ce qui a permis d'en tenir compte dans la répartition par niveaux (**tabl. 2**).

	Famille	Genre	Espèce	I	II	III	IV	V	Indet	*Total*
BIVALVIA	Donacidae	*Donax*	*Donax* sp.						1	*1*
	Mactridae	*Mactra*	*Mactra* sp.					1	2	*3*
	Cardiidae	*Acanthocardia*	*Acanthocardia tuberculata*	15	48	10	15	25	97	*210*
		Cerastoderma	*Cerastoderma glaucum vel edule*	14	74	12	39	54	35	*228*
			Indét.			1				*1*
	Veneridae	*Chamelea*	*Chamelea* sp.	2	1	2		9	4	*18*
		Ruditapes	*Ruditapes* sp.		14	5	13	22	11	*65*
		Callista	*Callista chione*	2	7	7	3	21	14	*54*
			indet.				1	1		*2*
	Glycymeridae	*Glycymeris*	*Glycymeris insubrica/glycymeris*	2	22	20	7	22	86	*159*
	Pectinidae	*Chlamys*	*Chlamys* sp.						3	*3*
		Pecten	*Pecten jacobaeus*	3	6	4		7	6	*26*
	Solenidae	*Solen*	*Solen* sp.						4	*4*
	Mytilidae	*Mytilus*	*Mytilus* sp.	10	53	2	22	95	29	*211*
	Ostreidae	*Ostrea*	*Ostrea* sp.						6	*6*
	Total			*48*	*225*	*63*	*100*	*257*	*298*	*991*
GASTEROPODA	Patellidae	*Patella*	*Patella* sp	*4*	*9*	*3*	*1*	*5*	*2*	*24*
	Rissoidae	*Rissoa*	*Rissoa* sp.				1		1	*2*
	Nassariidae	*Nassarius*	*Nassarius (Tritia) reticulatus*		2	2	3		5	*12*
	Buccinidae	*Donovania*	*Donovania* sp.						1	*1*
	Muricidae	*Hexaplex*	*Hexaplex* sp.						1	*1*
	Trochidae	*Monodonta*	*Monodonta* sp.						2	*2*
		Trochus	*Trochus* sp.					1	2	*3*
	Cerithiidae	*Cerithium*	*Cerithium* sp.	*2*	*2*		*1*	*4*		*9*
	Total			*6*	*13*	*5*	*6*	*10*	*14*	*54*

— TABLEAU 2 —

Malacofaune des Ramandils par ensembles archéostratigraphiques (nombre de restes).

Ramandils malacofauna by archaeostratigraphic units (number of remains).

En plus du réexamen de la malacofaune issue des niveaux archéologiques, l'échantillon géologique de comparaison de la plage fossile située à la base du remplissage (Cataliotti 1990) et correspondant à une remontée marine, plus haute qu'aujourd'hui, datée d'il y a 128 ±15 ka (Yokoyama et *al.* 1987) a également été étudié.

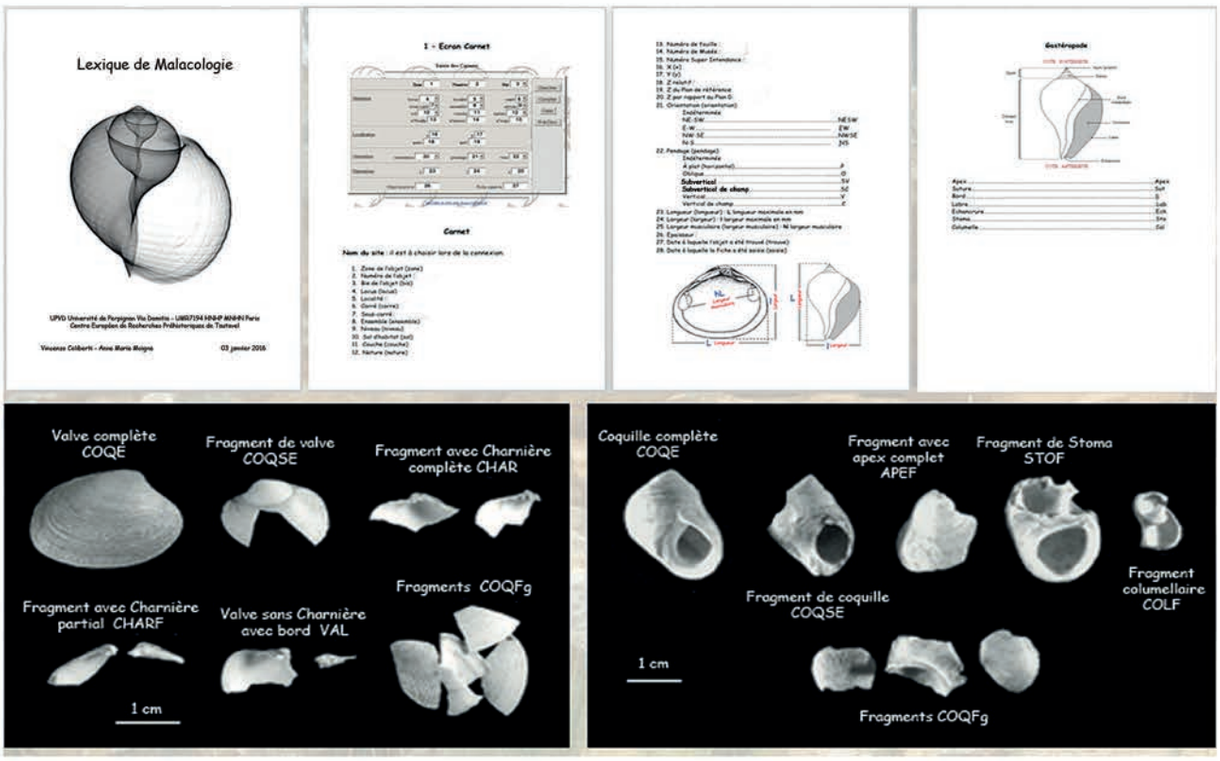
Méthodes d'étude

Un lexique d'étude de la malacofaune, inspiré du Lexique de Paléontologie pour l'étude des Vertébrés (CERPT) et nécessaire pour la création et l'utilisation de la base des données des matériaux préhistoriques et paléontologiques, a été créé en l'adaptant à l'étude des coquillages (**fig. 4**).

Ce Lexique a permis tout simplement de codifier et de décrire de manière synthétique plusieurs informations sur les mollusques, telles que l'origine des coquilles (plages contemporaines ou fossiles), la détermination des biotopes continentaux et marins, le choix des taxons, les modifications pour la consommation et/ou l'utilisation et évidemment la détermination taxonomique. En outre, une attention toute particulière a été portée à la fragmentation de ces coquilles et à leur aspect de surface (fossilisation, altération, minéralisation, traces, perforation, modifications thermiques et retouches).

La base des données de la malacofaune permettra un stockage des informations et un accès rapide et simplifié à la totalité des données récoltées et exploitables pour chaque fragment de coquille retrouvé dans les dépôts sédimentaires et archéologiques des sites préhistoriques.

Les déterminations taxinomiques et anatomiques ont été réalisées en s'appuyant sur les collections de comparaison de mollusques marins, terrestres et d'eau douce du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris, du Musée des Confluences de Lyon, de la collection malacologique Dupuy du Muséum d'histoire naturelle de Toulouse, de la collection du Naturalis Biodiversity Center à Leiden aux Pays Bas et des collections privées des membres de l'AFC (Association Française de Conchyliologie), ainsi que sur des ouvrages de référence (Ardovini 1999 ; Claassen 1998a ; Claassen 1998b ; Cossignani, Ardovini 2011 ; Giannuzzi-Savelli 1996 ; Poppe, Goto 1991, 1993) qui nous ont permis de fournir une liste faunique actualisée et des décomptes assez précis (Nombre de Restes, Nombre de Restes Déterminés, Nombre Minimal d'Individus) (**tabl. 2, tabl. 3** et **tabl. 4**). Le référentiel taxinomique privilégié a été le World Register of Marine Species (WoRMS), librement accessible sur le Web. L'observation des surfaces (i.e. fraîches, émoussées par les vagues, perforations de prédateur, encoches, retouches, traces de façonnage...) a été couplée aux données écologiques des différentes espèces (i.e. zone de vie dans l'estran, en zone infra-tidale profonde...)



— FIGURE 4 —

Lexique d'étude des restes malacologiques, CERPT.

Lexicon of malacological remains, CERPT.

	I	II	III	IV	V	*Total*
coquilles entières			4		2	*6*
coquilles sub entières	2	7	12	3	16	*40*
charnières	1	3	2	1	3	*10*
fragments de charnière	2	11	1	5	19	*38*
valves avec bord		11	5	2	6	*24*
bords	8	53	8	34	73	*176*
Total	*13*	*85*	*32*	*45*	*119*	*294*
NMI valves	5	21	19	9	40	96
% fragmentation	99%	93%	72%	93%	88%	
	I	II	III	IV	V	*Total*
altération mineure	6	23	4	6	27	*66*
desquamation ponctuelle		4	1	1	7	*13*
altération majeure	13	49	11	16	82	*171*
coquille brûlée	3	3	1	2	11	*20*
coquille roulée	9	47	6	12	57	*131*
perforation naturelle		2			1	*3*
perforation anthropique					2	*2*
ébréchure sur le bord	5	3	8	3	17	*36*
outil sur valve		1			1	*2*
Total	*36*	*132*	*31*	*40*	*205*	*444*

— TABLEAU 3 —

Fragmentation et altération des bivalves dans les différents ensembles de la grotte des Ramandils (NMI = Nombre Minimum d'Individus)

Fragmentation and alteration of bivalves in the archaeostratigraphic units of the Ramandils cave.

	Famille	Genre	Espèce	Plage thyrrénienne	*Total*
BIVALVIA	CARDIIDAE	*Acanthocardia*	*Acanthocardia tuberculata*	92	*128*
		Cerastoderma	*Cerastoderma glaucum*	36	
	GLYCYMERIDIDAE	*Glycymeris*	*Glycymeris insubrica*	94	*94*
			Glycymeris glycymeris		
	MYTILIDAE	*Mytilus*	*Mytilus* sp.	26	*26*
	PECTINIDAE	*Pecten*	*Pecten jacobaeus*	6	*8*
		Chlamys	*Chlamys* sp.	2	
	VENERIDAE	*Callista*	*Callista* sp.	10	*43*
		Chamelea	*Chamelea* sp.	6	
		Ruditapes	*Ruditapes* sp.	11	
		Indéterminés		16	
	ANOMIIDAE	*Anomia*	*Anomia ephippium*	1	*1*
	DONACIDAE	*Donax*	*Donax trunculus*	1	*1*
	MACTRIDAE	*Mactra*	*Mactra stultorum*	1	*1*
	OSTREIDAE	*Ostrea*	*Ostrea* sp.	6	*6*
	SOLENIDAE	*Solen*	*Solen marginatus*	4	*4*
GASTEROPODA	BUCCINIDAE	*Donovania*	*Donovania minima*	1	*1*
	CERITHIIDAE	*Cerithium*	*Cerithium vulgatum*	13	*13*
	CHARONIDAE	*Charonia*	*Charonia lampas*	1	*1*
	MURICIDAE	*Hexaplex*	*Hexaplex* sp.	1	*1*
	NASSARIIDAE	*Nassarius*	*Nassarius (Tritia) reticulatus*	4	*4*
	PATELLIDAE	*Patella*	*Patella* sp.	2	*2*
	RISSOIDAE	*Rissoa*	*Rissoa* sp.	1	*1*
	TROCHIDAE	*Monodonta*	*Monodonta* sp.	2	*2*
	VERMETIDAE	*Vermetus*	*Vermetus triquetus*	1	*1*
	fragments indéterminés			13	*13*
	Total			*351*	*351*

TABLEAU 4

Malacofaune de la plage tyrrhénienne de la grotte des Ramandils (nombre de restes).

Malacofauna of the Tyrrhenian beach of Ramandils (number of remains).

(Hayward *et al.* 1998 ; Luther et Fiedler 1965 ; Poppe, Goto 1993 ; Weinberg 1996). Cette approche nous a permis de cerner l'état dans lequel les espèces présentes ont été collectées, fraîches ou à l'état de coquilles (i.e. roulées sur la plage), ainsi que les modalités de collecte (i.e. les encoches sur les patelles étant liées à leur collecte avec un outil), de traitement (i.e. les encoches sur les bivalves pouvant traduire leur ouverture), et de cuisson (i.e. des brûlures en face externe traduisant une cuisson directe sur le feu). Sur la base des présences d'espèces et de la dimension de leurs coquilles, nous avons pu appréhender une éventuelle sélection des individus en fonction de leur taille. Grâce à des espèces caractéristiques de certaines zones de l'estran, associées à la présence de marqueurs saisonniers, tels que les stries de croissance (bien visibles chez certaines espèces), nous avons pu discuter des saisons de collecte des mollusques consommés (i.e. marées de vives eaux *versus* marées de mortes eaux). Caractériser la fragmentation selon les codes établis en fonction des zones de fragilité des coquilles nous a permis

de déterminer l'importance des processus post-dépositionnels (tels que le piétinement) ou d'identifier des modalités de fracturation volontaire de certaines espèces. La répartition spatiale de ces coquilles et des tests de remontage nous ont amenés à discuter de l'intégrité des niveaux identifiés à la fouille et de la répartition spatiale des activités dans le site (**fig. 5**). Les comparaisons entre la plage fossile et les niveaux archéologiques ont permis d'identifier d'éventuelles contaminations. Des approches diachroniques entre les niveaux archéologiques datés du SIM 5 (130-75 000 BP), contemporains des hauts niveaux marins, et ceux datés du SIM 4 (75-40 000 BP), concomitant d'une régression marine, nous ont permis d'appréhender l'évolution de l'exploitation des mollusques et d'éventuels changements de spectre ou de dimension en lien avec des choix liés aux distances de transport et des changements de distance à la côte. Enfin, les comparaisons avec les résultats issus de l'analyse archéozoologique des vertébrés devraient nous permettre, une fois les analyses actuellement en cours terminées, en reconstituant les biomasses de chaque ressource, de cerner la part qu'occupent ces différentes ressources dans l'alimentation des groupes néandertaliens. En effet, des analyses isotopiques ont montré que le régime alimentaire des Néandertaliens en région continentale était plutôt carné et basé sur la consommation de grands herbivores (Richards, Trinkaus 2009), résultats qui seraient peut-être à pondérer en zones côtières.

Une approche taphonomique adaptée aux restes de coquilles est apparue essentielle à cette étude car, si l'industrie lithique est bien conservée et n'a pas subi de déplacements dans le site ni dans les niveaux, les ossements de grande faune ont au contraire subi une altération assez importante, ce qui nous a mené à nous interroger sur les modifications taphonomiques post-dépositionnelles des coquillages. Une attention toute particulière a été portée à la fragmentation de ces coquilles et à leur aspect de surface (fossilisation, altération, minéralisation, traces, perforation, modifications thermiques et retouches). Il nous a donc semblé important de définir le taux de fragmentation de ces coquilles, en calculant le nombre minimum de valves d'après le nombre de charnières. Les fragments provenant d'un même coquillage ont été regroupés sous un numéro d'association pour déterminer l'origine des cassures. Le degré d'altération de surface a été par la suite exprimé en plusieurs stades : décor partiellement altéré (altération mineure), très altéré (altération majeure), coquilles blanchies et coquilles usées. La présence de serpules ou de balanes a été également prise en compte.

Les modifications observées sur les valves ont été classées en perforations, bords ébréchés, polis, stries, colorations ou combustion (**tabl. 3**).

RÉSULTATS

Les mollusques marins de la plage fossile

Notre échantillon de référence permet de comparer la liste malacologique et les caractéristiques taphonomiques avec l'assemblage archéologique des Ramandils. Il a été collecté par les différents fouilleurs lors des relevés stratigraphiques et des prélèvements pour datations. Ce niveau de plage tyrrhénienne, conservé dans l'anfractuosité creusée par la mer, se situe au niveau de la source du rec Mandils. Un nombre de 373 items a été déterminé, composé de 334 restes de bivalves et de 39 gastéropodes (**tabl. 4** et **fig. 5** et **6**).

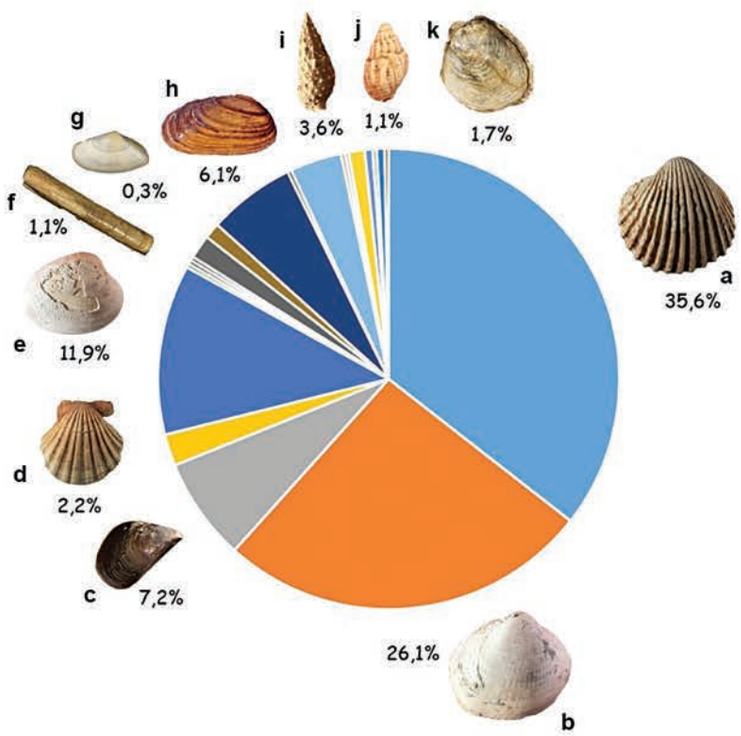


FIGURE 5

Proportion relative des différents taxons de mollusques marins de la plage tyrrhénienne des Ramandils. a. *Cerastoderma glaucum* ; b. *Glycymeris* sp. ; c. *Mytilus* sp. ; d. *Pecten jacobaeus* ; e. *Chamelea* sp. ; f. *Solen marginatus* ; g. *Donax trunculus* ; h. *Ruditapes* sp. ; i. *Cerithium* sp. ; j. *Nassarius reticulatus* ; k. *Anomia ephippium*

Relative proportion of the marine mollusc taxa from the Tyrrhenian beach of Ramandils.

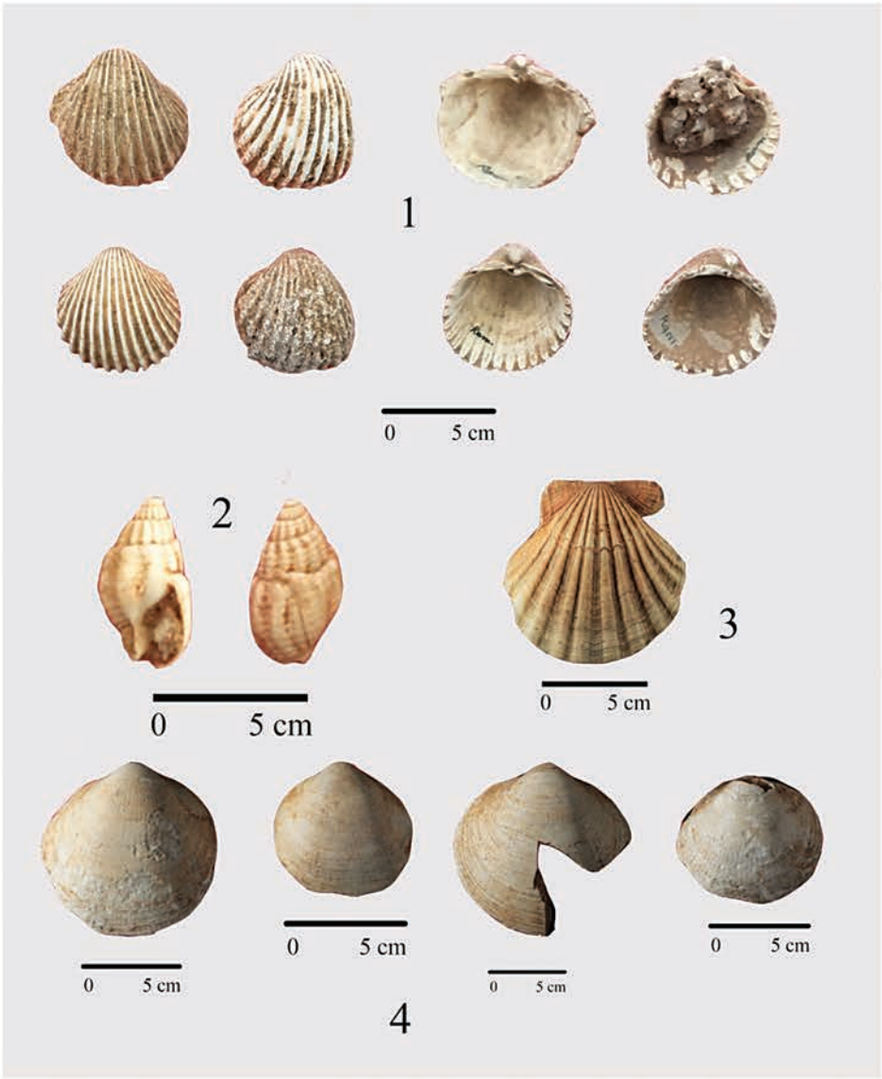


FIGURE 6

Exemples de coquilles marines de la plage tyrrhénienne de la cavité des Ramandils. 1. *Cerastoderma* sp. ; 2. *Nassarius* sp. ; 3. *Pecten jacobaeus* ; 4. *Glycymeris* sp.

Examples of marine shells from the Tyrrhenian beach of Ramandils.

Parmi les bivalves prédominent les *Cardiidae* (128 restes), suivis par les *Glycymerididae* (94 restes) et les *Veneridae* (43 restes). Les *Mytilus* sont moins abondants, avec 26 restes (**tabl. 4**). Parmi les gastéropodes, les *Cerithidae* constituent la famille la plus abondante, avec 13 restes, suivis par les *Nassaridae* avec quatre restes. Les autres familles de mollusques sont plus anecdotiques (**tabl. 4** et **fig. 5 et 6**).

Dans ce niveau tyrrhénien, les coquilles présentent un taux de fracturation minime, avec un très grand nombre de valves intègres et parfois les deux valves du même individu. En outre, aucune ébréchure ni retouche anthropique ou encore des traces d'exposition au feu n'ont été retrouvées sur les coquilles tyrrhéniennes, témoignant donc d'une accumulation naturelle.

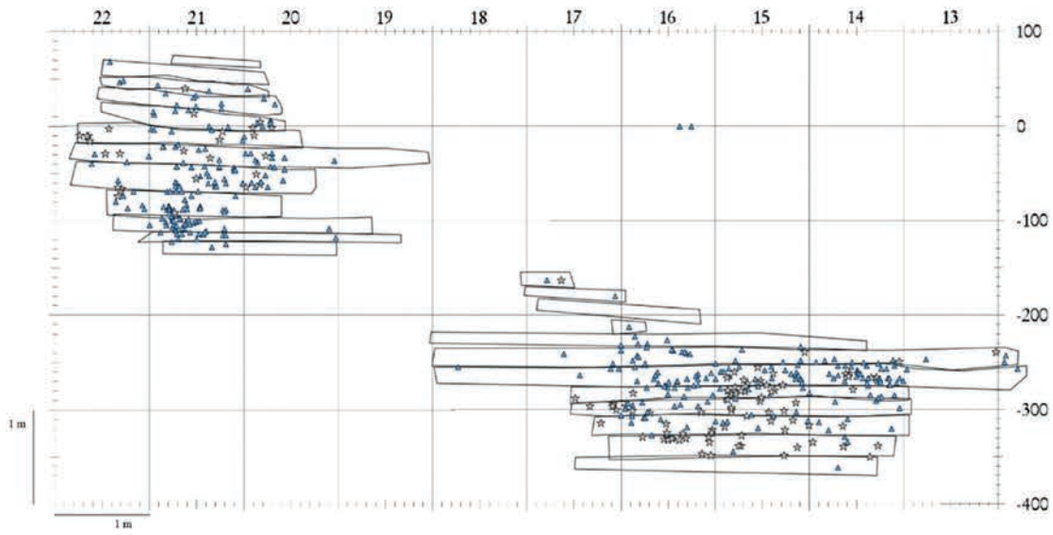
Répartition stratigraphique des restes de mollusques de l'ensemble archéologique

La projection des restes de coquilles étudiés sur le profil transversal J/K (**fig. 7**) permet de suivre la stratigraphie des ensembles I et II dans le fond de la grotte (dans les bandes 20, 21 et 22) et des ensembles III, IV et V (dans les bandes 14 à 19). Les restes de coquilles coordonnés en stratigraphie lors des fouilles sont répartis tout au long du remplissage et en particulier dans les niveaux plus riches en industries lithiques (**tabl. 1** et **tabl. 2**). Les coquilles, plus rares, ont alors été associées aux industries lithiques, bien plus abondantes, afin de mieux suivre en stratigraphie les niveaux d'occupations et repérer les sols d'habitat des Néandertaliens des Ramandils (**fig. 7**).

Les coquilles sont bien représentées dans les niveaux de l'ensemble IV, également dans les niveaux de l'ensemble II, sauf dans les unités archéostratigraphiques riches en coprolithes et considérés comme des niveaux de latrines de hyènes (Rusch *et al.* 2019). Les coquilles chauffées sont rares mais elles apparaissent également dans les unités où l'activité humaine est prépondérante. Quel que soit l'ensemble, les coquilles bivalves marines semblent être directement liées aux occupations humaines.

Les mollusques marins des niveaux archéologiques

Bien que mieux représentés dans les ensembles II et V, avec respectivement 122 et 79 restes, les *Cardiidae* ont été retrouvés dans tous les ensembles des Ramandils et



— FIGURE 7 —

Répartition des industries lithiques (triangles bleus) et des coquilles (étoiles grises) sur la projection longitudinale J/K des Ramandils (figure V. Pois).

Distribution of lithic industries (blue triangles) and shells (grey stars) on the longitudinal projection J/K of the Ramandils (figure V. Pois).

figurent comme la famille de mollusques la plus abondante parmi les pièces répertoriées sans attribution stratigraphique précise, avec un total de 439 pièces et plusieurs fragments, soit un peu plus de 32 % de la totalité de l'assemblage malacofaunique (**tabl. 2** et **fig. 8**). Parmi ces *Cardiidae*, les coquilles du genre *Cerastoderma* sont les plus importantes numériquement, avec 228 pièces déterminées, soit environ 16 % du total des coquilles déterminées (**tabl. 2**).

Le *Cerastoderma glaucum* Bruguière 1789, connu comme Coque commune ou bucarde, est largement présent dans la mer Méditerranée, où il vit enfoui sous quelques centimètres de sable ou de vase. Habituellement, on ne le retrouve pas en profondeur mais plutôt au bord des plages sur la zone intertidale ou dans les lagunes. Facilement reconnaissable grâce à son aspect rond et bombé, ce bivalve possède des sculptures radiales bien marquées ainsi que des stries de croissance concentriques. On le confond souvent avec *Cerastoderma edule* Linnaeus 1758, qui est peu présent en Méditerranée et qui a une forme moins ovale que le *glaucum*. En outre, *Cerastoderma edule* apprécie bien plus que le *Cerastoderma glaucum* les eaux à température assez fraîche, inférieure à 20 °C, comme dans la mer du Nord et sur la façade atlantique. Les deux espèces sont en tous cas comestibles et facilement collectées dans l'estran, qui est la partie de plage découverte à marée basse, ou tout près du rivage en eau peu profonde. Ces mollusques, présentant une densité assez importante d'individus à proximité d'une arrivée d'eau douce, ont pu être ramassés par les Néandertaliens des Ramandils par une pêche à pied tout près de la ligne

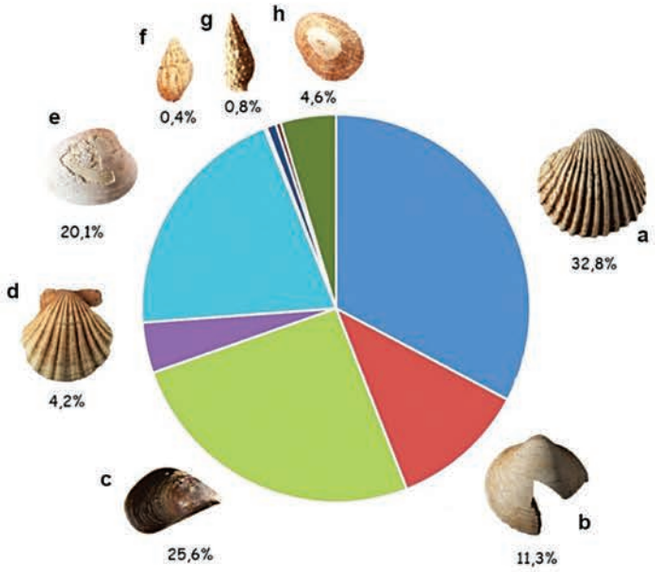


FIGURE 8

Malacofaune des Ramandils, tous ensembles archéologiques confondus. a. *Cerastoderma* sp. ; b. *Glycymeris* sp. ; c. *Mytilus edulis* ; d. *Pecten jacobaeus* ; *e. Ruditapes* sp. ; f. *Nassarius* sp. ; g. *Cerithium* sp. ; h. *Patella* sp.

Malacofauna of the Ramandils, all archaeological assemblages combined. a. Cerastoderma sp. ; b. Glycymeris sp. ; c. Mytilus edulis ; d. Pecten jacobaeus ; *e.* Ruditapes sp. ; f. Nassarius sp. ; g. Cerithium sp. ; h. Patella sp.

de rivage, éloignée d'environ 5 km de la grotte à l'époque de l'occupation humaine, ou dans l'étang du Doul, et exploités essentiellement à fins alimentaires. D'autres coques semblent avoir été ouvertes sur place, car c'est une fois de plus dans les niveaux des ensembles II et V qu'ont été retrouvées des valves de coques assez fragmentées et ébréchées, dans un contexte de fragmentation naturelle ou de piétinement moins important que dans les autres niveaux. Parmi ces *Cerastoderma*, seuls quelques rares fragments présentaient des traces de combustion ou d'exposition au feu. L'autre *Cardiidae*, l'*Acanthocardia tuberculata* Linnaeus 1758, ou bucarde rouge, est représenté par 210 pièces majoritairement retrouvées dans les ensembles II et V mais surtout parmi les restes sans attribution stratigraphique plus précise (**tabl. 2**). Cette espèce aussi, bien comestible et abondante en mer Méditerranée, vit près des côtes, enfouie dans le sable, le gravier ou la vase, généralement à quelques cm à peine de profondeur à cause de ses siphons assez courts, mais dans des zones toujours bien recouvertes d'eau. Les bucardes rouges étaient donc facilement accessibles par une pêche à pied ou par une collecte dans des rivages peu profonds. Les Néandertaliens des Ramandils pourraient aussi les avoir exploités pour des finalités essentiellement alimentaires, même si un nombre important de ces bucardes apparaissent roulées, blanchies ou assez altérées, notamment dans l'ensemble II. Le fait que les altérations majeures sur les autres objets archéologiques de cet ensemble soient moins importantes que dans les autres niveaux, nous pousse à imaginer pour ces *Acanthocardia* une collecte des valves sur la zone de rivage pour une exploitation liée à d'autres finalités qu'alimentaires. Cependant, mise à part une seule valve d'*Acanthocardia* présentant une perforation naturelle, le nombre d'ébréchures sur les bords de ces mollusques n'est pas significatif.

La *Mytilus edulis*, Linnaeus 1758, ou moule commune, est à peine plus abondante numériquement en termes de nombre de fragments, avec 211 pièces (appartenant à au moins une vingtaine d'individus) et une répartition plus importante, encore une fois, dans l'ensemble V (95 fragments) et l'ensemble II (53 fragments) mais également bien présente dans les autres ensembles (**tabl. 2**). Malgré l'état assez fragmentaire des coquilles, qui a entravé leur détermination, il semblerait que la plupart des pièces soit à attribuer à l'espèce *Mytilus edulis* plutôt qu'à *Mytilus galloprovincialis* Lamarck 1819, la moule d'Espagne, qui arbore une coquille plus large et arrondie, des bords droits à proximité de la charnière et le sommet des valves bien plus crochu que l'*edulis*. Néanmoins, la présence des deux espèces dans la séquence stratigraphique des Ramandils n'est pas à exclure, ce qui explique l'attribution générique à l'espèce dans le tableau 2. Les *Mytilus* vivent dans la zone intertidale, souvent dans le ressac, privilégiant les eaux peu profondes où elles peuvent se fixer sur des supports tels que les fonds rocheux et les pierres mais également s'installer sur les fonds vaseux, dans les estuaires ou dans l'estran. Ce biotope semblerait idéal pour permettre aux Néandertaliens de collecter des moules pour des finalités alimentaires. La présence de nombreuses coquilles de *Mytilus* présentant des signes de combustion semblerait confirmer cette hypothèse. À signaler également une valve de *Mytilus*, provenant de l'ensemble III, qui présente des retouches intentionnelles sur le bord, évoquant un racloir.

Les *Glycymeridae*, avec 159 items au total, soit un peu plus de 11 % de l'assemblage, sont répartis de manière assez homogène dans tous les ensembles, bien que pour un grand nombre d'entre eux, 86 pièces, une attribution précise à un ensemble défini ne soit pas possible (**tabl. 2**). Les coquilles de *Glycymeris* sont assez usées et présentent souvent des serpules, spécialement dans l'ensemble V, où les coquilles sont cependant moins altérées que dans les autres niveaux et le taux de fragmentation semble être moins important. On peut considérer que ces coquilles ont fait l'objet d'un ramassage important, vu que les valves isolées ont été récoltées sur la plage, située à 5 km de la grotte pendant l'occupation néandertalienne, et ensuite apportées dans l'habitat, pour une exploitation qui ne semble pas avoir été alimentaire. En effet, ces coquilles ne présentent pas de signes d'ébréchures dus à une ouverture forcée ou de combustion, et seulement un nombre assez réduit d'entre elles présente une perforation naturelle. Une valve provenant de l'ensemble III (H16.HG5.63) présente cependant des retouches intentionnelles, semblant aménager un racloir et témoignant donc d'une utilisation fonctionnelle (**fig. 9**). Nommées communément amandes de mer, les *Glycymeris* vivent en groupe, enfouies peu profondément sur les fonds vaseux, le sable grossier et le gravier, dans l'étage médiolittoral et jusqu'à une centaine de mètres de profondeur. Leur biotope semble exclure une éventuelle collecte par la pêche à pied et suggérer au contraire une récolte assez importante des valves isolées échouées sur la plage. Leur attribution précise à une espèce définie ne s'est pas révélée simple, de par leur mauvais état de préservation et l'absence de charnière pour certaines de ces coquilles.

La famille des *Veneridae*, avec 139 items, est également bien représentée dans la séquence archéostratigraphique des Ramandils. Ces mollusques ont été retrouvés pratiquement dans tous les ensembles archéologiques mais c'est dans les ensembles II et V que leurs restes sont numériquement plus importants (**tabl. 2**). Les espèces de *Vénéridés* retrouvées dans les ensembles archéologiques des Ramandils sont les palourdes (*Ruditapes decussatus* Linnaeus 1758) avec 65 pièces, dont notamment 22 dans l'ensemble V, les vernis (*Callista chione* Linnaeus 1758) avec 54 restes dont 14 dans l'ensemble V, et les petites praires (*Chamelea gallina* Linnaeus 1758), représentées par 18 fragments (**tabl. 2**). Les *Ruditapes decussatus* ou palourdes européennes, parfaitement comestibles, vivent enfouies à quelques centimètres dans le substrat sableux, vaseux ou de petit gravier sur l'étage infralittoral mais apprécient également les zones côtières telles que les étangs d'eaux saumâtres communiquant avec la mer. Certaines de ces valves de *Ruditapes* sont assez usées et altérées, quasiment dans tous les ensembles, et témoignent ainsi de leur ramassage à 5 km de la grotte, au bord de la mer. Mais d'autres coquilles, notamment dans les ensembles II et V, bien qu'assez fragmentaires, semblent montrer des signes d'ébréchures probablement liés à une ouverture sur place et à leur exploitation alimentaire. Les petites praires semblent avoir été également une source de nourriture pour les Néandertaliens des Ramandils, car

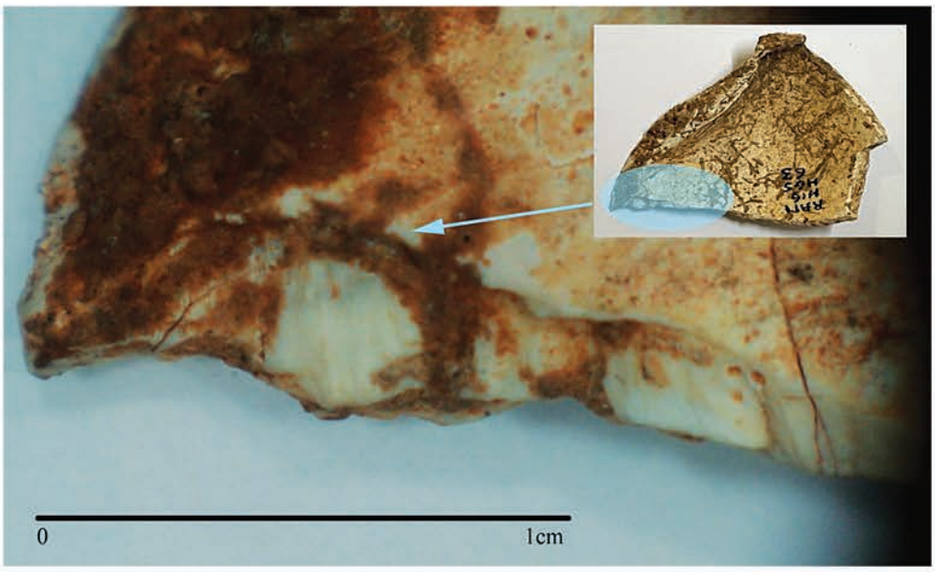


FIGURE 9

Racloir aménagé par retouches sur la valve d'un *Glycymeris* (H16.HG5.63).

Side scraper created by retouching on the valve of a Glycymeris *(H16.HG5.63).*

les valves de *Chamelea gallina* montrent aussi des ébréchures liées vraisemblablement à leur ouverture sur place et quelques plus rares traces de combustion. Les *Callista* vivent enfouies proches de la surface mais dans les sables fins de la zone infralittorale et circalittorale, ce qui semblerait exclure la possibilité d'une pêche à pied (il est bien rare de retrouver des *Callista* dans les estrans ou tout près des rivages) et argumente plutôt en faveur d'une collecte des valves dans les laisses de mer.

Aucune trace de retouche ou de modification anthropique volontaire des bords n'a en revanche été retrouvée sur ces *Callista chione*, qui ont pourtant servi de support pour la confection d'outils dans d'autres sites méditerranéens, et notamment dans le sud de l'Italie, comme à Grotta del Cavallo dans les Pouilles ou dans les sites du Mont Circé dans le Latium (Romagnoli *et al.* 2015 ; Dantoni 1980 ; Palma di Cesnola 2001). La présence d'ébréchures sur les bords de ces *Callista* a été observée sur seulement deux valves provenant de l'ensemble II.

Les *Pectinidae*, représentés par *Pecten jacobaeus* Linnaeus 1758, la très connue coquille Saint Jacques ou des pèlerins, et les pétoncles, *Chlamys* sp., avec 29 items retrouvés dans les couches archéologiques de la cavité, viennent compléter la liste taxonomique des bivalves des Ramandils (**tabl. 2**).

Trois valves de *Pecten* témoignent d'ébréchures mais aucun *Pectinidae* ne montre de traces de combustion ni d'exposition au feu.

D'autres bivalves sont également documentés aux Ramandils, bien que de façon plus anecdotique, avec seulement quelques fragments, tels que les *Ostreidae* (*Ostrea* sp.), les *Solenidae* (*Solen* sp.), les *Donacidae* (*Donax* sp.) et les *Mactridae* (*Matra* sp.) (**tabl. 2**). Les couteaux (*Solen* sp.) vivent sur les fonds sableux ou vaseux dans lesquels ils s'enfoncent verticalement. On peut les retrouver dans l'étage médiolittoral jusqu'à plus de 200 mètres de profondeur. Bien qu'ils soient potentiellement une prise facile à la pêche à pied, on récupère souvent ces couteaux en épave sur l'estran ou sur les laisses de mer. La telline (*Donax* sp.) aussi, tout comme les couteaux, est une espèce fouisseuse que l'on retrouve en Méditerranée sur les plages vaseuses ou à sable fin, entre quelques cm et 2 mètres de profondeur, dans la zone intertidale. Ce sont donc des espèces de mollusques qui auraient fait très probablement l'objet d'une collecte assez facile pour subvenir aux besoins alimentaires des Néandertaliens des Ramandils, mais aucune trace (ni ébréchures, ni signe de combustion) nous permet de l'affirmer.

Les Gastéropodes marins sont bien moins présents que les bivalves dans les ensembles archéologiques des Ramandils. Seuls 54 restes déterminables ont été coordonnés et enregistrés au cours des fouilles du sites (**tabl. 2**). La famille la mieux représentée est celle des *Patellidae*, avec 24 items quasi également répartis dans tous les ensembles. Ces *Patella* sp, comestibles et facilement accessibles pour une collecte à pied de par leur biotope et leur mode de vie, ont constitué vraisemblablement une ressource alimentaire pour les Néandertaliens des Ramandils. Des ébréchures sur les bords de la coquille ont été observées sur plusieurs individus, témoignant ainsi d'une collecte effectuée à l'aide d'un outil fonctionnel pour décoller les muscles du mollusque et faciliter de ce fait l'enlèvement des rochers sur lesquels les *Patellidae* adhèrent fortement. Les *Nassariidae* sont la famille la plus représentée après les *Patellidae*, avec un total de 12 restes (**tabl. 2**). Une coquille de *Nassarius reticulatus* Linnaeus 1758, présentant une perforation qui pourrait se révéler anthropique, a été retrouvée dans l'ensemble III (**fig. 10**). L'étude détaillée de cette pièce est actuellement en cours, tout comme la mise en place d'une phase d'expérimentation basée sur l'établissement d'une collection de référence combinée à une analyse microscopique. Parmi les autres gastéropodes, nous pouvons citer les *Cerithiidae*, avec neuf restes de *Cerithium* sp., deux espèces de *Trochidae*, *Monodonta* sp. et *Trochus* sp., et les moins abondants *Rissoidae* (deux fragments de *Rissoa* sp.), *Buccinidae* (*Donovania* sp.) et *Muricidae* (*Hexaplex* sp.). Tous ces taxons partagent un biotope particulier et vivent sur des fonds calmes, à faible profondeur, sur des fonds sableux ou sablo-vaseux, sous les pierres, les roches et les cailloutis à basse profondeur.

FIGURE 10

Perforation sur coquille de *Nassarius* sp., (N22.NE63.2958).

Perforation on the shell of Nassarius *sp., (N22.NE63.2958).*

Les mollusques terrestres des niveaux archéologiques

Plus de 1000 éléments de coquilles de mollusques terrestres ont été retrouvés dans les couches archéologiques des Ramandils, correspondant aux pourcentages de présence des coquilles marines, avec les ensembles II et V qui présentent le plus grand nombre de pièces. La majorité de ces pièces correspond à des fragments pour la plupart indéterminables, mais un bon nombre de coquilles a pu être retrouvé entier et non fragmenté, ce qui a permis une étude préliminaire. Trois espèces significatives d'*Helicidae* ont pu être mises en évidence. *Cepaea nemoralis* Linnaeus 1758, connu comme l'Escargot des bois mais également appelé Escargot des haies, était jadis dénommé *Helix nemoralis*. Originaire d'Europe, ubiquiste, on le retrouve dans les bois, les haies, les friches, les dunes et les prairies, savanes et brousses tempérées et jusqu'à 1000 mètres d'altitude dans les Alpes et 2000 mètres dans les Pyrénées. *Cochlodina laminata* Montagu 1803, ou Fuseau commun, est largement répandu en forêt sous le bois mort, sous les pierres, dans des fourches d'arbres avec de l'humus au creux ou en forêt de feuillus humide, dans la litière. *Helicigona lapicida* Linnaeus 1758, communément appelé Soucoupe commune, vit entre les fissures des rochers et sous les pierres d'où elle sort essentiellement lors de fortes pluies. Assez répandue sur le continent européen, elle privilégie les milieux humides, les forêts, les zones montagnardes et de haute colline jusqu'à une altitude d'environ 1600 mètres. Ces trois espèces reflètent et témoignent donc d'un milieu forestier, ouvert et rocheux et d'un climat assez humide, ce qui semble bien correspondre à l'environnement reflété par les espèces de grands mammifères des ensembles archéologiques des Ramandils.

DISCUSSION

Plage fossile *versus* niveaux archéologiques

Bien que certaines similitudes puissent être observées entre les assemblages malacologiques des niveaux archéologiques et celui de la plage tyrrhénienne, notamment en ce qui concerne la prépondérance des bivalves sur les gastéropodes et la représentation globale des mêmes familles de mollusques, l'état de préservation des assemblages est très différent.

Dans le niveau tyrrhénien, les coquilles sont très peu fragmentées, avec un très grand nombre de valves entières et parfois les deux valves du même individu. En outre, aucune ébréchure ni retouche anthropique ou encore de traces d'exposition au feu n'ont été observées sur les coquilles tyrrhéniennes, témoignant donc d'une accumulation naturelle. Il n'a pas été possible de déterminer si ces coquillages ont fait objet, par la suite, d'une collecte *in situ* par les Néandertaliens.

Dans le remplissage archéologique, l'origine des coquillages semble plutôt être le bord de la plage ou les lagunes qui se sont reformées lors de l'abaissement du niveau de la mer. Le taux de fragmentation par ensemble nous a permis de prendre en compte les nombreux fragments qu'il n'a pas été possible de déterminer au niveau de l'espèce, mais qui nous a permis au moins une attribution à la famille. Dans le remplissage archéologique, les coquilles entières sont rares et correspondent surtout à des valves de vénéridés ou de petits gastéropodes. Le nombre de charnières de bivalves, y compris celles des coquilles entières, correspond à 174 valves réparties sur les différents ensembles (**tabl. 3**). Plusieurs associations de fragments correspondant à une même valve ont pu être repérées, surtout dans les ensembles II et IV. Il semble

ainsi que les valves de *Mytilus* et de *Glycymeris* ont été souvent écrasées sur place par le poids des sédiments ou par le piétinement. Les coquilles réparties dans les différentes unités de l'ensemble I comprennent au moins cinq valves dont deux *Cerastoderma,* un *Acanthocardia* et deux *Chamelea gallina* (**tabl. 2 et 3**). Les coquilles rassemblées dans l'ensemble II présentent un taux de fragmentation moins important, comparable à l'ensemble de la collection. Le nombre minimal de valves comptabilise au moins 21 items et correspond à huit *Mytilus,* trois *Cerastoderma,* deux *Acanthocardia* et quatre amandes *(Glycymeris* sp.) (**tab. 2 et 3**).

L'altération des valves est assez importante dans l'ensemble III, dans lequel 49 pièces sont très altérées et roulées. Les coquilles correspondent à au moins une *Callista chione*, deux *Cerastoderma edule*, 13 *Glycymeris glycymeris* et une *Mytilus*. Des traces d'ébréchures sont visibles sur le bord de trois valves de *Pecten*, de moule et de coque. Les ébréchures sont observées sur six autres coquilles : deux *Callista,* un *Cardium,* un *Ruditapes* et deux *Glycymeris* (**tab. 2 et 3**).

Contribution des Ramandils au débat sur l'adaptation des Néandertaliens au milieu côtier

Comme on vient de le voir, ainsi que désormais largement relaté par de nombreuses publications (Zilhão *et al.* 2020 ; Cortés-Sanchéz *et al.* 2011 ; Stiner 1994 ; Finlayson 2008 ; Brown *et al.* 2011 ; Colonese *et al.* 2011 ; Ramos *et al.* 2014) des groupes d'hominidés ont collecté et exploité diverses espèces de mollusques, de crustacés et d'échinodermes dans les zones côtières de la mer Méditerranée dès le Pléistocène. Ils se nourrissaient vraisemblablement d'autres organismes marins, tels que des crabes et des araignées de mer (comme par exemple dans la grotte de Figueira Brava au Portugal ; Nabais *et al.* 2023). La présence de pinces de crabe fracturées avait déjà été documentée dans des sites espagnols du Pléistocène final, principalement, mais aussi dès les premières phases de l'Holocène (Alvarez-Fernández 2010 ; Gutiérrez Zugasti 2009, 2011 ; Gutiérrez Zugasti *et al.* 2013, 2016 ; García-Escárzaga *et al.* 2017) mais le plus souvent ils n'ont pas été assez conservés dans les archives archéologiques ou bien leur présence a été simplement mentionnée. Ce sont des proies lentes, faciles à ramasser par tous les membres du groupe, y compris par les enfants. De plus, ils sont toujours disponibles, étant collectés principalement dans la zone intertidale, qui est couverte à marée haute et découverte à marée basse. Aucun reste de crabe n'a été retrouvé jusqu'ici dans le registre archéologique et paléontologique des Ramandils, mais une révision des matériaux non coordonnés issus des fouilles est actuellement en cours, afin de pouvoir éventuellement déterminer la présence de pinces de crabes ou de tests d'échinodermes. Les représentations des Néandertaliens en tant qu'opportunistes récupérateurs de carcasses de gros gibier, ou encore en tant qu'habiles chasseurs, essentiellement carnivores et vivant quasi exclusivement de la viande de grands herbivores, sont aujourd'hui assez débattues au point de sembler obsolètes. En effet, de nouvelles études et des publications récentes (Cortés-Sanchez *et al.* 2011 ; Henry *et al.* 2011 ; Hardy et Moncel 2011 ; Stringer *et al.* 2008 ; Bocherens *et al.* 2005 ; Nabais *et al.* 2023) ont pu démontrer qu'ils avaient un régime alimentaire très varié. Les Néandertaliens, surtout ceux vivant autour du bassin méditerranéen, se sont donc délectés de mollusques mais aussi de crabes, d'anguilles, de requins bleus, de dauphins et de phoques gris, comme par exemple à Figueira Brava (Zilhão *et al.* 2020 ; Nabais *et al.* 2023). Une fois de plus, aucun témoignage de la consommation de poisson n'a été observé chez les groupes humains de la grotte des Ramandils, qui semblent avoir privilégié les ressources malacologiques. Les coquillages apportent une teneur importante en protéines et lipides, mais aussi en glucides, minéraux et vitamines (Cunnane et Stewart 2010), ce qui peut expliquer pourquoi les mollusques sont les invertébrés les plus abondants que nous documentons dans les sites archéologiques situés plus ou moins près de la zone côtière. Les preuves de cette consommation sont bien évidemment leurs coquilles, retrouvées dans les niveaux archéologiques des sites et appartenant principalement aux gastéropodes et aux bivalves, qui se rassemblent soit sur des substrats rocheux, où vivent patelles, bigorneaux et moules, soit sur des substrats sablonneux et vaseux, où se trouvent différentes espèces de palourdes, couteaux et coques. L'exploitation du substrat rocheux, de manière préférentielle, semble avoir été largement pratiquée dans le site du Bajondillo, près de Torremolinos à Malaga (Cortés-Sanchez 2007 ; Cortés-Sanchez *et al.* 2011), où, notamment dans le niveau 19 du remplissage archéostratigraphique du site, un nombre important de fragments de coquilles de *Mytilus galloprovincialis* Lamarck 1819, correspondant à aux moins une trentaine de moules, a été retrouvé. Tout comme à Bajondillo, l'approvisionnement en mollusques provenant du substrat rocheux semble aussi avoir été privilégié à Figueira Brava (Zilhão *et al.* 2020 ; Nabais *et al.* 2023) et dans les niveaux de l'abri sous roche d'El Cuco, en Cantabrie (Gutiérrez Zugasti *et al.* 2013 ; Rios-Garaizar 2020 ; Rasines del Rio *et al.* 2021). La consommation de patelles de différentes espèces, la plus abondante étant *Patella vulgata* Linnaeus 1758, suivie par d'autres mollusques, relie ces deux sites atlantiques et les différencie des Ramandils, où les patelles ne sont pas présentes en si grande nombre (**tabl. 2**). L'accès au substrat rocheux semble donc avoir été plus difficile, ou moins fréquent, pour les Néandertaliens des Ramandils, peut-être en raison d'un impact moins important des cycles des marées sur les rivages de la Méditerranée, ou plus vraisemblablement car ils privilégiaient les zones de plages sablonneuses, où abondaient plutôt les espèces telles que les coques et les palourdes, bien plus nombreuses dans le site.

Certains des restes de coquillages des Ramandils, et notamment les moules, apparaissent thermo-altérés, témoignant d'une combustion par cuisson ou d'une exposition au feu. Certaines coquilles montrent également des bords fracturés, résultat de la séparation du mollusque des rochers (dans le cas des patelles) ou de l'ouverture de leurs valves (dans le cas des bivalves comme les palourdes) pour la consommation de leur viande. Ces indices semblent donc montrer qu'ils ont été collectés comme nourriture et non à d'autres fins, d'autant plus qu'il s'agit pour la plupart d'espèces à forte valeur nutritive. Néanmoins, la présence importante de restes de valves uniques, assez roulées et érodées, ainsi qu'un grand nombre de coquilles présentant d'importantes altérations (**tabl. 3**), nous pousse à imaginer une collecte d'individus en tant qu'individus échoués sur la plage et ramenés sur le site d'occupation pour des motivations non directement liées à l'alimentation.

L'exploitation des ressources marines et l'adaptation au milieu côtier, notamment par les Néandertaliens, s'est en effet également traduite par l'utilisation des coquilles en tant que support d'outils (Cain 2006 ; Choi, Driwantoro 2007 ; Douka, Spinapolice 2012) et tout particulièrement dans de nombreux sites d'Italie méridionale (Campetti 1986 ; Dantoni 1980 ; Douka et Spinapolice 2012 ; Oxilia 1974 ; Romagnoli 2021 ; Romagnoli *et al.* 2016 ; Villa *et al.* 2020 ; Vitagliano 1984). La collecte et la consommation à fins alimentaires de ces mollusques n'a pas été mise en évidence sur ces sites italiens, ce qui consolide l'idée que les valves, surtout de *Callista chione* Linnaeus 1758, récupérées sous forme d'épave sur l'estran, constituaient essentiellement une ressource pouvant supplanter ou remplacer les roches siliceuses dans la chaîne d'approvisionnement et la production d'outils. Comme évoqué précédemment, le *Callista chione*, bivalve de la famille des *Veneridae* (Poppe, Goto 1993), est un grand filtreur comestible, qu'on retrouve dans la mer Méditerranée ainsi que le long des côtes océaniques de la France et de la péninsule ibérique. Doté d'une coquille épaisse et solide, ce beau vénéridé infralittoral que l'on retrouve jusqu'à 150 m de profondeur, vit enfoui dans les fonds sableux mais également dans les côtes détritiques. Sa présence sur l'estran est assez rare, si bien que ce coquillage devait faire l'objet d'une récolte sélective par les groupes humains, afin de s'approvisionner en matière première exploitable pour confectionner des outils.

Aucune des valves de *Callista chione* retrouvées dans les niveaux archéologiques de la grotte des Ramandils ne présente de retouche ni de trace d'utilisation en tant qu'outil, et les quelques ébréchures retrouvées sur les bords de deux coquilles dans l'ensemble II sont vraisemblablement dues à des processus taphonomiques post-dépositionnels. La collecte des valves de *Callista chione* n'avait donc pas une finalité de subsistance ou d'emploi en tant qu'outil, ce qui nous questionne sur les raisons qui ont poussé les Néandertaliens à ramasser ces valves sur les rivages et à les ramener dans la cavité.

Dans ces scénarios d'adaptation au milieu côtier, il n'est pas trop irréaliste d'imaginer que les Néandertaliens des Ramandils se rendaient sur les rivages de la mer Méditerranée essentiellement pour collecter des matières premières minérales, et notamment du silex et du quartz, sous forme de petits galets et nodules charriés par les rivières et les cours d'eau qui, de l'ancienne plaine du Roussillon, se jetaient à la mer. Lors de ces séances de collecte et d'approvisionnement en matière première, une récolte opportuniste de coquillages en tant que source de nourriture peut être envisagée. D'une manière générale, cette consommation des ressources marines constituait un régime alimentaire riche en acides gras et Oméga 3, qui pourrait avoir favorisé le développement des tissus cérébraux et permis une augmentation des capacités cognitives des populations néandertaliennes.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES DE RECHERCHES

Pour répondre aux différents objectifs du projet sur les coquilles marines de la grotte des Ramandils, nous avons dû déterminer plus de 1600 coquilles marines et terrestres selon un lexique spécifique adapté au matériel de cette cavité et correspondant aux lectures faites sur la faune et l'industrie.

L'analyse poussée de la malacofaune nous a permis d'apporter des données inédites sur l'exploitation des ressources côtières par les Néandertaliens sur le pourtour méditerranéen en Languedoc. Les coquilles marines découvertes dans les niveaux archéologiques de la grotte des Ramandils correspondent pour la plupart à des coquillages pélagiques et ont probablement été ramassées sous forme de valves sur la laisse de mer. Cependant, les traces observées sur certaines coquilles témoignent d'une ouverture des coquillages vivants, ce qui est généralement considéré comme une preuve de consommation. Les coquillages vivants en eau peu profonde, comme les moules, les coques et les palourdes ont pu être ramassés lors d'une pêche à pied dans les étangs ou sur la plage. Ces coquilles ont souvent conservé leur charnière, induisant une représentation importante de ces taxons en nombre d'individus.

L'analyse exhaustive de l'assemblage des coquilles terrestres permettra de compléter l'étude des paléoenvironnements et de comprendre s'il y a eu également une consommation de ces mollusques.

La poursuite de ces recherches et études pourra nous permettre de mieux cerner l'exploitation alimentaire des ressources côtières par les Néandertaliens, mais aussi des aspects plus techniques et symboliques, et d'intégrer les Néandertaliens au débat plus global sur l'émergence de l'adaptation au milieu côtier. Nous envisageons de comparer l'exploitation des ressources côtières aux autres données sur les Néandertaliens disponibles dans la littérature et aux résultats obtenus sur les populations d'HAM au Pléistocène sur les autres rivages de la mer Méditerranée (Afrique du Nord) et, au sein d'une plus large réflexion, replacer cette innovation au cœur des débats sur l'émergence des comportements complexes chez les populations du passé au sein de différentes lignées humaines.

Dans un but comparatif, et afin de pondérer l'influence des différences de productivité entre façade atlantique et méditerranéenne (Fa 2008), nous souhaitons également établir une base de données à l'échelle circumméditerranéenne. En effet, sur la façade atlantique où les marées sont de plus fortes amplitudes que sur les côtes méditerranéennes, les mollusques colonisent une plus grande surface de zone de balancement des marées. De plus, la façade atlantique est soumise à des phénomènes d'upwelling (remontée des eaux du fond des océans en surface, qui, avec elles, apportent une grande quantité de nutriments qui sont consommés par les mollusques filtreurs par exemple), entraînant le développement de mollusques plus nombreux et plus diversifiés qu'en Méditerranée (Fa 2008). Cette base de données pourra être complétée par les informations disponibles dans la littérature sur l'exploitation des ressources dans les sites côtiers, aussi bien en Europe qu'en Afrique du Nord, entre -300 000 et -40 000 ans. Des analyses statistiques permettront de réaliser des comparaisons au sein de cette large échelle géographique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALVAREZ-FERNÁNDEZ E. 2010 - Moluscos, crustáceos y equinodermos: restos de origen marino en los yacimientos prehistóricos. *El Futuro Pasado* 1, p. 83-95.

ALVAREZ-FERNÁNDEZ E. 2015 - Marine resource exploitation during the Middle and early Upper Paleolithic in Europe: Overview of the available evidence. *In:* WHITE R., BOURILLON R., BON F. (Éds.), *Aurignacian Genius: Art, Technology and Society of the First Modern Humans in Europe*, P@lethnology, Toulouse, p. 189-205.

AMBROSE S.H. 1998 - Chronology of the later Stone Age and food production in East Africa. *Journal of Archaeological Science*, 25, p. 377-392.

ANDRÉ J. 1993 - Premières remarques à propos de la malacofaune du site moustérien des Ramandils. *In: Le gisement moustérien des Ramandils (Port-La-Nouvelle, Aude), rapport de fouille programmée, saison 1991-1992-1993.* Service régional de l'archéologie du Languedoc, Montpellier, p. 32-33.

ARDOVINI R., COSSIGNANI T. 1999 - *Atlante delle conchiglie di profondità del Mediterraneo*, L'informatore piceno Ed., Ancona, Italia.

BANES L. 1996 - *Les restes dentaires de la faune des grottes des Ramandils (Port-la-Nouvelle, Aude) et de la Crouzade (Gruissan, Aude).* Mémoire de Maîtrise, Université Paul Valéry, Montpellier III, Montpellier, p. 135.

BANES L. 1998 - *La faune moustérienne de la grotte des Ramandils. (La Nouvelle, Aude).* Mémoire de D.E.A., Université de Perpignan Via Domitia, Perpignan, 205 p.

BANES L. et DORIGNY A. 2005 - Le gisement des Ramandils (Port-la-Nouvelle, Aude). Approche paléoenvironnementale. *In:* A. TUFFREAU (Éd.), *Peuplements humains et variations environnementales au Quaternaire : Actes du colloque de Poitiers, 18-20 septembre 2000.* British Archaeological Reports, International series, Oxford, p. 95-104.

BARGE H. 1983 - Essai sur les parures du paléolithique supérieur dans le Sud de la France. La faune malacologique aurignacienne de l'Abri Rothschild (Cabrières, Hérault). *Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco*, 27, p. 69-83.

BOCHERENS H., DRUKER D., BILLIOU D., PATOU-MATHIS M., VANDERMEERSCH B. 2005 - Isotopic evidence for diet and subsistence pattern of the Saint-Césaire I Neanderthal: review and use of a multi-source mixing model. *Journal of Human Evolution,* 49, p. 71-87.

BOUTIÉ P. 1990 - La grotte moustérienne des Ramandils (Port-La Nouvelle, Aude). *Rapport de fouille programmée de fin de triennale 1988-1990.* Service Régional de l'Archéologie de Montpellier, 85 p.

BOUTIÉ P. 1993 - Le gisement moustérien des Ramandils (Port-La-Nouvelle, Aude). *Rapport de fouille programmée de fin de triennale 1991-1993*, Service Régional de l'Archéologie de Montpellier, 41 p.

BOUTIÉ P., AJAJA O., BANES L., MOLÈS V., KABIRI L., GRÉGOIRE S. 2004 - « Port-La-Nouvelle – Le gisement moustérien des Ramandils » [notice archéologique]. *ADLFI. Archéologie de la France - Informations* [En ligne], Occitanie, mis en ligne le 01 mars 2004.

BOUZOUGGAR A., BARTON R.N.E., VANHAEREN M., d'ERRICO F., COLLCUTT S.N., HIGHAM T.F.G., HODGE E., PARFITT S., RHODES E., SCHWENNINGER J.L., STRINGER C.B., TURNER E., WARD S., MOUTMIR A., STAMBOULI. A 2007 - 82,000-year old shell beads from North Africa and implications for the origins of modern human behavior. *PNAS*, 104, p. 9964-9969.

BROWN K., FA D.A., FINLAYSON G., FINLAYSON C. 2011 - Small game and marine resource exploitation by Neanderthals: the evidence from Gibraltar. *In:* BICHO N.F., HAWS J.A., DAVIS L.G. (Éds.), *Trekking the Shore: Changing Coastilines and the Antiquity of Coastal Settlement. Interdisciplinary Contributions to Archaeology*, Springer, New York, p. 242-272.

CAIN C.R. 2006 - Implication of the marked artefacts of the Middle Stone Age of Africa. *Current Anthropology*, 47, p. 675-681.

CAMPETTI S. 1986 - Il Musteriano della Grotta di Serra Cicora A nell'ambito dell'evoluzione del Paleolitico nel Salento. *Studi per l'Ecologia del Quaternario*, 8, p. 85-115.

CAMPMAS E., AMANI F., MORALA A., DEBÉNATH A., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2016a - Initial insights into Aterian hunter-gatherer settlements on coastal landscapes: the example of Unit 8 of El Mnasra Cave (Témara, Morocco). *Quaternary International*, 413, p. 5-20.

CAMPMAS E., CHAKROUN A., CHAHID D., LENOBLE A., BOUDAD L., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2016b - Subsistance en zone côtière durant le Middle Stone Age en Afrique du Nord : Étude préliminaire de l'unité stratigraphique 8 de la grotte d'El Mnasra (Témara, Maroc). *Actes du 141e congrès du CTHS.* Rouen (April, 2016).

CAMPMAS E., MICHEL P., COSTAMAGNO S., AMANI F., STOETZEL E., NESPOULET R., EL HAJRAOUI A.M. 2015 - Were Upper Pleistocene human/non-human predator occupations at the Témara caves (El Harhoura 2 and El Mnasra, Morocco) influenced by climate change? *Journal of Human Evolution*, 78, p. 122-143.

CATALIOTTI-VALDINA J. 1990 - La faune malacologique marine de la grotte des Ramandils (Port-La Nouvelle, Aude). Rapport de fouille programmée 1990, Boutié, p. 34-38.

CHOI K., DRIWANTORO D. 2007 - Shell tool use by early members of *Homo erectus* in Sangiran, central Java, Indonesie: cut-mark evidence. *Journal of Archaeological Science*, 34, p. 48-58.

CLAASSEN C. 1998a - *Shells*. Cambridge manuals in Archaeology. Cambridge University Press.

CLAASSEN C. 1998b - Taphonomy of shell and shell assemblages. *In:* Claassen Shells. Cambridge manuals in Archaeology. Cambridge University Press, p. 53-98.

COLONESE A.C., MANNINO M.A., BAR-YOSEF MAYER D.E., FA D.A., FINLAYSON J.C., LUBELL D., STINER M.C. 2011 - Marine mollusc exploitation in Mediterranean prehistory: an overview. *Quaternary International*, 239, p. 86-103.

COPPOLA D. 1992 - Nota preliminare sui rinvenimenti nella grotta di S. Maria di Agnano (Ostuni, Brindisi) : i seppellimenti paleolitici ed il luogo di culto. *Rivista di Scienze Preistoriche*, 44, 1-2, p. 211-227.

CORTÉS-SANCHEZ M. 2007 - *Cueva Bajoindillo (Torremolinos) : Secuencia cronocultural y paleoambiental del Cuaternario reciente en la Bahía de Malaga*. Servicio de Publicaciones y Divulgación Científica de la Universidad de Málaga.

CORTÉS-SANCHEZ M., MORALES-MUÑIZ A., SIMÓN-VALLEJO M.D., FRANCISCO LOZANO M.C., VERA-PELÁEZ J.L., FINLAYSON C., RODRIGUEZ-VIDAL J., DELGADO-HUERTAS A., JIMÉNEZ-ESPEJO F.J., MARTINEZ-RUIZ F., MARTINEZ-AGUIRRE M.A., PASCUAL-GRANGED A.J., BERGADÀ-ZAPATA M.M., GIBAJA-BAO J.F., RIQUELME-CANTAL J.A., LÓPEZ-SÁEZ J.A., RODRIGO-GAMIZ M., SAKAI S., SUGISAKI S., FINLAYSON G., FA D.A., BICHO N.F. 2011 - Earliest know use of marine resources by Neanderthals. *Plos One*, 6, p.1-15.

COSSIGNANI T., ARDOVINI R. 2011 - *Malacologia mediterranea*, L'informatore Piceno Ed., Ancona, Italia.

CRISTIANI E., FARBSTEIN R., MIRACLE P. 2014 - Ornamental traditions in the Eastern Adriatic: the Upper Palaeolithic and Mesolithic personal adornments from Vela Spila (Croatia). *Journal of Anthropological Archaeology*, 36, p. 21-31.

CUBAS M., PEYROTEO-STJERNA R., FONTANALS-COLL M., LLORENTE-RODRIGUEZ L., LUCQUIN A., CRAIG O.E., COLONESE A.C. 2018 - Long-term dietary change in Atlantic Mediterranean Iberia with the introduction of agriculture: a stable isotope perspective. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11, p. 3825-3836.

CUENCA SOLANA D., GUTIÉRREZ-ZUGASTI F.I., CLEMENTE-CONTE I. 2011 - The use of mollusc shells as tools by coastal human groups. The contribution of ethnographical studies to research on Mesolithic and Early Neolithic technologies in Northern Spain. *Journal of Anthropological Research*, 67, p. 77-102.

CUENCA SOLANA D., GUTIÉRREZ-ZUGASTI I., GONZALEZ-MORALES M.R., SETIÉN-MARQUINEZ J., RUIZ-MARTINEZ E., GARCIA-MORENO A., CLEMENTE-CONTE I. 2013 - Shell technology, rock art, and the role of marine resources during the Upper Paleolithic. *Current Anthropology*, 54, p. 370-380.

CUNNANE S.C., STEWART K.M. 2010 - *Human Brain Evolution: The influence of Freshwater and Marine Food Resources*. Wiley-Blackwell, New Jersey.

DANTONI G. 1980 - I livelli musteriani con strumenti su valva di *Callista chione* nel Salento. *Studi per l'Ecologia del Quaternario*, 2, p. 67-75.

DARLAS A. 2007 - Le Moustérien de Grèce à la lumière des récentes recherches. *L'Anthropologie*, 111, p. 346-366.

D'ERRICO F. 2006 - L'origine de l'humanité et des cultures modernes : le point de vue de l'archéologie. *Diogène*, 214, p. 147-159.

D'ERRICO F., HENSHILWOOD C., VANHAEREN M., VAN NIEKERK K. 2005 - Nassarius kraussianus shell beads from Blombos Cave: evidence for symbolic behaviour in the Middle Stone Age. *Journal of Human Evolution*, 48, p. 3-24.

D'ERRICO F., STRINGER C. 2011 - Evolution, revolution or saltation scenario for the emergence of modern cultures? *Philosophical Transactions of the Royal Society Bulletin*, 366, p. 1060-1069.

D'ERRICO F., VANHAEREN M., BARTON N., BOUZOUGGAR A., MIENIS H., RICHTER D., HUBLIN J.-J., McPHERRON S., LOZOUET P. 2009 - Additional evidence on the use of personal ornaments in the Middle Paleolithic of North Africa. *PNAS*, 106, p. 16051-16056.

DIBBLE H.L., ALDEIAS V., ALVAREZ-FERNANDEZ E., BLACKWELL B.A.B., HALLETT-DESGUEZ E., JACOBS Z., GOLDBERG P., LIN S.C., MORALA A., MEYER M.C., OLSZEWSKI D., REED K., REED D., REZEK Z., RICHTER D., ROBERTS R.G., SANDGATHE D., SHURMANS U., SKINNER A.R., STEELE T.E., El HAJRAOUI M.A. 2012 - New excavations at the site of Contrebandiers cave, Morocco. *PaleoAnthropology*, p. 145-201.

DOUKA K., SPINAPOLICE E. 2012 - Neanderthal Shell Tool Production: Evidence from Middle Palaeolithic Italy and Greece. *Journal of World Prehistory*, 25, p. 45-79.

DUPONT C. 2006 - La malacofaune des sites mésolithiques et néolithiques de la façade atlantique de la France. Contribution à l'économie et à l'identité culturelle des groupes concernés. BAR International Series, 1751, Oxford.

FA D. A. 2008 - Effects of tidal amplitude on intertidal resource availability and dispersal pressure in prehistoric human coastal populations: the Mediterranean–Atlantic transition. *Quaternary Science Reviews*, 27, p. 2194-2209.

FINLAYSON C. 2008 - On the importance of coastal areas in the survival of Neanderthal populations during the late Pleistocene. *Quaternary Science Reviews*, 27, p. 2246-2252.

FORESTIER H. 1993 - Le Clactonien : mise en application d'une nouvelle méthode de débitage s'inscrivant dans la variabilité des systèmes de production lithique du Paléolithique ancien. *Paleo*, 5, p. 53-82.

GARCÍA ESCÁRZAGA A., GUTIÉRREZ-ZUGASTI I., GONZÁLEZ-MORALES M.R., COBO-GARCÍA A. 2017 - Shells and Humans: molluscs and other coastal resources from the earliest human occupations at the mesolithic shell midden of El Mazo (Asturias, Northern Spain). *Papers Inst. Archaeol.* 27, p. 1-17.

GERBER J.P. 1973 - Le site des Ramandils, une faune du début du würmien II en Languedoc-méditerranéen. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire*, 10, p. 7-12.

GIANNUZZI-SAVELLI R., PUSATERI F., PALMERI A., EBREO C. 1996 - *Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo*, ed. « La Conchiglia », Roma.

GÜLEÇ E., KUHN S.L., STINER M.C. 2002 - The early Upper Palaeolithic of Üçağizli Cave, Turquey. *Antiquity*, 76, p. 615-616.

GUTIÉRREZ-ZUGASTI I. 2009 - *La explotación de moluscos y otros recursos litorales en la región cantabrica durante el Pleistoceno final y el Holoceno Inicial*. Universidad de Cantabria, Santander.

GUTIÉRREZ-ZUGASTI I. 2011 - The use of echinoids and crustaceans as food during the pleistocene-holocene transition in northern Spain: methodological contribution and dietary assessment. *J. Island Coast. Archaeol.* 6, p. 115-133.

GUTIÉRREZ-ZUGASTI I., CUENCA-SOLANA D., RASINES DEL RIO P., MUÑOZ E., SANTAMARIA S., MORLOTE J.M. 2013 - The role of shellfish in hunter-gatherer societies during the Early Upper Palaeolithic: a view from El Cuco rockshelter, northern Spain. *Journal of Anthropological Archaeology*, 32, p. 242-256.

GUTIÉRREZ-ZUGASTI I., TONG E., GARCÍA-ESCÁRZAGA A., CUENCA-SOLANA D., BEILEY G.N., GONZÁLEZ-MORALES M.R. 2016 - Collection and consumption of echinoderms and crustaceans at the Mesolithic shell midden site of El Mazo (northern Iberia): opportunistic behaviour or social strategy? *Quat. Int.* 407, p. 118-130.

HARDY B.L., MONCEL M.-H. 2011 - Neanderthal use of fish, mammals, birds, starchy plants and wood 125-250,000 years ago. *PLoS* One, 6(8), e23768.

HAYWARD P.J., NELSON-SMITH T., SHIELDS C. 1998 - Guide des bords de mer, Mer du Nord, Manche, Atlantique, Méditerranée. Delachaux & Niestlé, 351p.

HENRY A.G., BROOKS A., PIPERNO D. 2011 - Microfossils in calculus demonstrate consumption of plants and cooked foods in Neanderthal diets (Shanidar III, Iraq; Spy I and II, Belgium). *PNAS*, 108, p. 486-491.

JERARDINO A. 2014 - Strander rocky mussels and their possible procurement during prehistory on the West Coast of South Africa. *Journal of Archaeological Science*, 49, p. 536-545.

JERARDINO A. 2016 - On the origins and significance of Pleistocene coastal resource use in southern Africa with particular reference to shellfish gathering. *Journal of Antrhopological Archaeology*, 41, p. 213-230.

JERARDINO A., MAREAN C.W. 2010 - Shellfish gathering, marine paleocology and modern human behavior: perspectives from cave PP13B, Pinnacle point, South Africa. *Journal of Human Evolution*, 59, p. 412-424.

JOORDENS J.C.A., d'ERRICO F., WESSELINGH F.P., MUNRO S. de VOS J., WALLINGA J., ANKJÆRGAARD C., REIMANN T., WIJBRANS J.R., KUIPER K.F., MÜCHER H.J., COQUEUGNIOT H., PRIÉ H.V., JOOSTEN I., VAN OS B., SCHULP A.S., PANUEL M., VAN DER HAAS V., LUSTENHOUWER W., REIJMER J.J.G., ROEBROEKS W. 2015 - Homo erectus at Trinil on Java used shells for tool production and engraving. *Nature*, 518 (2015), p. 228-231.

KABIRI L. 1993 - *Formations littorales et continentales du Pléistocène supérieur en Languedoc Roussillon et Catalogne. Étude géologique des remplissages des Ramandils (Port-La-Nouvelle) et de l'Arbreda (Serinyà).* PhD thesis, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 210 p.

KLEIN R.G. 2008 - Out of Africa and the evolution of Human behavior. *Evolutionary Anthropology*, 17, p. 267-281.

KLEIN R.G., AVERY G., CRUZ-URIBE K., HALKETT D., PARKINGTON J.E., STEELE T., VOLMAN T.P., YATES R. 2004 - The Ysterfontein 1 Middle Stone Age site, South Africa, and early human exploitation of coastal resources. *PNAS*, 101, p. 5708-5715.

KUHN S.L., STINER M.C., REESE D.S., GÜLEC E. 2001 - Ornaments of the Earliest Upper Palaeolithic: new insights from the Levant. *PNAS Proceedings of the National Academy of Science USA*, 98, p. 7641-7646.

LANGEJANS G.H.J., VAN NIEKERK K.L., DUSSELDORP G.L., THACKERAY J.F. 2012 - Middle Stone Age shellfish exploitation: potential indications for mass collecting and resource intensification at Blombos Cave and Klasies River, South Africa. *Quaternary International*, 28, p. 80-94.

LARTIGOT-CAMPIN A.-S., MONÉ H. 2017 - Analyses polliniques et parasitologiques préliminaires de coprolithes de carnivores du site moustérien des Ramandils (Port-La Nouvelle, Aude, France). *Quaternaire*, 28 (2), p. 217-224.

LUTHER W., FIEDLER K. 1965 - *Guide de la faune sous-marine des côtes méditerranéennes*. Les guides du naturaliste, Delachaux et Niestlé, 270 p.

MANCA L. 2018 - L'emploi de la percussion directe diffuse et de la méthode de débitage par fracturation dans l'exploitation des coquilles. Exemples du Néolithique final et du Chalcolithique ancien de Sardaigne (Italie). *« A coup d'éclats ! » La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue.* Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris, 25 avril 2017. *Séances de la Société préhistorique française, 13*, p. 283-310.

MAREAN C.W. 2010 - Pinnacle Point Cave 13B (Western Cape Province, South Africa) in context: the Cape Floral kingdom, shellfish, and modern human origins. *Journal of Human Evolution,* 59, p. 425-443.

MAREAN C.W. 2011 - Coastal South Africa and the co-evolution of the modern human lineage and the coastal adaptation. *In:* BICHO N., HAWS J.A., DAVIS L.G. (Éds.), *Trekking the Shore: Changing Coastlines and the Antiquity of Coastal Settlement*, Springer, New York, p. 421-441.

MAREAN C.W. 2014 - The origins and significance of coastal resource use in Africa and Western Eurasia. *Journal of Human Evolution*, 77, p. 17-40.

MAREAN C.W., BAR-MATTHEWS M., BERNATCHEZ J., FISHE E., GOLDBERG P., HERRIES AI.R., JACOBS Z., JERARDINO A., KARKANAS P., MINICHILLO T., NILSSEN P.J., THOMPSON E., WATTS I., WILLIAMS H.M. 2007 - Early human use of marine resources and pigment in South Africa during the Middle Pleistocene. *Nature,* 449, p. 905-909.

MCBREARTY A., BROOKS A.S. 2000 - The revolution that wasn't: A new interpretation of the origin of modern human behavior. *Journal of Human Evolution*, 39, p. 453-563.

MELLARS P. 2006 - Why did modern human populations disperse from Africa ca. 60 000 years ago? A new model. *PNAS*, 103, p. 9381-9386.

MELLARS P., GORIC K.C., CARRE M., SOARES P.A., RICHARDS M.B. 2013 - Genetic and archaeological perspectives on the initial modern human colonization of Southern Asia. *PNAS*, 110, p. 10699-10704.

MOLÈS V. 2008 - *Étude techno-économique et typologique des industries de la grotte des Ramandils (Port-La Nouvelle, Aude, France). Contribution à la reconnaissance d'une microproduction au Paléolithique moyen*. PhD thesis, Université Paul Valéry, Montpellier III, Montpellier, 375 p.

MOLÈS V. et BOUTIÉ P. 2009 - Contribution à la reconnaissance d'une microproduction au Paléolithique moyen : les industries de la grotte des Ramandils (Port-La Nouvelle, Aude, France). *L'Anthropologie*, vol. 113, 2, p. 356-380.

MORIN E., MEIER J., EL GUENNOUNI K., MOIGNE A.-M., LEBRETON L., RUSCH L., VALENSI P., CONOLLY J., COCHARD D. 2019 - New evidence of broader diets for archaic Homo populations in the northwestern Mediterranean. *Science Advances*, 5 (3).

NABAIS M., DUPONT C., ZILHÃO J. 2023 - The exploitation of crabs by Last Interglacial Iberian Neanderthals: The evidence from Gruta da Figueira Brava (Portugal). *Frontiers in Environmental Archaeology*, vol. 2.

ONORATINI G. 2016 - Les mollusques marins de la grotte du Cavillon. In : de Lumley H. (dir.), *La grotte du Cavillon sous la falaise des Baousse Rousse, Grimaldi, Vintimille, Italie*. CNRS Éditions, Paris, p. 195-204.

ONORATINI G., CAUCHE D., CELIBERTI V., SIMON P. 2010 - Le Noaillien dans le complexe Gravettien du sud-est de la France. *Bulletin Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco*, 50, p. 39-53.

ONORATINI G., COMBIER J. 1996 - Restes d'enfant et parure de coquillage du site gravettien du Marronnier (Saint-Remèze, Ardèche) : témoins de l'expansion occidentale de la culture de tradition noaillienne méditerranéenne. *In:* « *Colloque Nature et Culture* », Liège 1993, ERAUL, 1, 68 p.

OXILIA M. 1974 - Nota sulla presenza di industria su valve di *Meretrix chione* (Linneo) nei livelli Riss-Würm dello scavo dell'ex-Casinó. *Atti della XVI Riunione Scientifica IIPP*, p. 84-90.

PALMA DI CESNOLA A. 2001 - *Il Paleolitico inferiore e medio in Italia*. Millenni, Firenze.

PAPPA M., VEROPOULIDOU R. 2011 - The Neolithic settlement at Makriyalos, Northern Greece: evidence from the *Spondylus gaederopus* artifacts. *In:* IFANTIDIS F., NIKOLAIDOU M. (Éds.), *Spondylus in Prehistory, New Data and Approaches. Contributions to the Archaeology of Shell Technologies*. BAR International Series, 2216, Oxford, p. 105-121.

PERCIE-DU-SERT C. 1992 - *Les lagomorphes du gisement moustérien des Ramandils (Port-La Nouvelle, Aude)*. Mémoire de maîtrise, Université Montpellier 3 - Paul Valéry, Montpellier, 116 p.

PERESANI M., VANHAEREN M., QUAGGIOTTO E., QUEFFELEC A., d'ERRICO F. 2013 - An ochered fossil marine shell from the Mousterian of the Fumane Cave, Italy. *Plos One*, 8, 7, p. 568-572.

PERLÈS C., VANHAEREN M. 2010 - Black *Cyclope neritea* marine shell ornaments in the Upper Palaeolithic and Mesolithic of Franchthi (Argolid, Greece): arguments for an intentional heat treatment. *Journal of Field Archaeology*, 35, p. 314-325.

POPPE T., GOTO Y. 1991 - *European Seashells: Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastra, Gasteropoda*, Verlag Christa Hemmen, Germany, 1, 352 p.

POPPE T., GOTO Y. 1993 - *European Seashells: Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda*, Verlag Christa Hemmen, Germany, 2, 221 p.

RADOVČIĆ D., OROS SRSEN A., RADOVČIĆ J., FRAYER D.W. 2015 - Evidence for Neandertal Jewelry: Modified White-Tailed Eagle claws at Krapina. *PlosOne*, 10, 3.

RAMOS J., BERNAL D., VIJANDE E., CANTILLO J.J., BARRENA A., DOMINGUEZ-BELLA S., CLEMENTE I., RODRIGUEZ-VIDAL J., CHAMORRO S., DURÁN, ABAD M., CALADO M., ZAPATA B.R., GIL M.J., UZQUIANO P., SORIGUER M., MONCLOVA A., TOLEDO J., ALMISAS S. 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*, 14, p. 43-61.

RASINES DEL RIO P., MAROTO J., MUÑOZ-FERNÁNDEZ E., MORLOTE-EXPÓSITO J.M., CASTAÑOS-UGARTE P.M., CASTAÑOS DE LA FUENTE J., SANTAMARÍA-SANTAMARÍA S., MILLÁN F. 2021- A chrono-cultural reassessment of levels III-V from El Cuco rock-shelter A new sequence for the late Middle Palaeolithic-early Upper Palaeolithic boundary in the Cantabrian region (northern Iberia), *Compte Rendus Palevol*, 20, 18, p. 315-343.

RICHARDS M., HARVATI K., GRIMES V., SMITH C., SMITH T., HUBLIN J.J., KARKANAS P., PANAGOPOULOU E. 2008 - Strontium isotope evidence of Neanderthal mobility at the site of Lakonis, Greece, using laser-ablation PIMMS. *Journal of Archaeological Science*, 35, p. 1251-1256.

RICHARDS M., TRINKAUS E. 2009 - Isotopic evidence for the diets of European Neanderthals and early modern humans. *PNAS*, 106, 38, p. 16034-16039.

RIOS-GARAIZAR J. 2020 - Microlithic lithic technology of Neandertal shellfishers from El Cucorock shelter (Cantabrian Region, northern Spain). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 30, 102201.

ROMAGNOLI F. 2021 - Change in Raw Material Selection and Use at 400,000 Years BP: A Novel, Symbolic Relationship between Humans and Their World. Discussing Technological, Social and Cognitive Arguments. *Cambridge Archaeological Journal* 31, 2, p. 325-336.

ROMAGNOLI F., BAENA J., SARTI L. 2016 - Neanderthal retouched shell tool and Quina economic and technical strategies: an integrated behaviour. *Quaternary International*, 407, p. 29-44.

ROMAGNOLI F., MARTINI F., SARTI L. 2015 - Neanderthal use of *Callista chione* shells as raw material for retouched tools in south-east Italy. Analysis of Grotta del Cavallo Layer L assemblage by a new methodology. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22, p. 1007-1037.

RUSCH L., BOULBES N., CAMPIN LARTIGOT A.S., MOIGNE A.M., BOUTIÉ P. 2019 - Contexte paléoenvironnemental et chronologique des occupations néandertaliennes de la grotte des Ramandils (Port-La-Nouvelle, Aude, France) : apport des restes de grands mammifères. *Quaternaire*, 30, 2, p. 151-165.

SAOS T., GRÉGOIRE S., MOIGNE A.-M., TESTU A., BOULBES N., PERRENOUD C., POIS V., RUSCH L., LARTIGOT-CAMPIN A.-S., CHEVALIER T., BECAM G., LEBRETON L., CELIBERTI V., ALLADIO A., BACHELLERIE F., MILIZIA C., BAHAIN J.-J., FALGUÈRES C., VOINCHET P., SHAO Q., ELALOUF J.-M., MARSOLIER-KERGOAT M.-C., MONCEL M.-H., BOURGUIGNON L., CHACON NAVARRO M.G., BARSKY D., MAGNIEZ P., MOLÈS V., DURAN J.-P., IVORRA J., DAINAT D. 2016 - *Le Monde moustérien méditerranéen entre Rhône et Pyrénées*, Rapport 2016 du Programme Collectif de Recherches, bilan triennal 2014-2016. S.R.A. de Montpellier, 237 p.

SAOS T., MOIGNE A.-M., TESTU A., BOULBES N., RUSCH L., LARTIGOT-CAMPIN A.-S., BACHELLERIE M., BAHAIN J.-J., FALGUÈRES C., SHAO Q., CHACON NAVARRO M. G., MILIZIA C., DAINAT D. 2017 - *Le monde moustérien méditerranéen entre Rhône et Pyrénées*. Rapport 2017 du 44/45 Programme Collectif de Recherches. Rapport intermédiaire 2017, triennal 2017-2019, S.R.A. de Montpellier, 58 p.

SEHASSEH E.M., FERNANDEZ P., KUHN S., STINER M., MENTZER S., COLAROSSI D., CLARK A., LANOE F., PAILES M., HOFFMANN D., BENSON A., RHODES E., BENMANSOUR M., LAISSAOUI A., ZIANI I., VIDAL-MATUTANO P., MORALES J., DJELLAL Y., LONGET B., HUBLIN J.-J., MOUHDDINE M., RAFI F.-Z., WORTHEY K.B., SANCHEZ-MORALES I., GHAYATI N., BOUZOUGGAR A. 2021 - Early Middle Stone Age personal ornaments from Bizmoune Cave, Essaouira, Morocco. *Science Advances, 7,* 39.

STEELE T.E., ALVAREZ-FERNÁNDEZ E. 2011 - Initial investigations into the exploitation of coastal resources in North Africa during the Late Pleistocene at Grotte des Contrebandiers, Morocco. *In:* BICHO N., HAWS J.A., DAVIS L.G. (Éds.), *Trekking the Shore: Changing Coastlines and the Antiquity of Coastal Settlement*, Springer, New York, p. 883-903.

STINER M.C. 1993 - Small animal exploitation and its relation to hunting, scavenging, and gathering in the Italian Mousterian. *In:* PETERKIN G.L., BRICKER H., MELLARS P. (Éds.), Hunting and animal exploitation in the Later Palaeolithic and Mesolithic of Eurasia. *Archaeological Papers of the American Anthropological Association*, 4, p. 101-119.

STINER M.C. 1994 - *Honor among thieves: a Zooarchaeological Study of Neanderthal Ecology*, Princeton University Press, Princeton.

STINER M.C. 2004 - Small game use and expanding diet breadth in the Eastern Mediterranean Basin during the Palaeolithic. *In:* BRUGAL J.P. & DESSE J. (Éds.), *Petits animaux et sociétés humaines : du complément alimentaire aux ressources utilitaires*. Actes des rencontres d'Antibes (23-25 octobre 2003), APDCA, Antibes, p. 499-513.

STINER M.C. 2010 - Shell ornaments from the Upper Palaeolithic through Mesolithic of Klissoura Cave 1 by Prosymna (Peloponnese, Greece). *Eurasian Prehistory*, 7, p. 287-308.

STRINGER C. 2000 - Coasting out of Africa. *Nature*, 405, p. 24-27.

STRINGER C., FINLAYSON J.C., BARTON R.N.E., Y. FERNÁNDEZ-JALVO Y., CÁCERES I., SABIN R.C., RHODES E.J., CURRANT A.P., RODRIGUEZ-VIDAL J., GILES-PACHECO J., RIQUELME-CANTAL J.A. 2008 - Neanderthal exploitation of marine mammals in Gibraltar, *PNAS*, 105, p. 14319-14324.

SZABÓ K. 2013 - Identifying worked shell: a consideration of methodological issues with particular reference to Pleistocene contexts. *In:* BAILEY G.N., HARDY K., CAMARA A. (Éds.), *Shell Energy*. Oxbow Books, Oxford, p. 277-286.

SZABÓ K., BRUMM A., BELLWOOD P. 2007 - Shell artefact production at 32 000-28 000 BP in Island Southeast Asia. *Current Anthropology*, 48, p. 701-723.

TABORIN Y. 1993 - *La parure en coquillage au Paléolithique*. Paris : CNRS Éditions, 39e supplément à *Gallia Préhistoire*, 544 p.

VANHAEREN M., d'ERRICO F. 2006 - Aurignacien ethno-linguistic geography of Europe revealed by personal ornaments. *Journal of Archaeological Science*, 33, p. 1105-1128.

VANHAEREN M., d'ERRICO F., STRINGER C., JAMES S.L., TODD J.A., MIENIS H.K. 2006 - Middle Palaeolithic shell beads in Israel and Algeria. *Science*, 312, pp. 1785-1788.

VANHAEREN M., d'ERRICO F., VAN NIEKERK K.L., HENSHILWOOD C.S., ERASMUS R.M. 2013 - Thinking strings: additional evidence for personal ornament use in the Middle Stone Age at Blombos Cave, South Africa. *Journal of Human Evolution*, 64, p. 500-517.

VICINO G. 1974 - La spiaggia tirreniana dei Balzi Rossi nei recenti scavi nella zona dell'ex-Casinó. *Atti della XVI Riunione Scientifica IIPP*, p. 75-90.

VILLA P., SORIANO S., POLLAROLO L., SMIRIGLIO C., GAETA M., D'ORAZIO M., CONFORTI J., TOZZI C., PETRAGLIA M.D. 2020 - Neandertals on the beach: Use of marine resources at Grotta dei Moscerini (Latium, Italy). *Plos One*, 15, 1, e0226690.

VITAGLIANO S. 1984 - Nota sul pontiniano della Grotta dei Moscerini, Gaeta (Latina). *Atti XXIV Riunione Scientifica IIPP*, p. 155-164.

WALTER R.C., BUFFLER R.T., BRUGGEMANN J.H., GUILLAUME M.M.M., BERHE S.M., NEGASSI B., LIBSEKAL Y., CHENG H., EDWARDS R.L., VON COSEL R., NEARAUDEAU D., GAGNON M. 2000 - Early human occupation of the Red Sea coast of Eritrea during the last interglacial. *Nature*, 405, p. 65-69.

WEINBERG S. 1996 - Découvrir la Méditerranée. Nathan nature, 352 p.

WILL M., KANDEL A.W., CONARD N.J. 2015 - Coastal adaptations and settlement systems on the cape and horn of Africa during the Middle Stone Age. *In:* CONARD N.J., DELAGNES A. (Éds.), *Settlement Dynamics of the Middle Paleolithic and Middle Stone Age*, Tübingen Publications, Tübingen, p. 47-75.

WILL M., KANDEL A.W., KYRIACOU K., CONARD N.J. 2016 - An evolutionary perspective on coastal adaptations by modern humans during the Middle Stone Age of Africa. *Quaternary International*, 404, p. 68-86.

YOKOYAMA Y., NGUYEN H.V., SHEN G., QUAEGEBEUR J.P., KOUMBA N. 1987 - Datation par les méthodes des familles de l'Uranium et la résonance de spin électronique (ESR) du remplissage de la grotte des Ramandils à Port-La Nouvelle (Aude, France). *Cypsela*, 6, p. 151-154.

ZILHÃO J., ANGELUCCI D.E., ARAÚJO IGREIA M., ARNOLD L.J., BADAL E., CALLAPEZ J., CARDOSO J.L., d'ERRICO F., DAURA J., DEMURO M., DESCHAMPS M., DUPONT C., GABRIEL S., HOFFMANN D.L., LEGOINHA P., MATIAS H., MONGE SOARES A.M., NABAIS M., PORTELA P., QUEFFELEC A., RODRIGUES F., SOUTO P. 2020 - Last Integlacial Iberian Neandertals as fisher-hunter-gatherers, *Science*, 367, March 27, p. 1443-1456.

ZILHÃO J., ANGELUCCI D.E., BADAL-GARCIA F., d'ERRICO F., DANIEL F., DAYET L., DOUKA K., HIGHAM T.F.G., MARTINEZ-SANCHEZ M.J., MONTES-BERNARDEZ R., MURCIA-MASCAROS S., PEREZ-SIRVENT C., ROLDAN-GARCIA C., VANHAEREN M., VILLAVERDE V., WOOD R., ZAPATA J. 2010 - Symbolic use of marine shells and mineral pigments by Iberian Neandertals. *PNAS, Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107, p. 1023-1028.

MISE À JOUR DES RECHERCHES SUR LES CHASSEURS-CUEILLEURS CÔTIERS DANS LE SUD-EST DE LA PÉNINSULE IBÉRIQUE DURANT LE MAGDALÉNIEN : LES RESTES ARCHÉOFAUNIQUES D'ORIGINE MARINE

Esteban Álvarez-Fernández[a, b]
Amaia Aguirre-Uribesalgo[c]
Josep Antoni Alcover Tomás[d]
J. Emili Aura Tortosa[e] - Bárbara Avezuela[f]
René-Pierre Carriol †[g]
María José Fernández Gómez[h,b]
Jesús F. Jordá Pardo[f,b] - Ricard Marlasca[i]
F. Javier Martín Vallejo[h,b]
Juan V. Morales-Pérez[e]
Ismael Palomero-Jiménez[a]
Manuel Pérez-Ripoll †[e]

HORS-SÉRIE

Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)

Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène

DÉCEMBRE 2022

THÈME 1 | Les occupations côtières de la Préhistoire à l'actuel : adaptations des populations humaines au milieu littoral, utilisation des ressources marines et réseaux de diffusion

PAGES 50 À 63

RÉSUMÉ

Le sud-est de la péninsule Ibérique concentre un certain nombre de grottes et d'abris, dans lesquels diverses occupations ont été documentées, qui permettent de reconstituer l´occupation des communautés de chasseurs-cueilleurs à la fin du Paléolithique supérieur. Au cours des dernières décennies, la révision du matériel archéologique et la fouille de nouveaux contextes ont permis d'aborder les stratégies de subsistance des groupes attribués au Magdalénien. Cet article propose une synthèse des témoignages archéozoologiques d'origine marine. Mollusques, crustacés, échinodermes, poissons, oiseaux et mammifères marins ont non seulement contribué à l'alimentation de ces populations mais ils leur ont également fourni des matières premières pour l'élaboration d´une partie de leur équipement.

a. *Universidad de Salamanca Facultad de Geografía e Historia. Departamento de Prehistòria, Hª Antigua y Arqueología. C/ Cerrada de Serranos, s/n 37008-Salamanca (Espagne). epanik@usal.es, ismaelpj14@gmail.com*
b. *GIR PREHUSAL-Universidad de Salamanca, Salamanca (Espagne)*
c. *Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Prehistòria, Edifici B. Campus de la UAB, E-08193 Bellaterra, Cerdanyola del Vallès - Barcelona (Espagne). jaalcover@imdea.uib-csic.es*
d. *IMEDEA, Universitat de les Illes Balears-CSIC (Espagne). jaalcover@imdea.uib-csic.es*
e. *GIUV2015-213. PREMEDOC, Dpt. de Prehistòria, Arqueologia i Hª Antigua. Universitat de València (Espagne). j.emili.aura@uv.es, juanvimorales@gmail.com*
f. *Laboratorio de Estudios Paleolíticos, Dpto. de Prehistoria y Arqueología. UNED. Paseo Senda del Rey 7, 28040 Madrid (Espagne) bavezuela@yahoo.com, jjorda@geo.uned*
g. *Muséum national d'Histoire naturelle, CP 56, 55 rue Buffon, FR-75005 Paris*
h. *Departamento de Estadística. Facultad de Medicina. Universidad de Salamanca. Campus Miguel de Unamuno. 37007 Salamanca (Espagne). mjfg@usal.es - jmv@usal.es*
i. *Posidonia SL, Eivissa (Espagne). Ricard.marlasca@hotmail.com*

MOTS-CLÉS Archéozoologie, ressources marines, nourriture, objets de parure, paléoenvironnement, Paléolithique supérieur, Magdalénien, Sud-est de la péninsule Ibérique.

ABSTRACT

Update on research about coastal hunter-gatherers in the southeastern Iberian Peninsula during the Magdalenian: zooarchaeological remains of marine origin.

In the south-east of the Iberian Peninsula, the documentation of a number of caves and rock shelters with different occupations has allowed a reconstruction of the settlement of hunter-gatherer groups at the end of the Upper Palaeolithic. Over the past few decades, the review of archaeological materials and the excavation of new deposits have made it possible to address the subsistence strategies of Magdalenian groups. This paper updates our knowledge of zooarchaeological evidence with a marine origin. Molluscs, crustaceans, echinoderms, fish, birds and marine mammals not only contributed to the diet of these populations but they also provided them with raw materials for the fabrication of artefacts.

KEY-WORDS Zooarchaeology, marine resources, food, Personal ornaments, palaeoenvironment, Upper Palaeolithic, Magdalenian, South-east of the Iberian Peninsula.

INTRODUCTION

Certains des témoignages européens les plus anciens et les plus probants sur l'exploitation des ressources marines du continent sont concentrés sur les côtes du Sud-Est de la péninsule Ibérique (Aura *et al.* 2016). Les gisements côtiers préservés sur un même trait de côte pérenne ont en effet permis de documenter une grande variété et quantité de ressources marines. Cette géographie (**fig. 1**) est liée au fait que la montée rapide des eaux marines qui s'est produite depuis le Dernier Maximum Glaciaire a submergé une petite zone de terre en raison de la morphologie de sa plate-forme continentale (Jordá Pardo *et al.* 2011 ; Maestro *et al.* 2013). En revanche, dans les gisements de l´intérieur des terres (Hinterland), seuls des vestiges marins utilisés comme parures ou à des fins fonctionnelles ont été récupérés.

Les dépôts contenus dans les grottes littorales conservent des témoignages de collectes de coquillages, de pêche et de consommation de diverses espèces d'oiseaux et de mammifères marins. Ces accumulations sont datées de la fin de l'OIS 2 (voir *infra*) et ont été décrites comme d'authentiques amas coquilliers (Aura *et al.* 2013). La première mention est trouvée dans la description du gisement de la Cueva del Hoyo de la Mina faite par M. Such (1920).

Dans cet article, les données régionales sont résumées et les nouveaux résultats obtenus à la Cueva de la Victoria sont présentés (Álvarez-Fernández *et al.* 2022). La concentration de sites qui accumulent des dépôts de faune marine sur la côte de la mer d'Alborán signe l'originalité de ces comportements, par ailleurs inconnus dans le reste de la région méditerranéenne ibérique et dans une grande partie du sud de l'Europe.

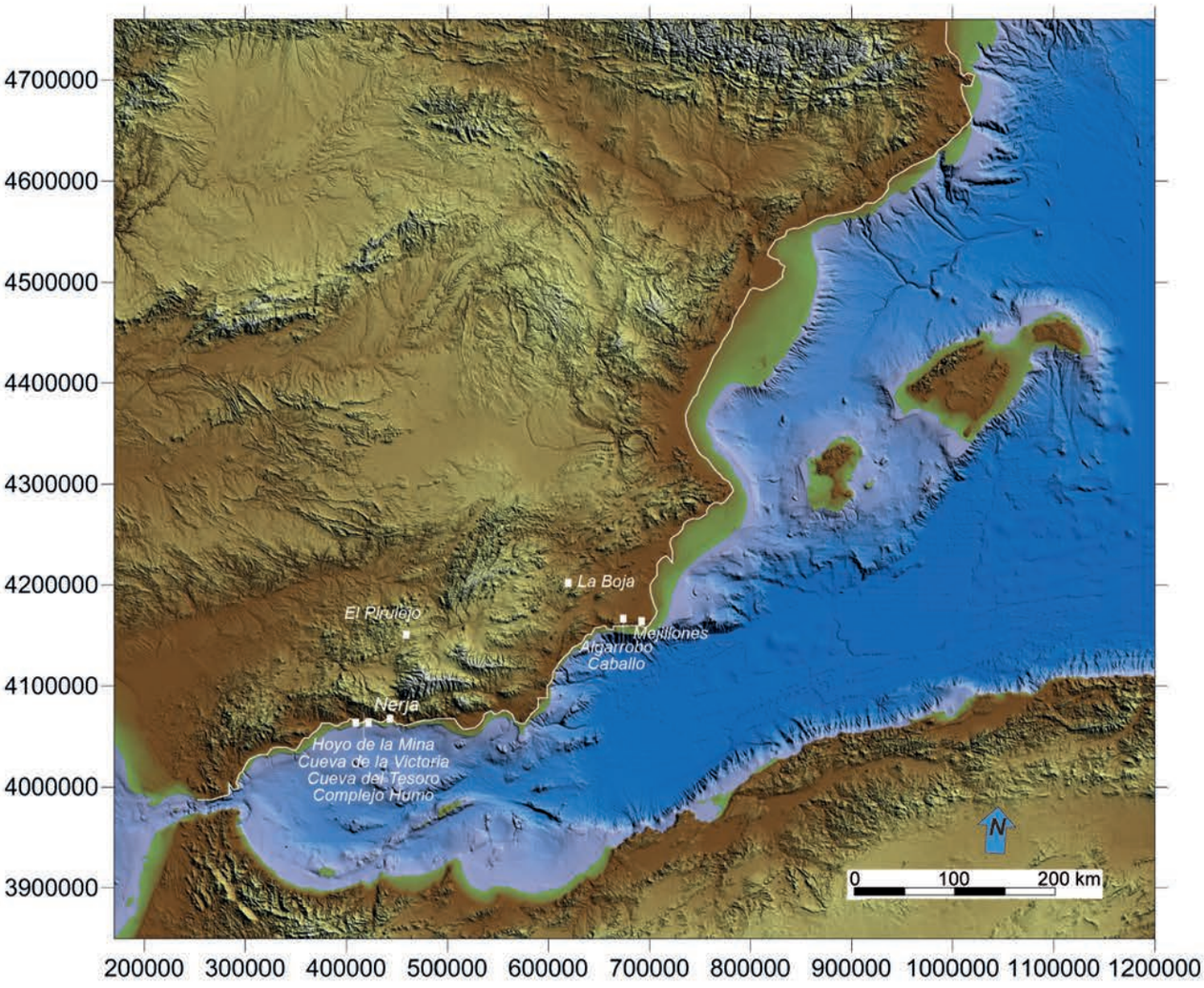
1 | LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE

Les sites mentionnés dans cet article s'étendent sur une bande d'un peu plus de 100 km de large, prenant comme limites la côte actuelle de la mer d'Alborán et les reliefs de la Penibética et de la Subbética, approximativement entre 36° N et 38° N (**fig. 1**). Dans cette zone, il est possible de détecter une première concentration de gisements côtiers qui occupent la base des reliefs, avec une première concentration entre Gibraltar et Nerja (Andalousie) et une seconde, moins dense, entre Cabo de Palos et Aguilas (Murcie).

Les gisements de l´intérieur des terres sont encadrés par deux chaînes de montagnes : Penibética au sud et la chaîne de montagnes Subbética au nord, répartis dans les grands bassins qui forment le sillon intrabétique. Pour ce secteur de l'intérieur, les données proviennent du gisement d'El Pirulejo.

2. | LES OCCUPATIONS ET LEUR CHRONOLOGIE

Les gisements magdaléniens livrant des indices directs et indirects d'acquisition (collecte, chasse, pêche, etc.) de ressources d'origine marine sont situés dans les provinces actuelles de Cordoue, Málaga, Almería et Murcie (**fig. 1**). À



— FIGURE 1 —

Carte de la région méditerranéenne ibérique avec la localisation des principaux gisements cités dans le texte (modifiée d'après Aura Tortosa, 2019). La ligne blanche indique le littoral actuel et la surface de couleur verte correspond à la plaine côtière pendant le LGM (- 120 m). Les données bathymétriques et Digital Terrain Model ont été obtenues à partir du portail EMODnet Bathymetry (http://www.emodnet-bathymetry.eu). Figure : J. Emili Aura.

Map of the Iberian Mediterranean region with the location of the main sites cited in the text (modified from Aura Tortosa, 2019). The white line indicates the current coastline and the green colored surface corresponds to the coastal plain during the LGM (- 120 m). The bathymetric data and the Digital Terrain Model have been obtained in EMODnet Bathymetry portal (http://www.emodnet-bathymetry.eu). Figure: *J. Emili Aura.*

El Pirulejo (Priego de Córdoba, Cordoue), les occupations magdaléniennes correspondent aux niveaux 2, 3 et 4 (Cortés et Simón 2008 ; Muñoz 1998).

À Malaga, les occupations sont situées : à l'Abrigo 6 du Complejo del Humo niveau 6 (Málaga) (Ramos *et al.* 2006 ; Cortés *et al.* 2008) ; à Hoyo de la Mina (Rincón de la Victoria) (Such 1920 ; Ferrer *et al.* 2006 ; Navarrete *et al.* 2004 ; Vera *et al.* 2004) ; à la Cueva Victoria (Rincón de la Victoria), les phases A, B, B/C et C (Álvarez-Fernández *et al.* 2022) ; à la Cueva del Tesoro (Rincón de la Victoria) (Aura *et al.* 2013 ; Ramos *et al.* 2006) et à Nerja (Maro) (Jordá Pardo et Aura 2008). Dans ce dernier site, plusieurs fouilles ont été réalisées dans différentes salles :
- Francisco Jordá Cerdá dans la Sala de la Mina (NM14, NM15 et NM16) (Jordá Pardo 1981, 1982, 1984-1985 ; Álvarez-Fernández *et al.* 2014) et dans les Salas del Vestíbulo (NV5, NV6 et NV7) (Jordá Pardo 1981, 1982, 1984-1985 ; Jordá Pardo *et al.* 2010 ; 2016) ;
- Manuel Pellicer dans la Sala de la Mina (coupe NM-80A, niveau 8 ; coupe NM-80B, niveau 7) et dans la Sala de la Torca (coupe NT-82, niveau 13) (Pellicer et Morales 1995).

Enfin, dans la province de Murcie, des occupations sont documentées au sein des niveaux IV, V et VI de l'Abrigo del Algarrobo (Mazarrón) (Martínez-Andreu 1992b 2002) ; dans le niveau I de l'Abrigo de los Mejillones (Cabezo de la Fuente) (Martínez-Andreu 1987) et au sein des niveaux IV, III et II de la Cueva del Caballo (Cartagena) (Martínez-Andreu 1992a).

À ce jour, il n'est pas possible de préciser l'appartenance culturelle des autres sites livrant des vestiges archéozoologiques d'origine marine, tels que le niveau V de la grotte

Tajo de Jorox (Alozaina, Málaga) et les sites du pays murcien : Abrigo de Los Déntoles, Cueva Bermeja (Cartagena) et Las Perneras (Puntas de Calnegre) (Marqués et Ruiz 1976 ; García 1985 ; Martínez-Andreu 1987, 1992a, 1992b ; Montes 1985).

Concernant la chronologie des occupations magdaléniennes, les datations radiocarbones obtenues les situent durant le Greenland Stadial 2a et le Greenland Interstadial 1 (ca. 17500-13500 cal BP : **fig. 2**). Citons également la synthèse récente sur la séquence archéologique du Magdalénien en Andalousie (Aura *et al.* 2021).

3. | LES DONNÉES ARCHÉOZOOLOGIQUES DES RESTES MARINS

Mollusques pêchés comme nourriture

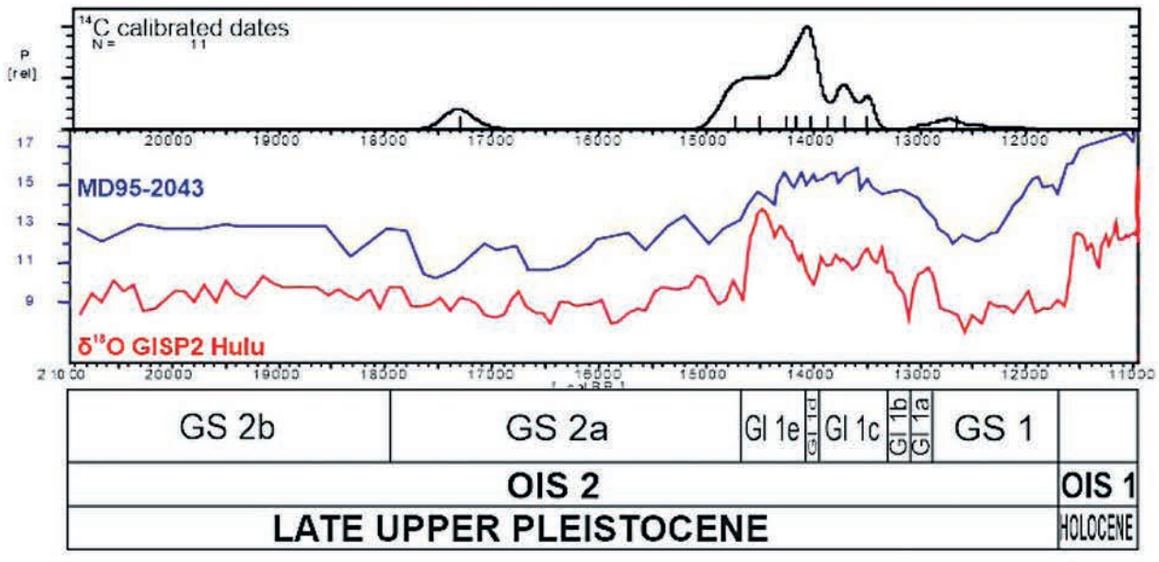
En analysant les restes malacologiques des gisements, il est possible de séparer les espèces collectées comme nourriture des autres taxons. La taille, la présence d'organismes sur la surface externe et la conservation des coquillages (absence d'érosion marine, de fragmentation, d'altération thermique, etc.), permettent de déterminer si ces restes ont été collectés à des fins alimentaires ou pour d'autres raisons.

La preuve de la collecte de mollusques est bien établie dans le sud-est de la péninsule (ex. Cueva Victoria, Nerja-Mina, Nerja-Vestíbulo et Nerja-Torca), les groupes exploitant à la fois des taxons de substrats sableux et vaseux – tels que les palourdes (*Ruditapes decussatus* et *Scrobicularia plana*), les couteaux (*Solen* sp.) et les coques (*Cerastoderma* sp.) – ainsi que les substrats rocheux de la zone intertidale, tels que différentes espèces de patelles (*Patella* sp.), les moules (*Mytilus* sp.) et les gastéropodes du genre *Phorcus*.

La publication récente des mollusques marins (NR=4586) de la Cueva Victoria (Phases A, B, B/C et C) a permis de documenter une exploitation centrée sur l'espèce *Ruditapes decussatus* (env. 97 %) (**fig. 3**) et, dans une moindre mesure, sur *Solen* sp. et *Cerastoderma* sp., récoltées sur les plages. La biométrie réalisée sur les coquilles de *R. decussatus* indiquerait que, tout au long de la séquence, aucun indice ne révèle une surexploitation du milieu marin (Álvarez-Fernández *et al.* 2022).

Les premières études réalisées sur les coquillages issus des fouilles menées dans la salle Nerja-Vestíbulo indiquent une exploitation des substrats rocheux de la zone intertidale. Concernant les effectifs (NR : nombre de restes), on observe une prédilection pour les moules (*Mytilus* sp. : env. 46 %) suivie des patelles (env. 13 % du NR). Des substrats sableux et vaseux ont également été exploités mais dans une bien moindre mesure. Ainsi, *Cerastoderma* sp. et *R. decussatus*, représentent un peu plus de 10 % des restes de malacofaune récupérés dans les niveaux magdaléniens du site (Jordá Pardo 1981, 1982, 1984-1985 ; Jordá Pardo *et al.* 2010 et 2016).

Dans le cas de Nerja-Mina, les fouilles effectuées par F. Jordá ont livré une plus grande diversité d'espèces qui ont été collectées dans des substrats sableux.



— FIGURE 2 —

Position chronostratigraphique de la courbe de probabilité cumulée des datations radiocarbone magdaléniennes existantes sur les sites à ressources marines de l'Andalousie orientale et de Murcie, calibrée avec la courbe CalPal 2019 Hulu 07 à l'aide du logiciel CalPal 2021.10 (Weninger et Jöris, 2008). Sont également incluses les courbes O18 GISP Hulu (Grootes *et al.* 1993 ; Meese et al., 1994 ; Wang *et al.* 2001) et MD95-2043 (Cacho *et al.* 1999, 2001). Figure : Jesús F. Jordá Pardo.

Chronostratigraphic position of the cumulative probability curve of the Magdalenian radiocarbon dates at the eastern Andalusia and Murcia sites with marine resources, calibrated with the CalPal 2019 Hulu 07 curve using the CalPal 2021.10 software (Weninger and Jöris, 2008). Also included are the O18 GISP Hulu curves (Grootes et al. *1993; Meese et al., 1994; Wang* et al. *2001) and MD95-2043 (Cacho* et al. *1999, 2001).* Figure: *Jesús F. Jordá Pardo*

— FIGURE 3 —

Cueva Victoria (Phase C). Fragment d'amas de coquillages avec des spécimens de la palourde *Ruditapes decussatus*, la plupart d'entre eux altérés thermiquement. Cliché : Esteban Álvarez-Fernández.

Cueva Victoria (Phase C). Shellmidden fragment with Ruditapes decussatus *shells, most of them burnt. Photo: Esteban Álvarez-Fernández.*

Dans les niveaux magdaléniens, *R. decussatus* représente un peu plus de 35 % des restes et il existe des preuves de l'exploitation de *Cerastoderma* sp. Des substrats rocheux ont également été exploités, comme en témoigne la présence de moules (env. 25 % du total) et, dans une bien moindre mesure, de patelles (env. 4 %) (Jordá Pardo 1981 et 1982). La révision du matériel archéologique a permis de déterminer spécifiquement ces patelles : *Patella ulyssiponensis*, *Patella caerulea* et *Patella rustica*.

Dans l'échantillon récupéré durant les fouilles de M. Pellicer à Nerja-Mina (273 individus dans l´ensemble NM7+8), une prédominance de mollusques collectés dans

des substrats sableux/vaseux (env. 67 %) est également notée, avec en particulier *Ruditapes decussatus* (Serrano *et al.* 1995).

Dans le cas de Nerja-Torca, un total de 336 individus collectés à des fins alimentaires est décompté. Les mollusques collectés sur des substrats rocheux prédominent (env. 70 %), en particulier les patelles, suivies des moules et, dans une bien moindre mesure, *Gibbula* sp. Le pourcentage restant correspond à des espèces récoltées sur des substrats sableux/vaseux, notamment *Ruditapes decussatus* et dans une moindre mesure, *Cerastoderma* sp. (Serrano *et al.* 1995).

Les informations sur les espèces marines collectées comme nourriture dans d'autres contextes du sud-est de la péninsule Ibérique sont rares, soit parce qu'elles ne sont pas publiées en détail, soit parce que les sites dont les vestiges ont été documentés sont rares.

Dans l'Abrigo 6 du Complejo del Humo, plus de 300 restes de mollusques marins sont cités, dont certains présentent des altérations thermiques. Le gastéropode *Patella vulgata* représente 72 % du NMI (Ramos *et al.* 2006 ; Cortés *et al.* 2008). Dans la Cueva del Hoyo de la Mina, les abondants restes de mollusques contiennent *Ruditapes decussatus* et, dans une moindre mesure, *Cerastoderma* sp. et *Ostrea* sp. Sont également présents *Solen* sp., *Murex* sp., *Haliotis* sp. (Such 1920). Dans le cas de la Cueva del Tesoro, la présence d'un grand nombre de grosses coquilles de *Ruditapes decussatus, Cardium edule, Solen* sp., entre autres, est mentionnée (Aura *et al.* 2013). Dans les Cueva del Caballo et Cueva del Algarrobo, il existe aussi des espèces d'intérêt alimentaire. Dans la première, environ 80 % des restes appartiennent à des patelles, des moules et des palourdes (Martínez Andreu 1992a). À la Cueva del Algarrobo, il s´agit de *Patella rustica*, *Phorcus* sp. et *Mytilus* sp. (Montes 1985). À l'Abrigo de los Mejillones, une grande abondance de *Mytilus sp.* est documentée (García 1985).

Des mollusques ramassés pour la fabrication des objets de parure

Une grande variété de coquillages a été documentée, souvent de petite taille avec la surface abrasée par l'action de l'eau de mer et du sable, ainsi que des perforations artificielles au sein de la thanatocénose.

Dans les niveaux de El Pirulejo, une trentaine d'objets décoratifs fabriqués à partir de gastéropodes (*Trivia* sp., *Turritella* sp., *Littorina obtusata*, *Tritia pellucida*) et scaphopodes (*Antalis inaequicostata*) d'origine marine ainsi que des coquilles de bivalves non perforées, sont répertoriés (Muñoz 1998 ; Cortes et Simón 2008).

À Hoyo de la Mina, des perles tubulaires d'*Antalis* sp. ont été documentées. Des traces de sciage et de cassure par flexion ont été reconnues sur les extrémités des coquillages, ce qui révèle une intentionnalité dans la création de perles d'une certaine taille. L'existence d'objets de parure fabriqués à partir de coquilles de gastéropodes et de bivalves est également mentionnée sur ce site (Navarrete *et al.* 2004 ; Vera *et al.* 2004 ; Simón *et al.* 2006).

Dans l'Abrigo 6 du Complejo del Humo, la présence d'un grand nombre d'espèces de gastéropodes et de scaphopodes, auxquels on attribue un caractère ornemental, est signalée. Il s´agit, entre autres, de *Smaragdia viridis*, *Cerithium vulgatum*, *Littorina obtusata*, *Trivia monacha*, *Natica* sp., *Columbella rustica*, *Tritia gibosula*, *Tritia pellucida*, *Nucella lapillus*, *Conus ventricosus* et *Antalis* sp. (Ramos *et al.* 2006).

À la Cueva Victoria (Phases B et B/C), quatre spécimens de *Littorina obtusata* ont été perforés au niveau du dernier tour de la coquille. L'aménagement a été réalisé par percussion. Les quatre objets conservent des traces d'usure sur les contours des perforations et sur le bord du labre. Une coquille de *Tritia pellucida* de la phase B, fracturée au niveau de la perforation, a également été documentée (Álvarez-Fernández *et al.* 2022).

Dans le cas des niveaux de Nerja-Mina (fouilles de F. Jordá), plus d'une centaine d'objets décoratifs constitués presque exclusivement de petits gastéropodes sans valeur alimentaire ont été documentés. Les coquilles de *Tritia neritea/pellucida*, dominent l´ensemble NM16. À côté des coquilles perforées, il existe des spécimens non perforés qui peuvent être interprétés comme des réserves de matière première collectée sur les plages (Jordá 1981, 1982 ; Avezuela en préparation). À Nerja-Vestíbulo, les objets décoratifs sont beaucoup plus rares. La présence de spécimens perforés de gastéropodes (*Littorina obtusata*, *Nucella lapillus*, *Patella* sp., *Tritia pellucida* et *Trivia arctica*, ainsi que d'un tube de scaphopode *Antalis* sp. a été documentée (Jorda Pardo *et al.* 2010) (**fig. 4**).

FIGURE 4

Nerja-Vestíbulo (NV7), *Tritia pellucida* avec perforation anthropique (parure). Cliché : Bárbara Avezuela.

Nerja-Vestíbulo (NV7), perforated Tritia pellucida *(shell bead). Photo: Bárbara Avezuela.*

La présence de coquillages utilisés comme objets de parure est également citée à la Cueva del Tesoro (Ramos *et al.* 2006).

Plus au nord-est, la présence de parure dans les sites magdaléniens de la province de Murcie est attestée. Il existe en particulier des informations détaillées sur la Cueva del Caballo, où environ 20 % des mollusques collectés ont été utilisés pour fabriquer des objets de parure et où sont documentés, par exemple, *Trivia* sp., *Turritella* sp. et *Conus* sp. (Martinez Andreu 1992a). À la Cueva del Algarrobo, il s´agit de gastéropodes *Turritella* sp., *Littorina* sp., *Smaragdia* sp. et de bivalves *Glycymeris* sp. et *Acanthocardia* sp.) (Martínez Andreu 1992b et 2002). La présence de parure en coquillages est également mentionnée dans le Complejo del Humo (Ramos *et al.* 2006).

Dans les collections de M. Pellicer à Nerja-Mina (NM7+8) et Nerja-Torca sont cités peu de restes d'autres mollusques qui auraient pu être collectés comme matière première, par exemple *Nucella lapillus* et *Pecten* sp., pour la fabrication d'objets de parure ou pour d'autres usages (Serrano *et al.* 1995).

Enfin, dans certains sites, on observe la présence de grands coquillages bivalves collectés sur les plages et ramenés sur le site. Il est probable que ces coquillages servaient de contenants pour des matériaux (par exemple, des matières colorantes), de cuillères, etc. Des valves de *Pecten* sp. (*Pecten jacobaeus* et *Pecten maximus*) sont enregistrées dans l'Abrigo 6 du Complejo del Humo (Cortés *et al.* 2008), à El Hoyo de la Mina (Such 1920), à la Cueva del Tesoro (Aura *et al.* 2013) et à la Cueva del Caballo (Martínez Andreu 1992a et 2002). La valve documentée à El Algarrobo était également perforée (Martínez Andreu 1992b) ainsi qu'à la Cueva Victoria (Phase C) (Álvarez-Fernández *et al.* 2022).

Enfin, à la Cueva de Nerja, l'utilisation de *Pecten* sp. comme lampe éclairante dans ses profondes galeries a été reconnue (Medina-Alcaide 2015).

Les Céphalopodes

En ce qui concerne les céphalopodes, des os de seiche (*Sepia* sp.) ont été identifiés dans la grotte Hoyo de la Mina (Such 1920). Lors de l'examen des matériaux de Nerja-Mina (fouilles de F. Jordá Cerdá), deux fragments (NM14 et NM15) ont été documentés.

Les Crustacés

Les restes de crustacés sont, par rapport aux restes de mollusques, très rares dans les sites magdaléniens du sud-est de la péninsule Ibérique. Ce type de restes est cité dans les fouilles effectuées à El Hoyo de la Mina (Such 1920), bien que ni le type de restes documentés ni les espèces de crustacés auxquelles ils appartiennent ne soient précisés (cf. *Eriphia verrucosa).* Les informations disponibles proviennent de la Cueva Victoria et de la Cueva Nerja (Sala de la Mina et Sala del Vestíbulo, fouilles de F. Jordá). Des restes de crustacés des ordres Decapoda et Balanomorpha sont présents. À la Cueva del Caballo, est mentionnée la présence d'*Eriphia verrucosa* (Román *et al.* 2020).

En ce qui concerne les décapodes, les parties documentées correspondent aux parties les plus dures de l'exosquelette des crabes, c'est-à-dire les pinces. À la Cueva Victoria (phases B et C), 8 pinces ont été documentées, déterminant à la fois le dactyle et le propode, appartenant à 5 individus de *Carcinus* sp., probablement *Carcinus aestuarii*. Certains d'entre eux ont été thermo-altérés. L'examen des matériaux de Nerja-Mina a permis de recueillir une pince de crabe.
Dans le cas de l'ordre Balanomorpha (*Balanus* sp.), leur présence est mentionnée à El Abrigo 6 del Complejo del Humo (Cortés *et al.* 2008). Des balanes ont également été documentées durant les différentes interventions réalisées à Nerja.

En ce qui concerne les balanes de baleine, à Nerja-Mina, des plaques isolées et des plaques assemblées de deux espèces différentes, *Cetopirus complanatus* (**fig. 5**) et *Tubicinella major*, ont été dénombrées. À partir des 8 restes attribuables à la première espèce, on estime qu'ils appartenaient à trois individus. Pour la seconde espèce, 151 restes ont été documentés : plaques complètes et fragmentées (carène, face, latérales et carino-latérales, à droite et à gauche) ainsi qu'un spécimen avec des plaques assemblées, permettant de reconnaître la forme tubulaire caractéristique de *T. major*. On estime qu'ils appartenaient à 13 individus. Une partie des restes de l'exosquelette de ces deux espèces a été altérée thermiquement (Álvarez-Fernández *et al.* 2014). En plus de Nerja-Mina, une plaque, également altérée thermiquement, de *T. major* a été récemment documentée à la Cueva Victoria (Álvarez-Fernández *et al.* 2022).

Des balanes (*Perforatus perforatus*) associées à des mollusques sont également présentes à Nerja-Mina et à Nerja-Vestíbulo (NV7).

Les Échinodermes

La première mention de la présence d'oursins a été publiée par M. Such (1920) à Hoyo de la Mina.

Des restes d´oursins proviennent également de la Sala de la Mina et de la Sala del Vestíbulo de la grotte de Nerja (fouilles de F. Jordá). Il s´agit de l´espèce *Paracentrotus lividus*, un échinoderme qui vit dans des cavités rocheuses et sur des fonds sableux et coralliens à des profondeurs ne dépassant pas -80 m. Sa coquille mesure entre 4 et 10 cm de diamètre. Dans les niveaux de Nerja-Mina, plus de 1300 restes ont été récupérés, tandis qu'à Nerja-Vestíbulo l´effectif ne dépasse pas le millier. Une partie des vestiges est thermiquement altérée. Dans les deux sites, les restes récupérés sont des piquants complets ou fracturés, des fragments de test, ainsi que d'autres éléments (plaques orales, etc.) (Villalba *et al.* 2007). L'examen des restes issus du tamisage à maille plus fine de Nerja-Mina a considérablement augmenté le nombre de restes d'oursins, en particulier les piquants et les éléments de la lanterne d'Aristote, tels que les dents et les hémipyramides).

FIGURE 5

Nerja-Mina (NM16). Fragments de plaques de *Cetopirus complanatus*, balane de baleine. Cliché : René-Pierre Carriol.

Nerja-Mina (NM16). Plates fragments of Cetopirus complanatus*, a whale balane. Photo: René-Pierre Carriol.*

Outre *Paracentrotus lividus*, des exosquelettes de l'espèce d'oursin *Echynocyamus pusillus* (3 restes en NM et 4 restes en NV) ont été documentés dans les deux salles de Nerja, dont la coquille mesure entre 8 et 12 mm de diamètre et qui habite les fonds de sable et de gravier, à des profondeurs comprises entre -10 et -50 m (Villalba *et al.* 2007).

Paracentrotus lividus est cité parmi les espèces d'invertébrés documentées dans le niveau 9 de l'Abrigo 6 du Complejo del Humo (Ramos *et al.* 2006 ; Cortés *et al.* 2008).

Les Poissons

Les informations disponibles sur les poissons se limitent aux déterminations effectuées à la Cueva Victoria et Nerja.

Dans le cas de la Cueva Victoria, 34 restes de poissons ont été documentés dans les phases A, B et C. Parmi ceux identifiés au niveau de l'espèce, les Sparidés prédominent, suivis des Mugilidés et des Anguillidés (Álvarez-Fernández *et al.* 2022).

En ce qui concerne les fouilles effectuées par J. Jordá à Nerja-Mina, une étude provisoire a été publiée sur la base de plus de 200 vestiges (principalement des vertèbres et des dents). Parmi les onze familles documentées, les Sparidés et les Mugilidés se distinguent par leur abondance (75 % du NR total). Sont également présents, bien qu'en moindre proportion, les maquereaux (Scombridae), les Carangidés et les aiguilles de mer (Belonidae) (Aura *et al.* 2002). Dans les fouilles de Pellicer, les restes documentés sont au nombre d´une quarantaine. Dans le niveau 8 de la coupe NM-80A (n = 32) et dans le niveau 7 de la coupe NM-80B (n = 8), les Sparidés prédominent (85 %), tandis que des mérous (Serranidae) et des chinchards (*Trachurus trachurus*, Famille Carangidae) sont présents (Rosello *et al.* 1995).

Dans Nerja-Vestíbulo (fouilles de F. Jordá), l'étude d'un échantillonnage dans les niveaux magdaléniens (n = 3831) a été réalisée : on y observe la prédominance des Sparidés (env. 47 %) suivis des Carangidés, Gadidés et Belonidés (les trois familles, avec des pourcentages similaires, représentant ensemble environ 37 % du total). D'autres familles sont plus rares comme les Labridés et les Scombridés (Aura *et al.* 2002).

À Nerja-Torca, 166 restes ont été identifiés : 82,5 % d'entre eux appartiennent aux Sparidés, suivis des chinchards (10,2 %). Le reste est composé par des restes des familles *Labridae, Scombridae, Belonidae* et *Serranidae* (Roselló *et al.* 1995).

Il convient enfin de noter la mention de restes de thons (Scombridae) et d'autres poissons dans les occupations de El Hoyo de la Mina (Such 1920), ainsi que des restes de poissons indéterminés dans la Cueva del Caballo (Martínez Andreu 1992a).

Les Oiseaux

Les informations disponibles sur la présence d'oiseaux sont rares. À la Cueva Victoria, 16 restes d'oiseaux indéterminés sont cités dans la phase B sans que l'on puisse confirmer s'il s'agit d'espèces marines (Álvarez-Fernández *et al.* 2022). En ce qui concerne les trois niveaux de Nerja-Mina (fouilles de F. Jordá), les informations disponibles sont préliminaires. On note la détermination d'une vingtaine d'espèces pour 48 restes, parmi lesquelles le Fou de Bassan (*Morus bassanus*) se distingue par son

abondance ; mais d'autres taxons sont également présents, comme le Guillemot de Troïl (*Uria aalge)* et le Grand Pingouin (*Pinguinus impennis*) ainsi que des canards (Morales Pérez *et al.* 2020). Dans le cas de NM16 et NM15, il est indiqué qu'ils étaient chassés pour la viande et les plumes, pour l'ornement personnel, durant l'automne et le début de l'hiver (Eastham 1986). La présence d'espèces d'oiseaux marins est également documentée dans les fouilles de M. Pellicer à Nerja-Mina. En NM-80A, la présence du Guillemot de Troïl, du Petit Pingouin (*Alca torda)* et du Grand Pingouin est citée. Dans NM-80B, le Petit Pingouin a été déterminé (Hernández 1995).

Dans le cas des trois niveaux de Nerja-Vestíbulo, le nombre de restes de taxons maritimes-côtiers et marins néritiques-pélagiques s'élève à 33, appartenant pour la plupart au Fou de Bassan, bien que le Macareux Scopoli (*Calonectris diomedea*), le Grand Pingouin, la Macreuse brune (*Melanitta fusca*), des canards (*Anatidae*) et le Héron cendré (*Ardea cinerea*) soient également présents. Seul le Fou de Bassan présente des marques anthropiques (sites de boucherie et fracturation) liées à sa consommation (Morales-Pérez *et al.* 2020).

À Nerja-Torca, on note la présence abondante du Fou de Bassan ainsi que d'autres espèces comme le Macareux moine de Scopoli (*Fratercula arctica*), le Grand Cormoran (*Phalacrocorax aristotelis*) et différentes espèces du genre *Puffinus* et de la famille des Anatidae (Hernández 1995).

Mammifères marins

Des restes de phoques ont été documentés à Nerja. L'espèce identifiée est *Monachus monachus* (phoque moine). Ils sont cités dans Nerja-Vestíbulo (NV5), où un vestige a été documenté (Pérez-Ripoll et Raga 1998) et dans la Sala de la Mina (NM16), d'où provient un autre (Álvarez-Fernández *et al.* 2022).

Les restes de cétacés proviennent de la Cueva Victoria et de différentes salles de la grotte de Nerja. À la Cueva Victoria (Phase B), un seul reste appartenant à l'espèce *Delphinus delphis* a été documenté (Álvarez-Fernández *et al.* 2022). Dix-huit restes osseux de dauphin commun (*Delphinus delphis)* proviennent de Nerja-Mina (NM14 et NM16-fouilles de F. Jordá) et montrent des signes d'altérations thermiques, de fragmentations d'origine anthropique et des stries de boucherie (Álvarez-Fernández *et al.* 2014) (**Fig. 6**), tandis que 11 proviennent de Nerja-Vestíbulo (NV7) (Pérez Ripoll et Raga 1998). Un fragment de côte d'un grand cétacé, sans preuve de manipulation humaine, provient de Nerja-Torca (Morales et Martín 1995). Enfin, M. Such (1920 p. 79) cite la présence d'une dent de mammifère marin à Hoyo de la Mina.

4 | DISCUSSION ET CONCLUSION

Les groupes magdaléniens qui peuplaient le littoral du sud-est péninsulaire disposaient d'une grande quantité de ressources marines sur le littoral, parmi lesquelles seules celles dont les parties formées par le carbonate de calcium permettant la fossilisation sont documentées dans les sites archéologiques. Il s'agit des coquilles, chez les mollusques ; de l'os, chez les céphalopodes (Seiche) ; des pinces, des mandibules et des fragments de carapace des crabes ; des plaques distinctes, chez les balanes ; des pointes, des carapaces et des éléments de la lanterne d'Aristote chez les échinodermes ; des dents et des os, chez les poissons et les mammifères marins et des os chez les oiseaux.

Ce type de vestiges est documenté presque exclusivement dans des gisements situés près de la côte. Une côte qui, pendant le Greenland Interstadial 1, était à environ 3 km de l'actuelle ligne de côte (Álvarez-Fernández *et al.* 2022 ; Jordá Pardo *et al.* 2011). Dans des gisements tels que Victoria et Nerja, de véritables «amas coquilliers» ont été documentés, associant des restes de ces organismes à

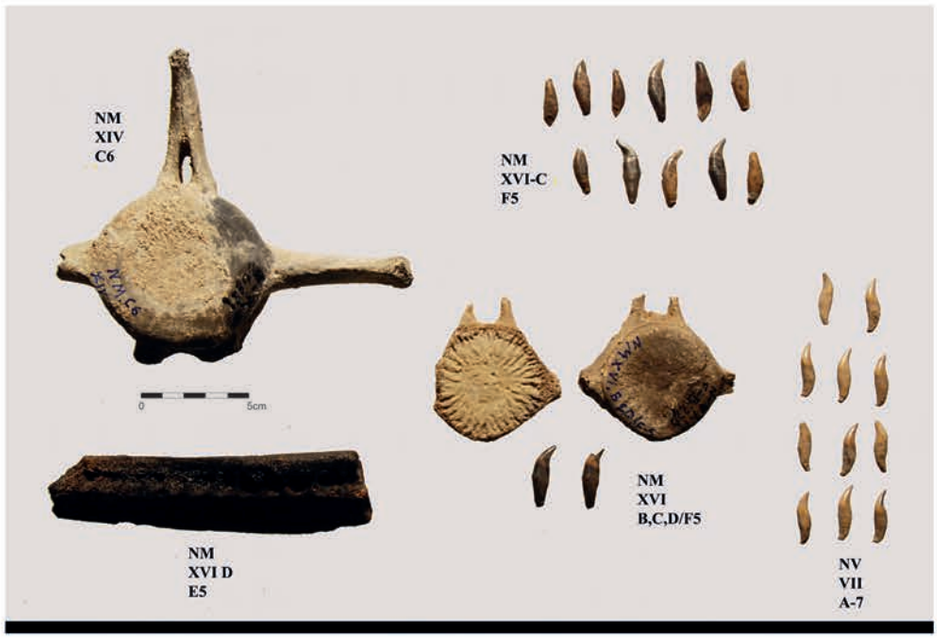


FIGURE 6

Cueva de Nerja. *Delphinus delphis*. Nerja-Mina (NM XIV et XVI) : os (fragments de vertèbres et de mâchoire) et dents altérées thermiquement. Nerja-Vestíbulo (NV VII) : dents. Cliché : J. Emili Aura.

Cueva de Nerja. Delphinus delphis. *Nerja-Mina (NM XIV and XVI): bones (fragments of vertebrae and of a mandible) and teeth with burn marks. Nerja-Vestíbulo (NV VII): teeth. Photo: J. Emili Aura.*

d'autres restes archéologiques (charbons, ossements de mammifères et coquilles d'invertébrés terrestres, artefacts lithiques et osseux, etc.). Au fur et à mesure que l'on avance vers l'intérieur des terres (qui dépassent 70 km de la côte en ligne droite, dans le cas d'El Prulejo), les restes d'origine marine se font de plus en plus rares et il s'agit presque toujours de coquillages sans intérêt alimentaire portant souvent des traces de manipulation humaine.

La récolte de mollusques est clairement confirmée dans une bonne partie des contextes étudiés et particulièrement bien documentée à la Cueva Victoria, dans les différentes salles de Nerja, mais aussi dans l'Abrigo 6 du Complejo del Humo, à Hoyo de la Mina, El Algarrobo, El Caballo et Los Mejillones (**tab. 1**), gisements situés entre 2 km et 9 km de la côte actuelle. On observe une récolte de mollusques vivant tous dans l´estran. Différents substrats rocheux (patelles, moules, escargots), sableux et vaseux (couteaux, coques et palourdes) sont documentés (Jordá Pardo 1984-1985 ; Jordá Pardo *et al.* 2016). Dans le cas de Nerja, la plus grande préférence pour les mollusques d'un certain substrat est probablement due aux variations au sein de la zone intertidale. Les informations disponibles sur l'évolution des tailles des mollusques (seules les données concernant la palourde des différents niveaux de la Cueva Victoria est disponible) confirment l'absence de surexploitation du milieu marin par le groupe qui habitait le site. Les mollusques semblent ramassés à la main, sans technologie spécialisée ; un fragment d'os ou une arête de pierre est par exemple suffisant pour déloger les patelles des rochers. En revanche, la connaissance des marées était nécessaire.

Les coquilles des mollusques ont servi de support à l'élaboration d'objets, particulièrement des objets de parure. Ils sont présents dans tous les sites archéologiques magdaléniens présentés ici (**tabl. 1**). Une sélection de certaines espèces est notée en fonction de leur forme, de leur couleur et de leur taille. Ce sont des mollusques sans valeur alimentaire collectés sur les plages au sein des thanatocénoses. La présence de gastéropodes (*Tritia pellucida*, *Nucella lapillus*, *Trivia* sp., etc.), de scaphopodes et dans une bien moindre mesure, de bivalves (*Glycymeris sp.*, *Pecten sp.*), a été mise en évidence dans cette synthèse. Les coquilles de certains bivalves (notamment *Pecten* sp.) servaient probablement de récipients, cuillères, lampes, etc. La présence de ces coquillages à l'intérieur ocré (partie concave de la valve) a été interprétée comme des récipients destinés à contenir des colorants, par exemple au Magdalénien de Las Caldas (Asturies) (Álvarez-Fernández 2017). La présence de ce type d'artefacts dans des endroits éloignés de la côte méditerranéenne est à souligner. L'exemple le plus paradigmatique est El Pirulejo, un site qui se situe à plus de 80 km des rivages méditerranéens et à au moins 200 km de l'Atlantique, dans lequel des espèces atlantiques (*Littorina obtusata*) et strictement méditerranéennes (*Tritia pellucida*) ont été documentées. La présence des espèces *Littorina obtusata* et *Nucella lapillus* pourrait indiquer une colonisation de la Méditerranée occidentale depuis l'Atlantique, puisqu'il s'agit d'espèces habitant les eaux froides (Álvarez-Fernández *et al.* 2022).

Les informations disponibles sur les céphalopodes (os de seiche) sont très rares (uniquement reconnues à Nerja et Hoyo de la Mina). Les petits fragments documentés indiquent probablement leur collecte sur les plages, peut-être comme abrasif ou comme matériau pour la fabrication d'artefacts.

En ce qui concerne les crustacés, des restes de crabes et de balanes ont été documentés. Les crabes ne proviennent que de la Cueva Victoria et de Nerja (jusqu'à présent, seul le genre *Carcinus* a été identifié). Compte tenu de leur

GISEMENTS	NIVEAUX	1	2	3	4	5	6	7	8
Pirulejo	2,3,4	•	•						
Abrigo 6-Complejo del Humo	6	•	•		•	•			
Hoyo de la Mina		•	•	•	•	•			•
Cueva Victoria	A, B, C	•	•			•	•	•?	
Cueva del Tesoro		•	•						
Nerja-Mina (Jordá Cerdá)	14, 15, 16	•	•	•	•	•	•	•	•
Nerja-Mina (Pellicer)	7 (MN-80A), 8 (NM80B)	•					•	•	•
Nerja-Vestíbulo	5, 6, 7	•	•		•	•	•	•	•
Nerja-Torca	13	•					•	•	•
El Algarrobo	IV, V VI	•	•						
El Caballo	IV, III, II	•	•				•?		
Abrigo de los Mejillones	I	•							

— TABLEAU 1 —

Présence de restes archéozoologiques d'origine marine dans les contextes magdaléniens du sud-est de la péninsule Ibérique. 1. Mollusques-nourriture ; 2. Mollusques-parure ; 3. Céphalopodes ; 4. Crustacés ; 5. Échinodermes ; 6. Poissons ; 7. Oiseaux ; 8. Mammifères.

Presence of Zooarchaeology remains of marine origin in the Magdalenian contexts (South-east of the Iberian Peninsula). 1. Molluscs-food; 2. Molluscs-ornaments; 3. Cephalopods; 4. Crustaceans; 5. Echinoderms; 6. Fish; 7. Birds; 8. Mammals.

rareté, leur capture était probablement opportuniste, à l'époque où elle était réalisée dans la zone intertidale. Quant à la balane *perforatus perforatus*, sa présence à Nerja s'explique par le fait que ces balanes étaient introduites indirectement. Elles vivent en effet sur la coquille de mollusques marins, comme les moules et les patelles. Elles contiennent une faible valeur nutritive, car sont de très petite taille. La présence de cette espèce indique la collecte à marée basse des mollusques, dans les substrats rocheux de la zone infralittorale, dans les zones battues par la mer.

Les balanes de baleines *T. major* et *C. complanatus* documentées à Nerja-Mina et à la Cueva Victoria témoignent de stratégies de récupération axées sur les baleines échouées sur la côte, auxquelles des groupes magdaléniens ont accédé pour couper des fragments de peau, de viande et de gras transportés ensuite vers les lieux d'habitat. Ces balanes incrustées dans la peau étaient alors retirées lors du processus de préparation des aliments. Leur découverte nous donne donc des informations indirectes sur la consommation des cétacés (Álvarez-Fernández *et al.* 2014, 2022).

En ce qui concerne les oursins, les informations les plus détaillées proviennent de Nerja (Vestíbulo et Mina). Dans ce gisement, on pense que *P. lividius*, en raison du grand nombre de restes récupérés, a été collecté comme nourriture dans la zone intertidale près du site, bien qu'il ne soit pas exclu qu'ils aient été apportés indirectement (via le système digestif des Sparidés). Dans le cas d'*E. pusillus*, et compte tenu de la rareté des restes et de la petite taille de l'espèce, sa présence est probablement liée à une introduction indirecte sur le site, via le système digestif des Sparidés, poissons consommés dans les deux salles de la grotte, ou parce que ces invertébrés sont arrivés accrochés à d'autres produits collectés sur la côte (Villalba *et al.* 2007).

Les informations sur la pêche des poissons et sur la capture d'oiseaux marins sont très rares dans les sites magdaléniens du sud-est de la péninsule Ibérique. Seule Nerja nous offre des données concluantes. Les données dont nous disposons sur la pêche indiquent une prédilection pour les Sparidés, comme on peut le voir à la Cueva Victoria et Nerja. Dans ce dernier site, différents taxons sont notés qui nous renseignent sur la capture de poissons vivant dans différents milieux : en estuaire (Mugilidae) et sur substrat sableux (Sparidae et Carangidae) et rocheux (Labridae). En ce qui concerne les périodes de capture à Nerja-Mina, la pêche de Scombridés, Carangidés et Belonidés à la belle saison est proposée (Aura *et al.* 2002). Les données sur la transformation des différentes espèces identifiées comme aliments (traces de découpe, altérations thermiques) sont cependant très rares. Des informations indirectes sur la capture de poissons proviennent de la présence de harpons/armatures barbelées en bois de cervidé et en os documentés à Hoyo de la Mina, la Cueva Victoria, El Higuerón et Nerja. Cependant, ces artefacts sont liés à la fois à la pêche et à la chasse (Cleyet-Merle 1990). Les bipointes, fabriquées à partir des os de petites proies (oiseaux et léporidés) sont présentes à Hoyo de la Mina, la Cueva Victoria et Nerja (Aura *et al.* 2013 et 2016). Si l'on s'en tient aux parallèles ethnographiques, les bipointes auraient pu servir à la fois pour la pêche et pour la chasse aux oiseaux (Read 1910 ; Averbough 2003). La présence de représentations de l'ichtyofaune dans l'art pariétal est citée à La Pileta, la Cueva del Tesoro et Nerja (Sanchidrián 1990, 1994 ; Cantalejo *et al.* 2006). Cependant, il n'est pas possible d'identifier les espèces peintes.

Les informations sur la présence d'oiseaux marins néritiques-pélagiques et d'oiseaux maritimes-côtiers sont très rares au cours du Magdalénien. Dans le Sud péninsulaire, il existe des preuves de l'exploitation des oiseaux comme nourriture à Nerja (Sala de la Mina et Sala del Vestíbulo), en particulier du Fou de Bassan. De plus, l'identification de cette espèce, mais aussi du Guillemot de Troïl et du Grand Pingouin, espèces considérées boréales, indiquerait qu'ils ont probablement été capturés pendant les mois d'hiver, lorsque ces oiseaux migraient des régions du nord de l'Europe (Eastham 1986 ; Morales-Pérez *et al.* 2020). Il est également prouvé que leurs os ont été utilisés pour l'élaboration de pointes doubles (humérus du Fou de Bassan) à Nerja (Aura et Pérez 1998 ; Aura *et al.* 2016). Comme nous l'avons souligné dans le cas des poissons, les bipointes en os (la Cueva Victoria, Nerja) auraient pu être utilisées pour chasser ces animaux. Au-delà des vestiges archéozoologiques, l'intérêt des groupes magdaléniens pour les oiseaux est évident puisque l'on retrouve des représentations de ces vertébrés peintes sur les parois des grottes d'Ardales (échassier) et de Nerja (Anatidae ?) (Sanchidrián 1990, 1994 ; Cantalejo *et al.* 2006).

Les restes de mammifères marins, phoques et dauphins, sont également rares et uniquement documentés à Nerja. Nous n'avons aucune preuve qu'ils aient été chassés. Il est très probable qu'ils aient été transportés en quartiers sur le site depuis la zone côtière où ils se seraient échoués et où leur viande et leur graisse auraient été prélevées. Comme nous l'avons indiqué, la présence de balanes de baleine à Nerja et la Cueva Victoria, montre également une utilisation de cétacés de grande taille. Compte tenu de l'absence de restes osseux sur les sites, il est probable que les animaux aient été traités dans les zones d'échouage, et que la peau, la graisse et la viande aient été transportées dans la grotte. En ce sens, Il convient également de noter que la présence de macro outils lithiques (galets présentant des arêtes fracturées avec des marques de percussion) documentés dans les gisements littoraux magdaléniens (Aura *et al.* 2016) est liée aux activités de traitement de l'os de cétacés, mais également d'autres ressources marines, comme, par exemple, pour casser les coquilles d'oursins.

Enfin, il convient de noter qu'il n'existe pas à ce jour de vestiges humains de la période magdalénienne dans les sites de la péninsule sud-est, sur lesquels on aurait effectué des analyses isotopiques ou d'autres analyses (usure dentaire, tartre, etc.) permettant de mieux préciser le type de régime alimentaire de ces groupes de chasseurs-collecteurs de coquillages. Nous proposons l´hypothèse que le régime alimentaire de ces groupes, basé principalement sur l'acquisition d'animaux terrestres et de végétaux, était complété par la collecte (mollusques, crustacés, échinodermes), la pêche et le charognage d'animaux marins (mammifères marins échoués).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ E. 2017 - Los moluscos marinos de los niveles solutrenses y magdalenienses de la Cueva de Las Caldas (Priorio, Oviedo, Asturias). *In*: M. S. CORCHÓN, M. S. (Éd.), *La cueva de las Caldas (Priorio, Oviedo). Ocupaciones magdalenienses en el valle del Nalón*. Salamanca: Universidad de Salamanca, p. 159-171, (Estudios Históricos y Geográficos, nº 86).

ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ E., AURA TOTOSA J. E., JORDÁ PARDO J. F., PALOMERO-JIMÉNEZ I., APARICIO Mª T., CABELLO L., CANTALEJO P., CARRIÓN Y., ESPEJO Mª M., FERNÁNDEZ GÓMEZ Mª J., GARCÍA-IBAIBARRIAGA N., MAESTRO A., MARLASCA R., MARTÍN F. J., MURELAGA X., VADILLO M., PEREZ-RIPOLL M. 2022 - Maritime-oriented foragers during the Late Pleistocene in the Eastern Sun Coast (Southeast Iberia): Victoria Cave (Rincón de la Victoria, Málaga, Spain). *Heliyon*, 8 (6): https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09548.

ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ E., CARRIOL R.-P., JORDÁ J. F., AURA TORTOSA J. E., AVEZUELA B., BADAL E., CARRIÓN Y., GARCÍA GUINEA J., MAESTRO A., MORALES J. V., PÉREZ G., PÉREZ-RIPOLL M., RODRIGO-GARCÍA M. J., SCARFF J. E., VILLALBA M. P., WOOD R. 2014 - Occurrence of Whale Barnacles in Nerja Cave (Málaga, Southern Spain): Indirect Evidence of Whale Consumption by Humans in the Upper Magdalenian. *Quaternary International*, 337, p. 163-169.

AURA, J.E., PÉREZ RAGA, C.I. 1998 - ¿Micropuntas dobles o anzuelos? Una propuesta de estudio a partir de los materiales de la Cueva de Nerja (Málaga). *In*: J.L. SANCHIDRIÁN, Mª D. SIMÓN (Éds.), *Las culturas del Pleistoceno superior en Andalucía*. Málaga: Patronato de la Cueva de Nerja, p. 339-348.

AURA TORTOSA J. E., JORDÁ PARDO J. F., PÉREZ-RIPOLL M., RODRIGO-GARCÍA M. J., BADAL E., GUILLEM P. 2002 - The far south: the Pleistocene-Holocene transition in the Nerja Cave (Andalucía, Spain). *Quaternary International*, 93-94, p. 19-30.

AURA TORTOSA J.E., JORDÁ PARDO J.F., PÉREZ-RIPOLL M., BADAL E., TIFFAGOM M., MORALES-PÉREZ J.V., AVEZUELA B. 2013 - Concheros del sur de Iberia en el límite Pleistoceno-Holoceno. *In*: M. DE LA RASILLA (Éd.), *F. Javier Fortea Pérez. Universitatis Ovetensis Magister. Estudios en homenaje*, Oviedo: Universidad de Oviedo, p. 179-194.

AURA TORTOSA J. E., JORDÁ PARDO J. F., ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ E., PÉREZ-RIPOLL M., AVEZUELA B., MORALES-PÉREZ J. V., RODRIGO-GARCÍA Mª J., MARLASCA R., ALCOVER J. A., JARDÓN, P., PÉREZ C. I., PARDO S., MAESTRO A., VILLALBA M. P., SALAZAR-GARCÍA, D. C. 2016 - Palaeolithic-Epipalaeolithic Sea People of the Southern Iberian coast (Spain): an overview. *In*: G. MARCHAND, C. DUPONt (Éds), *Archéologie des chasseurs-cueilleurs maritimes : de la fonction des habitats à l'organisation de l'espace littoral*. Paris : Séances de la Société préhistorique Française, nº 6, p. 69-92.

AURA TORTOSA J.E., VADILLO M., JORDÁ PARDO J.F. 2021 - El Magdaleniense en Andalucía. *In*: M. BEA, R. DOMINGO, C. MAZO, L. MONTES ET J. M. RODANÉS (Éds.), *De la mano de la Prehistoria. Homenaje a Pilar Utrilla Miranda*. Zaragoza : Universidad de Zaragoza, p. 243-258, (Monografías Arqueológicas, n° 57).

AVERBOUH A. 2003 - Les petits éléments droits à double pointe. *In*: J. CLOTTES, H. DELPORTE (Éds.), *La grotte de la Vache (Ariège). Fouilles Romain Robert, I. Les occupations du Magdalénien*, Paris : CTHS, p. 353-356, (Documents préhistoriques, nº 16).

CACHO I., GRIMALT J.O., PELEJERO C., CANALS M., SIERRO F.J., FLORES J., SHACKLETON N. 1999 - Dansgaard-Oeschger and Heinrich event imprints in Alboran Sea paleotemperatures. *Paleoceanography,* 14 (6), p. 698-705.

CACHO I., GRIMALT J.O., CANALS M., SBAFFI L., SHACKLETON N.J., SCHÖNFELD J., ZAHN R. 2001 - Variability of the western Mediterranean Sea surface temperature during the last 25.000 years and its connection with the Northern Hemisphere climate changes. *Paleoceanography,* 16 (1), p. 40-52.

CANTALEJO P., MAURA R., ESPEJO M., RAMOS J. F., MEDIANERO J., ARANDA A., DURÁN J. J. 2006 - *Cueva de Ardales : Arte prehistórico y ocupación en el Paleolítico Superior*. Málaga : Diputación Provincial de Málaga, Centro de Ediciones de la Diputación de Málaga.

CLEYET-MERLE J.-J. 1990 - *La Préhistoire de la Pêche*. Paris : Errance, (Collection des Hespérides).

CORTÉS M., MORALES A., SIMÓN, Mª. D., BERGADÀ M. M., DELGADO A., LÓPEZ P., LÓPEZ J. A., LOZANO, M. C., RIQUELME J. A., ROSELLÓ E., SÁNCHEZ A., VERA J. L. 2008 - Paleoenvironmental and cultural dynamics of the coast of Málaga (Andalusia, Spain) during the Upper Pleistocene and early Holocene. *Quaternary Science Reviews*, 27, p. 2176-2193.

CORTÉS M., SIMÓN, M. D. 2008 - Manifestaciones simbólicas. *In*: *El Pirulejo (Priego de Córdoba). Cazadores-recolectores del Paleolítico superior en la Sierra Subbética. Estudios en homenaje a la profesora María Dolores Asquerino*. Córdoba : Museo Histórico Municipal de Priego de Córdoba, p. 185-191, (Antiqvitas, nº 20.)

EASTHAM A. 1986 - The birds of the Cueva de Nerja. *In*: J. F. JORDÁ PARDO (Éd.), *La Prehistoria de la Cueva de Nerja*, Málaga : Patronato de la Cueva de Nerja, p. 107-131.

FERRER J. E., MARQUÉS I., CORTÉS M., RAMOS J., BALDOMERO A. 2006 - Excavaciones en cueva de Hoyo de la Mina (Málaga, Andalucía, España). Contrastación de una secuencia arqueológica clásica en el estudio del Tardiglaciar-Holoceno antiguo en el sur de la Península Ibérica. *In:* J. L. SANCHIDRIÁN, A. M. MÁRQUEZ, J. M. FULLOLA (Éds.), *La cuenca mediterránea durante el Paleolítico superior 38000-10000 años*. Fundación Cueva de Nerja, Nerja, p. 316-325.

GARCÍA J. R. 1985 - La Cueva de los Mejillones : nueva estación del Magdaleniense Mediterráneo español con industria ósea. *Anales de Prehistoria y Arqueología*, 1, p. 13-22.

GROOTES P.M., STUIVER M., WHITE J.W.C., JOHNSEN S., JOUZEL J. 1993 - Comparison of Oxygen Isotope Records from the GISP2 and GRIP Greenland Ice Core. *Nature,* 366, p. 552-554.

HERNÁNDEZ F.Á 1995 - Cueva de Nerja: las aves de las campañas de 1980 y 1982. *In*: M. PELLICER, A. MORALES (Éds.), *La fauna holocena de la Cueva de Nerja I*. Málaga: Patronato de la Cueva de Nerja, p. 219-293, (Trabajos sobre la Cueva de Nerja, nº 5).

JORDÁ PARDO J. F. 1981 - La malacofauna de la cueva de Nerja (I). *Zephyrvs*, 32-33, p. 87-99.

JORDÁ PARDO, J. F. 1982 - La malacofauna de la cueva de Nerja (II) : Los elementos ornamentales. *Zephyrvs*, 34-35, p. 89-98.

JORDÁ PARDO, J. F. 1984-1985 - La malacofauna de la cueva de Nerja (III): Evolución medioambiental y técnicas de marisqueo. *Zephyrvs*, 37-38, p. 143-154.

JORDÁ PARDO J.F., AURA TORTOSA J.E. 2008 - 70 fechas para una cueva. Revisión crítica de 70 dataciones C14 del Pleistoceno superior y Holoceno de la Cueva de Nerja (Málaga, Andalucía, España). *Espacio, Tiempo y Forma. Serie I. Nueva Época, Prehistoria y Arqueología*, 1, p. 239-256.

JORDÁ PARDO J. F., AURA TORTOSA J. E., AVEZUELA B., ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ E., GARCÍA-PÉREZ A., MAESTRO A. 2016 - Breaking the Waves: Human Use of Marine Bivalves in a Microtidal Range Coast during the Upper Pleistocene and the Early Holocene, Vestíbulo chamber, Nerja Cave (Málaga, southern Spain). *Quaternary International*, 407, p. 59-79.

JORDÁ PARDO J. F., AURA TORTOSA J. E., MARTÍN, C., AVEZUELA, B. 2010 - Archaeomalacological remains from the Upper Pleistocene-Early Holocene record of the Vestíbulo of Nerja Cave (Málaga, Spain). *In*: ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ E., CARVAJAL-CONTRERAS D. R. (Éds.), *Not only food. Marine, Terrestrial and Freshwater Molluscs in Archaeological Sites*. Donostia: Sociedad de Ciencias Aranzadi, Munibe nº 31, p. 78-87.

JORDÁ-PARDO J. F., MAESTRO A., AURA TORTOSA J. E., ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ E., AVEZUELA B., BADAL E., MORALES-PÉREZ J. V., PÉREZ-RIPOLL M., VILLALBA Mª P. 2011 - Evolución paleográfica, paleoclimática y paleoambiental de la costa meridional de la Península Ibérica durante el Pleistoceno superior. El caso de la Cueva de Nerja (Málaga, Andalucía, España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Geológica*, 105 (1-4), p. 137-147.

MAESTRO A., LÓPEZ J., LLAVE E., BOHOY F., ACOSTA J., HERNÁNDEZ F.J., MUÑOZ A., JANÉ G. 2013 - Geomorphology of the Iberian Continental Margin. *Geomorphology*, 196, p. 13-35.

MARQUÉS I., RUÍZ A. 1976 - El Solutrense en la Cueva del Tajo del Jorox. Alozaina (Málaga). *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 1, p. 47-58.

MARTÍNEZ-ANDREU M. 1987 - *El Magdaleniense superior en la costa de Murcia*. Murcia : Consejería de cultura educación y turismo, (Colección Documentos nº 2).

MARTÍNEZ-ANDREU M. 1992a - El depósito estratigráfico finipaleolítico de la Cueva del Caballo (Cartagena, Murcia). *Cuaternario y Geomorfología*, 6, p. 31-43.

MARTÍNEZ-ANDREU M. 1992b - La Cueva del Algarrobo. *Memorias de Arqueología*, 5, p. 35-39.

MARTÍNEZ-ANDREU, M. 2002 - La Cueva del Algarrobo (Mazarrón, Murcia). Balance de las intervenciones de 1986 a 1996. *Memorias de Arqueología*, 11, p. 45-66.

MEDINA-ALCAIDE M. A. 2015 - Remains of prehistoric illumination into inner archaeological context of the decorated caves: types and archaeological potential/ Indicios de iluminación prehistórica en el contexto interno de las cuevas decoradas : tipos y potencial arqueológico. *IFRAO2015/ARKEOS*, 37, p. 505-510.

MEESE D., ALLEY R., GOW T., GROOTES P.M., MAYEWSKI P., RAM M., TAYLOR K., WADDINGTON E., ZIELINSKI G. 1994 - *Preliminary depth-age scale of the GISP2 ice core. CRREL Special Report 94-1*. Hanover, New Hampshire: Cold Regions Research and Engineering Laboratory.

MONTES R. 1985 - Excavaciones en Cueva Perneras, Lorca (Murcia). *Noticiario Arqueológico Hispánico*, 23, p. 7-59.

MORALES A, MARTÍN J. M. 1995 - Los mamíferos de la cueva de Nerja (análisis de las cuadrículas NM-80A, NM-80B y NT-82). *In*: M. PELLICER, A. MORALES (Éds.), *Faunas de la Cueva de Nerja I. Salas de la Mina y de la Torca. Campañas 1980-1982*. Nerja : Patronato de la Cueva de Nerja, p. 59-159, (Trabajos sobre la Cueva de Nerja, nº5).

MORALES-PÉREZ J. V., ALCOVER J. A., JORDÁ PARDO J. F., AURA TORTOSA J. E. 2020 - Avifauna de la cueva de Nerja (30,5-7,2 ka cal BP). Tafonomía, Taxonomía, Paleoclimatología y contextualización arqueológica. *In:* C. REAL, J. E. AURA, V. VILLAVERDE (Éds.), *Estudios de Arqueozoología y Tafonomía de la península ibérica, Homenaje al Profesor Manuel Pérez Ripoll*. València : Universitat de València, p. 259-276, (Sagvntum-Extra, nº 21).

MUÑOZ V. E. 1998 - Elementos ornamentales de El Pirulejo (Priego de Córdoba, Córdoba) en el contexto de Andalucía. *In*: J. L. Sanchidrian, M. D. Simon (Eds.), *Las culturas del Pleistoceno en Andalucía*. Nerja : Patronato de la Cueva de Nerja, p. 189-196.

NAVARRETE I., VERA J. L., LOZANO, M. C. 2004 - Escafópodos (Scaphopoda, mollusca) del Plioceno en el material de adorno del yacimientos prehistórico del Hoyo de la Mina (Málaga, España). *In*: *XX Jornadas de la Sociedad española de Paleontología*. Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá, p. 135-136.

PELLICER M., MORALES A. 1995 (Eds.) - *Faunas de la Cueva de Nerja I. Salas de la Mina y de la Torca. Campañas 1980-1982*. Nerja : Patronato de la Cueva de Nerja, (Trabajos sobre la Cueva de Nerja, n° 5).

PÉREZ-RIPOLL M., RAGA J. A. 1998 - Los mamíferos marinos en la vida y en el arte de la Prehistoria de la Cueva de Nerja. *In*: J. L. SANCHIDRIÁN, M. D. SIMÓN (Éds.), *Las culturas del Pleistoceno Superior en Andalucía*. Homenaje al profesor Francisco Jordá Cerdá. Málaga : Patronato de la Cueva de Nerja, p. 251-275.

RAMOS J., CORTÉS M., AGUILERA R., LOZANO M.C., VERA J.L., SIMÓN M.D., RAMOS R. 2006 - El Magdaleniense y Epipaleolítico del Abrigo 6 del Complejo del Humo (La Araña, Málaga). *In*: J.L. SANCHIDRIÁN, A.M. MÁRQUEZ, J.M. FULLOLA (Éds.), *La Cuenca Mediterránea durante el Paleolítico Superior 38000-10000 años*. Málaga : Fundación Cueva de Nerja, p. 326-341, (IV Simposio de Prehistoria Cueva de Nerja).

READ C. H. 1910 - *British Museum. Handbook to the Ethnographical Collections*. Oxford: Oxford University Press.

ROMÁN D., MARTÍNEZ-ANDREU M., AGUILELLA G., FULLOLA J.M., NADAL J. 2020 - Shellfish collectors on the seashore: the exploitation of the marine environment between the end of the Paleolithic and the Mesolithic in the Mediterranean Iberia. *Journal of Island and Coastal Archaeology,* 17 (1): https://doi.org/10.1080/15564894.2020.1755395.

ROSELLÓ E., MORALES A., CAÑAS J. M. 1995 - Estudio ictioarqueológico de la Cueva de Nerja (prov. Málaga): Resultados de las campañas de 1980 y 1982. *In*: M. PELLICER, A. MORALES (Éds.), *Faunas de la Cueva de Nerja I. Salas de la Mina y de la Torca. Campañas 1980-1982*. Nerja : Patronato de la Cueva de Nerja, p. 163-217, (Trabajos sobre la Cueva de Nerja, nº 5).

SANCHIDRIÁN J. L. 1990 - *Arte Rupestre Paleolítico de Andalucía*. Málaga : Universidad de Málaga (Thèse N. D.).

SANCHIDRIÁN J. L. 1994 - *Arte Rupestre de la Cueva de Nerja*. Málaga : Patronato de la Cueva de Nerja, (Trabajos sobre la Cueva de Nerja, nº 4).

SERRANO F., LOZANO J. L., VERA J. L., GUERRA A. 1995 - Malacofauna en yacimientos prehistóricos de la Cueva de Nerja. *In*: M. PELLICER, A. MORALES (Éds.), *Faunas de la Cueva de Nerja I. Salas de la Mina y de la Torca. Campañas 1980-1982*. Nerja : Patronato de la Cueva de Nerja, p. 297-373, (Trabajos sobre la Cueva de Nerja, n° 5).

SIMÓN M. D., NAVARRETE I., CORTÉS M., LOZANO M. C. VERA J. L. 2006 - Nuevos elementos simbólicos sobre soporte malacológico del Paleolítico Superior de la provincia de Málaga (Andalucía, España). *In*: J. L. SANCHIDRIÁN, A. M. MÁRQUEZ, J. M FULLOLA (Éds.), L*a Cuenca Mediterránea durante el Paleolítico Superior: 38000–10000 años)*. Málaga : Fundación Cueva de Nerja, p. 366-378.

SUCH M. 1920 - *Avance al estudio de la caverna Hoyo de la Mina en Málaga*. Málaga : Boletín de la Sociedad Malagueña de Ciencias.

VERA J. L., NAVARRETE I., LOZANO M. C. 2004 - Los escafópodos fósiles (Mollusca, Scaphopoda) del yacimiento prehistórico del Hoyo de la Mina (Málaga, España). *Pliocénica*, 4, p. 36-50.

VILLALBA M.P., JORDÁ PARDO J.F., AURA TORTOSA E. 2007 - Los equínidos del Pleistoceno superior y del Holoceno del registro arqueológico de la Cueva de Nerja (Málaga, España). *Cuaternario y Geomorfología*, 21, p. 133-148.

WANG Y.J., CHENG H., EDWARDS R.L., AN Z.S., WU J.Y., SHEN C.C., DORALE, J.A. 2001 - A High-Resolution Absolute-Dated Late Pleistocene Monsoon Record from Hulu Cave, China. *Science*, 294 (5550), p. 2345-2348.

WENINGER B., JÖRIS O. 2008 - A 14C age calibration curve for the last 60 ka: the Greenland-Hulu U/Th timescale and its impact on understanding the Middle to Upper Paleolithic transition in Western Eurasia. *Journal of Human Evolution*, 55, p. 772-781.

DU PHOQUE DANS LE MAGDALÉNIEN DE LA VACHE (ALLIAT, ARIÈGE, FRANCE) : QUAND LES CHASSEURS DE BOUQUETIN S'INTÉRESSENT AUX MAMMIFÈRES MARINS

Jean-Baptiste Mallye[a]
Jean-Marc Pétillon[b]

a. *CNRS PACEA UMR 5199, Université de Bordeaux, Bât. B2, Avenue Geoffroy Saint-Hilaire, CS500023, FR-33615 Pessac CEDEX - jean-baptiste.mallye@u-bordeaux.fr*
b. *CNRS TRACES UMR 5608 Maison de la recherche, Université Toulouse 2, 5 allées Antonio-Machado, FR-31058 Toulouse cedex) - petillon@univ-tlse2.fr*

RÉSUMÉ

La grotte de La Vache (Alliat, Ariège) est connue par la richesse du matériel tant lithique qu'osseux laissé par les populations du Magdalénien et de l'Azilien. La faune recueillie montre un spectre très diversifié comprenant une trentaine de taxons de mammifères et une vingtaine d'espèces d'oiseaux. Une récente visite de la collection Romain Robert provenant des fouilles de la Salle Monique nous a permis d'identifier cinq vestiges osseux attribuables à un phocidé. Ces restes appartiennent au squelette post-crânien d'au moins deux individus adultes et portent des traces d'intervention humaine. Leur détermination spécifique n'est pas encore assurée, mais ils se rapportent avec certitude à une espèce de phoque atlantique, peut-être le phoque gris (*Halichoerus grypus*). Ils sont donc les témoins d'un territoire d'acquisition large et d'un transport de tout ou partie de carcasses au moins depuis une vallée fluviale, voire depuis le littoral. Ils constituent ainsi une source de réflexion supplémentaire sur les stratégies d'acquisition et de transport des ressources animales au Tardiglaciaire.

HORS-SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 1 | Les occupations côtières de la Préhistoire à l'actuel : adaptations des populations humaines au milieu littoral, utilisation des ressources marines et réseaux de diffusion

PAGES 64 À 77

MOTS-CLÉS Phoque, Phocidé, boucherie, transport, archéozoologie, Tardiglaciaire, Magdalénien

ABSTRACT

Seals in the Magdalenian of La Vache cave (Alliat, Ariège, France): when ibex hunters take an interest in sea mammals

The Grotte de La Vache is located on the commune of Alliat in Ariège. The numerous engraved bones and manuports, the wealth of lithic and bone artefacts and the radiocarbon dates attest of the repeated occupations by hunter-gatherers groups during the Late Glacial. The faunal remains collected reveal a large and broad spectrum including about thirty taxa of mammals and about twenty species of birds. A recent visit to the Romain Robert collection from the Salle Monique collection allowed us to identify five bone remains attributable to a phocid. These remains belong to the post-cranial skeleton and more specifically to an anterior flipper of two adults. Their specific identification is not yet assured, but they are definitely related to a species of Atlantic seal, possibly the grey seal (*Halichoerus grypus*). We identified several marks of human intervention that may be related to skinning and cooking process. These remains are evidence of a large acquisition territory and of the transport of all or part of the carcasses at least from a river valley, or even from the Atlantic coasts. They constitute an additional source of insight for the acquisition and transport of animal resources during the Late Glacial.

KEY-WORDS Seal, Phocid, butchery, transport, zooarchaeology, Late Glacial, Magdalenian

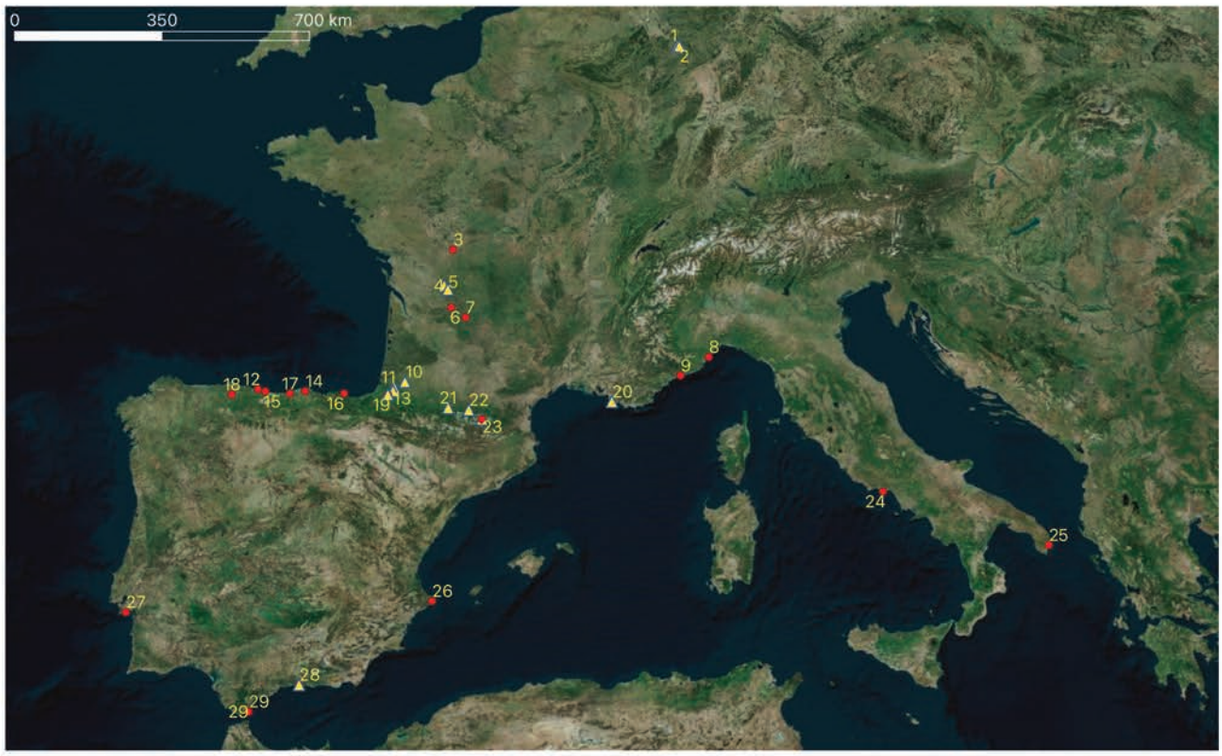
INTRODUCTION

Les restes de phoques sont assez peu représentés dans les archéofaunes du Paléolithique européen. Cela s'explique par le fait que la plupart des sites côtiers du Paléolithique ont été ennoyés ou détruits suite à la transgression marine amorcée à la fin du Tardiglaciaire et qui s'est poursuivie durant l'Holocène (Erlandson 2001). Heureusement, quelques séries archéologiques des côtes du nord et du sud-est de l'Espagne, ainsi que de rares séries en France, ont livré des restes de ces animaux. Si en Espagne les traces de l'exploitation des carcasses de phoque dans un but alimentaire commencent à être documentées (Morales-Pérez *et al.* 2019), en France, nous sommes face à une lacune de ce type de données. Paradoxalement, il y existe plus de figurations de phocidés dans l'art pariétal et mobilier que de traces d'exploitation de phocidés dans les archéofaunes. Nous présentons ici la découverte de cinq restes qui ont été reconnus suite au réexamen de la collection de faune conservée au CCE de Tarascon-sur-Ariège et qui provient de la Salle Monique de la grotte de La Vache, site des Pyrénées ariégeoises. Ces restes, qui ne sont pas encore déterminés spécifiquement avec certitude, contribuent à combler autant que faire se peut cette lacune documentaire pour le Paléolithique du Sud-Ouest européen.

LE SITE

La grotte de La Vache est localisée sur la commune d'Alliat, en Ariège (**fig. 1**). Il s'agit d'une cavité d'un développement de plus de 200 m, creusée dans les calcaires de l'Aptien à faciès urgonien du Crétacé inférieur. Cette cavité est située à une altitude de 595 m et à 75 m au-dessus de la rivière du Vicdessos, affluent de l'Ariège. Elle fut fouillée dès 1866 par Félix Garrigou qui, après une fouille sur 150 m^2 dans la salle d'entrée, mit au jour une séquence sédimentaire stratifiée livrant au sommet les témoins d'une occupation protohistorique et, sous un épais plancher stalagmitique, un important ensemble de plus de 60 000 ossements et du matériel lithique qu'il attribuait à « l'Âge du Renne ». La grotte fut par la suite fouillée de manière ponctuelle et abondamment pillée par des clandestins. De 1941 à 1950, Romain Robert fouilla de nouveau la salle d'entrée de la grotte (salle Félix Garrigou), retrouva la stratigraphie décrite par Garrigou qu'il attribua au Magdalénien et identifia un niveau azilien situé juste sous le plancher stalagmitique. De 1952 à 1964, il fouilla la salle Monique et mit en évidence sous le plancher stalagmitique une couche archéologique (80 cm de puissance au maximum) renfermant du matériel en très grande partie attribuable au Magdalénien supérieur (Clottes, Delporte 2003).

La collection faunique de la salle Monique a fait l'objet, dans les années 1990 et 2000, de différents travaux universitaires publiés par la suite (Laroulandie 2000, 2003, 2005 ; Pailhaugue 1993, 1995, 1998, 2003). Ces travaux portant sur près de 140 000 restes fauniques identifiés ont mis en évidence un spectre très diversifié, largement dominé par le bouquetin, le renne et le chamois en ce qui concerne les restes d'herbivores, mais également tourné vers une exploitation de l'avifaune avec une collection remarquable de restes de lagopèdes et de chocards. Actuellement, la faune est répartie principalement entre



— FIGURE 1 —

Inventaire des sites du Paléolithique et du Mésolithique ayant livré des restes de phoque (cercles) ou des représentations de Phocidés (triangles) d'après Pétillon (2018). 1 : Andernach ; 2 : Gönnersdorf ; 3 : La Marche ; 4 : Montgaudier ; 5 : Mège ; 6 : Raymonden ; 7 : Castanet ; 8 : Arene Candide ; 9 : Le Vallonet ; 10 : Brassempouy ; 11 : Duruthy ; 12 : Tito Bustillo ; 13 : Bourrouilla ; 14 : La Garma A ; 15 : La Riera ; 16 : Santa Catalina ; 17 : Altamira ; 18 : Las Caldas ; 19 : Isturitz ; 20 : Cosquer ; 21 : Gourdan ; 22 : Enlène ; 23 : La Vache ; 24 : San Agostino ; 25 : Romanelli ; 26 : Las Cendres ; 27 : Figuera Brava ; 28 : Nerja ; 29 : Vangard ; 30 : Gorham's Cave.

Map of Palaeolithic and Mesolithic sites with seal remains (circles) or Phocid representations (triangles) according to Pétillon (2018) 1: Andernach; 2: Gönnersdorf; 3: La Marche ; 4: Montgaudier ; 5: Mège ; 6: Raymonden ; 7: Castanet ; 8: Arene Candide ; 9: Le Vallonet ; 10: Brassempouy ; 11: Duruthy ; 12: Tito Bustillo ; 13: Bourrouilla ; 14: La Garma A ; 15: La Riera ; 16: Santa Catalina ; 17: Altamira ; 18: Las Caldas ; 19: Isturitz ; 20: Cosquer ; 21: Gourdan ; 22: Enlène ; 23: La Vache ; 24: San Agostino ; 25: Romanelli ; 26: Las Cendres ; 27: Figuera Brava ; 28: Nerja ; 29 Vangard ; 30: Gorham's Cave.

le Musée d'Archéologie nationale, à Saint-Germain-en-Laye, et le Centre de Conservation et d'Étude (CCE) de Tarascon-sur-Ariège. C'est de cette dernière collection que provient le matériel que nous présentons. Il s'agit de restes attribuables à un phocidé qui ont été découverts récemment dans le matériel non déterminé lors d'une réévaluation de la collection faunique de la salle Monique. Relativement rares dans le registre des archéofaunes du Paléolithique, ils font écho à la gravure de deux phoques probables identifiée dans le même site (Sauvet *et al.* 2003, Simmonnet 2003) et méritaient donc d'être portés à la connaissance de tous.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

À ce jour, la collection de restes de phocidé se compose de cinq restes (**fig. 2**). Nous avons pu identifier deux métapodes, une deuxième phalange et deux dernières phalanges. Quatre de ces cinq restes peuvent, d'après leur marquage, être localisés en stratigraphie ainsi qu'en plan sur le carroyage des fouilles Robert. Ils se répartissent sur trois des quatre décapages distingués à la fouille (1, 3, 3 et 4) ; deux proviennent de carrés proches de la paroi sud-est de la salle Monique (carrés 140 et 145), et deux ont été découverts à l'opposé de la salle, dans sa partie nord (carrés 166 et 183). La discussion détaillée du contexte archéologique de ces restes nécessiterait des développements et des analyses complémentaires qui dépassent largement le cadre de cet article. Nous considérerons donc ici ces cinq restes comme relevant de l'occupation magdalénienne de la cavité – à l'image de la très grande majorité du mobilier archéologique découvert à la grotte de La Vache – sans plus de précision.

Les restes de phocidé de la grotte de La Vache ont été mesurés, décrits et comparés avec leurs homologues de spécimens déterminés taxinomiquement et issus de différentes collections. Nous avons eu accès aux collections du Muséum d'histoire naturelle de Lyon (MHNL), du Muséum d'Histoire naturelle de Bordeaux (MHNB) et du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris (MNHN). En nous fondant sur la répartition géographique des espèces actuelles (Savouré-Soubelet *et al.* 2016), nous avons, dans un premier temps, retenu pour comparaison les espèces suivantes, classées par ordre de masse corporelle croissante : le phoque annelé (*Pusa hispida* Schreber, 1775), le phoque veau-marin (*Phoca vitulina* Linnaeus, 1758), le phoque du Groenland (*Pagophilus groenlandicus* Erxleben, 1777), le phoque gris (*Halichoerus grypus* Fabricius, 1791), le phoque moine (*Monachus monachus* Hermann, 1779), le phoque barbu

FIGURE 2

Restes osseux de phoque de la grotte de La Vache a : deuxième métacarpien gauche (140/3#528) ; b : deuxième métacarpien gauche (166/3#331) ; c : deuxième phalange (145/1#15) ; d et e : troisièmes phalanges (183/4#545 et LV-LV-4).

Seal remains from Grotte de La Vache: a: second left metacarpal (140/3#528); b: second left metacarpal (166/3#331); c: second phalange (145/1#15); d and e: third phalanges (183/4#545 and LV-LV-4)

(*Erignathus barbatus* Erxleben, 1777), le phoque à capuchon (*Cystophora cristata*, Erxleben, 1777) et le morse (*Odobenus rosmarus* Linnaeus, 1758).

Toute la difficulté résidait dans la nature même des restes à déterminer. Dans le cas présent, les restes de La Vache sont des éléments post-crâniens et, qui plus est, des éléments de bas de patte (métapodes, phalanges pénultième et antépénultième). Or, dans la grande majorité des cas, les muséums conservent des têtes osseuses ou des squelettes montés sur lesquels la manipulation des os reste délicate. Très peu de spécimens sont représentés par la totalité des os du squelette. Au final, les individus qui nous ont permis une identification taxinomique des restes fossiles sont les suivants[1] :
- pour le phoque annelé : deux individus, MNHN-ZM-AC-1986-62 et MNHN-ZM-AC-A7954
- pour le phoque veau-marin : deux individus du MHNB : 2003-722bis et 2003-723
- pour le phoque gris, deux individus du MNHN : MNHN-ZM-AC 2004-301 et MNHN-ZM-AC-1981-165
- pour le phoque barbu, un individu : MNHN-ZM-AC-A7949
- pour le phoque moine, deux individus : MHNL-50001018 et MHNL-50001019
- pour le morse, un individu : MHNL-50001014.

Pour pallier ce manque, nous avons aussi comparé les restes de phoque de La Vache à la base de données en ligne disponible sur le site internet du Muséum virtuel de l'Idaho[2]. Cette plate-forme rassemble les photographies et modèles numériques de plusieurs spécimens de mammifères modernes et fossiles issus de différentes collections du continent nord-américain. Cette démarche nous a permis d'élargir les comparaisons aux différentes

[1] Les restrictions liées à la crise sanitaire de la COVID-19 nous ont empêchés de visiter les collections squelettiques conservées dans d'autres institutions.

[2] https://virtual.imnh.iri.isu.edu/

espèces d'otaries et de phoques qui n'étaient pas disponibles dans les muséums de France. Les individus suivants ont donc été consultés :
- Otarie de Steller (*Eumetopias jubatus*) UWBM-39483 (♀) et UWBM-39482 (♂)
- Otarie d'Alaska (*Callorhinus ursinus*) UWBM-32144 (♀) et UWBM-18334 (♀)
- Phoque gris (*Halichoerus grypus*) USNM-504481 (♂)
- Phoque barbu (*Erignathus barbatus*) UWBM-34220 (♀), UAM-11548 (♀), UAM-11455 (♂)
- Phoque à capuchon (Cystophora cristata) USNM-550317 (♂), USNM-550377 (♂), USNM-188962 (♀)
- Phoque annelé (*Pusa/Pagophilus hispida*) UWBM-34935 (♂), UWBM-34224 (♀) et UWBM-34934 (♀)
- Phoque veau-marin (*Phoca vitulina*) UWBM-5125 (♂), UWBM-39398 (♀) et UWBM-81073 (♀)

L'estimation de l'âge au décès pour ces restes de phoque a été réalisée en prenant en considération le travail de Stora (2000). Afin d'identifier les modalités de mise en place de ces vestiges dans la grotte, où les traces d'activités humaines sont manifestes, la surface des restes de phoque a été minutieusement observée à l'aide d'une loupe binoculaire (grossissement X 6,7-40) à la recherche de marques susceptibles de nous renseigner sur les éventuels indices de consommation ou traitement humain.

RÉSULTATS

Détermination taxinomique des restes et données biologiques

Après comparaison avec les os des individus consultés dans les différentes institutions, il apparaît que le métapodien 140/3#528 (**fig. 2a**) est un deuxième métacarpien gauche. L'autre (166/3#331, **fig. 2b**) est lui aussi un deuxième métacarpien gauche. Sur ce dernier, la partie latérale de l'extrémité distale est manquante.

La deuxième phalange 145/1#15 (**fig. 2c**) est très courte (longueur totale 25 mm) et assez ramassée. Chez les phocidés, les deuxièmes phalanges du membre postérieur sont très élancées dans le sens antéro-postérieur, au contraire de celles du membre antérieur qui sont très ramassées. Ainsi, par comparaison, cette deuxième phalange correspond en tous points à celles qui sont présentes sur les palettes natatoires antérieures de certains phoques.

Les troisièmes phalanges (**fig. 2d** et **e**) présentent une morphologie générale très comprimée dans le sens dorso-plantaire. Le processus unguéal est allongé et aplati. La crête unguéale (*crista unguicularis*) est très développée. Sur chacune d'elles, le tubercule fléchisseur (*tuburculum flexorium)* et les foramens sont positionnés sur la partie médiane de la sole. Tout comme pour les deuxièmes phalanges, les pénultièmes sont plus élancées sur la palette natatoire postérieure que sur l'antérieure. Ces troisièmes phalanges proviennent donc du membre antérieur.

Ces cinq éléments osseux sont parfaitement ossifiés et l'os apparait mature ; aucune ligne de suture au niveau des extrémités osseuses n'est perceptible. Il s'agit donc d'éléments appartenant à des individus adultes matures selon les critères mis en place par Stora (2000).

La taille des restes (**tabl. 1**) et la morphologie des ossements ont clairement écarté le morse. Chez cette espèce, les deuxièmes phalanges mesurent près de 50 mm de long, les troisièmes phalanges sont dépourvues de crête unguéale et l'extrémité distale des métapodes montre une surface articulaire simple et presque lisse (**fig. 3**). La comparaison des restes de La Vache avec les éléments osseux disponibles sur la banque d'images du muséum virtuel de l'Idaho nous a également permis d'écarter les différentes espèces d'otaries ; ici encore la morphologie des os ne s'accorde pas avec les éléments du site ariégeois. Par ailleurs, la morphologie des os du phoque moine est radicalement différente de celle des os trouvés à La Vache (**fig. 4**) : l'extrémité distale des métacarpiens du phoque moine se rapproche de celle qui est observée chez le morse, c'est-à-dire sans développement du relief intermédiaire et donc avec une individualisation relativement faible des condyles médial et latéral. Les deuxièmes phalanges présentent un corps très allongé et fortement comprimé dans le sens dorso-palmaire. Les dernières phalanges sont, elles aussi, comprimées dans le sens dorso-palmaire, leur processus unguéal est très réduit et la crête unguéale est absente.

Si la morphologie des os du phoque annelé et du phoque veau-marin se rapproche de celle des os qui ont été identifiés à La Vache, les os de ces deux espèces restent néanmoins plus petits que ceux des individus de La Vache. De même, le squelette monté de phoque barbu du MNHN (bien qu'immature) est un individu qui présente des os bien plus gros que les restes fossiles du gisement ariégeois. En revanche, la taille et la morphologie des restes fossiles s'accordent bien avec les os des squelettes de phoque gris (*Halichoerus grypus*) que nous avons pu consulter (**fig. 2**).

Traces d'activité humaine (fig. 6)

Des traces de découpe ont été observées sur la deuxième phalange. Très fines et transversales par rapport à l'axe d'allongement de l'os, elles sont localisées sur la face dorso-latérale droite du corps de l'os. Elles peuvent être mises en relation avec le dépouillement de la carcasse. D'autres traces sont présentes sur le deuxième métacarpien 140/3#528. Elles sont obliques et localisées sur la face palmaire de la diaphyse. Ici encore, ces traces peuvent être mises en relation avec les opérations de retrait de la peau. Sur l'autre métacarpien (166/3#331), des traces transversales situées sur la face antérieure de la partie distale ont été observées. À cet endroit, l'os souffre d'une légère exfoliation et les traces ne sont pas aussi bien marquées que dans les autres cas. D'autre part, sur ce même os, la partie médiale de l'extrémité distale est manquante et le bord de cassure est assez net, laissant penser que l'os a pu être fracturé alors qu'il était encore gras.

Identifiants	Taxon	Anatomie	Longueur	DAP prox.	DT prox.	DAP diaphyse	DT diaphyse	DAP dist.	DT dist.
140/3#528	Phocidé	MC2	44,7	13,3	9,0	7,5	9	10	12,3
166/3#331	Phocidé	MC2	45,2	12,2	8,6	8,1	8,2	-	-
145/1#15	Phocidé	PHA2	25,2	9,8	13,7	7,6	9,9	6,2	11,4
183/4#545	Phocidé	PHA3	26,9	8,7	11,2	-	-	-	-
LV-LV-4	Phocidé	PHA3	21,8	8,4	11,2	-	-	-	-
MNHB 2003-722	*Phoca vitulina*	MC2	38						
MNHB 2003-723	*Phoca vitulina*	MC2	34						
MNHN-ZM-AC-A7949	*Erignathus barbatus*	MC2	51						
MNHN-ZM-AC 2004-301	*Halichoerus grypus*	MC2	45,1	15,6	9,1			10,9	11,9
MNHN-ZM-AC-1981-165	*Halichoerus grypus*	MC2	48,6	15,2	9,9			11,1	11,3
MNHN-ZM-AC-1986-62	*Pusa hispida*	MC2	30,9						
MNHN-ZM-AC-A7949	*Erignathus barbatus*	MC2	51						
50001014	*Odobenus rosmarus*	MC2	68	24	20			>14	21
50001014	*Odobenus rosmarus*	PHA3	30,3	19	17,3				
50001014	*Odobenus rosmarus*	PHA3	30,4	19	17,3				
50001014	*Odobenus rosmarus*	PHA3	30,5	18,5	18				
50001014	*Odobenus rosmarus*	PHA3	30,02	11,1	17,3				
50001018	*Monachus monachus*	MC2	59,6	18,4	11,74	8,8	9,8	9,9	14,3
50001018	*Monachus monachus*	PHA2	31,7	8,3	11,8	3,21	6,75	5,7	12,6
50001018	*Monachus monachus*	PHA2	NM	NM		2,96	6,15	NM	5
50001019	*Monachus monachus*	MC2	>39,3	12,8		7,6	5,6	7,5	NM

— TABLEAU 1 —

Mensurations (en mm) des restes de phoque de La Vache et des différents individus consultés pour comparaison. MC2 : deuxième métacarpien ; PHA : phalange ; DAP : diamètre antéro-postérieur ; DT : diamètre transverse.

Measurements (in mm) of the seal remains from grotte de La Vache compared to their counterparts from different modern species. MC2: second metacarpal; PHA: phalanx; DAP: antero-posterior diameter; DT: transverse diameter.

FIGURE 3

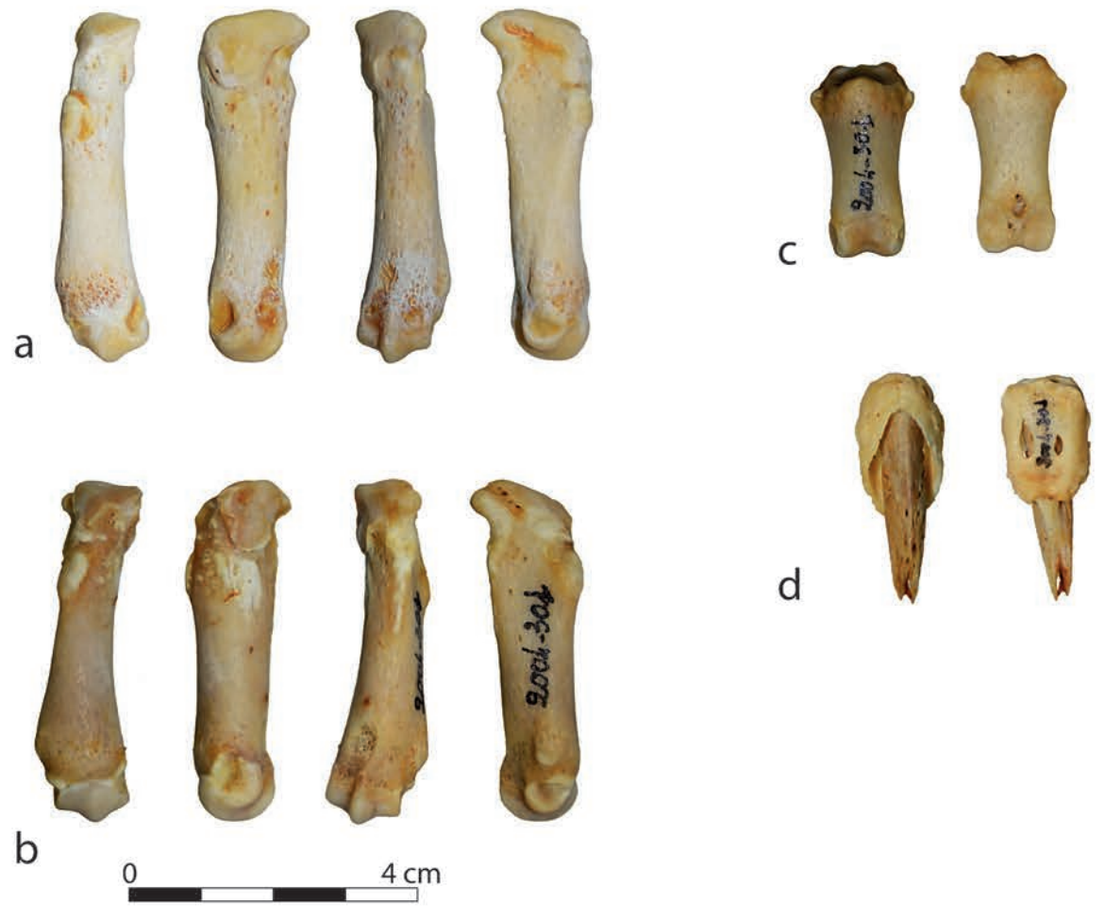
Patte antérieure droite de morse (*Odobenus rosmarus*) de Copenhague MHNL-50001014. Le trait représente 10 cm.

Right foreleg of walrus (Odobenus rosmarus) *from Copenhagen MHNL-50001014. The line represents 10 cm.*

— FIGURE 4 —

Deuxième métacarpien de phoque moine (*Monachus monachus*) vu, de gauche à droite, sous ses faces dorsale, médiale, plantaire et latérale ; à droite, deuxième et troisième phalange du même individu.

Second metacarpal of monk seal (Monachus monachus) *seen from left to right under its dorsal, medial, plantar and lateral faces; on the right, second and third phalanges of the same individual.*



— FIGURE 5 —

a et b : Deuxièmes métacarpiens de phoque gris (*Halichoerus barbatus*) vus, de gauche à droite, sous les faces dorsale, médiale, plantaire et latérale ; c : deuxième phalange de la patte nageoire antérieure gauche ; d : troisième phalange du même individu. MNHN-ZM-AC 2004-301 et MNHN-ZM-AC-1981-165.

a and b: Second metacarpals of grey seal (Halichoerus barbatus) *seen, from left to right, under the dorsal, medial, plantar and lateral faces; c: second phalanx of the left anterior flipper leg; d: third phalanx of the same individual. MNHN-ZM-AC 2004-301 and MNHN-ZM-AC-1981-165.*

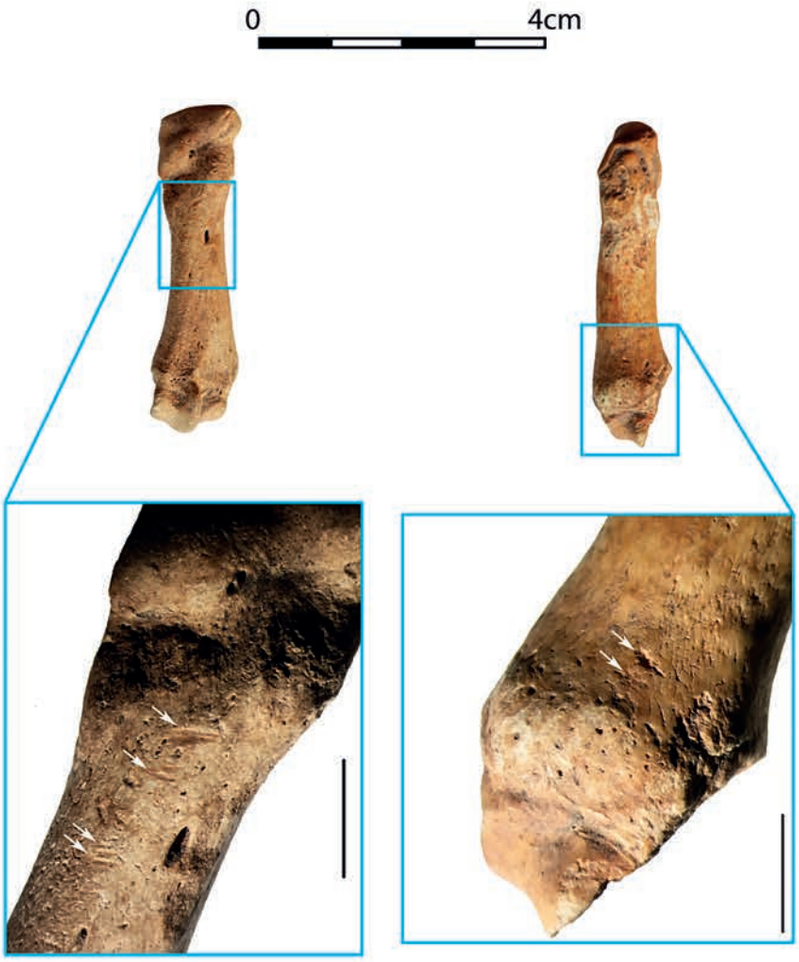


FIGURE 6

Grotte de La Vache : localisation des traces de boucherie sur les métacarpiens.

Grotte de La Vache: location of butchery marks on metacarpals.

Enfin, sur la troisième phalange LV-LV-4, nous avons pu observer des traces de chauffe au niveau de la partie distale du processus unguéal (**fig. 2e**). L'os est bruni, légèrement fissuré et présente de petites plages d'exfoliation. Ces traces indiquent que l'os a été placé près d'une source de chaleur et pourraient correspondre à des « traces de brûlure distales » comme décrites sur de plus petits vertébrés après cuisson à proximité d'une source de chaleur (Vigne, Marinval-Vigne 1983, Vigne *et al.* 1981).

DISCUSSION

Quelle espèce ?

Le travail d'identification taxinomique est toujours en cours tant la variabilité inter- et intraspécifique est difficile à appréhender lorsque l'on est confronté à un faible échantillon. Au regard de leur morphologie et de leur taille, nous avons pu exclure sans ambigüité les restes de La Vache des otaries et du morse. De même, nous excluons la possibilité que ces restes fossiles puissent appartenir au phoque à capuchon, au phoque barbu, au phoque veau-marin ainsi qu'au phoque moine. Puisque cette dernière espèce peut être écartée, il est certain que les phoques de La Vache provenaient de l'océan Atlantique. Mais il reste délicat d'aller plus avant dans la détermination spécifique des restes ; si des concordances morphologiques et métriques peuvent être mises en évidence lorsque l'on compare les individus de La Vache avec le phoque gris, nous ne souhaitons pas, à ce stade de l'étude, exclure définitivement le fait qu'il puisse s'agir en réalité de phoque annelé ou de phoque du Groenland. D'autant que ces deux taxons ont par ailleurs été identifiés dans les archéofaunes françaises, notamment à Castanet (Harlé 1913) ou à l'abri Raymonden (Gaudry 1890, Sonneville-Bordes, Laurent 1983).

À ce jour, nous considérons donc que nous sommes en présence de deux individus adultes matures sans plus d'indication en ce qui concerne leur taxinomie.

Que nous apporte cette découverte ?

Dans le registre archéologique, les phocidés tout comme les autres mammifères marins sont relativement discrets (Pétillon 2016, 2018). On retrouve des représentations de phoques dès environ 25 000-22 000 ans cal BP, grâce aux 14 gravures de la grotte Cosquer (Clottes *et al.* 1995), ainsi que parmi les peintures de la grotte de Nerja (Sanchidrían Torti 1994). Mais l'essentiel des représentations provient de contextes magdaléniens. À Gönnersdorf (Bosinski, Bosinski 2009 ; Langley, Street 2013), une douzaine de phoques sont gravés sur des plaquettes. D'autres spécimens sont gravés sur des objets d'industrie osseuse provenant de plusieurs sites : en se limitant aux sites français, et à ceux dont

l'interprétation comme figuration de phocidé est la plus convaincante, il faut lister Montgaudier (Marshack 1970), l'abri Mège (Capitan *et al.* 1906), la grotte de Brassempouy (Piette 1907), l'abri Duruthy (Chauvière 2001 ; Sonneville-Bordes, Laurent 1983), la grotte du Bourrouilla (Aurière *et al.* 2013), la grotte d'Isturitz (Saint-Périer 1936), Gourdan (Piette 1907 ; Sonneville-Bordes, Laurent 1983), Enlène (Clottes 1996) et la grotte de La Vache (Sauvet, Gailli, Le Gall, Pailhaugue, Robert 2003 ; Simonnet 2003).

Les restes osseux et dentaires de phoques sont tout aussi rares dans le registre fossile du Paléolithique. La plus ancienne mention de phoque semble être celle de la grotte du Vallonnet où une hémimandibule de phoque moine (*Monachus monachus*) a été reconnue (de Lumley *et al.* 1988). D'autre restes de cette espèce sont identifiés dans les sites du Paléolithique moyen du bassin méditerranéen de San Agostino (Tozzi 1970) et de Vanguard cave (Stringer *et al.* 2008). Dans ce dernier site, des traces anthropogéniques témoignent de leur consommation par les Néandertaliens. En bordure de l'océan Atlantique, dans la grotte de Figuera Brava (Antunes 2000a, 2000b), une ulna d'un jeune phoque annelé/marbré (*Pusa hispida*) a été déterminée. D'autres restes sont reconnus dans le Paléolithique récent. Il convient de noter la présence de restes de phoque moine (*M. monachus*) et de phoque gris (*Halichoerus grypus*) dans le niveau D de Gorham's Cave (Waechter 1964), d'une mandibule de phoque du Groenland ou de phoque annelé à l'abri Castanet (Harlé 1913, Sonneville-Bordes et Laurent 1983), et de restes de phoque moine dans la grotte de Nerja (Cortés-Sánchez *et al.* 2008). Par ailleurs, des restes de phoque d'espèce non déterminée ont été décrits aux Arene Candide, couche P5 (Alhaique 1994), à La Riera couches 4 et 7 (Altuna 1986), ainsi que dans le niveau solutréen d'Altamira (Altuna et Straus 1976) où sont aussi trouvés des restes de phoque veau-marin (*Phoca vitulina*). Dans la seconde partie du Paléolithique récent, les restes de phocidés sont plus nombreux (Pétillon 2016). Ils renvoient tout d'abord aux dents de phoque utilisées dans la confection d'objets de parure comme dans le Magdalénien d'Isturitz (Passemard 1924) ou de la grotte de La Marche (Poplin 1983) voire à Las Caldas (Corchón *et al.* 2008) et dans le niveau E (Gravettien) de La Garma A (Castaños et Álvarez-Fernández 2012). D'autres restes, sans traces de transformation mentionnées, sont publiés ; il s'agit de la mandibule de phoque du Groenland de Raymonden (Gaudry 1890), d'un reste de phoque moine à la Grotta Romanelli et de cinq restes de phoque indéterminés de la couche XIA la Cova de les Cendres (Villaverde *et al.* 1999). Enfin, le niveau 28 de la Riera (Azilien) a livré un maxillaire ainsi que des dents isolées de phoques gris (Altuna 1986). Seules les collections de Santa Catalina [nivel III et nivel II ; Berganza *et al.* (2012)], de Nerja nivel IV.1 et IV.2 (Morales-Pérez *et al.* 2019) ou de l'ensemble du Tardiglaciaire de Nerja livrent une quantité importante de restes de phoque qui permettraient une reconstruction fine des activités de boucherie pratiquées.

Les restes de phoque identifiés à La Vache viennent donc compléter ce corpus et augmenter modestement la liste des sites tardiglaciaires à phocidés. D'autre part, il n'est pas (très) surprenant d'observer des traces de boucherie sur les restes de phoque de La Vache. En effet, à ce jour, seules les descriptions de restes de phoque les plus récentes mentionnent de telles traces ; il serait donc intéressant de réévaluer les restes décrits dans les années antérieures afin de documenter pleinement les modalités d'exploitation de ces animaux au cours du temps.

À quelle fin ?

Le faible nombre de restes identifiés à la grotte de La Vache limite grandement les interprétations archéozoologiques. Seuls les éléments de deux palettes natatoires antérieures sont présents mais d'autres restes peuvent peut-être encore être trouvés dans les collections conservées soit au CCE de Tarascon-sur-Ariège, soit au MAN, à Saint-Germain-en-Laye.

Deux étapes de préparation ont pu être identifiées : le retrait de la peau et la cuisson.

Les comparaisons avec les données ethnographiques sont assez limitées. Chez les Inuit naujâmiut, J.-F. Le Mouël (1978) décrit quatre méthodes de dépouillement des phoques. Pour chacune d'elles, une incision circulaire autour des palettes natatoires antérieures est pratiquée, vraisemblablement autour du poignet. Ainsi la peau reste-elle attachée sur la palette natatoire. Par la suite, lors de la découpe du corps, les palettes natatoires antérieures sont désarticulées au niveau du poignet et jetées aux chiens (Le Mouël 1978). Dans la région d'Ammassalik (côte est du Groenland), la découpe du phoque, qui est légèrement différente, est documentée à travers les travaux de P.-É. Victor (Victor, Robert-Lamblin 1989). Lors du dépouillement des animaux, les palettes natatoires antérieures restent attenantes à la peau par une désarticulation pratiquée autour du poignet. Il n'est pas fait mention de ce que deviennent les palettes natatoires lors de la préparation des peaux. Dans le registre archéologique, le dépouillement est documenté sur des mandibules de phoque moine de Nerja (Morales-Pérez *et al.* 2019) ; aucune autre trace propre à cette activité n'a été identifiée sur les os des palettes natatoires. Il faut également citer le cas du « guide pratique illustré du dépeçage du phoque » décrit sur le fragment de baguette demi-ronde gravée de l'abri Mège (Sonneville-Bordes, Laurent 1983). Si cette interprétation est exacte, la découpe du phoque lors du dépouillement suivrait celle décrite en ethnographie, c'est-à-dire en laissant les palettes natatoires attenantes à la peau. Un autre cas archéologique peut être mentionné : il s'agit de la découpe du phoque décrite sur un site dorsétien de la presqu'île de Naujat à l'ouest de l'île Victoria au Canada (Jourdan, Le Mouël 1987). Ici encore, la palette natatoire antérieure est désarticulée du reste du corps au niveau des poignets et aucune trace de découpe qui aurait pu indiquer un retrait de la peau n'a été identifiée sur la partie distale du membre. Toutefois, sur le site mésolithique de Neustadt (Glykou 2014), des traces de découpe localisées sur les métacarpiens de phoque ont été précédemment interprétées comme résultant d'activités de dépouillement, preuve si nécessaire que la méthode employée varie d'une culture à l'autre.

Les traces de dépouillement identifiées sur les os de phoque à La Vache sont assez intéressantes : situées le long de la diaphyse, elles mettent en évidence que la peau a été retirée sur toute la palette natatoire. Ainsi pourraient-elles témoigner d'un certain investissement sur la carcasse afin de prélever le maximum de peau du

corps de l'animal. Enfin, les traces de brûlure distale présentes sur la troisième phalange pourraient témoigner de la cuisson des phoques par rôtissage. Néanmoins, nous ne pouvons exclure l'hypothèse d'une brûlure accidentelle si cette phalange une fois abandonnée était située à proximité d'un foyer.

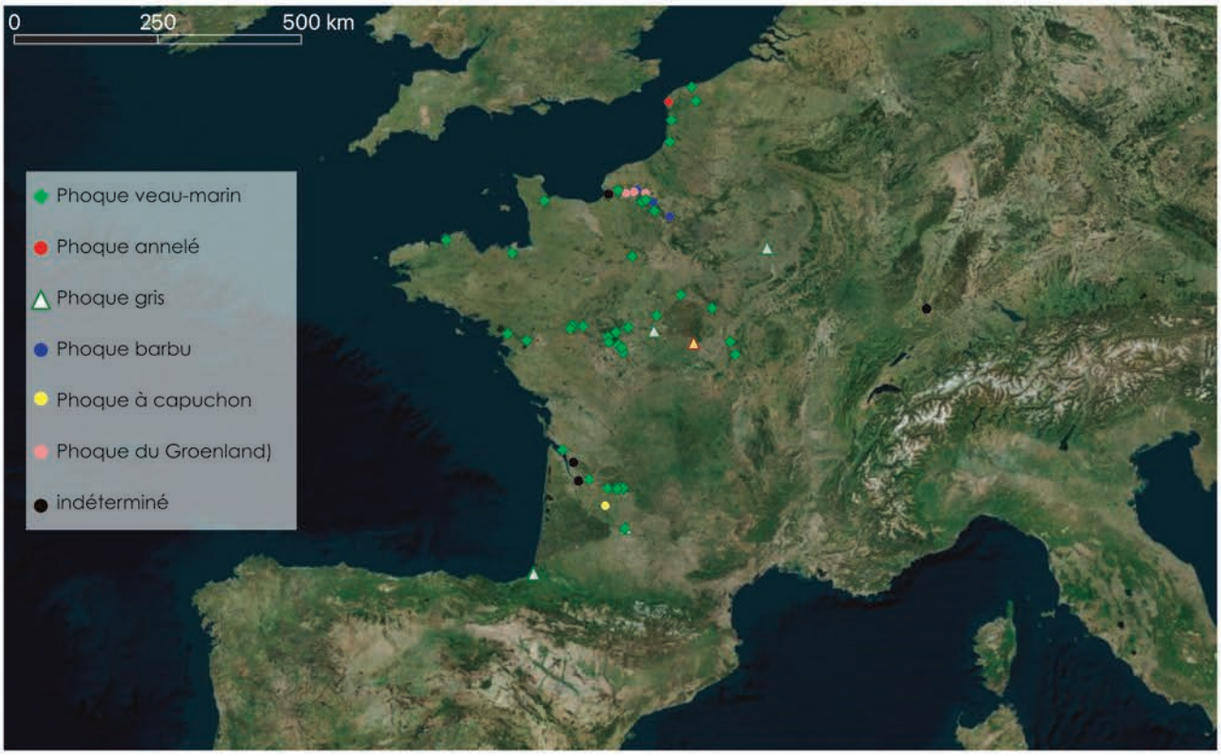
Quel lieu d'acquisition ?

La présence de restes de phoque dans la faune de la grotte de La Vache peut apparaître surprenante compte tenu de la position géographique du site. En effet, la grotte est située à une centaine de kilomètres à vol d'oiseau des premières plages actuelles de la Méditerranée et à plus de 250 km des premières plages actuelles du Golfe de Gascogne. Deux hypothèses peuvent être formulées :

Les observations naturalistes, dont la synthèse peut être trouvée dans les travaux antérieurs (Couderc 2011, Notteghem 2012, Serangeli 2003), montrent que certaines espèces de phoque ont la capacité de remonter le cours des fleuves. En reprenant l'ensemble de ces données, complétées de données plus récentes issues des coupures de presse locales, il apparaît que les phoques peuvent effectivement remonter les cours d'eau français, et ce, sur des distances relativement importantes (**fig. 7**). Malgré tout, ces données sont largement biaisées du fait de l'anthropisation du milieu aquatique par la construction de barrages et autres retenues d'eau qui bloquent voire condamnent les migrations ou déplacements des animaux, ce qui avait été souligné auparavant (e.g. Sonneville-Bordes, Laurent 1983) et références citées dans cet article). Le fleuve Rhône en est un bon exemple. Il serait alors envisageable que les restes de phoque identifiés à la grotte de La Vache résultent de la capture de deux animaux sur les bords de l'Ariège ou du Vicdessos. Nous savons que cet environnement a été lui aussi exploité, comme en témoignent les restes de saumons reconnus par ailleurs (Le Gall 1992).

Dans cette perspective, selon l'hydrographie des bassins versants, et compte tenu du fait que les restes de La Vache n'appartiennent pas au phoque moine, ces animaux proviendraient des côtes atlantiques. La distance parcourue serait alors bien supérieure aux 250 kilomètres qui séparent le site des côtes atlantiques à vol d'oiseau et avoisinerait, suivant le tracé actuel de l'Ariège et de la Garonne, 475 km. Des exemples de remontées de cours d'eau sur de longues distances étant actuellement documentés, ce scénario est tout à fait plausible.

Ces restes pourraient aussi appartenir à des individus collectés sur le rivage de l'Atlantique et transportés par les chasseurs-collecteurs le long des Pyrénées, soit au gré de leurs voyages, soit par un réseau d'échange. Il est en effet démontré que des ressources marines, qu'elles soient alimentaires ou transformées à des fins techniques ou esthétiques, ont pu faire l'objet d'un transport sur de longues distances dans cette région (Pétillon 2013, Pétillon 2016, Pétillon *et al.* 2019, Poplin 1983). Trois objets en os de grand cétacé ont d'ailleurs été identifiés au sein de



— FIGURE 7 —

Répartitions historiques des observations de phoque dans les rivières et fleuves français. Les données sont tirées de Notteghem (2012) et complétées.

Historical distribution of seal sightings in French rivers. Data taken from Notteghem (2012) and completed.

l'industrie osseuse de La Vache, et représentent l'extension la plus orientale d'une aire de distribution qui s'étend des Asturies aux Pyrénées centrales (Lefebvre *et al.* 2021 ; Pétillon 2013, 2016). L'intérêt des occupants de La Vache pour le milieu marin est également attesté par la présence, sur une pièce d'industrie osseuse, d'une gravure représentant un cétacé (peut-être un cachalot : Feruglio, Robineau 2001). Les données ethnologiques apportent elles aussi leur contribution : chez les Inuits d'Ammassalik, les os des pattes de phoque sont utilisés dans les jeux d'osselets (Gessain, Victor 1974 ; Victor, Robert-Lamblin 1989). De fait, nous ne pouvons écarter l'éventualité d'une telle utilisation, tout en gardant en mémoire que les traditions culturelles et la variabilité des comportements introduisent de véritables biais qui sont difficiles à contrebalancer avec les seuls témoins archéologiques conservés.

CONCLUSION

La réévaluation de la série emblématique de la grotte de La Vache a permis de mettre au jour cinq restes provenant de phoques de l'océan Atlantique. Sur certains de ces restes, des traces anthropogéniques ont été identifiées. Si les traces observées sur les métacarpiens peuvent être rattachées aux opérations de dépouillement, les traces de brûlure distale observées sur l'une des troisièmes phalanges peuvent être rattachées aussi bien à la cuisson par rôtissage qu'à une brûlure accidentelle ; le faible nombre de restes et donc l'absence de récurrence nous oblige à la plus grande prudence. À ce stade de l'étude, deux hypothèses peuvent expliquer la présence de restes de mammifères marins dans ce site de montagne : la capture d'individus ayant remonté les cours d'eau depuis l'Atlantique – fait plausible et encore documenté de nos jours – ou le transport d'éléments initialement prélevés sur des individus des côtes atlantiques, éléments qui, au gré des itinérances des groupes de chasseurs-collecteurs ou par réseau d'échange, auraient pu finir abandonnés dans la grotte de La Vache.

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons remercier en premier lieu les organisatrices du colloque en hommage à Émilie Campmas pour cette belle manifestation et pour nous avoir permis de publier cet article. Nous tenons également à remercier les deux relecteurs anonymes pour leurs commentaires et suggestions qui ont permis d'améliorer la version initiale de cette présentation. Nos plus vifs remerciements se tournent également vers les responsables et gestionnaires des collections que nous avons pu consulter afin de déterminer les restes de phoques de La Vache ; merci à Didier Berthet et François Vigouroux du Musée des Confluences de Lyon (ex-MHNL), Géraldine Véron, Aude Lalis et Céline Bens du Muséum National d'Histoire Naturelle, Mathieu Landreau et Laurent Lachaud du Muséum d'Histoire Naturelle de Bordeaux.

L'étude des restes de phoque a été rendue possible par la mise en place d'une convention pluripartite entre le Service régional de l'Archéologie d'Occitanie, la mairie d'Alliat, propriétaire de la collection, le Centre de conservation et d'étude des collections de Tarascon-sur-Ariège et l'Université de Bordeaux (UB). Nous remercions ainsi chaleureusement Madame la maire d'Alliat, Marie-Françoise Kalandaze, ainsi que Thierry Authier, Émeline Grisoni, Ekaterina Couvaras, Fanny Macary du Centre de Conservation et d'étude des collections de Tarascon-sur-Ariège et Cristina San Juan-Foucher du SRA Occitanie pour nous avoir permis, le temps de l'étude, de conserver les restes de phoque. Béatrice Domenech Sanchez, du service juridique de l'université de Bordeaux, nous a permis de rédiger la convention entre UB et CCE-SRA-Mairie d'Alliat.

La découverte de ces pièces a été rendue possible par la réévaluation de la série de La Vache à travers le projet FYSSEN DOGMATIC dirigé par Myriam Boudadi-Maligne ; cette découverte lui doit aussi beaucoup.

Nous remercions également Christyann Darwent et María Paz pour leur aide dans les méthodes de détermination des pièces.

Enfin, cette étude s'inscrit dans les thématiques développées par le projet ANR PaleoCet (ANR-18-CE27-0018-01).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALHAIQUE F. 1994 - Taphonomic analysis of the faunal remains from the « P » and « M » layers of the Arene Candide. *Quaternaria Nova,* 4, p. 263-275.

ALTUNA J. 1986 - The mammalian faunas from the prehitoric site of La Riera. *In:* STRAUS L. G., CLARK G. A. (Éd.), *La Riera Cave. stone age hunter-gatherer adaptations in Northern Spain*, Arizona State University Anthropological Research Paper, p. 421-478.

ALTUNA J., STRAUS L. G. 1976 - The solutrean of Altamira: the artefactual and faunal evidence. *Zephyrus*, 26-27, p. 175-182.

ANTUNES M. T. 2000a - Gruta da Figueira Brava: Pleistocene marine mammals. *In:* ANTUNES M. T. (Éd.), *Last Neanderthals in Portugal, Odontologic and Other Evidence*, Lisboa: Memórias da Academia das Ciências de Lisboa, p. 245-257.

ANTUNES M. T. 2000b - The Pleistocene fauna from Gruta da Figueira Brava: a synthesis. *In:* ANTUNES M. T. (Éd.), *Last Neanderthals in Portugal, Odontologic and Other Evidence*, Lisboa: Memórias da Academia das Ciências de Lisboa, p. 259-282.

AURIÈRE L., CHAUVIÈRE F.-X., PLASSARD F., FRITZ C., DACHARY M. 2013 - Art mobilier inédit du gisement de Bourrouilla à Arancou (Pyrénées-Atlantiques, France) : données techno-stylistiques et chrono-culturelles. *Paleo,* 24, p. 195-218.

BERGANZA E., ARRIBAS J. L., CASTAÑOS P., ELORZA M., GONZÁLEZ URQUIJO J. E., IBÁÑEZ J. J., IRIARTE M. J., MORALES A., PEMÁN E., ROSALES T., ROSELLÓ E., IDARRAGA R. R., URIZ A., UZQUIANO P., VÁSQUEZ V., ZAPATA L. 2012 - La transición tardiglaciar en la costa oriental de Bizkaia: el yacimiento de Santa Catalina. Resultados preliminares. *In:* ARIAS CABAL P., CORCHÓN RODRÍGUEZ M. S., MENÉNDEZ FERNANDEZ M., RODRÍGUEZ ASENSIO J. A. (Éd.), *El Paleolítico Superior Cantábrico. Actas de la Primera Mesa Redonda. San Román de Candamo (Asturias) 26-28 de abril de 2007*, Edicion PubliCan, p. 171-182.

BOSINSKI G., BOSINSKI H. 2009 - Seals from the Magdalenian site of Gönnersdorf (Rhineland, Germany). *In:* BAHN P. J. (Éd.), *An Enquiring Mind. Studies in Honor of Alexander Marshack*, Oxford: Oxbow Books, p. 39-50.

CAPITAN L., BREUIL H., BOURRINET P., PEYRONY D. 1906 - L'abri Mège, une station magdalénienne à Teyjat (Dordogne). *Revue de l'Ecole d'Anthropologie,* XVI, p. 196-212.

CASTAÑOS P., ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ E. 2012 - Nuevas aportaciones a las bases de subsistencia de origen animal durante el Gravetiense cantábrico. *In:* DE LAS HERAS C., LASHERAS J. A., ARRIZABALAGA Á. ET M., D. L. R. (Éd.), *Pensando el Gravetiense: nuevos dates para la región cantábrica en su contexto peninsular y pirenaico*, Santillana del Mar: Museo nacional y centro de investigación de Altamira, p. 313-329.

CHAUVIÈRE F.-X. 2001 - La collection Chaplain-Duparc des musées du Mans : nouveaux éléments d'interprétation pour la « sépulture Sorde 1 » de Duruthy (Sorde-l'Abbaye, Landes). *Paleo,* 13, p. 89-110.

CLOTTES J. 1996 - Le Magdalénien des Pyrénées : un groupe culturel homogène. *In:* THIAULT M.-H., ROY J.-B. (Éd.), *L'art préhistorique des Pyrénées*, Réunion des Musées Nationaux, p. 34-59.

CLOTTES J., COURTIN J., VANRELL L. 1995 - *Cosquer redécouvert*. Paris : Seuil, 255 p.

CLOTTES J., DELPORTE H. 2003 - *La grotte de La Vache (Ariège), vol. 1 : Les occupations du Magdalénien*. Paris : Réunion des Musées nationaux, Éditions du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, 407 p.

CORCHÓN M. S., MATEOS A., ÁLVAREZ FERNÁNDEZ E., PEÑALVER E., DELCLÒS X., VAN DER MADE J. 2008 - Ressources complémentaires et mobilité dans le Magdalénien cantabrique. Nouvelles données sur les mammifères marins, les crustacés, les mollusques et les roches organogènes de la Grotte de Las Caldas (Asturies, Espagne). *L'Anthropologie,* 112, p. 284-327.

CORTÉS-SÁNCHEZ M., MORALES-MUÑIZ A., SIMÓN-VALLEJO M. D., BERGADÀ-ZAPATA M. M., DELGADO-HUERTAS A., LÓPEZ-GARCÍA P., LÓPEZ-SÁEZ J. A., LOZANO-FRANCISCO M. C., RIQUELME-CANTAL J. A., ROSELLÓ-IZQUIERDO E., SÁNCHEZ-MARCO A., VERA-PELÁEZ J. L. 2008 - Palaeoenvironmental and cultural dynamics of the coast of Málaga (Andalusia, Spain) during the Upper Pleistocene and early Holocene. *Quaternary Science Reviews,* 27, 23, p. 2176-2193.

COUDERC J.-M. 2011 - Des phoques dans la Vienne et la Loire. *Symbioses,* 27, p. 56-60.

DE LUMLEY H., KAHLKE H.-D., MOIGNE A.-M., MOULLE P.-E. 1988 - Les Faunes de grands Mammifères de la grotte du Vallonnet Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes. *L'Anthropologie,* 92, 2, p. 465-496.

ERLANDSON J. M. 2001 - The Archaeology of Aquatic Adaptations: Paradigms for a New Millennium. *Journal of Archaeological Research,* 9, 4, p. 287-350.

FERUGLIO V., ROBINEAU D. 2001 - Sur une gravure de cétacé de la grotte de La Vache (Ariège, France). *Préhistoire ariégeoise, bulletin de la société préhistorique Ariège-Pyrénées*, 56, p. 63-72.

GAUDRY A. 1890 - Sur une mâchoire de Phoque du Groenland, trouvée par M. Michel Hardy dans la grotte de Raymonden. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences,* 111, 8, pp. 351-353.

GESSAIN R., VICTOR P.-É. 1974 - Magitärneq, jeu d'osselets chez les Ammassalimiut (côte est du Groenland). *Revue du Musée de l'Homme « Objets du monde »*, tome XIV, fasc. 2, p. 73-88.

GLYKOU A. 2014 - Late Mesolithic-Early Neolithic Sealers: a case study on the exploitation of marine resources during the Mesolithic-Neolithic transition in the south-western Baltic Sea. *In:* FERNANDES R., MEADOWS J. (Éds.), *Human Exploitation of Aquatic Landscapes*, Internet Archaeology.

HARLÉ É. 1913 - Découverte de « Lagomys » à la Madeleine et de « Phoque » à Sergeac (Dordogne). *Bulletin de la Société Préhistorique Française,* 10, 6, p. 337.

JOURDAN L., LE MOUËL J.-F. 1987 - Découpe du phoque. Partage entre l'Homme et l'animal ? *Anthropozoologica,* premier numéro spécial, p. 31-38.

LANGLEY M. C., STREET M. 2013 - Long range inland-coastal networks during the Late Magdalenian: Evidence for individual acquisition of marine resources at Andernach-Martinsberg, German Central Rhineland. *Journal of Human Evolution,* 64, p. 457-465.

LAROULANDIE V. 2000 - *Taphonomie et archéozoologie des Oiseaux en grotte : applications aux sites paléolithiques du Bois-Ragot (Vienne), de Combe Saunière (Dordogne) et de La Vache (Ariège)*. Thèse de Doctorat, inédit : Université Bordeaux 1, 396 p.

LAROULANDIE V. 2003 - Exploitation des oiseaux au Magdalénien en France : État des lieux. *In:* COSTAMAGNO S., LAROULANDIE V. (Éd.), *Mode de vie au Magdalénien: Apports de l'archéozoologie/Zooarchaeological insights into Magdalenian lifeways. Actes du colloque 6.4 du XIV^e Congrès du l'UISPP, Liège, Belgique, 2-8 septembre 2001*, Oxford : Archaeopress, British Archaeological Reports, p. 129-138.

LAROULANDIE V. 2005 - Bird exploitation pattern: the case of Ptarmigan *Lagopus sp.* in the Upper Magdalenian site of La Vache (Ariège, France). *In:* GRUPE G., PETER J. (Éd.), *Feathers, Grit and Symbolism. Birds and Humans in the Ancient Old and New World. Proceeding of the 5th Meeting of the ICAZ Bird Working Group in Munich (26.7. - 28.7.2004)*, Rahden: Verlag Marie Leidorf GmbH, p. 165-178.

LEFEBVRE A., MARÍN-ARROYO A. B., ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ E., DE LA RASILLA VIVES M., MATÍAS E. D., CUETO M., TAPIA J., BERGANZA E., PÉTILLON J. M. 2021 - Interconnected Magdalenian societies as revealed by the circulation of whale bone artefacts in the Pyreneo-Cantabrian region. *Quaternary Science Reviews,* 251, 53 p.

LE GALL O. 1992 - Poissons et pêches au Paléolithique : quelques données de l'Europe occidentale. *L'Anthropologie,* 96, 1, p. 121-134.

LE MOUËL J.-F. 1978 - *« ceux des mouettes ». Les Eskimo naujâmiut, Groenland-ouest.* Paris : Muséeum National d'Histoire naturelle. Mémoire de Institut d'Ethnologie, 322 p.

MARSHACK A. 1970 - Le bâton de commandement de Montgaudier (Charente) : réexamen au microscope et interprétation nouvelle. *L'Anthropologie,* 74, 5-6, p. 321-352.

MORALES-PÉREZ J. V., PÉREZ RIPOLL M., JORDÁ PARDO J. F., ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ E., MAESTRO GONZÁLEZ A., AURA TORTOSA J. E. 2019 - Mediterranean monk seal hunting in the regional Epipalaeolithic of Southern Iberia. A study of the Nerja Cave site (Málaga, Spain). *Quaternary International,* 515, p. 80-91.

NOTTEGHEM P. 2012 - La présence du Phoque veau-marin dans les fleuves. Réflexions à l'occasion d'observations récentes dans la Loire. *Revue Scientifique Bourgogne-Nature,* 15, p. 42-56.

PAILHAUGUE N. 1993 - *La faune tardiglaciaire de la grotte de La Vache (Alliat, Ariège). Étude préliminaire des Caprinés : Bouquetin pyrénéen et Isard.* Inédit : Université Bordeaux I, 358 p.

PAILHAUGUE N. 1995 - La faune de la salle Monique, Grotte de La Vache (Alliat, Ariège). *Bulletin de la société Préhistorique de l'Ariège,* L, p. 225-289.

PAILHAUGUE N. 1998 - Faune et saisons d'occupation de la salle Monique au Magdalénien Pyrénéen, grotte de la Vache (Alliat, Ariège, France). *Quaternaire,* 9, 4, p. 385-400.

PAILHAUGUE N. 2003 - La Faune de la Salle Monique. *In:* CLOTTES J., DELPORTE, H. (Éd.), *La grotte de La Vache (Ariège), vol. 1 : Les occupations du Magdalénien*, Paris : Réunion des Musées nationaux, Éditions du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 73-139.

PASSEMARD E. 1924 - *Les stations préhistoriques du Pays-Basque et leurs relations avec les terrasses d'alluvions.* Bayonne : Bodiou, 220 p.

PÉTILLON J.-M. 2013 - Circulation of whale-bone artifacts in the northern Pyrenees during the late Upper Paleolithic. *Journal of Human Evolution,* 65, p. 525-543.

PÉTILLON J.-M. 2016 - Vivre au bord du golfe de Gascogne au Paléolithique supérieur récent : vers un nouveau paradigme. *In:* DUPONT C., MARCHAND G. (Éd.), *Archéologie des chasseurs-cueilleurs maritimes. De la fonction des habitats à l'organisation de l'espace littoral*, Paris : Société préhistorique française, p. 23-36.

PÉTILLON J.-M. 2018 - Échos de l'océan : Phoques et Baleines en Europe au Paléolithique récent. *In:* CATTELAIN P., GILLARD, M. (Éd.), *Disparus ? Les mammifères au temps de Cro-Magnon en Europe*, Treignes : Éditions du Cedarc, p. 335-354.

PÉTILLON J.-M., SPELLER C. F., CHAUVIÈRE F.-X., MCGRATH K. 2019 - A Gray Whale in Magdalenian Perigord. Species identification of a bone projectile point from La Madeleine (Dordogne, France) using collagen fingerprinting. *Paléo,* 30, p. 230-242.

PIETTE É. 1907 - *L'art pendant l'Âge du Renne.* Paris : Masson, 112 p.

POPLIN, F. 1983 - La dent de cachalot sculptée du Mas-d'Azil avec remarques sur les autres restes de cétacés de la préhistoire française. *In:* POPLIN F. (Éd.), *La faune et l'Homme préhistorique. Dix études en hommage à Jean Bouchud réunies par François Poplin*, Paris : Mémoires de la Société préhistorique française, p. 81-94.

SAINT-PÉRIER R. D. 1936 - *La Grotte d'Isturitz, II : le Magdalénien de la Grande Salle.* Paris : Masson (Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine), 139 p.

SANCHIDRÍAN TORTI J. L. 1994 - *Arte rupestre de la Cueva de Nerja.* Màlaga : Patronato de la cueva de Nerja

SAUVET G., GAILLI R., LE GALL O., PAILHAUGUE N., ROBERT R. 2003 - Tube 429. *In:* Clottes J., Delporte H., Buisson D. (Ed.), *La Grotte de La Vache*, Paris: Réunion des Musées Nationaux/CTHS, p. 347-348.

SAVOURÉ-SOUBELET A., AULAGNIER S., HAFFNER P., MOUTOU F., VAN CANNEYT O., CHARRASSIN J.-B., RIDOUX V. 2016 - *Atlas des mammifères sauvages de France.* Paris, Marseille : Publications scientifiques du MNHN, IRD Éditions, 480 p.

SERANGELI J. 2003 - La zone côtière et son rôle dans les comportements alimentaires des chasseurs-cueilleurs du Paléolithique supérieur. *In:* PATOU-MATHIS M., BOCHERENS H. (Éd.), *Le Rôle de l'environnement dans les comportements des chasseurs-cueilleurs préhistoriques*, Oxford: BAR International Series, p. 67-82.

SIMMONNET R. 2003 - Côte dite « côte aux frises de bisons ». *In:* CLOTTES J., DELPORTE H., BUISSON D. (Éd.), *La Grotte de La Vache (Ariège)*, Paris : Réunion des musées Nationaux/CTHS, p. 313-314.

SONNEVILLE-BORDES D. D., LAURENT P. 1983 - Le phoque à la fin des temps glaciaires. *In:* POPLIN F. (Éd.), *La faune et l'Homme préhistorique. Dix études en hommage à Jean Bouchud réunies par François Poplin*, Paris : Mémoires de la Société préhistorique française, p. 69-80.

STÔRA J. 2000 - Skeletal development in the Grey seal *Halichoerus grypus*, the Ringed seal *Phoca hispida botnica*, the Harbour seal *Phoca vitulina vitulina* and the Harp seal *Phoca groenlandica*. Epiphyseal Fusion and Life History. *Archaezoologica,* XI, p. 199-222.

STRINGER C. B., FINLAYSON J. C., BARTON R. N. E., FERNÁNDEZ-JALVO Y., CÁCERES I., SABIN R. C., RHODES E. J., CURRANT A. P., RODRÍGUEZ-VIDAL J., GILES-PACHEC, F., RIQUELME-CANTAL J. A. 2008 - Neanderthal exploitation of marine mammals in Gibraltar. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 105, 38, p. 14319.

TOZZI C. 1970 - La grotta di S. Agostino. *Rivista di scienze preitoriche,* XXV, fasc. 1, p. 3-87.

VICTOR P.-É., ROBERT-LAMBLIN J. 1989 - *La civilisation du phoque. Jeux, gestes et techniques des eskimo d'Ammassalik*. Paris : Armand Colin Raymond Chabaud, 311 p.

VIGNE J.-D., MARINVAL-VIGNE M.-C. 1983 - Méthode pour la mise en évidence de la consommation du petit gibier. *In:* CLUTTON-BROCK J., GRIGSON C. (Éd.), *Animals and Archaeology. 1: Hunters and their prey*, British Archaeological Reports, International Series, p. 239-242.

VIGNE J.-D., MARINVAL-VIGNE M.-C., DE LANFRANCHI F., WEISS M.-C. 1981 - Consommation du « Lapin-rat » (*Prolagus sardus* Wagner) au Néolithique ancien méditerranéen Abri d'Araguina-Sennola (Bonifacio, Corse). *Bulletin de la Société Préhistorique Française,* 78, 7, p. 222-224.

VILLAVERDE V., MARTINEZ VALLE R., BADAL E., GUILLEM P. M., GARCÍA R., MENARGUES J. 1999 - El Paleolítico superior de la Cova de les Cendres (Teulada-Moraira, Alicante). Datos proporcionados por el sondeo efectuado en los cuadros A/B-17. *Archivo de Prehistoria Levantina,* 9, p. 9-65.

WAECHTER J. D. A. 1964 - The excavation of Gorham's Cave, Gibraltar, 1951-1954. *Bulletin of the Institute of Archaeology, University of London,* 4, p. 189-221.

LES COQUILLES DE MOLLUSQUES DES FOUILLES ÉMILE RIVIÈRE AUX BALZI ROSSI (VINTIMILLE, ITALIE) : APPORTS DES COLLECTIONS GOURY (MUSÉE LORRAIN, NANCY, FRANCE) ET MOLL (LATÉNIUM, HAUTERIVE, SUISSE)

Caroline Peschaux[a]
François-Xavier Chauvière[b]
Dominique Henry-Gambier[†c]

a. *Post-doctorante CNRS - UMR 8068 TEMPS - MSH Mondes – bât. Ginouvès, 21 allée de l'université, 92023 Nanterre cedex - caroline.peschaux@gmail.com*
b. *Office du patrimoine et de l'archéologie du canton de Neuchâtel, section Archéologie, Laténium, Espace Paul Vouga 7, 2068 Hauterive, Suisse francois-xavier.chauviere@ne.ch*
c. *Directrice de recherche honoraire CNRS - UMR 5199 - PACEA - Université Bordeaux – bât. B8, allée Geoffroy Saint-Hilaire, CS 50023, 33615 Pessac cedex dominique.gambier@u-bordeaux.fr*

HORS SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditérranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 1 | Les occupations côtières de la Préhistoire à l'actuel : adaptations des populations humaines au milieu littoral, utilisation des ressources marines et réseaux de diffusion

PAGES 78 À 97

MOTS-CLÉS Malacofaune, Parure, Alimentation, Italie - Balzi Rossi, Paléolithique supérieur

RÉSUMÉ

Les grottes et abris-sous-roche des Balzi Rossi (Vintimille, Italie) ont livré plusieurs milliers de coquilles de mollusques marins, tant en contexte funéraire que dans les niveaux d'occupation. Les collections Goury et Moll, issues des fouilles Émile Rivière dans les niveaux du Paléolithique supérieur, comprennent de nombreuses coquilles (745 au total) et offrent l'occasion d'étudier les modalités d'exploitation des ressources malacologiques utilisées par les populations humaines qui ont fréquenté ces sites. Pour cela, le spectre conchyliologique, les provenances et les traces de modifications d'origine anthropique ont été analysés. Les résultats obtenus révèlent la variété des coquilles représentées (69 taxons ; avec une prédominance des Nasses et des Troques), la multiplicité des provenances et l'intégration des coquilles au sein de réseaux économiques et sociaux, parfois de longue distance, ainsi que la diversité des usages (parure et alimentation) avec une vraisemblable prédilection pour certains taxons dans différentes activités (Nasses pour la parure *vs* Troques pour l'alimentation).

ABSTRACT

Mollusc shells from the Émile Rivière excavations at Balzi Rossi (Ventimiglia, Italy): contributions from the Goury (Musée Lorrain, Nancy, France) and Moll (Laténium, Hauterive, Switzerland) collections

The caves and rock shelters of the Balzi Rossi (Ventimiglia, Italy) delivered several thousand of marine mollusc shells, both in funerary context and in the occupational levels. The Goury and Moll collections, out from the excavations of the Upper Palaeolithic levels of those sites, conducted by Émile Rivière, include numerous shells (745 in total). Such an amount constitutes an opportunity to study how malacological resources were used by the human populations who frequented these sites. In order to achieve some answer, not only the conchological spectrum but also the origins and evidences of anthropic modifications have been analysed. The results revealed a wide diversity of shells (69 taxa, with a predominance of Nassa mud snails and Top snails), a multiplicity of origins and the integration of shells within economic and social networks, sometimes over long distances, as well as a diversity of the uses (adornment and food). Our results also show that taxa were likely targeted according to the material required for different activities (i.e., Nassa for personal ornaments *versus* top-snails for food).

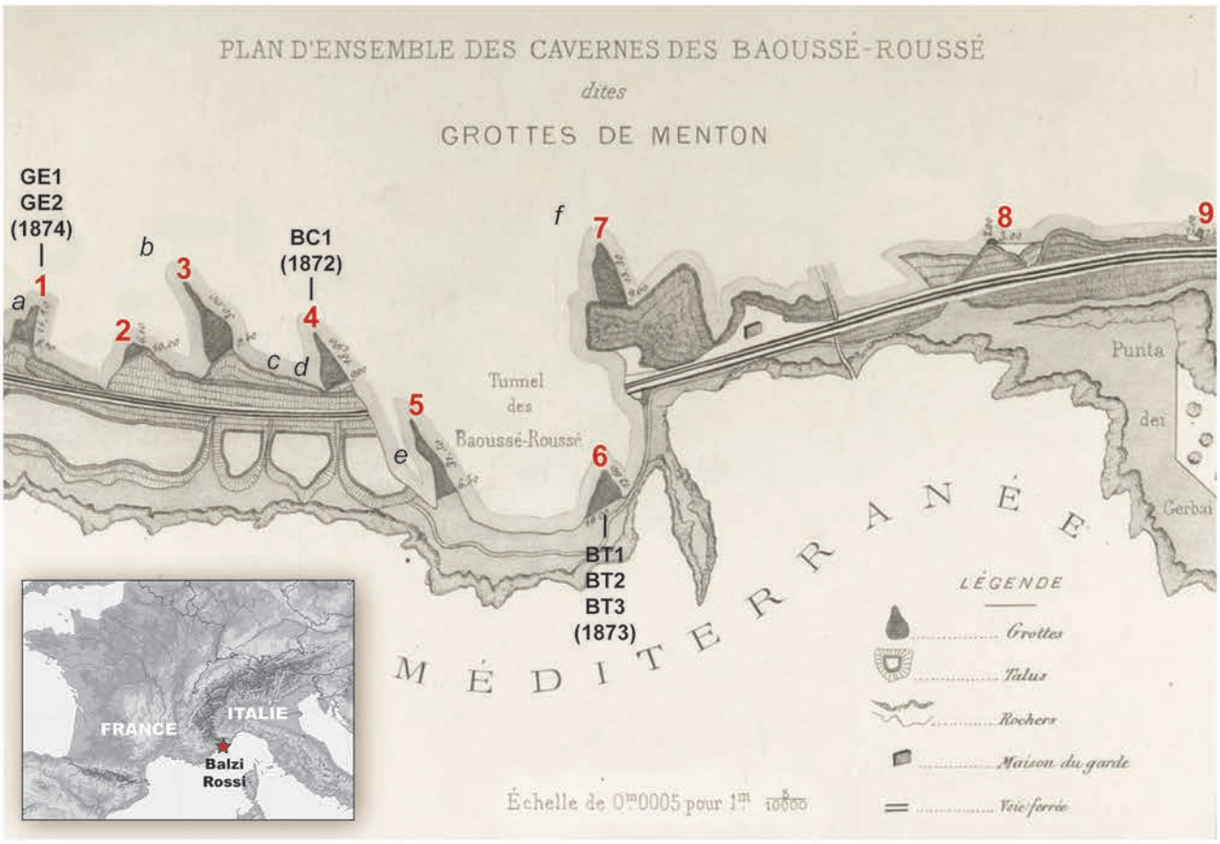
KEY-WORDS Malacofauna, Ornament, Food; Italy - Balzi Rossi, Upper Palaeolithic

INTRODUCTION

Les sites des Balzi Rossi[1] sont localisés en Ligurie italienne sur la commune de Vintimille à moins de 500 m de la frontière avec la France. Ils se composent de plusieurs cavités qui s'ouvrent dans la falaise à proximité immédiate du rivage méditerranéen actuel (**fig. 1**). Fouillées dès 1850 jusqu'à nos jours, une dizaine d'entre elles constituent toujours des sites majeurs pour l'étude du Paléolithique européen, en raison de la richesse des vestiges mis au jour (sépultures, statuettes, parure, art pariétal, outils lithiques et osseux, faune, etc.) au sein d'occupations allant du Paléolithique ancien à la fin du Paléolithique supérieur (avec d'importants ensembles du Moustérien, Aurignacien, Gravettien et Épigravettien : e.g. Rivière 1871, 1872, 1873a, 1873b, 1874, 1887 ; Verneau 1892, 1902, 1906 ; Villeneuve *et al.* 1906-1919 ; Blanc 1938 ; Graziosi 1956 ; Blanc *et al.* 1957-1961 ; Vicino et Simone 1972 ; Laplace 1977 ; Onoratini et Da Silva 1978 ; Palma di Cesnola 1979 ; Mussi 1986, 1991 ; Formicola 1988 ; Kuhn et Stiner 1992, 1998 ; Yamada 1993 ; Bolduc *et al.* 1996 ; White et Bisson 1998 ; Henry-Gambier 2001 ; Tozzi et Negrino 2008 ; Villotte et Henry-Gambier 2010 ; Rossoni-Notter 2011 ; Douka *et al.* 2012 ; Onoratini *et al.* 2012 ; Malerba et Giacobini 2014 ; Tomasso 2014 ; Grimaldi *et al.* 2017 ; Santaniello et Grimaldi 2019).

Peut-être moins connues pour cela, les grottes des Balzi Rossi ont livré plusieurs dizaines de milliers de coquilles de mollusques marins, tant en contexte funéraire que dans les niveaux d'occupation (Rivière 1887). Dès 1872, ces restes sont étudiés par les conchyliologues Gérard Paul Deshayes puis Paul Henri Fischer qui dressent la longue liste des taxons présents et reconnaissent des origines variées (Fischer 1876a, 1876b). Par ailleurs, les coquilles des Balzi Rossi ont été utilisées pour la datation des sites (Thommeret et Thommeret 1973 ; Douka *et al.* 2012) mais ont surtout été mentionnées et étudiées pour leur emploi comme objets de parure dans les sépultures (Henry-Gambier 2001 ; Vanhaeren 2010). L'une des rares études détaillées sur les coquilles découvertes dans les niveaux d'occupation est celle du matériel de l'abri Mochi (Kuhn et Stiner 1998 ; Stiner 2003). Une révision complète de 6000 restes de mollusques de cet abri a montré que les coquilles se composent d'objets de parure mais aussi de restes alimentaires, de sous-produits accidentels (liés à la collecte d'éponges) et d'escargots terrestres cohabitant sur le site (Stiner 1999). Au vu du nombre très élevé de coquilles mises au jour dans les différentes cavités, les sites des Balzi Rossi ont le potentiel de fournir une variété d'informations propres à ce mobilier : sur les paléoenvironnements ainsi que sur les économies anciennes liées à l'exploitation de cette ressource marine (pratiques alimentaires, échanges de biens, transformations en outils et objets de parure : e.g. Brébion 1981 ; Montes 1993 ; Taborin 1993 ; Prieur 2005 ; Dupont 2006 ; Bicho et Haws 2008 ; Dupont *et al.* 2008 ; Fa 2008 ; Jorda Pardo 2009 ; Álvarez-Fernández 2011, 2015 ; Colonese *et al.*

[1] Les appellations de ce complexe de sites ont varié au cours du temps : Balzi Rossi (en italien), Baoussê-Roussë (en dialecte local), « Grottes de Grimaldi » ou encore « Grottes de Menton ».



— FIGURE 1 —

Localisation des cavernes et sépultures fouillées par Émile Rivière aux Balzi Rossi (d'après É. Rivière, 1887, planche XXIV, modifiée). Numérotation des cavernes par Rivière (1887) : 1. Grotte des Enfants ; 2. Abri Lorenzi ; 3. Grotte Florestan ; 4. Grotte du Cavillon ; 5. Barma Grande ; 6. Baousso da Torre ; 7. Grotte du Prince ; 8. ? ; 9. Grotte des Gerbai. Autres cavernes : a. Grotte Constantini ; b. Grotte Voronov ; c. Abri Mochi ; d. Groticella Blanc-Cardini ; e. Abri des Bombrini ; f. Grotte de Grimaldi.

Location of the caves and burials excavated by Émile Rivière at the Balzi Rossi (after É. Rivière, 1887, plate XXIV, modified). Numeration of the caves by Rivière (1887): 1. Grotte des Enfants; 2. Abri Lorenzi; 3. Grotte Florestan; 4. Grotte du Cavillon; 5. Barma Grande; 6. Baousso da Torre; 7. Grotte du Prince; 8. ?; 9. Grotte des Gerbai. Other caves: a. Grotte Constantini; b. Grotte Voronov; c. Abri Mochi; d. Groticella Blanc-Cardini; e. Abri des Bombrini; f. Grotte de Grimaldi.

2011 ; Gutiérrez-Zugasti 2011 ; Hunt *et al.* 2011 ; Stiner et Munro 2011 ; Campmas *et al.* 2016, 2018 ; Jerardino 2016 ; Perlès 2016).

Les fouilles d'Émile Rivière, un des fouilleurs historiques des Balzi Rossi (1870-1875), sont probablement celles ayant permis de mettre au jour le plus grand nombre de coquilles dans les cavités (estimé à près de 40 000 pièces : Rivière 1887, p. 275). Néanmoins, à l'image des autres collections anciennes issues de ces sites (Rossoni-Notter *et al.* 2021), toute étude exhaustive de ce mobilier, avec une approche chronostratigraphique fiable, peut d'emblée être exclue. En effet, d'une part, l'ancienneté des fouilles et des méthodes employées par Rivière font que les contextes et attributions chronologiques sont mal documentés. D'autre part, les collections de Rivière ont été complètement démantelées à sa mort en 1922, ce qui a conduit à la dispersion et souvent à la perte de beaucoup de vestiges. Dès lors, l'examen des collections Goury (musée Lorrain, Nancy, France) et Moll (Laténium, Hauterive, Suisse), toutes deux issues des fouilles Rivière aux Balzi Rossi et comptant de nombreuses coquilles, offre l'occasion d'une étude réalisée avec des méthodes actuelles (spectre conchyliologique, proportions, provenances, traces de modifications anthropiques) permettant de dégager des tendances générales dans l'exploitation paléolithique de ces ressources aux Balzi Rossi.

1. | LES COLLECTIONS RIVIÈRE DES BALZI ROSSI

Entre 1870 et 1875, Émile Rivière explore neuf cavités de façon inégale qu'il numérote de 1 à 9 (Rivière 1887 ; **fig. 1**). Ses fouilles ont permis de mettre au jour une quantité considérable de vestiges, plus d'1 million selon sa propre estimation, qui se composent ainsi : 800 000 restes de faune dont les 40 000 coquilles de mollusques, 240 000 outils en pierre, os et bois de cervidé et 6 squelettes humains répartis en 5 sépultures découvertes dans 3 grottes (Henry-Gambier 2001) : à la grotte des Enfants (GE1 et GE2), à la grotte du Cavillon (BC1) et au Baousso da Torre (BT1, BT2 et BT3).

De son vivant, Rivière a fait don d'une petite partie de sa collection au MNHN (Paris) ainsi qu'à l'un de ses mécènes, vestiges que le MAN (Saint-Germain-en-Laye) a rachetés

ultérieurement. Cela concerne trois des sépultures (GE1 et GE2, BC1 et BT2), mais la majorité du matériel, ainsi que les restes humains de BT1 et BT3, sont restés en sa possession. À sa mort, en 1922, ses collections furent réparties en lots puis vendues aux enchères à l'hôtel Drouot à Paris en 1922. Les collections Goury et Moll correspondent à plusieurs de ces lots.

1.1. | La collection Goury (Musée Lorrain, Nancy, France)

Cette collection a été redécouverte en 2008 par l'une d'entre nous (D. H.-G.) en identifiant un des acheteurs de la collection Rivière. Georges Goury, préhistorien et conservateur du Musée Lorrain entre 1920 et 1927, a fait don de sa collection à ce musée en 1955. Composée de plusieurs lots, elle comprend de la faune, des silex, des ossements humains et 70 coquilles de mollusques. Des étiquettes sur les os humains et la comparaison avec l'inventaire de Rivière suggèrent qu'au moins une partie de ces vestiges provient de la « 6e caverne », ce qui correspond à Baousso da Torre dans la numérotation de Rivière (**fig. 2**).

L'une des découvertes majeures dans cette collection est la présence des ossements humains des sépultures de BT1 et BT3, perdus depuis la mort de Rivière (Villotte, Henry-Gambier 2010 ; Henry-Gambier 2018). Selon Rivière, la sépulture de BT3 n'a pas livré de parure associée (Rivière 1887, p. 232-233). En revanche, celles de BT1 et de BT2 contenaient de nombreux objets de parure sur coquilles : respectivement, une centaine de *Tritia neritea*, une dizaine de *Tritia corniculum* et une dizaine de Cyprées pour BT1 (Rivière 1887, p. 202-219) ; et plus de 270 *Tritia neritea*, au moins 6 Cyprées et plusieurs autres espèces plus faiblement représentées pour BT2 (Rivière 1887, p. 228-230). La parure de BT1 a disparu en même temps que les ossements alors qu'au moins une partie des coquilles de BT2 se trouve au MAN avec le squelette. La première question était donc de déterminer si les coquilles de la collection Goury pouvaient correspondre aux parures de BT1 ou BT2. Or, il s'est vite avéré que ce n'était pas le cas : si une partie des taxons mentionnés par Rivière autour des sépultures sont bien présents dans la collection Goury, les quantités ne concordent pas du tout et, surtout, la collection comprend beaucoup d'autres espèces *a priori* absentes des sépultures.

Il semble probable que les coquilles de la collection Goury correspondent à un échantillon sélectionné parmi les milliers de coquilles mis au jour dans les différents niveaux du Paléolithique supérieur de Baousso da Torre ou d'autres cavités fouillées par Rivière. Cette hypothèse est d'autant plus probable que Rivière pensait que toutes les occupations des grottes des Balzi Rossi étaient à peu près contemporaines. Il a donc eu tendance à réunir les vestiges de plusieurs grottes et de plusieurs niveaux d'une même grotte. En outre, la constitution des lots pour la vente en 1922 s'est faite en fonction de l'attrait que pouvait exercer un ensemble de vestiges sur un éventuel acheteur (i.e. regroupements en fonction de la qualité supposée des vestiges et non par niveau ou cavité). La présence de 33 taxons sur les 70 coquilles que compte la collection

— FIGURE 2 —

La collection Goury. a-b. restes humains et vestiges fauniques ; c. industrie lithique ; d. étiquette indiquant la « 6e caverne ». Photos Musée Lorrain, 2007.

The Goury collection. a-b. human and faunal remains; c. lithic industry; d. label indicating the «6e caverne ». Photos Musée Lorrain, 2007.

Goury va aussi dans ce sens et suggère en effet une sélection, probablement « représentative » des différents types découverts.

1.2. | La collection Moll (Laténium, Hauterive, Suisse)

Cette collection est celle d'Hermann-Frédéric Moll, chirurgien dans le canton de Neuchâtel et amateur de Préhistoire. Ses collections ont été acquises en 1999, à sa mort, par le musée cantonal d'archéologie de Neuchâtel (devenu le Laténium, parc et musée d'archéologie en 2001). L'itinéraire de cette collection est parfaitement connu (Pittard 1960). Elle correspond à un lot tout d'abord acheté par Henry Gass, étudiant à l'École dentaire de Paris, lors de la vente aux enchères puis emporté dans sa maison familiale de La Chaux-de-Fonds (canton de Neuchâtel). Cette collection reste ignorée pendant 30 ans puis, à la mort de la mère d'H. Gass (lui-même décédé dès 1927), elle est rachetée en 1957 par H.-F. Moll qui expose les objets dans des vitrines qui prenaient place dans son bureau, à son domicile, forme sous laquelle a été acquise la collection pour le musée (**fig. 3**). Il s'agit probablement de l'une des plus importantes séries aujourd'hui connues de la collection Rivière car, outre les nombreuses pièces provenant des Balzi Rossi, elle contient aussi des objets exhumés dans d'autres sites fouillés par Rivière, principalement de Dordogne : Laugerie-Basse et Laugerie-Haute, La Mouthe, Les Combarelles, La Madeleine, Cro-Magnon, Le Moustier et bien d'autres.

Les Balzi Rossi y sont représentés par un peu plus d'un millier de pièces qui comprennent de l'industrie lithique, de la faune et surtout un total de 675 coquilles de mollusques. L'attribution des coquilles aux Balzi Rossi est attestée, d'une part, par les marquages et étiquettes, qui ont permis d'associer un peu plus de 300 pièces à une cavité et, d'autre part, par la reconnaissance d'une partie des coquilles figurées dans l'ouvrage de Rivière de 1887 (**fig. 4**). Quant aux 370 autres pièces sans localisation, leur nature et leur état de surface correspondent aux pièces localisées, et la plupart présente un marquage qui indique « Menton ». Selon ces données, les coquilles de la collection Moll proviennent des niveaux d'occupation du Paléolithique supérieur et sont issues d'au moins quatre cavernes des Balzi Rossi : principalement la grotte du Cavillon (313 pièces) puis Baousso da Torre (5 pièces), abri Lorenzi (1 pièce) et Barma Grande (1 pièce). Là aussi, il s'agit d'un échantillon sélectionné.

Il est également à signaler que la collection Moll contient une série naturaliste de coquilles de mollusques qui se compose de plusieurs pièces remarquables. Il y a tout d'abord une trentaine de coquilles fossiles issues des

— FIGURE 3 —

La collection Moll. a. moulages de crânes humains et vestiges fauniques ; b-c. industries lithiques et osseuses issues de différents sites paléolithiques ; d. détails des coquilles de mollusques des Balzi Rossi. Photos Y. André, Laténium, 1999.

The Moll collection. a. casts of human skulls and faunal remains; b-c. lithic and bone industries from different Paleolithic sites; d. details of mollusc shells from the Balzi Rossi. Photos Y. André, Laténium, 1999.

— FIGURE 4 —

Attribution des coquilles de la collection Moll aux Balzi Rossi. Identification de coquilles illustrées dans l'ouvrage de Rivière (1887) : a. figure 22 p. 124 ; b. figure 45 p. 173 ; c. figure 76 p. 237 ; d. planche XXI ; e-f : étiquettes et marquages. Photos C. Peschaux, F.-X. Chauvière et M. Juillard.

Attribution of shells from the Moll collection to Balzi Rossi. Identification of shells illustrated in Rivière's publication (1887): a. figure 22 p. 124; b. figure 45 p. 173; c. figure 76 p. 237; d. plate XXI; e-f: labels and markings. Photos C. Peschaux, F.-X. Chauvière and M. Juillard.

formations éocènes du Bassin parisien[2], dont 4 exemplaires de grandes coquilles de *Campanile giganteum*, qui ne sont pas mentionnés par Rivière (1887), ni par Fischer (1876b). La nature des pièces (le fait qu'il s'agisse de grandes coquilles appartenant à des espèces très recherchées par les collectionneurs) et leur état de surface (blanches, telles qu'on les retrouve dans les formations géologiques, et qui ne paraissent pas avoir été altérées par un séjour dans un site archéologique) tendent davantage à considérer ces fossiles comme des objets de collection ou de comparaison ayant appartenu soit à Rivière soit à ces successeurs[3]. La série comprend aussi deux fragments de valves appareillées de *Pinna nobilis* dite la Grande nacre. Il s'agit d'une moule géante (qui peut atteindre 1 m de longueur), qui vit en Méditerranée et qui est aujourd'hui une espèce protégée. Là encore, il n'existe aucune mention de ces objets remarquables dans les publications, alors qu'il est évident qu'une telle découverte n'aurait pas échappé à Rivière et encore moins à Fischer. On peut là aussi considérer qu'il s'agit de pièces de collection.

2. | ÉTUDE DES COQUILLES : OBJECTIFS ET MÉTHODES D'ANALYSE

Avec un total de 745 coquilles, les collections Goury et Moll offrent ainsi un échantillon majeur des coquilles découvertes aux Balzi Rossi, même si on reste encore très loin des 40 000 pièces mentionnées par Rivière. Étant donné le manque d'informations contextuelles, il est bien sûr impossible d'envisager une approche chronostratigraphique précise, mais une étude actualisée des coquilles contenues dans ces deux collections peut apporter des faits nouveaux : si la liste des taxons malacologiques présents dans la collection Rivière a déjà été dressée (Fischer 1876b ; Rivière 1887 ; **tabl. 1**), un aspect ignoré jusqu'à présent concerne, d'une part, les proportions et, d'autre part, les traces de transformations anthropiques, qui peuvent être particulièrement révélatrices des modalités d'exploitation utilisées.

[2] Liste complète : *Potamides cristatus* (NR=9), *Campanile giganteum* (NR=4), *Ampullina depressa parisiensis* (NR=3), *Sycostoma bulbiforme* (NR=3), *Clava striata* (NR=2), *Venericardia planiscosta* (NR=2), *Turritella imbricataria* (NR=2), *Clavilithes parisiensis* (NR=1), *Hipponix cornucopiae* (NR=1), *Tympanotonos cinctus* (NR=1).

[3] La présence, sur ces coquilles, de marquages similaires à ceux présents sur les coquilles des Balzi Rossi qui mentionnent « *Menton, 4e caverne* », suggère que la collection naturaliste appartenait probablement à Rivière et que ces coquilles ont été postérieurement et par erreur, attribuées aux Balzi Rossi par H. Gass ou H.-F. Moll.

Fischer 1876b	Rivière 1887	Nom actualisé (2022)	GOURY	MOLL
_	*Alvania crenulata*	_	_	_
_	*Alvania europea*	*Alvania cimex*	_	_
_	*Alvania montagui*	*Alvania discors*	_	_
_	*Anomia ephippium*	*Anomia ephippium*	x	_
Arca actea	_	*Striarca lactea*	_	x
Arca diluvii	_	*Anadara diluvii*	_	_
Buccinum undatum	*Buccinum undatum*	*Buccinum undatum*	_	x
Cancellaria cancellata	*Cancellaria cancellata*	*Bivetiella cancellata*	_	x
Cardita calyculata	_	*Cardita calyculata*	_	_
Cardium aculeatum	*Cardium aculeatum*	*Acanthocardia aculeata*	_	_
Cardium echinatum	*Cardium echinatum*	*Acanthocardia echinata*	_	_
Cardium edule	*Cardium edule*	*Cerastoderma edule*	x	x
Cardium exiguum	*Cardium exiguum*	*Parvicardium exiguum*	_	_
Cardium oblongum	*Cardium oblongum*	*Laevicardium oblongum*	_	_
_	*Cardium papillosum*	*Papillicardium papillosum*	_	_
Cardium tuberculatum	*Cardium rusticum*	*Acanthocardia tuberculata*	_	x
Cassidaria echinophora	*Cassidaria echinophora*	*Galeodea echinophora*	_	_
Cassidaria Tyrrhena	*Cassidaria Tyrrhena*	*Galeodea rugosa*	_	_
Cassis saburon	*Cassis saburon*	*Semicassis saburon*	_	x
Cassis sulcosa	*Cassis sulcosa*	*Semicassis granulata*	_	_
_	_	*Cerithium alucastrum*	_	x
Cerithium cornucopiae	*Cerithium cornucopiae*	*Campanile cornucopiae*	_	_
Cerithium fuscatum	*Cerithium fuscatum*	*Cerithium lividulum*	x	x
_	*Cerithium reticulatum*	*Bittium reticulatum*	_	_
Cerithium scabrum	*Cerithium scabrum*	*Cerithium scabridum*	_	x
Cerithium vulgatum	*Cerithium vulgatum*	*Cerithium vulgatum*	_	x
Chenopus pespelicani	*Chenopus pespelicani*	*Aporrhais pespelecani*	x	x
Clanculus corallinus	*Clanculus corallinus*	*Clanculus corallinus*	x	x
Clanculus Jussieui	*Trochus jussieui*	*Clanculus Jussieui*	_	_
_	*Columbella gervillei*	*Mitrella gervillii*	x	x
Columbella rustica	*Columbella rustica*	*Columbella rustica*	_	_
_	*Columbella scripta*	*Mitrella scripta*	_	x
Conus méditerraneus	*Conus méditerraneus*	*Conus ventricosus*	x	x
_	*Cypraea elongata*	*Schilderina longiscata*	_	_
Cyproea europæa	*Cypraea europæa*	*Trivia monacha*	x	x
_	*Cypraea lurida*	*Luria lurida*	x	x
_	*Cypraea physis*	*Schilderia achatidea*	x	x
Cyproea pyrum	*Cypraea pyrum*	*Zonaria pyrum*	x	x
Cyproea spurca	*Cypraea spurca*	*Naria spurca*	_	_
_	*Dentalium delessertianum*	*Fissidentalium rectum*	_	x
Dentalium dentalis	*Dentalium dentalis*	*Antalis dentalis*	_	_
_	*Dentalium novemcostatum*	*Antalis novemcostata*	_	x
_	*Dentalium Tarentinum*	*Antalis vulgaris*	_	_
_	*Euthria cornea*	*Euthria cornea*	_	x
_	*Fasciolaria lignaria*	*Tarantinaea lignaria*	_	_
_	*Fissurella gibba*	*Diodora gibberula*	x	x
Fusus corneus	_	_	_	_
_	*Fusus pulchellus*	*Pseudofusus pulchellus*	_	_
Fusus rostratus	*Fusus rostratus*	*Pseudofusus rostratus*	_	_
_	*Fusus rudis*	*Fusinus rudis*	_	_
_	_	*Haedropleura septangularis*	_	x
Haliotis lamellosa	*Haliotis lamellosa*	*Haliotis tuberculata*	_	_
Littorina littorea	*Littorina littorea*	*Littorina littorea*	_	_
Littorina obtusata	*Littorina obtusata*	*Littorina obtusata*	_	x
Littorina rudis	*Littorina rudis*	*Littorina saxatilis*	_	_
Lucina borealis	*Lucina borealis*	*Lucinoma borealis*	_	_
Lucina lactea	*Lucina lactea*	*Pseudolucinisca lacteola*	_	_
Lutraria elliptica	*Lutraria elliptica*	*Lutraria lutraria*	_	_
_	*Marginella miliacea*	*Gibberula miliaria*	_	_
_	_	*Episcomitra zonata*	_	x
_	*Mitra ebenus*	*Pusia ebenus*	_	x
Murex aciculatus	*Fusus corallinus*	*Ocinebrina aciculata*	_	_
Murex cristatus	*Murex cristatus*	*Muricopsis cristata*	_	_
Murex edwardsii	*Murex edwardsii*	*Ocinebrina edwardsii*	x	x
Murex erinaceus	*Murex erinaceus*	*Ocenebra erinaceus*	_	x
_	_	*Pseudofusus rostratus*	_	x
Murex trunculus	*Murex trunculus*	*Hexaplex trunculus*	x	x
_	_	*Mytilus galloprovincialis*	x	x
Mytilus edulis	*Mytilus edulis*	*Mytilus edulis*	_	_
Nassa corniculum	*Buccinum corniculum*	*Tritia corniculum*	x	x
_	_	*Tritia cuvierii*	_	x
Nassa gibbosula	*Nassa gibbosa*	*Tritia gibbosula*	x	x

Fischer 1876b	Rivière 1887	Nom actualisé (2022)	GOURY	MOLL
Nassa incrassata	*Nassa incrassata*	*Tritia incrassata*	x	x
_	*Nassa musiva*	*Nassarius limnaeiformis*	_	_
Nassa mutabilis	*Nassa mutabilis*	*Tritia mutabilis*	_	x
Nassa neritea	*Nassa neritea*	*Tritia neritea*	x	x
Nassa prismatica	*Nassa prismatica*	*Nassarius prysmaticus*	_	_
Nassa reticulata	*Nassa reticulata*	*Tritia reticulata*	x	x
_	_	*Tritia tenuicosta*	_	x
Nassa variabilis	*Nassa variabilis*	_	_	_
Natica Alderi	*Natica Alderi*	*Euspira nitida*	_	_
_	*Natica fusca*	*Euspira fusca*	_	_
_	*Natica guillemini*	*Euspira guilleminii*	x	x
Natica josephinae	*Natica olla*	*Neverita josephinia*	_	x
_	_	*Naticarius hebraeus*	_	x
Natica millepunctata	*Natica millepunctata*	*Naticarius stercusmuscarum*	_	_
Natica monilifera	*Natica monilifera*	*Euspira catena*	x	x
Ostrea edulis	*Ostrea edulis*	*Ostrea edulis*	x	x
_	*Patella caerulea*	*Patella caerulea*	_	_
Patella ferruginea	*Patella ferruginea*	*Patella ferruginea*	_	x
Patella lusitanica	*Patella lusitanica*	*Patella rustica*	x	x
Patella tarentina	*Patella tarentina*	*Patella ulyssiponensis*	x	x
_	*Patella vulgata*	*Patella vulgata*	_	_
Pecten benedictus	*Pecten benedictus*	*Pecten benedictus*	_	_
_	*Pecten Fuchsi*	_	_	_
Pecten jacobaeus	*Pecten jacobaeus*	*Pecten jacobaeus*	x	x
Pecten maximus	*Pecten maximus*	*Pecten maximus*	_	_
Pecten multistriatus	*Pecten multistriatus*	*Talochlamys multistriata*	_	_
Pecten scrabrellus	*Pecten scrabrellus*	_	_	_
Pecten varius	*Pecten varius*	*Chlamys varia*	_	_
Pectunculus glycimeris	*Pectunculus glycimeris*	*Glycymeris glycymeris*	x	x
_	*Pectunculus pilosus*	*Glycymeris pilosa*	_	x
Pectunculus violacescens	*Pectunculus violacescens*	*Glycymeris nummaria*	_	_
_	*Phiasianella pullus*	*Tricolia pullus*	_	_
_	*Pleurotoma philberti*	*Raphitoma philberti*	_	_
Pleurotoma undatiruga	*Pleurotoma undatiruga*	*Fusiturris undatiruga*	_	x
Purpura lapillus	*Purpura lapillus*	*Nucella lapillus*	x	x
_	*Ranella marginata*	*Aspa marginata*	x	_
_	*Rissoa subcostulata*	*Rissoa guerinii*	_	_
_	*Rissoa variabilis*	*Rissoa variabilis*	_	_
_	*Rissoa ventricosa*	*Rissoa ventricosa*	_	_
_	*Rissoina bruguieri*	*Rissoina bruguieri*	_	x
Scalaria communis	*Scalaria communis*	*Epitonium clathrus*	_	_
Scalaria turtonae	*Scalaria turtonae*	*Epitonium turtonis*	_	_
Spondylus gaederopus	*Spondylus gaederopus*	*Spondylus gaederopus*	_	_
Tapes aureus	*Tapes aureus*	*Polititapes aureus*	_	_
Tapes decussatus	*Tapes decussatus*	*Ruditapes decussatus*	_	_
Terebra fuscata	*Terebra fuscata*	_	_	_
_	*Triton cutaceus*	*Cabestana cutacea*	_	_
Triton nodiferum	*Triton nodiferum*	*Charonia lampas*	_	_
_	*Tritonidea rivieri*	*Gemophos viverratus*	_	x
Trochus adansoni	*Trochus adansoni*	*Steromphala adansonii*	_	x
_	*Trochus adriaticus*	*Steromphala adriatica*	_	_
_	_	*Steromphala varia*	_	x
_	*Trochus articulatus*	*Phorcus articulatus*	_	_
_	*Trochus biasoletti*	*Steromphala albida*	_	_
_	*Trochus conulus*	*Calliostoma conulus*	_	_
Trochus divaricatus	*Trochus divaricatus*	*Steromphala divaricata*	_	_
_	*Trochus erythroleucos*	*Jujubinus exasperatus*	_	_
Trochus fermoni	*Trochus fermoni*	*Gibbula ardens*	_	_
_	*Trochus laugieri*	*Calliostoma laugieri*	_	x
Trochus mutabilis	*Trochus mutabilis*	*Trochus mutabilis*	_	_
Trochus richardi	*Trochus richardi*	*Phorcus richardi*	x	x
Trochus striatus	*Trochus striatus*	*Jujubinus striatus*	_	_
Trochus turbinatus	*Trochus turbinatus*	*Phorcus turbinatus*	_	x
Trochus zizyphinus	*Trochus zizyphinus*	*Calliostoma zizyphinum*	x	x
Turbo rugosus	*Turbo rugosus*	*Bolma rugosa*	_	x
_	*Turbo sanguineus*	*Homalopoma sanguineum*	_	x
Turritella Archimedis	*Turritella Archimedis*	*Archimediella cochlias*	_	_
Turritella communis	*Turritella communis*	*Turritellinella tricarinata*	x	x
_	*Turritella triplicata*	*Archimediella triplicata*	x	x
_	_	*Callista chione*	_	x
Venus gallina	*Venus gallina*	*Chamelea gallina*	_	_

TABLEAU 1

Liste des taxons de coquilles de mollusques marins des Balzi Rossi, mentionnés par Fischer (1876b, p. 332-335) puis Rivière (1887, p. 151-152 et p. 262-264). x : présence dans les collections Goury et Moll.

List of marine mollusc shell taxa from the Balzi Rossi, mentioned by Fischer (1876b, p. 332-335) then Rivière (1887, p. 151-152 and p. 262-264). x: presence in the Goury and Moll collections.

Afin de connaître le spectre conchyliologique présent dans les collections Goury et Moll, nous avons tout d'abord procédé à la détermination spécifique des coquilles (en coll. avec L. Charles pour la collection Goury). Elle a été réalisée par anatomie comparée à partir des ouvrages de références en malacologie actuelle et conchyliologie fossile (Luigi, Sacco 1872-1904 ; Bucquoy *et al.* 1886 ; Locard 1892 ; Dollfus, Dautzenberg 1902 ; Cossmann, Pissarro 1904-1913 ; Cossmann, Peyrot 1909-1932 ; Glibert 1949 ; Poppe, Goto 1991, 1993 ; Fischer 2000 ; Lindner 2000). La classification des coquilles étant régulièrement revue par les taxonomistes, nous avons également procédé à l'actualisation des noms des espèces à partir de la base de données *MolluscaBase* (2022). Dans la mesure où une partie des taxons identifiés sont liés à un âge géologique et/ou à un biotope précis, ils ont des origines géographiques restreintes qu'il est possible de reconnaître pour appréhender les provenances des coquilles.

La nomenclature descriptive propre à chaque classe de mollusques (Gastéropode, Bivalve, Scaphopode) a été empruntée à la littérature malacologique (Pfleger 1989 ; Poppe et Goto 1991, 1993 ; Lindner 2000). La présence de traces de modifications anthropiques a été recherchée ; elles ont été photographiées au microscope Dino-Lite avec un grossissement allant jusqu´à x250. Cette analyse a pris en compte la description et l'interprétation des stigmates techniques de perforation et les macro-usures (e.g. d'Errico *et al.* 1993 ; Taborin 1993 ; Sidéra 1993 ; Stiner 1999 ; Vanhaeren, d'Errico 2001 ; Sidéra, Giacobini 2002 ; Chauvière 2002 ; Bonnardin 2009 ; Avezuela Aristu *et al.* 2011 ; Peschaux 2017). Nous avons également recherché des preuves d'une consommation alimentaire. Hormis les Scaphopodes, certains Cônes et les Cyprées, la plupart des mollusques marins sont consommables (Prieur 2005). L'identification de ces pratiques dans le registre archéologique reste néanmoins une affaire délicate car, d'une part, les mollusques peuvent avoir été consommés crus et, d'autre part, leur acquisition et éventuelle cuisson ne laissent que des traces ténues. Si la valeur nutritionnelle des mollusques et leur facilité de collecte (selon leur étagement et habitat) sont des critères indicatifs d'une consommation potentielle, certaines modifications peuvent être directement observées sur les coquilles, comme les états de surface (coquilles roulées et donc collectées vides *vs* fraîches et donc possiblement pêchées vivantes), les éventuelles traces techniques de décrochage des rochers par des outils (par exemple, encoches sur des Patelles) ou de fracturations volontaires liées à la récupération des mollusques (par exemple, troncatures de l'apex sur les Troques), ou encore les traces de chauffe possiblement indicatives d'une cuisson ou utilisée pour ouvrir les coquilles des Bivalves (e.g. Claassen 1998 ; Stiner 1999 ; Dupont 2006 ; Bonizzoni *et al.* 2009 ; Perlès et Vanhaeren 2010 ; Campmas *et al.* 2016, 2018).

3. | RÉSULTATS

3.1. | Spectre conchyliologique

Les 70 coquilles de mollusques de la collection Goury se composent d'un taxon terrestre représenté par une seule pièce (*Cepaea nemoralis*) et 69 coquilles de Gastéropodes et de Bivalves marins qui se déclinent en 33 taxons (**tabl. 2**).

Les 675 coquilles marines de la collection Moll se répartissent en 66 taxons : outre le nombre important des Gastéropodes (NR=594 ; 55 taxons), et un peu moins des Bivalves (NR=28 ; 9 taxons), il est à relever la présence des Scaphopodes, absents dans la collection Goury, et qui sont surtout représentés par l'espèce fossile de grandes dimensions *Fissidentalium rectum* (**tabl. 2**).

Alors que Fischer (1876b, p. 332-335) puis Rivière (1887, p. 151-152 et p. 262-264) listent un total de 135 espèces marines, les collections Goury et Moll regroupent 69 taxons (dont 8 espèces non mentionnées précédemment) qui confirment un spectre malacologique très varié (**tabl. 1**). Les proportions montrent que le spectre est largement dominé par les Gastéropodes (près de 90 %) et il n'y a finalement qu'assez peu de Bivalves qui sont ici supplantés, en nombre de restes, par les Scaphopodes. Plus spécifiquement, il est à relever que le spectre est dominé par les petits Gastéropodes (**fig. 5**), de types Troques et Nasses, qui à eux seuls représentent presque la moitié de l'échantillon.

La collection Moll contient aussi des coquilles que Rivière décrit comme étant rares. Citons un exemplaire de *Fusiturris undatiruga* (fig. 6 n° 6), considéré à l'époque comme fossile (Rivière 1887, p. 150-151) mais qui, au vu de la fraîcheur du test et des connaissances actuelles, peut aujourd'hui être replacé en Méditerranée (Poppe, Goto 1991). La collection comprend aussi l'exemplaire de *Tritonidea rivierei* (**fig. 5 n° 32**), présenté comme étant une espèce nouvelle et fossile trouvée dans la 6e caverne (Rivière 1887, p. 277), qui correspond en fait plus certainement à *Gemophos viverratus*, dont l'aire de développement est principalement associée aux côtes ouest-africaines mais qui connaît aussi des incursions en Méditerranée au cours du Pléistocène (Sabelli, Taviani 2014) (**fig. 6 n°6**).

3.2. | Provenances multiples

Des provenances ont pu être proposées pour 721 coquilles, soit 97 % de l'échantillon. Elles traduisent des origines multiples (**tabl. 2**). Plus de 90 % des coquilles sont d'origine locale méditerranéenne, ce qui est peu surprenant puisque ce rivage se trouvait à seulement quelques centaines de mètres de l'entrée des grottes, même aux époques paléolithiques. Il était donc facile de se procurer en grand nombre ces coquilles.

Quelques coquilles sont fossiles et issues des formations pliocènes locales et régionales : cela concerne les *Fissidentalium rectum* (**fig. 7 n° 4 à 16**) de la collection Moll et l'exemplaire d'*Aspa marginata* (**fig. 6 n° 12**) de la collection Goury. Les affleurements pliocènes livrant ces coquilles se retrouvent localement, au plus près à 5 km des Balzi Rossi où Rivière dit avoir trouvé des *Fissidentalium rectum* similaires à Castel d'Appio qui se trouve juste au nord-ouest de Vintimille (Rivière 1887, p. 60).

Enfin, une petite part des coquilles est d'origine extrarégionale à des distances d'au moins 600 km, avec un petit apport atlantique renseigné par la présence de *Nucella lapillus* (**fig. 5 n° 30 et 31**) et de *Buccinum undatum* (**fig. 5 n° 37**), strictement associées au rivage océanique. Les Littorines (*Littorina obtusata* : **fig. 5 n° 28**) pourraient également avoir cette origine. Si elles ont pu connaître de discrètes incursions en Méditerranée au cours du

Pléistocène (Cataliotti-Valdina 1984), leur aire de développement est principalement associée aux côtes atlantiques (Poppe, Goto 1991).

Comme mentionnée par Rivière (1887, p. 278), il est à noter l'absence des coquilles fossiles des faluns miocènes de l'ouest de la France, pourtant très souvent collectées au cours du Paléolithique supérieur (cf. Taborin 1993). En revanche, on peut mentionner l'existence d'un fragment de *Campanile cornucopiae* aux Balzi Rossi (**fig. 6 n° 13**). Cette pièce, mise au jour dans la grotte du Cavillon, ne fait malheureusement pas partie des collections retrouvées. Décrite par Rivière (1887, p. 151), il s'agit d'un fragment d'un Cérithe fossile de grandes dimensions (qui atteint facilement les 25 cm de longueur à l'âge adulte) qui est originaire des formations éocènes du Bassin parisien *largo sensu*. Ces coquilles sont particulièrement connues dans des formations fossilifères éocènes du département de La Manche (Rivière évoque la ville de Valognes : 1887, p. 276), et sont également signalées dans l'Aisne (Pacaud *et al.* 2014), ce qui trace une circulation de très longue distance qui ici peut atteindre 900 km.

3.3. | Transformations anthropiques

Aux Balzi Rossi, l'emploi des coquilles comme objets de parure est un fait admis grâce aux sépultures découvertes. La parure y est composée principalement de Nasses et de Cyprées (Rivière 1887 ; Stiner 1999, 2003 ; Henry-Gambier 2001). Dans les collections étudiées, nous avons identifié 310 pièces aménagées d'un orifice (Gastéropodes et Bivalves) et 45 coquilles de Scaphopodes raccourcies, ce qui représente 54 % du total déterminable (**tabl. 2**). On y retrouve en effet des Nasses et des Cyprées percées, mais il y a aussi de nombreux autres taxons travaillés (49 taxons différents au total).

Lorsqu'on regarde la part des coquilles travaillées pour chaque taxon, on se rend compte que ces derniers n'ont pas tous été transformés en objets de parure de façon égale (**tabl. 2**). Si l'on considère les deux types de coquilles les plus représentées, il s'avère que les Nasses ont été particulièrement concernées par cette transformation en objets de parure alors que les Troques ont été, dans l'ensemble, nettement moins percées. Pour les Troques, cela dépend en fait de l'espèce puisque les *Homalopoma sanguineum*, les *Clanculus corallinus* et les *Phorcus richardi* sont souvent percées alors que les *Calliostoma zizyphinum* et les *Steromphala adansonii*, pourtant majoritaires dans le spectre, ne montrent que de très rares évidences d'utilisation pour la parure, faisant apparaître de nettes disparités entre les espèces.

Parmi les traces observées, 23 coquilles présentent des usures (i.e. émoussés localisés qui arrondissent et déforment le bord des perforations) qui confirment leur emploi comme objets de parure et montrent qu'au moins une partie d'entre elles ont été portées avant d'être abandonnées sur place (**fig. 8 i à k**). Sur les procédés techniques identifiés, deux modalités de perforation sont reconnues (sur 291 pièces). La première consiste à obtenir l'orifice directement par sciage (i.e. par plusieurs va-et-vient avec un tranchant lithique ; **fig. 8 e et f**). Cette modalité est peu courante (14 pièces, 5 %) et on la retrouve seulement sur les Cyprées, les Cônes et certaines Patelles.

La seconde modalité, qui est donc la plus courante (277 pièces, 95 %), consiste à perforer la coquille par pression (i.e. application sur la surface d'une force manuelle et continue avec une pointe lithique ou en os jusqu'à provoquer une fracturation ; **fig. 8 a à d**). Cette modalité peut parfois être précédée d'un petit grattage (reconnu sur 3 pièces ; **fig. 8 c**). Ce procédé se retrouve sur toutes les autres formes de coquilles : les Nasses, les Troques, les Cérithes, etc.

Ces deux modalités de perforation ne semblent pas correspondre à une variabilité chronologique, puisqu'on retrouve la même dichotomie, avec des Nasses perforées par pression et des Cyprées percées par sciage, dans les sépultures des Balzi Rossi (Rivière 1887 p. 209) - dont la stricte contemporanéité n'est toutefois pas attestée - ainsi que dans d'autres sites du Paléolithique supérieur plus récent (ex. de Labattut, Henry-Gambier *et al.* 2019). La variabilité constatée paraît davantage être liée à la forme de la coquille. Plus justement, ces différences techniques pourraient être une adaptation à l'épaisseur de la coquille puisque les grandes Cyprées, les Cônes et les Patelles ont des coquilles particulièrement épaisses et robustes qui peuvent s'avérer non adaptées à la perforation par pression.

Les Scaphopodes ont, quant à eux, été segmentés en ayant recours au sciage (stries résiduelles conservées sur une pièce : **fig. 8 g**). Il est également à relever la présence fréquente de résidus de matières colorantes rouges sur la majorité des coquilles (**fig. 8 h et l**). Ces dépôts peuvent signaler des pratiques de coloration des coquilles, tout en n'excluant pas des actions taphonomiques en lien par exemple avec l'enfouissement des coquilles dans des sédiments imprégnés de colorants.

Si la transformation des coquilles en éléments de parure concerne donc environ la moitié des pièces, les autres coquilles peuvent, au moins pour partie, correspondre à des lots de matière première en attente d'être perforée (Rivière signale des regroupements de coquilles : 1887, p. 170-171) ou à des déchets de fabrication. La richesse des objets de parure découverts aux Balzi Rossi suggère en effet que des activités de production ont pu être régulièrement pratiquées sur les sites en profitant de la proximité du rivage et donc de l'abondance sur place des ressources nécessaires.

Au vu du nombre important des restes malacofauniques, la consommation de mollusques paraît également tout à fait plausible (pratique déjà signalée à l'abri Mochi : Stiner 1999). Cet usage alimentaire peut être envisagé particulièrement pour les Troques, et notamment certaines espèces de Troques (comme les *Calliostoma zizyphinum* et les *Steromphala adansonii*) qui, bien qu'elles soient fortement représentées dans le spectre, ne montrent que très peu d'évidences d'utilisation comme objets de parure. Aucune trace technique associée à l'alimentation (encoches de décrochage, fracturations liées à la récupération du mollusque, etc.) n'a cependant été identifiée sur les coquilles. En revanche, la présence de traces de chauffe montre de nettes variations selon les taxons (**tabl. 2**). Alors que pour les espèces qui paraissent principalement destinées à la parure (comme les Nasses), les effectifs de coquilles brûlées sont globalement faibles, les Troques en présentent en revanche des pourcentages

GASTÉROPODE (1/2)	TOTAL	GOURY	MOLL	PROV.	P	NP	MU	C
Troques	**224**	7	217	_	73	134	4	54
Calliostoma zizyphinum	**73**	1	72	MED.	2	68	_	16
Phorcus turbinatus	**62**	_	62	MED.	27	32	4	12
Homalopoma sanguineum	**30**	_	30	MED.	20	9	_	6
Steromphala varia	**25**	_	25	MED.	13	10	_	5
Steromphala adansonii	**17**	_	17	MED.	1	10	_	11
Clanculus corallinus	**10**	3	7	MED.	6	3	_	4
Phorcus richardi	**5**	3	2	MED.	4	_	_	_
Bolma rugosa	**1**	_	1	MED.	_	1	_	_
Calliostoma laugieri	**1**	_	1	MED.	_	1	_	_
Nasses	**128**	8	120	_	111	14	1	19
Tritia mutabilis	**42**	_	42	MED.	36	4	_	3
Tritia incrassata	**30**	2	28	MED.	22	8	_	11
Tritia gibbosula	**28**	2	26	MED.	27	1	_	3
Tritia neritea	**12**	1	11	MED.	12	_	1	1
Tritia reticulata	**12**	2	10	MED.	12	_	_	_
Tritia corniculum	**2**	1	1	MED.	1	1	_	_
Tritia cuvierii	**1**	_	1	MED.	_	_	_	_
Tritia tenuicosta	**1**	_	1	MED.	1	_	_	1
Cérithe	**70**	4	66	_	8	26	3	24
Cerithium vulgatum	**41**	_	41	MED.	4	12	2	8
Cerithium lividulum	**15**	1	14	MED.	1	8	1	11
Cerithium scabridum	**2**	_	2	MED.	_	_	_	1
Cerithium alucastrum	**1**	_	1	MED.	_	1	_	_
Cerithium sp.	**11**	3	8	_	3	6	_	4
Murex	**54**	8	46		19	31	1	16
Ocinebrina edwardsii	**36**	6	30	MED.	15	21	_	9
Hexaplex trunculus	**12**	1	11	MED.	2	7	_	5
Nucella lapillus	**4**	1	3	ATL.	2	2	1	_
Ocenebra erinaceus	**1**	_	1	MED.	_	1	_	1
Mucidae	**1**	_	1	_	_	_	_	1
Cyprée	**39**	6	33	_	34	3	4	7
Trivia monacha	**25**	1	24	MED.	25	_	_	4
Schilderia achatidea	**5**	2	3	MED.	4	_	2	_
Zonaria pyrum	**4**	1	3	MED.	2	1	_	2
Luria lurida	**2**	1	1	MED.	2	_	1	_
Cypraeidae	**3**	1	2	_	1	2	1	1
Patelle	**29**	9	20	_	4	25	2	5
Patella ulyssiponensis	**13**	5	8	MED.	2	11	1	1
Patella rustica	**7**	3	4	MED.	2	5	1	1
Patella ferruginea	**4**	_	4	MED.	_	4	_	1
Diodora gibberula	**2**	1	1	MED.	_	2	_	1
Patella sp.	**3**	_	3	MED.	_	3	_	1
Turritelle	**24**	5	19	_	9	10	_	2
Archimediella triplicata	**18**	2	16	MED.	4	10	_	2
Turritellinella tricarinata	**5**	3	2	MED.	5	_	_	_
Turritella sp.	**1**	_	1	_	_	_	_	_
Natice	**11**	2	9	_	8	1	1	1
Euspira guilleminii	**4**	1	3	MED.	3	_	_	_
Naticarius hebraeus	**4**	_	4	MED.	3	1	_	1
Euspira catena	**2**	1	1	MED.	2	_	1	_
Neverita josephinia	**1**	_	1	MED.	_	_	_	_

GASTÉROPODE (2/2)	TOTAL	GOURY	MOLL	PROV.	P	NP	MU	C
Mitre	8	3	5	_	5	3	_	1
Mitrella gervillii	4	3	1	MED.	3	1	_	_
Mitrella scripta	3	_	3	MED.	2	1	_	1
Episcomitra zonata	1	_	1	MED.	_	1	_	_
Buccin	6	_	6	_	2	4	_	1
Buccinum undatum	3	_	3	ATL.	_	3	_	1
Euthria cornea	2	_	2	MED.	1	1	_	_
Gemophos viverratus	1	_	1	MED.	1	_	_	_
Turride	2	_	2	_	_	1	_	1
Fusiturris undatiruga	1	_	1	MED.	_	_	_	_
Haedropleura septangularis	1	_	1	MED.	_	1	_	1
Autres	59	8	51	_	30	19	2	16
Aporrhais pespelecani (Pied de pélican)	34	4	30	MED.	15	10	1	13
Littorina obtusata (Littorine)	5	_	5	ATL./MED.	5	_	_	_
Conus ventricosus (Cône)	4	3	1	MED.	3	1	1	2
Semicassis saburon (Casque)	4	_	4	MED.	1	3	_	_
Pusia ebenus (Pusia)	3	_	3	MED.	2	1	_	_
Aspa marginata (Bursidé)	1	1	_	PLIO.	1	_	_	_
Bivetiella cancellata (Cancellaire)	1	_	1	MED.	2	_	_	_
Pseudofusus rostratus (Fuseau)	1	_	1	MED.	_	1	_	1
Rissoina bruguieri (Rissoinidé)	1	_	1	MED.	_	1	_	_
Gastéropode indéterminé	5	_	5	_	1	2	_	_
TOTAL	654	60	594	_	303	271	18	147

SCAPHOPODE	TOTAL	GOURY	MOLL	PROV.	S	E	MU	C
Dentales	53	_	53	_	45	7	1	_
Fissidentalium rectum	49	_	49	PLIO.	43	5	_	_
Antalis novemcostata	2	_	2	MED.	1	1	_	_
Dentaliidae	2	_	2	_	1	1	1	_
TOTAL	53	_	53	_	45	7	1	_

BIVALVE	TOTAL	GOURY	MOLL	PROV.	P	NP	MU	C
Pétoncle	11	2	9	_	4	6	1	1
Glycymeris glycymeris	9	2	7	MED.	3	5	1	1
Glycymeris pilosa	2	_	2	MED.	1	1	_	_
Peigne	5	2	3		_	5	_	1
Pecten jacobaeus	3	2	1	MED.	_	3	_	_
Pecten sp.	2	_	2	MED.	_	2	_	1
Bucarde	4	1	3		3	1	1	1
Cerastoderma edule	3	1	2	MED.	3	_	1	1
Acanthocardia tuberculata	1	_	1	MED.	_	1	_	1
Autres	17	4	13	_	_	14	2	5
Mytilus galloprovincialis (Moule)	9	1	8	MED.	_	9	_	1
Ostrea edulis (Huître)	3	2	1	MED.	_	3	_	_
Striarca lactea (Arche)	2	_	2	MED.	_	_	2	1
Anomia ephippium (Anomie)	1	1	_	MED.	_	_	_	1
Callista chione (Vernis)	2	_	2	MED.	_	2	_	2
TOTAL	37	9	28	_	7	14	4	8

— TABLEAU 2 —

Spectre conchyliologique, provenances et traces de modifications anthropiques sur les coquilles de mollusques marins des collections Goury et Moll, en nombre de restes (NR). PROV. : provenance ; MED. : Méditerranée ; ATL. : Atlantique ; PLIO. : Pliocène ; P : perforé ; NP : non perforé ; S : segmenté ; E : entier ; MU : avec macro-usure ; C : avec trace de chauffe.

Conchyliological spectrum, provenances, and traces of anthropogenic modifications on marine mollusc shells from the Goury and Moll collections, in number of remains (NR). PROV.: provenance; MED.: Mediterranean; ATL.: Atlantic; PLIO.: Pliocene; P: perforated; NP: not perforated; S: segmented; E: whole; MU: with macro-wear; C: with heating trace.

— FIGURE 5 —

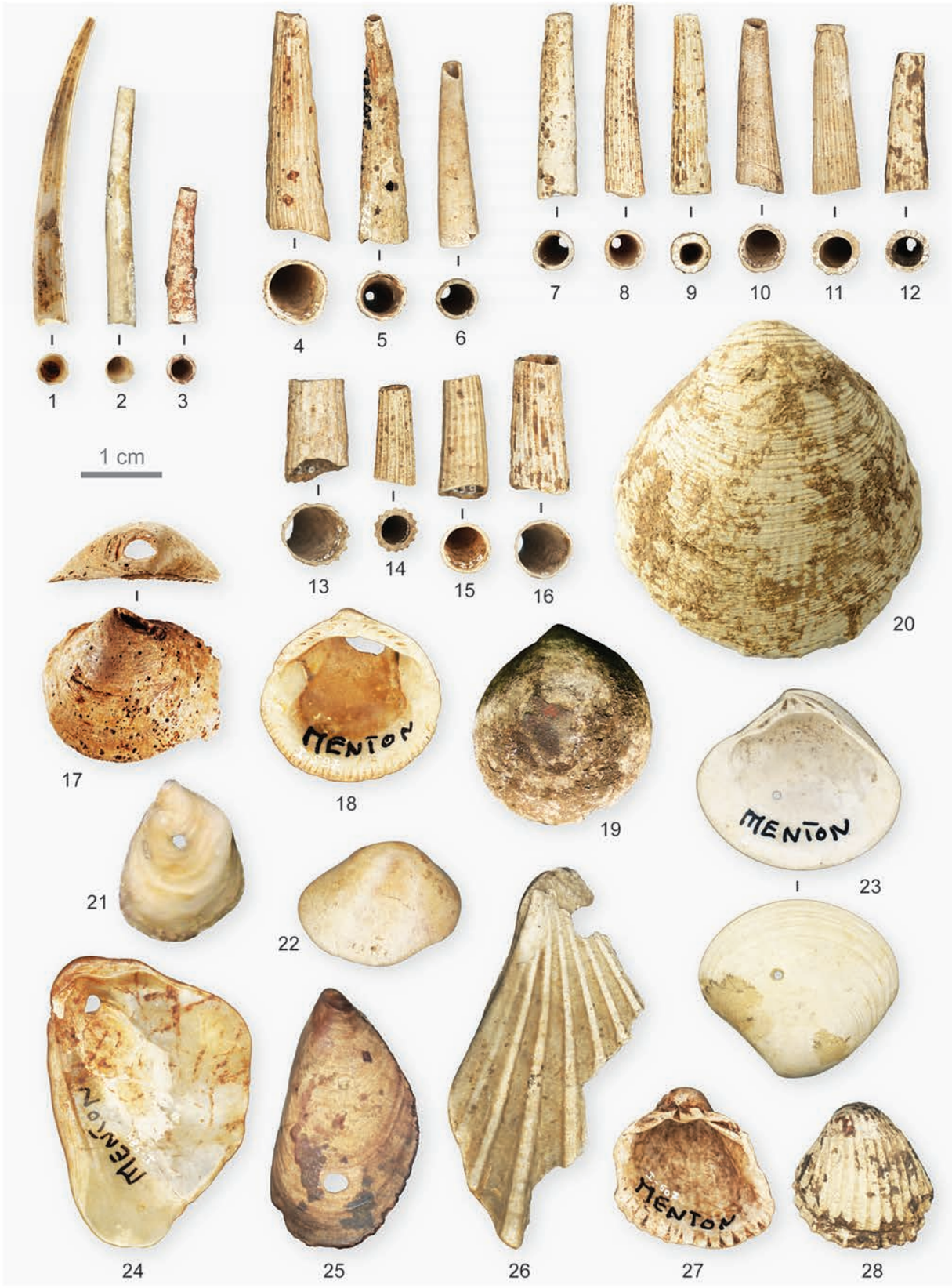
Petits Gastéropodes des Balzi Rossi, collections Goury et Moll. 1-2. *Calliostoma zizyphinum* ; 3-5. *Phorcus turbinatus* ; 6-7. *Clanculus corallinus* ; 8. *Calliostoma laugieri* ; 9-10. *Steromphala varia* ; 11. *Steromphala adansonii* ; 12-13. *Homalopoma sanguineum* ; 14-15. *Tritia mutabilis* ; 16-17. *Tritia gibbosula* ; 18-19-20. *Tritia neritea* ; 21-22. *Tritia reticulata* ; 23. *Tritia incrassata* ; 24. *Tritia corniculum* ; 25. *Euspira catena* ; 26. *Naticarius hebraeus* ; 27. *Euspira guilleminii* ; 28. *Littorina obtusata* ; 29. *Mitrella gervillii* ; 30-31. *Nucella lapillus* ; 32. *Gemophos viverratus* ; 33-34. *Ocinebrina edwardsii* ; 35-36. *Hexaplex trunculus* ; 37. *Buccinum undatum* ; 38. *Euthria cornea* ; 39. *Schilderia achatidea* ; 40. *Luria lurida* ; 41. *Zonaria pyrum* ; 42. *Trivia monacha* ; 43. *Conus ventricosus* ; 44. *Cerithium lividulum* ; 45. *Cerithium vulgatum*. Photos C. Peschaux, F.-X. Chauvière, Musée Lorrain.

Small Gastropods from the Balzi Rossi, Goury and Moll collections. 1-2. Calliostoma zizyphinum*; 3-5.* Phorcus turbinatus*; 6-7.* Clanculus corallinus*; 8.* Calliostoma laugieri*; 9-10.* Steromphala varia*; 11.* Steromphala adansonii*; 12-13.* Homalopoma sanguineum*; 14-15.* Tritia mutabilis*; 16-17.* Tritia gibbosula*; 18-19-20.* Tritia neritea*; 21-22.* Tritia reticulata*; 23.* Tritia incrassata*; 24.* Tritia corniculum*; 25.* Euspira catena*; 26.* Naticarius hebraeus*; 27.* Euspira guilleminii*; 28.* Littorina obtusata*; 29.* Mitrella gervillii*; 30-31.* Nucella lapillus*; 32.* Gemophos viverratus*; 33-34.* Ocinebrina edwardsii*; 35-36.* Hexaplex trunculus*; 37.* Buccinum undatum*; 38.* Euthria cornea*; 39.* Schilderia achatidea*; 40.* Luria lurida*; 41.* Zonaria pyrum*; 42.* Trivia monacha*; 43.* Conus ventricosus*; 44.* Cerithium lividulum*; 45.* Cerithium vulgatum*. Photos C. Peschaux, F.-X. Chauvière, Musée Lorrain.*

— FIGURE 6 —

Grands Gastéropodes des Balzi Rossi, collections Goury et Moll. 1-4. *Aporrhais pespelecani* ; 5. *Semicassis saburon* ; 6. *Fusiturris undatiruga* ; 7-8. *Archimediella triplicata* ; 9-10-11. *Turritellinella tricarinata* ; 12. *Aspa marginata* ; 13. *Campanile cornucopiae* (dessin : Rivière 1887, planche XIV n° 42) ; 14 à 18. *Patella ulyssiponensis* ; 19-20. *Patella rustica* ; 21. *Diodora gibberula* ; 22-23. *Patella ferruginea*. Photos C. Peschaux, F.-X. Chauvière, Musée Lorrain.

Large Gastropods from the Balzi Rossi, Goury and Moll collections.1-4. Aporrhais pespelecani; *5.* Semicassis saburon; *6.* Fusiturris undatiruga; *7-8.* Archimediella triplicata; *9-10-11.* Turritellinella tricarinata; *12.* Aspa marginata; *13.* Campanile cornucopiae *(drawing: Rivière 1887, plate XIV n° 42) ; 14 to 18.* Patella ulyssiponensis; *19-20.* Patella rustica; *21.* Diodora gibberula; *22-23.* Patella ferruginea. *Photos C. Peschaux, F.-X. Chauvière, Musée Lorrain.*



— FIGURE 4 —

Scaphopodes et Bivalves des Balzi Rossi, collections Goury et Moll. 1. *Antalis novemcostata* ; 2-3. *Dentalidae* ; 4 à 16. *Fissidentalium rectum* ; 17. *Glycymeris pilosa* ; 18-19-20. *Glycymeris glycymeris* ; 21. *Anomia ephippium* ; 22. *Striarca lactea* ; 23. *Callista chione* ; 24. *Ostrea edulis* ; 25. *Mytilus galloprovincialis* ; 26. *Pecten sp.* ; 27. *Cerastoderma edule* ; 28. *Acanthocardia tuberculata*. Photos C. Peschaux, F.-X. Chauvière, Musée Lorrain.

Scaphopods and Bivalves from the Balzi Rossi, Goury and Moll collections. 1. Antalis novemcostata*; 2-3.* Dentalidae*; 4 to 16.* Fissidentalium rectum*; 17.* Glycymeris pilosa*; 18-19-20.* Glycymeris glycymeris*; 21.* Anomia ephippium*; 22.* Striarca lactea*; 23.* Callista chione*; 24.* Ostrea edulis*; 25.* Mytilus galloprovincialis*; 26.* Pecten sp.*; 27.* Cerastoderma edule*; 28.* Acanthocardia tuberculata*. Photos C. Peschaux, F.-X. Chauvière, Musée Lorrain.*

— FIGURE 8 —

Traces de transformations anthropiques. a à d. perforations par pression ; c. préparation par grattage ; e-f. perforations par sciage ; g. strie résiduelle de sciage ; h. usure et résidus de matières colorantes sur Scaphopode ; i à k. déformations par usure des perforations ; l. résidus de matière colorante sur une Cyprée. Photos C. Peschaux.

Evidences of anthropogenic transformations. a-d. pressure perforations; c. scrape preparation; e-f. sawing perforations; g. residual sawing striation; h. wear and dye residue on Scaphopoda; i-k. wear deformations of perforations; l. dye residue on a Cypraea. Photos C. Peschaux.

assez élevés : entre 20 et 65 % selon les taxons. Des taux relativement élevés sont également observés pour les Cérithes et les Murex. Ces différences suggèrent que certains taxons pourraient avoir été davantage destinés à l'alimentation. Néanmoins, les traces de chauffe restent difficiles à associer uniquement à des activités culinaires, celles-ci pouvant résulter d'autres pratiques : esthétiques (coloration noire volontaire des coquilles : Perlès et Vanhaeren 2010), sanitaires (rejets des déchets coquillers dans le feu) et/ou accidentelles (vidanges ou installations de foyers sur des restes de coquilles ; cf. Campmas *et al.* 2018). Des études plus poussées, impliquant notamment des analyses physico-chimiques, pourraient permettre d'aller plus loin dans l'identification d'une consommation alimentaire des mollusques marins (Bonizzoni *et al.* 2009 ; Nouet *et al.* 2015 ; Aldeias *et al.* 2019).

4. DISCUSSION ET CONCLUSION

La découverte de plusieurs dizaines de milliers de coquilles marines aux Balzi Rossi témoigne de l'importance accordée par les populations paléolithiques à la malacofaune. L'étude des collections Goury et Moll (fouilles É. Rivière) représente une tentative pour comprendre les origines et les usages de ces coquilles et ainsi dégager des tendances générales dans l'exploitation des mollusques sur ces célèbres sites.

Les résultats obtenus démontrent la grande variété, tant quantitative que qualitative, du spectre conchyliologique représenté aux Balzi Rossi, avec 69 taxons de Gastéropodes, Bivalves et Scaphopodes identifiés ici (sur plus de la centaine listée par Fischer 1876b et Rivière 1887). La prédominance des petits Gastéropodes sur les Bivalves paraît être une constante des Balzi Rossi. La même tendance a été observée à l'abri Mochi, celle-ci semblant correspondre aux ratios naturellement disponibles dans les ressources marines (Stiner 1999). En revanche, la surreprésentation des

Nasses aux Balzi Rossi, et en particulier dans la parure, marque un déséquilibre par rapport aux ressources naturelles (établi sur la base des ratios existants entre les régimes alimentaires, les Nasses étant principalement carnivores alors que ce régime est toujours plus faiblement représenté dans la nature), ce qui peut traduire des sélections humaines orientées vers ces petites coquilles potentiellement plus rares que les autres (Stiner *ibid.*). Néanmoins, si on considère des ramassages de coquilles vides, il faut aussi prendre en compte que les laisses de mer correspondent à des thanatocénoses qui ne comportent pas forcément les ratios biologiques, avec des espèces pouvant être surreprésentées en raison de divers facteurs environnementaux (érosions, tris sélectifs, apports d'autres biocénoses, actions des bernard-l'hermite, etc.), ce qui en l'état ne nous permet pas d'exclure totalement une disponibilité plus accrue des Nasses sur les plages des Balzi Rossi aux époques paléolithiques.

Quoi qu'il en soit, ce choix des Nasses, et en particulier des *Tritia neritea*, constitue une caractéristique forte des sites des Balzi Rossi avec des milliers d'exemplaires trouvés dans les niveaux d'occupation et dans les sépultures gravettiennes et épigravettiennes mises au jour par Rivière (1887 p. 278). Globalement, la composition des parures et les sélections opérées semblent avoir très peu varié sur l'ensemble des sites des Balzi Rossi, de l'Aurignacien jusqu'à l'Épigravettien (Leonardi 1935 ; Stiner 1999).

Les sources d'approvisionnement reconnues témoignent sans surprise d'une exploitation principale du rivage méditerranéen, accessible à proximité des sites, qui est néanmoins couplée à des apports de coquilles fossiles régionales (gisements du Pliocène) et, de façon plus remarquable, de coquilles extrarégionales océaniques (venues d'Atlantique) et fossiles (gisements de l'Eocène du Bassin parisien *largo sensu*), qui impliquent une intégration de ces objets au sein de réseaux économiques et sociaux qui se révèlent s'être étendus sur de très longues distances (potentiellement jusqu'à 900 km). L'analyse des traces techniques renseigne sur la diversité des activités pratiquées, toutes les coquilles n'ayant pas forcément eu les mêmes usages. Certains taxons paraissent en effet davantage avoir été consacrés à la production de parures (comme les Nasses et les Cyprées) alors que d'autres pourraient être principalement liés à l'alimentation (comme certaines espèces de Troques). La question peut également se poser sur des utilisations partagées entre alimentaire et parures pour certaines espèces, qui impliquerait alors que les coquilles pourraient avoir été intégrées de façon complémentaire à plusieurs chaînes de production et de consommation.

Ainsi, malgré les biais évidents que comportent les collections Goury et Moll, leur étude permet encore d'observer certains comportements techniques, économiques et symboliques des groupes humains qui ont occupé les Balzi Rossi. Ces collections font état des importantes séries archéologiques exhumées par É. Rivière au 19e siècle qui, par leur richesse, leur diversité et leur état de conservation, en font toujours une source incontournable d'informations sur les occupations du Paléolithique supérieur des sites des Balzi Rossi.

REMERCIEMENTS

Cet article est dédié à la mémoire de Dominique Henry-Gambier, décédée en septembre 2022. Co-auteure du manuscrit, elle a été à l'initiative de l'étude de la collection Goury et a largement contribué aux analyses et à la contextualisation des coquilles de mollusques étudiées ici par sa connaissance intarissable des Balzi Rossi et du Paléolithique supérieur en général.

Nous remercions Richard Dagorne, conservateur et directeur du Musée lorrain à Nancy, ainsi que Marc-Antoine Kaeser et Géraldine Delley, respectivement directeur et directrice-adjointe du Laténium, parc et musée d'archéologie de Neuchâtel, pour l'accès aux collections Goury et Moll. Nous remercions également Laurent Charles du Muséum d'histoire naturelle de Bordeaux pour l'aide apportée dans la détermination des coquilles de la collection Goury, ainsi que Marc Juillard de l'Office du patrimoine et de l'archéologie du canton de Neuchâtel pour la réalisation d'une partie des photographies des coquilles de la collection Moll. Un grand merci à Philippe Rocher (Réserve Naturelle géologique de Saucats-La Brède) pour ses remarques avisées concernant la nature et la disponibilité naturelle des coquilles de mollusques étudiées, ainsi qu'aux deux rapporteurs de l'article pour leurs commentaires ayant permis d'améliorer le manuscrit. Enfin, merci à Élisa Caron-Laviolette et Aloïs Corona pour leur relecture du résumé anglais.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALDEIAS V., GUR-ARIEH S., MARIA R., MONTEIRO P., CURA P. 2019 - Shell we cook it? An experimental approach to the microarchaeological record of shellfish roasting. *Archaeological Anthropological Science*, 11, p. 389-407.

ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ E. 2011 - Humans and marine resource interaction reappraised: archaeofauna remains during the Late Pleistocene and Holocene in Cantabrian Spain. *Journal of Anthropological Archaeology*, 30, 3, p. 327-343.

ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ E. 2015 - L'exploitation des ressources marines au Paléolithique moyen et supérieur initial en Europe : synthèse des données disponibles. *P@lethnologie*, 7, p. 188-205, DOI : 10.4000/palethnologie.805.

AVEZUELA ARISTU B., MARTÍN LERMA I., MARÍN DE ESPINOSA SÁNCHEZ J. A., MUÑOZ IBÁÑEZ F. J. 2011 - Los adornos-colgantes en el Paleolítico superior : experimentación sobre las perforaciones en Littorina obstusata. *In:* A. MORGADO RODRÍGUEZ, J. BAENA PREYSLER, D. GARCÍA GONZALEZ (Éds), *La investigación experimental aplicada en la Arqueología*, Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada, Bloque II, XXXI, p. 263-269.

BICHO N. F., HAWS J. 2008 - At the Land's End: Marine resources and the importance of fluctuations in the coastline in the prehistoric hunter-gatherer economy of Portugal. *Quaternary Science Reviews*, 27, p. 2166-2175.

BLANC A. C. 1938 - Nuovo giacimento Paleolitico e Mesolitico ai Balzi Rossi di Grimaldi, *Rendiconti dell'Accademia Nazionale dei Lincei*, 28, VI, 2, Fasc. 3-4, p. 107-113.

BLANC A. C., CARDINI L., LAPLACE G. 1957-1961 - Studio statistico delle industrie del Paleolitico superiore del Riparo Mochi ai Balzi Rossi di Grimaldi. *Quaternaria,* V, p. 340-355.

BOLDUC P., CINQ-MARS J., MUSSI M. 1996 - Les figurines des Balzi Rossi (Italie) : une collection perdue et retrouvée. *Préhistoire Ariégeoise, Bulletin de la Société préhistorique de l'Ariège,* LI, p. 15-53.

BONNARDIN S. 2009 - *La parure funéraire du Néolithique ancien en Bassins parisien et rhénan. Rubané, Hinkelstein, Villeneuve-Saint-Germain.* Paris : Société Préhistorique Française (Mémoire de la Société préhistorique française, 49), 322 p.

BONIZZONI L., BRUNI S., GIROD A., GUGLIELMI V. 2009 - Archaeometric Study of Shells of Helicidae from the Edera Cave (Northeastern Italy). *Archaeometry*, 51, p. 151-173.

BRÉBION P. 1981 - Les gastéropodes du Néolithique de Tarfaya (Maroc). *In:* C. ROUBET, H.-J. HUGOT, G. SOUVILLE (Éd.), *Préhistoire Africaine-Mélanges offerts au Doyen Lionel Balout*, Paris : ADPF (Recherche sur les Grandes Civilisations, 6), p. 253-256.

BUCQUOY D. E., DAUTZENBERG P., DOLLFUS G. 1886 - Mollusques marins du Roussillon. Paris : J. B. Baillières et Fils, 2 vol., 1620 p.

CAMPMAS É., CHAKROUN A., MERZOUG S. 2016 - Données préliminaires sur l'exploitation de la malacofaune marine par les groupes ibéromaurusiens de l'abri Alain (Oran, Algérie). *Paleo*, 27, p. 83-104.

CAMPMAS É., CHAKROUN A., CHAHID D., LENOBLE A., BOUDAD L., ABDELJALIL EL HAJRAOUI M., NESPOULET R. 2018 - Subsistance en zone côtière durant le Middle Stone Age en Afrique du Nord : étude préliminaire de l'unité stratigraphique 8 de la grotte d'El Mnasra (Témara, Maroc). *In:* S. COSTAMAGNO, L. GOURICHON, C. DUPONT, O. DUTOUR, D. VIALOU (Éd.), *Animal symbolisé, animal exploité : du Paléolithique à la Protohistoire,* actes de colloque (Rouen, 11-13 avril 2016), 141e congrès du CTHS. Paris : Édition électronique du CTHS, p. 112-134.

CATALIOTTI-VALDINA J. 1984 - Littorines quaternaires de Méditerranée. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 21, 4, p. 211-219.

CHAUVIÈRE F.-X. 2002 - Industries et parures sur matières dures animales du Paléolithique supérieur de la grotte de Caldeirão (Tomar, Portugal). *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 5, 1, p. 5-28.

CLAASSEN C. 1998 - Shells. Cambridge, New York, Melbourne: Cambridge University Press (Cambridge Manuals in archaeology Series), 288 p.

COLONESE A.C., MANNINO M.A., BAR-YOSEF MAYER D.E., FA D.A., FINLAYSON J.C., LUBELL D., STINER M.C. 2011 - Marine mollusc exploitation in Mediterranean prehistory: An overview. *Quaternary International*, 239, p. 86-103.

COSSMANN M., PISSARRO G. 1904-1913 - *Iconographie complète des coquilles fossiles de l'Éocène des environs de Paris.* Paris : Hermann, 2 vol., 110 pl., 490 p.

COSSMANN M., PEYROT A. 1909-1932 - *Conchyologie néogénique de l'Aquitaine.* Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, 3036 p.

DOLLFUS G.-F., DAUTZENBERG P. 1902 - Conchyliologie du Miocène moyen du Bassin de la Loire. Paris : Société Géologique de France (Mémoire de la Société Géologique de France, 27), 497 p.

DOUKA K., GRIMALDI S., BOSCHIAN G., DEL LUCCHESE A., HIGHAM T. 2012 - A New Chronological Framework for the Upper Palaeolithic of Riparo Mochi. *Journal of Human Evolution*, 62, p. 286-299.

DUPONT C. 2006 - La malacofaune de sites mésolithiques et néolithiques de la façade atlantique de la France : Contribution à l'économie et à l'identité culturelle des groupes concernés. Oxford : *Archeopress* (BAR International Series 1571), 438 p.

DUPONT C., MARTIN C., SERRAND N. 2008 - L'archéomalacologie. Apport de l'étude des restes de mollusques à l'interprétation des sites archéologiques. *Archéopages*, 22, p. 62-75.

D'ERRICO F., JARDON-GINER P., SOLER MAJOR B. 1993 - Étude des perforations naturelles et artificielles sur coquillages. *In:* P. C. ANDERSON, S. BEYRIES, M. OTTE, H. PLISSON (Éd.), *Traces et fonction : les gestes retrouvés*, actes du colloque international de Liège (8-10 décembre 1990). Liège : Service de Préhistoire, Université de Liège (ERAUL 50), p. 243-254.

FA D. A. 2008 - Effects of tidal amplitude on intertidal resource availability and dispersal pressure in prehistoric human coastal populations: the Mediterranean–Atlantic transition. *Quaternary Science Review*, 27, p. 2194-2209.

FISCHER P. H. 1876a - Sur la conchyliologie des cavernes. *Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris*, 11, série II, p. 181-186.

FISCHER P. H. 1876b - Sur les coquilles récentes et fossiles trouvées dans les cavernes du Midi de la France et de Ligurie. *Bulletin de la Société géologique de France*, 4, série 3, p. 329-342.

FISCHER J.-C. 2000 - *Guide des fossiles de France et des régions limitrophes.* Paris : Dunod (3e édition), 484 p.

FORMICOLA V. 1988 - The male and the female in the Upper Paleolithic burials from Grimaldi caves (Liguria, Italy). *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco,* 31, p. 41-48.

GLIBERT M. 1949 - *Gastropodes du Miocène moyen du Bassin de la Loire.* Bruxelles : Institut royal des Sciences naturelles de Belgique (mémoire, 30, série II), 240 p.

GRAZIOSI P. 1956 - I Balzi Rossi. Guida delle caverne preistoriche di Grimaldi presso Ventimiglia, Bordighera : Istituto Internationale Di Studi Liguri Museo Bicknell (3e édition), 40 p.

GRIMALDI S., SANTANIELLO F., STARNINI E. 2017 - Le Riparo Mochi (Balzi Rossi, Ventimiglia, Italie) : les nouvelles fouilles. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 114, 1, actualités scientifiques, p. 169-172.

GUTIÉRREZ-ZUGASTI I. 2011 - Coastal resource intensification across the Pleistocene - Holocene transition in Northern Spain: Evidence from shell size and age distributions of marine gastropods. *Quaternary International*, 244, p. 54-66.

HENRY-GAMBIER D. 2001 - *La Sépulture des enfants de Grimaldi (Baoussé-Roussé, Italie). Anthropologie et paléthnologie funéraire des populations de la fin du Paléolithique supérieur.* Paris : CTHS, RMN, 178 p.

HENRY-GAMBIER D. 2018 - Les populations du Paléolithique supérieur de la France. Biologie et pratiques funéraires. *In:* F. DJINJIAN (dir.), *La Préhistoire de la France*, vol. 2, Paris : Hermann (Histoire et Archéologie), p. 184-200.

HENRY-GAMBIER D., ROCHER P., DRUCKER D. 2019 - Étude et description de la sépulture de l'enfant de l'abri Labattut (vallon de Castelmerle, Sergeac, Dordogne, France), *Paleo*, 30, p. 2-35.

HUNT C.O., REYNOLDS T.G., EL-RISHI H.A., BUZAIAN A., HILL E., BARKER G.W. 2011 - Resource pressure and environmental change on the North African littoral: Epipalaeolithic to Roman gastropods from Cyrenaica, Libya. *Quaternary International*, 244, p. 15-26.

JERARDINO A. 2016 - On the origins and significance of Pleistocene coastal resource use in southern Africa with particular reference to shellfish gathering. *Journal of Anthropological Archaeology*, 41, p. 213-230.

JORDA PARDO J. 2009 - La malacofauna de la Cueva de Nerja (III): Evolución medioambiental y técnicas de marisqueo. *Zephyrvs*, 37, p. 143-154.

KUHN S.L., STINER M.C. 1992 - New research on Riparo Mochi, Balzi Rossi (Liguria): preliminary results. *Quaternaria Nova*, 2, p. 77-90.

KUHN S.L., STINER M.C. 1998 - The earliest Aurignacian of Riparo Mochi (Liguria, Italy). *Current Anthropology*, 39, 3, p. 175-189.

LAPLACE G. 1977 - Il Riparo Mochi ai Balzi Rossi di Grimaldi (Fouilles 1938-1949) : Les industries leptolithiques. *Rivista di Scienze Preistoriche*, 32, p. 3-131.

LEONARDI P. 1935 - I molluschi pleistocenici della Barma Grande. Extrait de *I Balzi Rossi*, parte II, faune. Florence : Istituto Italiano di Paleontologia Umana, XIII, 34 p.

LINDNER G. 2000 - *Coquillages marins : Plus de 1000 espèces des mers du monde*. Lonay : Delachaux et Niestlé, 319 p.

LOCARD A. 1892 - *Les coquilles marines des côtes de France : description des familles, genres et espèces*. Paris : J.-B. Baillières et Fils, 404 p.

LUIGI B., SACCO F. 1872-1904 - *I Molluschi dei terreni terziari del Piemonte et della Liguria*. Torino : Stamperia Reale (memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino, 27, serie II).

MALERBA G., GIACOBINI G. 2014 - Les objets en ivoire des sépultures gravettiennes de la Barma Grande de Grimaldi (Ligurie, Italie). Étude descriptive et technologique. *L'Anthropologie*, 118, p. 309-327.

MolluscaBase 2022 - https://www.molluscabase.org/aphia.php?p=search.

MONTES R. 1993 - El uso y consumo de los moluscos en Murcia. De la Prehistoria a la Edad Media. *Verdolay*, 5, p. 7-15.

MUSSI M. 1986 - On the chronology of the burials found in the Grimaldi Caves. *Antropologia Contemporanea,* 9, p. 95-104.

MUSSI M. 1991 - L'utilisation de la stéatite dans les grottes des Balzi Rossi (ou grottes de Grimaldi). *Gallia préhistoire*, 33, p. 1-16.

NOUET J., CHEVALLARD C., FARRE B., NEHRKE G., CAMPMAS É., STOETZEL E., El HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2015 - Limpet shells of the Aterian level 8 of El Harhoura 2 Cave (Témara, Morocco): Preservation state of crossed-foliated layers. *PlosONE*, 10, 9, DOI : e0137162.

ONORATINI G., DA SILVA J. 1978 - La grotte des Enfants à Grimaldi : Les foyers supérieurs. *Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco,* 22, p. 31-71.

ONORATINI G., ARELLANO A., DEL LUCCHESE A., MOULLÉ P.E., SERRE F. 2012 - The Barma Grande cave (Grimaldi, Vintimiglia, Italy): From Neandertal, hunter of "Elephas antiquus", to Sapiens with ornaments of mammoth ivory. *Quaternary International*, 255, p.141-157.

PACAUD J.-M., LEDON D., LOUBRY P., FERNANDEZ S. 2014 - Importance de la correspondance ontogénétique et topologique de la sculpture spirale dans la discrimination des espèces du genre Campanile (Mollusca, Gastropoda). *Fossile. Revue française de paléontologie*, 19, p. 23-49.

PALMA DI CESNOLA A. 1979 - La serie epigravettiana della grotta dei Fanciulli (Grimaldi) nel quadro del Paleolitico superiore ligure. *Rivista di Scienze Preistoriche*, 34, p. 3-44.

PERLÈS C. 2016 - Food and ornaments: diachronic changes in the exploitation of littoral resources at Franchti Cave (Greece) during the Upper Palaeolithic and the Mesolithic (39,000-7,000 cal BC). *Quaternary International*, 407, p. 45-58.

PERLÈS C., VANHAEREN M. 2010 - Black Cyclope neritea Marine Shell Ornaments in the Upper Palaeolithic and Mesolithic of Franchthi Cave, Greece: Arguments for Intentional Heat Treatment. *Journal of Field Archeology*, 35, 3, p. 298-309.

PESCHAUX C. 2017 - *La parure des sociétés du Dernier Maximum Glaciaire. Évolution des pratiques et traditions ornementales entre la fin du Solutréen, le Badegoulien et le début du Magdalénien dans les Bassins parisien, ligérien et aquitain*. Thèse de Doctorat, Paris : Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 296 p.

PITTARD É. 1960 - Une gravure de Cro-Magnon (Dordogne) exilée à Neuchâtel (Suisse), *Bulletin de la Société Historique et Archéologique du Périgord*, 87, p. 213-216.

PFLEGER V. 1989 - Guide des coquillages et mollusques. Paris : Hatier, 190 p.

POPPE G. T., GOTO Y. 1991 - European Seashells. Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastra, Gastropoda. Wiesbaden: Verlag Christa Hemmen, 352 p.

POPPE G. T., GOTO Y. 1993 - European Seashells. Scaphopoda, Bivalva, Cephalopoda. Hackenheim: ConchBooks by Verlag Christa Hemmen, 221 p.

PRIEUR A. 2005 - Les coquillages du Paléolithique à l'âge du Bronze au Moyen-Orient et en Méditerranée orientale : interprétations environnementales et utilisation humaine. *Paléorient*, 31, 1, p. 158-168.

RIVIÈRE É. 1871 - Cavernes à ossements et silex taillés de Menton. *In:* Congrès International d'Anthropologie et d'Archéologie Préhistorique, 5e Session, Bologne, p. 103-110.

RIVIÈRE É. 1872 - Les fouilles des grottes de Baoussé-Roussé, dites grottes de Menton. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, 7, série II, p. 584-589.

RIVIÈRE É. 1873a - Découverte d'un nouveau squelette humain de l'époque paléolithique dans les cavernes des Baoussé-Roussé (Italie), dites Grottes de Menton. Paris : *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, 76, p. 1027-1031.

RIVIÈRE É. 1873b - *Découverte d'un second squelette humain de l'époque paléolithique dans les cavernes des Baoussé-Roussé (Italie), dites Grottes de Menton*. Nice : Caisson et Mignon, 33 p.

RIVIÈRE É. 1874 - Sur trois nouveaux squelettes humains découverts dans les grottes de Menton, et sur la disparition des silex taillés et leur remplacement par des instruments en grès et calcaire. *Matériaux pour l'histoire primitive et nouvelle de l'homme*, 9, p. 94-98.

RIVIÈRE É. 1887 - *De l'Antiquité de l'Homme dans les Alpes-Maritimes*. Paris : J-B Baillière et Fils, 338 p.

ROSSONI-NOTTER E. 2011 - *Les cultures moustériennes des Balzi Rossi, Grimaldi, Ligurie. Les collections du Prince Albert 1er de Monaco*. Thèse de doctorat, Perpignan : Université de Perpignan Via Domitia, 461 p.

ROSSONI-NOTTER E., NOTTER O., SIMON P., SIMONE S. 2021 - Démarche d'historien et de préhistorien ou comment pallier les manques dans l'étude de collections anciennes ? Exemples des Balzi Rossi (Ligurie, Italie) et de la grotte de l'Observatoire (Monaco). *In:* S. DE BEAUNE, A. GUIDI, O. MORO ABADÍA, M. TARANTINI (Éds), New Advances in the History of Archaeology, Proceedings of the XVIII UISPP World Congress (4-9 juin 2018, Paris, France), Oxford: *Archaeopress*, p. 4-18.

SABELLI B., TAVIANI M. 2014 - The making of the Mediterranean molluscan biodiversity. *In:* S. GOFFREDO, Z. DUBINSKY (Éds.), The Mediterranean Sea: its history and present challenges. New York: Springer Science, London: *Business Media Dordrecht*, p. 285-306.

SANTANIELLO F., GRIMALDI S. 2019 - Le Gravettien entre l'Italie et la France. Nouvelles données sur l'industrie lithique de l'Abri Mochi (Balzi Rossi, Italie). *Bulletin de la Société préhistorique française*, 116, 2, p. 255-282.

SIDÉRA I. 1993 - *Les assemblages osseux en Bassin parisien et rhénan du VIe au IVe millénaire BC. Histoire, techno-économie et culture*. Thèse de Doctorat, Paris : Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 635 p.

SIDÉRA I., GIACOBINI G. 2002 - Outils, armes et parures en os funéraires à la fin du Néolithique, d'après Val-de-Reuil et Porte-Joie (Eure). *Gallia Préhistoire*, 44, p. 215-230.

STINER M.C. 1999 - Paleolithic mollusk exploitation at Riparo Mochi (Balzi Rossi, Italy): food and ornaments from the Aurignacian through Epigravettian. *Antiquity*, 73, p. 735-754.

STINER M.C. 2003 - « Standardization » in Upper Paleolithic ornaments at the coastal sites of Riparo Mochi and Üçagizli cave. *In:* J. Zilhão, F. d'Errico (Éd.), *The Chronology of the Aurignacian and of the Transitional Technocomplexes: Dating, Stratigraphies, Cultural Implications*. Lisbon: Instituto Portugues de Arqueologia, p. 49-59.

STINER M.C., MUNRO N.D. 2011 - On the evolution of diet and landscape during the Upper Paleolithic through Mesolithic at Franchthi Cave (Peloponnese, Greece). *Journal of Human Evolution*, 60, p. 618-636.

TABORIN Y. 1993 - La parure en coquillage au Paléolithique. Paris : CNRS Éditions, 29e supplément à *Gallia Préhistoire*, 538 p.

TOMASSO A. 2014 - *Territoires, systèmes de mobilité et systèmes de production : La fin du Paléolithique supérieur dans l'arc liguro-provençal*. Thèse de Doctorat, Nice : Université Nice Sophia Antipolis, Università degli studi (Pise, Italie), 1069 p.

THOMMERET J., THOMMERET Y. 1973 - Monaco radiocarbon measurements IV. *Radiocarbon*, 15, p. 321-344.

TOZZI C., NEGRINO F. 2008 - Nouvelles données sur les cultures moustériennes des grottes de Grimaldi. *In: 1895-2005 : Bilan et perspectives des connaissances sur les peuplements néandertaliens et les premiers hommes modernes de l'Europe méditerranéenne*, colloque Histoire et actualité de l'œuvre scientifique de S.A.S. Le Prince Albert Ier placé sous le Haut Patronage de S.A.S. Le prince Rainier III de Monaco (Monaco, 2 mars 2005). Paris : Archives de Paléontologie Humaine, 39, p. 101-108.

VANHAEREN M. 2010 - Les fonctions de la parure au Paléolithique supérieur : de l'individu à l'unité culturelle. Sarrebruck : Éditions universitaires européennes, 384 p.

VANHAEREN M., D'ERRICO F. 2001 - La parure de l'enfant de la Madeleine (fouilles Peyrony). Un nouveau regard sur l'enfance au Paléolithique supérieur. *Paléo*, 13, p. 201-237.

VERNEAU R. 1892 - Note sur une nouvelle découverte de troglodytes dans une grotte des Baoussé Roussé, commune de Vintimille (Italie). *Comptes rendus des sciences de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres*, 36, 2, p. 95-101.

VERNEAU R. 1902 - Les fouilles du Prince de Monaco aux Baoussé-Roussé. Un nouveau type humain. *L'Anthropologie*, 13, p. 561-585.

VERNEAU R. 1906 - Les grottes de Grimaldi. Résumé et conclusions des études anthropologiques. *L'Anthropologie*, 17, p. 291-320.

VICINO G., SIMONE S. 1972 - Gravures rupestres paléolithiques des Balzi Rossi. *Bulletin de la Société préhistorique de l'Ariège*, 27, p. 39-57.

VILLENEUVE L. de, BOULE M., VERNEAU R., CARTAILHAC É. 1906-1919 - Les grottes de Grimaldi, Baoussé-Roussé, Monaco : imprimerie de Monaco, 6 vol.

VILOTTE S., HENRY-GAMBIER D. 2010 - The Rediscovery of Two Upper Palaeolithic Skeletons from Baousso da Torre Cave (Liguria-Italy). *American Journal of Physical Anthropology*, 141, p. 3-6.

WHITE R., BISSON M. 1998 - Imagerie féminine du Paléolithique : l'apport des nouvelles statuettes de Grimaldi. *Gallia Préhistoire*, 40, p. 95-132.

YAMADA M. 1993 - *Contribution à l'étude des industries lithiques moustériennes des sites des Balzi Rossi, Grimaldi (Ligurie, Italie) : grottes du Prince, du Cavillon et site du Casino*. Thèse de Doctorat, Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle, 380 p.

L'EXPLOITATION DES RESSOURCES HALIEUTIQUES CHEZ LES POPULATIONS IBÉROMAURUSIENNES DE LA RÉGION DES BABORS (PALÉOLITHIQUE SUPÉRIEUR, ALGÉRIE) : APPORT DU SITE DE TAZA 1

Souhila Merzoug[a], Mohamed Medig[b], Abdelkader Derradji[b], Fadila Remini[b]

a. *Centre National de Recherches Préhistoriques, Anthropologiques et Historiques. Alger, Algérie. merzoug@cnrpah.org*
b. *Institut National d'Archéologie (Université Alger 2)*

HORS-SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 1 | Les occupations côtières de la Préhistoire à l'actuel : adaptations des populations humaines au milieu littoral, utilisation des ressources marines et réseaux de diffusion.

PAGES 98 À 111

MOTS-CLÉS Afrique du Nord, Algérie, Taza 1, Paléolithique supérieur, Ibéromaurusien, ressource halieutique, subsistance, ornements.

RÉSUMÉ

La grotte de Taza 1, située sur la côte nord-est algérienne, comprend deux couches ibéromaurusiennes (Paléolithique supérieur) datées entre 22 et 16 ka cal BP. L'analyse archéozoologique menée sur les restes de faune aquatique de ce site a livré des résultats inédits sur les modalités d'acquisition et d'exploitation de ces espèces qui constituaient une source alimentaire complémentaire à celle des ressources terrestres, notamment la malacofaune marine. Dans une moindre mesure cette dernière a également été exploitée comme matière première pour la confection d'éléments de parure. Les espèces consommées sont principalement les patelles (*Patellidae*) et les gibbules (*Trochidae*), dont la fréquence augmente nettement dans la couche supérieure datée de la fin du dernier maximum glaciaire (17/16 ka cal BP). Cette couche marque un changement dans les comportements de subsistance des Ibéromaurusiens avec un accroissement et une diversification des ressources halieutiques (mollusques, poissons et probablement crustacés).

ABSTRACT

The exploitation of halieutic resources among the Iberomaurusian populations of the Babors region (Upper Paleolithic, Algeria): contribution of the Taza 1 site

The Taza 1 cave, located on the northeast coast of Algeria, includes two Iberomaurusian layers (Upper Paleolithic) dated between 22 and 16 ka cal BP. The archaeozoological analysis carried out on the aquatic faunal remains has delivered unprecedented results on acquisition and exploitation strategies of these species which constituted a food source complementary to that of terrestrial resources, in particular the marine malacofauna. This one was also exploited to a lesser extent as a raw material for the manufacture of ornament elements. The consumed species are mainly limpets (*Patellidae*) and top-shells (*Trochidae*), which increase in the upper layer dated from the end of the Last Glacial Maximum (17/16 ka cal BP). This layer marks a change in the Iberomaurusians subsistence behavior with an increase and diversification of marine resources (molluscs, fish and probably crustaceans).

KEY-WORDS North Africa, Algeria, Taza 1, upper Palaeolithic, Iberomaurusian, aquatic ressource, subsistence, ornaments.

INTRODUCTION

Les espèces marines constituent une ressource alimentaire et une matière première très prisée des populations préhistoriques, au point parfois de constituer l'apport majeur de leur alimentation. Les populations ibéromaurusiennes n'échappent pas à cette constatation. Pour rappel, ces dernières sont les protagonistes d'une culture typique de l'Afrique du Nord-ouest, l'Ibéromaurusien. Cette culture du Paléolithique supérieur final se caractérise par une industrie lithique lamellaire à tendance microlithique et une industrie osseuse peu diversifiée (Tixier 1963 ; Camps-Fabrer 1966 ; Hachi 2003a ; Sari 2012). L'Ibéromaurusien s'est développé sur tout le pourtour littoral méditerranéen et le territoire tellien entre 25 ka et 9,5 ka BP, soit durant tout le dernier maximum glaciaire jusqu'au Dryas récent (Saxon *et al.* 1974 ; Hachi 2003a ; Aumassip 2019). Les Ibéromaurusiens pratiquaient des rites funéraires complexes (Hachi 2006 ; Aoudia-Chouakri 2013) et ont façonné les plus anciennes figurines en terre cuite d'Afrique du Nord (Saxon 1975 ; Hachi 2003b). Quoiqu'encore rares et disparates, les recherches menées sur les modalités d'exploitation des ressources animales de ces populations ont permis de bien cerner les comportements de subsistance des Ibéromaurusiens, notamment en matière de ressources terrestres (Saxon 1975 ; Camps, Morel 1983 ; Mouhsine 2003 ; Merzoug 2005, 2011, 2012, 2021 ; Merzoug, Sari 2008). La synthèse de ces travaux conforte l'hypothèse quant à l'exploitation d'ongulés de taille moyenne localement abondants dans les alentours immédiats des sites, le mouflon à manchettes dans les zones escarpées du littoral et l'antilope bubale dans les hautes plaines continentales (Merzoug 2005). Toutefois, les recherches sur les modes d'exploitation des ressources halieutiques restent extrêmement rares. Pourtant l'apport de ces études permettrait de mieux comprendre les changements diachroniques observés dans les différentes phases d'occupation des sites ibéromaurusiens (Merzoug 2017, 2021). En effet, de récents travaux basés sur les données chronologiques, culturelles, paléoenvironnementales et archéozoologiques, proposent de scinder cette culture en deux phases : l'Ibéromaurusien ancien est souvent cantonné en région littorale et caractérisé par une industrie lithique lamellaire et la pratique d'une chasse strictement sélective ; l'Ibéromaurusien récent qui s'étend plus vastement vers la zone continentale, se caractérise par une industrie plus légère tendant vers un microlithisme. Les spectres fauniques étant plus diversifiés et les pratiques funéraires plus complexes dans cette phase récente (Hachi 2003a ; Moser 2003 ; Linstädter 2008 ; Aoudia-Chouakri 2013 ; Barton *et al.* 2013 ; Sari 2012 ; Merzoug 2005, 2017, 2021).

Si les premiers découvreurs et/ou auteurs de sites ibéromaurusiens, à l'instar de Arambourg *et al.* (1934), Pallary (1934) ou Roche (1963), soulignaient la présence de ressources marines comprenant des restes de poissons et de malacofaune, rares sont les travaux spécifiques concernant les modalités d'exploitation de ces ressources en Afrique du nord-ouest (Steele, Alvarez-Fernandez 2011 ; Campmas *et al.* 2016).

Ce travail sur l'exploitation des ressources aquatiques à Taza 1 vient compléter nos connaissances concernant les stratégies d'acquisition et les modalités de traitement de ces ressources par les préhistoriques dans un but alimentaire ou non. Il permet également de redéfinir le

rôle joué par les ressources halieutiques dans l'évolution des comportements de subsistance au sein de la culture ibéromaurusienne.

1 | PRÉSENTATION DE TAZA 1 ET DE SON CONTEXTE ARCHÉOLOGIQUE

Le site archéologique de Taza se situe sur la côte est du golfe de Béjaïa (Nord-Est algérien), dans la région des Aftis, à environ 7 km à l'est de la ville de Ziama-Mansouria (**fig. 1a**). Il se compose d'un ensemble de quatre grottes creusées dans les calcaires dolomitiques du Lias inférieur des falaises des Beni Ségoual, notamment le djebel Taounnart (**fig. 1b**). Ses falaises, signalées par Ehrmann en 1920, appartiennent au domaine tellien et font partie intégrante du massif des Babors dont la structure est le résultat de mouvements tectono-sédimentaires appliqués à une couverture méso-cénozoïque (Obert 1981).

La grotte de Taza 1, anciennement la Madeleine, se situe actuellement à flanc de falaise à environ 14 m de la mer et à une altitude d'environ 10 m. Sa profondeur varie entre 15 à 20 m et sa voûte prend la forme d'une ogive. Son ouverture donne sur la mer en direction du Nord-Ouest. C'est la seule grotte sur les quatre répertoriées à avoir fait l'objet de fouilles et d'opérations archéologiques ; ramassage et collecte par Arambourg en 1927 (Arambourg *et al.* 1934) et Balout en 1952 (Balout 1955). En 1970, Brahimi menait des fouilles de sauvetage à l'avant de la grotte aujourd'hui disparue par des travaux d'élargissement de la route nationale (Mammeri et Brahimi 1970). Entre 1983 et 1993, Medig a réalisé des fouilles archéologiques sur une superficie d'environ 48 m² (**fig. 2a**), ce qui a permis d'établir la première coupe stratigraphique du site (**fig. 2b**).

Le remplissage de la grotte présente trois couches archéologiques, A, B et C subdivisées en sous-couches. Les couches A et B sont séparées par un niveau intermédiaire de cailloutis témoignant probablement d'un changement climatique (niveau moyen). Les couches archéologiques se répartissent sur deux niveaux stratigraphiques (inférieur et supérieur) appartenant à deux périodes chrono-culturelles différentes (Medig *et al.* 1996, 2005) :
- Le Paléolithique moyen, présent dans la couche A (niveau inférieur) est daté de >39000 BP par le laboratoire du CDTN/HCR (Alger). La couche est pauvre en restes fauniques, mais riche en outils lithiques dont la majorité est en quartzite. L'industrie lithique se caractérise par un débitage de type Levallois. Parmi les outils, prédominent les denticulés et les encoches, suivis par les grattoirs et les racloirs (Medig *et al.* 2005). À ce stade de nos recherches, la couche A n'a pas livré de restes de faune marine.
- Le Paléolithique supérieur final est identifié dans les couches B et C (niveau supérieur), datées entre 22 et 16 ka cal BP (**tabl. 1**). L'outillage lithique est le produit d'un débitage lamellaire essentiellement obtenu à partir de silex d'origine autochtone. Le matériel se compose de nucléus, de lamelles retouchées dominées par les lamelles à dos et quelques éclats (Medig *et al.* 2005). Cet outillage microlithique et son mode de débitage sont caractéristiques de la culture ibéromaurusienne. Les restes de vertébrés sont abondants et appartiennent en majorité au mouflon à manchettes : 83 % du nombre de restes déterminés (NRD) de la couche B et 70 % du NRD

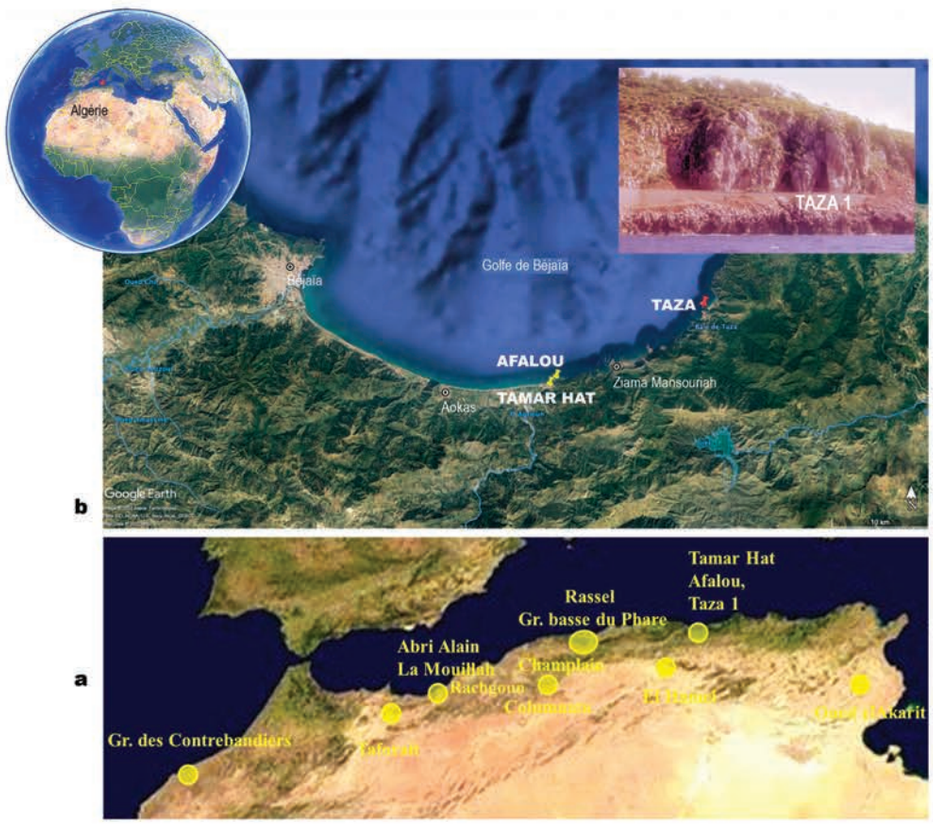
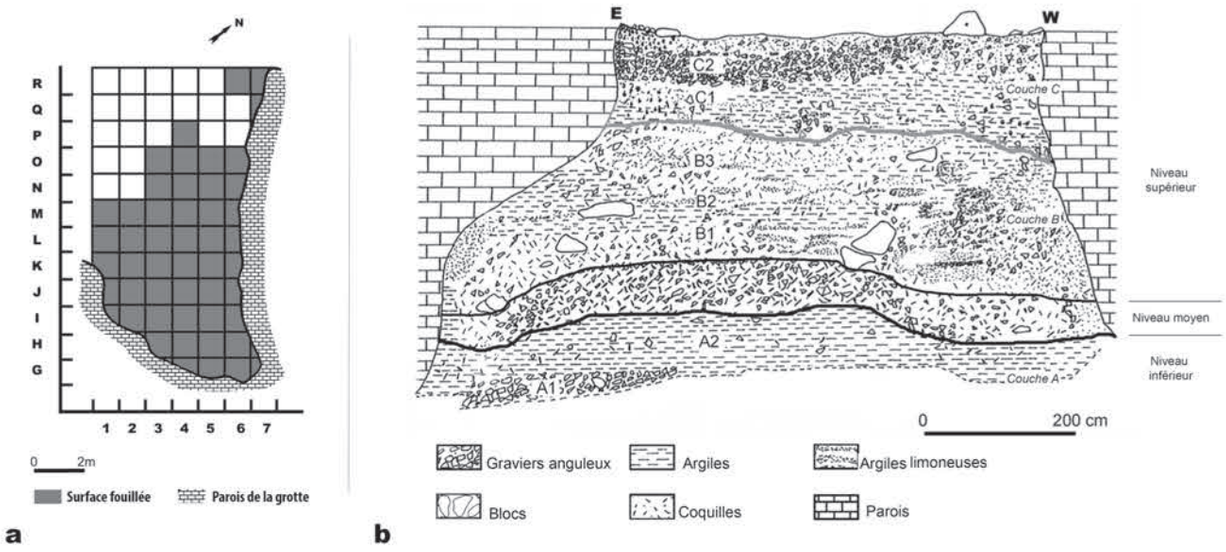


FIGURE 1

a) Localisation des principaux sites ibéromaurusiens ; b) Localisation du site de Taza (Nord-Est Algérie) avec vue générale des grottes de Taza.

a) Location of main iberomaurusian sites; b) Location of Taza site (Northeastern Algeria) with a general view of Taza caves.



— FIGURE 2 —

a) Localisation de la surface fouillée ; b) Coupe stratigraphique du dépôt archéologique.

Location of the excavated surface; b) Stratigraphic section of the archaeological deposit.

Couche archéologique	Datations				Restes humains	Saison d'occupation	Fonction du site
	Code Laboratoire	Nature	Date BP	Dates en cal BP (a)			
Couche C	GIF-6800	Charbon	13 800 ± 130	16 628-17 210	ossements isolés	Hivernale	Campement saisonnier
Couche B	GIF-6799	Ossement	16 100 ± 1400	15 822-22 629	crâne	Estivale	Campement saisonnier

— TABLEAU 1 —

Données archéologiques et chrono-stratigraphiques de Taza 1. (a): Dates calibrées par Calib6.0 (Données d'après Medig *et al.* 2005 ; Merzoug 2005).

Archaeological and chrono-stratigraphic data from Taza 1. (a): Calibrated Dates by Calib6.0 (Data from Medig et al. *2005; Merzoug 2005).*

de la couche C (Merzoug 2005 ; Merzoug *et al.* 2011). La malacofaune est également bien représentée. Des restes humains ont également été retrouvés, notamment un crâne féminin qui a fait l'objet d'une reconstitution 2D par la méthode du *Warping* (Medig *et al.* 1996 ; Hadjouis *et al.* 2000).

2 | MATÉRIEL ET MÉTHODE

Le matériel faunique du site de Taza 1 se compose de restes de vertébrés et d'invertébrés. Il comprend des restes de mammifères avec ceux plutôt rares de primates mais aussi de bovidés, ainsi que des restes d'herpétofaune, d'avifaune, de poissons et de malacofaune terrestre et marine. Les ossements et dents de petites espèces ont été récoltés, en majorité, à l'issue d'un tamisage à sec (mailles de 5 et 2 mm).

Dans cet article, nous aborderons l'étude des restes de poissons et d'invertébrés marins (malacofaune et crustacés) issus des couches B et C, attribuées à l'Ibéromaurusien (**tabl. 2**). De plus, cette étude a permis une réévaluation quantitative et taxinomique de la malacofaune marine par rapport au matériel anciennement disponible, notamment celui de la couche B (Merzoug 2017).

Le protocole d'étude de ces restes se base sur les méthodes de l'Archéozoologie avec l'identification des éléments anatomiques et l'attribution au rang de l'espèce, quand cela est possible, ou à un rang taxinomique supérieur (genre, famille...). Nos déterminations ont été réalisées par comparaison anatomique avec des spécimens actuels provenant des collections de référence du Muséum national d'Histoire naturelle - MNHN de Paris (France), pour les Muricidés et Turritelles et du Centre National de Recherches Préhistoriques, Anthropologiques et Historiques - CNRPAH d'Alger (Algérie), pour l'ensemble des taxons. Des ouvrages et manuels ont également été employés : Pallary 1900 ; Fischer *et al.* 1987 ; Poppe, Goto 1991 ; Louisy 2002 ; Mauro *et al.* 2003 ; Bouzaza 2018. Pour la nomenclature systématique des gastéropodes, nous

Familles	Espèces	Couche B				Couche C			
		NR	%NR	NMI	%NMI	NR	%NR	NMI	%NMI
Poissons									
Sparidae	*Sparus aurata*	1	*100*	1	*100*	2	*33,5*	1	*50*
Labridae	cf. *Labrus merula*	-	-	-	-	1	*16,5*	1	*50*
indéterminés		-	-	-	-	3	*50*	-	-
Crustacés									
Atelecyclidae	cf. *Atelecyclus rotundatus*	-	-	-	-	1	*100*	1	*24,5*
Mollusques marins									
Patellidae	*Cymbula safiana*	236	*27*	191	*24*	1428	*24*	1408	*24,5*
	Patella rustica	202	*23*	183	*23*	1463	*25*	1430	*25*
	Patella ferrugina	99	*11*	99	*12,5*	1012	*17,5*	1004	*17,5*
	Patella caerulea	44	*5*	44	*5,5*	267	*4,5*	265	*4,5*
Trochidae	*Phorcus turbinatus*	285	*32,5*	273	*34*	1580	*27*	1543	*27*
Mytilidae	*Mytilus edulis*	7	*0,8*	5	*0,6*	73	*1,25*	38	*0,7*
Cardiidae	*Cerastoderma edule*	-	-	-	-	17	*0,3*	8	*0,15*
Columbellidae	*Columbella rustica*	1	*0,1*	1	*0,1*	11	*0,2*	11	*0,2*
Muricidae	*Stramonita haemastoma*	6	*0,6*	4	*0,5*	2	*0,03*	2	*0,05*
Turritellidae	*Turritellinella tricarinata*	-	-	-	-	2	*0,03*	2	*0,05*
Glycymerididae	*Glycymeris nummaria*	-	-	-	-	3	*0,05*	2	*0,05*

TABLEAU 2

Répartition des restes de poissons, crustacés et mollusques marins par familles et espèces dans les couches B et C du site de Taza 1.

Distribution of fish, crustacean and marin mollusc remains by family and species in layers B and C of the Taza 1 site.

avons suivi celle des bases de données en ligne : *WoRMS* (*World Register of Marine Species*). Pour reconstituer la paléoécologie des espèces et taxons aquatiques déterminés, nous avons utilisé les travaux de référencement et d'études des espèces méditerranéennes actuelles, notamment en Algérie (Branch 1981 ; Simeonidis 1995 ; Filleul 2001 ; Harmelin, Bassemayousse 2008 ; Grimes 2011). Pour quantifier l'assemblage étudié, nous avons compté le nombre total de restes (NR) par familles en comptant les pièces individuelles pour chaque couche archéologique. Le Nombre Minimal d'Individus (NMI) des espèces/taxons identifiés a été calculé selon la méthode proposée par Dupont (2006) : pour les gastéropodes, il a été estimé à partir des apex tandis que pour les bivalves, c'est la côte dorsale avec la charnière qui a été utilisée ; le nombre total obtenu étant divisé par deux. Le NR des poissons et des crustacés étant très faible, le NMI correspond au NR. Une étude biométrique a été réalisée sur un échantillon de coquilles de *Patellidae* et de *Trochidae* en prenant en compte le diamètre maximal des coquilles complètes. Une lecture macroscopique et microscopique des altérations et modifications d'ordre taphonomique a également été faite : coquilles brûlées, altérations anthropiques et altérations naturelles, présence d'épifaune (Claassen 1998 ; Dupont 2006). Pour ce qui est de la fragmentation, les stades de dégradation établis par Dupont (2006) pour les patelles et trochidés ont été décomptés par couche archéologique.

3 | RÉSULTATS

3.1 | Les restes de poissons

Les restes identifiés à Taza 1 sont des vertèbres et fragments de mâchoires appartenant à des poissons osseux de l'ordre des Perciformes. Les familles taxinomiques représentées sont les *Labridae* et les *Sparidae*.

Les *sparidés*

Les restes attribués à cette famille ont été récoltés dans les couches B et C (**tabl. 2**). Il s'agit de fragments de mâchoires qui semblent appartenir à l'espèce *Sparus aurata*, la daurade royale (**fig. 3a**), qui présente à l'avant de chaque mâchoire 4 à 6 canines massives, puis 2 à 4 rangées de molaires (Fischer *et al.* 1987). Les daurades sont des poissons qui vivent seuls ou en petits groupes, évoluant sur les fonds meubles (graviers, sables, herbiers de posidonies), mais aussi en zones saumâtres (estuaires des fleuves, lagunes). Les daurades vivent dans la zone épipélagique à faible profondeur qui varie de quelques centimètres à plusieurs centaines de mètres ; les juvéniles ne dépassant pas les 30 m de profondeur, alors que les adultes peuvent descendre jusqu'à 150 m (Fischer *et al.* 1987 ; Filleul 2001). Pour leur reproduction, les sparidés fréquentent les zones côtières du pourtour méditerranéen dès avril jusqu'au début de l'automne (Soletchnik 1982). Les traces observées sont en majorité liées à des encroûtements présents sur la surface d'au moins deux

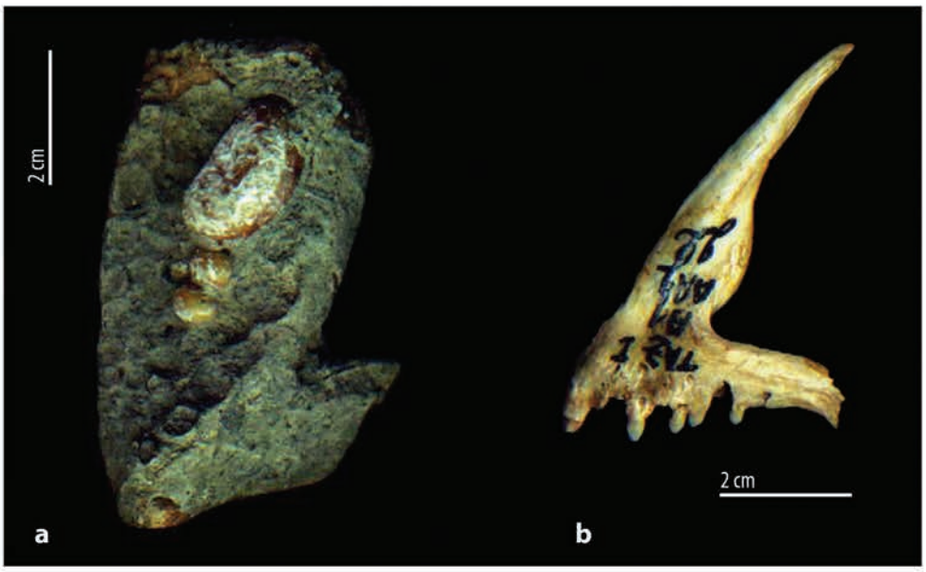


FIGURE 3

Prémaxillaire gauche de *Sparus aurata* ; b) Prémaxillaire gauche de Labridae (cf. *Labrus merula*). (Photos : S. Lamouti).

a) Left premaxilla of Sparus aurata*; b) Left premaxilla of Labridae (cf.* Labrus merula*). (Pictures: S. Lamouti).*

mâchoires ; traces observées aussi à des taux très élevés sur les restes de mammifères (Merzoug 2005) et consécutives à une action marquée de l'eau et du ruissellement.

Les *labridés*

Dans la couche C, seul un fragment de mâchoire de poisson a été identifié, correspondant à un prémaxillaire de labridé. Sa morphologie évoque celle d'un labre merle, *Labrus merula* (**fig. 3b**). Les labridés, et plus spécifiquement les merles, vivent en eaux peu profondes ne dépassant que rarement les 20 à 25 m, pour les plus gros spécimens. Ces poissons sont toujours présents dans les inventaires ichtyologiques des côtes nord africaines, notamment algériennes (Filleul 2001). Ils fréquentent souvent les cavités rocheuses et affectionnent particulièrement les herbiers de posidonies (Fischer *et al.* 1987 ; Louisy 2002). Il n'y a pas de traces taphonomiques particulières, hormis quelques empreintes de radicelles de plantes observées sur la surface de la mâchoire supérieure de ce poisson.

3.2 | Les restes de crustacés

Parmi les restes fauniques de la couche C de Taza 1, nous avons identifié un fragment de pince (dactyle) de crabe qui n'a pu être déterminé spécifiquement. Toutefois, la morphologie de la pince évoque celle du crabe de sable rond, *Atelecyclus rotundatus*, de par sa forme massive, granuleuse, à l'extrémité noire, parcourue de 3 à 4 lignes parallèles dessinées par de petits tubercules (Fischer *et al.* 1987 ; Louisy 2002). Cette espèce vit dans les fonds meubles, sable ou graviers, depuis une dizaine de mètres de profondeur jusqu'à 300 mètres. On rencontre ce crabe en Méditerranée, Mer du Nord, Manche et Atlantique jusqu'en Afrique du Sud.

3.3 | Les Mollusques marins

Huit familles de mollusques marins ont été identifiées à Taza 1 : *Patellidae, Trochidae, Mytilidae, Columbellidae, Turritellidae, Muricidae, Cardiidae* et *Glycymerididae* (**tabl. 2, fig. 4**).

Les patelles *(Patellidae)* sont les mollusques les plus fréquemment déterminés à Taza 1. On note une forte augmentation du nombre de patelles entre les couches B et C (**tabl. 2**). Les espèces identifiées sont : *Cymbula safiana*, *Patella rustica*, *Patella ferruginea* et *Patella caerulea*.

Cymbula safiana, la patelle noire (anciennement *Patella nigra*), est la plus grande des patelles méditerranéennes, sa taille pouvant atteindre les 120 mm (Pallary 1900 ; Fischer *et al.* 1987). Elle est la seule représentante du genre en Méditerranée. Sa coquille est de forme conique et ovale allongée avec des côtes peu marquées chez les individus adultes, tandis que chez les juvéniles, les coquilles sont plutôt aplaties avec des côtes saillantes (**fig. 4a**) (Rivera-Ingraham *et al.* 2011). Le sommet de la coquille est fortement décalé vers l'avant (Fischer *et al.* 1987). Actuellement, elle est signalée sur les côtes africaines de l'Atlantique et sur tout le pourtour littoral maghrébin depuis le Maroc jusqu'en Tunisie (Bouzaza, Mezali 2019).

Patella rustica, de son nom commun patelle ponctuée présente une coquille épaisse qui se distingue par des côtes rayonnantes acérées, surmontées par des tubercules (points) noirâtres fortement marqués (**fig. 4b**) (Fischer *et al.* 1987 ; Poppe et Goto 1991). La forme de la coquille est conique, assez haute, avec un apex bien pointu et un contour arrondi à ovale (Mauro *et al.* 2003). Il s'agit d'une patelle de petite taille dont la longueur excède rarement les 50 mm (Frenkiel, Moueza 1982). Cette espèce vit actuellement dans tout le bassin méditerranéen et sur les côtes atlantiques du Portugal et de l'Espagne (Harmelin, Bassemayousse 2008).

Patella ferruginea est communément appelée la patelle géante car considérée comme la plus grande patelle endémique de la Méditerranée occidentale avec un diamètre moyen de 70 mm, pouvant atteindre les 110 mm (Poppe, Goto 1991 ; Bouzaza 2018). La patelle ferrugineuse se caractérise par une coquille très épaisse, conique et bombée, avec de multiples côtes (30 à 50) très saillantes et rayonnantes conférant à la coquille un contour dentelé

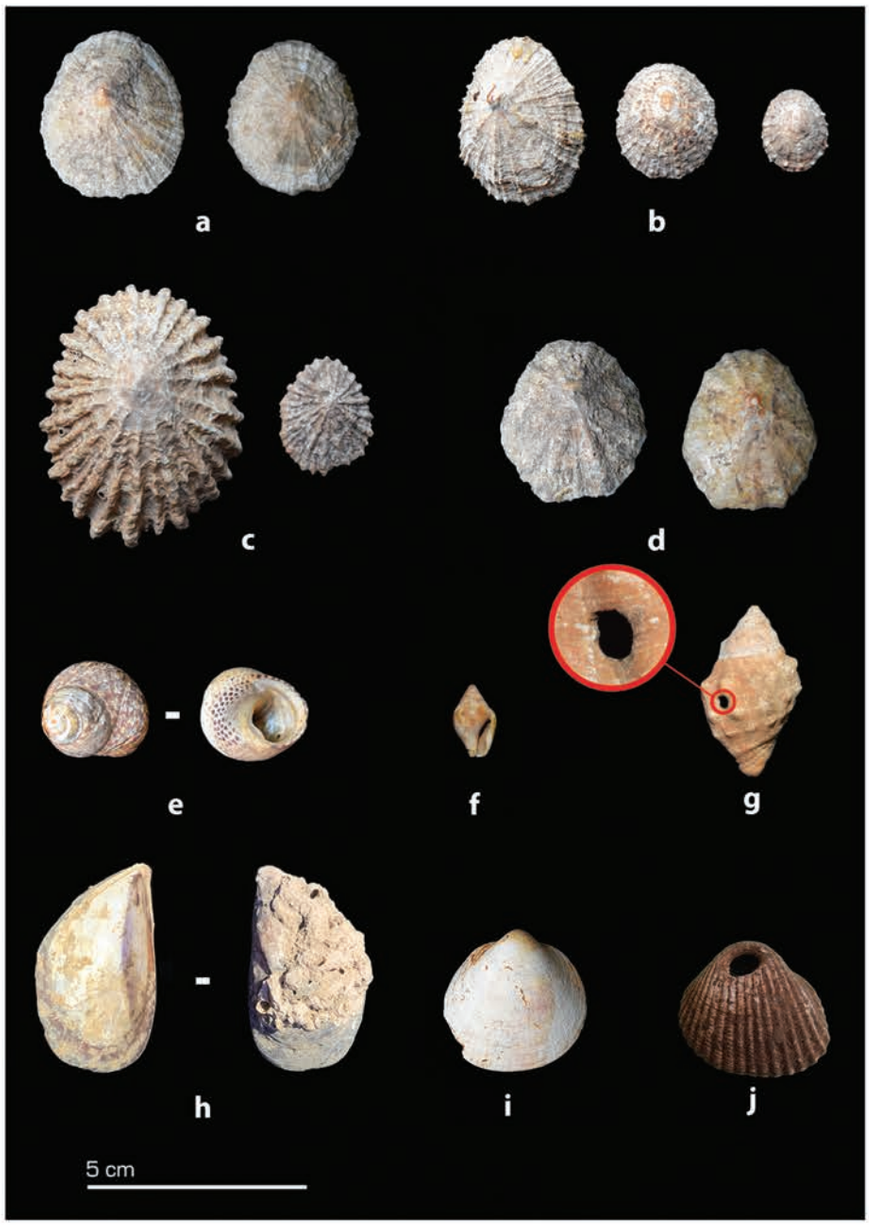


FIGURE 4

Coquilles de mollusques de Taza 1 : a) *Cymbula safiana* ; b) *Patella rustica* ; c) *Patella ferruginea* ; d) *Patella caerulea* ; e) *Phorcus turbinatus* ; f) *Columbella rustica* ; g) *Stramonita haemastoma* ; h) *Mytilus edulis* ; i) *Glycymeris nummaria* ; j) *Cerastoderma edule* (Infographie : R. Siziani et S. Merzoug).

Mollusc shells from Taza 1: a) Cymbula safiana*; b)* Patella rustica*; c)* Patella ferruginea*; d)* Patella caerulea*; e)* Phorcus turbinatus*; f)* Columbella rustica*; g)* Stramonita haemastoma*; h)* Mytilus edulis*; i)* Glycymeris nummaria*; j)* Cerastoderma edule *(CAD : R. Siziani, S. Merzoug).*

(**fig. 4c**) (Pallary 1900 ; Fischer *et al.* 1987). Actuellement, cette espèce évolue sur les rivages du pourtour occidental du bassin méditerranéen (Laborel-Deguen, Laborel 1990).

Patella caerulea, la patelle bleue, présente une coquille aplatie et peu épaisse qui se caractérise par 6 à 8 côtes radiales bien marquées, ce qui lui confère une forme ovalaire à contour fortement irrégulier, parfois en étoile, légèrement rétrécie vers l'avant (**fig. 4d**) (Fischer *et al.* 1987 ; Boudouresque 2005). On la rencontre actuellement sur tout le pourtour méditerranéen et plus rarement sur les côtes atlantiques du Maroc et du sud du Portugal et de l'Espagne (Simeonidis 1995).

Les patelles sont des espèces vivant en zone intertidale, limitée en Méditerranée à la zone de déferlement des vagues, la marée y étant de faible amplitude (Grimes 2011). Certaines espèces comme *Cymbula safiana* fréquentent la partie haute de la zone médiolittorale (Frenkiel, Moueza 1982), tandis que les espèces *P. ferruginea, P. caerulea* et *P. rustica* se rencontrent sur l'ensemble de cette même zone (Branch 1981). À Taza 1, les espèces les plus communes sont *C. safiana* et *P. rustica* pour les deux couches B et C avec des fréquences variant entre 34 % et 37 % ; viennent ensuite la patelle géante (*P. ferruginea*) et la patelle bleue (*P. caerulea*), dont la fréquence n'excède pas les 10 % pour les deux couches (**fig. 5**).

La **figure 6** montre la fréquence des catégories de taille des patelles : on note la dominance des classes de taille 20-30 mm et 30-40 mm pour l'ensemble des patelles de la couche B ; tandis que dans la couche C différentes classes de taille sont représentées, notamment pour *P. ferruginea*. Plus rares sont les spécimens dont la taille est inférieure à 20 mm (individus juvéniles).

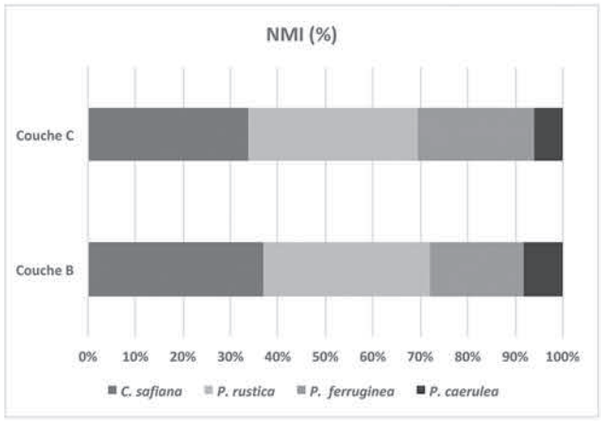


FIGURE 5

Fréquence (à partir des NMI) des différentes espèces de patelles selon les couches du site de Taza 1.

Frequency (from MNI) of the different limpet species according to layers at the Taza 1 site.

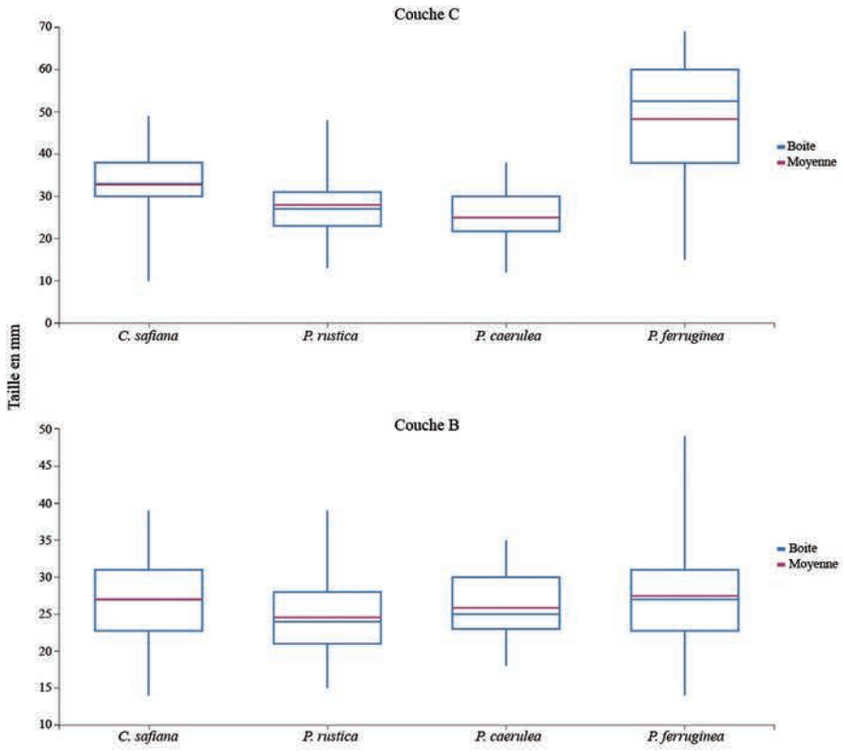


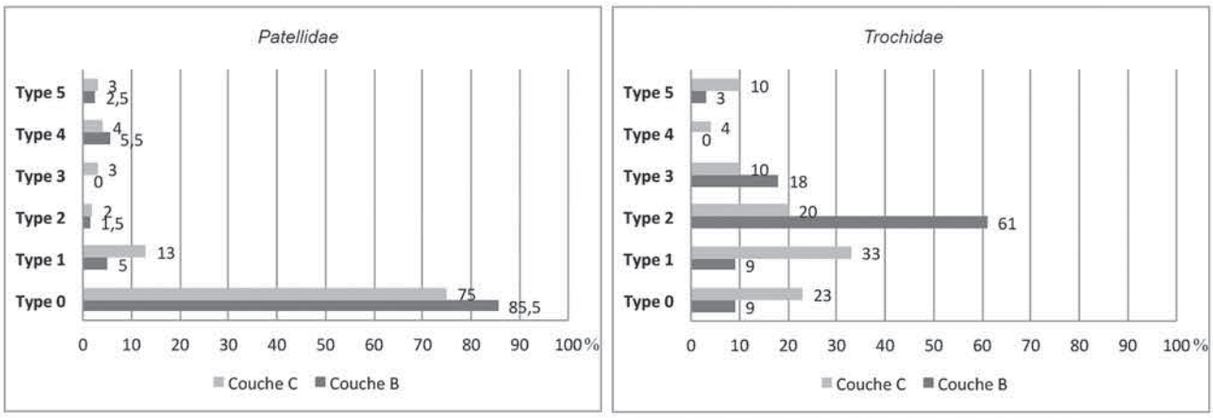
FIGURE 6

Boîtes à moustaches de la distribution de taille des patelles de Taza 1. Les traits inférieur et supérieur de la boîte indiquent respectivement le 1er quartile et le 3ème quartile soit 50 % de la distribution. Trait rouge=moyenne et trait bleu=médiane de la distribution.

Box plots of the size distribution of limpets from Taza 1. The lower and upper lines of the box respectively indicate the 1st quartile and the 3rd quartile, i.e. 50 % of the distribution. Red line=mean and blue line=median of the distribution.

La majorité des patelles étudiées sont complètes (**fig. 7a**), ce qui correspond au type 0 de la typologie de dégradation des coquilles établie par Dupont (2006). Toutefois, des encoches et bords cassés ont été observés sur 41 % des patelles de la couche B et 48 % de la couche C (**fig. 8**), lesquels sont probablement dus à une action anthropique. Les autres traces taphonomiques observées sur les coquilles de patelles se résument en majorité à des encroûtements. On observe également la présence d'épifaune sur 2 à 3 % des coquilles.

La seconde famille la mieux représentée à Taza 1 est celle des *Trochidae* (gibbules et troques), dont le NMI augmente nettement dans la couche C (**tabl. 2**). Seule la gibbule commune ou toupie (*Phorcus turbinatus*) a été déterminée dans les couches B et C. Elle se caractérise par une coquille de forme conique et spiralée (5 à 6 tours de spires), à ouverture large et ombilic masqué par un cal blanc aussi bien chez les juvéniles que chez les adultes ; le décor est coloré, marqué par des taches brun-rouge tendant vers le noir (**fig. 4e**) (Pallary 1900 ; Fischer *et al.* 1987). De petite taille (entre 20 et 25 mm), la gibbule toupie fréquente les substrats durs des zones médiolittorales proches de la surface où elle colonise fréquemment les failles rocheuses (Simeonidis 1995). L'étude métrique a démontré une dominance des individus de taille variant entre 20 et 25 mm de diamètre, avec une taille maximale de 27 mm et une taille minimale de 18 mm. Selon la typologie de Dupont (2006) concernant les stades de dégradation des coquilles de trochidés, le type 2, coquilles à péristome brisé, est le mieux représenté dans la couche B ; tandis que pour la couche C, ce sont les types 1 (coquilles à apex brisé) et 2 qui sont les plus fréquemment



— FIGURE 7 —

Distribution des types de dégradation des coquilles de Taza 1 : a) patelles (*Patellidae*) ; b) gibbules (*Trochidae*).

Distribution of degradation types of shells: a) limpets (Patellidae)*; b) turbinate monodont* (Trochidae)*.*

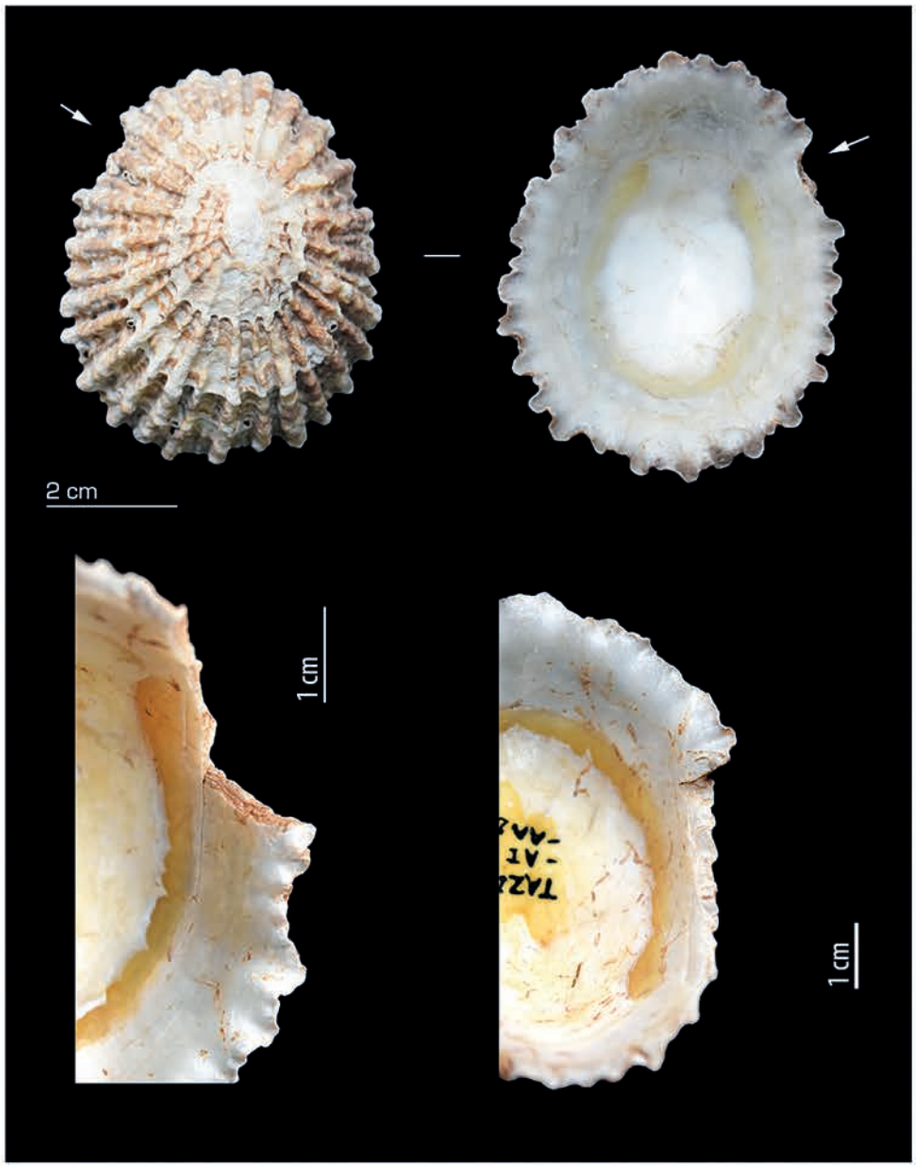


FIGURE 8

Exemples d'encoches et bords cassés observés sur les coquilles de patelles de Taza 1 (Infographie : R. Siziani et S. Merzoug).

Examples of notches and broken edges observed on limpet shells from Taza 1 (CAD: R. Siziani, S. Merzoug).

observés (**fig. 7b**). De rares coquilles de gibbules sont totalement ou partiellement brûlées. Une majorité d'entre elles présente des encroûtements de sédiments.

Les autres espèces de mollusques marins sont peu fréquentes, mais assez diversifiées (**fig. 4f**). On rencontre d'autres gastéropodes comme les *Columbellidae,* représentés par l'espèce *Columbella rustica* des couches B et C. La colombelle rustique est aisément reconnaissable par la morphologie de sa coquille de forme spiralée, lisse et brillante, à spire courte, tours peu distincts, apex pointu et ouverture étroite et sinueuse à labre denticulé (Pallary 1900). Petites de taille (10 à 30 mm), les coquilles de *C. rustica* se rencontrent sur les fonds rocheux de l'étage infralittoral, en Méditerranée et le long des côtes de l'Atlantique Est, du Gabon jusqu'au Portugal (Harmelin, Bassemayousse 2008). L'une des colombelles trouvées à Taza 1 (couche B), présente une perforation par fracturation.

Des coquilles complètes et fragments de coquilles attribués à la famille des *Muricidae*, ont été retrouvés dans les couches B et C de Taza 1 (**tabl. 2**). Les coquilles complètes de par leur forme ovale spiralée, à sommet conique et surface à tubercules arrondis plus ou moins marqués et régulièrement espacés, avec une ouverture particulièrement large et bord columellaire arqué, ont été attribuées à l'espèce *Stramonita haemastoma*, ou Bouche de sang (**fig. 4g**) (Pallary 1900 ; Fischer *et al.* 1987). Ce gastéropode marin, dont la taille varie entre 40 et 80 mm, se rencontre actuellement sur les substrats rocheux de la zone infralittorale de l'ensemble du pourtour méditerranéen et sur la façade atlantique depuis le sud de la France jusqu'au Maroc (Harmelin, Bassemayousse 2008). L'une de ces coquilles, provenant de la couche C, présente une perforation (**fig. 4g**).

Des coquilles de turritelles, *Turritellidae,* ont été identifiées dans la couche C de Taza 1 (**tabl. 2**). Très peu nombreuses, elles sont néanmoins aisément déterminables à leur forme allongée, conique et turriculée (Pallary 1900 ; Fischer *et al.* 1987). L'aspect bombé des spires à surface marquée par de nombreuses rainures spiralées, avec une ouverture étroite et carrée, permet d'attribuer ces coquilles à l'espèce *Turritellinella tricarinata*. Ce mollusque qui mesure jusqu'à 30 mm de long pour une largeur maximum de 10 mm, vit dans les fonds vaseux, de sable, ou de gravier de la zone infralittorale (Fischer *et al.* 1987).

En plus des gastéropodes, des coquilles de bivalves ont également été identifiées à Taza 1 telles que les moules de la famille des *Mytilidae,* représentées par le genre *Mytilus* qui se caractérise par l'aspect triangulaire de l'umbo. L'espèce la plus communément identifiée est *Mytilus edulis* qui se distingue par la forme allongée de sa coquille dont la partie postéro-dorsale est arrondie, un bord ligamentaire peu saillant, ainsi qu'un crochet non incurvé (**fig. 4h**) (Pallary 1900 ; Fischer *et al.* 1987 ; Poppe, Goto 1991). Cette espèce dont la taille maximum ne dépasse pas les 90 mm, vit sur le fond dur de l'étage infralittoral (Simeonidis 1995). En plus d'encroûtement sédimentaire recouvrant la surface des coquilles, on note la présence d'épifaune sur deux spécimens, confirmant que ces moules ont été collectées en zone intertidale.

Des amandes de mer ou palourdes, *Glycymerididae,* ont aussi été identifiées à Taza 1, mais uniquement dans la couche C (NMI=2). Cette famille est représentée par l'espèce *Glycymeris nummaria*, caractéristique par sa coquille peu épaisse, fortement convexe, à contour subcirculaire et surface externe ornée de stries concentriques (Pallary 1900). Elle vit dans les substrats sableux de la zone infralittorale, sur tout le pourtour du bassin méditerranéen et sur la côte atlantique nord depuis le Maroc jusqu'en France (Fischer *et al.* 1987). La surface de l'une des coquilles montre une zone assez émoussée et abrasée avec présence d'une encoche sur le bord postéro-ventral (**fig. 4i**).

Enfin, vient la famille des *Cardiidae*, représentée à Taza 1 dans la couche C par l'espèce *Cerastoderma edule* dont la coquille est arrondie et bombée, à côtes rayonnantes convexes et contiguës (Ficher *et al.* 1987). Cette espèce fréquente les fonds meubles de l'étage infralittoral, notamment les eaux saumâtres des lagunes littorales et estuaires (Fischer *et al.* 1987). Ce mollusque bivalve est très commun sur les rivages de l'ensemble de la Méditerranée et la façade est de l'Atlantique depuis la Norvège jusqu'au Maroc (Harmelin, Bassemayousse 2008). L'une des coquilles présente une perforation naturelle résultant de l'activité d'un prédateur comme un muricidé (**fig. 4j**) ce qui suggère qu'elle a été ramassée sur les rivages sans but alimentaire.

DISCUSSION ET CONCLUSION

La majorité des sites ibéromaurusiens étant côtiers, les espèces marines y sont fréquemment citées, notamment les mollusques (Pallary 1934 ; Arambourg *et al.* 1934 ; Vaufrey 1955 ; Brahimi 1970). Cependant, très peu de travaux ont été réalisés sur les stratégies d'acquisition et modes de traitement de la malacofaune marine de ces sites, les auteurs soulignant simplement le statut d'éléments de parure quand des perforations sont observées, ou suggérant un apport nutritif quand leur nombre est suffisamment important pour constituer une ressource alimentaire. Il faudra attendre les travaux récents menés sur les assemblages malacofauniques de la grotte des Contrebandiers au Maroc (Steele et Alvarez-Fernandez 2011) et de l'abri Alain en Algérie (Campmas *et al.* 2016), datés d'environ 15 ka cal BP, pour mieux comprendre les modalités d'exploitation de ces espèces marines. L'analyse archéozoologique menée sur les restes fauniques aquatiques du site de Taza 1 s'inscrit dans la continuité de ces nouvelles recherches. Notre étude a livré des résultats inédits sur les modalités d'exploitation de ces espèces animales qui constituaient pour les Ibéromaurusiens une source alimentaire complémentaire à celle des ressources terrestres, notamment en ce qui concerne la malacofaune marine. Cette dernière a également été exploitée dans une moindre mesure comme matière première pour la confection d'objets d'ornementation. À Taza 1, les patelles et les gibbules sont les mollusques les plus fréquents, représentés par les espèces *Cymbula safiana, Patella ferruginea, P. rustica et P. caerulea* pour les patelles et par *Phorcus turbinatus*, la gibbule toupie. Ces deux taxons dominent fréquemment les spectres malacofauniques marins des sites ibéromaurusiens, notamment à Tamar Hat et à Afalou

datés entre 25 et 18 ka cal BP (Arambourg *et al.* 1934 ; Saxon *et al.* 1974 ; Hachi 2003a et b ; Merzoug 2021), dans la grotte Rassel datée d'environ 16 ka cal BP (Brahimi 1970 ; Sari 2012), à l'abri Alain (Pallary 1934 ; Campmas *et al.* 2016) et aux Contrebandiers (Steele, Alvarez-Fernandez 2011). Seul, à ce jour, le site de Rachgoun (Nord-Ouest algérien) montre une nette dominance des moules, même si patelles et gibbules sont présents (Camps-Fabrer 1966). Les Ibéromaurusiens privilégiaient ainsi les espèces animales benthiques et sédentaires vivant dans les zones intertidales qu'ils devaient collecter directement sur les rivages rocheux, probablement à l'aide d'outils spécifiques notamment pour les patelles. En effet, ces dernières adhèrent fortement aux rochers pour résister aux vagues et à la dessiccation (Fischer *et al.* 1987 ; Boudouresque 2005). Pour cette raison, la collecte des patelles se fait de nos jours à l'aide d'une lame utilisée comme levier (Alvarez-Fernandez *et al.* 2014). Cette action provoque des encoches et cassures semblables à celles que nous avons observées aussi bien à Taza 1 (**fig. 8**) qu'à l'abri Alain (Campmas *et al.* 2016), ou plus récemment à Tamar Hat (étude en cours). Les coquilles brûlées sont peu nombreuses. Elles présentent en majorité une carbonisation totale de la coquille, ce qui suggère une exposition prolongée au feu des coquilles probablement tombées fortuitement dans un foyer. En effet, les rares coquilles brûlées de la couche C ont été recueillies à proximité du foyer L-K 4 et au moins deux coquilles de la couche B présentent des encroûtements avec de petits fragments de charbon.

L'étude métrique réalisée sur les patelles démontre la dominance des individus dont les dimensions varient entre 20 et 40 mm quelle que soit l'espèce. Ce résultat est intéressant et suggère un choix spécifique des Ibéromaurusiens de Taza 1 pour cette catégorie de taille. Les juvéniles étaient rarement collectés, comme d'ailleurs pour les gibbules, peu de spécimens de taille inférieure à 20 mm sont répertoriés. Toutefois, soulignons que pour la couche C, les classes de taille sont plus diversifiées pour la patelle géante et dans une moindre mesure pour la patelle noire (**fig. 6**). Des conditions climatiques plus favorables lors de cette phase d'occupation qui correspond à la fin du dernier maximum glaciaire sont probablement à l'origine de cette amplitude plus prononcée. Il est probable que sur le long terme, le choix opéré par les Ibéromaurusiens était donc très probablement conditionné par les changements climatiques. D'ailleurs, on observe une nette augmentation du nombre de mollusques marins, notamment des patelles, gibbules et moules, entre la couche inférieure B (~ 20 ka cal BP) et la couche supérieure C (~ 17/16 ka cal BP) du remplissage ibéromaurusien. Cependant, l'augmentation du nombre de moules reste relative par rapport à celle des gibbules et patelles. Cette rareté renforce l'hypothèse que les Ibéromaurusiens ont favorisé pour leur alimentation les espèces gastéropodes. Toutefois, ce déficit des moules peut être également imputé à une conservation différentielle, la structure de la moule étant assez fragile induisant une faible représentation de ce taxon (Botkin 1980 ; Dupont 2006). Cependant, à Rachgoun environ 80 % des coquilles marines recueillies appartiennent à l'espèce *Mytilus galloprovincialis* (Camps-Fabrer 1966, p. 165) ; ce qui suggère une bonne représentation des moules quand la collecte est délibérément orientée vers ces dernières. D'ailleurs, il serait intéressant de savoir ce qui a motivé les Ibéromaurusiens de Rachgoun à choisir ce taxon contrairement à leurs congénères des autres territoires qui ont favorisé les patelles et les gibbules.

Par ailleurs, on remarque également une diversification plus importante des mollusques entre les deux couches B et C de Taza 1, avec l'apparition de nouveaux taxons comme les turritelles, les palourdes, les pourpres et les coques. Ces derniers, ainsi que les colombelles, de par leur effectif très réduit et/ou leur statut non comestible, ont probablement joué un rôle différent, non alimentaire, à rattacher à la sphère symbolique (ornements ou objets particuliers). La présence de traces d'aménagement comme la perforation par fracturation sur certains spécimens témoigne d'une activité artisanale pour la confection d'éléments de parure (étude en cours sur la perforation à Taza). Ce type d'exploitation a été répertorié dans quasiment tous les sites ibéromaurusiens actuellement connus comme par exemple : La Mouillah, Champlain, Grotte Basse du Phare, Columnata, El Hamel (Camps-Fabrer 1960, 1994), Tamar Hat (Saxon 1975), Taforalt (Roche 1963 ; Barton *et al.* 2019), Afalou (Arambourg *et al.* 1934 ; Hachi 2003b), l'abri Alain (Pallary 1934 ; Campmas *et al.* 2016), Rassel (Brahimi 1970). D'autres mollusques ont pu être récupérés en raison de leurs formes ou couleurs particulières telle que la bouche de sang (*Stramonita haemastoma*).

Malgré le nombre restreint de restes de poissons, il n'est pas à exclure que les Ibéromaurusiens de Taza 1 aient probablement consommé merles et daurades, ces poissons marins de petites tailles dont les restes ont été identifiés dans les couches B et C. Les restes de ces poissons ne portent, certes, pas de traces anthropiques spécifiques à une exploitation et/ou consommation par l'Homme, mais en l'absence également de traces spécifiques d'un apport par d'autres prédateurs, on peut supposer que les Ibéromaurusiens de Taza 1 aient pu pêcher ces poissons sur les rivages rocheux, probablement à l'hameçon appâté. En effet, la présence d'hameçons droits en os dans les sites ibéromaurusiens, notamment à Afalou (Camps-Fabrer, 1966 ; Hachi, 2003b) situé à une trentaine de kilomètres à vol d'oiseau de Taza1 (**fig. 1a**) renforce cette hypothèse. Attendu que ces poissons, notamment les daurades, migrent vers la côte dès la fin de la période hivernale et durant toute la période estivale, la pêche aurait pu s'effectuer durant ces saisons qui coïncident aux périodes saisonnières d'occupation du site Taza 1, du moins pour les sparidés. La consommation de poisson est également envisagée dans les niveaux supérieurs des deux autres sites ibéromaurusiens de la région des Babors, à Tamar Hat avec la présence de restes de serranidés (Saxon *et al.* 1974), et à Afalou où des restes de poissons non spécifiquement déterminés ont été signalés (Arambourg *et al.* 1934). Des restes de vertèbres et de mâchoires de poissons ont également été identifiés à l'abri Alain, dans la région de l'ouest algérien (Pallary 1934 ; Chibane 2016). Cependant, nous ne pouvons exclure une éventuelle introduction de ces restes par des prédateurs. Ce n'est que dans le site littoral de SHM-1 (Sebkha Halk el Menjel, Hergla, Tunisie), un site du Capsien supérieur, culture postérieure à l'Ibéromaurusien, que la pratique de la pêche a été mise en évidence grâce à l'analyse de plus de 200 éléments anatomiques de poissons (Vorenger 2013).

Par ailleurs, parmi les restes fauniques de la couche C de Taza 1, nous avons identifié un fragment de pince de crabe. Jusqu'à présent, seul le niveau supérieur du site d'Afalou (Arambourg *et al.* 1934) attestait de la présence de restes de crustacés dans les sites ibéromaurusiens. Ce reste isolé appartenant à une espèce peu ou pas consommée, pourrait bien provenir du contenu stomacal d'un poisson. En effet, les daurades comme les merles se nourrissent communément de crustacés (Fischer *et al.* 1987).

L'exploitation alimentaire et non alimentaire (fabrication d'éléments de parure) des ressources halieutiques sont donc attestées à Taza 1, notamment pour les mollusques marins avec une nette orientation vers une acquisition d'ordre alimentaire concernant les patelles et les gibbules. Ces résultats démontrent un changement notable dans les stratégies d'acquisition des ressources alimentaires avec une nette augmentation de ces dernières dans la couche C. Ce phénomène est observé dans différents sites ibéromaurusiens dès la fin du dernier maximum glaciaire et coïncide également avec un changement spécifique dans les stratégies d'acquisition du gibier terrestre (diversification des espèces) marquant ainsi un changement dans les comportements de subsistance de ces populations. En effet, on observe le passage d'une chasse sélective à un spectre plus diversifié des ressources alimentaires, même si le mouflon à manchettes, espèce ubiquiste, reste le gibier terrestre privilégié (Merzoug 2017, 2021). Ce changement correspond à une adaptation des populations ibéromaurusiennes aux nouvelles conditions climatiques plus favorables et marque la limite entre la phase ancienne de l'Ibéromaurusien et sa phase récente ; la couche C de Taza 1, datée d'environ 17/16 ka cal BP, illustre parfaitement cet événement.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les organisateurs de ce colloque dédié à la mémoire de feu Émilie Campmas de nous avoir permis ainsi de rendre hommage à celle qui fut une collègue particulièrement proche de l'un d'entre nous. Nous tenons également à remercier Alvarez Fernandez Esteban et le rapporteur anonyme pour leur relecture et leurs suggestions et conseils avisés.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALVAREZ-FERNANDEZ E. A., ALTUNA J., BARRERA-MELLADO I., CUBAS M., FERNANDEZ-GOMEZ M.J., FERNANDEZ R., GRUET Y., MARIEZKURRENA K., ONTANON R. 2014 - Évolution de l'exploitation des ressources animales dans la région cantabrique entre 4500 et 2000 cal BC : la grotte de Los Gitanos (Cantabrie, Espagne). *Comptes Rendus Palevol*, 13, p. 307-316.

AOUDIA-CHOUAKRI L. 2013 - *Pratiques funéraires complexes : réévaluation archéo-anthropologique des contextes ibéromaurusiens et capsiens (Paléolithique supérieur et Épipaléolithique, Afrique du Nord-Ouest).* Bordeaux : Université de Bordeaux 1, Talence. Thèse de Doctorat.

ARAMBOURG C., BOULE M., VALLOIS H., VERNEAU R. 1934 - Les grottes paléolithiques des Beni Segoual (Algérie). *Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine*, 13, 242 p.

AUMASSIP G. 2019 - *Préhistoire du Sahara et de ses abords, Tome 1 : Le Paléolithique ou le temps des chasseurs.* Paris : L'Harmattan, 447 p.

BALOUT L. 1955 - *Préhistoire de l'Afrique du Nord. Essai de Chronologie.* Paris : Art et Maison Graphique, 543 p.

BARTON N., BOUZOUGGAR A., HOGUE J., LEE S., COLLCUTT S., DITCHEFIELD P. 2013 - Origins of the Iberomaurusian in NW Africa: new AMS radiocarbon dating of the Middle and Later Stone Age deposits at Taforalt Cave, Morocco. *Journal of Human Evolution*, 65, p. 266-281.

BARTON R. N. E., BOUZOUGGAR A., COLLCUTT S. N., HUMPHREY L. T. (Éds.) 2019 - Cemeteries and Sedentism in the Later Stone Age of NW Africa: Excavations at Grotte des Pigeons, Taforalt, Morocco. Mainz : Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, 643 p.

BOTKIN S. 1980 - Effects of human exploitation on shellfish populations at Malibu Creek, California. *In:* EARLE T.K., CHRISTENSON A. (Éds.), *Studies in archaeology*, Academic Press, p. 121-137.

BOUDOURESQUE C.F. 2005 - Excursion au Cap-Croisette (Marseille) : Le milieu marin. Marseille : GIS Posidonie publication, p. 1-48.

BOUZAZA Z. 2018 - *Étude systématique, phylogénétique, phylogéographique et démographique de Patella ferruginea* (Gmelin 1791), *Patella caerulea* (Linnaeus 1758) et *Cymbula safiana* (Lamarck 1819) *de la frange côtière algérienne.* Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn Badis, 2018, 250 p. Thèse de Doctorat.

BOUZAZA Z., MEZALI K. 2019 - *Sur la présence de Cymbula safiana (Gastropoda : Patellidae) au niveau de la côte algérienne (Méditerranée sud-ouest) : structure des populations et nouvelles stations de signalisation. Ecologia mediterranea*, 45, 1, p. 5-13.

BRAHIMI Cl. 1970 - L'Ibéromaurusien littoral de la région d'Alger. *Mémoire du Centre de Recherches Anthropologiques Préhistoriques et Ethnographiques,* 13, 154 p.

BRANCH G. M. 1981 - The Biology of Limpets: Physical factors, energy flow and ecological interactions. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 19, p. 235-280.

CAMPMAS É., CHAKROUN A., MERZOUG S. 2016 - Données préliminaires sur l'exploitation de la malacofaune marine par les groupes ibéromaurusiens de l'abri Alain (Oran, Algérie). *Paleo*, 27, p. 83-104.

CAMPS G., MOREL J. 1983 - Recherches sur l'alimentation en Afrique du Nord durant les temps épipaléolithiques. *Bulletin de la Société d'Études et de Recherches Préhistoriques, Les Eyzies*, 33, p. 37-49.

CAMPS-FABRER H. 1960 - Parures des temps préhistoriques en Afrique du Nord. *Libyca*, 8, p. 1-124.

CAMPS-FABRER H. 1966 - Matériaux et art mobilier dans la préhistoire Nord-africaine et saharienne. *Mémoire du Centre de Recherches Anthropologiques Préhistoriques et Ethnographiques*, 5, 557 p.

CAMPS-FABRER H. 1994 - Coquillages. *In:* G. CAMPS (Éd.). *Encyclopédie berbère.* Louvain : Peeters, p. 2088-2092.

CHIBANE S. 2016 - *Étude taphonomique et archéozoologique de la faune ibéromaurusienne de l'abri Alain (Oran, Algérie).* Toulouse : Université Toulouse Jean Jaurès. Mémoire de Master 2.

CLAASSEN C. 1998 - *Shells.* Cambridge manuals in archaeology, 263 p.

DUPONT C. 2006 - La malacofaune de sites mésolithiques et néolithiques de la façade atlantique de la France : Contribution à l'économie et à l'identité culturelle des groupes concernés. BAR International Series, 1571 p.

EHRMANN F. 1920 - Le quaternaire des grottes de Ziama. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 9, 7, p. 119-120.

FILLEUL A. 2001 - *Poissons de mer : guide scientifique à l'usage des pêcheurs de France et d'ailleurs.* Paris : Larivière, 223 p.

FISCHER W., SCHNEIDER M., BAUCHOT M.-L. 1987 - *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche : Méditerranée et Mer Noire, zone de pêche.* 2 volumes. Rome : FAO, 1530 p.

FRENKIEL L., MOUEZA M. 1982 - Écologie des *Patellidae* dans différents biotopes de la côte algérienne. *Malacologia*, 22, p. 523-530.

GRIMES S. (Ed.) 2011 - Biodiversité des côtes algériennes. Numéro spécial du bulletin du Centre National de Développement des Ressources Biologiques - CNDRB, 126 p.

HACHI S. 2003a - Les cultures de l'Homme de Mechta-Afalou. Le gisement d'Afalou-Bou-Rhummel (massif des Babors, Algérie), les niveaux supérieurs 13 000-11 000 BP. *Mémoire du Centre National de Recherches Préhistoriques Anthropologiques et Historiques, Nouvelle Série*, 2, 256 p.

HACHI S. 2003b - Aux origines des arts premiers en Afrique du Nord : Les figurines et les objets modelés en terre cuites de l'abri-sous-roche préhistorique d'Afalou, Babors, Algérie (18 000-11 000 ans BP). *Mémoire du Centre National de Recherche Préhistoriques Anthropologiques et Historiques, Nouvelle série*, 6, 173 p.

HACHI S. 2006 - Du comportement symbolique des derniers chasseurs Mechta-Afalou d'Afrique du Nord. *Comptes Rendus Palevol,* 5, 1-2, p. 429-440.

HADJOUIS D., VIGNAL J.-N., MEDIG M., SAHNOUNI M., DERRADJI A. 2000 - Biodynamique crânio-faciale, paléopathologie et reconstitution faciale 2D d'un crâne ibéromaurusien (Grotte de Taza 1, Jijel, Algérie), *In:* PH. ANDRIEUX, D. HADJOUIS, A. DAMBRICOURT-MALASSÉ (Éds), *L'identité humaine en question, Nouvelles problématiques et nouvelles technologies en paléontologie humaine et paléoanthropologie biologique.* Paris : Artcom, p. 205-220.

HARMELIN J.-G., BASSEMAYOUSSE F. 2008 - *Méditerranée, à la découverte des paysages sous-marins.* Paris : Glénat, 192 p.

LABOREL-DEGUEN F., LABOREL J. 1990 - Nouvelles données sur la patelle géante Patella ferruginea Gmelin en Méditerranée. I. Statut, répartition et étude des populations. II. Écologie, biologie, reproduction. *Haliotis*, 10, p. 41-62.

LINSTÄDTER J. 2008 - The Epipalaeolithic–Neolithic-Transition in the Mediterranean region of Northwest Africa. *Quartär*, 55, p. 41-62.

LOUISY P. 2002 - Guide d'identification des poissons marins, Europe et Méditerranée. Paris : Ulmer, 430 p.

MAMMERI M., BRAHIMI Cl. 1970 - Les activités du C.R.A.P.E. en 1970. *Libyca,* 18, p. 289-295.

MAURO A., ARCULEO M., PARINELLO N. 2003 - Morphological and molecular tools in identifying the Mediterranean limpets *Patella caerulea*, *Patella aspera* and *Patella rustica*. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 295, p. 131-143.

MEDIG M., MEIER R., SAHNOUNI M., DERRADJI A. 1996 - Découverte d'un crâne humain dans les niveaux ibéromaurusiens de la grotte de Taza 1, Jijel, Algérie. *C -R. Acad. Sc. de Paris*, série IIa, 323, p. 825-831.

MEDIG M., HADJOUIS D., SAHNOUNI M., DERRADJI A., SALA R. 2005 - Les grottes paléolithiques de Taza, *Archéologia*, 425, p. 64-69.

MERZOUG S. 2005 - *Comportements de subsistance des Ibéromaurusiens d'après l'analyse archéozoologique des mammifères des sites de Tamar Hat, Taza 1 et Columnata (Algérie).* Paris : MNHN, 2005, 418 p. Thèse de Doctorat.

MERZOUG S. 2008 - Étude archéozoologique des mammifères ibéromaurusiens de la collection Cadenat du site de Columnata (Tiaret, Algérie). *In:* Aouraghe H., Haddoumi H., El Hammouti K. (Eds.). *Le Quaternaire marocain dans son contexte méditerranéen*. Actes de la Quatrième Rencontre des Quaternaristes Marocains (RQM4) (15-17 novembre 2007). Oujda, p. 255-264.

MERZOUG S. 2012 - Essai d'interprétation du statut économique du *Megaceroides algericus* durant l'Ibéromaurusien dans le massif des Babors (Algérie). *Quaternaire*, 23, 2, p. 141-148.

MERZOUG S. 2017 - Les comportements de subsistance en Afrique du Nord-Ouest durant la transition Pléistocène supérieur/Holocène : entre homogénéité et variations stratégiques. *L'Anthropologie*, 121, 1-2, p.189-203.

MERZOUG S. 2021 - L'exploitation des ressources animales par les chasseurs-cueilleurs ibéromaurusiens d'Afrique du Nord-Ouest : cas des sites algériens. *In:* V. BLANC-BIJON, J-P. BRACCO, M-B. CARRE, S. CHAKER, X. LAFON, M. OUERFELLI (Éds). *L'Homme et l'Animal au Maghreb, de la Préhistoire au Moyen Âge*. Aix-en-Provence : Presses Universitaires de Provence, p. 89-102.

MERZOUG S., HADJOUIS D., MEDIG M. 2011 - Les mammifères ibéromaurusiens de la grotte de Taza 1 (Jijel, Algérie) : Approche archéozoologique. *Travaux du Centre National de Recherches Préhistoriques Anthropologiques et Historiques*, 11, 1, p. 283-292.

MERZOUG S., SARI L. 2008 - Re-examination of the Zone I material from Tamar Hat (Algeria): Zooarchaeological and technofunctional analyses. *African Archaeological Review*, 25, p. 57-73.

MOSER J. 2003 - La Grotte d'Ifri n'Ammar : T. 1 L'Ibéromaurusien, Köln : Liden Soft.

MOUHSINE H. 2003 - *Contribution à la connaissance de la faune du Pléistocène supérieur du Rif oriental : la grotte d'Ifri n'Ammar*. Rabat : INSAP. Thèse de doctorat III[e] cycle.

OBERT D. 1981 - *Étude géologique des Babors orientaux (Domaine Tellien, Algérie)*. Paris : Université Pierre et Marie Curie, 635 p. Thèse de Doctorat d'état

PALLARY P. M. 1900 - Coquilles marines du littoral du département d'Oran. *Journal de Conchyliologie*, 48, p. 211-422.

PALLARY P. M. 1934 - L'abri Alain, près d'Oran. Paris : Masson et Cie.

POPPE G.T., GOTO Y. 1991 - European seashells. *Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastra, Gastropoda*, vol. I. Wiesbaden : Verlag Christa Hemmen, 352 p.

RIVERA-INGRAHAM G. A, ESPINOSA F., GARCIA-GOMEZ J. C. 2011 - Ecological considerations and niche differentiation between juvenile and adult black limpets (*Cymbula nigra*). *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 91, p. 191-198.

ROCHE J. 1963 - *L'Epipaléolithique marocaine*, volumes 1-2. Lisbon:Ed Fondation Calouste Gulbenkian, 261 p.

SARI L. 2012 - *L'Ibéromaurusien, culture du Paléolithique supérieur tardif : approche technologique des productions lithiques taillées de Tamar hat, Rassel et Columnata (Algérie)*. Nanterre : Université de Paris X-Nanterre. Thèse de Doctorat.

SAXON E.C. 1975 - *Prehistoric economies of the Israeli and Algerian littorals: 18000-8000 BP*. Cambridge: Cambridge University, 1975, 233 p. Ph. D. Dissertation.

SAXON E.C., CLOSE A., CLUZEL C., MORSE V., SHACKELTON N.J. 1974 - Results of recent investigations at Tamar Hat. *Libyca*, 22, p. 49-91.

SIMEONIDIS D. 1995 - *Guide de la faune et de la flore sous-marines du bassin méditerranéen*. Paris : Delachaux et Niestlé, 160 p.

SOLETCHNIK P. 1982 - *La dorade grise Spondyliosoma cantharus reproduction et éléments de dynamique*. Paris : Université Paris 6, 1982, 132 p. Thèse de Doctorat.

STEELE T., ALVAREZ-FERNANDEZ E. 2011 - Initial Investigations into the Exploitation of Coastal Resources in North Africa During the Late Pleistocene at Grotte des Contrebandiers, Morocco. *In:* N. F. BICHO, J.A. HAWS, L.A. DAVIS (Éd.), *Trekking the Shore: Changing Coastlines and the Antiquity of Coastal Settlement*, New York: Springer, p. 383-403.

TIXIER J. 1963 - Typologie de l'Épipaléolithique du Maghreb, *Mémoires du Centre de Recherches Anthropologique Préhistoriques et Ethnographiques*, 2, 211 p.

VAUFREY R. 1955 - *Préhistoire de l'Afrique : Maghreb*. Paris : Masson, 458 p.

VORENGER J. 2013 - De la mer à la sebkha, l'exploitation du milieu aquatique par les pêcheurs capsiens de SHM-1 (Hergla, Tunisie). *In:* MULAZZANI S. (Éd) : Le Capsien de Hergla (Tunisie), culture, environnement et économie, reports in African Archaeology, p. 333-338.

WoRMS Editorial Board 2022 - *World Register of Marine Species*. Available from https://www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2022-12-11. doi:10.14284/170

BETWEEN LAND AND SEA. THE EXPLOITATION OF MARINE SHELLS FROM THE NEOLITHIC TO THE IRON AGE IN IRAN: THE SITE OF RUWAR (NORTHWEST OF IRAN)

Laura Manca[a], Marjan Mashkour[a, b, c], Taher Ghasimi[d]

a. *Archéozoologie, Archéobotanique : Sociétés, Pratiques et Environnements (UMR 7209), Muséum National d'Histoire Naturelle, CNRS, CP56-57, 55 rue Buffon, 75005 Paris (France) - laurarch78@gmail.com (*corresponding author) and marjan.mashkour@mnhn.fr*
b. *Osteology Department, National Museum of Iran, 30 Tir St., Emam Khomaini Ave, 1136918111 Tehran, Iran;*
c. *Central Laboratory, Bioarchaeology Laboratory, Archaeozoology section, University of Tehran, Iran;*
d. *Department of Archaeology, University of Mazandaran, Babolsar, Mazandaran Province, Iran - sghasimi@gmail.com*

ABSTRACT

The relationship between humans and the marine environment has played a pivotal role in the development of modern societies. The exploitation of marine resources for food and for the collection of raw materials has been an integral part of the development of human communities near coastal areas throughout the world. The circulation of raw materials, such as shells, has allowed the connections between different groups dating from the Pleistocene to be identified. These artefacts are markers tracing the circulation "roads" that resulted in the spread of knowledge and goods between coastal and inland communities. Here we focus in particular on marine shell artefacts used for the production of ornamental objects in Iran from the Neolithic to the Iron Age. The ultimate aim is to synthesise our understanding of the production of these objects and to establish the technological characterisation by studying the Iron Age series from the Ruwar site. This site, which is very distant from the sea, provides new information on the circulation of marine resources in the remote mountainous region of western Iran. The ornamental objects here are composed of shells from the Mediterranean and the Persian Gulf, demonstrating that geographical distance did not necessarily prevent contact with neighbouring groups. The shells are an exception testament to either long-distance interactions or, more likely, to extensive networks of indirect trade, with repeated exchanges over short distances, during the Iron Age.

HORS-SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 1 | Les occupations côtières de la Préhistoire à l'actuel : adaptations des populations humaines au milieu littoral, utilisation des ressources marines et réseaux de diffusion.

PAGES 112 À 129

KEY-WORDS Marine environment, shells, Prehistory, Protohistory, Iran, Ruwar, Man-sea relationships, circulation of raw materials, trades.

RÉSUMÉ

Entre terre et mer. L'exploitation des coquillages marins du Néolithique à l'âge du Fer en Iran : le site de Ruwar (Nord-Ouest de l'Iran)

La relation entre les communautés humaines et le milieu marin a joué un rôle important dans le développement des sociétés modernes. L'exploitation alimentaire des ressources marines et la collecte des matières premières ont permis la subsistance de divers groupes humains situés à proximité des zones côtières. La circulation des matières premières, et notamment des coquilles, a facilité les liens entre les différents groupes depuis le Pléistocène, traçant de véritables « routes » de circulation des artefacts et des humains, permettant des échanges de connaissances et de savoir-faire techniques, économiques et de production entre les groupes vivant à proximité des zones côtières et ceux situés à l'intérieur des terres. Cette contribution se concentre en particulier sur les artefacts en coquilles marines qui ont été utilisés du Néolithique à l'âge du Fer pour la production des objets de parure en Iran. L'objectif est de résumer les principales connaissances sur la production de ces objets et de débuter la caractérisation technologique de ces productions par l'étude d'une série de l'âge du Fer provenant du site de Ruwar. Ce site, étant très éloigné de la mer, fournit de nouvelles informations sur la circulation des ressources marines dans une région montagneuse et difficile d'accès de l'ouest de l'Iran. Les objets de parure sont ici constitués des coquilles provenant de la Méditerranée et du Golfe Persique démontrant que l'isolement géographique n'a pas forcément empêché les contacts avec les groupes voisins. Les coquillages sont un témoin privilégié d'interactions à longue distance ou, plus vraisemblablement, de commerces indirects, avec des échanges répétés sur de courtes distances, au cours de l'âge du Fer.

MOTS-CLÉS Environnement marin, coquillages, Préhistoire, Protohistoire, Iran, Ruwar, relations Homme-Mer, circulation des matières premières, commerce.

INTRODUCTION

The relationship between human being and the marine environment has played a pivotal role in the development of past societies (e.g. Braun *et al.* 2010; Cunnane, Stewart 2010). The exploitation of coastal resources as food (fish, molluscs, echinoderms, crustaceans) and as raw materials (bones of marine mammals and fish, turtles and shells) has been a vital contribution to the subsistence and the craftsmanship of various human groups located near the coastal areas throughout the world since the Pleistocene (e.g. Campmas *et al.* 2018; Colonese *et al.* 2011; Cortés-Sánchez *et al.* 2011; Romagnoli *et al.* 2016) and across the Holocene (e.g. Bicho *et al.* 2011; Claassen 1998; Szabó *et al.* 2014). The variety and complexity of marine environments (lagoons, cliffs, sandy or rocky substrate), which also change over time (seasons, tides), stimulated many exploitation strategies of these resources that contributed to the technical and economic evolution of ancient groups. In addition, the circulation of raw materials, such as shells, has facilitated the identification of connections between different groups dating from the Palaeolithic, following circulation "roads" that allowed the exchange of economic and production knowledge and traditions between the groups living near the source areas and the inland consumers (Gensheimer 1984). The study of the relationships between man and the marine environment is therefore a subject of crucial importance in order to understand the anthropological, social and cultural dynamics of ancient societies. Elements available to archaeologists that allow these relationships to be studied consist of faunal remains (malacofauna, fish remains; e.g. Cleyet-Merle 1990; Thomas 2015a, 2015b) and material culture that has been produced using coastal resources as raw materials (ornamental objects and tools; e.g. Bar-Yosef Mayer *et al.* 2017; Bar-Yosef Mayer, Bosch 2019; Cuenca Solana 2013; Cuenca Solana *et al.* 2011; Manca 2013, 2016; Perlès, Rigaud 2020; Vanhaeren *et al.* 2019).

In Southwest Asia, recent research has underlined the importance of coastal resources as food within the Arabian prehistoric and protohistoric groups (e.g. Berger *et al.* 2020; Lidour *et al.* 2020; Marrast *et al.* 2020; Martin 2005; Mashkour *et al.* 2016; Uerpmann, Uerpmann 2005, 2018) as well as the role of coastally sourced objects in symbolic behaviours (Charpentier, Méry 2012). Evidence for the manufacture and use of shell tools as well as shell ornaments is also very abundant, illustrating the systematic exploitation of marine resources since the early Neolithic and in later periods (e.g. Cleuziou, Tosi 1988; Charpentier, Méry 1997; Charpentier *et al.* 2004, 2012, 2016; Salvatori 2007). However, knowledge of coastal exploitation in the regions on the other side of the Persian Gulf mostly remains limited to the Indo-Pakistani region (e.g. Deshpande-Mukherjee, Shinde 2014; Kenoyer 1984, 1985). In the Iranian Plateau, despite an increasing amount of data over the last few decades as the result of recent archaeological excavations, our comprehension of the subsistence strategies related to the exploitation of coastal resources is limited to a few important contexts in south-eastern Iran (Desse-Berset, Desse 2008; Martin 2008; Mashkour *et al.* 2013).

On the other hand, studies on the circulation of raw materials and prestige goods have included sea shells, and their use as ornaments and circulation from coastal to inland areas in order to reconstruct inter-regional relations and long-distance trade between prehistoric and protohistoric communities around the Persian Gulf (During Caspers 1971; Cortesi *et al.* 2008; Lamberg-Karlovsky 1972; Kenoyer *et al.* 2013; Kohl *et al.* 1978; Marcucci 2012; Tosi, Biscione 1981; Wright, Johnson 1975). During the 1970s, numerous studies were published on the production of shell artefacts indicative of contact and trade between Mesopotamia, Iran and Pakistan from the 4th to the 2nd millennium BCE (Beale 1973; Durante 1979). In the last few decades there has been a proliferation of new discoveries on this subject that contribute to defining the role of shell material in the reconstruction of relations between the interregional groups during this period (e.g. Gensheimer 1984; Kenoyer 1997, 2008, 2013). In respect to other archaeological periods no specific studies have been done, but the discovery of non-local shells in various Iranian sites has prompted debate concerning the origin of these raw materials and the existing trade networks during these periods. In the Iranian Plateau, recent research has provided more precise knowledge of the technological and functional aspects of shell productions (Manca *et al.*, 2018, 2022) but these studies remain very sporadic compared to those on neighbouring regions (e.g. Bar-Yosef Mayer 2014; Groman-Yaroslavski *et al.* 2013; Heit 2014; Kenoyer 1983, 1984, 1985). For this reason, many fundamental questions still remain unanswered.

To what extent is Iran unique, and important to the circulation of marine shells from the coast to inland areas? What artefacts are produced and how were they processed and used in this region? This article attempts to answer these questions by compiling the most important data on marine molluscs in Iran from the Neolithic to the Iron Age (without claiming to be exhaustive) and by contributing to the technological and functional study of these productions with the presentation of the results of a case study: the Iron Age collection from the Ruwar burial site – Kurdistan province, western Iran. The results obtained from the study of this series, enriched by regional and extra-regional comparisons, make it possible to reconstruct the areas of circulation of these shell finds in Southwest Asia during the Bronze Age and Iron Age.

1 | METHOD

Shell artefacts from the Ruwar site were studied through a technological analysis articulated in several stages (see Averbouh 2000; Christensen *et al.* 2018; Manca 2013). An initial taphonomic evaluation made it possible to assess the state of conservation of the surfaces and the reliability of the technical observations. The next step was the identification of taxa for each piece. Afterwards, the preserved technical stigmata and macro-traces of use were identified and precisely described (type, location, position, extent, organization, orientation). Each artefact was observed first with the naked eye, then under a portable digital microscope (Insize ism-pm 200sb with 10× to 200× zooming capability) and photographed with a Reflex Nikon D5500 digital camera with a Nikon DX, AF-S Nikkor 18-105 mm lens.

2 | A DIACHRONIC OVERVIEW OF SHELL ORNAMENTS IN THE IRANIAN PLATEAU FROM THE NEOLITHIC TO THE IRON AGE

During the Pleistocene and the first phases of the Holocene in the Iranian Plateau, prehistoric and protohistoric societies abundantly exploited various species of marine shells. Their presence is recorded not only in sites located near the coast but also at sites situated several kilometres inland. At the present state of research, no evidence has been identified of specialised production workshops in this region. Alternatively, it appears that these materials were perhaps distributed through exchanges between different communities, for example the habitual displacement of nomadic groups, rather than through a direct supply line as has been observed in neighbouring regions (see for example Kenoyer *et al.* 2013). Some studies have traced trade routes of volcanic raw materials such as obsidian from the south and east of Turkey, including the methods of circulation of the raw material (cores, blanks, finished objects) and identifying the degrees of dispersion within the territory (Barge *et al.* 2018). This type of study is more difficult to achieve for marine shells due to the small amount of material found, the state of conservation of the finds and their intense degree of transformation that often prevents a precise identification of taxa, limiting the ability to identify the probable origin of the shells. Despite these research shortcomings, some general considerations can already be made. Through a first bibliographic census, it is possible to identify the most common types of objects, their anatomical origin and the main methods of transformation for the production of some classes of artefacts. During the first phases of the Holocene, the production of ornamental objects is by far the most widespread and understood, and is the subject of the greatest amount of published data. Shell tools are observed but their presence is reported only in the rare Neolithic (Tepe Abdul Hosein – Luristan; Pullar 1990; Manca *et al.* in preparation) or Chalcolithic contexts (Tell-and Bakun A – Fars; Alizadeh 2006; see **fig. 1** for the location of the Iranian sites cited in the text). More frequent is the evidence of bivalve tools, often obtained from *Cardiidae*, used as containers for colorant matters around the final 4th and 3rd millennium BCE in the graves of south-eastern Iran (Hajjiabad-Varamin, grave 1 – Kerman, Eskandari *et al.* 2020; Khaje Askar, burials 103 and 109 – Kerman, Alidali Soleimani *et al.* 2016, Kamtarlan I – Lurestan, Schmidt *et al.* 1989, and Bampur 14 / Saidabad *et al.* 2020), in the northernmost area, as evidenced at the site of Shahr-i Sokhta - Sistān (Cortesi *et al.* 2008), and at other numerous sites occupied during the 3rd millennium BCE in Mesopotamia (Moorey 1994).

With regard to ornamental objects, from a typological and diachronic point of view, the most frequently attested in Iranian Plateau are discoidal beads, perforated bivalves, and gastropod shells.

2.1 | The discoidal beads

These artefacts are attested in contexts already related to the Epipalaeolithic of the Levant (final Natufian site of Ain Mallaha – Eynan) from where they were probably trans-

— FIGURE 1 —

Map of Iran and adjacent regions with the location of Ruwar (red triangle) and other relevant prehistoric and protohistoric sites mentioned in the text (circles).

Carte de l'Iran et des régions adjacentes avec l'emplacement de Ruwar (triangle rouge) et d'autres sites préhistoriques et protohistoriques mentionnés dans le texte (cercles).

ported to more eastern areas (Bar-Yosef Mayer 2014). In the Iranian region they are certainly attested starting from the Early Neolithic (site of Tappeh Sang-e Chakhmaq - Semnam, ongoing study of L. Manca) but the in-depth study of the shell production of Ali Tappeh Epipaleolithic site (East of Alborz Range) allowed us to hypothesise a probable native Iranian production area already from the most ancient phases (Manca *et al.* 2018). Their use is also attested during the Chalcolithic period (Tell-and Bakun A – Fars, Alizadeh 2006; **fig. 2a-f**) and up until contexts dating to the Iron Age (as in the "Zagros Graveyard" site – Iranian Kurdistan, Amelirad *et al.* 2011, p. 53). The discoidal beads are found at several Iranian sites (e.g. Tell-and Jari B – Fars) both in the circum-Caspian areas, in the north of the country, and in the more central areas throughout the Iranian Plateau (e.g. Tepe Yahya – Kermān; Mutin and Lamberg-Karlovsky 2013). These ornamental objects are mostly produced from bivalve shells belonging to the family of

Cardiidae (*Cerastoderma* sp., *Didacna* sp., *Anadara* sp.) or more rarely from *Spondylidae* shells (e.g. Ali Kosh – Ilam, Ghaderi, Darabi 2021), but in the hinterland, the processing of freshwater bivalves, such as the *Unio* sp. from Tepe Abdul Hosein during the early Neolithic, is also attested (Manca *et al.* in preparation). The main supply areas for marine shells are the Persian Gulf, the Gulf of Oman and the Caspian Sea. For the production of discoid beads, different transformation phases have been implemented (Manca *et al.* 2018; Manca *et al.* in preparation). A first phase concerns the collection of shell valves that can be harvested fresh or collected on the beaches. The selection of the valves must respect particular dimensions relating to the measurements of the finished object and a specific morphology (the valves must not have an excessive concavity) so only some species are suitable for this type of production (selective collection of certain species or specimens). A second phase includes the fracturing of the valves after which the most suitable supports are chosen for the conformation of the pearls. The blanks are often rectangular or polygonal. A third step involves perforation of the blanks using a drill with a lithic tip. Variants of the drilling techniques are recorded across different sites and periods (drilling realised from one side or two sides of the blanks; use of a bow drill or a hand drill). A final phase produces the discoid conformation of the pearl by retouching followed by the abrasion of the surfaces. These transformation phases have been described for some pearls found in the circum-Caspian area (MPS4 Neolithic site – Azerbaijan, Heit 2014) and in the Levant (Huzuq Musa site – Israel, Groman-Yaroslavski *et al.* 2013[1]). Some steps of this production have been identified at the Neolithic site of Tepe Abdul Hosein in the central Zagros (Manca *et al.* in preparation).

2.2 | The bivalve shells used with their natural morphology

This is the type of ornament with the largest chronological distribution: they are found in Neolithic contexts as well as in later periods (Roustaei *et al.* 2015; Manca *et al.* 2018; Martin 2008; unpublished data, ongoing study). These shells are used without any modification of their general morphology except for perforation. Numerous families of bivalves, coming from different areas (Caspian Sea, Persian Gulf but also the Mediterranean Sea) have been collected in the marine environment or on the beaches. The shells may have a fresh appearance or a varying degrees of natural erosion after the death of the mollusc before collection. Several techniques (percussion, incision, sawing, abrasion), sometimes used singularly or in association, were used for drilling. The geographical spread of these artefacts is not yet well-defined (lack of research, tricky species identification, and poor description of the artefact morphology), but it seems that they are distributed both in coastal and inland areas (Richardson 2017). At the present state of research, studies seem to indicate a larger concentration in some coastal sites or in sites located at a moderate distance from the collection areas (sites around the Caspian Sea: *Didacna* shells in Tappeh Sang-e Chakhmaq site – Semnan, Roustaei *et al.* 2015, p. 587 and *Didacna* and *Cerastoderma* shells in Ali Tappeh site, Manca *et al.* 2018).

2.3 | The Dentalium shells

These beads have been found in the northeast of Iran (site of Sang-e Chakhmaq – Semnan; Roustaei *et al.* 2015), in Zagros (for example Bestansur, Jarmo and Karim Shahir – Iraq, Howe 1983; Matthews *et al.* 2014) and in other regions to the south (e.g. Tall-e Muški – Fars, Alizadeh *et al.* 2006) during the Neolithic period. The use of *Dentalium* is also seen in later periods including the Chalcolithic (as for example at Tall-e Bakun A and Tall-e Bakun B; *idem*) and the Iron age (site of Ruwar, this paper). The *Dentalium*, conical, hollow and slightly curved scaphopoda, are often used without major transformations. Generally, only one extremity is eliminated, the thinnest, simply by flexion or sawing, to facilitate suspension. Some artefacts are obtained through the transversal subdivision into several parts of shells to get a discoid or cylindrical ornament. These beads are often stacked one on top of the other and supported together by a central thread to be able to form necklaces and bracelets. However, the sewing on clothes and accessories of single elements or several elements is not excluded.

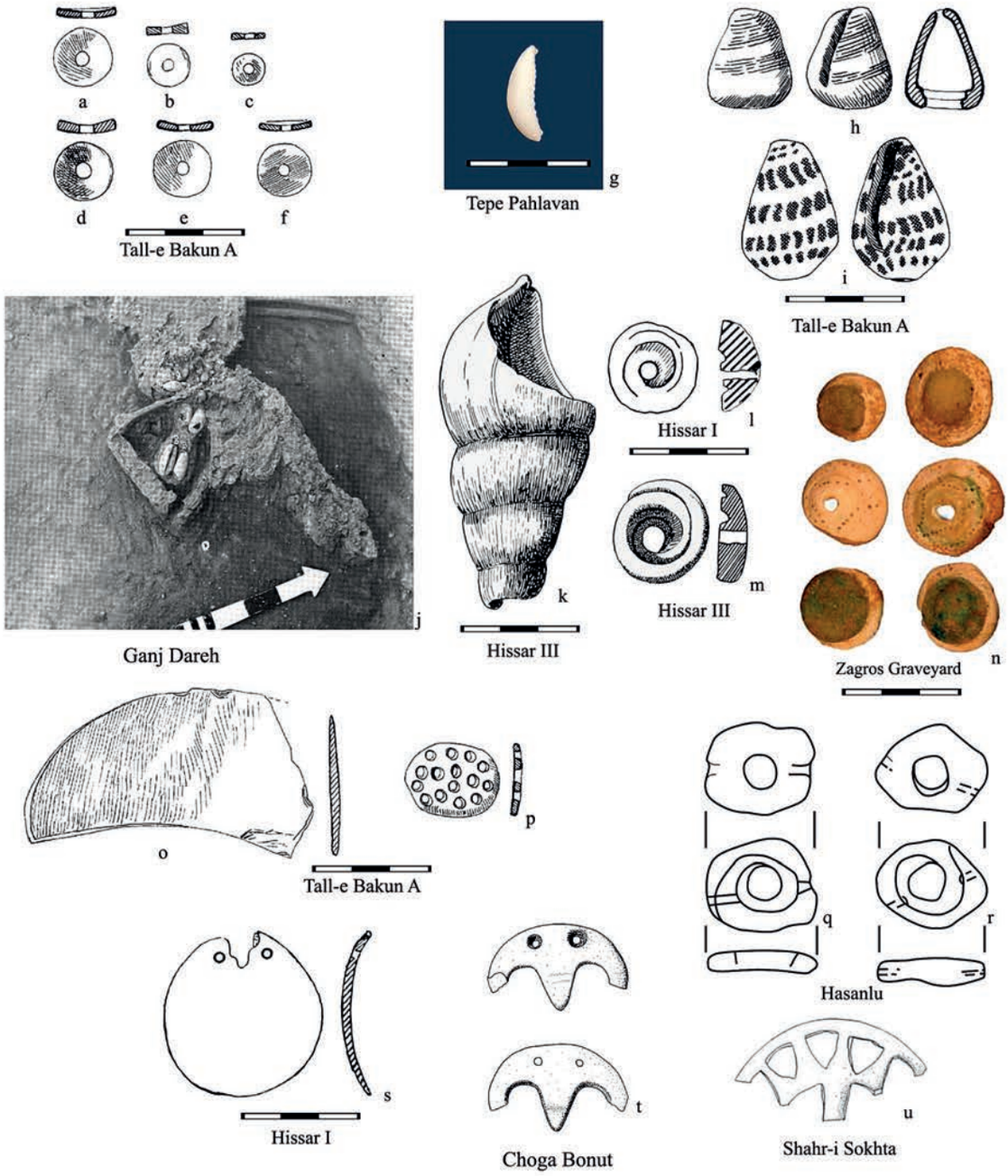
2.4 | The *Cypraeidae* shells

Their use is documented during the early phases of the Neolithic but their circulation is continuously present, even until the later phases of the Bronze and Iron ages (e.g. site of Dinkha Tepe – West Azarbaijan, Muscarella 1974; Gohar Tappe – Mazandaran – and adjacent sites, Mahfroozi, Piller 2009, Kul Tarike – Kurdestan, Rezvani, Roustaei 2007, and several sites in Pusht-I Kuh region – Ilam, Overlaet 2003). They are distributed in coastal regions but also in regions of the hinterland, several hundred kilometres from the coast, highlighting the symbolic value shared by many groups throughout a long period. The *Cypraeidae* shells, commonly called cowries, are particularly useful for tracing "roads" of circulation of men and objects because they are often identified and mentioned in the bibliography (e.g. sites of Bestansur – Sulaimaniyah, Iraq, Matthews *et al.* 2014; Hajji Firuz Tepe – West Azarbaijan, Iran, Voigt 1983; Tepe Pardis – Tehran, Iran, Fazeli *et al.* 2007; Tall-e Jari B and Tall-e Mushki – Fars, Iran Alizadeh 2006; Tepe Pahlavan – Khorassan, Vahdati 2010; **fig. 2g** and **j**). These shells are commonly found whole, without any modification, or completely separated from the dorsal section. These shells are often associated with red-coloured mineral substances, located on the surface and in the internal part of shell.

2.5 | The *Conidae* shells

Some shells obtained from the *Conidae* sp. are also reported in regions far from the coast, both in contexts of the early Neolithic, such as Qasr-e Ahmad – Fars, Kamjan *et al.* 2018; in contexts of the final Neolithic and the Chalcolithic (Tell-and Bakun A – Fars, Alizadeh 2006; **fig. 2h-i;** Sialk I, II and III – Isfahan, Badel 2012; Tepe Hissar, phases I and III – Semnan, Schmidt 1937, **fig. 2k-m**), and the Iron Age (e.g.: "Zagros Graveyard" site – Iranian Kurdistan, Amelirad

[1] To provide a better legibility of the map in fig. 1, the site was not located because it is too far away from Iran and neighbouring area. For more information, please refer to the publication by Groman-Yaroslavski *et al.* 2013.



— FIGURE 2 —

Shell artefacts found in different prehistoric and protohistoric Iranian sites. a-f). Disc beads from Tall-e Bakun A – Fars (after Alizadeh 2006, p. 235, fig. 26, I, J, K, S, T, U); g) Fragment of cowrie shell from Tepe Pahlavan – North Khorasan (after Vahdati 2010, p. 30, pl. 9); h-i) Gastropods from Tall-e Bakun A – Fars (after Alizadeh 2006, p. 235, fig. 26, AA, EE); j) Child burial in level D with shell beads from Ganji Dareh – Kermanshah (after Smith 1974, p. 209, fig. 2); k) Gastropod from Tepe Hissar III, H1873 – Semnan (after Schmidt 1937, p. 232, planche LXX); l) Gastropod from Tepe Hissar I, H3799 – Semnan (after Schmidt 1937, p. 61, plate XIX); m) Gastropod from Tepe Hissar III, H1755 – Semnan (after Schmidt 1937, p. 232, plate LXX); n) Gastropods from "Zagros Graveyard" site – Iranian Kurdistan (after Amelirad *et al.* 2011, pl. 17, p. 76); o-p) « Plaquettes » from Tall-e Bakun A – Fars (after Alizadeh 2006, p. 235, fig. 26, Z, GG); q-r) Gastropods from Hasanlu – West Azerbaijan (after Danti and Cifarelli 2015, p. 94, fig. 15, H 7-8); s) « Plaquette » from Tepe Hissar I, H3444a – Semnan (after Schmidt 1937, p. 61, plate XIX); t) Chogha Bonut – Khuzestan (after Alizadeh 2003, p. 79, fig. 33, C–D); u) Artefact from Hasanlu – West Azerbaijan (after Cortesi *et al.* 2008, p. 27, fig. 22).

Objets en coquillage découverts dans différents sites iraniens préhistoriques et protohistoriques. a-f) Perles en forme de disque de Tall-e Bakun A – Fars (d'après Alizadeh 2006, p. 235, fig. 26, I, J, K, S, T, U) ; g) Fragment de cauris de Tepe Pahlavan – Nord Khorasan (d'après Vahdati 2010, p. 30, pl. 9) ; h-i) Gastropodes de Tall-e Bakun A – Fars (d'après Alizadeh 2006, p. 235, fig. 26, AA, EE) ; 4. 235, fig. 26, AA, EE) ; j) sépulture d'enfant du niveau D avec des perles de coquillage de Ganji Dareh – Kermanshah (d'après Smith 1974, p. 209, fig. 2) ; k) Gastéropode de Tepe Hissar III, H1873 – Semnan (d'après Schmidt 1937, p. 232, plate LXX); l) Gastropode de Tepe Hissar I, H3799 – Semnan (d'après Schmidt 1937, p. 61, planche XIX) ; m) Gastropode de Tepe Hissar III, H1755 – Semnan (d'après Schmidt 1937, p. 232, planche LXX) ; n) Gastropodes du site « Zagros Graveyard » – Kurdistan iranien (d'après Amelirad et al. 2011, pl. 17, p. 76) ; o-p) « Plaquettes » de Tall-e Bakun A – Fars (d'après Alizadeh 2006, p. 235, fig. 26, Z, GG) ; q-r) Gastropodes de Hasanlu – Azerbaïdjan occidental (d'après Danti et Cifarelli 2015, p. 94, fig. 15, H 7-8) ; s) « Plaquette « de Tepe Hissar I, H3444a – Semnan (d'après Schmidt 1937, p. 61, plaque XIX) ; t) Chogha Bonut – Khuzestan (d'après Alizadeh 2003, p. 79, fig. 33, C-D) ; u) Artefact de Hasanlu – Azerbaïdjan occidental (d'après Cortesi et al. *2008, p. 27, fig. 22).*

et al. 2011; Bard-i Bal and Shurabah – Ilam, Overlaet 2005; Hasanlu – Western Azerbaijan, Cortesi *et al.* 2008; **fig. 2n, q-r**). These shells are used in a complete form, or transformed into discs or rings (transformation more common in the Bronze and Iron Ages).

2.6 | Other types of ornamental objects

Other types of shell artefacts, generally described as beads, pendants, and plaques, have been found in the phase of Ali Kosh, in the southwestern foothills of Zagros (Hole *et al.* 1969). On the site of Tall-e Bakun A – Fars, in a Chalcolithic context, shell fragments resembling small plates of mother-of-pearl have been found (Alizadeh 2006; **fig. 2o-p**), whose origin (marine or freshwater) remains unknown. From the site of Tepe Hissar, phase I, related to the Chalcolithic period, comes a sub-circular shell plaque and concave-convex section with two holes at one end for suspension (Schmidt 1937; **fig. 2s**).

2.7 | Figurines and *plaquettes*

Finally, abstract figurines and other motifs that are more complex have been cut from large shells, generally large gastropods, whose precise species are unknown due to the high degree of transformation of the shells. An example can be found in the Neolithic site of Chogha Bonut – Khuzestan (Alizadeh 2003, p. 79, fig. 33, C–D; **fig. 2t**), interpreted as a pendant with a "bucranium" form. A more recent piece, dated to the Chalcolithic/Bronze Age and produced from a *Turbinella pyrum* shell, comes from the site of Shahr-i Sokhta – Sistan (Cortesi *et al.* 2008) (**fig. 2u**).

3 | NEW INSIGHTS ABOUT MARINE SHELL EXPLOITATION: ONE CASE STUDY FROM THE IRANIAN SITE OF RUWAR

The shell artefacts studied here come from the tomb of Ruwar (Kurdistan province, Northwest of Iran), dated to the Iron Age I-II (Ghasimi *et al.* 2021).

3.1 | Archaeological background

The tomb of Ruwar is located on a steep slope, at northwest of modern Ruwar village in the Hawraman mountainous region (Kurdistan province; **fig. 1**). This monument is part of a larger archaeological area in which a settlement site, frequented during the Chalcolithic and Iron Age, was also discovered (Mucheshi *et al.* 2017a, 2017b, 2019a, 2019b) during the archaeological surveys realised in the framework of Darian Dam Archaeological Salvage Project (DDASP), under the general direction of Fereidoun (Biglari, Shidrang 2019)

The site of Ruwar includes a dome-shaped tomb and a stone structure on the steep slope of Kosalan Mountain. The tomb was investigated in 2015 by one of the authors of this paper, Taher Ghasimi (Ghasimi *et al.* 2017, 2019, 2021; Ghasimi 2019). The grave has a circular outline with a partially domed structure (**fig. 3a-c**). The tomb is accessed through a narrow rectangular corridor made of large slabs and covered with large slabs on the south side. The roof of the chamber is made of two large slabs, only one of which is well preserved. A curved wall was built on the side facing the slope towards the river. This structure probably had the function of containing the sediment and ensuring the stability of the funerary monument over time.

In the Ruwar tomb the remains of at least eight individuals, six adults, a child and a young individual, were found. Various objects were found in the tomb: decorative objects, tools, weapons, burial vessels and chipped stone artifacts (**fig. 3d-f**). Decorative objects include pendants, beads, rings, tinsels, bracelets, gems, knucklebones, earrings and fillets produced in various raw materials (bronze, iron, silver, stone, agate, frit and bone), including marine shells.

3.2 | The shell ornaments

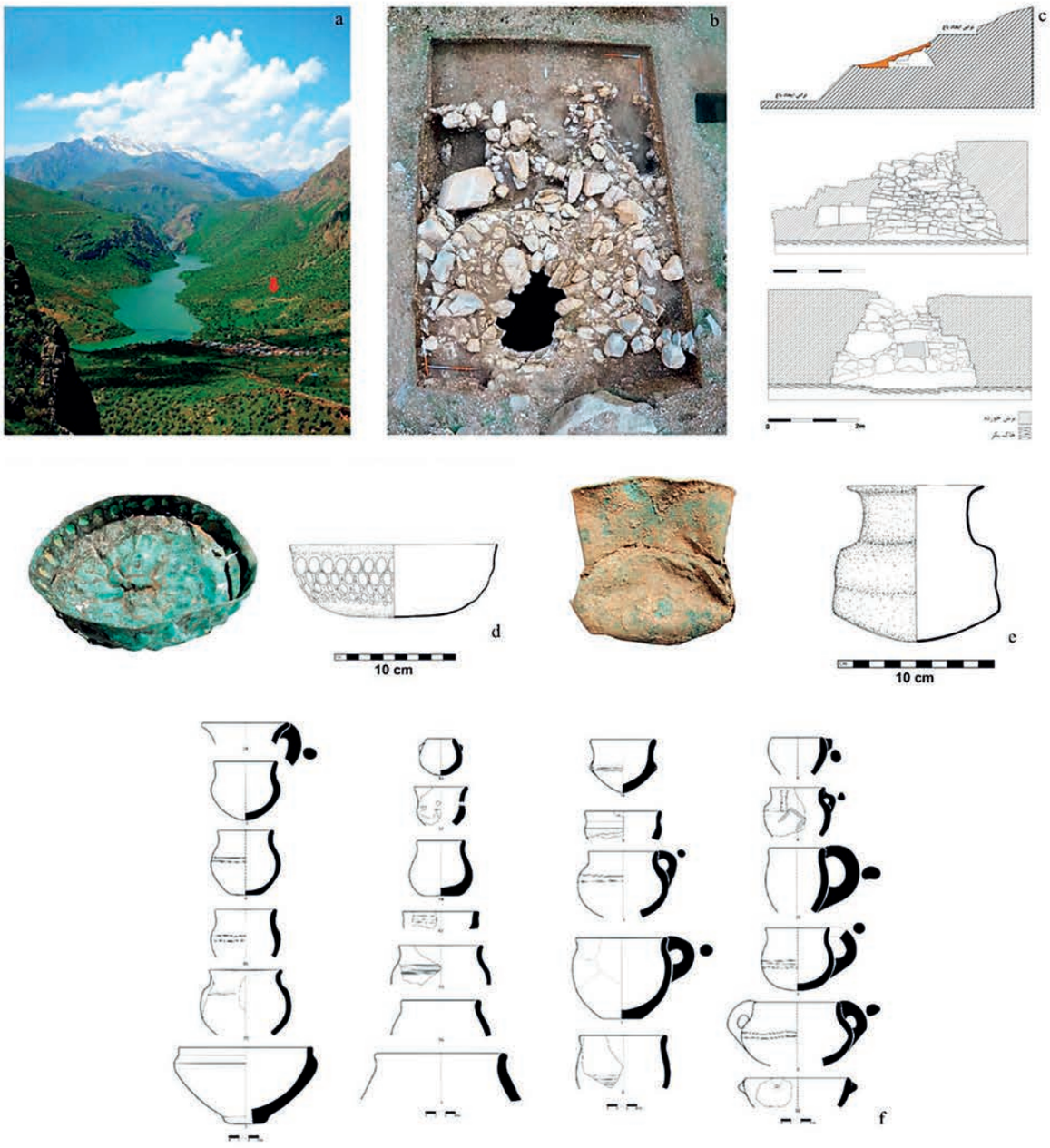
The 111 shells found in Ruwar were obtained from two taxa of gastropods, *Conus* sp. (NR: 4 shells; **fig. 4b**) and *Nassarius* shells (total NR: 96 shells of which 18 individuals identified as *Tritia gibbosula* and 78 individuals as *Tritia gibbosula* or *Nassarius circumcinctus*[2]; **fig. 4a**), and one scaphopod taxon, the *Dentalium* sp. (NR: 1 shell; **fig. 4c**). Ten ornaments were obtained from unidentified taxa. The raw material seems the same for all of these objects: it is composed of alternating aragonite and calcite layers that can be common to various gastropods and bivalve taxa (**fig. 4d**). Some anatomical details identified on the pendants suggest that they are obtained from *Conus* sp. shells but the high degree of transformation does not allow for a definitive determination.

These different taxa were used for the production of various types of ornamental objects. The *Tritia gibbosula* or *Nassarius circumcinctus* shells and *Conus* sp. were exploited for the production of pendants (NR: 99 pieces) and a ring (NR: 1 piece). The *Dentalium* sp. and the indeterminate shells were used for the production of beads (NR: 12 pieces). *Nassarius* shells have retained their natural shell morphology, as well as *Dentalium*. *Conus* and indeterminate shells have been completely modified assuming respectively a tabular hexagon or circular form and a tabular sub-rectangular or cylindrical morphology.

3.3 | The state of conservation of shells

Of the corpus as a whole, 41 shells are fragmentary and of these, 2 shells have modern fractures. With the exception of four beads obtained from unidentified taxa, all the shell surfaces are in a very poor state of preservation: the outer nacre layer is not preserved, exposing the different inner layers. In these shells, it is not possible to make a complete technical analysis, because of the rare small portions of surfaces still preserved. The shells of *Nassarius* and *Conus* show several characteristics that lead back to their collection on beaches after their damage resulting from post-depositional agents: global rounding of the surfaces and natural perforations that mainly occur in

[2] During a preliminary report, the shells have been identified as *Tritia gibbosula* (Ghasimi *et al.* 2021). A more detailed study has established that for the majority of shells, the state of conservation does not allow discrimination between the species *Tritia gibbosula* and *Nassarius circumcinctus* following to the morphological characteristics described in the literature (Olivierorio and Tringali 1992; Bar-Yosef Mayer 2015). Both species occur in the eastern Mediterranean.



— FIGURE 3 —

The site of Ruwar: a) general panoramic of the area where is the site; b) zenital vision of the monument; c) sections of the burial monument; d-e) metal and pottery finds.

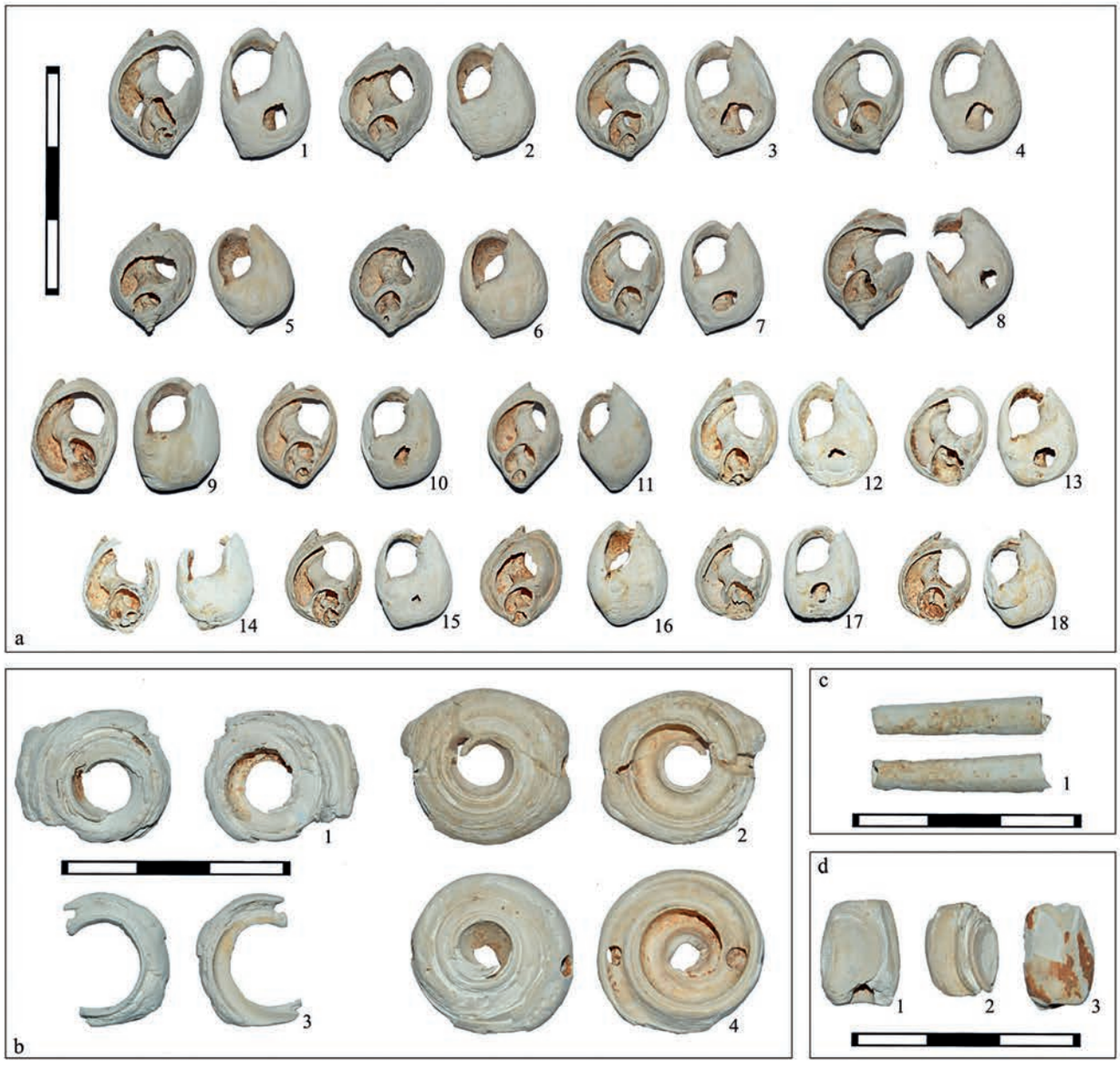
Le site de Ruwar : a) panorama général de la zone où se trouve le site ; b) vision zénithale du monument ; c) sections du monument funéraire ; d-e) objets en métal et en céramique.

structurally weak zones, especially in the dorsal (NR: 96) and ventral sides (NR: 35) of *Nassarius* shells (Bosch *et al.* 2019). Traces of surface dissolution are observed in some specimens of *Nassarius* and on two unidentified shell specimens.

3.4 | The shell-bead technology

Only two *Nassarius* pendants have preserved technical stigmata related to the abrasion of the dorsal and ventral faces (**fig. 5a, 2**): a flattened abrasion plane characterised by the presence of parallel short striations. Most of the pendants in the collection, being in a poor state of preservation, have not retained the technical traces of anthropogenic origin. It is therefore not possible to assess exactly how many shells are used without prior processing from the worked ones.

The *Conus* sp. pendants are obtained from a blank including the last spire and the shoulders of the shells. No traces of anthropogenic general transformation are visible. The few technical stigmata observable are those



— FIGURE 4 —

Shell beads from Ruwar: a) *Nassarius* shells (1-8 *Tritia gibbosula*; 9-18, *Tritia gibbosula* or *Nassarius circumcinctus*); b) *Conus* sp. shells; c) *Dentalium* sp.; d) Bead on inderminate shell.

Objets de parure en coquilles provenant de Ruwar : a) coquilles de Nassarius (1-8 Tritia gibbosula ; 9-18, Tritia gibbosula ou Nassarius circumcinctus) ; b) coquilles de Conus sp. ; c) Dentalium sp. ; d) perle sur coquille indéterminée.

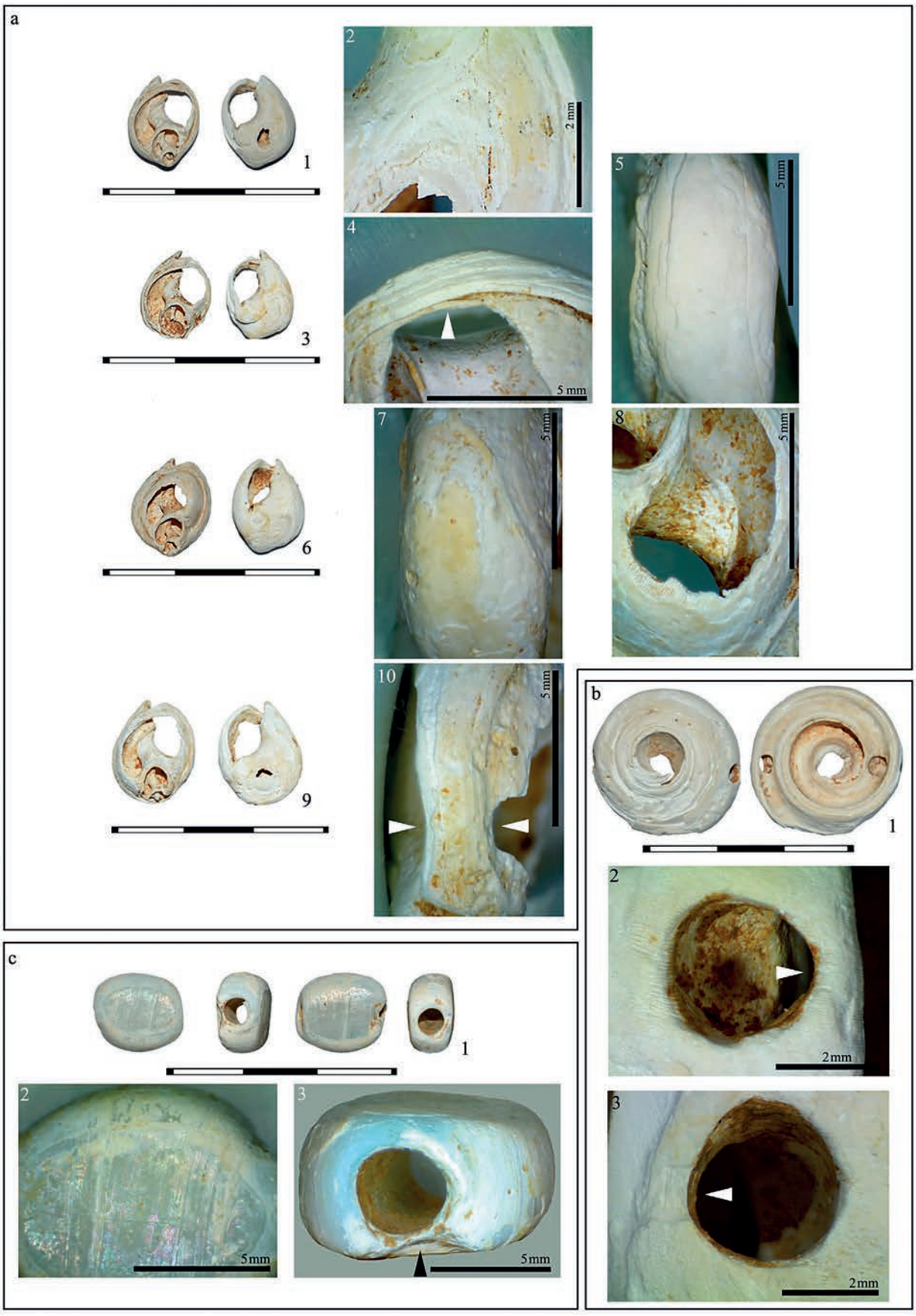
of circular perforations with a biconical drill-hole section. These perforations are realised from the outer and inner faces of shells, on the two sides of the pendants.

The sub-rectangular beads obtained from undetermined shells are shaped by transversal and oblique abrasion on the entire external surface (**fig. 5c, 2**). They are perforated along the main axis of the beads and some concentric striations have been observed in the edges of the perforation, indicating the use of a drill.

Finally, the *Dentalium* shells are used without any transformation.

3.5 | The use-wear traces

Once the dorsal side was removed for abrasion or naturally absent, the *Nassarius* pendants were suspended by the upper part of the perforation, as indicated by the macro-traces from use (**fig. 5a, 4, 10**). Observations of the surfaces reveal different intensities of use-wear traces suggesting different suspension times (**fig. 5a, 4 vs 10**). The preserved use-wear traces also show that at least some of the shells were tied together and were part of a single object (**fig. 5a, 5, 7**). In only one case, a flattened area along the edge of the shell suggestive of friction with other suspension elements or a more intense rubbing against clothes. For the *Conus* shells, the location of the use-wear suggests that the shells were attached by a horizontal



— FIGURE 5 —

Shell beads from Ruwar, tecno-functional aspects: a) technical stigmata (2 and 8) and use-wear traces (4, 7, 10) on *Nassarius* shells; b) use-wear traces on *Conus* shells; c) use-wear traces on indeterminate shells.

Perles en coquilles de Ruwar, aspects techno-fonctionnels : a) stigmates techniques (2 et 8) et traces d'usure (4, 7, 10) sur des coquilles de Nassarius ; b) traces d'usure sur des coquilles de Conus ; c) traces d'usure sur des coquilles indéterminées.

system of suspension (**fig. 5b**). For the sub-rectangular ornaments obtained from indeterminate taxa, the use-wear traces are more pronounced on a symmetrical area on both sides of the beads, suggesting a free suspension (**fig. 5c**).

4 | DISCUSSION

The study of the Ruwar ornaments and the bibliographic information collected on the exploitation of marine resources in the Iranian Plateau during the protohistoric period provide new insights into the circulation of shell raw materials between coastal and inland areas and their interregional spread. Three immediate and fundamental observations emerged from this study: i) the ecological aspects of the identified taxa and the data on the probable source areas, ii) the presence of artefacts obtained from the same species on Iranian sites and neighbouring regions and iii) the data concerning the circulation/trades of shell raw materials in the Iranian Plateau.

4.1 | Ecological and ethological aspects and probable source areas of shells

The *Nassarius* shells include both intertidal and subtidal species. They are found in rocky environments near the limit of the low water mark in hollows and under rocks especially in sandy or in muddy areas. *Nassarius* feed on crabs and carrion. The predation technique consists of lurking in the marine substrate and then waiting with only the siphon protruding, until they smell the food nearby. Their geographic distributions are the Mediterranean Sea for the *Tritia gibbosula* and its eastern basin for the *Nassarius circumcinctus* (Bar-Yosef 2015). Other species, such as *Nassarius arcularia*, also live in the Persian Gulf (Hosseinzadeh *et al.* 2001).

Some *Conus* species live on sandy and rocky substrates, in shallow water and often in intertidal and subtidal zones. It is a predatory shell family and they move to hunt worms and molluscs. At rest, they can lie buried in the sand or stay in coral reefs and hide under stones or other objects. Depending on the species, the *Conus* shells can have some very variable characteristics, such as the morphometry, the tuberculation of the spire and the body-whorl, colours and the pattern of colouring. They are commonly found in some areas of the Persian Gulf (Hosseinzadeh *et al.* 2001; Röckel *et al.* 1995).

Dentalium shells live on sandy and muddy seabeds in low and mid-intertidal zones. They are carnivores feeding on microscopic organisms, detritus and foraminifera (Lindberg 2001). Two species, the *Dentalium longistrosum* and the *Dentalium octangulatum*, live in the present-day waters of the Persian Gulf (Hosseinzadeh *et al.* 2001). However, the use of fossil species found in terrestrial contexts cannot be excluded.

For the other indeterminate shells, their origin unfortunately cannot be precisely defined.

4.2 | Typological comparisons in the regional and extra-regional areas

Nassarius shells circulate in south-west Asia even in regions far from the sea, from the Middle Palaeolithic onwards and were used extensively during the Pleistocene and Holocene (Bar-Yosef 2015; Pickard 2016). Species from the Mediterranean most commonly discovered on archaeological sites, such as *Tritia gibbosula* and *Nassarius circumcinctus*, are found in prehistoric and protohistoric sites in Lebanon and Syria (Adachi, Fujii 2018; Bar-Yosef 2015). From tomb 50 of the Iranian site of Marlik – Gilan – comes a necklace made of several perforated *Nassarius* shells that seem to belong to species that were living in the Mediterranean (Negahban 1996, plate 74). In the site of Hasanlu – West Azerbaijan –, ornaments obtained from *Nassarius arcularia* were founded from the middle Bronze through the Iron Age periods (Cifarelli 2014). These shells, coming from the Persian Gulf, appear in this site during periods when there is evidence of relations with northern Mesopotamia (Cifarelli 2018). In addition to funerary contexts, these shells have been found in the treasury of Temple BBII with other thousands of beads, suggesting probably their use in cultural activities (*ibid*).

During the Iron age, the *Conus* sp. shells were exploited for the production of pendants or rings. The selected part of the shell is the spire cap with sometimes a portion of the shoulder. The general morphology of this portion of the shell is modified by the abrasion technique and there is typically a perforation in the centre part of the spire cap. These ornaments were documented in the north-western region of Iran near the site of Ruwar, as attested in Hasanlu – Western Azerbaijan (Danti, Cifarelli 2015), in the "Zagros Graveyard" site – Iranian Kurdistan (Amelirad *et al.* 2011; fig. 2n) and in Pusht-i Kuh funerary sites (Overlaet 2003). In the Mesopotamian region, at the site of Susa, seven rings made from *Conus* sp. were found in the acropolis. Further north-east, these shells are used as ornamental objects in the site of Tepe Hissar – Semnan (fig. 2l-m) and the site of Marlik – Gilan (Negahban 1996, plate 74). Further south, at Shahr-i Sokhta, as well as in the nearby site of Tepe Yahya, evidence of the use of pendants, rings and beads obtained from *Conus* sp. underline the assiduous trade of these shells (Marcucci 2012; Tosi, Biscione 1981).

The *Dentalium* sp. shells were found in Ilam graves – Pusht-I Kuh region, Lurestan – dated from the Early Bronze Age to the Iron Age (Haerinck, Overlaet 2010), and at several other sites in this region, as in the Banesh period of Tall-i Malyan site – Fars – where worked and unworked *Dentalium* shells were found, including one cache of 110 shells in room II (Sumner 1974, p. 164).

4.3 | Objects and people in motion: tracing "trades" through marine shells circulation during the Bronze and Iron Ages

The research on the circulation of non-local objects highlights the movement of peoples and objects to/from different areas of Iran, beginning in the early phases of the Neolithic.

During the Bronze and Iron Ages (from the late IVth to the IInd millennium BCE) in Iran and neighbouring regions, many precious raw materials (cornelian, agate, lapis lazuli, turquoise, obsidian, bitumen, quartz, metals, shells etc.) circulated in different areas, highlighting long-distance trade accompanied by large-scale specialisation of craft production (e.g. Butterlin, Sauvage 2022; Inizan 2000; Kenoyer, Frenez 2018; Sauvage 2012, 2020; Tosi, Biscione 1981). The coexistence of various complex economic systems (reciprocal, redistributive, and commercial structures) from the 3rd millennium BCE onwards is already evoked and demonstrated in areas with a higher density of sites, such as the Mesopotamia and Elam regions (e.g. Amiet 1986; Butterlin, Sauvage 2022) but the reconstruction of the circulation roads of these materials in more peripheral areas is more difficult.

The study of the Ruwar collection helps to define the circulation of marine resources in a region situated very far away from the sea. At this site the shells have come from the Persian Gulf (*Conus* sp. and probably *Dentalium*) and from the Mediterranean Sea (*Nassarius* sp.).

At the current stage of research, no production area of *Conus* sp. has been identified in Iran. Based on the technological results of *Conus* sp. finds from the Ra'al-Junayz-2 (RJ-2) and from HD 60 at Ras Al-Hadd, the currently known production sites are located in Oman, and dating between the IVth and IIIrd millennium BCE at these sites, all the elements of production are documented (blanks, wastes, finished objects, raw material blocks), making it possible to reconstruct the various stages of the manufacturing sequence of rings and discs (Charpentier 1994; Marcucci 2012). The technical evidence studied from other nearby sites, dating from the early half of the IIIrd millennium BCE to the IInd millennium BCE, underline that the *chaîne opératoire* was performed with the same procedures (Charpentier 1994; Marcucci 2012; Biagi 1990; Santini 1988). The location of the manufacturing workshops and the distribution of similar artefacts in a very large area of Southwest Asia between Mesopotamia and the opposite side of the Persian Gulf, suggests a long-range circulation of these artefacts directly from the region of Oman. It is possible, however, that other production areas could be located along the Iranian coast of the Persian Gulf (Mesopotamia, Indus valley or south-eastern Iran?) as assumed by some authors (see bibliography in Marcucci 2012). In support of this second hypothesis, we can specify that if only one ring comparable to those produced in Oman has been found in Ruwar, the circular and hexagonal discs with doubled-side perforations find closer comparisons in the Iranian area (site of Hasanlu, Danti, Cifarelli 2015, and Tepe Yahya, Durante 1979).

The presence of *Nassarius* shells in Anatolian and Syrian sites and their rarity in Iranian contexts suggests their introduction through several short-range exchanges with the groups from the interior. *Dentalium* shells, on the other hand, are often found on the archaeological sites mentioned above. These shells could have been traded along the same trade routes as the *Conus*. These two shells are in fact often found in the same contexts.

5 | CONCLUSIONS

Despite the small amount of available bibliographic data and the paucity of a technological characterization of marine shell productions, this preliminary research reveals insight directly into the trends of marine shell exploitation from the Neolithic to the Iron age in the Iranian region. The exploitation of marine shells seems to mainly focus on the production of ornamental objects, with the selection of particular species (*Nassarius*, *Dentalium*, *Cypraea*, *Conus*) chosen for their aesthetic characteristics and their morphometric properties. These artefacts therefore seem to have a particular social value that is maintained, with some regional variations of preferred taxa and types of manufactured products, throughout the Neolithic and up to the Iron Age. As underlined by different authors (Bar-Yosef Mayer, Bosch *et al.* 2019; Trubitt 2003), the presence of marine shells in archaeological contexts may reflect patterns of social organisation of past society (social organization of production and circulation of raw materials or artefacts, social identity of artisans, social identity and social status of users). In Iran, these aspects are little understood - especially for the Neolithic and early Chalcolithic periods - due to the lack of systematic technological studies of this category of objects in a broad chronological scale. As from the end of the IVth millennium, with the emergence of proto-statal organisations, the exploitation of some species of marine shells is indicative of a systematised craft production but the lack of systematic reconstruction of *chaînes opératoires* and the scarcity of systematic taxonomic identification do not allow the manufacturing procedures to be assessed from a diachronic point of view and on a large geographical scale.

Considering the fact that Ruwar is situated in a remote mountainous region of western Iran, located actually about 600 km from the Persian Gulf and 900 km from the Mediterranean Sea, the presence of marine species is significant evidence of long-distance interactions or, more likely, of indirect trade, with repeated exchanges over short distances, during the Iron Age. In adjacent regions, for example at the Hasanlu and Zagros graveyard sites, the shell ornaments are similar (with the exception of the *Nassarius* from the Mediterranean) demonstrating a widespread and organised trade network, rather than an exceptional find. These shell ornaments imply social status as do other precious materials (metal, gold, cornelian, lapis lazuli etc.) that are also present in the grave goods of these groups.

The technological study of a larger number of marine shell collections may help in the deeper definition of the exploitation of coastal resources and the methods of circulation of raw materials, artefacts, and of technical knowledge and ideas during the prehistory and protohistory of these regions. It seems necessary to go beyond these preliminary observations to document with higher resolution the system of trades, their evolution on a larger chronological scale and their impact on the evolution of prehistoric and protohistoric societies in Iran and neighbouring regions.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the EXAMS IdEx Emergence project 2021-2022 (joint Alliance Sorbonne University & the National Museum of Natural History of Paris). This research has benefited from the institutional support of "Memorandum of Understanding" for scientific cooperation signed in 2016 between the Iran National Museum and the National Museum of Natural History of Paris. The authors wish to thank Fereidoun Biglari, Deputy for Cultural Affairs at the National Museum of Iran and head of the Palaeolithic Department at the museum, for his generous support and help during the study of the collection. Finally, the authors are grateful to the anonymous reviewers for careful reading of the paper and valuable suggestions and comments.

REFERENCES

ADACHI T., FUJII S. 2018 - Shell ornaments from the Bishri Cairn Fields: new insights into the Middle Bronze Age trade network in Central Syria. *In:* R.B. SALISBURY, F. HÖFLMAYER, T. BÜRGE (Éds.), Proceedings of the 10th international congress on the archaeology of the Ancient Near East, vol. 2. Harrassowitz Verlag, Wiesbaden, p. 239-246.

ALIDADI SOLEIMANI N., SHAFIE M., ESKANDARI N., SALEHI H.M. 2016 - Khaje Askar: a 4th millennium BC cemetery in Bam, southeastern Iran. *Iranica Antiqua*, 51, p. 57-84.

ALIZADEH A. with contributions by KIMIAIE M., MASHKOUR M., MILLER N.F. 2006 - *The origins of state organizations in prehistoric highland Fars, Southern Iran. Excavations at Tall-e Bakun.* The Oriental Institute of the University of Chicago, Chicago, 157 p. + 26 ill (Oriental Institute Publications, n° 128).

ALIZADEH A. 2003 - *Excavations at the Prehistoric Mound of Chogha Bonut, Khuzestan, Iran, seasons 1976/77, 1977/78 and 1996*. The University of Chicago Oriental Institute publications, 120, Chicago, 157 p. + 26 ill.

AMELIRAD S., OVERLAET B., HAERINCK E. 2011 - The Iron age "zagros graveyard" near Sanandaj (Iranian Kurdistan): preliminary report on the first season. *Iranica Antiqua*, XLVII, p. 41-99.

AMIET P. 1986 - *L'âge des échanges inter-iraniens 3500-1700 avant J.-C.* Éditions de la Réunion des musées nationaux, Paris, 332 p. (Notes et documents des musées de France, n° 11).

AVERBOUH A. 2000 - *Technologie de la matière osseuse travaillée et implication palethnologique ; l'exemple des chaînes d'exploitation du bois de cervidé chez les magdaléniens des Pyrénées*. Thesis, The University of Paris I Panthéon-Sorbonne. 2000.

AZIZI KHARANAGHI H, MASHKOUR M., BEIZAEE DOOST S., JAMSHIDI YEGANEH S., AKBARI A. 2020 - Evidence for fishing and collect of marine unvertebrates. *In:* F. BIGLARI, J. NOKANDEH, A.M. NADERI BENI, A. HOJABRI, A. NADERI BENI, A. HOZHABRI (Éds.), *Human and Sea: A review of thousands of years of relationship between the Human and Sea in Iran*, National Museum of Iran and Ports and Maritime Organization of Iran Editions, Teheran, p. 32-34.

BADEL E. 2012 - Revisiting Sialk I and II from Ghirshman's excavations in the 30s, proceedings of the 7th international congress on the archaeology of the Ancient Near East, vol. 3, p. 437-454.

BARGE O., AZIZI H., BIGLARI F., MORADI B., MASHKOUR M., TENGBERG M., CHATAIGNER C. 2018 - Diffusion of Anatolian and Caucasian obsidian in the Zagros Mountains and the highlands of Iran: elements of explanation in 'least cost path' models. *Quaternary International*, 467 (B), p. 297-322.

BAR-YOSEF MAYER D.E. 2014 - Temporal changes in shell bead technologies based on Levantine examples. *In:* K. SZABÓ, C. DUPONT, V. DIMITRIJEVIĆ, L. GÓMEZ GASTÉLU, N. SERRAND (Éds.), *Archaeomalacology: shells in the archaeological record. Archaeopress, Oxford,* p. 91-100 (BAR International Series, n° 2666).

BAR-YOSEF MAYER D.E. 2015 - Nassarius shells: preferred beads of the Palaeolithic. *Quaternary International*, 390, p. 79-84.

BAR-YOSEF MAYER D.E., BOSCH M.D. 2019 - Earliest personal ornaments: an introduction. *PaleoAnthropology*, p. 19-23. Doi:10.4207/PA.2019.

BAR-YOSEF MAYER D.E., BONSALL C., CHOYKE A.M. 2017 - *Not just for show: The archaeology of beads, beadwork, and personal ornaments*, Oxbow Books, Oxford, 224 p. https://doi.org/10.2307/j.ctv13pk763

BEALE T.W. 1973 - Early trade in highland Iran: a view from a source area. *World Archaeology*, 5, 2, Trade (Oct., 1973), p. 133-148.

BEALE T.W. 1986 - Excavations at Tepe Yahya, Iran, 1967-1975. Vol. I: The Early Periods. Cambridge Mass, Cambridge (American School of Prehistoric Research, n° 38).

BERGER J.F., GUILBERT-BERGER R., MARRAST A., MUNOZ O., GUY H., BARRA A., LÓPEZ-SÁEZ J. A., PÉREZ-DÍAZ S., MASHKOUR M., DEBUE K., LEFÈVRE C., GOSSELIN M., MOUGNE C., BRUNIAUX G., THORIN S., NISBET R., OBERLIN C., MERCIER N., RICHARD M., DEPREUX B., PERRET F., BÉAREZ P. 2020 - First contribution of the excavation and chronostratigraphic study of the Ruways 1 Neolithic shell midden (Oman) in terms of Neolithisation, palaeoeconomy, social-environmental interactions and site formation processes. *Arabian Archaeology and Epigraphy*, 31 (1), p. 32-49.

BIAGI P. 1990 - Excavations at site RJ-1, structure 5. Autumn 1987 campaign. *In:* S. CLEUZIOU, J. READE AND M. TOSI (Éds.), *The Joint Hadd Project. Summary Report on the Third Season,* October 1987-February 1988, ERA30, Istituto Italiano per il Medio ed Estremo Oriente, Paris/Rome, p. 4-10.

BICHO N.F., HAWS J.A., DAVIS L.G. 2011 - *Trekking the shore. Changing coastlines and the antiquity of coastal settlement.* Springer, New York, 498 p.

BIGLIARI F., SHIDRANG S. 2019 - Rescuing the Paleolithic heritage of Hawraman, Kurdistan, Iranian Zagros. *Near Eastern Archaeology* 82 (4), p. 226-235. https://doi.org/10.1086/706536

BOSCH M.D., BUCK L., STRAUSS A. 2019 - Location, location, location: investigating perforation locations in Tritia gibbosula shells at Ksâr 'Akil (Lebanon) using micro-CT data. *PaleoAnthropology*, Special Issue: *Personal Ornaments in Early Prehistory*, p. 52–63.

BRAUN D.R., HARRIS J.W.K., LEVIN N.E., MCCOY J.T., HERRIES A.I.R., BAMFORD M.K., BISHOP L.C., RICHMOND B.G., KIBUNJIA M. 2010 - Early hominin diet included diverse terrestrial and aquatic animals 1.95 Ma in East Turkana, Kenya. *PNAS*, 107, p. 10002-10007.

BUTTERLIN P., SAUVAGE M. 2022 - La circulation des matières précieuses et les grandes voies commerciales au Proche-Orient du Néolithique au 2e millénaire avant notre ère. *Cahiers d'histoire. Revue d'histoire critique*, 151, p. 17-34. https://doi.org/10.4000/chrhc.17254

CAMPMAS É., CHAKROUN A., CHAHID D., LENOBLE A., BOUDAD L., ABDELJALIL EL HAJRAOUI A., NESPOULET R. 2018 - Subsistance en zone côtière durant le Middle Stone Age en Afrique du Nord : étude préliminaire de l'unité stratigraphique 8 de la grotte d'El Mnasra (Témara, Maroc). *In:* S. COSTAMAGNO, L. GOURICHON, C. DUPONT, O. DUTOUR, D. VIALOU (Éds.), *Animal symbolisé, animal exploité : du Paléolithique à la Protohistoire*. Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques, Paris, p. 112-134.

CASANOVA M. 2019 - Exchanges and trade during the Bronze Age in Iran. *In:* J.-W. MEYER, E. VILA, M. MASHKOUR, M. CASANOVA, R. VALLET (Éds)., *The Iranian Plateau during the Bronze Age. Development of urbanisation, production and trade*. MOM Éditions: Lyon, p. 301-312 (Collection Archéologie(s), n° 1).

CHARPENTIER V. 1994 - A specialized production at regional scale in Bronze age Arabia: shell rings from Ra's al-Junayz area (Sultanate of Oman). *In:* A. PARPOLA AND P. KOSKIKALLIO (Éds.), *South Asian Archaeology*. Suomalainen Tiedeakatemia, Helsinki, p. 157-170.

CHARPENTIER V., BERGER J.-F., CRASSARD R., BORGI F., BÉAREZ P. 2016 - Les premiers chasseurs-collecteurs maritimes d'Arabie (IXe-IVe millénaires avant notre ère). *In:* C. DUPONT, G. MARCHAND (Éds.), *Archéologie des chasseurs-cueilleurs maritimes. De la fonction des habitats à l'organisation de l'espace littoral / Archaeology of maritime hunter-gatherers. From settlement function to the organization of the coastal zone*. Actes de la séance de la Société préhistorique française de Rennes, 10-11 avril 2014. Société préhistorique française, Paris, p. 345-365.

CHARPENTIER V., MERY S. 1997 - Hameçons en nacre et limes en pierre d'Océanie et de l'Océan Indien : analyse d'une tendance. *Journal de la Société des Océanistes*, 105, p. 147-156.

CHARPENTIER V., MERY S. 2012 - Un sanctuaire marin de l'Arabie néolithique. *In:* N. SCHLANGER, A.-C. TAYLOR (Éds.), *La Préhistoire des autres. Perspectives archéologiques et anthropologiques*. La Découverte, Paris, p. 337-349 (Recherches).

CHARPENTIER V., MERY S., PHILLIPS C.S. 2004 - Shellfish... equipment of Ichtyophage ? Taking evidence from industries of the Iron Age. *Arabian Archaeology and Epigraphy*, 15 (1), p. 1-10.

CHARPENTIER V., PHILLIPS C.S., MERY S. 2012 - Pearl fishing in the ancient world: 7500 BP. *Arabian Archaeology and Epigraphy*, 23, p. 1-6.

CHRISTENSEN M., GOUTAS N., CHAUVIERE F-X. (Éds.) 2018 - *Os, bois, ivoire et corne ; l'exploitation des matières dures d'origine animale*. Presses Universitaires de Rennes, Rennes, p. 9-39, (*Artefact, Techniques, Histoire et Sciences humaines*, n° 7), https ://doi.org/10.4000/artefact.989

CIFARELLI M. 2014 - Personal ornaments at Hasanlu, Iran. *In:* A. GOLANI, Z. WYGNAŃSKA (Éds.), *Beyond ornamentation. Jewelry as an aspect of material culture in the Ancient Near East*, Polish, p. 297-316, (Archaeology in the Mediterranean, n° 23/2).

CIFARELLI M. 2018 - Entangled relations aver geographical and gendered space: multi-component personal ornaments at Hasanlu. *In:* S. DI PAOLO (Éd.), *Composite artefacts in the Ancient Near East: exhibiting an imaginative materiality, showing a genealogical nature*. Archaeopress, Oxford, p. 51-61 (Ancient Near Eastern Archaeology, n° 3).

CLAASSEN, C. 1998 - *Shells*. Cambridge Manuals in Archaeology Series. Cambridge, New York, Melbourne: Cambridge University Press, XIV, 266 p.

CLEUZIOU S., TOSI M. 1988 - Trial Excavations and Surface Studies. Trial excavations at site RJ-2: The Bronze Age mound. *In:* S. CLEUZIOU, M. TOSI (Éds.), *The Joint Hadd Project. Summary Report on the First Season*, Rome, p. 9-26.

CLEUZIOU S., TOSI M. 1989 - The south-eastern frontier of the ancient Near East. *In:* K. FRIFELT, P. SØRENSEN (Éds.), *South Asian Archaeology 1985*, London, p. 14-47 (Scandinavian Institut of Asian Studies Occasional Papers, n° 4).

CLEYET-MERLE J.-J. 1990 - *La Préhistoire de la pêche*. Errance, Paris, 224 p. (Hespérides).

COLONESE A.C., MANNINO M.A., BAR-YOSEF MAYER D.E., FA D.A., FINLAYSON J.C., LUBELL D., *et al.* 2011 - Marine mollusc exploitation in Mediterranean prehistory: an overview. *Quaternary International*, 239, p. 86-103.

CORTESI E., TOSI M., LAZZARI A., VIDALE M. 2008 - Cultural relationships beyond the Iranian Plateau: the Helmand civilization, Baluchistan and the Indus Valley in the 3rd millennium BCE. *Paléorient*, 34 (2), p. 5-35.

CORTÉS-SÁNCHEZ M., MORALES-MUÑIZ A., SIMÓN-VALLEJO M.D., LOZANO-FRANCISCO M.C., VERA-PELÁEZ J. L. *et al.* 2011 - Earliest known use of marine resources by Neanderthals. *PLOS ONE*, 6, p. 1-15.

CUENCA-SOLANA D. 2013 - Utilización de instrumentos de concha para la realización de actividades productivas en las formaciones económico-sociales de cazadores-recolectores-pescadores y primeras sociedades tribales de la fachada atlántica europea. Editorial Universidad de Cantabria.

CUENCA-SOLANA D., ZUGASTI I., CLEMENTE CONTE I. 2011 - The use of mollusc shells as tools by coastal human groups. The contribution of ethnographical studies to research on Mesolithic and Early Neolithic technologies in Northern Spain. *Journal of Anthropological Research*, 67, p. 77-102.

CUNNANE S.C., STEWART C. 2010 - *Human brain evolution: the influence of fresh water and marine food resources*. Wiley-Backwell, Oxford.

DANTI M.D., CIFARELLI M. 2015 - Iron II Warrior burials at Hasanlu Tepe, Iran, *Iranica Antiqua*, L, p. 61-157.

DEBRUYNE S. 2010 - Tools and souvenirs: the shells from Kilise Tepe, *Anatolian Studies*, 60, p. 149-160.

DESHPANDE-MUKHERJEE A., SHINDE V. 2014 - Evaluating the role of molluscan shells assemblage recovered from Padri, a coastal Harappan settlement in Gujarat, India. *In:* K. SZABÓ, C. DUPONT, V. DIMITRIJEVIĆ, L. GOMEZ GASTELUM, N. SERRAND (Éds), Archaeomalacology: shells in the archaeological record. BAR international series, 2666, Oxford: Archaeopress, p. 19-31.

DESSE-BERSET N., DESSE J. 2008 - Jiroft and the Sea, *In:* Y. Madjidzadeh (Ed.), Proceedings of the first International Conference on the Halil Rud Basin civilization – Jiroft 2004. ICHTO Kerman, The Centre of Archaeological Research of the South East of Iran, Jiroft, p. 265-276 [in Persian].

DIDIER A., SARMIENTO-CASTILLO D., MONGNE P., SHAKIR ALI SHAH S. 2017 - Resuming excavations at Chanhu-daro, Sindh: First results of the 2015-2017 field-seasons. Pakistan Archaeology, Department of Archaeology and Museums of Pakistan, 30, p. 69-121.

DURANTE S. 1979 - Marine shells from Balakot, Shahr-I Sokhta and Tepe Yahya: their significance for trade and technology in ancient Indo-Iran. *In:* M. TADDEI (Éd.), South Asian Archaeology 1977, p. 317-344, (Dipartimento di studi asiatici series minor 6. Naples: Istituto Universitario Orientale).

DURING CASPERS E.C.L. 1971 - New archaeological evidence for maritime Gulf during the late protoliterate period. *East and West*, 21 (1-2), p. 21-44.

ESKANDARI N., DESSET F., HESSARI M., SHAHSAVARI M., SHAFIEE M., 2020 - A late 4th to Early 3rd millennium BC Grave in Hajjiabad-Varamin (Jiroft, South-Eastern Iran): defining a new period of the Halil Rud archaeological sequence. *Iranica Antiqua* LV, p. 1-48.

FAZELI H., CONINGHAM R.A.E., YOUNG R.L., GILLMORE G.K., MAGHSOUDI M., RAZA, H. 2007 - Socioeconomic transformations in the Tehran plain: final season of settlement survey and excavations at Tepe Paradis, *Iran, Journal of the British Institute of Persian Studies*, 45, p. 269-285.

GENSHEIMER T.R. 1984 - The Role of shell in Mesopotamia: evidence for trade exchange with Oman and the Indus Valley, *Paléorient*, 10 (1), p. 65-73.

GHADERI H., DARABI H. 2021 - A survey of origin and production of the PPN shell beads from Ali Kosh, Deh Luran plain, *Journal of Archaeological Studies*, 13 (3), p. 193-210. doi: 10.22059/jarcs.2020.298646.142856

GHASIMI T. 2019 - Ruwar, an Iron Age tomb at Hawraman, Kurdistan, *Mehr-e-Parseh*, p. 109-111.

GHASIMI T., AKBARI M., GHASEMIAN M., GHASIMI A., GHADRI M.R., DAVOUDI H., AZIZI E., REZAGHOLI M.R. 2017- Excavation at Ruwar grave. Darian Dam area, Hawraman, Kurdistan, western Iran. *In:* SHIRAZI R. (Éd.), Proceedings of the 15th Annual Archaeological Symposium of Iran. Tehran: Iranian Center for Archaeological Research, Research Institute of Cultural Heritage and Tourism, p. 499-504 [in Persian]

GHASIMI T., AKBARI M., GHASEMIAN M., GHASIMI A., GHADRI M., BAHROLOLOUMI SHAPURABADI F., FUJISAVA A., DAVOUDI H., MANCA L., SALEHVAND N., AZIMI M., AZIZI E., AGHA ALI GOL D. 2021 - Ruwar Tomb: new insights into material culture, burial practice and bioarchaeology of the Iron Age communities in the Hawraman mountains, Kurdistan, Iran. *Bulletin of Miho Museum* 21, p. 1-12.

GHASIMI T., AKBARI M., GHASIMI A., QADRI M., BAHROLOLOUMI SHAPURABADI F., AZIMI M., AZIZI E., GHASEMIAN M., DAVOUDI H., SALEHVAND N., AGHA ALI GOL D. FUJISAYA A. 2019 - Salvage excavation in an Iron Age tomb at Ruwar in the Sirwan River area, Hawraman, Kurdistan. *In:* Y. HASSANZADEH, A.A. VAHDATI, Z. KARIMI (Éds.), Proceedings of the international conference on the Iron Age in western Iran and neighboring regions 1, Tehran, RICHT, p. 63-85.

GROMAN-YAROSLAVSKI I., ROSENBERG D., NADEL D. 2013 - A functional investigation of perforators from the Late Natufian/Pre-Pottery Neolithic a site of Huzuk Musa, a preliminary report. *In:* F. BORRELL, J.J. IBÁÑEZ, M. MOLIST (Éds.), *Stone tools in transition: from hunter-gatherers to farming societies in the Near East*. Universitat Autotnoma de Barcelona, Barcelona, p. 165-176.

HAERINCK E., OVERLAET B. 2010 - Bronze and Iron age pottery from the Ilam Graveyard (Pusht-I Kuh, Iran). *Iranica Antiqua*, XLV, p. 277-304.

HEIT I. 2014 - The bead workshop at site MPS4, Mil Plain, Azerbaijan: craft specialisation and the manufacture of shell jewelry in the Neolithic. *In:* A. GOLANI, Z. WYGNAÑSKA (Éds.), *Beyond Ornamentation. Jewelry as an Aspect of Material Culture in the Ancient Near East*. Polish Archaeology in the Mediterranean. Pol. Archaeol. In the Mediterr XXIII (2), p. 21-39 (Special Studies).

HOLE F., FLANNERY K.V., NEELY J.A. 1969 - *Prehistory and human ecology of the Deh Luran plain, An Early Village Sequence from Khuzistan, Iran, Ann Arbor*, 438 p., 43 ill. Memoirs of the museum of Anthropology University of Michigan, n° 1.

HOSSEINZADEH H., DAGHOGHI B., RAMESHI H. 2001 - *Atlas of the Persian Gulf Molluscs*, Iranian Fisheries Research Organization, 208 p.

HOWE B. 1983 - Karim Shahir. *In:* L.S. BRAIDWOOD, R.J. BRAIDWOOD, B. HOWE, C.A. REED, P.J. WATSON (Éds.), *Prehistoric archaeology along the Zagros flanks*, University of Chicago, Chicago, p. 23-154 (The Oriental institute of the University of Chicago, n° 105).

INIZAN M.-L. 2000 - Importation de cornalines et agates de l'Indus en Mésopotamie : Le cas de Suse et Tello. *In:* V. ROUX (Éd.), *Cornaline de l'Inde : des pratiques techniques de Cambay aux techno-systèmes de l'Indus*, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, Paris, p. 475-501. http://books.openedition.org/editionsmsh/8738.

KAMJAN S., MASHKOUR M., MOHASEB F.A., FATHI H., AZIZI KHARANAGHI H. 2018 - Zooarchaeology of the Pre-Pottery and Pottery Neolithic site of Qasr-e Ahmad (Iran). *In:* C. ÇAKIRLAR, J. CHAHOUD, R. BERTHON, S. PILAAR BIRCH (Éds.), *Archaeozoology of Southwest Asia*, Proceedings of the 12th International Symposium of the ICAZ Archaeozoology of Southwest Asia and Adjacent Areas Working Group, Barkhuis/University of Groningen, p. 27-50.

KENOYER J.M. 1983 - Shell working industries of the Indus civilization. An archaeological and ethnographic perspective. Ph.D. thesis, University of California, Berkeley, University Microfilms International, Ann Arbor.

KENOYER J.M. 1984 - Shell working industries of the Indus Civilization. A summary. *Paléorient* 18 (1), p. 49-63.

KENOYER J.M. 1985 - Shell working at Moenjo-daro, Pakistan. *In:* J. SCHOTSMANS, M. TADDEI (Éds.), South Asia Archaeology 1983, I, p. 297-344, (Istituto Universitario Orientale, Dipartimento di Studi Asiatici, Naples, Series Minor 23).

KENOYER J.M. 1997 - Trade and technology of the Indus Valley: new insights from Harappa, Pakistan. *World Archaeology*, 29 (2), p. 262-280.

KENOYER J.M. 2008 - Indus and Mesopotamian Trade Networks: new Insights from Shell and Carnelian Artifacts. *In:* E. Olijdam, R.H. Spoor (Éds), *Intercultural relations between South and Southwest Asia*. Studies in commemoration of E.C.L. during Caspers (1934-1996), p. 19-28, (BAR International Series, n° 1826).

KENOYER J.M., FRENEZ D. 2018 - Stone beads in Oman during the 3rd to 2nd millennia BCE: new approaches to the study of trade and technology. Beads. *Journal of the Society of Bead Researchers*, 30, p. 63-76.

KENOYER J.M., PRICE D.T., BURTON J.H. 2013 - A new approach to tracking connections between the Indus Valley and Mesopotamia: initial results of strontium isotope analyses from Harappa and Ur. *Journal of Archaeological Science*, 4 (5), p. 2286-2297.

KOHL P.L., BÄCK L.R., CLAESSEN H.J.M., GILMAN A., HAMLIN C.L., HAYASHI K., LAMBERG-KARLOVSKY C.C., NISSEN H.J., OATES J., ONO A., POTTS D., SANKALIA H.D., SHAFFER J.G., SOLHEIM II W.G., STARK M.V., WATKINS T. 1978 - The balance of trade in southwestern Asia in the mid-third millennium B.C. [and Comments and Reply]. *Current Anthropology*, 19 (3), p. 463-492.

LAMBERG-KARLOVSKY C.C. 1972 - Trade mechanisms in Indus-Mesopotamian interrelations. *Journal of the American Oriental Society*, 92 (2), p. 222-229.

LIDOUR K., BEAREZ P., CHARPENTIER V., MERY S., 2020 - The prehistoric fisheries of Akab Island (United Arab Emirates): new insights into coastal subsistence during Neolithic in Eastern Arabia. *Journal of Island and Coastal Archaeology*, 15 (1), p. 80-103.

LINDBERG D.R. 2001 - Molluscs. *Encyclopedia of Biodiversity* (Second Edition), p. 373-383. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00096-4

MACKAY E.J.H. 1928-1929 - Excavations at Mohenjodaro, Annual Report of the Archaeological Survey of India, p. 67-75.

MAHFROOZI A., PILLER C.K. 2009- First preliminary report on the joint Iranian-German excavations at Gohar Tappe, Māzandarān, Iran. *Archaologische mitteilungen aus Iran und Turan* 41, p. 177-209.

MANCA L. 2013 - *Fonctionnement des sociétés de la fin du néolithique au début de l'âge du cuivre en Sardaigne. Une approche inédite à partir de l'étude des productions en matières dures animales*. Thesis, The University of Aix-Marseille, 764 p.

MANCA L. 2016 - The shell industry in Final Neolithic societies in Sardinia: characterizing the production and utilization of Glycymeris da Costa 1778 valves. *Anthropozoologica*, 51(2), p. 149-171.

MANCA L., MASHKOUR M., *in preparation* - The Early Neolithic in the Central Zagros. Technology knowledge and economic trends from osseous and shell productions of Tepe Abdul Hosein (Luristan, Iran).

MANCA L., MASHKOUR M., SHIDRANG S., AVERBOUH A., BIGLARI F. 2018 - Bone, shell tools and ornaments from the Epipalaeolithic site of Ali Tappeh, East of Alborz Range, Iran. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 21, p. 137-157.

MARCUCCI L.G. 2012 - Explorations of HD60, a large Bronze age deposit of *Conus* sp. at Ra's al-Hadd, Sultanate of Oman. *In:* J. Giraud, G. Gernez with the collaboration of V. de Castéja (Eds), *Aux marges de l'archéologie*. Hommage à Serge Cleuziou, TAP, Éd. De Boccard, p. 443-450, (Travaux de la Maison René Ginouvès, n° 16).

MARRAST A., BEAREZ P., CHARPENTIER V. 2020 - Sharks in the lagoon? Fishing exploitation at the Neolithic site of Suwayh 1 (Ash Sharqiyah region, Arabian Sea, Sultanate of Oman). *Arabian Archaeology and Epigraphy*, 31, p. 178-193, https://doi.org/10.1111/aae.12136.

MARSHALL J.H. 1931 - Mohenjo-daro and the Indus Civilization: being an official account of archaeological excavations at Mohenjo-daro carried out by the government of India between the years 1922 and 1927, A. Probsthain: London.

MARTIN C. 2005 - Stratégies et statut de la collecte des mollusques marins sur les sites côtiers d'Oman du Néolithique à l'Age du Bronz : apport des sites de Suwayh 1, Ra's al-Khabbah 1 et Ra's al-Jinz 2. *Paléorient*, 31, p. 169-175.

MARTIN C. 2008 - The Persian Gulf shells of Konar Sandal South and Konar Sandal North in the region of Jiroft. *In:* Y. MADJIDZADEH (Éd.), Proceedings of the first International Conference on the Halil Rud Basin civilization – Jiroft 2004, ICHTO Kerman, The Centre of Archaeological Research of the South East of Iran- Jiroft, p. 277-285 [in Persian].

MASHKOUR M., BEECH M.J., DEBUE K., YEOMANS L., BREHARD S., GASPARINI D., MERY S. 2016 - Middle to late Neolithic animal exploitation at UAQ2 (5500–4000 cal. BC): An Ubaid-related coastal site at Umm al-Quwain Emirate, United Arab Emirates, *Proceedings of the Seminar of Arabian Studies*, 31, p. 195-210.

MASHKOUR M., TENGBERG M., SHIRAZI Z., MADJIDZADEH Y. 2013 - Bio-archaeological studies at Konar Sandal, Halil Rud basin, southeastern Iran. *In:* M. Tengberg, M. Mashkour (Eds.), *Neolithic in the Near East*, Maney Publishing, p. 222-246, (Environmental Archaeology, n° 13/3).

MATTHEWS R., MATTHEWS W., RASHEED RAHEEM K. (Éds.) 2014 - *Excavations at Bestansur and Shimshara, Sulaimaniyah* Province, Kurdistan Regional Government, republic of Iraq 15th August - 2nd October 2013. CZAP Archive Report 4, 119 p.

MEYER J.-W., VILA E., MASHKOUR M., CASANOVA M., VALLET R. (Éds). 2019 - *The Iranian Plateau during the Bronze Age.* Development of urbanisation, production and trade. MOM Éditions, Lyon, 356 p. (Collection Archéologie(s)).

MOOREY P.R.S. 1994 - *Ancient Mesopotamian materials and industries, the archaeological evidence*, Oxford, 448 p.

MUCHESHI S.A., ESNA-ASHARI A., RAHMATI S.M., BAHADORI R., MADANI F.S. 2019a - Compositional study of the potteries from Sarcham, Bardemar and Kenacheh sites, Hawraman area, Kurdistan province, Iran. *Journal of Research on Archaeometry* 5 (1), p. 105-127.

MUCHESHI S.A., KHALIFEH SOLTANI S. 2019b - Shiran: a submerged Iron Age grave in the Darian dam, Hawraman, Kurdistan. *In:* Y. HASSANZADEH, A.A.VAHDATI, Z. KARIMI (Éds.), Proceedings of the international conference on the Iron Age in western Iran and neighbouring regions, Tehran, 2, p. 215-226.

MUCHESHI S.A., MOHAMMADI GHASRIAN S., ZAMANI DADANEH M., KHOSRAVI S., AMIRI S. 2017b - Rescue excavations at Sarcham site, Darian Dam area, Hawraman, Kurdistan, western Iran. *In:* SHIRAZI R. (Éd.), Proceedings of the 15th Annual Archaeological Symposium of Iran. Tehran: Iranian Center for Archaeological Research, Research Institute of Cultural Heritage and Tourism, p. 662-666. [in Persian]

MUCHESHI S.A., NIKZAD M., ZAMANI DADANEH M., SEIF PANAHI M., MOHAMMADI GHASRIAN S., DAVOUDI H., 2017a - Rescue excavations at Bardeh Mar site, Darian Dam area, Hawraman, Kurdistan, western Iran. *In:* SHIRAZI R. (Éd.), Proceedings of the 1st5th Annual Archaeological Symposium of Iran. Tehran: Iranian Center for Archaeological Research, Research Institute of Cultural Heritage and Tourism, p. 667-672. [in Persian]

MUSCARELLA O.W. 1974 - The Iron Age at Dinkha Tepe, Iran, *The Metropolitan Museum Journal,* 9, p. 35-90.

MUTIN B., LAMBERG-KARLOVSKY C. 2013 - *The proto-elamite settlement and its neighbors: Tepe Yahya period IVC.* Oxbow books, Oxford, 442 p.

NEGAHBAN E.O. 1996 - Marlik: the complete excavation report, University of Pennsylvania, 2 vol., 366 p. + 140 ill. (University Museum monograph, n° 87).

OLIJDAM E., SPOOR R.H. (Eds) 2008 - *Intercultural relations between South and Southwest Asia*. Studies in commemoration of E.C.L. DURING CASPERS (1934-1996), Archaeopress, Oxford, 393 p. (BAR International Series, n° 1826).

OLIVIERO M., TRINGALI L. 1992 - Two sibling species of Nassariinae in the Mediterranean Sea (Prosobranchia: Muricidae, Nassariinae), *Bollettino Malacologico*, 28, p. 157-160.

OVERLAET B. 2003 - *The Early Iron Age in the Pusht-i Kuh, Luristan*, Peeters, Leuven, 2003, 677 p., 236 fig., 216 ill. (Luristan Excavation Documents, IV, Acta Iranica 40 (3), Textes et Mémoires, n° XXVI).

OVERLAET B. 2005 - The chronology of the Iron Age in the Pusht-i Kuh, Luristan, *Iranica Antiqua,* 40, p. 1-33.

PERLÈS C., RIGAUD, S. 2020 - Reconstruction des identités culturelles au cours de la transition Mésolithique-Néolithique : l'apport de la parure. *In:* H. ALARASHI, R.M. DESSÌ (Éds.), *L'art du paraître et apparences de l'humain, de la Préhistoire à nos jours*. 4e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire de Nice Côte d'Azur. Éditions APDCA, Nice, p. 191-206.

PICKARD C. 2016 - Prehistoric molluscan remains from Tell Aqab, northeast Syria. *In:* R. YESHURAN, L. WEISSBROD, N. MAROM, G. BAR-OZ (Éds.), *Bones and Identity: Zooarchaeological Approaches to Reconstructing Social and Cultural Landscapes in Southwest Asia*. Oxbow Press, Oxford, p. 157-169.

PULLAR J. 1990 - *Tepe Abdul Hosein: A Neolithic Site in Western Iran. Excavated 1978*. Archaeopress, Oxford, 259 p. (B.A.R. International Series, n° 563).

REZVANI H., ROUSTAEI K. 2007 - A preliminary report on two seasons of excavations at Kul Tarike cemetery, Kurdestan, Iran. *Iranica Antiqua*, XLII, p. 139-184. doi: 10.2143/IA.42.0.2017874

RICHARDSON A. 2017 - Neolithic materials and materiality in the foothills of the Zagros Mountains. *In:* T. PEREIRA, X. TERRADAS, N. BICHO (Éds.), *The Exploitation of Raw Materials in Prehistory: Sourcing, Processing and Distribution*. Cambridge scholars Publishing, Cambridge, p. 507-519.

RÖCKEL D., KORN W., KOHN, A.J. 1995 - *Manual of the Living Conidae*. Volume 1: Indo-Pacific region. Verlag Christa Hemmen, Weisbaden, 517 p.

ROMAGNOLI F., BAENA J., SARTI L. 2016 - Neanderthal retouched shell tools and Quina economic and technical strategies: an integrated behaviour, *Quaternary International*, 407, p. 29-44.

ROUSTAEI K., MASHKOUR M., TENGBERG M. 2015 - Tappeh Sang-e Chakhmaq and the beginning of the Neolithic in North-east Iran. *Antiquity*, 89 (345), p. 573–595. https://doi.org/10.15184/aqy.2015.26.

SALVATORI S. 2007 - The Prehistoric Graveyard of R''s al-Hamra 5, Muscat, Sultanate of Oman. *The Journal of Oman Studies*, 14, 355 p.

SAMNER M. 1974 - Excavations at Tall-i Malyan, 1971-72. *Iran,* 12, p. 155-180.

SANTINI G. 1988 - Preliminary report on the second field season at RJ6. *In:* S. CLEUZIOU, M. TOSI (Éds.), *The Joint Hadd Project. Summary Report of the Second Season,* November 1986-January 1987, Paris, p. 33-40.

SAUVAGE C. 2012 - Routes maritimes et systèmes d'échanges internationaux au bronze récent en Méditerranée orientale, MOM Editions, Lyon, 374 p. (Travaux de la Maison de l'Orient et de la Méditerranée, n° 61).

SAUVAGE M. (Éd.) 2020 - *Atlas historique du Proche-Orient ancien*. Institut Français du Proche-Orient and Les Belles Lettres, XVII, Beyrouth, 208 p.

SCHMIDT E.F. 1937 - *Excavations at Tepe Hissar, Damghan*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, 478 p.

SCHMIDT E.F., VAN LOON M.N., CURVERS H.H. 1989 - *The Holmes expeditions to Luristan*, Chicago, 2 vol. p. 594 + 265 ill. (The University of Chicago Oriental Institute Publications, n° 108).

SHIDRANG S. 2020 - Shell ornaments: earliest evidence of exploitation of marine resources in Iran. *In:* F. BIGLARI, J. NOKANDEH, A.M. NADERI BENI, A. HOJABRI, A. NADERI BENI, A. HOZHABRI (Éds.), *Human and Sea: A review of thousands of years of relationship between the Human and Sea in Iran*, National Museum of Iran and Ports and Maritime Organization of Iran Editions, Teheran, p. 21-25.

SMITH P.E.L. 1974 - Ganj Dareh Tepe. *Paléorient*, 2, p. 207-209.

SUMNER W. 1974 - Excavations at Tall-i Malyan, 1971-72. *Iran*, 12, p. 155-180.

SZABÓ K., DUPONT C., DIMITRIJEVIĆ V., GÓMEZ GASTÉLUM L., SERRAND N. (Eds.) 2014 - *Archaeomalacology: shells in the archaeological record*, Archaeopress, Oxford, 262 p. (BAR International Series, n° 2666).

THOMAS K.D. 2015a - Molluscs emergent, Part I: themes and trends in the scientific investigation of mollusc shells as resources for archaeological research. *Journal of Archaeological Science*, 56, p. 133-140.

THOMAS K.D. 2015b - Molluscs emergent, Part II: themes and trends in the scientific investigation of molluscs and their shells as past human resources. *Journal of Archaeological Science*, 56, p. 159-167.

TOSI M., BISCIONE R. (Eds.) 1981 - *Conchiglie: Il commercio e la lavorazione delle conchiglie marine nel Medio Oriente dal IV al II millennio a.C.*, De Luca, Rome, 80 p., 90 ill.

TRUBITT M.B.D. 2003 - The production and exchange of marine shell prestige goods. *Journal of Archaeological Research*, 11 (3), p. 243-277.

UERPMANN M., UERPMANN H.-P. 2005 - Fish exploitation at Bronze Age harbour sites in the Arabian Gulf area. *Paléorient*, 31 (1), p. 108-115.

UERPMANN M., UERPMANN H.-P. 2018 - Faunal remains and subsistence strategies. *In*: P. DRECHSLER (Éd.), *Dosariyah. Reinvestigating a Neolithic coastal community in eastern Arabia*. Archaeopress: Oxford, p. 384-422 (British Foundation for the Study of Arabia Monographs, n° 19).

VAHDATI A.A. 2010 - Tepe Pahlavan: A Neolithic-Chalcolithic site in the Jajarm Plain, Noth-Eastern Iran. *Iranica Antiqua*, XLV, p. 7-30.

VANHAEREN M., WADLEY L., D'ERRICO F. 2019 - Variability in Middle Stone Age symbolic traditions: the marine shell beads from Sibudu Cave, South Africa. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 27, 101893.

VOIGT M.M. 1983 - Hasanlu excavation reports I: Hajji Firuz Tepe, Iran. The Neolithic Settlement. University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology, Philadelphia: The University Museum, 528 p., 187 ill., (University Monograph, n° 50).

WRIGHT H.T., JOHNSON G.A. 1975 - Population, exchange, state formation. *American Anthropologist*, 77, p. 267-289.

CONSOMMER LES RESSOURCES PISCICOLES EN MILIEU COLONIAL HELLÉNISÉ : LE BASTION MASSALIÈTE D'OLBIA DE PROVENCE (VAR, FRANCE) ET L'ÉTABLISSEMENT DE CARABURUN ACIC-SUAT (COM. DE BAIA, TULCEA, ROUMANIE), EN TERRITOIRE HELLÉNISÉ

Myriam Sternberg[a]

a. *CNRS, UMR 7299, Aix-Marseille Université, CNRS, CCJ, Aix-en-Provence, France*
myriam.sternberg@univ-amu.fr

HORS-SÉRIE
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 1 | Les occupations côtières de la Préhistoire à l'actuel : adaptations des populations humaines au milieu littoral, utilisation des ressources marines et réseaux de diffusion.

PAGES 130 À 143

RÉSUMÉ

Situé au bord de la Méditerranée, l'établissement d'Olbia de Provence (France) est un des rares témoins conservés d'un réseau de colonies-forteresses grecques, fondées par Marseille à partir du IVe siècle av. J.-C. Les premiers habitants d'Olbia étaient des soldats-colons qui avaient pour mission principale de sécuriser le commerce maritime. Implanté au sud de l'actuel delta du Danube, dominant le complexe lagunaire Razelm-Golovita qui sépare aujourd'hui la côte de la mer Noire, l'établissement de Caraburun Acic-Suat (judet Tulcea, Roumanie), se développe, quant à lui, entre le second quart du VIe s. av. J.-C. et le milieu du IIIe s. av. J.-C. Il se situe sur un territoire contrôlé par les Grecs à mi-chemin entre les colonies d'Orgamè et d'Istros. L'application d'une méthode d'échantillonnage avec tamisage fin à la maille de 1 mm lors des fouilles archéologiques de ces sites, a permis de révéler des profils de consommation piscicoles tout à fait particuliers qui ne reproduisent pas les spectres attendus. Ces études nous renvoient à la question de la complexité de l'alimentation en milieu colonisé, aux contraintes rencontrées par les premiers occupants d'un site et aux limites de ce que les aliments peuvent révéler de l'identité des consommateurs. Les phénomènes de mixité de population, l'imbrication de facteurs multiethniques et de métissages nous obligent à envisager l'existence de réseaux d'échanges de biens alimentaires entre communautés locales et coloniales, dès leur arrivée et à réfléchir à la question de l'urgence alimentaire en contexte d'implantation coloniale.

MOTS-CLÉS Alimentation, pêche, colonie massaliète, établissement hellénisé, Méditerranée, mer Noire, réseaux d'échanges, archéo-ichtyologie, période archaïque, période classique

ABSTRACT

Consuming fish resources in a Hellenized colonial environment: the Massaliète stronghold of Olbia de Provence (Var, France) and the settlement of Caraburun Acic-Suat (Baia county, Tulcea, Romania), in Hellenized territory

Lying on the Mediterranean coast, the settlement of Olbia de Provence (France) is one of the few preserved examples of a network of Greek fortresses founded by Marseille from the 4th century BC. The first inhabitants of Olbia were soldier-colonists whose main mission was to secure maritime trade. The settlement of Caraburun Acic-Suat (dpt. Tulcea, Romania), located in the south of the present-day Danube delta, dominating the Razelm-Golovita lagoon complex that today separates the coast from the Black Sea, developed between the second quarter of the 6th and the middle of the 3rd century BC. It is included in a territory controlled by the Greeks, halfway between the Orgamè and Istros colonies. The use of a 1mm fine sieve sampling method during the archaeological excavations of these archaeological sites has revealed very particular fish consumption profiles that do not reproduce the spectra expected in so-called "Greek" contexts. Both studies forward the issue of the complexity of food acquisition and consumption in a colonised environment and to the limits of what food can reveal about the identity of consumers, and confronte us to the phenomenon of interbreeding, mixed population and interweaving of multi-ethnic factors. The parallel study of the two assemblages impose the consideration of the existence of food exchange networks between local and colonial communities, from the moment of their arrival and raise the question of food emergency in the colonial settlement context.

KEY-WORDS Food, fishing, Massaliote colony, Hellenistic settlement, Mediterranean, Black Sea, exchange networks, archaeo-ichthyology, archaic period, classic period

INTRODUCTION

Cet article propose d'analyser ce que les données archéo-ichtyofauniques disent sur l'approvisionnement et la consommation de poissons de deux communautés installées sur des sites qui ne sont pas à proprement parler des colonies fondées par les Grecs eux-mêmes, mais qui sont des sites sur lesquels une hellénisation est lisible, soit parce qu'il s'agit d'une colonie de seconde génération (Olbia de Provence fondée par *Massalia*), soit parce que l'établissement est inclus dans un territoire conquis par les Grecs (Caraburun Acic-Suat). L'un est situé en Méditerranée occidentale, l'autre en mer Noire (**fig. 1**).

Le premier site étudié, Olbia de Provence, est un bastion, fondé par la ville phocéenne de *Massalia*, en Gaule méridionale, considéré comme un *apoikos* de Marseille, peuplé de colons massaliotes qui auraient préservé leur spécificité hellénique face à leur environnement barbare (Bats 1992). L'influence grecque sur le site d'Olbia se lit dans la présence de *graffiti*, de céramiques provenant de métropoles et dans les influences architecturales des bâtiments ; le second site, Caraburun Acic-Suat, est localisé dans un territoire compris entre deux colonies grecques, Orgamè et Istros, fondées en mer Noire par les Milésiens. L'appartenance de ce site à la sphère d'influence de l'une ou l'autre de ces colonies reste discutée (Baralis *et al.* 2017). Le mobilier archéologique retrouvé dénote cependant clairement des contacts avec la culture grecque : types de céramiques, éléments d'architecture, (Baralis *et al.* 2017).

Sur ces deux établissements, où sont identifiés des échanges avec des interlocuteurs grecs (Milésiens ou Phocéens) et/ou hellénisés, nous nous intéresserons aux profils alimentaires, et plus particulièrement à l'approvisionnement en poissons et leur consommation. L'archéo-ichtyologie, sur laquelle se fonde cet article, permet tout d'abord l'identification des espèces consommées, lesquelles révèlent l'exploitation des écosystèmes dont elles proviennent. Le choix des espèces peut relever de traditions ancestrales ou signer de nouvelles pratiques indiquant des changements sociétaux (Sternberg 1995). Les études présentées analysent les pratiques alimentaires piscicoles au moment de la fondation de deux établissements en lien avec la culture grecque. La question qui nous intéresse est celle du rapport entre les choix alimentaires observés par l'archéologie et ce qu'ils peuvent traduire ou pas de cette culture.

Encore peu développées dans les cités grecques elles-mêmes et longtemps victimes de l'absence d'échantillonnage et de tamisages adéquats, les analyses archéo-ichtyofauniques constituent un référentiel de données sur les consommations locales au moment de l'installation des communautés et permettent un suivi de la consommation durant toute l'occupation d'un site. Du fait de l'absence de tamisage lors des fouilles anciennes, la plupart des données liées à l'alimentation en poissons du monde grec sont incomplètes (Mylona 2008, tableaux p. 38-43), et seules quelques études issues de fouilles récentes (Ephrem 2019) ou extérieures au monde grec proprement dit, et menées selon les normes de prélèvement adéquates, peuvent révéler les subtilités de l'évolution de ce secteur économique

— FIGURE 1 —

Localisation des sites (© Fonds de carte Comersis.com 2015, modifié par Myriam Sternberg 2021).

Location of the sites (© Comersis.com 2015 Map Fund, modified by Myriam Sternberg 2021).

(Sternberg 1995, 2007, 2015, 2017, 2019 ; Ephrem 2014, 2019). Recueillies avec les bons protocoles, ces données sont précieuses car elles reflètent l'évolution des goûts des habitants d'une cité, d'un établissement secondaire, ou de tout autre type d'implantation et permettent de mieux comprendre les pratiques de pêche locales, leurs implications économiques et sociales, et l'évolution qu'elles peuvent subir dans le temps. Elles révèlent avec précision des choix contraints par l'environnement ou affranchis des limites géographiques locales (Ephrem 2014, 2019 ; Sternberg 1995, 2007, 2015, 2017, 2019 ; Zohar-Belmaker 2005). Des consommateurs, on connaît en général mal leur composition ethnique et c'est par l'intermédiaire de la culture matérielle qu'elle est déduite et interprétée. Dans le cas des colonies grecques et d'établissements hellénisés de second degré, la question de l'homogénéité de peuplement (colons initiaux) et de sa durée se pose. On connaît l'existence de contingents restreints de colons mêlés à un apport démographique d'indigènes dont on ignore, le plus souvent, la proportion (Avram 2012). L'analyse des données archéo-ichtyofauniques n'est que celle de déchets de consommation, de populations dont l'identité peut donc être multiple. À cette épineuse question de la mixité ethnique s'ajoute celle des possibles variétés d'approvisionnements alimentaires : direct, indirect, délégué, émanant de trocs, de simples échanges de biens primaires ou d'échanges marchands complexes (Malkin 2018). Que révèlent les analyses archéo-ichtyofauniques de ces paramètres ?

1 | STRUCTURE ET ORGANISATION DES SITES. DÉFINITION DE LEURS PROFILS ALIMENTAIRES PISCICOLES

1.1 |Olbia de Provence : un bastion avancé de Marseille

Situé sur un léger promontoire de la côte varoise (France) au bord de la Méditerranée, l'établissement d'Olbia de Provence, premier exemple analysé, est l'unique témoin conservé dans l'intégralité de son plan, d'un réseau de colonies-forteresses grecques fondées par Marseille à partir du IV^{e} s. av. J.-C. (vers 325 av. J.-C.). À l'origine, ce type de colonies avait plusieurs rôles : social (lotissement, comprenant *oikopedon* et *kleros*, pour des citoyens-soldats vraisemblablement pris dans les classes pauvres du *demos* de la métropole), militaire (*epiteikhismata*, bastions avancés pour le contrôle d'une route et d'un domaine maritimes), commercial (limité cependant, comme le montre bien leur faible impact sur l'environnement indigène) (Bats 2012).

Citoyens de Marseille, les premiers Olbiens étaient des soldats-colons dont la mission principale visait à sécuriser le commerce maritime. La fondation d'Olbia qui signifie « la bienheureuse » permit d'intégrer formellement les îles Stoechades au territoire de Marseille. Olbia était à la fois une possible escale maritime et un bastion avancé *(epiteikhismata)* de *Massalia* face aux peuples des Salyens et Ligyens (Bats 1992). Le plan du site d'Olbia, compris dans un carré de 165 m de côté, relève d'un plan préétabli (**fig. 2**), qui aligne des îlots d'habitation où se lit une répartition égalitaire des lots qui abritent chacun une famille de colons (Bats 2006). Le site d'Olbia a fait l'objet de plusieurs

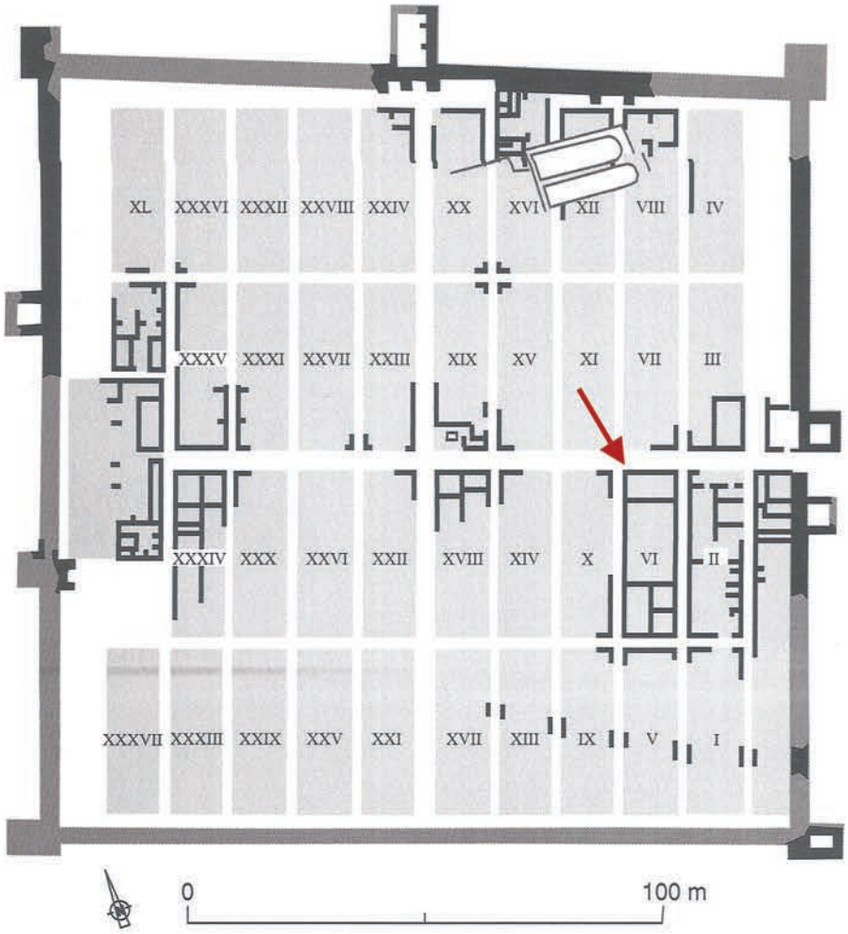


FIGURE 2

Plan restitué de la colonie massaliète d'Olbia tiré de Bats 2006, p. 14. La flèche indique la localisation de l'îlot VI.

Restored plan of the Massaliète colony of Olbia, from Bats 2006, p. 14. The arrow indicates the location of the islet VI.

programmes de fouilles. Celui qui nous intéresse ici est celui mené par Michel Bats de 2002 à 2008 pour étudier l'organisation d'un des îlots d'habitation (l'îlot VI) à partir de sa fondation au dernier quart du IVe s. av. J.-C. À partir de la fin du IIIe s. av. J.-C., différentes restructurations internes sont visibles dans l'îlot VI et montrent l'effacement progressif de la répartition égalitaire originelle du lotissement (Bats 1992).

Les campagnes de fouilles menées de 2002 à 2008 sur cet îlot ont permis de mettre au jour les restes alimentaires consommés par les occupants de l'îlot dès les premières phases d'occupation du site. Parmi les déchets se comptaient des restes de poissons. Certains étaient suffisamment gros pour être recueillis à la main ; la plupart, néanmoins imperceptibles à l'œil, n'ont pu être recueillis qu'à l'aide d'un tamisage fin des sédiments (maille 1 mm) et d'un échantillonnage adapté aux fouilles de sites protohistoriques (Buxo i Capdevilla 1991 ; Sternberg 1995, 2017, 2019 p. 322-325 ; Ephrem 2014). La phase correspondant à la création de la colonie (325 av. J.-C. /300 av. J.-C.), qui nous intéresse plus particulièrement dans le cadre de cet article, a livré essentiellement des restes ichtyofauniques de taille inférieure à 5 mm, contrairement aux phases d'occupation suivantes qui ont livré quelques restes de thons (*Thunnus thynnus*), de bonites (*Sarda sarda*), d'anges de mer (*Squatina squatina*), de requins (*Prionace glauca*) ou d'émissoles (*Mustelus mustelus*) de grande taille, sans que ces espèces ne constituent cependant la majeure partie de la consommation durant ces phases. Sans l'utilisation du tamisage fin, la part du poisson dans l'alimentation des premiers occupants du site serait donc passée totalement inaperçue (**fig. 3a**). Or ces premiers occupants ont bien été nourris de poissons, mais exclusivement de poissons dont les tailles n'excèdent pas 20 cm. Parmi ceux-ci, les mendoles (*Spicara maena*) occupent une place prépondérante et représentent 44 % des restes (**fig. 3b**). D'autres poissons complètent le menu : de petits mugilidés (13 % des restes) ; des petits sparidés (28 % des restes) dont des pageots (*Pagellus erythrinus*), des sars (*Diplodus sargus*), des saupes (*Sarpa salpa*), des bogues (*Boops boops*) et quelques rares toutes petites daurades royales (*Sparus aurata*) ; quelques petites anguilles (*Anguilla anguilla*) représentées par 4 % des restes ; quelques petits labridés également représentés par 4 % des restes ; de petits serrans (7 % des restes) ; deux restes de loups (*Dicentrarchus labrax*) et un reste d'orphie (*Belone belone*).

À la création du bastion, la consommation de poissons est donc limitée à ce que l'on pourrait qualifier de « fretin » principalement composé de mendoles mélangées à d'autres petits sparidés, quelques petits mugilidés et d'autres petits poissons dont la présence est anecdotique.

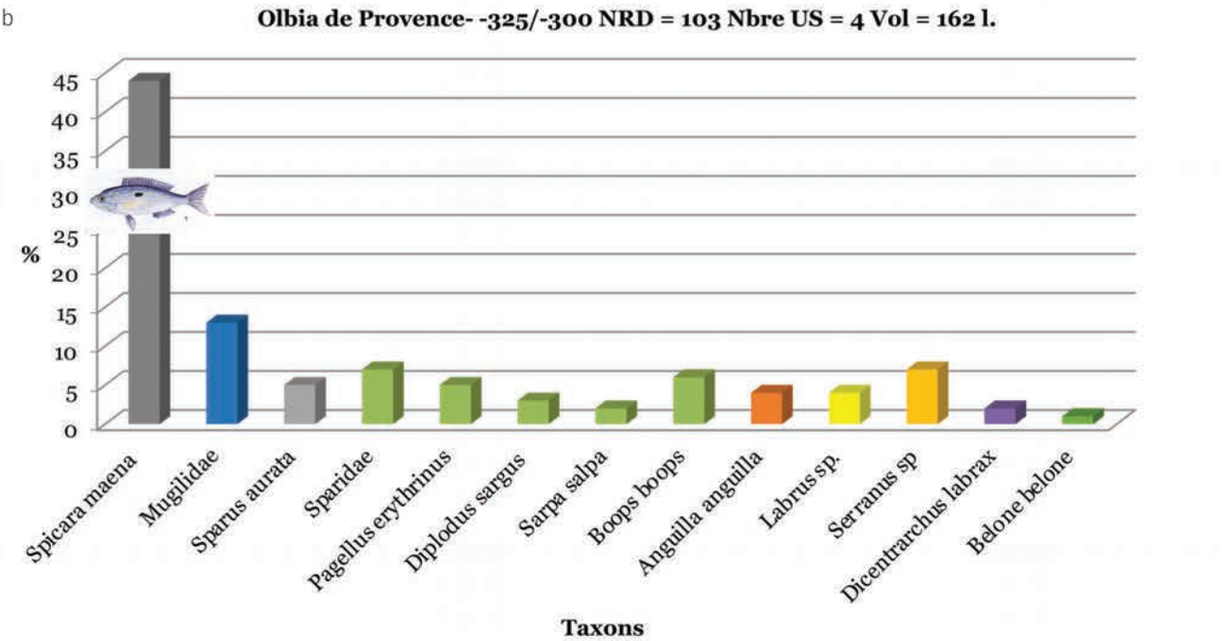
Rarement identifiée, pour ne pas dire jamais à ce jour, sur les autres sites de Gaule méridionale dans les occupations du IVe s. av. J.-C. (Sternberg 1995, 2006, 2007, 2015 ; Piquès 2002 ; Piquès 2010), pourquoi cette espèce constitue-t-elle

a

Espèces repérées à la main	Phase 9	Phase 8	Phase 7	Phase 6
Thunnus thynnus		X	X	X
Sarda sarda			X	
Prionace glauca				X
Mustelus mustelus			X	X
Squatina squatina		X		X
Pleuronectes platessa				X
Solea solea		X		
	0	3	3	5

	US 6416-1	US 61259	US 61265	US 61300	TOTAL
Spicara maena	29		10	5	44
Mugilidae	3	2	6	2	13
Sparus aurata			2	3	5
Sparidae	1	1	1	4	7
Pagellus erythrinus			3	2	5
Diplodus sargus	1			2	3
Sarpa salpa		1		1	2
Boops boops	5	1			6
Anguilla anguilla	1		2	1	4
Labrus sp.	1		2	1	4
Serranus sp.	1	1	3	2	7
Dicentrarchus labrax			2		2
Belone belone				1	1
	42	6	31	24	103
Nombre de taxons	8	5	9	11	13
Maille et volume du prélèvement	1mm: 12 litres	1mm: 10 litres	1mm: 20 litres	1mm: 120 litres	1mm : 162 litres

b



— FIGURE 3 —

Olbia de Provence. 3a - Tableau mentionnant, par phase, les espèces dont les restes ont été recueillis manuellement. Phase 9 : -325/-200 av. J.-C ; phase 8 : -200/-125 av. J.-C ; phase 7 : -125/-40 av. J.-C ; phase 6 : -40 av. J.-C./+30 ap.J.-C. 3b -Diagramme figurant le pourcentage de restes par espèce pour la phase 9 (-325/-300 av. J.-C). Échantillonnage par volume réduit d'US et tamisage à la maille de 1 mm (© Myriam Sternberg).

Olbia de Provence. 3a - Table listing, by phase, the species whose remains have been manually collected remains. Phase 9: -325/-200 av. J.-C.; phase 8: -200/-125 av. J.-C.; phase 7: -125/-40 av. J.-C.; phase 6: -40 av. J./+30 ap. J.-C. 3b - Diagram showing the percentage of remains by species for phase 9 (-325/-300 av. J.-C.). Sampling by reduced volume of US and sieving with 1 mm mesh (© Myriam Sternberg).

le principal menu de poissons des habitants de cette colonie massaliète, au moment de sa fondation ?

La première explication peut tenir au fait de sa présence en nombre sur des fonds rocheux riches en algues, sableux, vaseux ou d'herbiers de posidonies qui environnent le site ce qui la rend particulièrement accessible. Très communes en Méditerranée, les mendoles (*Spicara maena*) vivent en général près des côtes et entre deux eaux, et se regroupent en petits bancs formés d'individus de même taille, parfois mélangés avec d'autres poissons (bogues, castagnoles, saupes...). La plupart du temps entre 5 et 30 m de distance au rivage, elles sont plus littorales en été qu'en hiver, et on les retrouve la nuit, immobiles sur le fond, dans les herbiers de posidonies ou posées sur les roches. Il s'agit donc d'une espèce dont les mœurs facilitent la capture en nombre. Cette explication n'apparaît cependant pas suffisante, car sur le site d'Olbia, aux périodes d'occupation suivantes, ce n'est plus la mendole qui domine, même si elle continue à être consommée (Sternberg 2006 ; Sternberg en cours d'étude). Le spectre d'espèces consommées s'élargit à d'autres types de poissons tout aussi accessibles aux habitants d'Olbia. Le fait que la mendole soit littorale et qu'elle offre de larges possibilités de capture n'est donc pas un argument suffisant pour expliquer le fait qu'elle domine la consommation piscicole à la fondation du site.

1.2 | Caraburun Acic-Suat : un établissement en territoire hellénisé

Le second site étudié est implanté au sud de l'actuel delta du Danube, face au complexe lagunaire Razelm-Golovita (Roumanie). Il s'agit de l'établissement de Caraburun Acic-Suat qui se développe, quant à lui, entre le second quart du VI^e^ s. av. J.-C. et le début/milieu du III^e^ s. av. J.-C. (575/-250). Il se situe à mi-chemin entre deux colonies grecques bien identifiées, Orgamè et Istros (Histria), sur un territoire contrôlé par ces deux colonies (Baralis *et al.* 2012). Istros (Histria) est fondé au VII^e^ s. av. J.-C. par les Milésiens. Détruite au VI^e^ s. lors de l'expédition perse de Darius contre les Scythes, elle se redéveloppe pour atteindre une superficie d'environ 60 ha. À l'époque archaïque et classique elle domine économiquement le nord-ouest du Pont-Euxin : ses monnaies d'argent se retrouvent en abondance à Tyras et Nikonion, sur l'embouchure du Dniestr, à Orgamè et à Tomis. L'expédition du général macédonien Zopyrion marque l'entrée d'Istros dans l'époque hellénistique, connue grâce à de nombreuses inscriptions et marquée par le commerce, mais aussi les conflits réguliers avec les Gètes de l'intérieur. Une partie de la cité a été de nouveau détruite au milieu du I^er^ s. avant notre ère, probablement lors des campagnes du roi Dace Burebista. Orgamè (grec)- Argamum (latin) est une cité grecque située sur le cap Halmyris, aujourd'hui Dolojman en Roumanie, dans la région de la Dobroujda du Nord, sur le territoire de la commune de Jurilovca. Mentionnée par Hécatée de Milet, la cité a probablement été fondée au VII^e^ s. av. J.-C. Son histoire et ses liens avec la grande cité voisine d'Histria sont assez mal connus.

L'établissement de Caraburun Acic-Suat, se caractérise par un niveau d'occupation d'époque archaïque (2^e^ ¼ VI^e^ s. av. J.-C./début V^e^ s. av J.-C.), bien établi à partir de la présence de foyers, quelques fosses et les vestiges d'un édifice. Un niveau plus imposant de la fin de la période classique à l'époque hellénistique lui succède et révèle une densification de l'espace habité à ces périodes. Après un hiatus, une réoccupation du site a lieu à la période romaine aux II^e^ – III^e^ s. (Baralis *et al.* 2012). Dans le réseau spatial d'occupation des territoires, l'établissement de Caraburun Acic-Suat, se situe dans la sphère d'influence d'Orgamè et d'Histria, le rôle exact de l'une et de l'autre de ces cités sur cet établissement est encore discuté (Baralis-Lungu 2021).

Dès la première campagne de fouilles en 2011, le site a livré près de deux cents restes de poissons recueillis à la main, dans des niveaux datés du VI^e^ s. au premier tiers du III^e^ s. av. J.-C. Les taxons suivants ont pu être identifiés : des *Cyprinidae* (carpe et espèces apparentées), *Perca fluviatilis* (perche), *Esox Lucius* (brochet), *Acipenser* sp. (une espèce d'esturgeon sans plus de précision possible). Le nombre limité d'espèces et la nature même de celles-ci ne ressemblaient en rien à celles connues sur les sites de Méditerranée occidentale (Sternberg 1995, 2006, 2015 ; Piquès 2002, 2010) ou orientale (Mylona 2008, 2016, 2020 ; Theodoropoulou 2007a, 2007b, 2008).

Lors des campagnes de fouilles menées de 2016 à 2019, un échantillonnage systématique avec tamisage fin (1 mm) des sédiments a été mis en place, selon les standards actuels d'échantillonnage (Sternberg 1995, 2007, 2015, 2017, 2019 ; Ephrem 2014, 2019 ; Mylona 2020) afin de compléter et vérifier la représentativité effective des taxons identifiés issus de la campagne de fouilles de 2011. Sur le site, quatre zones de fouilles correspondant à différentes zones d'habitation ont fait l'objet d'un échantillonnage des sédiments et d'un tamisage systématique à maille fine (**fig. 4**). Un total de 2132 litres de sédiment a été tamisé, 1905 litres ont livré des restes de poissons et 227 litres se sont révélés négatifs. À ce jour, les refus de tamisage de 1590 litres de sédiments ont été triés jusqu'à la maille de 1 mm et les restes extraits de 1300 litres ont fait l'objet d'une étude (**fig. 5**).

Pour la période archaïque (VI^e^ s. av. J.-C.), trois remblais du secteur 4 (US 55, US 25, US 69) (**fig. 6**), un comblement de fosse du secteur 10 (US 9), deux autres comblements de fosses (US 51 et US 7) et deux sédimentations de sols (US 29 et US 37/38) du secteur 2, ont été étudiés (**fig. 5**). La fin de la période classique (IV^e^ s. av. J.-C.) est représentée par un sol d'habitation du secteur 4 (US 46) ; la période hellénistique (III^e^ s. av. J.-C.) est représentée par le comblement d'une fosse (US 56), un sol du secteur 4 (US 5) et un remblai du secteur 2 (US 30). L'échantillonnage et le tamisage fin ont permis d'augmenter considérablement le nombre de restes recueillis et de faire ressortir les espèces et individus de petite taille.

Pour la période archaïque, les résultats obtenus indiquent que les Cyprinidés dominent systématiquement en nombre de restes (**fig. 7**) et cela dans l'ensemble des contextes étudiés. Les espèces précises de Cyprinidés n'ont pu être que rarement reconnues car la plupart des restes retrouvés correspondent à des vertèbres, particulièrement difficiles à identifier au niveau de l'espèce (Le Gall 1984 ; Libois *et al.* 1987, 1988 ; Radu 2005). Seuls quelques os pharyngiens, ont permis d'identifier *Cyprinus carpio*, la carpe, *Abramis brama*, la brème et *Rutilus* spp., des gardons.

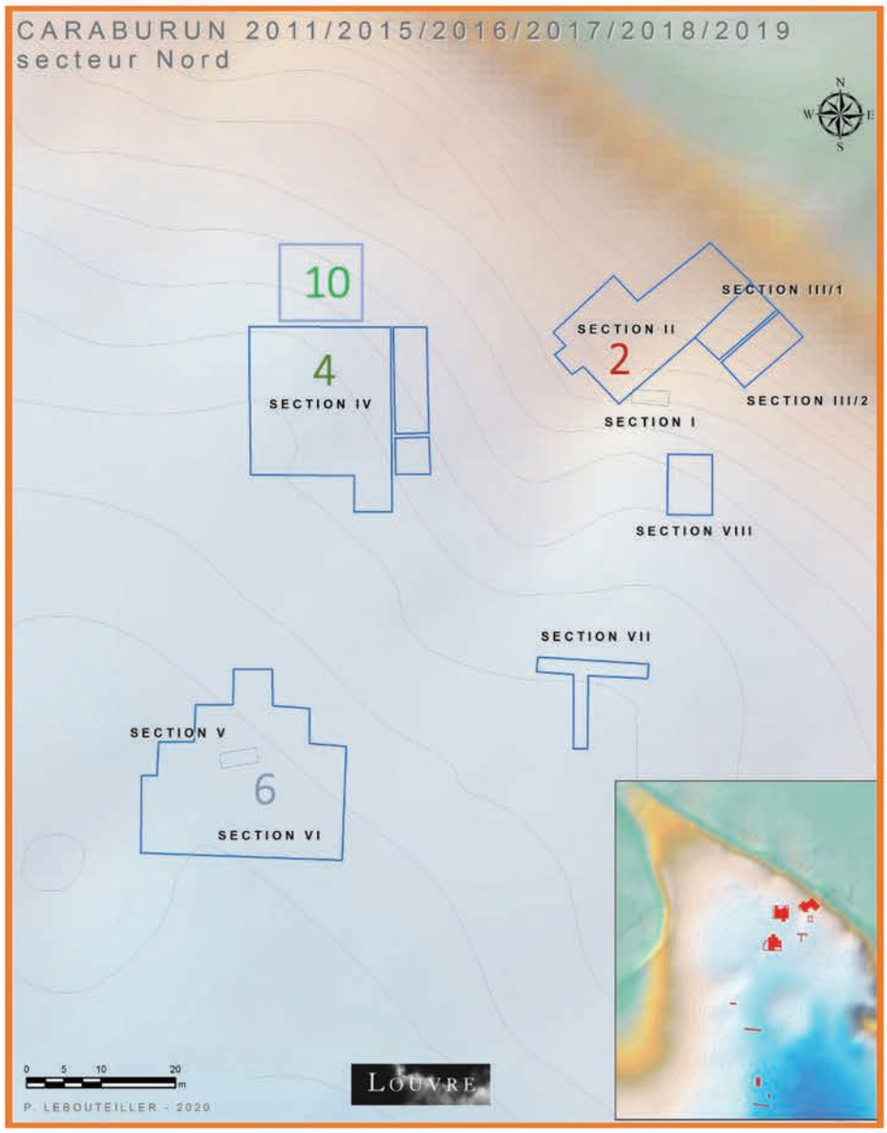


FIGURE 4

Localisation des secteurs de fouilles du site de Caraburun Acic-Suat (© P. Lebouteiller 2020, modifié).

Location of the excavation sectors at the Caraburun Acic-Suat site (© P. Lebouteiller 2020, modified).

Au total, ces Cyprinidés représentent 70 à 80 % des restes identifiés. La perche (*Perca fluviatilis*) et le brochet (*Esox lucius*) sont représentés chacun par moins de 20 % des restes. Quelques fragments de scutes d'esturgeons (*Acipenser* sp.), très mal conservés, représentent 1 à 2 % des restes.

Ce modèle de consommation mis en évidence dans les contextes archaïques, se répète aux périodes classique et hellénistique. Aucun changement dans le spectre d'espèces consommées et dans la répartition quantitative et qualitative de leurs restes n'est visible au cours des différentes occupations qui se succèdent ensuite. Le modèle de consommation initial reste donc stable aux périodes classique et hellénistique. Un changement intervient dans les contextes romains (secteur 6), pour lesquels aucun reste de poisson n'a été retrouvé.

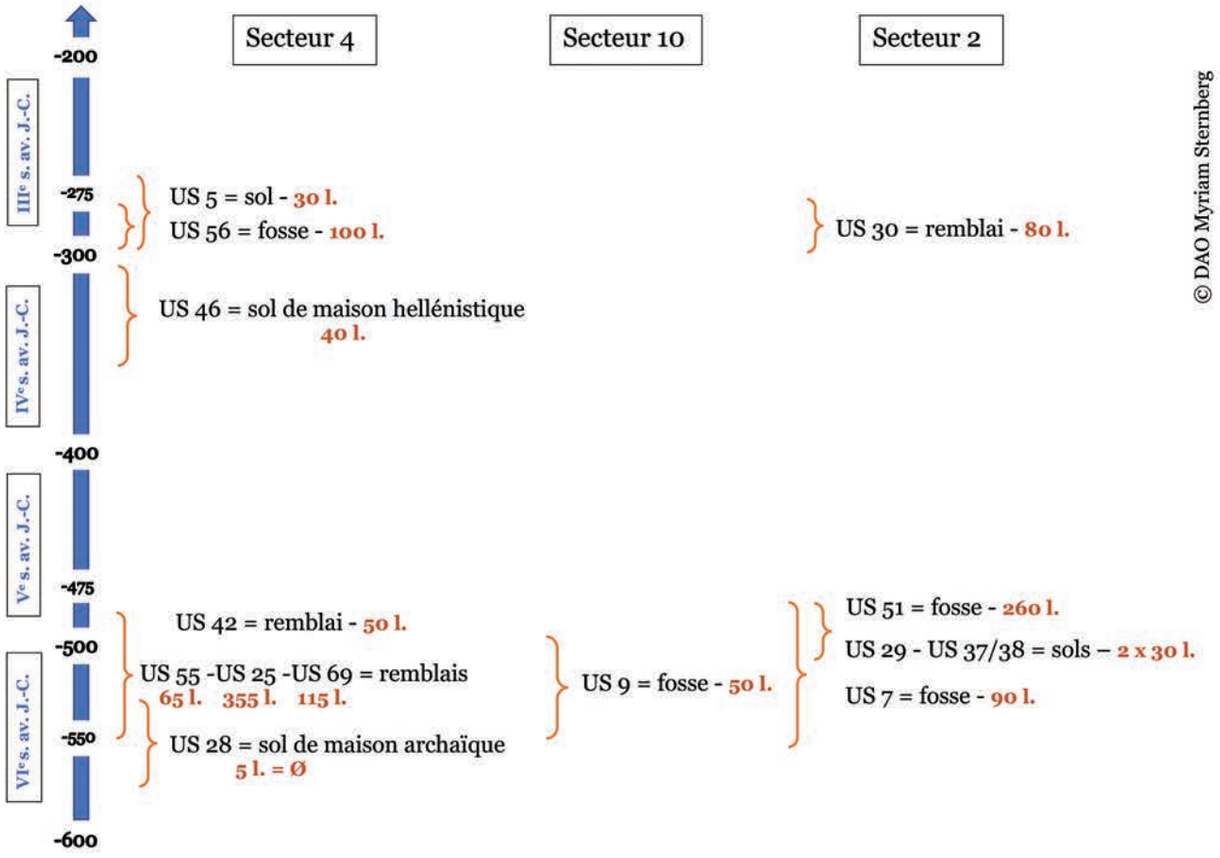
2 | INTERPRÉTATION ET DISCUSSION

2.1 | Olbia de Provence : une consommation originale par rapport aux autres sites de Gaule méridionale

La mendole est aujourd'hui une espèce d'importance économique nulle et de valeur alimentaire négligeable. Si l'accessibilité de l'espèce peut en faciliter la capture – les mendoles se plaisent surtout dans les herbiers proches des plages (Ovide, Hal. 120 ; Oppien Hal. I, 108) –, tout comme son abondance – Aristote (HA, VI, 17) l'a dit le plus prolifique des poissons de mer , ces caractéristiques n'expliquent pas tout.

Ce que disent les textes et l'archéologie de la mendole

Pour Plaute, il s'agit d'un aliment bas de gamme et il utilise le terme de « vile mendole » comme une insulte (Poen. V, 1312). Cicéron (De fin. II, 91) dit de son côté que la *maena* ne supporte pas la comparaison avec un poisson apprécié des gourmets comme l'esturgeon. S'il s'agit là d'auteurs



— FIGURE 5 —

Diagramme figurant les relations stratigraphiques des unités stratigraphiques qui ont fait l'objet d'un tamisage pour l'étude ichtyofaunique. La nature et le volume de sédiment tamisé sont mentionnés pour chaque US (© Myriam Sternberg).

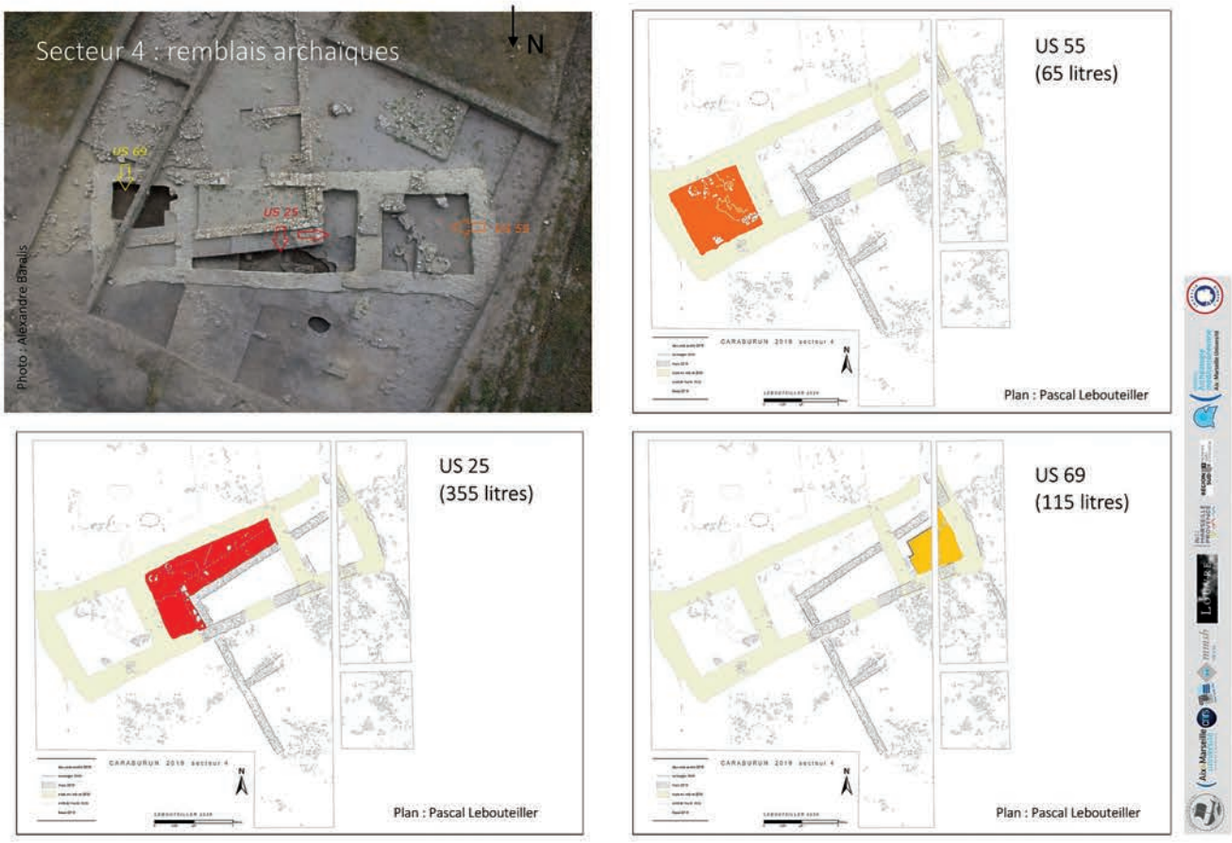
Diagram showing the stratigraphic relationships of the stratigraphic units that were sieved for the ichthyofaunal study. The nature and volume of sediment sieved are given for each US (© Myriam Sternberg).

postérieurs à la datation de nos données, ces réflexions nous indiquent cependant que la mendole ne bénéficie pas d'une très haute estime dans l'Antiquité. Pour autant, elle fait l'objet de salaisons et de conserves, ce qui en fait un produit d'échange. Sauces et salaisons de mendoles sont attestées à la fin du IIe s. av. J.-C. par Lucilius qui fait allusion à une sauce de mendoles, « *ius maenarum* » peu ragoûtante (Sat. XXX, 71, 1077m). À la fin du Ier s., la saumure (*menarum salsarum*) et la muria (*menarum muria*) de mendoles sont mentionnées par Pline l'Ancien (HN XXXI, 28, 88-90) et les têtes de mendoles réduites en cendres, salées et assorties de miel, sont recommandées par Dioscorides (II, 29) et Pline (HN, XXXI, 77 ; XXXII, 88-90, 107), pour leurs vertus thérapeutiques variées (Thompson 1947, p. 153-154). Très proche de la mendole, le picarel s'en distingue avec peine et fait l'objet d'une fable d'Ésope. On trouve aussi chez Athénée (VII, 313g) mention d'une mendole sans tache. L'archéologie, en écho aux textes, nous confirme que les *maena* peuvent être conditionnées et conservées en amphores (Brentchaloff 2004). Martial (Epigramme XII, 32, 14-15) signale une amphore remplie de poissons immangeables (*inutiles maenas*) ; Perse (Sat. 3,76) emploie le mot « orca » pour désigner un récipient contenant des mendoles (jarre ou une amphore ?). Les *maena* en amphores sont destinées à voyager comme en témoigne une amphore Gauloise 5 de la fin du Ier s. arrivée dans le port de l'*Ostium Tiberium* (Ostie) dans un contexte d'époque flavienne. Cette amphore porte une inscription indiquant « *m(a)ena ouata ex(c) e(llens) S(exti) H() D()* ». D. Brentchaloff (2004) souligne qu'il s'agit d'une conserve de mendoles de qualité supérieure, exportée vers Rome.

Les seules comparaisons que nous ayons trouvées d'une consommation importante de petites mendoles – ou picarels – dans des contextes archéologiques se situent sur des sites de Crète de l'Âge du Bronze ; curieusement, tout comme à Olbia de Provence, elles constituent les principales espèces consommées, à côté de petites bogues et sparidés (Mylona 2016, 2020). Ces poissons pouvaient faire l'objet de conserves, comme en témoignent les restes contenus dans un *pythos* (Mylona 2016, 2020).

La consommation en poisson d'Olbia diffère-t-elle de sa métropole ?

Ni « grec », ni « romain », mais intégré selon l'expression de Michel Bats (1988, p. 28), le modèle culinaire olbien, vu à travers l'analyse de la céramique, est-il, en ce qui concerne son contenu, rattaché à celui de sa métropole Marseille ?



— FIGURE 6 —

Vue du secteur 4 (© Alexandre Baralis) et plans figurant la localisation des unités stratigraphiques étudiées dans la maison archaïque (© P. Lebouteiller 2020).

View of sector 4 (© Alexandre Baralis) and plans showing the location of the stratigraphic units studied in the archaic house (© P. Lebouteiller 2020).

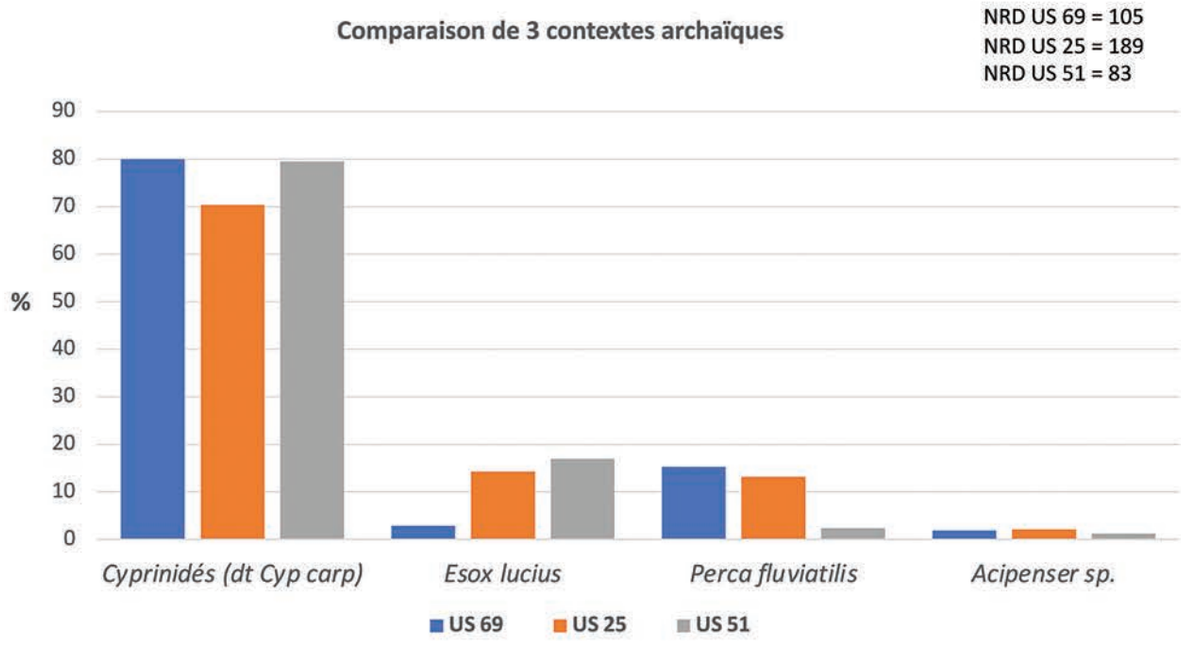
Très tôt, les chercheurs ont considéré, en s'appuyant sur les témoignages littéraires, que l'industrie de la pêche et ses dérivés (salaisons de poissons) étaient des ressources s'ajoutant à celles de la terre et s'intégrant dans le fonctionnement commercial de Marseille (Clerc 1927-1929 ; Benoît 1959, 1965 ; Bats 1986 ; Morel 1986). La pêche est effectivement évoquée lors d'un événement militaire. À la suite de la capture de bateaux de pêche et de la réquisition des *naves piscatores* lors du siège de 49 av. J.-C., Marseille et Carthage s'affrontent (Strabon IV,1,5. / Trogue Pompée (apud Justin XLIII, 3)/ César B.G, II, 4, 2).

La nature même des ressources exploitées nous échappe néanmoins, hormis un texte d'Oppien qui mentionne, pour la période romaine, la pêche aux thons aux embouchures du Rhône (Oppien, *Hal.* III, 625-648). L'étude de quelques échantillons prélevés dans des niveaux grecs de la zone portuaire, lors des fouilles archéologiques de la place Jules Verne et datés des V^e^ et IV^e^ s. av. J.-C. (JV14, US 1, 7 et 9) a permis d'identifier quelques petits sparidés, des bogues (*Boops boops*), des rougets (*Mullus barbatus*), quelques anguilles (*Anguilla anguilla*), des loups (*Canis lupus*), des turbots (*Psetta maxima*), des raies (*Raja clavata*), de petites vives (*Trachinus* spp.) et plus rarement de petits muges (*Mugil* spp.). Le contexte même de zone portuaire ne facilite cependant pas la compréhension du lien existant entre ces déchets retrouvés dans les vases du port et les consommateurs potentiels. Notons toutefois qu'il s'agit de petits individus, les restes ayant été retrouvés aux mailles de 1 à 2 mm.

En comparaison avec la phase de fondation d'Olbia, nous pouvons constater qu'à Marseille, la pêche pouvait cibler les petites espèces, à côté d'une pêche aux thons décrite par Oppien confirmée par l'archéologie (Sternberg 1998) mais dont nous n'avons trace de son existence, à ce jour, ni lors de la fondation de Massalia, ni aux phases d'occupations classiques et hellénistiques.

La question que l'on est tout de même tenté de se poser est celle des échanges qui auraient pu exister entre la métropole, *Massalia*, et sa colonie, Olbia de Provence. Olbia s'approvisionnait-elle elle-même en poissons ou était-elle approvisionnée par Marseille, au moins au moment de sa fondation ? Les petites mendoles, qui ont pu faire l'objet de conserves, comme nous l'avons vu précédemment ont-elles pu être apportées de Marseille ou étaient-elles pêchées sur place ?

Dans l'état actuel des données, il est difficile de répondre à ces questions. De même qu'il est prématuré, en l'absence d'un échantillonnage plus conséquent et localisé en contexte d'habitat de mesurer la différence entre la consommation entre Marseille et Olbia de Provence, au moment de la fondation.



	US 69		US 25		US 51	
	NRD	%	NRD	%	NRD	%
Cyprinidés (dt *Cyp carp*)	84	80	133	70,4	66	79,5
Esox lucius	3	2,9	27	14,3	14	16,9
Perca fluviatilis	16	15,2	25	13,2	2	2,4
Acipenser sp.	2	1,9	4	2,1	1	1,2
	105	**100**	**189**	**100**	**83**	**100**

— FIGURE 7 —

Caraburun Acic-Suat. Diagramme figurant le pourcentage de restes par espèce pour la période archaïque (-550/-475 av. J.C). Echantillonnage par volume réduit d'US et tamisage à la maille de 1 mm (© Myriam Sternberg).

Caraburun Acic-Suat. Diagram showing the percentage of remains per species for the Archaic period (-550 /-475 av. J.C.). Sampling by reduced volume of US and sieving with 1 mm mesh (© Myriam Sternberg).

2.2 | Une consommation piscicole fondée sur des espèces d'eau douce à Caraburun Acic-Suat

Le spectre d'espèces identifiées exclusivement constitué d'espèces d'eau douce, retrouvé sur le site de Caraburun Acik-Suat pose, lui aussi, la question du lieu d'approvisionnement. Les structures de populations ichtyologiques en mer Noire, dans le complexe lagunaire du Razelm-Golovita et dans les différents bras du Danube peuvent-elles nous éclairer sur ce lieu de pêche ?

Pour tenter de répondre à cette question, la première étape consiste à s'intéresser à l'évolution de la configuration géomorphologique de la côte et d'en déterminer le profil aux périodes qui nous intéressent. Les données obtenues par les études géomorphologiques montrent qu'une large lagune saumâtre existait au second quart du VI^e^ s. av. J.-C. quand le site de Caraburun est fondé (Bivolaru *et al.* 2021). La seconde étape consiste à analyser les différents peuplements ichtyologiques possibles dans ce type d'environnement.

Provenance des poissons consommés à Caraburun : mer Noire, système lagunaire Razelm-Golovita, delta du Danube ?

Le peuplement du système lagunaire Razelm-Golovita de la mer Noire à laquelle il est relié et du delta du Danube a été décrit par V. Otel (2007). Cet ichtyologue a dénombré plus de 50 espèces différentes dans le delta du Danube, plus de 50 espèces différentes dans le complexe lagunaire Razelm-Golovita et 73 espèces dans la mer Noire environnante. Bien que ces biotopes soient sujets à des modifications extrêmement fréquentes et complexes au cours des siècles, ces travaux nous indiquent un potentiel ichtyofaunique, riche en nombres d'espèces pour chacun des écosystèmes. Tout en restant prudent et en gardant un regard critique quant à la transposition de ces structures de populations aux périodes anciennes qui nous intéressent, il nous est permis cependant de constater que la richesse ichtyofaunique de chacun de ces milieux, décrite par V. Otel, dépasse largement la richesse ichtyofaunique du spectre livré par le site de Caraburun entre le VI^e^ et le III^e^ s. av. J.-C. En effet, la phase d'implantation du site, comme les suivantes, nous offre un spectre d'espèces restreint composé de Cyprinidés euryhalins, de perches et de brochets. Ces espèces ont pu

évoluer dans le complexe lagunaire de Razelm-Golovita et dans le Danube et son delta. Parmi les espèces disponibles dans les milieux environnants, des choix précis ont donc dû être opérés par les consommateurs, dans un milieu très peu salin, voire d'eau douce.

Deux hypothèses sont alors envisageables, en termes de lieux d'approvisionnement :

1- L'association des espèces de Caraburun se placerait dans la zone à brèmes de Huet[1], zone associée à un courant lent à très faible salinité et qui peut être assimilée à une zone de delta. Les images LIDAR (Lidar Image source : www. Ddni.ro) montrent aux alentours de Caraburun la présence de lits de deux anciennes rivières, la Slava et la Hamangia qui se déversent dans la lagune Cearmurlia qui borde le site de Caraburun Acic-Suat et qui appartient du complexe Razelm-Golovita. Il n'est donc pas impossible que ces anciennes rivières aient pu servir de source d'approvisionnement en poissons.

2- Même s'ils préfèrent les eaux calmes, les courants lents et les fonds avec une abondante végétation, certains Cyprinidés et plus particulièrement la carpe (*Cyprinus carpio*) ou la brème (*Abramis brama*) peuvent résister à de grandes différences de conditions de vie et à des taux variables de salinité. Ces poissons peuvent être semi-anadromes et entrer dans les lagunes et même en mer pour se nourrir d'algues et de phénogames. Dans ce cas, le spectre d'espèces retrouvé à Caraburun pourrait aussi correspondre à l'exploitation de stocks évoluant dans une lagune à salinité très basse. Le travail d'A. Bivoralu a montré qu'une telle lagune a pu exister au moment de l'installation de l'établissement (Bivolaru *et al.* 2021). Cependant, dans cette hypothèse d'exploitation d'une lagune même oligohaline[2], il est curieux de constater l'absence dans le spectre d'espèces consommées à Caraburun, de toute espèce migratrice euryhaline, telle que l'anguille, et de toute espèce marine euryhaline, tels que certains mugilidés.

Comment s'inscrit le modèle de consommation de Caraburun par rapport à d'autres sites de la mer Noire ?

Du point de vue de la pêche, nous n'avons pas de données publiées concernant les sites d'Istros et d'Orgamè aux périodes archaïque, classique et hellénistique. Ceci ne nous permet pas de savoir si le modèle de consommation établi pour Caraburun correspond au type de consommation de ces deux colonies ou s'il en diffère. La seule étude publiée fait état de données provenant du comblement d'une fosse de la culture Babadag datée des X^{e}-IX^{e} s. av. J.-C. Le même spectre d'espèces qu'à Caraburun y est retrouvé (Radu 2006).

En recherchant des comparaisons, autour de la mer Noire, antérieures ou postérieures aux phases d'occupation de Caraburun, nous observons un fond commun d'espèces où les Cyprinidés jouent systématiquement un rôle important (Radu 2003). Les esturgeons, perches et brochets sont également présents dans les listes d'espèces retrouvées, mais en moindres quantités. Au nord de la mer Noire, Olbia du Pont, initialement connectée aux colonies grecques, donne, pour sa part, une liste d'espèces plus variées où figurent les esturgeons, silure (*Silurus* sp.), sandre (*Sander lucioperca*), brème, gardon (*Rutilus rutilus*), carpe, aspe (*Leuciscus aspius*), perche, brochet et autres poissons d'eau douce. Tout comme à Caraburun aucune espèce exclusivement marine n'y est mentionnée (Ivanova 1994 repris dans Morales *et al.* 2007 ; Antipina 2013). Seuls les sites gréco-scythes classiques du nord-ouest de la Crimée datés du V^{e} s. av. J.-C. au III^{e} s. ap. J.-C. et initialement liés aussi aux colons grecs, ont livré des mulets (*Mugilidae)*, des plies (*Pleuronectes platessa* ?), des *Sparidae* (Morales *et al.* 2007).

Que sait-on de la consommation en poisson d'eau douce dans le monde grec ?

Sur des sites grecs datés de la période hellénistique, des Cyprinidés, du silure (*Silurus* sp.) et du poisson-chat (*Clarias gariepinus)*, sont mentionnés, dans la liste des taxons identifiés dans le recensement effectué par D. Mylona (2008). Le nombre de leurs restes n'est cependant pas mentionné, ce qui ne nous permet pas d'en évaluer l'importance.

Sur l'île de Délos, B. Ephrem a émis l'hypothèse, pour l'époque hellénistique, sur la base de l'analyse des données archéo-ichtyofauniques et épigraphiques, d'une gestion maîtrisée des espèces d'eau douce dans le lac sacré, écosystème créé et géré par l'homme (Ephrem 2019).

On peut encore évoquer ce que les analyses des isotopes stables peuvent révéler des régimes alimentaires, à travers les squelettes humains. Un échantillon de vestiges humains de la Thèbes classique a montré une augmentation inattendue des valeurs d'azote, généralement associée à un accès accru aux protéines, qui peut être dû à la consommation de viande ou de lait mais également de poissons d'eau douce (Vika *et al.* 2009). Ces analyses, très prometteuses, restent cependant encore difficiles à interpréter en termes d'apports de protéines associées aux ressources piscicoles (Vika, Theodoropoulou 2012 ; Mion *et al.* 2022).

Il reste alors que l'ensemble des sites qui ont fait l'objet d'un recensement de leurs restes archéo-ichtyofauniques, donnent une liste d'espèces marines dominant largement les spectres (Mylona 2008, 2016, 2020 ; Theodoropoulou 2007a, 2007b, 2008, 2011).

CONCLUSION

La consommation de fretin, où domine la mendole, observée à Olbia de Provence s'accorde plus avec le statut social de soldats-colons qui peuplent la ville lors de sa fondation et avec les discours transmis par les sources littéraires sur la distinction sociale aux périodes classique

[1] La zonation de Huet a été définie par M. Huet en 1954 dans *Biologie, profil en long et en travers des eaux courantes*, Bull. Franc. Piscic, 175, p. 41-53 et précisée par J. Arrignon en 1976 dans *Aménagement écologique et piscicole des eaux douces*, Éd. Bordas.

[2] En fonction de leurs caractéristiques physico-chimiques, on distingue plusieurs types de lagunes : les lagunes submarines dont la salinité est assez stable (lagunes sténohalines) et les rapports ioniques constants, du type marin (type Thau, France) ; les lagunes saumâtres à salinité et rapports ioniques variables (euryhalines) dans l'espace intralagunaire et le temps, la majorité des lagunes peu profondes (type Mauguio, France) ; les lagunes sublimniques à salinité faible (oligohalines) et variables (parfois substénohalines) (type Ichkeul, Tunisie) (Hichem-Quignard 2018, p. 28-33).

et hellénistique (Goupil 2007 ; Collin-Bouffier 2008 ; Icard-Szabados 2014), qu'avec les textes qui expriment des préférences des Grecs pour certains poissons. Les résultats obtenus confirment le fait que la consommation de certains types de poissons était gouvernée par des règles sociales. Les sources écrites et archéologiques nous décrivent un poisson peu estimé, mais dont certaines conserves peuvent être qualifiées d'excellentes ; ce qui révèle aussi toute la complexité du statut d'une espèce, en apparence anecdotique. Si le cas d'Olbia de Provence est relativement clair en ce qui concerne sa population initiale - des soldats-colons installés par Marseille - et que les traces de nourriture retrouvées reflètent bien ce fait (fretin), le cas de Caraburun Acic-Suat en mer Noire est moins évident et amène à quelques réflexions sur la composition de la population de consommateurs. En effet les espèces au menu ne correspondent pas à celles connues sur les sites hellénisés de Méditerranée occidentale et orientale et se rapprochent de celles consommées localement aux périodes antérieures en milieu indigène (Radu 2006). Même si des éléments d'hellénisation sont clairement lisibles dans le matériel archéologique de Caraburun, des éléments à caractère autochtone comme des cabanes enterrées ou semi-enterrées sont également présents (Baralis *et al.* 2012). L'interprétation des données alimentaires piscicoles de Caraburun serait donc à envisager à travers le fait que les colonies grecques s'implantaient le plus souvent sur un terrain déjà habité par des populations indigènes et qu'aussi longtemps qu'existait une colonie hellénique, des rapports étroits devaient unir la population indigène et la colonie. Parmi ces liens, le système d'approvisionnement en poissons, qui nécessitait une connaissance technique des manières de pêcher et une expérience approfondie des milieux aquatiques environnants, probablement hostiles dans un premier temps aux colons grecs immigrés, est à envisager (Grandchamp 2019). Si l'implantation géographique du site comme la facilité d'accès aux milieux aquatiques proches peuvent jouer un rôle dans le choix des espèces consommées par les occupants d'un site, il a déjà été démontré par l'archéo-ichtyologie que plusieurs zones de prélèvements des ressources (marines, lagunaires, dulçaquicoles) à distance plus ou moins éloignée d'un site peuvent être exploitées au cours d'une même phase d'occupation sur des sites à influences culturelles mixtes dès les VIII^e s. av. J.-C. (Sternberg 2007). L'uniformité de consommation observée sur le site de Caraburun interroge donc sur ce que les déchets traduisent de la pluriethnicité du groupe. Grâce aux stratégies d'échantillonnage à tamisage fin utilisées dans les deux études présentées, les résultats obtenus reflètent bien une réalité de l'alimentation piscicole en milieu hellénisé, autrement imperceptible.

REMERCIEMENTS

Les données qui ont permis de développer cette recherche ont été obtenues dans le cadre des fouilles programmées 2002-2008 d'Olbia de Provence, dirigées par Michel Bats (CNRS - UMR 5140 - Archéologie des Sociétés Méditerranéennes), de la Mission archéologique franco-roumaine d'Orgamè/Caraburun Acic-Suat, dirigée par Alexandre Baralis (Musée du Louvre) et Vasilica Lungu (Institut d'Études du Sud-Est européen, Académie de Roumanie, Bucarest, Roumanie) et avec le soutien du Centre Camille Jullian-UMR 7299, Histoire et Archéologie de la Méditerranée et de l'Afrique du Nord de la Protohistoire à la fin de l'Antiquité.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANTIPINA E., YANISH E.Yu. 2013 - Commercial fish from ancient Olbia (1–3 rd centuries AD) and its neighborhood. *Zoologicheskiĭ Zhurnal* 92(9):1190-1200 DOI:10.7868/S0044513413090195

AVRAM A. 2012 - Le rôle des *époikoi* dans la colonisation grecque en mer Noire : quelques études de cas, *Pallas, Revue d'études antiques* 89, p. 197-211. DOI : https://doi.org/10.4000/pallas.854

BARALIS A., LUNGU V. 2021 - Colonising the Southern Sectors of the Danubian delta: the Settlement of Caraburun Acic-Suat. *In:* D. BRAUND, V.-F. STOLBA, U. PETER, *Environment and Habitation around the Ancient Black Sea*, de Gruyter, p. 91-120.

BARALIS A., LUNGU V., DUPONT P., BASTIDE M., BONY G., CARAIRE G., COMFORT A., DELFIEU R., GUY M., JUBEAU T., KANIEWSKI D., LEBOUTEILLER P., MARINOVA-WOLFF E., MONTAGNE-PERRUCHON B., MORHANGE C., MUSAT-STREINU A., POPOVA T., PETRESCU M., ROSSIGNOL I., SLAVOVA I., STREINU M., STERNBERG M. 2017 - L'établissement d'Acic-Suat (commune de Baia, département de Tulcea). Méthodologie d'une enquête pluridisciplinaire, Muzeul de Istorie Nationala si arheologie Constanta, *PONTICA* L, 2017, p. 455-488.

BARALIS A., LUNGU V., PANAYOTOVA K., BLANCO T., BONY G., COMFORT A., CLAQUIN L., DELFIEU R., DOLEA A., DUPONT P., FLAUX C., GUY M., MUSAT A., NEDEV D., RIAPOV A., ROSSIGNOL I., SLAVOVA I., STREINU M., THIRIOT J. 2012 - Le programme ANR Pont-Euxin : bilan des campagnes 2012 à Apollonia du Pont (Sozopol, dpt. de Bourgas, Bulgarie), Caraburun et Orgamè / Argamum (Jurilovca, dpt. de Tulcea, Roumanie) , *Dialogues d'Histoire Ancienne 38/2* (2012), p. 165-187.

BATS M. 1986 - Définition et évolution du profil maritime de Marseille grecque (VI^e-I^er s. av. J.-C.). *In:* N. Desse-Berset (Éd), *L'exploitation de la mer. La mer, moyen d'échange et de communication*, VI^e Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire, Antibes, octobre 1985, Juan-les-Pins, p. 31-53.

BATS M. 1988 - *Vaisselle et alimentation à Olbia de Provence (v. 350-v. 50 av. J.-C.). Modèles culturels et catégories céramiques*. Paris, éd. du CNRS, 271 p., 72 p. de pl., ill.

BATS M. 1992 - Marseille, les colonies massaliètes et les relais indigènes dans le trafic le long du littoral méditerranéen gaulois (V^e-I^er s. av. J.-C.). *In:* M. BATS, M. BERTUCCHI, G. CONGÈS, H. TRÉZINY (dir.), *Marseille grecque et la Gaule, Actes du Colloque international d'Histoire et d'Archéologie et du V^e Congrès archéologique de Gaule méridionale (Marseille, 18-23 novembre 1990), Études Massaliètes*, 3, ADAM-PUP, Lattes/Aix-en-Provence, p. 263-278.

BATS M. (dir.) 2006 - *Olbia de Provence (Hyères, Var) à l'époque romaine (1^er s. av J.-C.-VII^e s. ap. J.-C.), Études Massaliètes*, 9, Édisud-Centre Camille Jullian, 476 p., ill.

BATS M. 2012 - Les phocéens, Marseille et la Gaule (VII[e]-III[e] s. av. J.-C.), *Pallas, Revue d'études antiques*, 89, p. 145-156.

BENOÎT F. 1959 - L'économie du littoral de la Narbonnaise à l'époque antique : le commerce du sel et les pêcheries, *Rivista di Studi Liguri*, XXV, p. 87-110.

BENOÎT F. 1965 - *Recherche sur l'hellénisation du midi de la Gaule*, Aix-en-Provence, 355 p.

BIVOLARU A., ASĂNDULESEI A., VLADU A. 2021 - Tiberiu Bogdan Sava, Istros, Black Sea Coast, Romania: a geoarchaeological perspective on the location of the harbour(s). *In*: S. DEMESTICHA, L. BLUE (Éd), *Under the Mediterranean* I, Sidestonepress, Leiden, p. 299-320. HELEN FARR & DORIT

BRENTCHALOFF D. 2004 - Tout savoir sur la *Maena*, *SFECAG*, Actes du Congrès de Vallauris, p. 431-434.

BUXO I CAPDEVILLA R. 1991 - Échantillonnage et enregistrement des prélèvements. *In*: M. PY (dir.), *Système d'enregistrement, de gestion et d'exploitation de la documentation issue des fouilles de Lattes*, *Lattara* 4, ARALO, p. 101-114.

CLERC M. 1927-1929 - *Massalia, Histoire de Marseille dans l'Antiquité. Des origines à la fin de l'empire romain d'Occident*, 2 tomes : I, Marseille, 1927, II, 1929.

COLLIN-BOUFFIER S. 2008 - Le poisson dans le monde grec, mets d'élites ? *In*: J. Leclant, A. Vauchez, M. Sartre, *Pratiques et discours alimentaires en Méditerranée de l'Antiquité à la Renaissance.* Actes du 18[e] colloque de la Villa Kérylos à Beaulieu-sur-Mer les 4, 5 et 6 octobre 2007. Paris : Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, p. 91-121 (Cahiers de la Villa Kérylos, 19).

EPHREM B. 2014 - *Piscatores Oceanici et Garumnae : pour une approche de l'archéo-ichtyologie de la pêche en Aquitaire romaine*, Bordeaux : Supplément Aquitania, 32, 250 p., ill.

EPHREM B. 2019 - First archaeozoological evidence of freshwater fish on the island of Delos (Greece): fishing and resource management in the Sacred Lake during Hellenistic period, *Journal of Archaeological Science*, 28, 102029. (10.1016/j.jasrep.2019.102029). (hal-02387721)

GOUPIL S. 2007 - La construction de l'identité alimentaire campagnarde dans les comédies d'Aristophane , *Cahiers des études anciennes*, XLIV, p. 89-107.

GRANCHAMP L. 2019 - Penser l'alimentation d'un point de vue décolonial, *Revue des sciences sociales* 61, 1, p. 132-141. http://journals.openedition.org/revss/3611 ; DOI : https://doi.org/10.4000/revss.361

HICHEM M., QUIGNARD J.-P. 2018 - Les poissons des lagunes et des estuaires de Méditerranée 1- Diversité, bioécologie et exploitation, ISTE Éditions, 286 p., ill.

ICARD N., SZABADOS A.-V. 2014 - Le poisson dans la Grèce ancienne : un aliment déconsidéré ? *In*: S. COSTAMAGNO (dir.), *Histoire de l'alimentation humaine : entre choix et contraintes*. Actes du 138[e] Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, « Se nourrir : pratiques et stratégies alimentaires », Rennes, 2013. Paris : Éditions du CTHS, p. 250-264. (Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques, 138-2).

LE GALL O. 1984 - *L'ichtyofaune d'eau douce dans les sites préhistoriques. Géologie, paléoécologie, palethnologie*, Cahiers du Quaternaire n°8, CNRS éd., Bordeaux, 1984, 196 p.

LIBOIS R-M., HALLET-LIBOIS C. 1988 - Éléments pour l'identification des restes crâniens des poissons dulçaquicoles de Belgique et du Nord de la France. 2- Cypriniformes, *Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie*. Série A : poissons, J. Desse et N. Desse-Berset (Éd.), APDCA, Juan-les-Pins, 24 p.

LIBOIS R-M., HALLET-LIBOIS C., ROSOUX R. 1987 - Éléments pour l'identification des restes crâniens des poissons dulçaquicoles de Belgique et du Nord de la France. 1 Anguilliforme, Gastérostéiformes, Cyprinodontiformes et Perciformes, *Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie*. Série A : poissons, J. Desse et N. Desse-Berset (Éd.), APDCA, Juan-les-Pins, 15 p.

MALKIN I. 2018 - Un tout petit monde. Les réseaux grecs de l'Antiquité, Les Belles Lettres, Mondes anciens, 6, 2018, 392 p.

MION L., ANDRÉ T., MAILLOUX A., STERNBERG M., MORALES MUNIZ A., ROSELLO-IZQUIERDO E., LLORENTE RODRÍGUEZ L., HERRSCHER E. 2022 – Contribution to Mediterranean medieval dietary studies: stable carbon and nitrogen isotope data of marine and catadromous fish from Provence (9[th] -14[th] CE), *Data in Brief*, 41, 10801. https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108016

MORALES A., ANTIPINA Y., ANTIPINA A., ROSELLO IZQUIERDO E. 2007 - An ichthyoarchaeological survey of the ancient fisheries from the Northern Black Sea Coast, *Archaeofauna*, 16, p. 117-172.

MOREL J.-P. 1986 - À la recherche d'un territoire : le cas de Marseille, *In:* Le territoire de Marseille grecque, Études massaliètes, I, p. 161-178.

MYLONA D. 2008 - *Fish-eating in Greece from the fifth century B.C. to the seventh century A.D. A story of impoverished fishermen or luxurious fish banquets?,* BAR International Series 1754, 171 p., ill.

MYLONA D. 2016 - Fish and seafood consumption in the Aegean: variations on a theme. *In*: T. BEKKER-NIELSEN, R. GERTWAGEN (Éd.), *The Inland Seas: Towards an Ecohistory of the Mediterranean*, Stuttgart: Franz Steiner, p. 57-84.

MYLONA D. 2020 - Marine resources and coastal communities in the Late Bronze Age Southern Aegean: A seascape approach, *American Journal of Archaeology*, Volume 124, Number 2, April, p. 179-213.

OTEL V. 2007 - *Atlasul pestilor din rezervatia biosferei delta dunarii,* Éd. Centrul di informare tehnologica delta dunarii, 2007.

PIQUÈS G. 2002 - L'ichtyofaune. *In*: M. Py et R. Roure, Le Cailar (Gard), un nouveau comptoir lagunaire protohistorique au confluent du Rhôny et du Vistre, *Documents d'archéologie méridionale*, 25, p. 171-214.

PIQUÈS G. 2010 - Consommation et mode d'approvisionnement du poisson à *Lattara* au Ve s. av. n.-è., *Lattara* 21, p. 387-417.

RADU V. 2003 - *Exploitation des ressources aquatiques dans les cultures néolithiques et chalcolithiques de la Roumanie méridionale*. Aix-en-Provence : Université de Provence, 2003. Thèse de doctorat, 438 p. ill.

RADU V. 2005 - *Atlas for the identification of bony fish bones from archaelogical sites*, Asociata romana de arheologie, Studii de Preistorie, Supplementum, 1/2005, Bucaresti : edittura Contrast, 77 p. ill.

RADU V. 2006 - Study of the faunal material (molluscs, fish, reptiles and birds) from a pit with human bones (Babadag culture) discovered in precolonial level at Orgame (Jurilovca, Tulcea county). *In*: M. MANUCU-ADAMESTEANU (Éd.)., *Orgame/Argamum. À la recherche d'une colonie*, Actes du *Colloque International : 40 ans de recherche archéologique à Orgame/Argamum, Bucarest-Tulcea-Jurilovca, 3-5 octobre 2005*. Bucarest : Éd. AGIR, p. 109-113.

STERNBERG M. 1995 - *La pêche à Lattes dans l'Antiquité à travers l'analyse de l'ichtyofaune*, Mélanges d'histoire et d'archéologie de Lattes, *Lattara* 8, Éditions de l'Association pour la recherche archéologique en Languedoc oriental, 152 p. ill.

STERNBERG M. 1998 - Les produits de la pêche et la modification des structures halieutiques en Gaule Narbonnaise du IIIe s. av. J.-C. au Ier s. ap. J.-C. *Mélanges de l'école française de Rome* - Antiquité, tome 10, 1, p. 81-109.

STERNBERG M. 2006 - Les poissons. *In*: M.Bats (dir.), *Olbia de Provence (Hyères, var) à l'époque romaine (1er s.av J.-C. - VIIe s. ap. J.-C.)*, chap. X, *Études Massaliètes*, 9, p. 431-449.

STERNBERG M. 2007 - Pêche et exploitation des milieux aquatiques du VIIIe s. au VIe s. av. n.-è. à la Rabita de Guardamar. *In*: P. ROUILLARD, E. GAILLEDRAT ET F. SALA SELLÉS (dir.), *Fouilles de la Rabita de Guardamar II. L'établissement protohistorique de la Fonteta (fin VIIIe-fin VIe s. av. J.-C.)*, Collection de la Casa de Velasquez, 96, p. 372-398.

STERNBERG M. 2015 - L'utilisation des animaux dans l'économie alimentaire d'un quartier de Montlaurès aux VIe et Ve s. av. J.-C. *In*: C.- A. DE CHAZELLES, D. UGOLINI (dir.), *Montlaurès (Narbonne, Aude) à la fin du premier Âge du Fer*, Monographies d'Archéologie Méditerranéenne. Montagnac : Éditions Monique Mergoil, p. 489-509.

STERNBERG M. 2017 - *L'archéo-ichtyologie - Échantillonner et prélever les données sur le terrain de la Protohistoire à l'Antiquité. Fiche méthodologique n° 1 : comment prélever. Principes de bases relatifs aux prélèvements*, dépôt sur HAL-archives ouvertes.fr, juillet 2017. https://hal.archives-ouvertes.fr/cel-01562910

STERNBERG M. 2019 - Une activité de pêche ciblée du Ve s. av. n.-è. à l'Antiquité tardive : le témoignage de l'archéo-ichtyofaune, *In*: C. LANDURÉ, P. ARCELIN, G. ARNAUD-FASSETTA, *Le village de la Capelière en Camargue*, Presse Universitaire de Provence, Bibliothèque d'archéologie méditerranéenne et africaine 26, Aix-en-Provence p. 321-350.

THEODOROPOULOU T. 2007a - L'exploitation des ressources aquatiques en mer Égée septentrionale aux périodes pré- et protohistoriques. Paris : Université de Paris 1 - Panthéon-Sorbonne, Thèse de doctorat, 628 p., ill.

THEODOROPOULOU T. 2007b - La mer dans l'assiette : l'exploitation des faunes aquatiques dans l'alimentation en Egée pré- et protohistorique. *In*: C. MEE ET J. RENARD (Éds.), *Cooking up the Past. Food and Culinary Practices in the Neolithic and Bronze Age Aegean*. Oxford: Oxbow Books, p. 71-88.

THEODOROPOULOU T. 2008 - Stratégie de pêche en Égée septentrionale au Néolithique et à l'Âge du bronze : paramètres environnementaux et culturels, *In:* P. BÉAREZ, S. GROUARD ET B. CLAVEL (dir), *Archéologie du poisson, 30 ans d'archéo-ichtyologie au CNRS, Hommage aux travaux de Jean Desse et Nathalie Desse-Berset. XXVIIIe Colloque International d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, XIVth ICAZ Fish remains working group meeting*, octobre 2007, p. 347-358.

THEODOROPOULOU T. 2011 - Entre terre et mer : le territoire des pêcheurs égéens. *In*: G. KOURTESSI-PHILIPPAKIS, R. TREUIL (Éds.), *Archéologie du territoire de l'Égée au Sahara*. Publications de la Sorbonne, Cahiers archéologiques de Paris 1, Paris, p. 271-282.

THOMPSON D'A.-W. 1947 - A Glossary of Greek fishes. London: Oxford University Press, St. Andrews university publications, 45, 302 p. ill.

VIKA E., ARAVANTINOS V., RICHARDS M.- P. 2009 - Aristophanes and stable isotopes: a taste for freshwater fish in Classical Thebes (Greece)? *Antiquity* 83, p. 1076-1083. https://doi.org/10.1017/S0003598X00099361

VIKA E., THEODOROPOULOU T. 2012 - Re-investigating fish consumption in Greek Antiquity: results from δ13C and δ15N analysis from fish bone collagen. *Journal of Archaeological Science*, 39 (5), p. 1618-1627. https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.01.016

ZOHAR I., BELMAKER M. 2005 - Size does matter: methodological comments on sieve size and species richness in fish-bone assemblages. *Journal of Archaeological Science*, 32 (4), p. 635-641. https://doi.org/10.1016/S0305-4403(03)00037-2

A TECHNICAL ADAPTATION? SHELL DYE EXTRACTION ON THE EVE OF THE ROMAN CONQUEST IN GAUL (PORT-BLANC, HOEDIC ISLAND, FRANCE)

Catherine Dupont[a], Anna Baudry[b], Marie-Yvane Daire[a], Laurent Barillé[c]

a. *CNRS, CReAAH, Centre de Recherche en Archéologie Archéosciences Histoire, UMR 6566, Rennes University, Campus Beaulieu, bât. 24-25 -CS74205, FR-35042 Rennes Cedex ; catherine.dupont@univ-rennes1.fr, marie-yvane.daire@univ-rennes1.fr*

b. *Inrap Nouvelle-Aquitaine et Outre-Mer, CReAAH, Centre de Recherche en Archéologie Archéosciences Histoire, UMR 6566, 122 rue de la Bugellerie, FR-86000 Poitiers ; anna.baudry-dautry@inrap.fr*

c. *Université de Nantes, ISOMER, Faculté des Sciences et des Techniques, BP 92208, 2 rue de la Houssinière, FR-44322 Nantes ; laurent.barille@univ-nantes.fr*

HORS-SÉRIE

Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène

DÉCEMBRE 2022

THÈME 1 | Les occupations côtières de la Préhistoire à l'actuel : adaptations des populations humaines au milieu littoral, utilisation des ressources marines et réseaux de diffusion

PAGES 144 À 161

KEY-WORDS Iron Age, Romans, dog whelks, murex, dye, shell, archaeomalacology, maritime archaeology, island, protohistory.

ABSTRACT

Islands are variously interpreted either as areas closed in on themselves or open to different horizons, depending on the point of view. Excavations at the Port-Blanc site, on Hoedic Island, dated to the Iron Age, record both these aspects in the northwest of France, from the Middle La Tène to the end of the Final La Tène. They shed light on the evolution of this settlement, from its installation to its abandonment. The inclusion of faunal remains from the outset of the excavation allows to describe a varied exploitation of animals, including mammals, fish, birds, crustaceans and marine molluscs. The latter are the subject of this article.

The sampling protocol implemented at the time of excavation revealed a rarely equalled diversity of marine invertebrates in archaeology along the European Atlantic coast. This variety is linked to the multiple origins of these shellfish. The malacofaunal spectrum of small species (< 10 mm), composed of juvenile to adult individuals, points to aeolian transport with algae during storms for some of them. Others were indeed processed by the occupants of Port-Blanc. Two uses are highlighted: food and dyeing. The first implies the consumption of limpets, followed by mussels, thick top shells and European clams. The second is the exploitation of the dog whelk *Nucella lapillus* and the murex and oyster drill *Ocenebra erinaceus*. The proportions of these species vary along with the different phases of occupation of Port-Blanc. The beginning of the occupation in the Middle La Tène indicates an intentional exploitation of the low foreshore levels by the presence of the *Ocenebra erinaceus*. This species identified at Port-Blanc is the French Atlantic murex, which is most similar in appearance to the flagship species of Mediterranean purple dye production: *Hexaplex trunculus*. We thus postulate a possible technical transfer of this high added value activity via Mediterranean influences. This scenario is compared to other archaeological and historical data. In the Late La Tène period, dye extraction was transferred to another species, the dog whelk. Using biometric data and fragmentation data for species used for dyeing, we describe the different stages of exploitation, from collection to abandonment in the Port-Blanc dumping areas.

RÉSUMÉ

Une adaptation technique ?
L'extraction de colorant sur coquillages à l'aube de la conquête romaine en Gaule (Port-Blanc, île d'Hoedic, France)

Les îles sont interprétées, suivant les points de vue, soit comme des espaces refermés sur eux-mêmes, soit ouverts vers différents horizons. Les fouilles du site de Port-Blanc, daté de l'âge du Fer, documentent ces deux aspects du territoire de l'île d'Hoedic au nord-ouest de la France, de La Tène moyenne à la fin de La Tène finale. Elles permettent de suivre l'évolution de cet habitat, de son installation à son abandon. La prise en compte, dès la fouille, des vestiges fauniques permet d'y décrire une exploitation variée d'animaux dont des mammifères, des poissons, des oiseaux, des crustacés et des mollusques marins. Ces derniers font l'objet de cet article.

Le protocole de prélèvement mis en place dès la fouille permet de décrire une diversité d'invertébrés marins rarement égalée en archéologie le long du littoral atlantique européen. Cette variété est liée aux origines multiples de ces coquillages. Le cortège malacofaunique d'espèces de petites dimensions (< 10 mm) composé d'individus juvéniles à adultes témoignent du transport éolien de certains d'entre eux avec des algues lors de tempêtes. D'autres ont bel et bien été exploités par les occupants de Port-Blanc. Deux utilisations sont mises en évidence : l'alimentation et la teinture. La première implique la consommation de patelles suivies de la moule, de la monodonte et de la palourde européenne. La seconde correspond à l'exploitation du pourpre *Nucella lapillus* et du murex *Ocenebra erinaceus*. Les proportions de ces espèces varient dans les différentes phases d'occupation de Port-Blanc. Le début de l'occupation à La Tène moyenne témoigne d'une exploitation volontaire des bas niveaux de l'estran. Elle est mise en évidence par plusieurs observations faites sur le murex *Ocenebra erinaceus* telles ses proportions par rapport aux autres espèces, la taille de ses individus et son biotope. L'espèce de murex identifiée à Port-Blanc est celle présente en Atlantique français, qui s'apparente le plus, par son aspect, à l'espèce phare de la production de colorant pourpre en Méditerranée : l'*Hexaplex trunculus*. L'hypothèse est posée d'un possible transfert technique de cette activité de haute valeur ajoutée via des influences méditerranéennes par mimétisme sur une espèce de forme apparentée. Ce scénario est confronté aux autres données archéologiques ou historiques. À La Tène finale, l'extraction de colorant est transférée sur une autre espèce, le pourpre. Les données biométriques et liées à la fragmentation des espèces tinctoriales permettent de décrire les étapes de leur exploitation, de leur collecte à leur abandon dans les zones de rejets de Port-Blanc.

MOTS-CLÉS Âge du Fer, Romains, pourpre, murex, teinture, coquillages, archéomalacologie, archéologie maritime, île, Protohistoire.

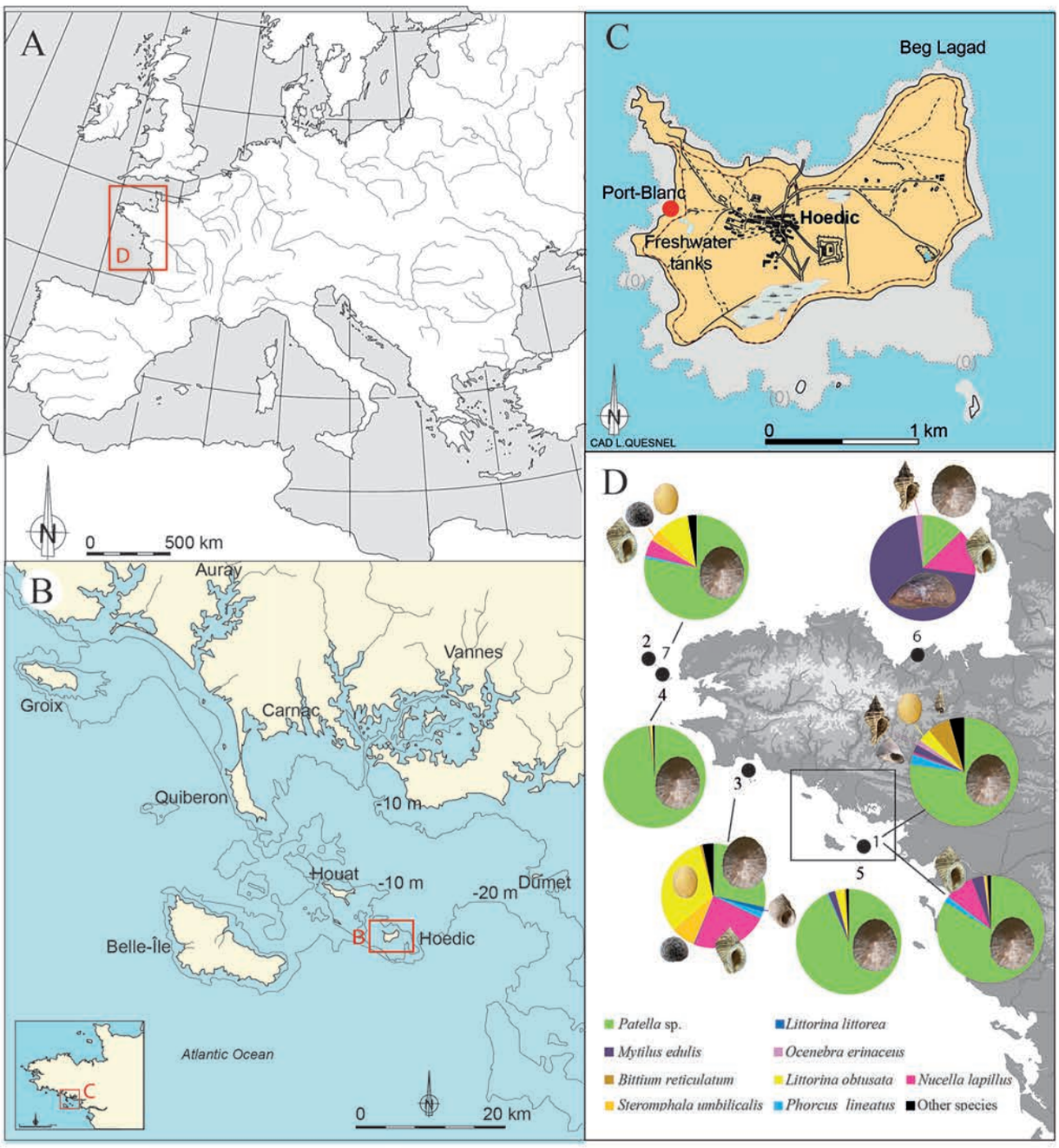
INTRODUCTION

The perception of the ocean varies depending on whether one lives on an island or on the continental coast. It is also influenced by the past of each civilisation (Rainbird 2000). The ocean may be a barrier for some, but may be a privileged area of passage, for others. Scenarios of isolation and interaction with islands are varied (Erlandson 2008). The French coastline and its islands are a magnificent playground for archaeologists (Billard 2019). Indeed, the smallest islands have escaped massive urbanisation and some of them are genuine heritage reserves where archaeological remains are very well represented and preserved (Daire 2009). Hoedic is one of those islands with archaeological records dating back to prehistoric times (Péquart and Péquart 1954). It contains one of the rare emblematic Mesolithic shell middens in France, combining a living place and a prehistoric cemetery. Alignments of standing stones also document Neolithic presence on the island (Large and Mens 2009). Our paper deals with a later site dating from the Metal Ages (Protohistory) located on Port-Blanc beach. On account of current erosion, amputation by anthropic action and very promising scientific potential, a research project was set up to study and excavate the site (Daire and Baudry 2018). The aim of the fieldwork was to record a coastal activity, namely salt extraction, in association with domestic settlement. The site had been detected on the cliff prior to excavation by the presence of clay-lined pits characteristic of salt extraction. Archaeological fieldwork has led to the description, not only of this specialised activity, but also of a settlement occupied during the late Iron Age, comprising waste from other activities (Daire and Baudry 2018). This last point is developed in this article focusing on marine shell exploitation and use. Here, we describe the methodology implemented in the field and in the laboratory, and present the activities revealed by the shells. Their variations over time are examined in relation to historical trends of great geographical scope, such as potential Mediterranean influences.

THE SITE OF PORT-BLANC

Description of the site

The Port-Blanc site is located along the western facade of the island of Hoedic (**fig. 1**). Excavations were carried out from 2004 to 2010 under the direction of M.-Y. Daire (**fig. 2-A**). Port-Blanc is made up of diverse structures, some of which are linked to salt extraction, and others to domestic settlement (Daire and Baudry 2018). The excavated dumps are composed of a wide variety of faunal remains (Daire and Baudry 2018). Several phases of Iron Age occupation have been identified owing to the associated archaeological artefacts (Daire and Baudry 2018). Phase 1, dated to the Middle La Tène (second half of the third century BC) corresponds to the initial settlement with salt production. Phases 2, 3 and 4 are successive Late La Tène settlements (early second to mid-first century BC). Phase 2 corresponds to the formation of several dumps, as well as to the development and structuring of the domestic settlement, which undergoes reorganisation in phase 3. At the same



— FIGURE 1 —

A to C - Location of Port-Blanc and D- malacofaunal spectra of Iron Age island sites (1 Port-Blanc: top Middle La Tène, MNI = 666; bottom Late La Tène, MNI = 94 812; 2 Mez Notariou, first Iron Age, MNI <50; 3 Ile aux Moutons, La Tène, MNI = 1157; 4 Triélen, La Tène, MNI = 436; 5 Sterflant, Late La Tène, MNI = 1479) and earlier sites with dye production (6 Prés Biards, Early La Tène, MNI = 140, 7 Tariec vraz, Bronze Age, MNI = 117, CAD L. Quesnel & C. Dupont, after Dupont and Mougne 2015, Daire and Baudry 2018).

A à C- Localisation du site de Port-Blanc et D- spectres malacofauniques des sites insulaires de l'âge du Fer (1 Port-Blanc : en haut La Tène moyenne, MNI = 666 ; en bas La Tène finale, MNI = 94812 ; 2 Mez Notariou, premier âge du Fer, NMI <50 ; 3 Ile aux Moutons, La Tène, MNI = 1157 ; 4 Triélen, La Tène, MNI = 436 ; 5 Sterflant, La Tène finale, MNI = 1479) et des sites antérieurs à production de pourpres (6 Prés Biards, La Tène ancienne, MNI = 140, 7 Tariec vraz, Bronze Age, MNI = 117, DAO L. Quesnel & C. Dupont, D d'après Dupont et Mougne 2015, Daire et Baudry 2018).

time, some structures are dismantled and the salt production activity is abandoned. In the middle of the first century BC, which corresponds to phase 4, the habitat is intentionally abandoned and quickly covered by a sandy dune. Sporadic occupations of the site are visible during phase 5 (end of the first century BC to the beginning of the first century AD).

Field excavation methods

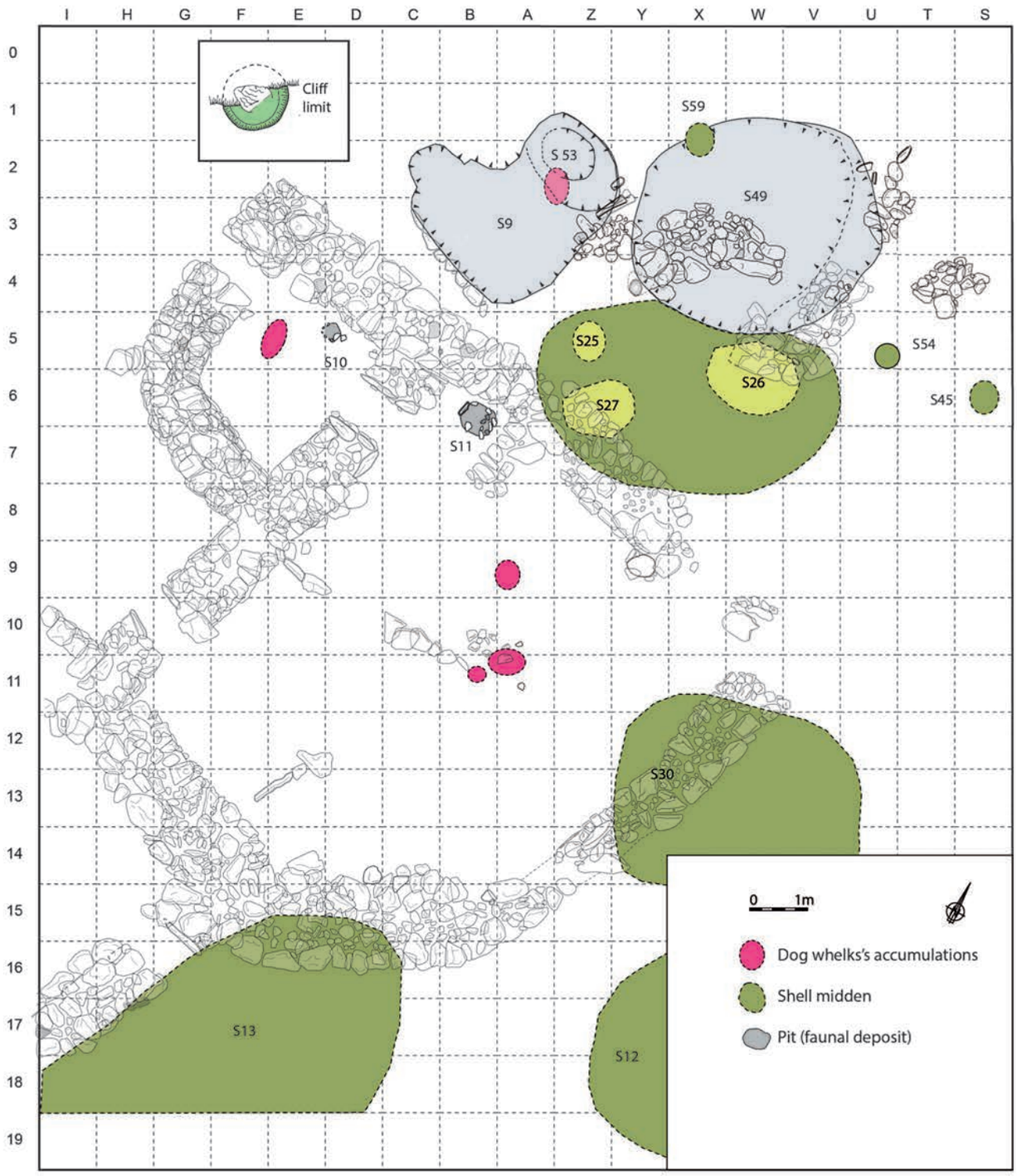
The faunal remains were integrated with the scientific issues at the outset of the excavation program. A sampling protocol adapted to faunal ecofacts and artefacts was implemented under the responsibility of A. Baudry (Baudry 2018, p. 41-44) (**fig. 2-B**). Collection of the largest elements

— FIGURE 2 —

Different stages in the study of the Port-Blanc fauna; A- Excavation, B- Sieving of the sediments with fresh water through 2 and 4 mm meshes, C- Concentration of limpets in the field, D- Concentration of dog whelk shells in the field, E- Drying of the sieved sediments, F- Sorting and studying of the artefacts in the laboratory (Photos A and B: M.Y. Daire, C to E: A. Baudry, F: C. Dupont).

Différentes étapes de l'étude de la faune de Port-Blanc ; A- La fouille, B- Le tamisage des sédiments à l'eau douce à 2 et à 4 mm, C- Concentration de patelles en cours de fouille, D- Concentration de pourpres en cours de fouille, E- Séchage des refus de tamis, F- Tri et étude des artefacts en laboratoire (Photos A et B : M.Y. Daire, C à E : A. Baudry, F : C. Dupont).

observed on sight was completed by the fresh-water sieving of sediments on columns of 4 mm and 2 mm square meshes (**fig. 2-B**). Subsequently, all fractions larger than 4 mm were sorted. The density of the material was so high that the treatment of the finest fraction was only partially carried out (10 %). During the excavation, concentrations of limpets and dog whelks were observed (**fig. 2-C** and **D, fig. 3**). The sieving of more than 3,000 litres of sediment revealed numerous bone and shell fragments including: terrestrial and marine mammals, marine and terrestrial birds, small mammals, marine fish, amphibians, reptiles, echinoderms, crustaceans and molluscs (Daire and Baudry 2018, p. 161).



— FIGURE 3 —

Superposition of excavated levels and location of shelly concentrations (CAD L. Quesnel, M.Y. Daire; after Daire and Baudry 2018).

Superposition des niveaux fouillés et localisations des concentrations coquillères (DAO L. Quesnel, M.Y. Daire ; d'après Daire and Baudry 2018).

Methods of analysis of marine molluscs

All the marine invertebrates extracted on sight during the excavation were analysed. Sampling was carried out on large quantities of the shells recovered on sieves, in order to represent all the phases of site occupation.

Mollusc identification is based on the shape and thickness of shells, its hinge for bivalves, the shape of the peristome for gastropods, ornamentation, as well as the imprints left on the shell by the animal's flesh, in particular muscular and ligament imprints. Shell identification was based on reference works (Tebble 1966; Lindner 1976; Poppe and Goto 1991, 1993; Hayward and Ryland 2007) and the

comparative reference collection of the CReAAH Gruet & Dupont (CReAAH, University of Rennes 1). The scientific names have been updated according to the WoRMS (WoRMS, 2022).

Marine invertebrate fragments were sorted and weighed (unit = gram). For counts, the NISP or number of remains and the MNI or minimum number of individuals were used (Dupont 2006, Dupont *in* Daire and Baudry 2018).

For periwinkles, limpets, thick top shells (Dupont 2006), dog whelks and oyster drills (Dupont 2011), fragmentation typologies were applied in order to evaluate the state of preservation of the malacofaunal remains, and also to determine the origin of breakage (anthropogenic or natural), and even the action generating fragmentation (crushing, lateral breakage). The best-preserved shells were then measured. When they were broken, correlation equations were sought to establish the link between part of the test and its original size. Such reconstruction was possible for dog whelks based on the longest peristome length.

THE SHELLS OF PORT-BLANC

Origins of the presence of shells

A total of 181 kg of marine molluscs were studied, with a MNI of 109 366 and a NR of 579 979 (**fig. 4, tabl. 1**). A complete study of these molluscs is presented in the site monograph (Daire and Baudry 2018, p. 182-222). The key points are summarized below. Observed specific diversity is high with the identification of at least 35 gastropods, 29 bivalves, a chiton polyplacophore and a cuttlefish cephalopod. This high diversity is linked to several factors, such as the good conservation at Port-Blanc, the excavation techniques that allowed for the specific identification of infra-centimetric species, and the multiplicity of factors at the origin of the presence of these shells in the formation of the archaeological site.

The proportions, dimensions and recurrent presence of molluscs on other archaeological sites make it possible to identify at least six species as food products, with sizes generally exceeding 20 mm. We have shown in previous works that this can be considered as a cut-off size for the consumption of molluscs since prehistory (Dupont 2006). The consumed species are, in decreasing order of proportions (MNI): the three species of limpets, the mussel, the thick top shells and the European clam. In the **table 1**, the limpets are listed as *Patella* sp. because not all shells counted as individuals could have been determined at the species level. This fact is linked to the poor state of preservation of their external surface of some limpets' shells. Among these species, the limpet (*Patella vulgata, P. ulyssiponensis, P. depressa*) totally dominates the corpus. This is not new for island territories during Protohistoric times in the north-western part of France. It confirms the attraction for this convenient species in terms of its mass of flesh. This gastropod is easily visible and readily accessible on the foreshore (Dupont and Mougne 2015; Mougne 2015). Other secondarily exploited species are mussels *Mytilus edulis* and thick top shells *Phorcus lineatus*, which can also be readily collected on rocky foreshores with no technical investment. The exploitation of the European clam *Ruditapes decussatus* seems to be marginal. The presence of dog whelks *Nucella lapillus* and oyster drills *Ocenebra erinaceus* in Port-Blanc is linked to dyeing. Although *Nucella lapillus* (Russell *et al.* 1995; Dupont and Marchand 2021) and *Ocenebra erinaceus* (Dupont 2021) are known to have been consumed, the systematic breakage of these species attests to the extraction of a gland with dyeing properties (**fig. 5**). These breaks are not observed on other gastropods, which were probably boiled to gain access to the animal's flesh. The dog whelk and the oyster drill were broken one by one to reach their hypobranchial gland with dyeing properties. Their biotope is similar to that of consumed species: the rocky foreshore (Poppe and Goto 1993).

Among the identified species in Port-Blanc, many gastropods do not exceed 20 or even 15 mm in length at the adult stage (e.g., **fig. 4** species n° 49 to 66; Daire and Baudry 2018, p. 203). They show no evidence of death before transport to the site, such as shape deformation linked to marine erosion. This observation rules out their presence in marine sand at the site, of which they would have been a constituent. The most abundant of these small species show that all individuals are represented, from juveniles to adults (Daire and Baudry 2018, p. 203). Most of them live on rocks and particularly in algae (Mougne *et al.* 2013; Daire and Baudry 2018, p. 203).

These gastropods could therefore have been transported alive to Port-Blanc, while they were attached to seaweed. This scenario is possible via several agents: people and the wind. Indeed, algae can be used by humans as food, fodder, litter, fuel, or to keep food in a cool and humid marine atmosphere (Bonsall *et al.* 1994; O'Sullivan and Breen 2011; Mooney 2018; Blanz *et al.* 2022). Seaweed can also be transported by the wind and streams (Wickham *et al.* 2020), during storms for example. Only preferential locations could back up one of these hypotheses. Storm action is recurrent in archaeology and small marine gastropods (for example, *Steromphala* sp. and *Littorina obtusata*) are regularly found with dune snails, such as in pre- and protohistoric island sites (Dupont 2019). At Port-Blanc, the wind is the only identified accumulator of these algae. This explains the sporadic abundant presence of certain species on the site, such as during the Middle La Tène period: presence of small species, such as *Littorina obtustata* and *Bittium reticulatum* with sand snails. Their presence could correspond to a phase of site opening, or even abandonment, between two main occupation phases; the Middle La Tène and the Late La Tène. In addition, we observe the fortuitous presence of small bivalves at Port-Blanc. They may have accompanied storm deposits transported from the beach to the site by the wind. They may also have stuck to the containers used to transport shellfish.

Larger bivalves were probably less conspicuous. Amongst these, several are subtidal or occupy low foreshore levels. However, they were not transported alive to the site (for example, marine worms may have settled on the inner surface of their valve). They could have been used as containers or as spoons, but these two uses do not necessarily leave traces and therefore cannot be confirmed.

— FIGURE 4 —

Determined molluscs at Port-Blanc; ●: food; ■: dye; 1 Mytilus edulis *46 mm, 2* Pecten maximus *65 mm, 3* Ostrea edulis *93 mm, 4* Mimachlamys varia *14 mm, 5* Anomia ephippium *12 mm, 6* Cerastoderma *sp, 2 mm, 7* Laevicardium crassum *49 mm, 8* Parvicardium minimum *4 mm, 9* Acanthocardia tuberculata *63 mm, 10* Ruditapes decussatus *27 mm, 11* Venus verrucosa *37 mm, 12* Solen marginatus *15 mm, 13* Lutraria *sp. 38 mm, 14* Callista chione *44 mm, 15* Spisula subtruncata *17 mm, 16* Chamelea striatula *7 mm, 17* Striarca lactea *8 mm, 18* Lucinella divaricata *13 mm, 19* Hiatella arctica *11 mm, 20* Dosinia *sp.4 mm, 21* Lasaea adansoni *3 mm, 22* Nucula nucleus *8 mm, 23* Irus irus *7 mm, 24* Corbula gibba *9 mm, 25* Lasaea rubra *2 mm, 26* Gari *sp. 18 mm, 27* Loripes orbiculatus *8 mm, 28* Gouldia minima *8 mm, 29* Erycinacea *3 mm, 30* Chiton *sp. 7 mm, 31* Patella depressa *33 mm, 32 P.* vulgata *34 mm, 33* P. ulyssiponensis *40 mm, 34* Lepeta caeca *15 mm, 35* P. pellucida *14 mm, 36* Haliotis tuberculata *50 mm, 37* Diodora gibberula *6 mm, 38* Trivia monacha *9 mm, 39* Tritia pygmaea *7 mm, 40* Tritia incrassata *8 mm, 41* Ocenebra erinaceus *15 mm, 42* T. reticulata *24 mm, 43* Nucella lapillus *20 mm, 44* Steromphala cineraria *8 mm, 45* S. umbilicalis *15 mm, 46* Phorcus lineatus *24 mm, 47* S. pennanti *13 mm, 48* Littorina littorea *21 mm, 49 L.* saxatilis *5 mm, 50* Lacuna pallidula *13 mm, 51* L. parva *5 mm, 52* Littorina obtusata *13 mm, 53* Calliostoma zizyphinum *23 mm, 54* Lacuna pallidula *3 mm, 55* Tricolia pulus *4 mm, 56* Melarhaphe neritoides *3 mm, 57* Lacuna vincta *6 mm, 58* Peringia ulvae *3 mm, 59* Ecrobia ventrosa *3 mm, 60* Onoba semicostata *3 mm, 61* Cingula trifasciata *3 mm, 62* Manzonia crassa *3 mm, 63* Rissoa parva *4 mm, 64* Eulimella *sp. 3 mm, 65* Bittium reticulatum *5 mm, 66* Epitonium *sp. 7 mm (greatest length in mm / Photos and CAD C. Dupont).*

Mollusques déterminés à Port-Blanc ; ● : nourriture ; ■ : extraction de colorant ; 1 *Mytilus edulis* 46 mm, 2 *Pecten maximus* 65 mm, 3 *Ostrea edulis* 93 mm, 4 *Mimachlamys varia* 14 mm, 5 *Anomia ephippium* 12 mm, 6 *Cerastoderma* sp, 2 mm, 7 *Laevicardium crassum* 49 mm, 8 *Parvicardium minimum* 4 mm, 9 *Acanthocardia tuberculata* 63 mm, 10 *Ruditapes decussatus* 27 mm, 11 *Venus verrucosa* 37 mm, 12 *Solen marginatus* 15 mm, 13 *Lutraria* sp. 38 mm, 14 *Callista chione* 44 mm, 15 *Spisula subtruncata* 17 mm, 16 *Chamelea striatula* 7 mm, 17 *Striarca lactea* 8 mm, 18 *Lucinella divaricata* 13 mm, 19 *Hiatella arctica* 11 mm, 20 *Dosinia* sp. 4 mm, 21 *Lasaea adansoni* 3 mm, 22 *Nucula nucleus* 8 mm, 23 *Irus irus* 7 mm, 24 *Corbula gibba* 9 mm, 25 *Lasaea rubra* 2 mm, 26 *Gari* sp. 18 mm, 27 *Loripes orbiculatus* 8 mm, 28 *Gouldia minima* 8 mm, 29 *Erycinacea* 3 mm, 30 *Chiton* sp. 7 mm, 31 *Patella depressa* 33 mm, 32 *P. vulgata* 34 mm, 33 *P. ulyssiponensis* 40 mm, 34 *Lepeta caeca* 15 mm, 35 *P. pellucida* 14 mm, 36 *Haliotis tuberculata* 50 mm, 37 *Diodora gibberula* 6 mm, 38 *Trivia monacha* 9 mm, 39 *Tritia pygmaea* 7 mm, 40 *Tritia incrassata* 8 mm, 41 *Ocenebra erinaceus* 15 mm, 42 *T. reticulata* 24 mm, 43 *Nucella lapillus* 20 mm, 44 *Steromphala cineraria* 8 mm, 45 *S. umbilicalis* 15 mm, 46 *Phorcus lineatus* 24 mm, 47 *S. pennanti* 13 mm, 48 *Littorina littorea* 21 mm, 49 *L. saxatilis* 5 mm, 50 *Lacuna pallidula* 13 mm, 51 *L. parva* 5 mm, 52 *Littorina obtusata* 13 mm, 53 *Calliostoma zizyphinum* 23 mm, 54 *Lacuna pallidula* 3 mm, 55 *Tricolia pulus* 4 mm, 56 *Melarhaphe neritoides* 3 mm, 57 *Lacuna vincta* 6 mm, 58 *Peringia ulvae* 3 mm, 59 *Ecrobia ventrosa* 3 mm, 60 *Onoba semicostata* 3 mm, 61 *Cingula trifasciata* 3 mm, 62 *Manzonia crassa* 3 mm, 63 *Rissoa parva* 4 mm, 64 *Eulimella* sp. 3 mm, 65 *Bittium reticulatum* 5 mm, 66 *Epitonium* sp. 7 mm (plus grande mesure en mm / Photos et DAO C. Dupont).

Despite a rarely equalled diversity of marine mollusc species in archaeology along the French Atlantic coast, the exploitation of shellfish from Port-Blanc focused on two uses: food and dye extraction. Other natural contributions, such as storm deposits, may have increased the diversity of species found. In terms of this specific diversity, Port-Blanc is a good marker of the biodiversity of Breton waters during the Iron Age, with more than 65 species. The identification of different phases of use enables us to follow the exploitation of shellfish from the second half of the third century BC to the middle of the first century BC.

Malacofaunal spectrum and chronology

Littorina obtusata and *Bittium reticulatum* from the Middle La Tène period deposits are natural contributions. If we exclude these species from the malacofaunal spectrum, variations in the proportions of the main species emerge. The percentage of oyster drills in the Middle La Tène (**fig. 6**), which is over 1 %, is unprecedented at the scale of the French Atlantic coast for dye production (Dupont 2013). Its rate never exceeds this percentage and it is always linked to a greater proportion of *Nucella lapillus* (Dupont 2013). At Port-Blanc, the dominating presence of *Ocenebra erinaceus* indicates an intentional search for this shellfish. Indeed, this species is less accessible than *Nucella lapillus* as it is only accessible from the lowest foreshore levels. Proportions of dog whelks increase throughout time. These markers of dye production at Port-Blanc occur before the physical presence of Romans in Western Gaul (Galliou 2016). This may point to the possible imitation of this coeval Mediterranean activity. Indeed, *Ocenebra erinaceus* is more similar in appearance to *Hexaplex trunculus* than *Nucella lapillus* (**fig. 7A**) and this murex was the most commonly used for the production of purple dye in Antiquity (Macheboeuf 2005, p. 7). Another element argues in favour of a more intense exploitation of the low foreshore levels in the Middle La Tène, i.e., the proportions of limpet species. *Patella ulyssiponensis*, found in lowest tidal levels, is predominant in contrast to the other species from higher levels (Poppe and Goto 1993). Limpets' proportions vary inversely to those of dog whelks, i.e., their proportions are higher for all the intentionally exploited species by human populations at the beginning of the occupation. These changes are validated by statistical tests applied to proportions using the MNI and the length of limpets. After checking normality with the Shapiro Wilk test, the Box-Cox transformation was used to normalize data. Confidence intervals at 95% of *Nucella lapillus* and *Patella ulyssiponensis* proportions found for each phase were obtained using the Clopper-Pearson method. The difference between each proportion and the linear trend in proportions was tested with Chi-square tests. The average length of all *Patella* species between each phase was compared with a one-way ANOVA followed by a posteriori Tukey pairwise comparisons for a significance level of 1 %. All univariate tests were performed using PAST 4.05 (Hammer *et al.* 2001). The percentage of *Nucella lapillus* was significantly different between each phase and there was a significant linear increase from the first (0.6 %) to the last phase (37.7 %) (Chi-square tests, $P<0.01$) (**fig. 8-A**). There was an inverse significant trend for this species of *Patella* (**fig. 8-B**). The percentage of *Patella ulyssiponensis* was significantly different between each phase and there was a significant linear decrease from the first phase (43.6 %) to the last (12.1 %) (Chi-square test, $P<0.01$). Significant differences were observed between the average lengths of all *Patella* sp. during the five phases (One-way ANOVA, $p<0.01$) (**fig. 8-C**). Average length significantly increased from phase 1 to phases 3-4 (Tukey *a posteriori*, $P<0.01$), except for *P. vulgate*. The latest increased from phase 3-4 to phase 4-5 (Tukey *a posteriori*, $P<0.01$), but an opposite trend was observed for the two other species.

Thus, the consumption of this seafood could have been more intense at the beginning of the occupation. Gathering pressure could even have led to a decrease in the average size of limpets accessible on the foreshore in the first phase of occupation.

All oyster drills and dog whelks are systematically broken (more than 99 % of the MNI). The study of the fragmentation typology shows that these two molluscs underwent the same processing, i.e., they were broken one by one at their largest spire (**fig. 5**; **fig. 7B** and **C**). The broken area corresponds to the location of the dye gland. Another feature makes Port-Blanc stand out from other dye extraction sites (Dupont, Doyen 2017) ; the exploited sizes at Port-Blanc show that individuals smaller than 20 mm were frequently collected and processed (**fig. 9**). The average length of dog whelks reaches 16 mm for the last phase of site occupation and is 17 mm, if all phases are considered together. For oyster drills, it was impossible to reconstruct original sizes by correlation due to the lack of complete individuals. However, if we compare the longer length of the peristome to the total length of this murex, at least 25 % of them were smaller than 20 mm (**fig. 9**). This result is unprecedented at the scale of the Atlantic coast of France, as the oyster drill is generally less exploited and processed individuals are larger than 20 mm. This observation is one more element pointing to a deliberately targeted collection of this murex.

CONCLUSIONS

In recent years, studies of marine invertebrates increased for the Iron Age along the north-western French Atlantic coast (Le Bihan and Villard 2001; Daire *et al.* 2008; Maguer *et al.* 2009; Dupont *in* Daire and Hamon 2013; Mougne *et al.* 2013, 2014; Daire *et al.* 2015a), with a synthesis at the scale of the Atlantic coast of France (Mougne 2015) and island sites (Dupont and Mougne 2015, **fig. 1D**). The exceptional quantity and quality of preservation of the invertebrate remains from Port-Blanc enhance our knowledge of the use and processing of these molluscs on the islands during the Iron Age. They confirm that this protohistoric group took advantage of the local island environment with an outlet beyond the foreshore of the island of Hoedic.

Variations in the composition of the malacofaunal spectrum and shell dimensions tend to show significant pressure on low foreshore levels during the Middle La Tène period. The oyster drill was deliberately collected in the low levels of the rocky foreshores with limpets. The former is related to dyeing activities, the latter to food. Subsequently, dye extraction was developed on dog whelks, which remained accessible at low tide for longer than the oyster drill. From the Middle La Tène period onwards, limpets were one of the main consumed shellfish. This characteristic is typical of the long rocky shores of Breton island sites in Protohistoric periods (Dupont and Mougne 2015; Mougne 2015, fig. 1-D). Limpets could be collected with rudimentary tools, such as pebbles. The mussel may have been caught with bare hands. It seems that large mussel shells were selected directly from the rocks, located in areas exposed to swells. The thick top shell was also collected from rocks with bare hands. Given

Species	Weight (g)	% Weight	Right Valve	Left Valve	MNI	% MNI	NISP	% NISP
Gastropod								
Bittium reticulatum	5.61	0.00	-	-	500	0.46	535	0.09
Calliostoma zizyphinum	1.41	0.00	-	-	2	0.00	3	0.00
Cingula trifasciata	0.27	0.00	-	-	21	0.02	21	0.00
Diodora gibberula	0.01	0.00	-	-	1	0.00	1	0.00
Ecrobia ventrosa	0.01	0.00	-	-	1	0.00	1	0.00
Epitonium sp.	0.02	0.00	-	-	1	0.00	1	0.00
Eulimella sp.	0.01	0.00	-	-	1	0.00	1	0.00
Indeterminate Gastropod	0.52	0.00	-	-	3	0.00	41	0.01
Haliotis tuberculata	25.91	0.01	-	-	2	0.00	17	0.00
Lacuna pallidula	0.69	0.00	-	-	8	0.01	7	0.00
Lacuna parva	0.70	0.00	-	-	27	0.02	34	0.01
Lacuna vincta	0.37	0.00	-	-	2	0.00	2	0.00
Lepeta caeca	0.43	0.00	-	-	1	0.00	1	0.00
Littorina littorea	15.12	0.01	-	-	18	0.02	18	0.00
Littorina obtusata	83.40	0.05	-	-	653	0.60	605	0.10
Littorina saxatilis	0.06	0.00	-	-	1	0.00	1	0.00
Littorina sp.	0.09	0.00	-	-	1	0.00	2	0.00
Manzonia crassa	0.02	0.00	-	-	2	0.00	2	0.00
Melarhaphe neritoides	0.01	0.00	-	-	1	0.00	1	0.00
Nucella lapillus	22 408.60	12.36	-	-	13 716	12.54	44 245	7.63
Ocenebra erinaceus	267.47	0.15	-	-	207	0.19	575	0.10
Onoba semicostata	0.01	0.00	-	-	3	0.00	3	0.00
Patella pellucida	2.52	0.00	-	-	5	0.00	5	0.00
Patella sp.	132 799.60	73.26	-	-	87 754	80.24	378 611	65.28
Peringia ulvae	0.01	0.00	-	-	1	0.00	1	0.00
Phorcus lineatus	5 403.82	2.98	-	-	2082	1.90	2074	0.36
Rissoa parva	0.41	0.00	-	-	76	0.07	78	0.01
Steromphala cineraria	27.17	0.01	-	-	49	0.04	50	0.01
Steromphala pennanti	69.26	0.04	-	-	90	0.08	90	0.02
Steromphala sp.	54.87	0.03	-	-	152	0.14	438	0.08
Steromphala umbilicalis	214.47	0.12	-	-	330	0.30	403	0.07
Tricolia pulus	1.21	0.00	-	-	16	0.01	16	0.00
Tritia incrassata	1.73	0.00	-	-	16	0.01	18	0.00
Tritia pygmaea	0.81	0.00	-	-	7	0.01	6	0.00
Tritia reticulata	33.66	0.02	-	-	36	0.03	47	0.01
Tritia sp.	4.71	0.00	-	-	21	0.02	62	0.01
Trivia monacha	1.36	0.00	-	-	7	0.01	17	0.00
Bivalve								
Acanthocardia sp.	2.56	0.00	0	0	1	0.00	1	0.00
Acanthocardia tuberculata	5.79	0.00	1	0	1	0.00	1	0.00
Anomia ephippium	2.66	0.00	0	6	6	0.01	12	0.00
Callista chione	134.52	0.07	1	5	5	0.00	21	0.00
Cerastoderma sp.	0.01	0.00	0	0	1	0.00	1	0.00
Chamelea striatula	0.12	0.00	0	0	1	0.00	6	0.00
Indeterminate Bivalve	6.22	0.00	1	1	1	0.00	42	0.01
Corbula gibba	0.16	0.00	1	0	1	0.00	2	0.00
Dosinia sp.	0.01	0.00	0	1	1	0.00	1	0.00
Erycinacea	0.23	0.00	0	1	1	0.00	2	0.00
Gari sp.	0.03	0.00	1	0	1	0.00	1	0.00
Gouldia minima	0.03	0.00	0	1	1	0.00	1	0.00
Hiatella arctica	0.56	0.00	4	3	4	0.00	18	0.00
Irus irus	0.10	0.00	0	3	3	0.00	5	0.00
Laevicardium crassum	11.90	0.01	0	0	1	0.00	1	0.00
Lasaea adansoni	0.01	0.00	2	0	2	0.00	2	0.00

Lasaea rubra	0.01	0.00	0	0	1	0.00	1	0.00
Loripes orbiculatus	0.48	0.00	2	3	3	0.00	11	0.00
Lucinella divaricata	0.29	0.00	3	3	3	0.00	7	0.00
Lutraria sp.	3.20	0.00	1	0	1	0.00	1	0.00
Mimachlamys varia	6.19	0.00	0	1	1	0.00	8	0.00
Mytilus edulis	18 340.41	10.12	3 429	3 295	3 429	3.14	15 0985	26.03
Nucula nucleus	0.11	0.00	1	0	1	0.00	2	0.00
Ostrea edulis	133.94	0.07	1	1	1	0.00	8	0.00
Parvicardium minimum	0.01	0.00	0	1	1	0.00	2	0.00
Pecten maximus	712.86	0.39	1	0	1	0.00	41	0.01
Ruditapes decussatus	363.17	0.20	49	49	49	0.04	592	0.10
Solen marginatus	0.41	0.00	0	1	1	0.00	2	0.00
Spisula sp.	0.05	0.00	0	1	1	0.00	1	0.00
Spisula subtruncata	0.25	0.00	0	2	2	0.00	2	0.00
Striarca lactea	0.22	0.00	1	0	1	0.00	5	0.00
Veneridae	1.72	0.00	4	4	4	0.00	10	0.00
Venus verrucosa	106.78	0.06	7	6	7	0.01	31	0.01
Polyplacophore								
Chiton sp.	0.02	0.00	-	-	1	0.00	1	0.00
Cephalopod								
Sepia officinalis	0.89	0.00	-	-	3	0.00	20	0.00
Undetermined molluscs	7.22	0.00	0	0	10	0.01	98	0.02
Total	**181 269.49**	**100.00**	**3 510**	**3 388**	**109 366**	**100.00**	**579 979**	**100.00**

— TABLE 1 —

Quantification of marine molluscs identified at Port-Blanc.

Bilan quantitatif des mollusques marins identifiés à Port-Blanc.

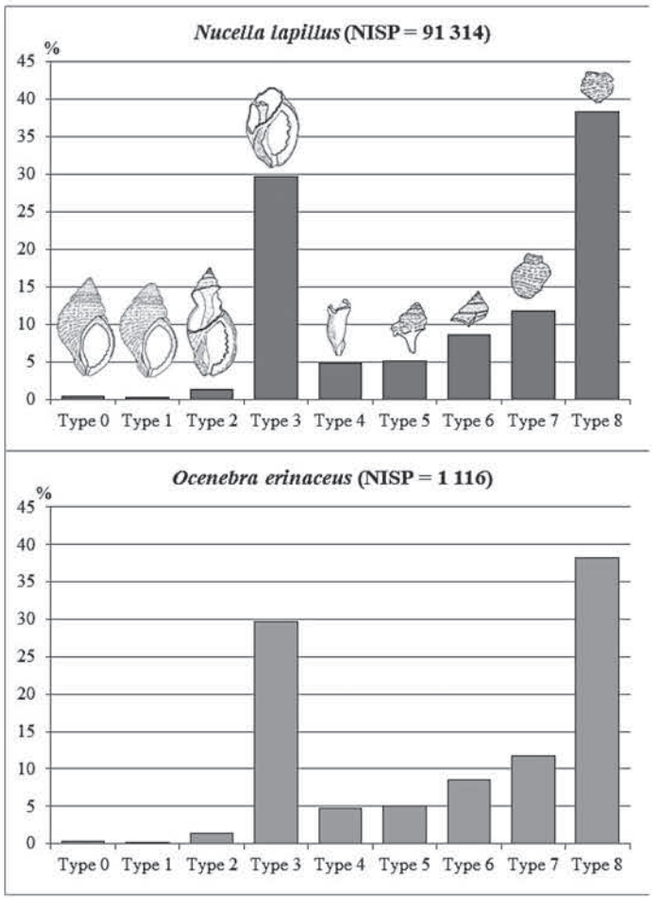
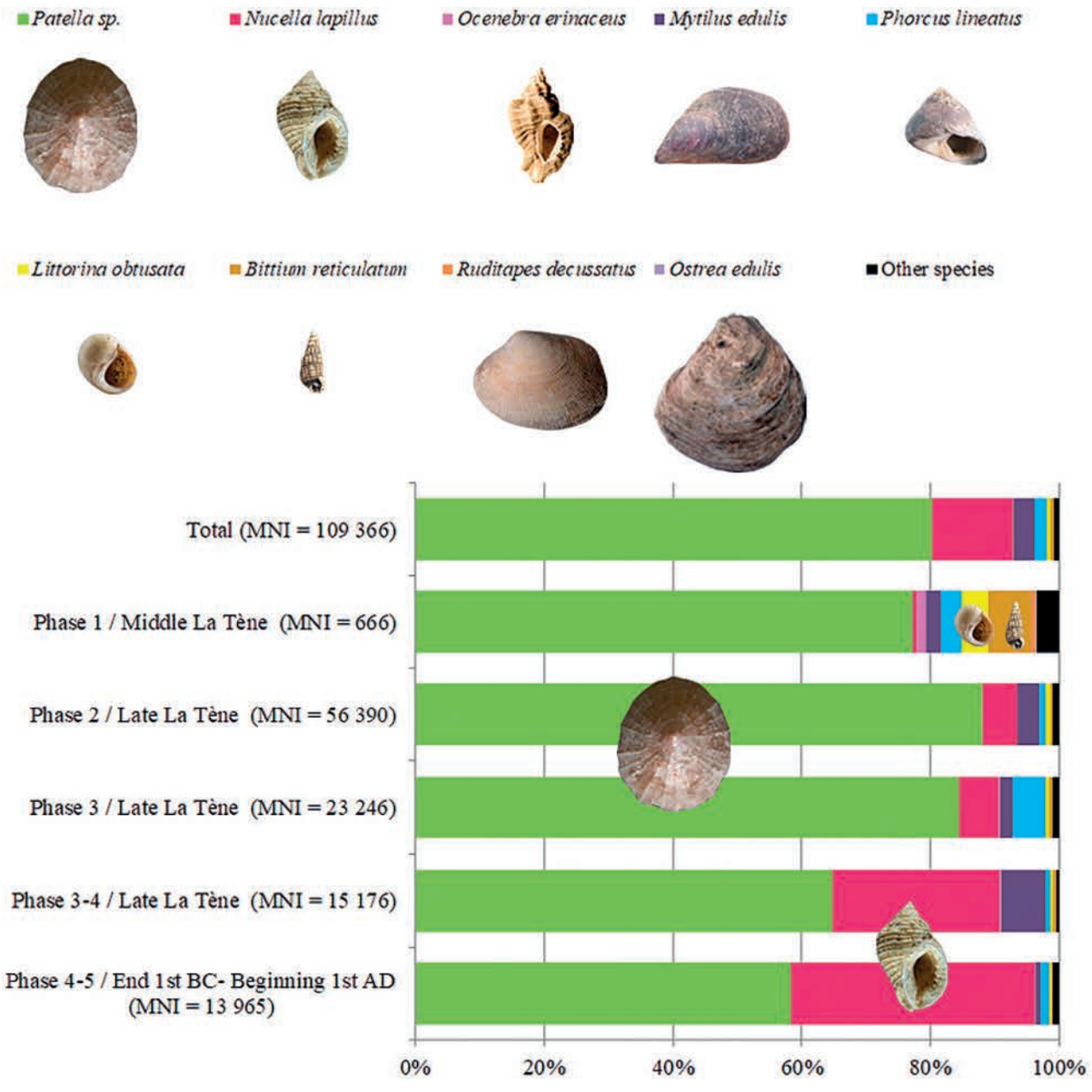


FIGURE 5

Histograms of distribution of dog whelks and oyster drill fragment types (drawing, Y. Gruet, CAD C. Dupont and L. Quesnel).

Histogrammes de distribution des types de fragments de pourpres et de murex (dessin, Y. Gruet, DAO C. Dupont et L. Quesnel).



— FIGURE 6 —

Malacofaunal spectra of Port-Blanc according to occupation phases (photos and CAD C. Dupont).

Spectres malacofauniques en fonction des phases d'occupation de Port-Blanc (photos et DAO C. Dupont).

the small quantities of European clams found, it is highly likely that this species was collected in a few sandy channels in rocky areas.

Nucella lapillus and *Ocenebra erinaceus* were collected barehanded at low tide (**fig. 10**). The objective to catch as many molluscs as possible at each tide is clearly visible in the high representation of small-sized individuals. The low value of the average length of dog whelks during the last occupation phase of Port-Blanc points to an over-exploitation of this species at the end of the Late La Tène period, at the beginning of the first century AD.

The first evidence of oyster drill exploitation during the Middle La Tène points to the antiquity of purple extraction along the French Atlantic coast. The current state of research along the French Atlantic coast identifies two other older occurrences of dyeing: the survey attributed to the Early Bronze Age at Tariec Vraz (Finistère; Pailler and Sparfel 2008) and the recent excavation of Les Prés Biards (Erquy, Côtes-d'Armor, unpublished; supervisor of the excavation Mélanie Levan, Inrap), tracing this activity back to Early La Tène period (**fig. 1-D**). The Bronze Age evidence is tenuous as it is based on an insufficient number of shells (N = 6 *Nucella lapillus*). Thus, it is possible that dyeing properties were known along the northwestern coasts of Gaul before the Roman conquest and that the

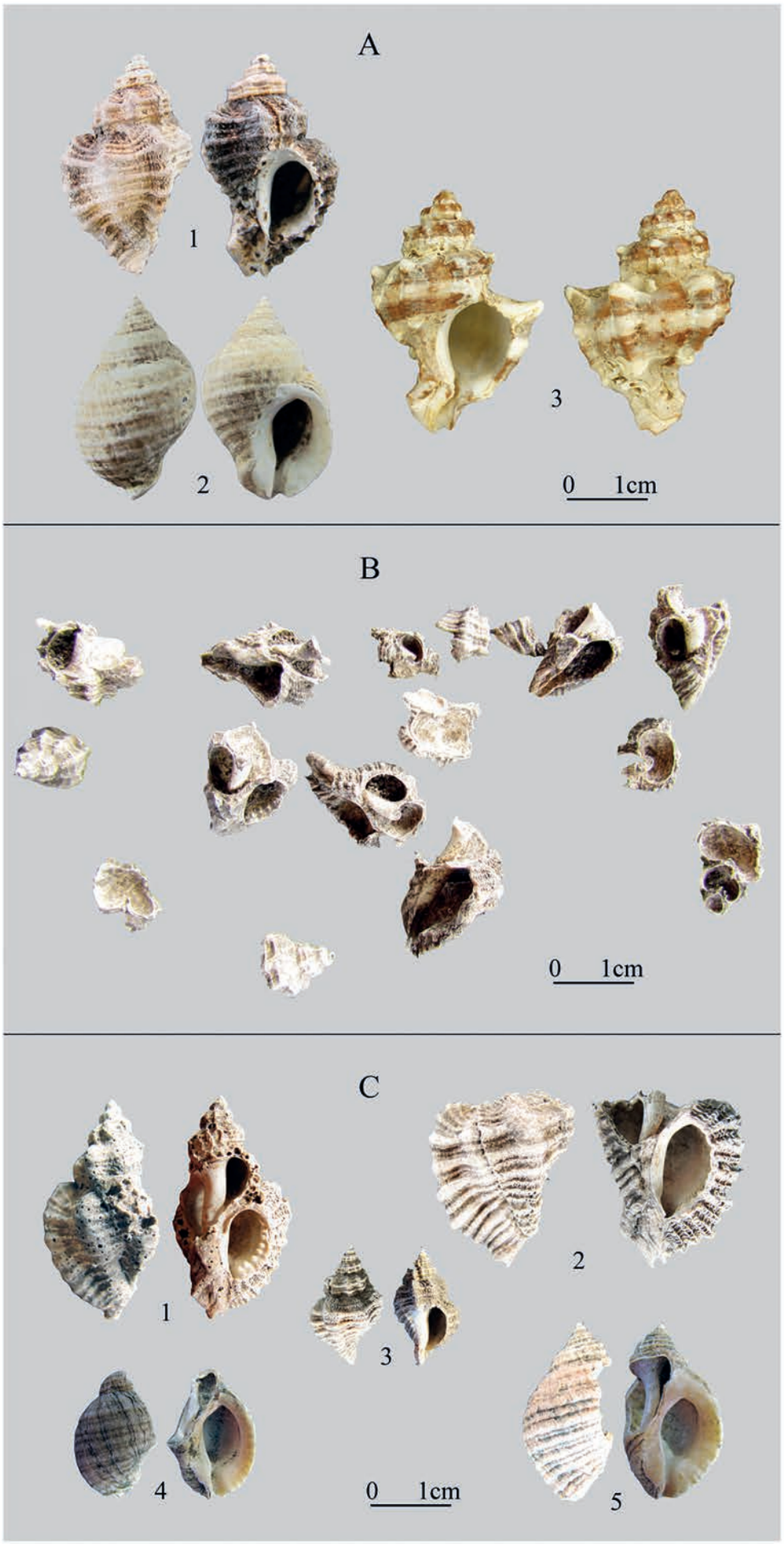


FIGURE 7

Shellfish and dyeing; A: Shellfish mentioned in the text, 1- Ocenebra erinaceus, *2-*Nucella lapillus, *3-* Hexaplex trunculus*; B: Broken* O. erinaceus *from Port-Blanc, C: Examples of breakage from Port-Blanc, on* O. erinaceus *(1 to 3), on* N. lapillus *(4 to 5) (Photos and CAD C. Dupont, except photo A-3 H. Zell).*

Coquillages et teinture ; A : Coquillages cités dans le texte, 1- *Ocenebra erinaceus*, 2- *Nucella lapillus*, 3- *Hexaplex trunculus* ; B : *O. erinaceus* cassés de Port-Blanc, C : Exemples de cassure de Port-Blanc, sur *O. erinaceus* (1 à 3), sur *N. lapillus* (4 à 5) (Photos et DAO C. Dupont, sauf photo A-3 H. Zell).

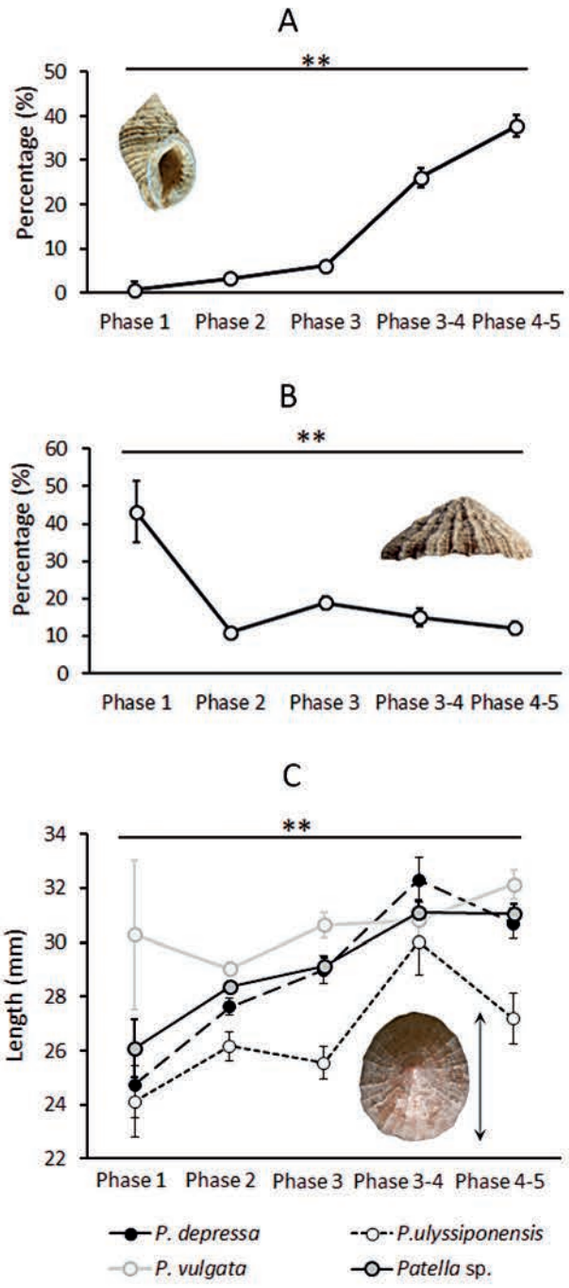


FIGURE 8

Variations of the proportions (x100 = percentage MNI) and sizes of dog whelks and limpets during the five phases; A. Percentage of *Nucella lapillus* with 95% confidence intervals. B. Percentage of *Patella ulyssiponensis* with 95% confidence intervals. C. Average length (mm) of all *Patella* species with 95% confidence intervals. The double asterisk indicates a highly statistically significant difference ($p<0.01$) between each percentage (A and B) and for the average lengths of all Patella sp. (C).

Variations des proportions (x 100 = pourcentage NMI) et taille des pourpres et patelles pendant les cinq phases d'occupation ; A. Pourcentage de Nucella lapillus *avec un intervalle de confiance de 95 %. B. Pourcentage de* Patella ulyssiponensis *avec un intervalle de confiance de 95 %. C. Longueur moyenne (mm) de toutes les espèces de* Patella *avec un intervalle de confiance de 95 %. Le double astérisque indique une différence hautement significative ($p<0.01$) entre chaque pourcentage (A et B) et pour la moyenne des longueurs des Patella sp. (C).*

Romans influenced the development of this activity. The intentional search for *Ocenebra erinaceus* in Port-Blanc, the mimicry between this species and *Hexaplex trunculus*, and the fact that this latter murex species is the leading species in dye production in Italy (Marzano 2013), are perhaps not coincidental. Is there early evidence of Roman presence in Armorica from the Middle La Tène onwards? Continuities are visible in certain religious sites in western Gaul from the Middle La Tène to the Gallo-Roman period (Bouvet *et al.* 2003), but indications of the influence of a physical Roman presence from the Middle La Tène are absent in the current state of knowledge (Galliou 2016). Caesar's maritime campaign against the Venètes tribe with the massive arrival of Romans occurs later on, and only dates from the first century BC (Merlat 1954). Several possible scenarios must be considered: either this shell was drawn on an exported medium, or a Roman emissary or merchant travelled to Hoedic and tested the activity there. The hypothesis of a local discovery could be possible but is not obvious because of the greater accessibility of *Nucella lapillus* compared to *Ocenebra erinaceus* and the repeated uses of dog whelks from prehistoric times in symbolic activities. The scenario of Roman emissary or merchant is likely, as long-distance trade with products of Mediterranean origin existed from the early Iron Age onwards (Hill 1995; Gibbons and Gibbons 2004). Sea-lanes such as those proposed for the first century AD could already have been active during the Middle La Tène (Cunliffe 1984). The ocean was not a limit then, since products from the Mediterranean were known as far away as Ireland, for example. Looking more closely at the Mediterranean, "the current evidence available

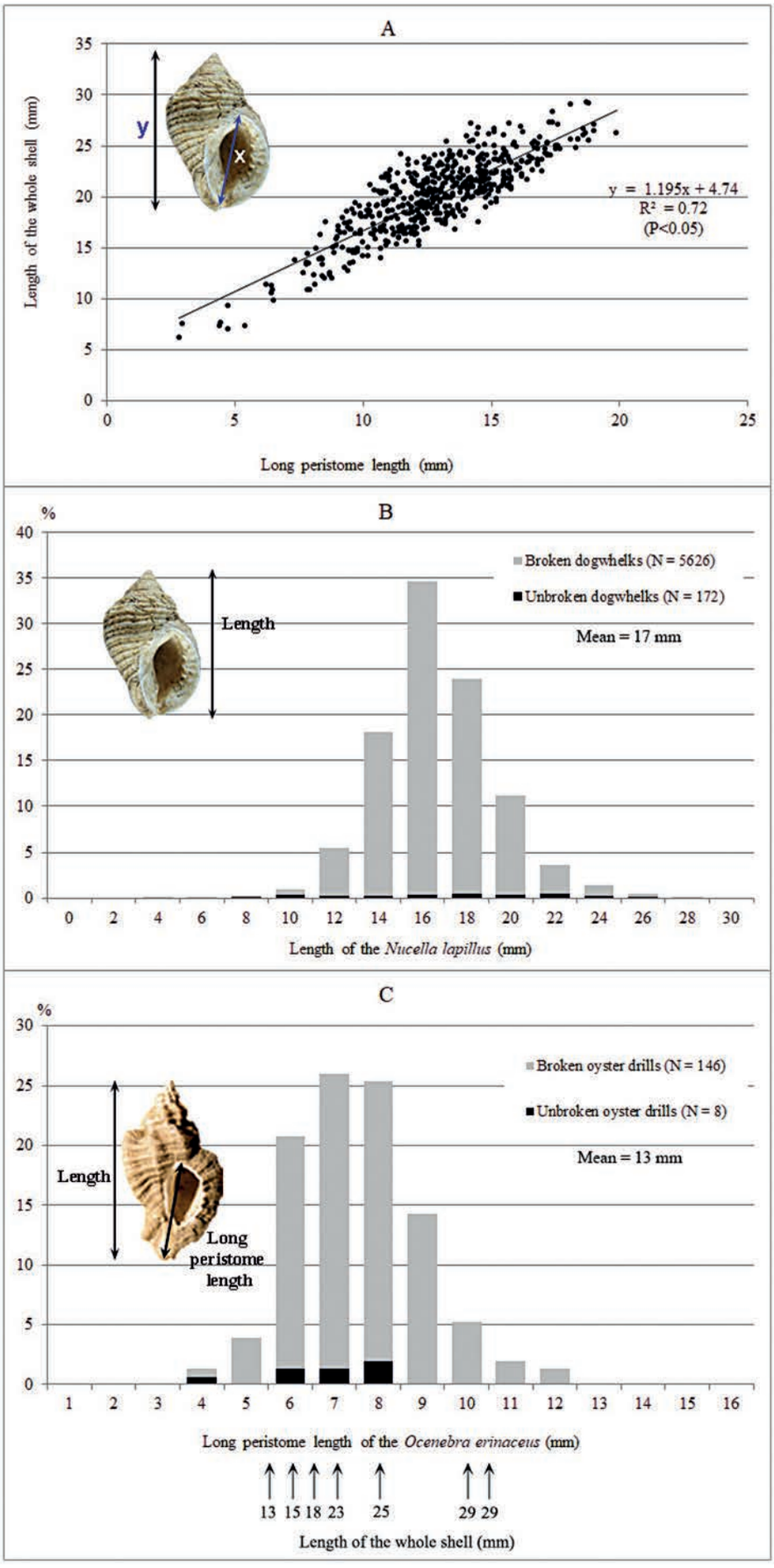
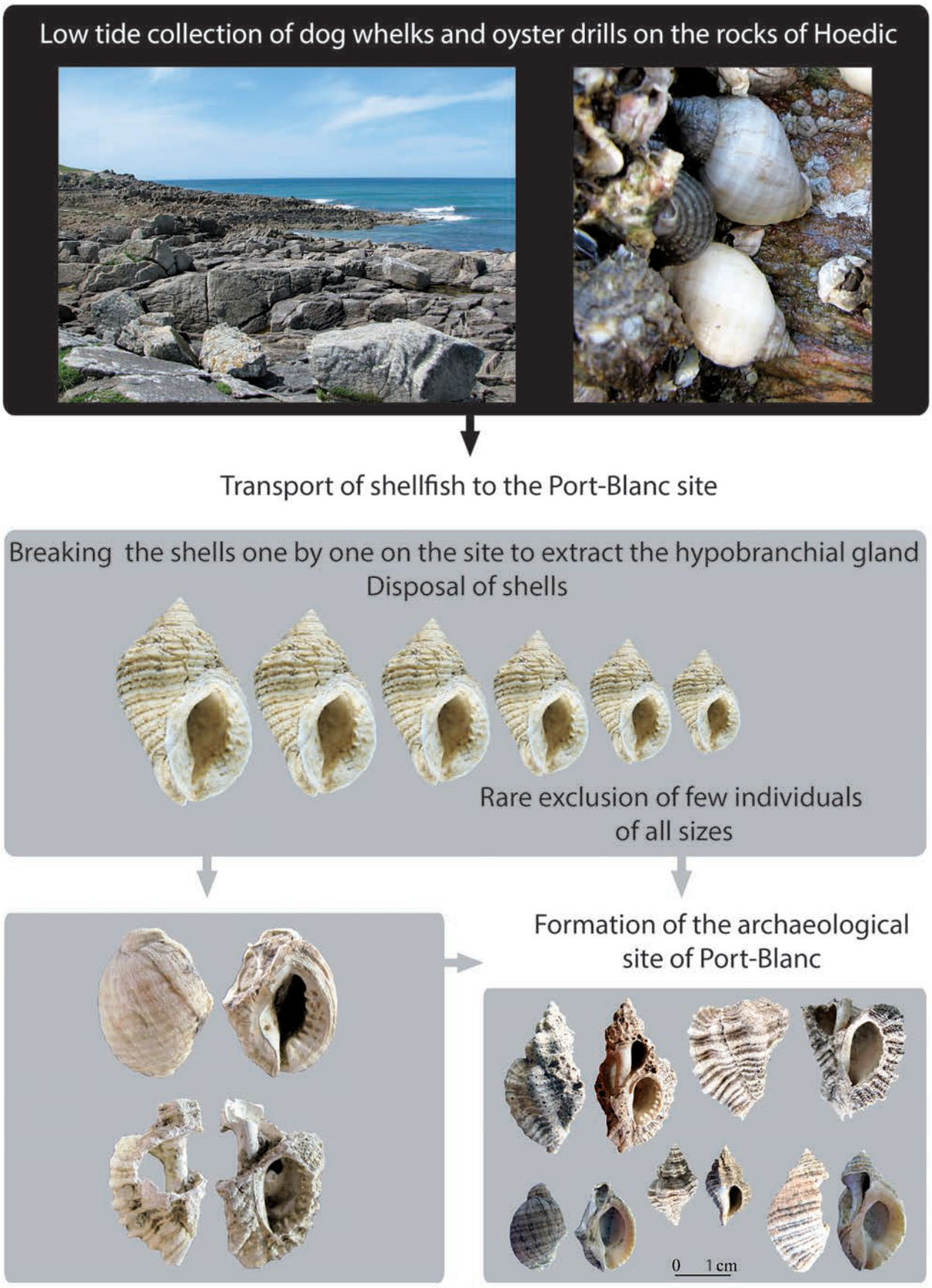


FIGURE 9

Reconstruction of the original sizes of dog whelks and oyster drills; A: Correlation equation of shell length versus longest peristome length, B: Histogram of the distribution of the total lengths of dog whelks, C: Histogram of the distribution of the longest peristome lengths of oyster drill (CAD C. Dupont).

Reconstitution des tailles originales de pourpres et de murex ; A : Équation de corrélation de la longueur de la coquille en fonction de la plus grande longueur du péristome, B : Histogramme de distribution des longueurs totales des pourpres, C : Histogramme de distribution des plus grandes longueurs de péristome des murex) (DAO C. Dupont).



— FIGURE 10 —

Different stages related to the exploitation of dog whelks and oyster drills at Port-Blanc (Photos and CAD C. Dupont).

Synthèse des étapes liées à l'exploitation des pourpres et des murex à Port-Blanc (Photos et DAO C. Dupont).

suggests that purple dye was produced in the Bronze Age Aegean and in Italy first" (Marzano 2013, p. 3). Thus, purple production may have been driven by Mediterranean influences, but may have predated the continental Roman conquest. We do not know if the final product was a powder or a liquid, and if the dye was used either in Port-Blanc or for exportation. This last scenario is plausible due to the importance of such products in the Mediterranean area. What is new at Port-Blanc, in relation to other ocean-transported goods at the same period, is that the know-how seems to have travelled from the Mediterranean area to north-western France, from where "purple gold" could have circulated in return.

The molluscs of the Atlantic coast of France are less lucrative than the Mediterranean murex due to their size. Why did this activity last for so long in Hoedic Island? This presence can be justified by the fact that this dye was a luxurious product for Mediterranean populations and elites (Pline l'Ancien 1955; Vicente 1995, p. 100; Desrosiers and Cardon 2000; Sotiropoulou 2004, p. 170). This luxury is linked to the difficulty of obtaining the dye following various time-consuming stages, from collection to heating the glands with different recipes and additives, and also to the colossal number of sacrificed shells (Marzano 2013), broken one by one (**fig. 10**). In fact, investment is very high (Macheboeuf 2005). On the other hand, some production centres are controlled and the product is reserved for an elite. This is the case, for example, for the manufacturers at Tyre under the control of the state from the time of Diocletian in the late fourth century AD, where the use of some purple colours by private individuals was forbidden (Marzano 2013). Was Hoedic a means of obtaining purple dye by clearing areas of imperial Mediterranean control? We could even be dealing with smugglers.

Far from being isolated, Hoedic Island could have participated in more or less distant exchange networks, as has already been proposed for other protohistoric island sites (Daire and Hamon 2013; Le Bihan and Villard 2013; Le Bihan and Daire 2015; Baudry 2018). Purple dye may have played an active part in these exchanges with other local productions, such as salt, for example, or even salted products. Among the short-distance imports from the mainland or neighbouring islands to Hoedic, we can mention domestic pottery, firewood or construction wood, raw materials such as schist or iron, but also animals, including cows or horses. Other long-distance transports are evidenced by the quantity of wine amphorae from Mediterranean areas, mostly found on late coastal and island settlements of Brittany (Daire *et al.* 2015b).

Thus, far from being constrained, these island populations took advantage of the diversity and natural renewal of food resources to gain a certain territorial independence. On the other hand, the island could, from the islander's point of view, be seen as a controlled opening to the continent.

REFERENCES

BAUDRY A. 2018 - *Ressources animales et alimentation carnée à l'âge du Fer : le cas du nord-ouest de la France (Bretagne et Basse-Normandie).* Recherches archéologiques 13, Paris : CNRS éditions-Inrap, 216 p. https://hal-inrap.archives-ouvertes.fr/hal-02295660

BILLARD C. (dir.) 2019 - *Estrans, l'archéologie entre terre et mer.* Les Nouvelles de l'archéologie, 156, 71 p.

BLANZ M., STEWART S., MAINLAND I., ASCOUGH P., RAAB A., FELDMANN J., TAGGART M.A. 2022 - Trace element ratios in tooth enamel as palaeodietary indicators of seaweed consumption and coastal grazing, and their broader applicability. *Journal of Archaeological Science*, 139, 105551.

BONSALL C., SUTHERLAND D.G., RUSSELL N.J., COLES G., LAWSON T.J. 1994 - Excavations in Ulva Cave, western Scotland 1990-1991: a preliminary report. *Mesolithic Miscellany*, 15 (1), p. 8-21.

BOUVET J.P., DAIRE M.Y., LE BIHAN J.B., NILLESSE O., VILLARD-LE TIEC A., BATT M., BIZIEN-JAGIN C. 2003 - La France de l'Ouest (Bretagne, Pays de la Loire). *Gallia - Archéologie de la France antique*, 60, p. 75-105.

CUNLIFFE B. 1984 - Relations between Britain and Gaul in the First Century A.D. *In: Cross Chanel Trade between Gaul and Britain in the Pre-Roman Iron-Age.* London: Society of Antiquaries of London, p. 3-23.

DAIRE M.Y. 2009 - Islands and archaeological research in Western France. Summary of a very long story of romance... Shima, *The International Journal of Research into Island Cultures*, 3 (2), p. 52-69.

DAIRE M.Y., BAUDRY A. (dir.) 2018 - *Hoedic, une île d'Armorique à la veille de la Conquête romaine. 10 ans d'étude pluridisciplinaire.* Les Dossiers du CeRAA, supplément AM-2016, 296 p.

DAIRE M.Y., BAUDRY A., DUPONT C., LEROUX V.E., DRÉANO Y., TRESSET A., QUESNEL L., LE GALL J.-Y., BOURLES D. 2008 - Suivi archéologique sur l'île de Triélen (Archipel de Molène) : un site Gaulois au péril de l'érosion... *Bretagne vivante*, p.19. http://www.bretagne-vivante.org/images/stories/Reserves/reseau_reserves/bilan_reseau_reserves_2008.pdf

DAIRE M.Y., HAMON G. (dir.) 2013 - *L'Île aux Moutons (Fouesnant, Finistère) Un établissement gaulois dans son contexte atlantique. Étude pluridisciplinaire.* Saint-Malo : Centre Régional d'Archéologie d'Alet, supplément –AJ, 234 p.

DAIRE M.Y., LE BIHAN J.P., LORHO T. 2015b - Une première approche des modes d'occupation du littoral Manche-Atlantique à l'Âge du Fer. *Les Gaulois au fil de l'eau. Actes du 37e colloque de l'AFEAF, Montpellier, 8-11 mai 2013.* Bordeaux : Ausonius, p. 143-166.

DAIRE M.Y., OLMOS P., LANGOUËT L., MONRÓS M., MOUGNE C., BERNARD Y., QUESNEL L., LARGE J.-M., DUPONT C. 2015a - Sterflant, un site archéologique sous haute surveillance à Hoedic. *Melvan - La revue des Deux îles*, 12, p. 187-198.

DESROSIERS S., CARDON D. 2000 - Vraies pourpres conservées en Europe. *In:* CARDON D. (dir.), *Teintures précieuses de la Méditerranée Pourpres–Kermes-Pastel*. Carcassonne: Musée des Beaux-arts de Carcassonne, p. 96-99.

DUPONT C. 2006 - *La malacofaune de sites mésolithiques et néolithiques de la façade atlantique de la France : Contribution à l'économie et à l'identité culturelle des groupes concernés.* Oxford: British Archaeological Reports, International Series 1571, 438 p.

DUPONT C. 2011 - The Dog Whelk *Nucella lapillus* and Dye Extraction Activities from the Iron Age to the Middle Ages along the Atlantic Coast of France. *Journal of Island and Coastal Archaeology*, 6 (1), p. 3-23.

DUPONT C. 2013 - Teinture et exploitation du pourpre *Nucella lapillus* le long du littoral atlantique français. *In:* DAIRE M.Y., DUPONT C., BAUDRY A., BILLARD C., LARGE J.M., LESPEZ L., NORMAND E., SCARRE C. (Éds.), *Actes du colloque HOMER2011. « Ancient maritime communities and the relationship between people and environment along the European Atlantic coasts*. British Archaeological Reports, BAR S2570, Oxford: Archeopress, p. 459-467.

DUPONT C. 2019 - Exploitation des invertébrés marins au III[e] millénaire av. n.è. *In:* Pailler Y., Nicolas C. (dir.), *Une maison sous les dunes : Beg ar Loued, Île Molène, Finistère. Identité et adaptation des groupes humains en mer d'Iroise entre les III[e] et II[e] millénaires avant notre ère*. Leiden: Sidestone Press, p. 621-645. https://www.sidestone.com/books/une-maison-sous-les-dunes

DUPONT C. 2021 - Au Mésolithique, il ne suffit pas qu'une coquille soit bonne à décorer, encore faut-il qu'elle soit bonne à penser. *Bulletin de la Société Archéologique Champenoise*, 113 (2-3), p. 275-291.

DUPONT C., DOYEN D. 2017 - La couleur pourpre de la mer : l'extraction de colorant à partir des coquillages à Saint-Michel-Chef-Chef au 1[er] s. ap. J.-C. (Loire-Atlantique). *In:* R. GONZÁLEZ VILLAESCUSA, K. SCHÖRLE, F. GAYET, F. RECHIN (dir.) *Actes des XXXVII[e] Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. L'exploitation des ressources maritimes de l'Antiquité. Activités productives et organisation des territoires*. Antibes – France, 10-13 octobre 2016. Antibes : Éditions APDCA, p. 53-66.

DUPONT C., MARCHAND G. 2021 - New Paradigms in the Exploitation of Mesolithic Shell Middens in Atlantic France: the example of Beg-er-Vil, Brittany. *Quaternary International*, 584, p. 59-71. DOI: 10.1016/j.quaint.2020.09.043

DUPONT C., MOUGNE C. 2015 - Comme une bernique sur son rocher : les coquillages marins reflètent-ils l'adaptation des populations humaines au milieu insulaire du Mésolithique à l'âge du Fer ? *In:* L. AUDOUARD, B. GEHRES (dir.), *« Somewhere Beyond The Sea » The islands of Brittany (France): an archaeological, geographical and historical point of view, Actes du Séminaire Archéologique de l'Ouest, 1 avril 2014, Rennes - France.* BAR S2705. Oxford: Archeopress, p. 22-33.

ERLANDSON J. M. 2008 - Isolation, Interaction, and Island Archaeology, *The Journal of Island and Coastal Archaeology*, 3:1, p. 83-86. DOI: 10.1080/15564890801999939

GALLIOU P. 2016 - *Les Vénètes d'Armorique*. Spézet : Éditeur Coop Breizh, 576 p.

GIBBONS MI., GIBBONS MY. 2004 - Dyeing in the Mesolithic? *Archaeology Ireland*, 18, 1, p. 28-31.

HAMMER Ø., HARPER D.A.T., RYAN P.D. 2001 - Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, 1, p. 178.

HAYWARD P.J., RYLAND J.S. (Éds.) 2007 - *Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe*. Oxford: Oxford University Press, 800 p.

HILL J.D. 1995 - The Pre-Roman Iron Age in Britain and Ireland (ca. 800 B.C. to A.D. 100): An overview. Journal of World Prehistory, 9, p. 47-98.

LARGE J.-M., MENS E. 2009 - The Douet alignment on the island of Hoedic (Morbihan, France): New insights into standing stone alignments in Brittany. *Oxford Journal of Archaeology*, 28, p. 239 - 254. DOI: 10.1111/j.1468-0092.2009.00327.x

LE BIHAN J.P., DAIRE M.Y. 2015 - Les îles de Bretagne continentale et de plein océan : un monde (habité), un réseau (de communication), un vecteur (d'acculturation). *Les Gaulois au fil de l'eau. Actes du 37[e] colloque de l'AFEAF, Montpellier, 8-11 mai 2013.* Bordeaux : Ausonius, p. 235-258.

LE BIHAN J.P., VILLARD J.-F. 2001 - *Archéologie d'une île à la pointe de l'Europe -1- Le site de Mez-Notariou et le village du premier âge du Fer*. Quimper : éd. Centre de recherche archéologique du Finistère et Revue Archéologique de l'Ouest, 350 p.

LE BIHAN J.-P., VILLARD J.-F. 2013 - Trafic maritime et franchissement de la pointe de Bretagne de l'âge du Bronze à l'Antiquité romaine. Étude fondée sur l'archéologie des sites de Ouessant et de Quimper. *In:* DAIRE M.Y., DUPONT C., BAUDRY A., BILLARD C., LARGE J.M., LESPEZ L., NORMAND E., SCARRE C. (Éds.), *Actes du colloque HOMER2011 « Anciens peuplements littoraux et relations homme/milieu sur les côtes de l'Europe atlantique»*. Oxford: British Archaeological Reports, Archeopress, p. 233-246.

LINDNER G. 1976 - *Guide des coquillages marins*. Paris : Delachaux et Niestlé, 255 p.

MACHEBOEUF C. 2005 - *Exploitation et commercialisation de la pourpre dans l'Empire romain.* Dunkerque : Thèse de l'Université du littoral Côte d'Opale, 4t., 249 p., Doctoral thesis.

MAGUER P., LANDREAU G., DUPONT C., MARTIN H., BARDOT X., POUPONNOT G., BRIAND D., DUVAL A. 2009 - L'habitat littoral des Ormeaux à Angoulins (Charente-Maritime) : activités vivrières et salicoles entre marais et océan. *In:* BERTRAND I., DUVAL A., GOMEZ DE SOTO J., MAGUER P. (dir.), *Les Gaulois entre Loire et Gironde, Actes du XXXI[e] Colloque international de l'Association Française pour l'Étude de l'Age du Fer, 17-20 mai 2007, Chauvigny - Vienne - France,* Tome I, Chauvigny: ed. Association des Publications Chauvinoises, Mémoire XXXIV, p. 57-102.

MARZANO A. 2013 - *Harvesting the Sea: The Exploitation of Marine Resources in the Roman Mediterranean.* Oxford Scholarship Online: University Press Scholarship Online, DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199675623.001.0001

MERLAT P. 1954 - César et les Vénètes. *Annales de Bretagne*, 61 (1), 1954. p. 154-183.

MOONEY D.E. 2018 - Charred *Fucus* - Type Seaweed in the North Atlantic: A Survey of Finds and Potential Uses. *Environmental Archaeology*, 26, p. 1-13. DOI: 10.1080/14614103.2018.1558805

MOUGNE C. 2015 - *Exploitation des invertébrés marins (mollusques, crustacés et oursins) durant la Protohistoire sur le territoire littoral et continental de la façade atlantique et de la Manche de la France.* Thèse d'Archéologie, Université de Rennes 1, 707 p., Doctoral thesis.

MOUGNE C., DUPONT C., BAUDRY A., QUESNEL L., DAIRE M.Y. 2014 - Acquisition and management of the marine invertebrates resources on a pre-roman coastal settlement: Dossen-Rouz (Locquémeau-Trédez, Brittany, France). *In:* SZABÓ K., DUPONT C., DIMITRIJEVIC V., GASTÉLUM GÔMEZ L. G., SERRAND N. (Éds.), *Archaeomalacology: Shells in the Archaeological Record. Proceedings of the 11th ICAZ International Conference. Paris - Archaeomalacology Working group, 23-28 August 2010, France*, BAR International Series 2666. Oxford: Archeopress, p. 203-216.

MOUGNE C., DUPONT C., LEPAUMIER H., QUESNEL L. 2013 - Exploitation of marine Shells during the Late Iron Age: Gathering territory, diatery choices and circulation networks «The example of Cormelles-le-Royal (Plain of Caen, Lower-Normandy, France)». *In*: DAIRE M.Y., DUPONT C., BAUDRY A., BILLARD C., LARGE J.M., LESPEZ L., NORMAND E., SCARRE C. (Éds.), *Actes du colloque HOMER2011 «Ancient maritime communities and the relationship between people and environment along the European Atlantic coasts»*. British Archaeological Reports, BAR S2570, Oxford: Archeopress, Oxford, p. 527-534.

O'SULLIVAN A., BREEN C. 2011 - *Maritime Ireland: an archaeology of coastal communities*. Stroud, Gloucestershire : History Press, 256 p.

PAILLER Y., SPARFEL Y. (dir.) 2008 - *Rapport de sondage d'urgence sur un site de l'âge du bronze ancien, île de Tariec vraz en Landéda (Finistère).* Rennes : SRA Bretagne, inédit, 34 p.

PÉQUART M., PÉQUART S.-J. 1954 - *Hoëdic, deuxième station-nécropole du Mésolithique côtier Armoricain.* Anvers : De Sikkel, 93 p.

PLINE L'ANCIEN 1955 - *Histoire naturelle, livre IX.* Paris : Les Belles Lettres, 159 p.

POPPE T., GOTO Y. 1991 - *European Seashells: Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastra, Gasteropoda.* Germany: Verlag Christa Hemmen, Vol.1, 352 p.

POPPE T., GOTO Y. 1993 - *European Seashells: Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda.* Germany: Verlag Christa Hemmen, Vol.2, 221 p.

RAINBIRD P. 2000 - Islands Out of Time: Towards a Critique of Island Archaeology. *Journal of Mediterranean Archaeology,* 12(2), p. 216–234. DOI: 10.1558/jmea.v12i2.29971

RUSSELL N.J., BONSALL C., SUTHERLAND D.G. 1995 - The exploitation of marine molluscs in the Mesolithic of western Scotland evidence from Ulva Cave, Inner Hebrides. *In:* Fischer A. (ed.) *Man and Sea in Mesolithic.* Oxford: Oxbow Books, p. 273-288.

SOTIROPOULOU S. 2004 - La pourpre dans l'art Cycladique : identification du pigment dans les peintures murales d'Akrotiri (Thera, Grece), *Preistoria Alpina*, 1 40, p. 167-176.

TEBBLE N. 1966 - *British Bivalve Seashells. A handbook for identification.* Londres : Trustees of The British Museum Natural History, 213 p.

VICENTE N. 1995 - Les mollusques, l'homme et l'imaginaire. Mémoires de l'Institut océanographique, p. 99-108.

WICKHAM S.B., SHACKELFORD N., DARIMONT C.T., NIJLAND W., RESHITNYK L.Y., REYNOLDS J.D., STARZOMSKI B.M. 2020 - Sea wrack delivery and accumulation on islands: factors that mediate marine nutrient permeability. *Marine Ecology Progress Series,* 635, p.37-54. DOI: 10.3354/meps13197

WoRMS 2022 - The World Register of Marine Species, *http://www.marinespecies.org/*, accessed on 01/02/2022.

LA COLLECTE DE MOULES SAUVAGES SUR LA PLAGE DE GUY-VILLE (EL HARHOURA TÉMARA, MAROC) ARCHÉOLOGIE ET ETHNOLOGIE, REGARDS CROISÉS EN MILIEU URBAIN

Agnès Jeanjean[a], Roland Nespoulet[b]

a. *Université Côte d'Azur, Laboratoire d'Anthropologie et de Psychologie Cliniques, Cognitives et sociales (LAPCOS/MSHS/UCA) - Agnes.Jeanjean@univ-cotedazur.fr*
b. *Histoire Naturelle de l'Homme Préhistorique (HNHP) - UMR 7194, CNRS, UPVD, Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Homme et Environnement Musée de l'Homme, Paris, France - roland.nespoulet@mnhn.fr*

HORS-SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 1 | Les occupations côtières de la Préhistoire à l'actuel : adaptations des populations humaines au milieu littoral, utilisation des ressources marines et réseaux de diffusion

PAGES 162 À 175

RÉSUMÉ

Il est question ici d'une recherche ethno-archéologique sur les collecteurs de moules de la côte atlantique de El Harhoura (Maroc), dans le but de mieux cerner l'adaptation des populations humaines au milieu côtier en Afrique du Nord à travers le temps. Nous reviendrons sur un projet d'article élaboré avec Émilie Campmas et nous nous appuierons sur des observations ethnologiques afin de proposer quelques pistes de réflexion concernant l'occupation précaire d'une zone urbaine. Ce texte, qui se réfère à une recherche ethnologique en cours, éclaire un aspect des travaux d'Émilie Campmas et plus particulièrement son intérêt prononcé envers l'ethnologie et sa pratique.

MOTS-CLÉS Ethno-archéologie, collecte de mollusques, déchets alimentaires, milieu côtier, Maroc atlantique

ABSTRACT

The collection of wild mussels on the beach of Guy-Ville (El Harhoura Témara, Maroc). Archaeology and ethnology, crossed glances in an urban environment

This paper presents ethno-archaeological research on the mussel gatherers of the Atlantic coast of El Harhoura (Morocco), in order to better understand the adaptation of human populations to the coastal environment in North Africa through time. We will come back to a draft article elaborated with Émilie Campmas and we will base ourselves on ethnological observations in order to propose some lines of thought concerning the precarious occupation of an urban area. This text, which refers to an ethnological research in progress, sheds light on an aspect of Émilie Campmas' work and more particularly on her pronounced interest in ethnology and its practice.

KEY-WORDS Ethno-archaeology, mollusc collection, food waste, coastal environment, Atlantic Morocco

INTRODUCTION
UN PROJET PORTÉ PAR ÉMILIE CAMPMAS

La rencontre ethno-archéologique dont il va être question a eu lieu en 2016 dans le cadre d'un projet dirigé par Émilie Campmas. Ce projet, *ACoA-Pass « Adaptation au milieu côtier en Afrique du Nord. Approche interdisciplinaire : regards croisés de l'archéologie et de l'ethnologie sur la frange côtière de la façade atlantique (Témara, Maroc) »*[1], devait se poursuivre. Nous avions associé nos approches pour étudier une même zone géographique : la plage de Guy-Ville située sur la frange côtière de la ville d'El Harhoura - Témara au Maroc (**fig. 1**).

Les membres de la mission archéologique El Harhoura-Témara directement impliqués dans ce projet (Émilie Campmas, Mohamed Abdeljalil El Hajraoui, Roland Nespoulet, Aïcha Oujaa et Driss Chahid) fouillaient et étudiaient, sur ce même terrain, plusieurs sites archéologiques.

Dans cette zone littorale, dans une « fenêtre chronologique » correspondant au dernier cycle climatique, les remplissages de trois sites de plein air et neuf en grottes sont connus pour avoir livré des vestiges préhistoriques et de nombreux ossements humains (**fig. 1, 2** et **3**). Les plus anciennes occupations humaines correspondent aux niveaux de base des remplissages des grottes, c'est-à-dire les dépôts sédimentaires reposant directement sur le substratum rocheux. Elles sont datées du stade isotopique marin 5 (MIS 5, soit -130 ka), et sont donc contemporaines du dernier plus haut niveau marin avant l'actuel. Les occupations préhistoriques les plus récentes correspondent à des amas coquilliers contenant de la céramique attribuée au Néolithique ancien (Cardial, 7 ka) et au Néolithique moyen-récent (Nespoulet *et al.* 2008 ; El Hajraoui *et al.* 2012). Plusieurs niveaux paléolithiques (Middle Stone Age, datés entre 130 ka et 70 ka, Ben Arous *et al.* 2022) ont livré des lits coquilliers (Dupont 2006) attribués à la consommation d'une malacofaune marine locale collectée sur les rochers (*Patellidae* et *Mytilidae* ; **fig. 4**). Les *Nassariidae*, présents eux aussi, n'ont pas été consommés et sont interprétés comme des éléments de parure (Steele, Alvarez-Fernandez 2011 ; Nouet *et al.* 2015 ; Campmas *et al.* 2018). Les niveaux néolithiques, qui se présentent sous forme de dépôts épais et perturbés (bioturbations, perturbations anthropiques post-dépositionnelles et traces d'époques historiques) sont traditionnellement dénommés « *kjoekkenmoeddings* » (Chennaoui, Debénath 2006). Les caractéristiques sédimentaires et archéologiques, et l'épaisseur de ces dépôts qui varient de 0,5 à 1,7 mètres, couvrant la totalité des remplissages (par exemple, le volume minimal estimé dans la grotte d'El Harhoura 2 est de 1 500 m^3) en font de véritables amas coquilliers, selon la définition retenue par Gutiérrez-Zugasti *et al.* en 2011. Ces dépôts en grotte ont systématiquement livré des sépultures du Néolithique moyen-récent (Oujaa, Lacombe 2012a, 2012b). À ces sites en grotte, il faut ajouter la nécropole de plein air de Rouazi-Skhirat (Lacombe *et al.* 2013).

[1] Fond d'amorçage - Projets émergents, laboratoire TRACES, UMR 5608, Université Toulouse II-Jean Jaurès et ministère de la Culture.

— FIGURE 1 —

Localisation de la Plage Guy-Ville (d'après Google Earth) et carte des sites archéologiques de la région de Rabat-Témara. Pléistocène supérieur : Carrière 10 (PA), Dar-Es-Soltane 1 et 2 (G), El Harhoura 1 et 2 (G), El Mnasra, Les Contrebandiers (G), Chaperon-Rouge (PA), Doukkala 1 et 2 (G) ; Holocène, Dar-Es-Soltane 3 (G), Rouazi-Skhirat (PA). PA= Plein-Air ; G= grotte.

Location of the Guy-Ville Beach (After Google Earth) and Map of archaeological sites in the Rabat-Témara region. Upper Pleistocene: Carrière 10 (PA), Dar-Es-Soltane 1 and 2 (G), El Harhoura 1 and 2 (G), El Mnasra, Les Contrebandiers (G), Chaperon-Rouge (PA), Doukkala 1 and 2 (G); Holocene, Dar-Es-Soltane 3 (G), Rouazi-Skhirat (PA). PA=Outdoor; G= cave.

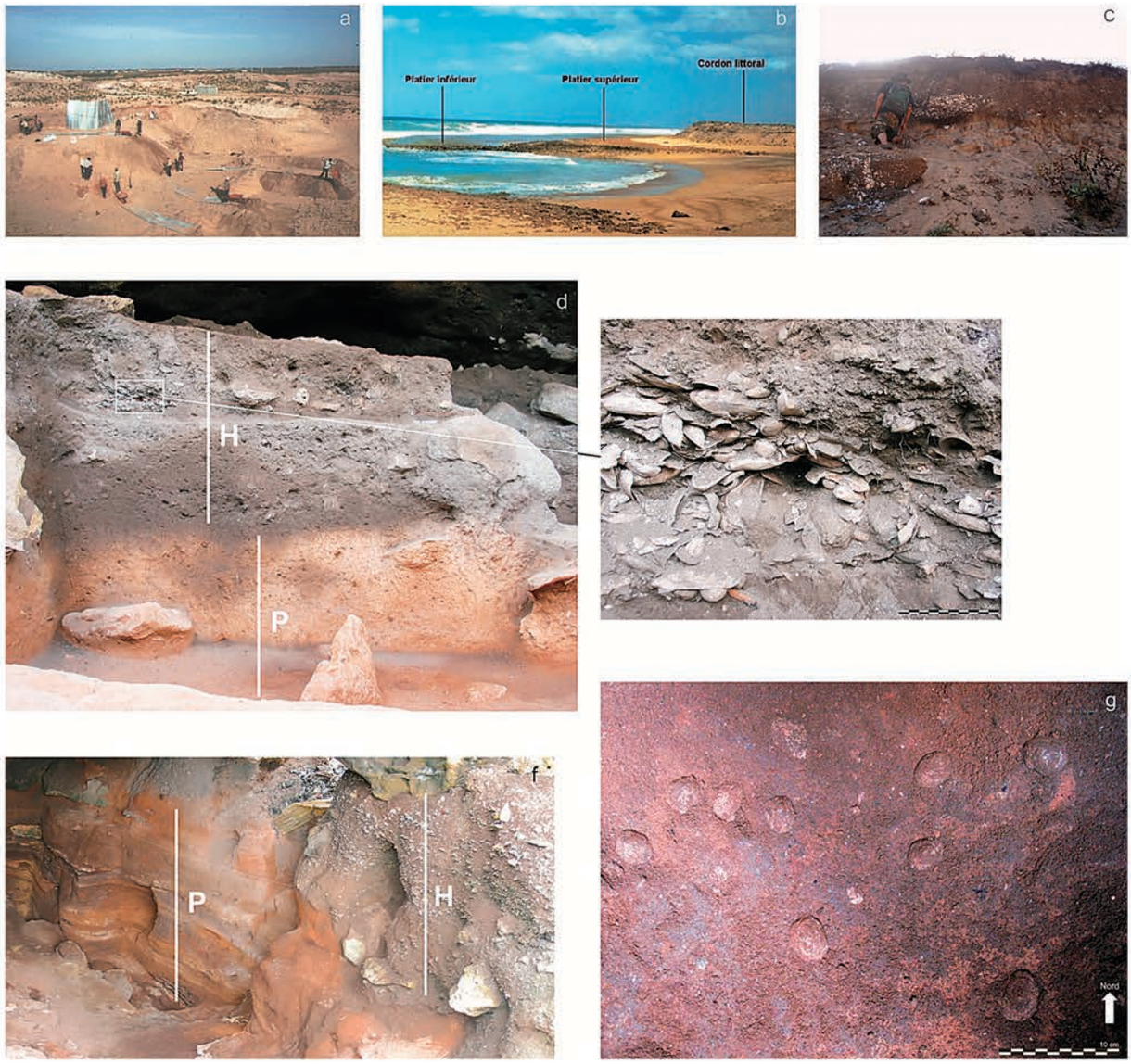
Lors de discussions croisées en 2015, il nous est apparu clairement qu'à Témara, le terrain de l'archéologue coïncidait avec celui de l'ethnologue. D'une part, sur le versant de l'archéologie, cette région faisait l'objet d'un investissement de fouilles et de prospections depuis les années 2000. D'autre part, sur le versant de l'ethnographie, les recherches en anthropologie urbaine dans cette même région portaient depuis plusieurs années sur le traitement des déchets, et plus particulièrement des eaux usées, au sein d'un bidonville situé à Rabat en bordure de la côte océane (Jeanjean 2007, 2012). Par la suite, la démolition de ce bidonville et la transformation urbanistique de la côte, en particulier le devenir des activités développées par les bidonvillois dans le cadre d'économies informelles[2], avaient orienté la réflexion sur le « développement » urbain, les habitations de fortune et la précarisation de certaines formes d'occupation et activités de survie (Jeanjean 2021)[3]. La collecte et la vente de moules sauvages faisaient partie de ces activités informelles menacées.

Dans le cadre du projet *ACoA-Pass*, nous avons focalisé notre attention sur une vingtaine de pêcheurs qui collectent les moules (بوزروك) sauvages sur le premier cordon dunaire, plus exactement sur la falaise du platier inférieur (ils sont plusieurs centaines sur la côte entre Rabat et Skhirat). Leurs campements temporaires, voués au traitement des *Mytilidae*, se situent sur le deuxième cordon dunaire. Ils partagent la même falaise que les grottes comprenant les « habitats » préhistoriques et les amas coquilliers sur lesquels portent les recherches archéologiques. La recherche s'appuyait tout à la fois sur des données archéologiques issues des études des sites et du mobilier découvert, et des données ethnologiques issues d'entretiens et d'observations de terrain. En 2019, Émilie Campmas et Agnès Jeanjean ont proposé un projet d'article à la revue en ligne « Urbanités » pour un numéro consacré aux villes low Tech[4]. Plusieurs objets d'étude étaient identifiés, au croisement de l'archéologie et de l'ethnologie. Nous nous intéressions aux techniques de collecte, de transformation des moules et à la circulation de ces dernières dans le cadre d'échanges économiques. Nous prêtions attention également aux modes d'occupation de l'espace développés par les collecteurs le long de la côte et aux conflits de normes engendrés par le développement d'un nouvel urbanisme côtier. L'article en cours de rédaction n'a jamais pu être achevé, mais il a servi de base au présent article.

[2] L'adjectif « informelles » doit être ici entendu dans son acceptation proposée par l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) concernant une des catégories, ou un des secteurs, de « l'économie non observée » (collectif 2003).

[3] La destruction du bidonville et le déplacement de ses habitants a créé des déséquilibres en rompant les liens que les bidonvillois avaient établis avec leur environnement proche. Les lecteurs et lectrices, désireux d'aller plus loin sur la question de la résorption des bidonvilles marocains, se réfèreront aux travaux de Françoise Navez- Bouchanine (Navez-Bouchanine 2012).

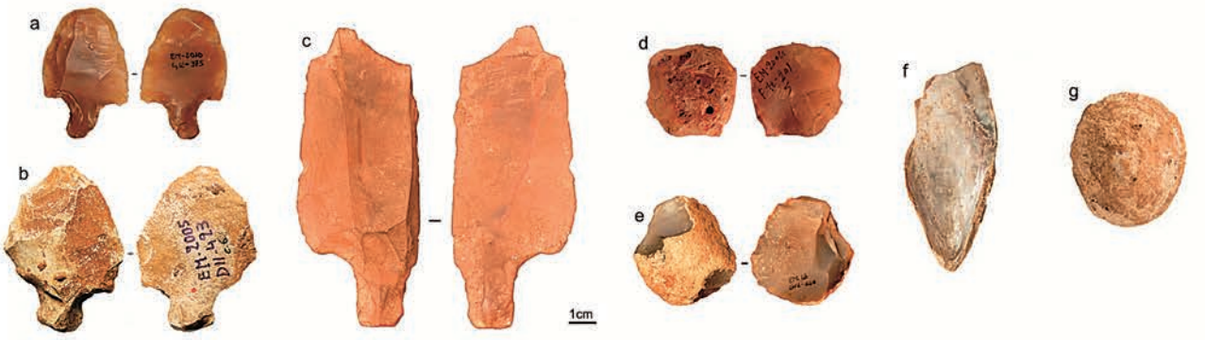
[4] Urbanités #12. La ville (s) Low Tech, 2019.



— FIGURE 2 —

Sites archéologiques de la région côtière de Rabat-Témara. a : fouilles 1982-1984 de la nécropole néolithique (93 sépultures) de Rouazi à Skhirat, 4 500- 3 800 ans BC (photographie A. Débénath) ; b : vue générale de la morphologie du cordon dunaire à Oulad Bou Barka (in : Texier *et al.*, 2008) ; c : accumulation de moules fossiles dans la partie supérieure du cordon littoral de Rouazi en 2004 (photographie E. Stoetzel) ; d : partie supérieure de la stratigraphie de la grotte d'El Harhoura 2 en 2004 (hauteur de la coupe = 2,7m, « H »=dépôts holocènes, « P »= dépôts pléistocènes) et e : détail d'accumulation de mollusques, principalement des *Mytilidae*, dans la couche 1, Néolithique (photographies R. Nespoulet) ; f : stratigraphie de la grotte de Dar-es-Soltane 1 en 2007, (hauteur de la coupe = 7m, « H »=dépôts holocènes, « P »= dépôts pléistocènes, photographie R. Nespoulet) ; g : vue zénithale d'une accumulation de *Patellidae* dans la couche 8 d'El Harhoura 2 en 2007, Atérien (MSA), env. 100 ka (photographie R. Nespoulet).

Archaeological sites in the Rabat-Témara coastal area, a: 1982-1984 excavations of the Neolithic necropolis (93 burials) at Rouazi in Skhirat, 4500-3800 years BC (photograph by A. Débénath); b: general view of the morphology of the coastline at Oulad Bou Barka (in: Texier et al., 2008); c: accumulation of fossil mussels in the upper part of the Rouazi coastline in 2004 (photograph by E. Stoetzel); d: upper part of the stratigraphy of El Harhoura 2 cave in 2004 (height of the section = 2.7m, « H »=Holocene deposits, « P »=Pleistocene deposits) and e: detail of accumulation of mollusks, mainly Mytilidae, in level 1, Neolithic (photographs by R. Nespoulet); f: stratigraphy of the Dar-es-Soltane 1 cave in 2007, (height of the section = 7m, « H »=Holocene deposits, « P »=Pleistocene deposits, photograph by R. Nespoulet); g: zenithal view of Patellidae accumulation in layer 8 of El Harhoura 2 in 2007, Aterian (MSA), ca. 100 ky (photograph by R. Nespoulet).



— FIGURE 3 —

Grotte d'El Mnasra, Unité Stratigraphique 8, Atérien (MSA), env. 100 ka. a et b : éclats Levallois pédonculés, silex (photographies B. Leprêtre) ; c : lame Levallois pédonculée ; d et e : nucléus micro-Levallois, silex (photographies R. Nespoulet) ; f : *Mytilidae* ; g : *Patellidae* (photographies É. Lesvignes).

El Mnasra Cave, Stratigraphic Unit 8, Aterian (MSA), ca. 100 ka. a and b: tanged Levallois flakes, flint (photographs by B. Leprêtre); c: tanged Levallois blade; d and e: micro-Levallois nucleus, flint (photographs by R. Nespoulet); f: Mytilidae; *g:* Patellidae *(photographs by É. Lesvignes).*

FIGURE 4

Coquilles, fragments d'objets archéologiques et d'ossements humains affleurant sur une coupe de Guy-Ville (Photographie É. Campmas, R. Mensan, mai 2016).

Shells, fragments of archaeological objects and human bones exposed on a section of Guy-Ville (Photograph É. Campmas, R. Mensan, May 2016).

QUESTIONS ÉPISTÉMOLOGIQUES POUR DISCUSSIONS NOCTURNES

L'intention de cette collaboration avait pour point de départ le partage d'un intérêt méthodologique réciproque et la mise en perspective de protocoles d'études ancrés sur le terrain. Une passerelle trop rarement empruntée entre deux disciplines pourtant sœurs dans le champ des sciences humaines. L'occasion était ainsi concrètement de partager un terrain commun. Unité de lieu, mais pas unité de temps, car il ne s'agissait pas non plus de retracer l'histoire de l'exploitation humaine des ressources marines de la Préhistoire à nos jours. Nous souhaitions avant tout croiser les perspectives ethnologique et archéologique pour faire naître de part et d'autre de nouveaux questionnements. Nous cherchions à enrichir le regard que nous portions sur nos *terrains* respectifs qui s'avéraient être situés exactement au même endroit.

Nous considérerons ici trois questions épistémologiques issues de cette démarche. La première concerne l'identification des traces archéologiques, ou plus exactement ce que l'ethnologue ne savait pas identifier, en l'occurrence les preuves de passages ou d'occupations anciennes (ossements animaux, silex taillés, céramiques, parfois ossements humains) (**fig. 3** et **4**), soit visibles lorsqu'ils affleurent sur le sol, soit invisibles lorsqu'ils sont enfouis, parfois à plusieurs mètres de profondeur sous la surface. Traces sur lesquelles les collecteurs actuels déploient leurs activités. Dans son étude précédente sur les dispositifs d'assainissement, l'approche ethnographique avait pourtant exploré le sous-sol en descendant dans les canalisations souterraines. Ces manifestations du passé n'y étaient pas accessibles. La prise de conscience de ces présences, tout comme la proximité de la grotte des Contrebandiers - un site archéologique largement exposé et visible depuis la route côtière, protégé par des barrières, surveillé par un gardien résident

du douar adjacent et recruté par la Direction du Patrimoine du Maroc – ont rappelé, tout au long de l'enquête ethnologique, l'épaisseur géologique et temporelle de cette portion de territoire urbain. Cela fait d'ailleurs écho à un passage d'*Espèces d'espaces* dans lequel Georges Pérec soucieux de « déchiffrer un morceau de ville » en l'occurrence une rue parisienne, incite à « *s'efforcer de se représenter, avec le plus de précision possible, sous le réseau des rues, l'enchevêtrement des égouts, le passage des lignes de métro, la prolifération invisible et souterraine des conduits (électricité, gaz, lignes téléphoniques, conduites d'eau, réseau des pneumatiques) sans laquelle nulle vie ne serait possible à la surface. En dessous, juste en dessous, ressusciter l'éocène : le calcaire à meulières, les marnes et les caillasses, le gypse, le calcaire lacustre de Saint-Ouen, les sables de Beauchamp, le calcaire grossier, les sables et les lignites du Soissonnais, l'argile plastique, la craie* » (Perec 1974 p. 74).

Ce *savoir voir*, ainsi que l'historique des relations entre les archéologues et les habitants de la côte (voir par exemple Nespoulet *et al.* 2011), conduit également à s'interroger à propos des représentations que les collecteurs développent (ou pas) concernant ces présences matérielles que les archéologues mettent au jour et placent au cœur de toutes leurs attentions. Quelles connaissances en ont-ils ? Quels liens établissent-ils (ou pas) avec les occupants qui les ont précédés ? Quels rapports entretiennent-ils avec les savoirs savants qui s'y appliquent et génèrent d'autres façons de penser le territoire, de le pratiquer et de le produire ? Comment se situent-ils vis-à-vis de ces productions scientifiques dont ils ne connaissent pas les destinataires ? Ces savoirs, produits dans des langues qu'ils ne lisent pas toujours, leur sont rarement restitués. De ces interrogations en découlent d'autres. En effet, ces recherches, et les dispositifs techniques et institutionnels qu'elles impliquent, ont des incidences sur les usages et les équilibres politiques ou identitaires d'un « territoire ». Les collecteurs de moules, dont il est question ici, sont pour la plupart originaires de zones rurales. Leurs parents ou grands-parents sont venus s'installer en ville souvent pour des raisons économiques. Ils se trouvent socialement et économiquement dans une situation d'extrême pauvreté. Certains envisagent la présence des chercheurs et chercheuses comme potentiellement vectrice de ressources économiques (gardien, ouvrier de fouille...)[5]. D'autres ou les mêmes sont désireux de contribuer à la construction de ces connaissances. Ils considèrent qu'ils s'inscrivent dans une forme de coproduction et d'échange impliquant la reconnaissance de leurs savoirs. L'épaisseur temporelle de l'occupation de la côte est parfois vectrice d'une forme de fierté identitaire. Elle peut aussi être ignorée et ne susciter aucun intérêt. Il est également une forme de méfiance : quels sont les objectifs des scientifiques ? Quels sont leurs liens avec les autorités locales ? Que vont-ils faire des informations qu'ils produisent ou qui leur sont communiquées ? Dans un article, datant de 2001, Abdelmajid Arrif rend compte de ces difficultés et des tensions qui traversent en permanence la relation entre les chercheurs et les enquêtés. Cet anthropologue a mené une enquête dans un bidonville de Casablanca. Il montre combien une enquête sur le statut informel, et par conséquent précaire de ce mode d'occupation est « *marquée par sa dépendance des autorités publiques intervenant sur le cours de son destin résidentiel, recèle des difficultés et des pièges que la vigilance méthodologique ne peut suffire à surmonter. Le rapport au pouvoir affecte les prises de paroles et les jugements, et brouille le statut du chercheur soucieux de trouver la bonne distance* » (Arrif 2001, p. 29).

Ces aspects alimentent bien évidemment une démarche de recherche réflexive, notamment à propos des malentendus à l'œuvre sur le terrain (malentendus qui peuvent fausser mais aussi permettre l'enquête). Ils donnent également à comprendre la situation des collecteurs, les modalités de leur présence et les façons dont ils la pensent. Tout ceci nous renvoie vers des problèmes classiques concernant la restitution et la diffusion des connaissances. Qu'il s'agisse par exemple de la reconnaissance accordée (ou non) aux personnes qui contribuent à la production de ces savoirs, aux mécanismes de dépossession vécus ou perçus, ou encore aux écarts entre l'analyse des scientifiques et les attentes des informateurs (Zonabend 1994). Ces questions doivent être replacées dans un contexte, y compris géopolitique, plus large. Elles concernent tout autant les archéologues que les ethnologues et ont occupé la plupart des discussions nocturnes de l'équipe *ACoA-Pass*. La confrontation d'expériences scientifiques différentes, mais convergentes, s'annonçait féconde pour identifier, et peut-être surmonter certaines impasses déontologiques. Ces préoccupations sont particulièrement vives lorsque les positions sociales, sur le terrain, sont inégales et accentuées par des asymétries géopolitiques. C'est le cas à Guy-Ville où les bidonvillois qui collectent des moules occupent une position fragile, y compris d'un point de vue urbanistique. C'est ce que nous allons voir à présent. Dans un premier temps seront examinées les activités des collecteurs et les techniques qu'ils mobilisent. Dans un deuxième temps seront questionnées les tensions qui précarisent cette forme d'occupation du rivage et l'exploitation des ressources naturelles en milieu urbain.

UNE ACTIVITÉ DE SURVIE

Dans la zone de collecte, principalement de mars à octobre, se côtoient plusieurs façons de pratiquer la pêche. Des collecteurs de moules « occasionnels » pêchent pour leur seule consommation sur le platier, dans la zone haute de la falaise. Leur présence est plus particulièrement marquée les week-ends ou jours fériés. Des pêcheurs à la ligne restent eux aussi sur le platier. Une fois la pêche terminée les uns et les autres quittent les lieux. Les collecteurs, qui sont au cœur de cet article, pêchent les moules à des fins lucratives, leur activité relève de l'économie informelle. Ils descendent plus bas dans la falaise. Les moules y sont plus grosses et les vagues plus fortes. Ces hommes présentent leur activité comme une solution ultime, leur permettant d'assurer la subsistance de leur famille avec plus ou moins de certitude, lorsqu'ils n'ont pas d'autres revenus. Nous n'avons pas vu de femmes sur les falaises et les pêcheurs

[5] Lors des missions de fouille, des ouvriers sont embauchés pour des contrats courts. Ce sont principalement de jeunes hommes qui viennent du douar des Contrebandiers.

n'en ont pas mentionné[6]. La majorité d'entre eux réside dans un bidonville situé à un kilomètre du rivage, d'autres viennent d'un peu plus loin. Après la pêche, ils restent sur la plage afin de préparer les moules pour la vente. Cette dernière, bien souvent, s'opère sur place ou en bordure de la route côtière. Nous y reviendrons.

Les activités des collecteurs sont dictées par des phénomènes saisonniers, comme les aléas météorologiques. Ils ne collectent pas en hiver ou pendant les tempêtes lorsque la mer est très agitée. Les cycles et coefficients des marées sont également déterminants. Ils collectent surtout pendant les marées basses de vives-eaux. Le renouvellement de la population des *Mytilidae* oriente la localisation et le rythme des pêches. Les rythmes sociaux interviennent également et notamment les fêtes religieuses. En effet la consommation des moules augmente pendant le Ramadan. Préparées en tagine, elles sont particulièrement appréciées par certains citadins lors du repas de rupture du jeune (ftor إفطار). Les prix sont alors plus élevés (entre 50 et 60 dirhams le kilo de moules décortiquées contre 30 ou 40 dirhams hors Ramadan)[7]. Les pêcheurs sont plus nombreux en cette période de l'année. Des raisons individuelles et familiales déterminent également la présence plus ou moins soutenue des collecteurs. Plus leur situation économique est critique, plus ils pratiquent la collecte de façon intensive et quotidienne. La plupart ont bien signifié qu'ils ne considéraient pas cette activité informelle comme un métier mais bien comme une activité de « survie ». C'est ainsi que l'un d'eux décrit sa situation : « *J'ai perdu mon travail et au Maroc on n'a pas le chômage. Je n'avais plus rien pour faire vivre ma mère chez qui j'habite. Sans argent, je ne peux pas me marier, je ne peux pas avoir d'enfant. Des amis qui habitent à côté de moi m'ont dit « viens avec nous pêcher les moules, on te donne une place autour de notre feu ». Je suis jeune, j'ai été maître-nageur. Je peux faire face à l'Océan qui est si dangereux. Je peux aller loin, là où les moules sont plus nombreuses, plus belles... Les vieux vont moins loin c'est plus difficile pour eux* » (S. Avril 2016). Chaque foyer (feu)[8] réunit plusieurs collecteurs mais les récoltes ne sont pas mises en commun. Dans tous les récits qui nous ont été faits, plusieurs éléments sont récurrents. La cooptation est liée à une situation économique. La transmission des techniques passe par la reconnaissance d'un sort commun, par des liens de solidarité davantage que familiaux (sur sept groupes, un seul était constitué d'un père et de son fils).

UN PROCESSUS TECHNIQUE EN TROIS PHASES

Les jours de collecte sont très précisément rythmés. À quelques exceptions près, les collecteurs de la côte enchaînent les mêmes opérations, les mêmes gestes (y compris de détente) au même moment. Pour décrire l'enchaînement des opérations techniques, trois étapes principales peuvent être distinguées : la collecte, la transformation des moules avec l'extraction de la chair, et enfin la vente. À chacune de ces étapes correspondent des outils, des états du corps, des nourritures, des espaces et des formes de partage.

La collecte

Les pêcheurs arrivent sur la plage le matin, plus ou moins tôt selon les horaires des marées. Ils se déplacent à pied, en bus ou avec des véhicules à deux roues pour certains motorisés. Ils apportent une partie de leur matériel de pêche ainsi que des aliments qu'ils consomment sur place avant de commencer leur journée de travail (pain, olives, fromage, saucisson halal...). Ils déploient leurs abris de fortune, dont ils ont laissé les matériaux repliés sur place. Ils découvrent les foyers (cachés et recouverts de sable pour la nuit) sur lesquels ils feront chauffer les moules une fois celles-ci récoltées. Enfin, ils revêtent leurs vêtements de pêche avant de s'avancer à pied vers l'océan jusqu'à atteindre l'extrémité de la falaise située au niveau de la laisse de basse mer. Entre deux vagues, ils descendent le long de la falaise et arrachent les moules avec un piolet, déposent les bivalves dans une poche ventrale et sautent rapidement au sommet de la falaise dès qu'ils entendent approcher la vague suivante (**fig. 5**). Ils vident leur poche dans un sac plastifié d'une contenance de 25 kg environ et recommencent l'opération jusqu'à ce que la marée remonte. Les hommes les plus forts et rapides descendent plus bas le long de la falaise. Les moules y sont plus grosses. Les pêcheurs les plus fragiles, les plus âgés ou les moins aguerris vont moins loin, prennent moins de risques. Ils récoltent des moules moins grosses. L'activité est dangereuse. Les vagues peuvent emporter les collecteurs ou les plaquer contre la falaise, ce qui peut les assommer et les blesser sur les tranchants des moules. Certains portent la trace de ces blessures. Les hommes s'attribuent des qualités physiques, une bonne connaissance du littoral ainsi qu'une forme de courage : celui d'affronter l'océan alors qu'il claque violemment contre les falaises. La collecte de moules demeure toutefois selon la plupart d'entre eux une activité sans perspective et stigmatisante, insuffisamment lucrative en regard des efforts fournis.

L'extraction de la chair

Lorsque la marée commence à remonter, les collecteurs trient les moules en remettant à l'eau les plus petites et le naissain. Ils frottent les moules avec leurs pieds chaussés, afin d'ôter les animaux collés dessus. Cela leur permet notamment d'alléger le poids de leur récolte mais également de remettre à l'eau une part des organismes vivants que la marée viendra recouvrir. Ils quittent la falaise et transportent leur récolte vers le bord du littoral. Un grand nombre porte les sacs remplis de moules sur le dos durant plusieurs centaines de mètres et fait le tour de la zone lagunaire. D'autres (ceux qui savent bien nager) tractent les chargements de moules sur une bouée, à la nage et à travers la lagune. Chacun porte entre 25 et 60 kg de moules, les plus âgés ajustent leur récolte en fonction du poids qu'ils peuvent supporter. Les plus jeunes, avec lesquels ils partagent un foyer, les aident. Ils rejoignent alors leurs abris de fortune et les foyers afin de mettre le feu en route (**fig. 6**). Chaque collecteur vide sa récolte dans des « contenants » (seaux de peinture de 5 kg qu'ils couvrent

[6] Il existe toutefois à Skhirat un site de collecte sur lequel viennent des femmes. Ces dernières ne mobilisent pas les mêmes techniques que celles que nous avons observées auprès des hommes de Guy-Ville.

[7] Les collecteurs obtiennent en moyenne quatre ou cinq kilos de chair de moules par journée de travail.

[8] Nous verrons un peu plus loin la place qu'occupent ces feux dans le processus de transformation des moules.

FIGURE 5

Collecte sur la falaise (photographie A. Jeanjean, avril 2022).

Gathering on the cliff (photograph A. Jeanjean, April 2022).

FIGURE 6

Abris collectif (photographie É. Campmas, mai 2016).

Group shelter (photograph by É. Campmas, May 2016).

d'un tissu). Les seaux sont installés sur le foyer les uns à côté des autres. La structure du foyer, la position des calages (bloc, brique, barre de fer) sont définies selon la dimension des « contenants ». Ces structures font toutes la même largeur mais peuvent être allongées pour y déposer plusieurs seaux selon le nombre de collecteurs. C'est la vapeur d'eau qui permet aux moules de s'ouvrir.

Pendant que les moules chauffent et que l'océan atteint son niveau de pleine mer, les hommes quittent leurs tenues de pêche et les étendent autour des abris afin de les faire sécher. Une fois changés, et en attendant que les moules soient ouvertes, ils s'installent dans leurs abris, discutent, écoutent de la musique, fument. Ils préparent leur repas, souvent un tajine (constitué d'ingrédients les moins chers), qu'ils mettront à cuire sur le feu lorsqu'ils en retireront les moules. Ces dernières ne sont jamais consommées sur place, elles sont avant tout destinées à être vendues.

Une fois les coquillages ouverts, ils sont déposés en tas sur des sacs ou des toiles (**fig. 7**), chaque collecteur a son tas. Ceux qui partagent un même foyer, prennent leur repas puis le thé ensemble en attendant que les tas refroidissent. Puis ils décortiquent leur récolte à la main en extrayant la chair de chaque moule à l'aide d'une coquille préalablement sélectionnée et légèrement taillée pour la rendre plus tranchante. Les coquilles vides sont rejetées en amas un peu plus loin. Ils opèrent un tri lors du décorticage, en rejetant les plus petites moules ou en mettant de côté d'autres espèces collectées par inadvertance, les pouces-pieds ou les thaïs notamment. Les collecteurs sont alors assis les uns à côté des autres, parlent, écoutent de la musique dans leurs abris de fortune. Une fois les moules décortiquées et rincées à l'eau de mer (**fig. 8**), ils entrent en contact avec leurs acheteurs.

FIGURE 7

Moules chauffées et ouvertes avant extraction de la chair (photographie A. Jeanjean avril 2022).

Mussels heated and opened before extraction of the flesh (photograph A. Jeanjean April 2022).

FIGURE 8

Moules prêtes pour la vente (photographie A. Jeanjean, avril 2022).

Mussels ready for sale (photograph by A. Jeanjean, April 2022).

La vente

Quelques clients ont pour habitude de venir s'approvisionner directement auprès des pêcheurs. Ils expliquent qu'ils les connaissent, leur font confiance et aiment les rejoindre sur le rivage, à marée haute dès que les moules sont prêtes. Ils considèrent que ces dernières sont particulièrement « fraîches » et « naturelles » (entretiens clients 2016 et 2022). Certains mobilisent des arguments écologistes : « *la chaîne entre producteur et consommateur est très courte, il n'y a pas plus court !* » (entretien cliente 2016). Un autre argument plus identitaire

est avancé. C'est le cas lorsque ces consommateurs considèrent que la préparation des moules (tajines, beignets...) et le plaisir gustatif qui en découle s'inscrivent dans la culture culinaire de la côte et contribuent à les distinguer d'habitants davantage liés à l'intérieur des terres. Selon ces représentations, consommer ces moules exprime une forme d'inscription et d'attachement à un territoire. Ces personnes, appartenant pour la plupart à la classe moyenne, achètent entre 250 g et 500 g de moules décortiquées, pour leur consommation personnelle. Mais il est des acheteurs qui prennent de plus grosses quantités et sont équipés de camions réfrigérés. C'est le cas de grossistes et de restaurateurs. Lorsque les pêcheurs ont entièrement décortiqué les moules, ils évaluent la quantité de leur récolte et l'annoncent par téléphone portable à ces acheteurs. Ces derniers, s'ils sont intéressés, en réservent une partie ou la totalité. Puis ils viennent sur place chercher leur commande auprès de plusieurs collecteurs. Les moules achetées ainsi sont ensuite revendues sur le marché central ou préparées dans les cuisines de restaurants prisés. Ce circuit est destiné à des consommateurs appartenant aux classes moyenne ou supérieure. Enfin, lorsque les collecteurs ne parviennent pas à écouler leur production, ils vont la vendre aux automobilistes le long de la route qui longe l'océan. Faute d'équipement réfrigéré, les invendus seront consommés par les pêcheurs et leurs proches dans les deux jours, ou mis à sécher.

À l'issue de l'ensemble des opérations de collecte, de préparation et de vente, qui durent environ sept heures, certains pêcheurs restent encore quelques heures près des foyers éteints. Dans leurs abris de fortune, ils s'adonnent à des activités de détente alors que la plage est investie par des promeneurs, des baigneurs...

UNE OCCUPATION PRÉCAIRE

Habiter sur les résidus

Nous l'avons noté plus haut, les collecteurs actuels déroulent leurs activités au milieu de « restes » préhistoriques dont certains affleurent à la surface. Certains le savent, d'autres pas[9]. Par ailleurs, cette activité produit une grande quantité de résidus, principalement composés de coquilles de moules et pouvant former de véritables « amas coquilliers », mais aussi de pierres chauffées, de cendres et de restes de nourriture. La plupart sont emportés par l'océan lors de tempêtes. Devant cet entremêlement de déchets, renvoyant à des périodes différentes, nous souhaitions poursuivre nos travaux. Là encore le croisement de nos perspectives disciplinaires s'annonçait particulièrement enrichissant.

Il nous intéressait alors de nous interroger ensemble sur les façons dont les collecteurs habitaient *sur* et *avec* des restes. Sans Émilie, nous ne pourrons poursuivre cette réflexion archéo-ethnologique dans le cadre de cet article. Nous pouvons toutefois proposer, pour conclure, une interprétation ethnologique à propos des tensions qui fragilisent ce mode d'existence, cette occupation informelle de la côte. Nous nous permettons de livrer un extrait de notre brouillon d'article et plus particulièrement un passage écrit par Émilie Campmas : « *Dans les sites côtiers, certains dépôts archéologiques sont constitués principalement de coquilles de mollusques marins. Ces dépôts, qui associent souvent zones de dépotoirs, de sépultures, et zones d'activités, sont donc des sources majeures des connaissances sur les populations du passé (Dupont et Marchand 2016). Cependant, l'interprétation de l'étude des déchets pour reconstituer les activités et les comportements des groupes préhistoriques se heurte à la notion d'occupations récurrentes, parfois sur une très grande temporalité. Les différentes occupations sont ainsi difficiles, voire impossibles, à discerner les unes des autres, et se traduisent par une couche d'accumulation diachronique. D'autres processus naturels, comme le soutirage ou le lessivage karstique, la bioturbation (les ratels sont de terribles destructeurs de couches archéologiques au Maroc), peuvent aussi entraîner une modification des dépôts archéologiques et un mélange des déchets issus de différentes périodes. Quoiqu'il en soit, les populations préhistoriques laissaient leurs déchets bien souvent dans ou autour des « habitats ». Sans que l'on puisse préciser avec quelle fréquence d'occupation, ils étaient donc installés sur leurs propres débris et/ou sur ceux des groupes les ayant précédés* » (Émilie Campmas inédit, janvier 2019). Ce sont bien ces façons d'être installés sur des débris qui nous intéressaient.

Pour en revenir aux collecteurs de moules, nous avons pu constater combien toutes leurs activités techniques (décrites plus haut), qu'il s'agisse de la construction de leurs abris, de la collecte et de la préparation des bivalves, mobilisent essentiellement des matériaux de récupération. À l'exception des téléphones portables (utilisés notamment pour communiquer avec les « gros » acheteurs ou écouter de la musique,) et de « l'herminette » utilisée pour décrocher les moules de la paroi, tous ces éléments sont récupérés et recyclés par les collecteurs. Les pêcheurs portent des sacs plastiques sur la tête pour se protéger du vent, ceux qui ont des pantalons de plongée les ont « trouvés » ou rachetés à bas prix après qu'ils aient été jetés et récupérés par d'autres. Il s'agit généralement de vieux bas de combinaisons de plongée. Il en va de même des « chaussures pour aller dans l'eau » (chaussons de plongée troués, tennis très usagées et parfois dépareillées...). Lors de notre observation, une mosquée venait de donner l'ensemble de ses tapis usagés aux collecteurs. Ces derniers les utilisaient comme combustible pour démarrer le feu, comme tapis de sol et comme velum pour leurs abris. Les contenants rigides ou souples sont tous issus de récupérations : seaux de peinture, sacs de riz, de pommes de terre... Les bouées utilisées pour transporter les coquillages à travers la lagune sont des chambres à air rapiécées, le vêtement ventral dans lequel les collecteurs déposent les moules aussitôt celles-ci arrachées à la roche est découpé dans des sacs de riz, de blé, de farine, de ciment... Ce vêtement-outil (*aâboun*) méritera d'être examiné de plus près (**fig. 9**). Cousu par les hommes, il s'inspire d'un dispositif vestimentaire féminin traditionnel : partie haute d'un vêtement droit serré à la taille dans lequel peuvent être déposés et cachés des objets et de la nourriture. Mais revenons vers les collecteurs et leur situation sur la côte.

[9] Une prochaine mission sur le terrain nous permettra de documenter cet aspect qui fait écho aux questions soulevées au tout début de cet article.

FIGURE 9

Aâboun (photographie S. Laâziz, avril 2022).

Aâboun (photograph S. Laâziz, April 2022).

Tensions urbanistiques. Les déchets comme argument du pouvoir mais aussi lieu de résistance.

Depuis une dizaine d'années, le développement urbanistique de la ville de Rabat, le tourisme, l'attrait grandissant qu'exerce l'habitat côtier sur une population aisée économiquement, placent la zone concernée par l'étude au cœur d'enjeux urbanistiques conséquents. À l'instar de la corniche de Casablanca, et dans le cadre d'un « waterfront development » massif, la route côtière entre Rabat et Témara a été aménagée. Bordée de centaines de palmiers et de lampadaires, elle accueille des parcours sportifs et de nouvelles pratiques urbaines. Comme l'écrit Pierre Arnaud Barthel dans un article consacré à la marina de Casablanca et à l'urbanisme marocain des grands projets : « *Cette spectaculaire mutation urbanistique signe la diffusion d'un urbanisme libéral générique – au sens où il se retrouve partout dans le monde – puisant ses références dans des concepts internationaux (marina, gated community, city sport, CBD…) et reproduisant comme ailleurs des formes urbaines standardisées* » (Barthel 2010, p. 71). Des opérations de résorption des bidonvilles ont eu lieu[10]. Les espaces, jadis vacants, sont investis par des opérations urbanistiques de grande ampleur. Des ensembles immobiliers apparaissent le long de la côte ainsi que de nombreux panneaux publicitaires visant à vendre appartements, commerces ou bureaux. Sur ces images, on aperçoit des passants et quelques habitants sur leur terrasse végétalisée. Tous ont des allures très occidentales et urbaines. Aucune de ces figures ne ressemble aux hommes qui, quelques mètres plus bas, sur les falaises où se brisent les vagues, collectent des moules sauvages (Jeanjean 2021). Leur façon d'occuper la côte vient heurter les nouvelles règles d'aménagement urbain, les normes esthétiques, les pratiques et les sensibilités qui tout à la fois les produisent et en découlent. Voyons deux exemples qui ont à voir avec les déchets et les représentations de la pollution. Les feux ont récemment été interdits sur le rivage, les fumées dérangent le voisinage, les traces de foyers sont estimées salissantes et les collecteurs sont tenus d'acheter des réchauds. Cette règle a des effets conséquents sur les pratiques décrites plus haut et les organisations sociales qui leur correspondent. D'une part, tous les collecteurs n'ont pas les moyens d'acheter réchauds et cartouches de gaz. D'autre part, ce dispositif rompt avec l'organisation collective articulée à la mise en commun des foyers. Les réchauds donnent lieu à des pratiques individuelles, ils ne peuvent accueillir plusieurs contenants à la fois. En outre, des articles de presse s'inquiètent des effets de cette prédation sur la faune

[10] C'est le cas par exemple du bidonville Douar al Kora situé à Rabat le long de la route côtière.

marine et évoquent la pollution des eaux, les risques sanitaires. Les collecteurs informels sont alors décrits en des termes négatifs et qualifiés de braconniers comme en témoigne cet extrait de la RTBF (20 août 2012)[11] : « *Ces braconniers s'activent en toute impunité, les autorités fermant les yeux sur cette activité qui menace gravement l'écosystème marin.* » mais « *Nous ne pouvons pas arrêter cette activité informelle car nous n'avons rien à proposer en contrepartie à ces pêcheurs (...) En été, l'armée de braconniers évolue par petits groupes. Elle est visible aussi bien le long des côtes que sur les routes où elle expose parfois sous un soleil torride la vente des collectes de moules* ». Ici se dessine clairement une lutte du propre contre le sale, de l'ordre contre le désordre qui accentue la précarité des collecteurs et de leurs abris de fortune face à l'urbanisme libéral. La défense de l'environnement renvoie alors vers des arguments moraux et relatifs dont la dimension politique ne saurait être ignorée (Douglas 1992). Pour aller plus loin dans l'analyse, il faudra exposer la situation du secteur informel au Maroc. Pour l'instant, les collecteurs sont tolérés par les autorités et une partie des citadins. Ces derniers considèrent cette activité sous un angle politique et sont favorables au secteur informel comme réponse aux situations de grande pauvreté. D'autres (ou les mêmes) mettent en avant la tradition et l'antériorité de cette collecte.

Attentifs à ces tensions, nous souhaitions mettre en perspective la situation des collecteurs et les interprétations archéologiques des plus anciens amas coquilliers de la côte.

Y a-t-il continuité temporelle entre les collecteurs néolithiques, dont les accumulations de coquilles sont aujourd'hui fouillées, et les collecteurs actuels qui produisent eux aussi des accumulations (**fig. 10**) ? L'idée est tentante, mais la difficulté de la lecture stratigraphique (palimpsestes) en grotte des occupations post-néolithiques ne permet pas, dans l'état actuel des recherches, de documenter une continuité, ni même un hiatus sédimentaire (Chennaoui, Debénath 2006 ; El Hajraoui *et al.* 2012). Cependant, les activités de collecte de moules sur la plage de Guy-Ville, rendues perceptibles par les méthodes d'observations ethnologiques, peuvent constituer des référentiels actualistes propres à enrichir l'interprétation archéologique, et plus encore, à interroger encore et encore ce que l'archéologue souhaite rendre visible. Le patrimoine archéologique, et plus particulièrement les occupations préhistoriques, s'insèrent plus ou moins facilement dans l'évolution urbaine de la côte. Il existe en effet un paradoxe classique de la démarche archéologique, car le fouilleur, pour accéder aux informations enfouies dans le sol, est amené à détruire, au moins en partie, l'objet de sa recherche. Il est en effet souvent rappelé que « fouiller c'est détruire », même si, dans les protocoles de fouille, tout est désormais mis en œuvre pour détruire avec parcimonie, et le mieux possible (Nespoulet, Chiotti 2014). Les stratigraphies des sites préhistoriques du littoral atlantique de Rabat-Témara, qui correspondent à plus de 100 000 ans d'accumulations de sédiments et de fragiles ossements ou silex taillés, sont pourtant susceptibles d'être effacées en quelques heures par des engins de chantier occupés à creuser les fondations de nouveaux bâtiments. Certaines de ces occupations peuvent limiter les projets d'urbanisation, mais elles peuvent aussi être détruites. En 2012, Émilie et les archéologues travaillant dans la région, avaient été sensibles à l'annonce de l'inscription sur la liste du Patrimoine mondial de l'Unesco, de *Rabat, capitale moderne et ville historique : un patrimoine en partage* (https://whc.unesco.org/fr/list/1401). Ceci avait été perçu comme un tournant dans la prise de conscience des autorités de la nécessaire articulation entre l'urbanisation de Rabat et la préservation de son patrimoine, en particulier archéologique. Mais le patrimoine enfoui, indiscernable dans le paysage, qui est contenu dans les grottes et le sable, n'y figurait finalement pas. Il demeurait invisible. Ou plutôt restait visible aux seuls yeux initiés : archéologues, conservateurs, comme une fragile référence circulaire.

Les chantiers de fouilles archéologiques, les occupations préhistoriques, tout comme les occupations spontanées actuelles peuvent donner à penser des formes alternatives en termes de construction, de production

[11] https://www.rtbf.be/info/monde/detail_maroc-les-recoltes-de-moules-sauvages-menacent-l-ecosysteme-marin?id=7824338

FIGURE 10

Amas coquilliers actuel (photographie A. Jeanjean, novembre 2022).

Current shell midden (photograph A. Jeanjean, November 2022).

alimentaire, d'organisation collective, de rapport au temps et à la nature en milieu urbain. Les abris de fortune des collecteurs, marqués par la présence de restes et leur réutilisation, peuvent alors être envisagés comme des « hétérotopies » à partir desquelles nous pouvons examiner les espaces urbains contemporains, et plus particulièrement les normes qui les sous-tendent en termes de production et de consommation.

REMERCIEMENTS

Agnès Jeanjean remercie Soufian Laâziz qui l'a acceptée auprès de lui, des journées entières sur la plage de Guy-Ville, soucieux de l'aider dans son travail d'ethnologue en lui apprenant son travail de pêcheur.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

[COLLECTIF 2003] - Manuel sur la mesure de l'économie non observée. Les éditions de l'OCDE, 276 p.

ARRIF A. 2001 - Fragments d'une enquête dans un bidonville de Casablanca. *Ethnologie Française*, 2001/1, 31, p. 29-39.

BARTHEL P.A. 2010 - Casablanca-Marina : un nouvel urbanisme marocain des grands projets. *Autrepart*, 2010, p. 71-88.

BEN AROUS E., PHILIPPE A., SHAO Q., RICHTER D., LENOBLE A., MERCIER N., STOETZEL E., TOMBRET O., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R., FALGUÈRES C. 2022 - An improved chronology for the *Middle Stone Age* at El Mnasra cave, Morocco. *PLoS ONE*, 17(2), e0261282.

CAMPMAS É., CHAKROUN A., CHAHID D., LENOBLE A., BOUDAD L., El HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2018 - Subsistance en zone côtière durant le Middle Stone Age en Afrique du Nord : étude préliminaire de l'unité stratigraphique 8 de la grotte d'El Mnasra (Témara, Maroc). *In*: S. COSTAMAGNO, L. GOURICHON, C. DUPONT, O. DUTOUR, D. VIALOU (Éds.), *Animal Symbolisé, Animal Exploité : Du Paléolithique à La Protohistoire*. Actes Du 141e Congrès National Des Sociétés Historiques et Scientifiques (Rouen, Avril 2016). Éditions du CTHS, Paris, p. 112-134.

CHENNAOUI K., DEBÉNATH A. 2006 - Les amas coquilliers anthropiques dans les remplissages quaternaires marocains. *In*: C. DESCAMPS, A. CAMARA (Éds), *Senegalia. Études sur le patrimoine Ouest Africain. Hommage à Guy Thilmans*. Éditions Sépia, p. 326-336.

DOUGLAS M. 1992 - *De la souillure. Études sur la notion de pollution et de tabou.* La Découverte, Paris.

DUPONT C. 2006 - *La malacofaune de sites mésolithiques et néolithiques de la façade atlantique de la France : Contribution à l'économie et à l'identité culturelle des groupes concernés.* Oxford: British Archaeological Reports International Series 1571 Archeopress, 387 p.

DUPONT C., MARCHAND G. 2016 - Archéologie des chasseurs-cueilleurs maritimes. De la fonction des habitats à l'organisation de l'espace littoral / Archaeology of maritime hunter-gatherers. From settlement function to the organization of the coastal zone. Actes de la séance de la Société préhistorique française de Rennes, 10-11 avril 2014, Paris, Séances de la Société préhistorique française, 6, 425 p.

El HAJRAOUI M.A., NESPOULET R., DEBENATH A., DIBBLE H.L. (Éds.) 2012 - *La Préhistoire de la région de Rabat-Témara*. Rabat : Villes et Sites Archéologiques du Maroc, vol. III., Edition de l'Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine, 303 p.

GUTIERREZ-ZUGASTI I., ANDERSEN S.H., ARAUJO A.C., DUPONT C., MILNER N., MONGE-SOARES A. 2011 - Shell midden research in Atlantic Europe: State of the art, research problems and perspectives for the future. *Quaternary International*, 239, 1-2, p. 70-85.

JEANJEAN A. 2007 - Waste and Powers: Political and Symbolic Effects Due to Privatization of Urban Sanitation Services. *Anthropology of the Middle East*, 1-2, p. 108-114.

JEANJEAN A. 2012 - Privatiser la gestion des déchets au Maroc. Effets symboliques et politiques dans la Wilaya de Rabat-Salé ». *In*: G. GALLENGA (Éd.), *De la porosité des secteurs public et privé. Une anthropologie du service public en Méditerranée*. Aix-En-Provence : PUP, p. 87-101.

JEANJEAN A. 2021 - Habiter les restes (résider dans les résidus). *Psychologie clinique*, 52, p. 88-98.

LACOMBE J.-P., DAUGAS J.-P., MURAIL P., COCHARD D., SBIHI-ALAOUI F.-Z. 2013 - La nécropole Néolithique de Skhirat (Maroc) : caractérisation de la population inhumée et organisation spatiale. *Bulletin et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, 2013, p. 1-9.

NAVEZ-BOUCHANINE F. 2012 - *Effets sociaux des politiques urbaines.* Paris : Karthala, 369 p.

NESPOULET R., CHIOTTI L. 2014 - Des objets archéologiques in situ ? Ou le dilemme du fouilleur. *In:* DAUGERON B, LE GOFF A. (coord.), *Penser. Classer. Administrer. Pour une histoire croisée des collections scientifiques.* Paris : éd. CTHS, MNHN, p. 238-255.

NESPOULET R., HAJRAOUI M.A., AMANI, F., BEN-NCER A., DEBENETH A., IDRISSI A.E., LACOMBE J.-P., MICHEL P., OUJAA A., STOETZEL E. 2008 - Palaeolithic and Neolithic Occupations in the Témara Region (Rabat, Morocco): Recent Data on Hominin Contexts and Behavior. *African Archaeological Review*, 25, p. 21-39.

NESPOULET R., EL HAJRAOUI M. A., DEBÉNATH A. 2011 - Les recherches archéologiques dans la région de Rabat-Témara, une région fortement urbanisée et touristique. *In*: *Actas del III Seminario Hispano-Marroquí Arqueología y Turismo en el Círculo del Estrecho. Estrategias para la Puesta en Valor de los recursos patrimoniales del Norte de Marruecos*, Algesiras, 14-16 mai, Aula universitaria del Estrecho, Universidad Abdelmalek Essaâdi, Proyecto Juntos, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, Colección de Monografías del Museo Arqueológico de Tetuán, Vol. III, p. 627-645.

NOUET J., CHEVALLARD C., FARRE B., NEHRKE G., CAMPMAS É., STOETZEL E., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2015 - Limpet shells of the Aterian level 8 of El Harhoura 2 Cave (Témara, Morocco): Preservation state of crossed-foliated layers. *PlosOne*, 10(9) : e0137162.

OUJAA A., LACOMBE J.-P. 2012a - Chapitre VIII. L'occupation humaine néolithique. *In:* El HAJRAOUI M.A., NESPOULET R., DEBENATH A., DIBBLE H.L. (Éds.), *La Préhistoire de la région de Rabat-Témara.* Rabat : Villes et Sites Archéologiques du Maroc, vol. III., Édition de l'Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine, p. 59-69.

OUJAA A., LACOMBE J.-P. 2012b - Chapitre XVIII. L'occupation humaine néolithique. *In*: El HAJRAOUI M.A., NESPOULET R., DEBENATH A., DIBBLE H.L. (Éds.), *La Préhistoire de la région de Rabat-Témara.* Rabat : Villes et Sites Archéologiques du Maroc, vol. III., Édition de l'Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine, p. 122-135.

PEREC G. 1974 - Espèces d'espaces. Paris : Galilée.

STEELE T.E., ALVAREZ-FERNANDEZ E. 2011 - Initial Investigations into the Exploitation of Coastal Resources in North Africa During the Late Pleistocene at Grotte des Contrebandiers, Morocco. *In:* BICHO N.F., HAWS J.A., DAVIS L.A. (Éds), *Trekking the Shore: Changing Coastlines and the Antiquity of Coastal Settlement, Interdisciplinary Contibution to Archaeology*. New York: Edition Springer, p. 383-403.

ZONABEND F. 1994 - De l'objet et de sa restitution en anthropologie. *Gradhiva*, 16, p. 3-14.

SAME SEA, DIFFERENT CATCHES. EXPLORING ECOLOGICAL VARIATIONS VS. HUMAN CHOICES IN PREHISTORIC MEDITERRANEAN: THE AEGEAN CASE.

Tatiana Theodoropoulou[a]

a. *Université Côte d'Azur, CNRS, CEPAM, Nice, France.*
theodoropoulou.tatiana@cepam.cnrs.fr

ABSTRACT

Archeo-ichthyological and archaeo-malacological studies have increased in the last decades in the Mediterranean and cover almost all periods of Prehistory and Antiquity. Among other regions, the Aegean Sea offers a particularly diversified spatio-temporal panorama of the early Mediterranean History, which highlights the diversity of responses *vis-à-vis* the marine environment, omnipresent in the Aegean landscape. The rich dataset from this region has allowed addressing a number of themes touching upon all aspects of livelihood by the sea. However, what has been addressed to a lesser extent is the role of diachronic variations of Aegean prehistoric fish landings, namely in the turn from Mesolithic to Neolithic and to Bronze Age communities, and the potential impact of ecological fluctuations vs. that of human choices on fish catches. This paper briefly explores this specific research question by applying on a selection of Aegean prehistoric assemblages a methodological approach not commonly used in archeo-ichthyological research, namely a fundamental ecological model that seeks to assess how environmental and/or anthropogenic pressures impact the functioning of marine food webs and how societies adapt to these changes. This approach lies in the center of a newly launched ERC-CoG research program (MERMAID), that will improve and expand this exploratory application. Preliminary results show the potential of applying research questions and methodological tools from other disciplines in order to highlight tendencies and offer alternative interpretations that may add to the observations offered by standard approaches used in zooarchaeological research.

HORS-SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 1 | Les occupations côtières de la Préhistoire à l'actuel : adaptations des populations humaines au milieu littoral, utilisation des ressources marines et réseaux de diffusion

PAGES 176 À 193

KEY-WORDS Mediterranean, Aegean, Mesolithic, Neolithic, Bronze Age, fish remains, fish catches, trophic levels, overfishing.

RÉSUMÉ

Même mer, captures différentes. Exploration des variations écologiques versus choix humains en Méditerranée préhistorique : le cas de la mer Égée

Ces dernières années ont vu la multiplication des études archéo-ichtyologiques et archéo-malacologiques en Méditerranée, et ceci pour toutes les périodes de la Préhistoire et de l'Antiquité. Parmi les régions méditerranéennes, la mer Egée offre un panorama spatio-temporel particulièrement diversifié de l'histoire méditerranéenne des réponses adaptatives des humains vis-à-vis de l'environnement marin, omniprésent dans le paysage égéen. Ce riche jeu de données permet d'aborder une multitude de thèmes touchant aux relations entre les populations côtières et la mer. Parmi eux, les fluctuations dans les captures de pêche à travers les grandes périodes de la Préhistoire égéenne, notamment du Mésolithique au Néolithique et du Néolithique à l'âge du Bronze, ainsi que l'appréciation de l'impact écologique des choix humains sur les écosystèmes marins, restent moins explorées. Cet article présente une brève étude qui se propose d'appliquer à une sélection d'assemblages archéo-ichtyologiques égéens une approche méthodologique encore peu utilisée en archéo-ichtyologie, à savoir un modèle écologique qui essaie d'expliquer comment les pressions environnementales et anthropiques peuvent impacter le fonctionnement des réseaux trophiques marins et comment les sociétés humaines s'adaptent à ces changements. Cette approche est à la base d'un nouveau programme ERC-CoG (MERMAID), qui va explorer davantage ces questions et améliorer l'approche méthodologique. Les résultats préliminaires montrent le potentiel d'appliquer des questionnements et des outils méthodologiques issus d'autres disciplines dans le but de faire ressortir des tendances et offrir des interprétations alternatives qui s'ajoutent aux observations offertes par des approches plus couramment utilisées en archéozoologie.

MOTS-CLÉS Méditerranée, mer Egée, Mésolithique, Néolithique, Âge du Bronze, restes de poissons, pêcheries, niveaux trophiques, surpêche.

INTRODUCTION

Aegean Prehistory affords us perhaps one of the richest records to understand the structure, operation, and evolution of the human-sea relationship in Mediterranean Prehistory. A growing and diversified faunal dataset from this region, covering several categories of remains from marine organisms, namely fish, molluscs, crustaceans, corals, occasionally also remains of other invertebrates (octopuses or cuttlefish), allows to address a number of themes touching upon all aspects of livelihood by the sea: exploited fishing grounds, year-round exploitation of marine resources, fishing methods and tackle, marine foodstuffs in the prehistoric diet and cuisine, trade of marine products, the role of marine animals in ritual, status, beliefs, and artistic expression. However, what has been addressed to a lesser extent is the role of diachronic variations of Aegean prehistoric fish landings, namely in the turn from Mesolithic to Neolithic and to Bronze Age communities, and the potential impact of ecological fluctuations vs. that of human choices on fish catches. In this paper, I briefly explore this specific research question by applying on the remains of fish from Aegean prehistoric sites a fundamental ecological model that seeks to assess how environmental and/or anthropogenic pressures impact the functioning of food webs and how societies adapt to these changes. This approach lies in the center of a newly launched ERC-CoG research program (MERMAID), that further expands this preliminary approach and which will also be briefly presented here.

THE MEDITERRANEAN PREHISTORIC FISH RECORD. NEW QUESTIONS

Studies of fishing activities in the ancient Mediterranean have long time remained descriptive and often reproduced rather generalist visions of marine ecosystems and human-sea relations. If for other oceans it was generally admitted that they offer inexhaustible resources, the Mediterranean has often been considered as a rather poor sea in terms of biomass contribution of fisheries, albeit with a great diversity of marine species (e.g. Bianchi, Morri 2000; Coll *et al.* 2012; on historical views on the historical Mediterranean richness, e.g. Braudel 1966; on the ancient Aegean, Gallant 1985). Zooarchaeological research as well as other lines of evidence, such as work on ancient Mediterranean diets through isotope analysis of human bones, suggest a rather minor role of marine resources in most periods and areas studied (e.g. on W. Mediterranean Prehistory, Salazar-García *et al.* 2018; on a synthesis of studies for the Aegean and methodological constraints, Vika, Theodoropoulou 2012). The latter is also suggested for periods in Prehistory, such as the Mesolithic, which have nevertheless been characterized more "marine-oriented" in the Atlantic counterparts of Europe (e.g. Dupont *et al.* 2009). Although the Mediterranean prehistoric record offers examples of marine exploitation, the significance of the latter with respect to other subsistence activities as well as relative importance compared to other periods is not well understood.

Indeed, the importance of fishing/collecting activities in earlier periods of human history is now considered greater than previously believed (e.g. Rick, Erlandson 2008, 2009; Saporiti *et al.* 2014; Schwerdtner Mánez, Poulsen 2015; Orton 2016). As demonstrated in other parts of the world, the earlier belief that the ecological impact of pre-industrial societies on nature was negligible, based on the assumption that « the ancient peoples were not sophisticated or numerous enough to significantly modify their marine environment, (...) largely inaccessible » (Erlandson, Rick 2010), has given way to the observation that the populations of the past not only were the witnesses of environmental changes, to which they adapted in a variable manner, but that they were also active agents of exploitation and transformation of marine resources. Thus, a multi-factorial reassessment of the precise conditions and impacts of fishing/collecting activities in earlier periods of the human history is needed.

The above questioning is one of the research questions included in the ERC-CoG program MERMAID[1]. The latter will explore available zooarchaeological records from this region, what could be described as "archaeo-fisheries" archives, in order to follow variations through time and space. The project proposes to understand: a) how marine resources have been influenced by environmental/human pressures, b) when human impact can first be identified, and c) the ways ancient societies depended on these resources and adapted their exploitation strategies. With respect to the earlier periods in the Mediterranean, the project aspires to gain an insight into pristine conditions of marine ecosystems and study the environmental pressures but also potential first impacts of human activities on natural stocks, by exploring the idea of *shifting baselines*, i.e., the shift of marine ecosystem states through time as reflected in the fish catches of different periods.

In this paper we present a preliminary study that lied in the building of this project, which served to identify potential and constraints of the approach and better define our methodology for the program at the time of submission. It was applied on a restricted case study, the prehistoric fish record from the Aegean. Among other regions in the Mediterranean, the Aegean Sea offers a particularly diversified spatiotemporal panorama of early Mediterranean history that highlights the diversity of responses *vis-à-vis* the marine environment. Among other approaches, regarded as more traditional in the zooarchaeological discipline, it was decided to exploit available data from this region by applying an "external" conceptual approach and methodology, namely borrowed by the fisheries science.

As demonstrated by marine ecologists, the fishing pressure exerted by human activities differs radically from natural predation, due to the combination of direct and indirect effects (synthesised in Pauly *et al.* 1998). Overfishing is a form of overexploitation in which fish stocks are depleted to critical levels for the sustainability of both fisheries and the ecosystem structure, regardless of water body size. The direct fishing effect of reducing the abundance of marine populations is often enough for them to collapse. Overexploited areas also exhibit strong reductions of mean size in the species landed, reflecting similar reductions of size in the ecosystems. Overfishing has not only proved disastrous to fish stocks in areas where it has occurred but also to the fishing communities relying on the harvest (overview for the Mediterranean in Coll *et al.* 2012). An indirect result of overfishing is what has been explicitly entitled "fishing down the food web" by Pauly *et al.* (1998). This is the process whereby fisheries in a given ecosystem, "having depleted the large predatory fish on top of the food web, turn to increasingly smaller species, finally ending up with previously spurned small fish and invertebrates" (Pauly *et al.* 1998). The exploration of this anthropological observation in archaeology might help us gain a better understanding of fish assemblages.

Although overfishing is not acknowledged as a large-scale phenomenon in Prehistory, the hypothesis of overexploitation of specific resources in specific time periods has been advanced (various case studies in Rick, Erlandson 2008). The working hypothesis for prehistoric fishing pressure was that its effect on ecosystems, being highly localized, would probably resemble the effect of natural predation. Pauly's model has been tested on several archaeological fish assemblages with promising results (one of the pioneer applications in Reitz 2004; among an increasing bibliography, see for instance for the Mediterranean Prehistory Morales-Muñiz, Roselló-Izquierdo 2004, 2008), despite several drawbacks in the application of the method in archaeofaunas, which will be discussed in the present paper.

In the following, we offer an insight into the catch composition and mean trophic level of Aegean prehistoric fisheries. We also explore issues of size exploitation compared to modern values, with the aim of highlighting potential shifts in prehistoric fish catches that might be further explored within the new research program described above.

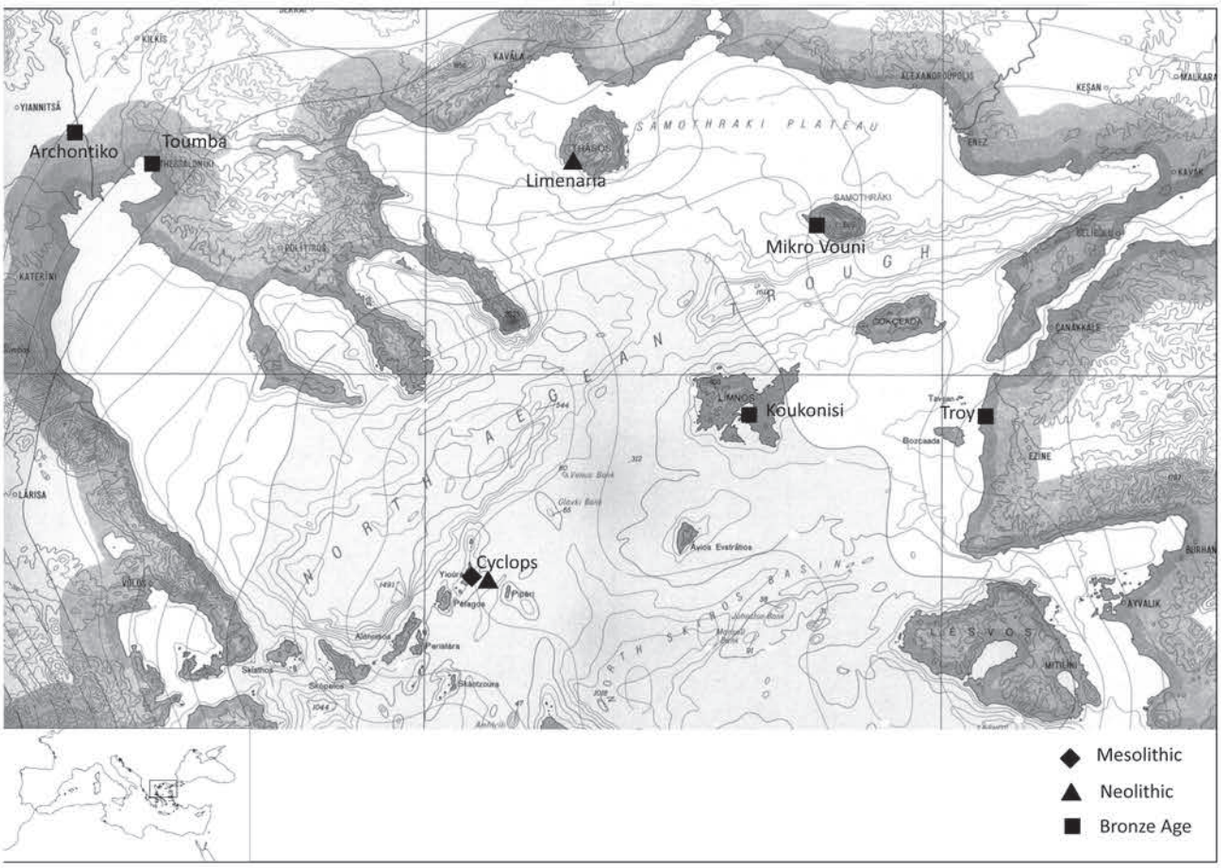
THE AEGEAN CASE. MATERIAL AND METHODS

For the purposes of this paper, data available from published prehistoric sites from the Aegean have been selected on the basis of their chronological coverage, ranging from the Mesolithic to the Bronze Age[2], in order to follow potential diachronic divergences throughout Prehistory in the species presence and their relative frequencies, as well as overall trophic identity of catches. Seven sites cover a total time span of c. nine millennia, namely the Mesolithic/Neolithic site of Cyclops on Youra (Sporades), the Neolithic site of Limenaria (Thasos), the Bronze Age sites of Archontiko, Toumba Thessaloniki (Central Macedonia), Mikro Vouni (Samothraki), Koukonisi (Lemnos) and Troy (Aegean Minor Asia) (**fig. 1**)[3]. However,

[1] MERMAID - Marine Ecosystems, Animal Resources and Human Strategies in Ancient Mediterranean: Integrated Studies on Natural and Societal Resilience (CNRS, France, 2021-2026). The project has received funding from the European Research Council (ERC) under the European Union's Horizon 2020 research and innovation program (Grant Agreement n°. 01002721).

[2] It should be noted that sites antedating the Mesolithic are rare in the Aegean, especially the Northern Aegean region, which has been selected for this study.

3 The Aegean Mesolithic broadly spans between 10,000-6500 BC, the Neolithic between 6500-3200 BC, and the Bronze Age between 3200-1100 BC.



— FIGURE 1 —

Bathymetric map of Northern Aegean with prehistoric sites selected for this study.

Carte bathymétrique de l'Égée du Nord avec les sites préhistoriques sélectionnés pour cette étude.

only some of these sites offer a large intra-site chronological sequence or statistically reliable samples from all strata. It is thus difficult to compare data for a same site through distinct chronological phases (see exceptions in the results).

The selected dataset was deliberately chosen from a relatively limited marine zone, namely the North Aegean basin, coherent in hydrological and ecological terms, as biogeographical conditions in the northern parts of the Aegean Sea are distinct from those in the southern parts (the distinction between the two basins being south of the Pagasetic Gulf, between Euboea and the island of Psara, Papaconstantinou 1988 p. 14; Papageorgiou 1997 p. 424-442; Legakis, Sfendourakis 1999; Coll *et al.* 2010). The archaeological hazard of finds does not make it possible to work on a more restricted sub-area, e.g. one gulf or one island, which would allow to follow both faunistic and environmental changes at a more refined biogeographical level.

Finally, the sites were selected on the basis that they offer a reliable faunal record thanks to systematic excavations and detailed sampling protocols –i.e., water-sieving–, that minimises the problem of the loss of smaller taxa or small and more fragile anatomical parts[4]. The latter is particularly significant with respect to zooarchaeological methods that try to investigate animal resource management and potential pressure of natural populations, as they rely on a highly vulnerable archaeological record, highly subjected to preservation and recovery biases which may distort the sample upon which estimations are made. Among known assemblages, only those that were quantitatively significant for statistical analysis were used in the study.

In order to investigate potential pressures or even shifts at a long timescale in Aegean Prehistory, a method similar to the one proposed by Pauly *et al.* (1998) was adopted. Pauly *et al.* (1998) have introduced a method for documenting secular changes in world fisheries, based on the trophic level (TL) values of marine organisms (on the concept, Lindeman 1942). The mean TL is calculated by assigning each fish or invertebrate species a number based on its trophic level. The TL is a measure of the position of an organism in a food web, starting at level 1

[4] Within this short study only the remains of cartilaginous and bony fishes have been taken into account. Harvesting of shells was an important part of coastal exploitation in the prehistoric Aegean (for an overview, Theodoropoulou 2008). Shell-harvesting on the shore has its own socio-economic implications, but also different ecological impact.

with primary producers, such as phytoplankton and seaweed, then moving through the primary consumers at level 2 that eat the primary producers, to the secondary consumers at level 3 that eat the primary consumers, and so on. The fishing pressure exerted by modern industrial fleets differs radically from natural predation, due to the combination of direct and indirect effects. According to the model, any mean TL change in a fishery of an order of magnitude of 0,1 or larger is significant and often accompanied by rearrangements of the taxa (elements) constituting the cropped ecosystem. Under « pristine » conditions (the state of the ecosystem before fishing made strong impact), reflected in the mean TL value of a fishery when first cropped, the model sets values of around 3 that climb to 3,4 or 3,5 during the peak of the fishing activity but eventually settles down to values of 2,9 or less as the highest TL value species become depleted and overfishing sets on the whole fishery. One of the ways to calculate the mean TL in modern fisheries is by averaging trophic levels for the overall catch using the datasets for commercial fish landings. It is recommended that these estimations are combined with survey-based and model-based indicators, as they reflect more globally both the human and environmental impact on the entire marine ecosystem (e.g. Branch *et al.* 2010; Shannon *et al.* 2014).

As stated above, the archaeofaunal material represents ancient fish landings. Thus, it does not directly provide data on general ecosystem composition, as it is biased by human selection. A method to remedy for this partial image is proposed by the MERMAID ERC program and is presented at the end of the paper, but was not applied on this previously conducted pilot study. The mean TL estimated for each studied period of the Aegean Prehistory was based on the represented identified fish taxa from each archaeological sequence. For each one, its TL value was attributed using data from the Fishbase database (Froese, Pauly 2022). Then, a formula proposed by Reitz (2004), adapted to zooarchaeological remains, was used ($TL_i = \Sigma (TL_{ij})(NISP_{ij}) / \Sigma NISP_i$, where i=specific time period, j=each taxon, NISP=Number of Identifiable Specimens[5]) in order to estimate the mean TL for each spatiotemporal group considered in this paper. The derived values were then compared with values from modern Aegean fisheries.

Before presenting the results of these estimations, a general evaluation of the prehistoric fish landings is useful.

DIACHRONIC VARIATIONS OF AEGEAN PREHISTORIC CATCHES. SOME RESULTS

The fish assemblages produced in the selected sites offer a more or less rich spectrum, varying from 6 to 49 species depending on the site and/or locality[6].

Although data for the Mesolithic remain scarce to this day in the area, the single site dated to this period from the studied area, the Cyclops cave, produced a voluminous sample (Mylona 2011; Powell 2011) (**fig. 2, tabl. 1**). The Mesolithic layers of the site produced at least 31 taxa[7], mostly sea breams (Sparidae), scorpionfish (Scorpaenidae), various scombrids (Scombridae), groupers (Serranidae), morays (Muraenidae) and seabasses (*Dicentrarchus labrax*). The Lower Mesolithic is dominated by scorpionfish accounting for 25% of NISP, followed by breams and groupers. On the contrary, sea breams, especially the saddled bream and the two-banded sea-bream become dominant (29% and 12% of NISP respectively) during the Upper Mesolithic, which is the best represented phase (at least 1290 NISP of remains identified to genus/species level).

The Neolithic period in the Northern Aegean is represented in this study by the Early Neolithic layers of Cyclops, and by the insular Limenaria for the Middle-Late Neolithic period (**fig. 2, tabl. 2**). The Early Neolithic layers of Cyclops were quite rich (**fig. 2, tabl. 2a**)[8]. They produced more than 50% of sea breams (Sparidae), as well as scorpion fish (Scorpaenidae, 9 %) and groupers (Serranidae). The late Middle-Late Neolithic layers of the site of Limenaria (**fig. 2, tabl. 2b**) on the island of Thasos contained a restricted variety of fish families, largely dominated by scombrids (Scombridae, 65% of NISP), followed by grey mullets (Mugilidae, 16%), and small numbers of sea breams (Sparidae), eels (Anguillidae), meagres (Sciaenidae) and stargazers (Uranoscopidae) (Theodoropoulou 2007, v.2 - p. 293-327)[9]. Despite the insular location of the site and sieving during excavation, the later layers (Early Bronze Age) did not produce any fish remains.

More robust data are available for the Bronze Age (**fig. 2, tabl. 3**). The Early Bronze Age is represented in this study by layers I-III in Troy (**fig. 2, tabl. 3a**)[10]. They produced a quite rich and diversified assemblage (240 NISP), including mostly sea breams (Sparidae) and bluefish (*Pomatomus saltatrix*), as well as mullets (Mugilidae) and tunas (*Thunnus thynnus*), followed by minor other species, namely angel sharks (Squatinidae), meagres (Sciaenidae), gurnards (Carangidae), amberjacks (*Seriola dumerili*), little tunnies (*Euthynnus alletteratus*), seabasses (*Dicentrarchus labrax*) (Uerpmann, Van Neer 2000). The end of Early-beginning of Middle Bronze Age layers from Archontiko in Central Macedonia[11] produced a mixed spectrum of marine

[5] NISP counts were used for this paper, as they represent an absolute calibration and are used in most archaeoichthyological studies.

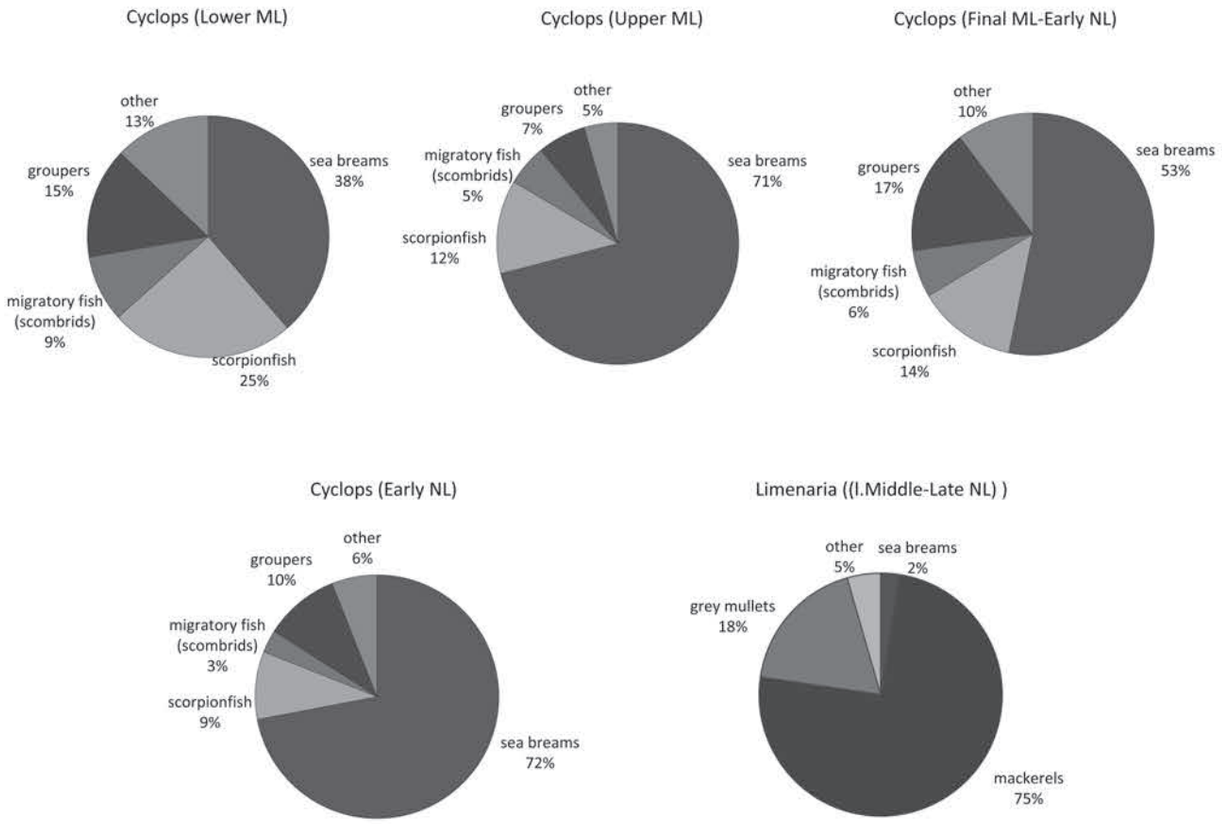
[6] In the following, we did not take into account sites from this region/periods that yielded less than 30 NISP. However, these are briefly presented in footnotes. It is interesting to observe that most of the spectra present the same taxa as those in sites that yielded more voluminous assemblages.

[7] Most vertebral remains were identified to family level (Mylona 2011), more precise identifications were possible for cranial elements (Powell 2011).

[8] The Early Neolithic site of Ayios Petros in the Sporades yielded a restricted fish assemblage (eight NISP), including groupers, amberjacks and mackerels, for which no detailed NISP is given, though (Schwarz 1985). Other Early Neolithic sites from the North Aegean mostly exploited freshwater fish, thus they are not taken into account in this paper (Theodoropoulou 2007, v. 1 - p. 205-213).

[9] For this period, the site of Ayios Petros yielded six fish bones from the Middle-Late Neolithic layers, belonging to the same species reported for the previous period (see above), again without specific NISP/species. Thus, those data could not be exploited. The late Middle-Late Neolithic coastal site of Makri (Alexandroupoli, Western Thrace) yielded a restricted fish assemblage (42 NISP) of which only 11 bones were identified, and include five sea breams of which one *Sparus aurata*, three meagres (Sciaenidae of which one *Sciaena umbra*) and one dogfish (*Squalus acanthias*) (Curci, Tagliacozzo 2003).

[10] 31 more fish bones were retrieved from the Early Bronze layers of Archontiko, mostly freshwater fish (Theodoropoulou 2007, v. 1 - p. 239). Six *Sparus aurata*, five *Dicentrarchus labrax* and one *Mugil capito* were also identified, but they are not included in this paper due to the statistically not reliable sample. For the same period, the site of Toumba Thessaloniki also yielded a limited fish sample (11 NISP), of which only three could be identified (Theodoropoulou 2007, v. 1 - p. 239).



— FIGURE 2 —

Relative frequencies of main fish groups by site and period, and relative frequencies of main fish groups in modern shore-based recreational Aegean fisheries (from Moutopoulos *et al.* 2013, **tabl. 1**).

Fréquences relatives des principaux groupes de poissons par site et par période, et fréquences relatives des principaux groupes de poissons dans les pêches récréatives modernes à terre dans la mer Égée. (d'après Moutopoulos et al. *2013,* **tabl. 1***).*

and freshwater fish species (Theodoropoulou 2007, v. 2 - p. 91-135) (**fig. 2, tabl. 3b**). Among the marine/euryhaline taxa, sea breams (Sparidae, mostly *Sparus aurata*) and grey mullets (Mugilidae) are dominant (more than 10% and 6,5% of NISP respectively), followed by seabasses (*Dicentrarchus labrax*). The insular Middle-Late Bronze Age layers of Koukonisi on the island of Lemnos (**fig. 2, tabl. 3c**) produced a limited size of fish remains, mostly constituted of various grey mullets (Mugilidae) and sea breams (Sparidae), occasionally also little tunnies (*Euthynnus alletteratus*) (Theodoropoulou 2007, v. 2 - p. 239-266)[12]. For Late Bronze Age[13], the layers of Toumba Thessaloniki produced a great variety of marine fish (**fig. 2, tabl. 3d**), mostly sparids (Sparidae, more than 30% of NISP of which mostly *Sparus aurata* with 14,5%) and grey mullets (Mugilidae, c. 6% NISP), followed by seabasses (*Dicentrarchus labrax*), meagres (Sciaenidae), red mulets (Mullidae), wrasses (Labridae), garfish (Belonidae), gadids (Gadidae), groupers (Serranidae), gurnards (*Trigla* sp.), pompano fish (*Trachynotus* sp.), sharks (*Squatina squatina, Galeorhinus* sp.), plaice (*Pleuronectes platessa*), scorpionfish (*Scorpaena scrofa*), barracuda (*Sphyraena barracuda*), whitings (*Merlangius merlangius*), and pickarels (Centracanthidae) (Theodoropoulou 2007, v. 2 - p. 407-445). The Late and Final Bronze Age is also represented in Troy (VI-VII) (**fig. 2, tabl. 3e**) by small quantities of fish bones (35 and 49 respectively), both dominated by *Sparus aurata* (32% and 28% of NISP) and *Thunnus thynnus* (34% and 24% of NISP). A notable increase in the diversity of species is observed in the Final Bronze Age (**fig. 2, tabl. 3f**), namely with grey mullets (Mugilidae), other sparids, and other minor families (Uerpmann, Van Neer, 2000). Finally, one of the richest assemblages from the North Aegean covering most of the Bronze Age comes from the site of Mikro Vouni on the island of Samothraki (Theodoropoulou 2007, v. 2 - p. 329-389) (**fig. 2, tabl. 3g**). The site provided a large variety of taxa, among which sparids (Sparidae), groupers (Serranidae) and various sharks/rays are dominant. Other species complete this diversified spectrum, namely mullets (Mugilidae), mackerels and tunas (Scombridae), wrasses (Labridae), hakes (*Merluccius merluccius*), morays (Muraenidae), and meagres (Sciaenidae). To this day, stratigraphic study is ongoing and it is therefore not possible to further refine sub-periods.

[11] The site was situated closer to the shore at the time of its occupation.

[12] The Middle Bronze Age layers from Troy (IV-V) yielded a small fish assemblage (eight bones) due to the specific context of discovery but also sampling methods, of which five Mugilidae, one *Sparus aurata*, one *Sparisoma cretense* and one Chondrichthyes (Uerpmann, Van Neer 2000). They cannot be statistically compared with earlier and later phases within the site.

[13] For the Late Bronze Age, Archontiko yielded again a small fish marine record of 12 marine NISP (Theodoropoulou 2007, v. 1 - p. 257). The same is valid for Troy, with eight NISP (Uerpmann *et al.* 1992). Neither of the two is considered in this study.

Common name	Scientific name	Lower Mesolitithic	Upper Mesolithic	Final Mesolithic-Early Neolithic
moray	*Muraena helena*	2	10	1
hake	*Merluccius merluccius*	1	2	1
john dory	*Zeus faber*	4	18	1
white grouper	*Epinephelus aeneus*	1	10	2
golden grouper	*Epinephelus alexandrinus*	1	6	1
grouper	*Epinephelus* sp.	33	62	20
conger	*Serranus cabrilla*	1	5	2
sea bass	*Dicentrarchus labrax*	3	7	3
bluefish	*Pomatomus saltatrix*	4	9	1
red mullet	*Mullus* sp.		3	
bogue	*Boops boops*		5	2
dentex	*Dentex dentex*	5	18	14
dentex	*Dentex macrophthalmus*	2	64	22
dentex	*Dentex maroccanus*	1	11	3
dentex	*Dentex* sp.	3	17	
two banded sea-bream	*Diplodus vulgaris*	14	149	16
saddled bream	*Oblada melanura*	9	380	6
axilliary sea-bream	*Pagellus acarne*	4	60	2
common pandora	*Pagellus erythrinus*	4	35	5
pandora	*Pagellus* sp.	1	10	1
blue spotted bream	*Pagrus caerulostictus*	34	61	10
salema	*Sarpa salpa*	2	25	1
gilt-head sea-bream	*Sparus aurata*	8	33	2
black sea-bream	*Spondyliosoma cantharus*	3	13	
wrasse	*Labrus* sp.	7	17	7
weever	*Trachinus* sp.	5	13	1
bullet tuna	*Auxis rochei*	6	18	4
atlantic bonito	*Sarda sarda*	7	7	2
chub mackerel	*Scomber japonicus*	7	43	4
albacore	*Thunnus* sp.		3	
grey mullet	*Liza aurata*	1	4	3
scorpion fish	*Scorpaena scrofa*	57	161	21
angler fish	*Lophius piscatorius*	2	3	
picarel	*Maena smaris*		8	
Total NISP marine Cyclops		232	1290	158

— TABLE 1 —

List of taxa/families in the Mesolithic site of Cyclops.

Liste des taxons/familles dans le site mésolithique de Cyclops.

Overall, sea breams, mullets, seabasses, groupers, meagres, scorpionfish and other inshore demersal taxa, make up most of the reconstructed catches. Groupers and scorpionfish are more present in the Mesolithic. A significant fluctuation is to be observed for sparids (mostly other than *Sparus aurata*, which is poorly represented) and for scorpionfish throughout this period. For later periods, the two major resources become the gilthead sea bream and grey mullets, which are constantly dominant in all assemblages in %NISP. Their presence is more important in sites that can be qualified as 'hinge' or transition locations, i.e., coastal/insular sites in proximity of rivers or estuaries/bays with low salinity levels (**fig. 3**). These locations have experienced important geomorphological changes from the Neolithic to the Bronze Age in the North Aegean coasts (Ghilardi *et al.* 2008, Psychoyos 1988), and it has been suggested elsewhere that fishing communities adapted to these changing mixed environments (Theodoropoulou 2008). Nevertheless, other parameters might also be taken into account in a more long-scale perspective.

Tunas, mackerels, as well as little sharks and rays, are also found in Aegean contexts of all periods, but only occasionally in significant numbers. Their presence as early as the Lower Mesolithic is interesting from a

a.

Common name	Scientific name	Early Neolithic
morray	*Muraena helena*	17
hake	*Merluccius merluccius*	5
white grouper	*Epinephelus aeneus*	4
golden grouper	*Epinephelus alexandrinus*	7
grouper	*Epinephelus* sp.	71
conger	*Serranus cabrilla*	6
sea bass	*Dicentrarchus labrax*	2
bluefish	*Pomatomus saltatrix*	2
dentex	*Dentex dentex*	1
dentex	*Dentex macrophthalmus*	27
dentex	*Dentex maroccanus*	1
two banded sea-bream	*Diplodus vulgaris*	231
striped sea-bream	*Lithognathus mormyrus*	1
saddled bream	*Oblada melanura*	195
axilliary sea-bream	*Pagellus acarne*	94
common pandora	*Pagellus erythrinus*	29
blue spotted bream	*Pagrus caerulostictus*	27
salema	*Sarpa salpa*	36
gilt-head sea-bream	*Sparus aurata*	8
black sea-bream	*Spondyliosoma cantharus*	21
wrasse	*Labrus* sp.	17
bullet tuna	*Auxis rochei*	5
atlantic bonito	*Sarda sarda*	11
chub mackerel	*Scomber japonicus*	5
grey mullet	*Liza aurata*	3
scorpion fish	*Scorpaena scrofa*	83
Total NISP marine Cyclops		909

b.

Common name	Scientific name	late Middle-Late Neolithic
horse mackerel	*Scomber japonicus*	180
grey mullet	*Mugil* sp.	45
eel	*Anguilla anguilla*	6
little tunny	*Euthynnus alletteratus*	5
meagre	*Argyrosomus regius*	4
gilthead seabream	*Sparus aurata*	3
common seabream	*Pagrus* sp.	2
stargazer	*Uranoscopus scaber*	1
sea breams	Sparidae	1
Total NISP marine Limenaria		247

TABLE 2

List of taxa/families in the Neolithic sites: (a) Early Neolithic of Cyclops, (b) late Middle-Late Neolithic of Limenaria.

Liste des taxons/familles dans les sites néolithiques : (a) Néolithique précoce de Cyclops, (b) Néolithique moyen-tardif de Limenaria.

technological and a social organisational point of view. The fishing of tunas, especially in the Mesolithic and the Bronze Age, could be related to local variations, namely to tuna migration routes through the Aegean (namely valid for Thasos, the Sporades, and Troy; on the biology/migration of tunas and archaeological implications, Mylona 2021), or to human choices. At Cyclops their presence remains relatively constant. For the Neolithic, the increased presence of migratory fish at the site of Limenaria on the island of Thasos reflects a more focused, potentially seasonal, i.e., organised, fishing activity targeting smaller fish, completed by occasional larger. However, this sample should be interpreted with caution as the high numbers of small mackerels, all retrieved from a single stratigraphic horizon, probably reflect a single seasonal catch. For the Bronze Age, Troy is a site that could have potentially relied more on this type of resource, in Early and especially in Late Bronze Age. Although absolute numbers of tunas are not particularly high for each sub-period represented at the site, the constant presence of tunas suggests a well-

a.

Common name	Scientific name	Early Bronze Age
gilthead seabream	*Sparus aurata*	49
bluefish	*Pomatomus saltatrix*	44
grey mullets	Mugilidae	30
Atlantic bluefin tuna	*Thunnus thynnus*	20
sea breams	Sparidae	7
angelshark	*Squatina squatina*	4
meagre	*Argyrosomus* sp.	2
gurnards	Triglidae	2
jacks/pompanos	Carangidae	1
greater amberjack	*Seriola dumerili*	1
littly tunny	*Euthynnus alletteratus*	1
seabass	*Dicentrarchus labrax*	1
cownose ray	*Rhinoptera marginata*	1
Total NISP marine Troy		163

b.

Common name	Scientific name	late Early-beginning Middle Bronze Age
gilthead seabream	*Sparus aurata*	536
thinlip mullet	*Chelon ramada*	238
seabass	*Dicentrarchus labrax*	31
salema	*Sarpa salpa*	7
common seabream	*Pagrus pagrus*	6
striped seabream	*Lithognathus mormurus*	5
common two-banded bream	*Diplodus vulgaris*	3
golden grey mullet	*Chelon auratus*	3
saddled seabream	*Oblada melanoura*	3
common pandora	*Pagellus erythrinus*	2
black seabream	*Spondyliosoma cantharus*	1
Total NISP marine Archontiko		835

c.

Common name	Scientific name	Middle-Late Bronze Age
red mullet	*Mullus* sp.	28
gilthead seabream	*Sparus aurata*	18
grey mullet	*Mugil* sp.	13
mackerel tuna	*Euthynnus affinis*	3
littly tuny	*Euthynnus* sp.	2
common seabream	*Pagrus pagrus*	1
Total NISP marine Koukonisi		65

TABLE 3

List of taxa/families in the Bronze Age sites: (a) Early Bronze Age of Troy, (b) late Early-beginning Middle Bronze Age of Archontiko, (c) Middle-Late Bronze Age of Koukonisi.

Liste des taxons/familles dans les sites de l'âge du Bronze : (a) âge du Bronze ancien de Troie, (b) fin de l'âge du bronze ancien-début de l'âge du Bronze moyen d'Archontiko, (c) âge du Bronze moyen-ancien de Koukonisi.

established orientation and, more significantly, good social organisation and technological expertise to efficiently capture this resource. It could also suggest an organised transformation circuit and even, potentially, trade networks.

The general image provided seems to be, in most cases, in accordance with the typical image of a wide spectrum of inshore species exploited by recent-year traditional near-shore subsistence and recreational fisheries in the Aegean and other Mediterranean regions (for the Aegean, Moutopoulos *et al.* 2013, **tabl. 1**) (**tabl. 4, fig. 2**), with the exception of tuna landings. The species that dominate modern landings may vary with area. Yet, three species or groups of species, the gilthead sea-bream (*Sparus aurata*), various mullets (Mugilidae) and the annular sea-bream (*Diplodus* spp.) make up more than 48% of the total catch, while for the shore-based recreational angling catches the European seabass (*Dicentrarchus labrax*) and the white seabream (*Diplodus sargus*) should be added. Based on this general qualitative comparison with traditional and recreational fisheries from the Aegean, it can be suggested that fishing strategies in the prehistoric Aegean formed a

d.

Common name	Scientific name	Late Bronze Age
gilthead seabream	*Sparus aurata*	235
sea breams	Sparidae	90
saddled seabream	*Oblada melanoura*	72
common pandora	*Pagellus erythinus*	66
thinlip mullet	*Chelon ramada*	54
meagre	*Argyrosomus regius*	25
golden grey mullet	*Chelon auratus*	27
brown wrasse	*Labrus merula*	23
common two-banded seabream	*Diplodus* sp.	19
grey mullets	Mugilidae	21
seabass	*Dicentrarchus labrax*	16
white seabream	*Diplodus sargus*	17
common seabream	*Pagrus pagrus*	15
pandora	*Pagellus* sp.	15
striped seabream	*Lithognathus mormurus*	15
bogue	*Boops boops*	15
pink dentex	*Dentex gibbosus*	14
common dentex	*Dentex dentex*	12
black seabream	*Spondyliosoma cantharus*	13
brown meagre	*Sciaena umbra*	10
ray	*Raia* sp.	8
angelshark	*Squatina squatina*	7
boxlip mullet	*Oedalichus labeo*	7
spanish bream	*Pagellus acarne*	5
red mullet	*Mullus barbatus*	4
little tunny	*Euthynnus alletteratus*	4
grouper	*Epinephelus* sp.	4
garfish	*Belone belone*	10
pickarels	*Centracanthidae*	6
dentex	*Dentex* sp.	3
whiting	*Merlangius merlangius*	3
common seabream	*Pagrus* sp.	3
cod	*Gadus* sp.	2
gurnard	*Trigla* sp.	1
pompano	*Trachynotus* sp.	1
pompano	*Trachynotus ovatus*	1
great barracuda	*Sphyraena barracuda*	1
scorpionfish	*Scorpaena scrofa*	1
European plaice	*Pleuronectus platessa*	1
thicklip mullet	*Chelon labrosus*	1
golden grey mullet	*Mugil aurata*	1
golden grouper	*Epinephelus alexandrinus*	1
white grouper	*Epinephelus aeneus*	1
common two-banded seabream	*Diplodus vulgaris*	1
eel	*Anguilla anguilla*	1
salema	*Sarpa salpa*	1
red mullet	*Mullus surmuletus*	1
tope shark	*Galeorhinus* sp.	1
Total NISP marine Toumba		855

TABLE 3

(Continuing). List of taxa/families in the Bronze Age sites: (d) Late Bronze Age of Toumba.

(Suite). Liste des taxons/familles dans les sites de l'âge du Bronze : (d) Âge du Bronze tardif de Toumba.

e.

Common name	Scientific name	Late Bronze Age
gilthead seabream	*Sparus aurata*	13
grey mullet	Mugilidae	1
Atlantic bluefin tuna	*Thunnus thynnus*	14
sea bream	Sparidae	2
angelshark	*Squatina squatina*	1
littly tunny	*Eythunnus alletteratus*	1
scorpionfish	*Scorpaena* sp.	1
eagly ray	*Myliobatis* sp.	1
Total NISP marine Troy		34

f.

Common name	Scientific name	Final Bronze Age
gilthead seabream	*Sparus aurata*	14
grey mullet	Mugilidae	4
Atlantic bluefin tuna	*Thunnus thynnus*	12
Atlantic horse mackerel	*Trachurus* sp.	1
sea bream	Sparidae	4
pandora	*Pagellus* sp.	1
seabass	*Dicentrarchus labrax*	4
sardines	*Sardina pilchardus*	1
ray	*Raja* sp.	1
Total NISP marine Troy		42

TABLE 3

(Continuing). List of taxa/families in the Bronze Age sites: (e) Late Bronze Age, (f) final Bronze Age of Troy.

(Suite). Liste des taxons/familles dans les sites de l'âge du Bronze : (e) âge du Bronze tardif, (f) âge du Bronze final de Troie.

near-shore activity throughout this considerably long period with occasional exploitation of seasonal resources. However, it may be observed that fishing of tunas and other migration species was in certain periods and sites an important activity. The discrepancy with modern-day artisanal fisheries values is explained by the fact that tuna-fishing is a distinct professional activity that does not appear on the shore-based catches counts.

The constant presence of the two key families, sea breams and grey mullets, offers the possibility to explore the hypothesis of a human pressure through an evaluation of reconstructed sizes of individuals throughout the chronological sequence studied. Moreover, the presence of these resources can be compared to the presence of other taxa, more pronounced at the two ends of our chronological time span (Mesolithic, end of Bronze Age), which represent higher TL values (big solitary inshore fish, such as the grouper or the seabass, as well as pelagic taxa). In the following, we explore the possibility of a potentially more significant fishing activity of one or the other group that would on its turn be visible on the landings mean TL or size of individuals.

A DISCUSSION ON THE INTENSITY OF FISHING ACTIVITIES IN THE PREHISTORIC AEGEAN

As stated above, the working hypothesis of this paper for a non-significant prehistoric fishing activity is that its effect on ecosystems would probably stay stable and resemble the effect of natural predation. The reconstructed TL values for the various prehistoric samples are presented in **fig. 4a.** The values are plotted on the theoretical value limits for increasing harvesting/peak of fishing activity/depleted ecosystem provided by the model. For comparison, we estimated the mean TL of modern artisanal, shore-based, and recreational fisheries reported for the Aegean based on published % species composition (Moutopoulos *et al.* 2013, **tabl. 1**) (**tabl. 4**), as the latter is estimated closer to the initial hypothesis of a less engaged fishing activity exercised by coastal Aegean prehistoric populations. Prehistoric values cannot be compared with modern professional fishing, which implies different tackle, targeting not just the continental shelf, and results to considerably more increased quantities of catches[14].

Given the limited sample of sites available for each period as well as the limited sample of bones for some sites, it is difficult to pronounce a general evolution (**fig. 4a**). All the archaeological values are far from the depletion threshold, based on modern values. On the contrary, most sites are within the threshold of an increased fishing activity but are still situated lower than the modern values of shore-based recreational fishing reported in the Aegean that targets large fish. However, some sites — or phases within sites — exhibit particularly high mean TL values. This is the case of Mesolithic Cyclops, for which however we do not

[14] It has been estimated that 1,5% of the coastal population in the Aegean fishes recreationally, and this is a general percentage in the Eastern Mediterranean. Although recreational fishing theoretically has a lower impact on fisheries, the expansion of fishing for subsistence purposes, not only for personal consumption but also to generate income for the households during periods of financial turmoil, may lead to the increase of unrecorded biomass removal. Intensification of shore-based recreational fishing may thus also enhance pressure on coastal ecosystems and their fauna.

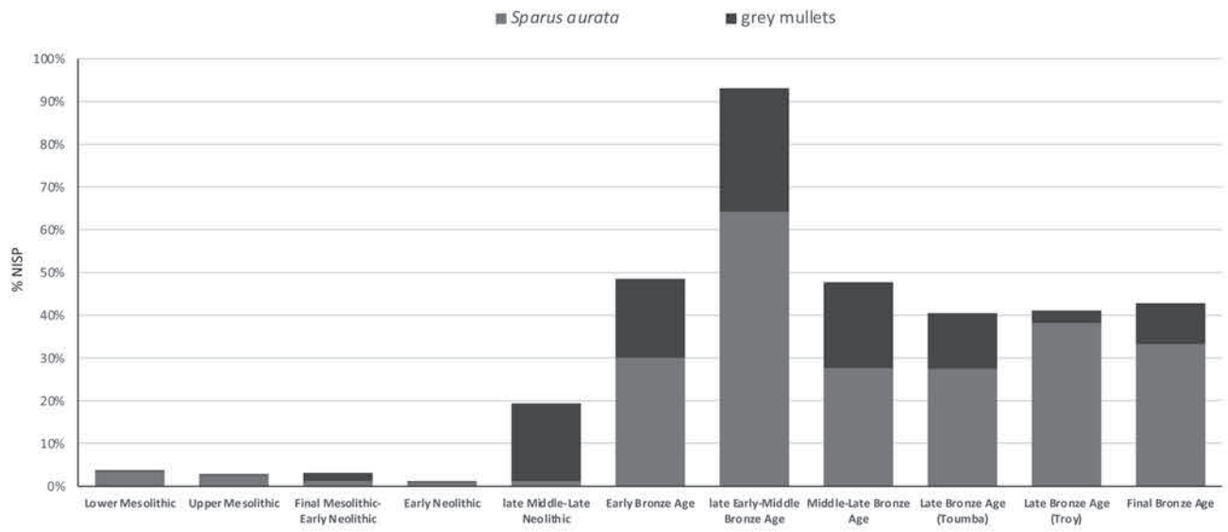
g.

Common name	Scientific name	Bronze Age
gilthead seabream	*Sparus aurata*	49
sea breams	Sparidae	42
common seabream	*Pagrus pagrus*	30
dusky grouper	*Epinephelus marginatus*	24
white grouper	*Epinephelus aeneus*	23
grouper	*Epinephelus* sp.	22
white seabream	*Diplodus sargus*	20
black seabream	*Spondyliosoma cantharus*	15
thinlip mullet	*Chelon ramada*	10
herring hake	*Merluccius merluccius*	10
pink dentex	*Dentex gibbosus*	10
saddled seabream	*Oblada melanoura*	9
cods	Gadidae	7
seabass	*Dicentrarchus labrax*	7
brown meagre	*Sciaena umbra*	6
moray	*Muraena helena*	6
thicklip grey mullet	*Chelon labrosus*	6
dentex	*Dentex* sp.	5
bogue	*Boops boops*	5
stargazer	*Uranoscopus scaber*	4
chub mackerel	*Scomber japonicus*	3
thicklip grey mullet	*Chelon labrosus*	3
whiting	*Merlangius merlangius*	3
striped seabream	*Lithognathus mormurus*	3
sardine	*Sardina pilchardus*	2
pandora	*Pagellus* sp.	2
spanish bream	*Pagellus acarne*	2
grey mullet	*Mugil* sp.	2
albacore	*Thunnus alalunga*	1
salema	*Sarpa salpa*	1
common bonito	*Sarda sarda*	1
common pandora	*Pagellus erythrinus*	1
brown wrasse	*Labrus merula*	1
wrasses	Labridae	1
tunny	*Euthynnus* sp.	1
little tunny	*Euthynnus alletteratus*	1
European anchovy	*Engraulis encrasicolus*	1
smooth-hound shark	*Mustelus* sp.	17
tope shark or spinner shark	*Galeorhinus galeus or Carcharias brevipinna*	6
spinner shark	*Carcharias brevipinna*	5
sandbar shark	*Carcharhinus plumbeus*	1
great white shark	*Carcharodon carcharias*	1
angel shark	*Squatina squatina*	15
ray	*Raja* sp.	7
common eagle ray or sting ray	*Myliobatis sp.* or *Dasyatis sp.*	1
torpedo	*Torpedo* sp.	1
Total marine Mikro Vouni		393

TABLE 3

(Continuing). List of taxa/families in the Bronze Age sites: (g) Bronze Age of Mikro Vouni.

(Suite). Liste des taxons/familles dans les sites de l'âge du Bronze : (g) Âge du Bronze de Mikro Vouni.



— FIGURE 3 —

Change in relative frequencies of two main families exploited in Aegean prehistory, sea breams and grey mullets (100% = total %NISP species composition/site).

Changement dans les fréquences relatives des deux principales familles exploitées au cours de la préhistoire égéenne, les daurades et les rougets (100 % = % total de la composition en espèces du PNIS/site).

have contemporary sites from the region to compare with. For other periods, namely the Bronze Age, particularly high values are observed, which are nevertheless not aligned with TL values of other sites within the same period. It seems that values vary depending on the geographical area within each period, or the subsistence strategies of each site. This seems to be the case of the two Late Bronze Age sites of Toumba and Troy. Although both share similar biogeographical conditions, situated in mixed environments in closed bays, they present different strategies. Toumba exploits a great variety of fish, mostly inshore taxa of medium trophic values, such as sparids (with the exception of higher TL *Sparus aurata* or *Pagrus pagrus*) and grey mullets. Troy presents a mixed pattern between local high TL gilthead breams and even higher tunas, which contribute to the highest mean TL observed throughout the Aegean Prehistory thus far. The latter could be interpreted by the localisation of Troy on the return migration route of these fish.

As underlined above, an intra-region comparison of contemporary sites would be more meaningful, but the archaeological record lacks sufficient information. Another interpretational approach is even more relevant, the evolution of mean TL values within the phases of a site. Again, few sites have produced enough data from each sub-period to allow for such comparisons, and an even more refined stratigraphical level would not be meaningful or statistically solid. However, two sites offer the possibility for a long-term diachronical perspective. The Cyclops cave covers the entire Mesolithic period and Early Neolithic. Mean values at the site fluctuate between an increased fishing activity (3.2 to 3.3) that reaches at times a peak (3.6). This fluctuation could be related to rarefaction of more intensively exploited large taxa which leads to a reorientation of targeted species, albeit from the same ecological zones. More specifically, the increased values especially concern the less voluminous assemblages of the Lower Mesolithic (232 NISP), and of the Final Mesolithic-Early Neolithic (158 NISP), which targets large fish, such as groupers, scorpionfish and large breams. They are recurrently followed by periods of increased catches (i.e., 1290 NISP in the Upper Mesolithic, 909 NISP in the Early Neolithic), which exhibit lower TL values, mainly focusing on lower TL sparids. Another important site that offers the possibility to follow intra-site TL fluctuation is Troy, which covers the entire Bronze Age period. Although not all sub-periods were considered in this paper for statistical reasons (i.e., the small assemblage from the Middle Bronze Age), data from the other phases present a fluctuating pattern within the highest levels of fishing activity, starting at 3.7 mean TL in the Early Bronze Age to reach 4 mean TL in the Late Bronze Age and settle again at 3.7 in the Final Bronze Age. As mentioned above, the site exhibits a double fishing orientation to two different types of resources. The absolute numbers of the two prevalent taxa remain the same through different sub-periods and at any rate are not important enough to suggest a massive fishing activity, which would have led to overfishing pressure. Fluctuation of mean TL values should be interpreted more in terms of the fishing strategy adopted, namely a more diversified fishing in the Early and Final Bronze Age which contributes to a lower mean TL, and an activity more targeted on high TL taxa in the Late Bronze. The latter seems to coincide with an important period of the site, thus cultural rather than ecological reasons could be reflected in these numbers.

If we try to synthesise the above and provide a general scheme, despite the limited sample available of sites available for each period—and even more sub-period—, there may be observed some fluctuation (**fig. 4**). Fishing activity in the Aegean looks quite intensive and reaches a peak during the Mesolithic, targeting larger fish of higher trophic value in the beginning of the Mesolithic, and settled down to more discrete values throughout the period. Values drop in the Early Neolithic, although it is not clear whether this is due to the previously intensive fishing

Family/Species	% shore-based recreational catches (1950-2010)
Mugilidae	15,7
Sparus aurata	15,3
Diplodus annularis	11,3
Pomatomus saltatrix	10,3
Dicentrarchus labrax	7,8
Diplodus sargus	4,5
Pagellus erythrinus	3,1
Spicara flexuosa	2,9
Liza spp.	2,6
Scomber japonicus	2,4
Lithognathus mormyrus	2,2
Trachurus mediterraneus	2,1
Oblada melanura	2,0
Pagellus bogaraveo	1,9
Diplodus vulgaris	1,5
Spicara maena	1,1
Pagellus acarne	1,1
Sarpa salpa	0,8
Caranx sp.	0,7
Boops boops	0,6
Euthynnus sp.	0,6
Belone belone	0,6
Auxis thazard	0,6
Coryphaena spp,	0,5
Dentex dentex	0,4
Sarda sarda	0,4
Lichia amia	0,3
Gobiidae	0,3
Sphyraena sphyraena	0,2
Trachinus spp.	0,2
Sciaena umbra	0,2
Spondyliosoma cantharus	0,2
Mullus barbatus	0,1
Thunnus spp.	0,1
Merluccius merluccius	0,1
Dentex gibbosus	0,1
Epinephelus aeneus	0,1
Epinephelus alexandrinus	0,1
Epinephelus marginatus	0,1
Mullus surmuletus	0,1
Labridae	0,1
Serranus spp.	0,1
Spicara smaris	0,1
Umbrina cirrhosa	0,1
Cephalopods	4,3
Total % species composition recreational fisheries Aegean	100,0

— TABLE 4 —

Percentages of species composition of shore-based recreational fisheries in the Aegean (1950-2010), taken from Moutopoulos *et al.* 2013.

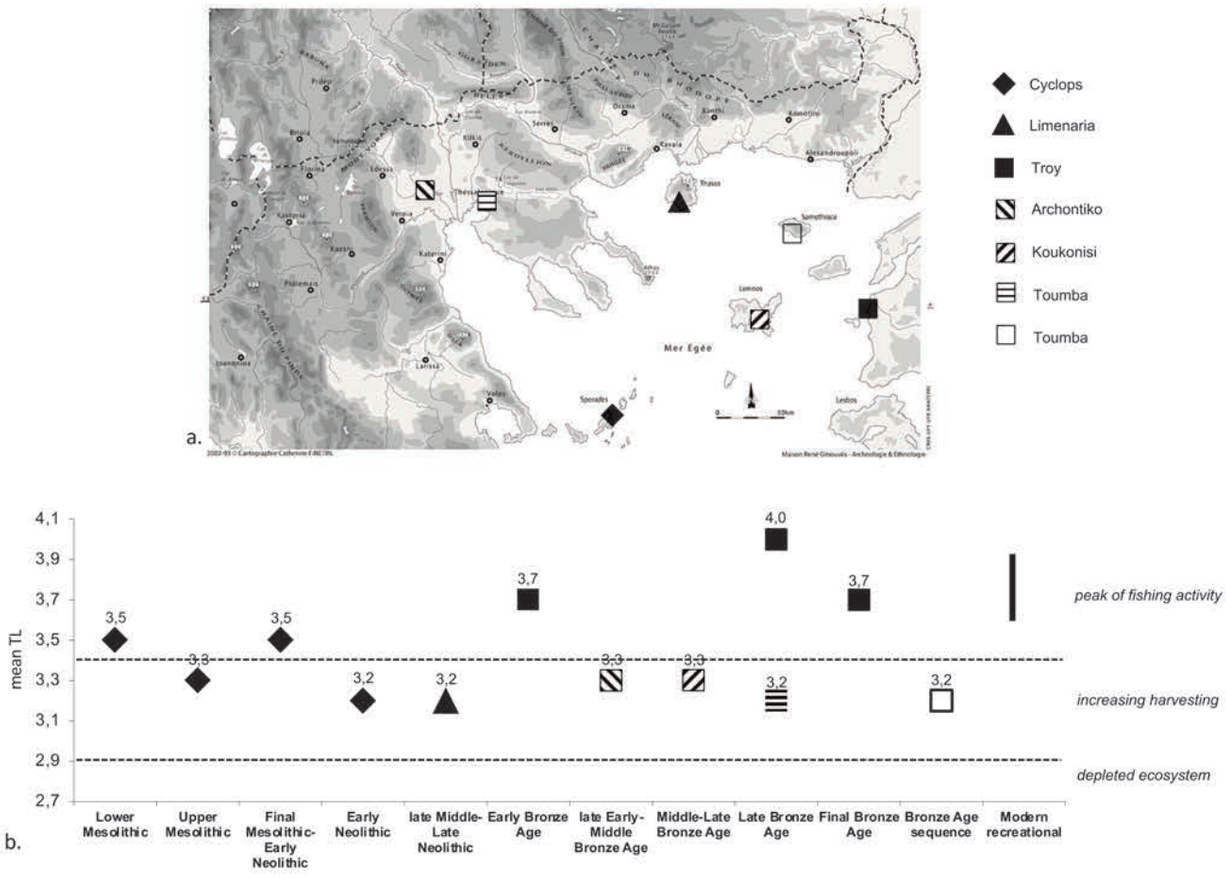
Pourcentages de la composition des espèces de la pêche récréative à terre dans la mer Égée (1950-2010), d'après Moutopoulos et al. 2013.

activity or, more probably, to the advent of the Neolithic lifestyle. The second hypothesis seems to be supported by the more variable pattern in later phases of the Neolithic, both in terms of TL and in terms of actual catches. Overall, values remain the same throughout the next period, the Bronze Age, with the exception of a highly specialised site, Troy. The latter site supports the idea of a non-impacted environment during this period, as it presents a quasi-constant exploitation of two major Mediterranean resources, the gilthead sea bream and the tuna.

The aforedescribed pattern of a fishing activity that was not expanded enough to considerably impact fisheries, might also be supported by a more traditional approach used in zooarchaeology, namely size reconstruction. Within the limits of this short study, only the two recurrent species in Aegean Prehistory, the gilthead sea bream and the grey mullet, were taken into account, as they offered reliable metrical and quantitative data, at least for the two periods considered here, the Neolithic and the Bronze Age. Reconstructed lengths of both studied species compared to modern data indicate the presence of bigger sizes of individuals (**fig. 5a-b**)[15]. This observation is interesting in that it affirms two tendencies: a) from an ecological point of view, a still non-depleted natural environment that presented the entire size spectrum[16], and b) from a social perspective, a choice to target larger individuals, thus potentially investing on a more profitable activity, in terms of the ratio effort/return for prehistoric fishermen, even

[15] The addition of relevant data from the Mesolithic Cyclops would help complete the above general image, however given the already large individuals reconstructed for succeeding sites, it is not expected that sizes should indicate an inverse tendency. However, given the fluctuations in mean TL values throughout the Mesolithic-Early Neolithic, as well as the important numbers in the presence of sparids, reconstructed sizes would be very helpful in exploring potential pressure of fishing at a micro-region level.

[16] This is the case of Mikro Vouni, which presents the whole range of sizes, but data from this site should be taken with caution as they concern the entire Bronze Age sequence of the site. Further refinement of the stratigraphic data should allow a more secure exploitation of the faunal data.



— FIGURE 4 —

a. Location of sites per sub-period, b. mean reconstructed TL by site and sub-period.

a. Localisation des sites par sous-période, b. TL moyenne reconstituée par site et sous-période.

within the general consensus of fishing being a complementary activity from the Neolithic onwards[17]. Moreover, we observe that both taxa show larger individuals in the beginning of the Bronze Age (Archontiko) than in the Late Bronze Age (Toumba) within the same area, i.e., the Thermaic Gulf. Although the latter could be indicative of an overfishing pressure on larger fish, more data –both intra-site and across different sites of the same area– are needed to confirm this, as this observation is based on only two sites.

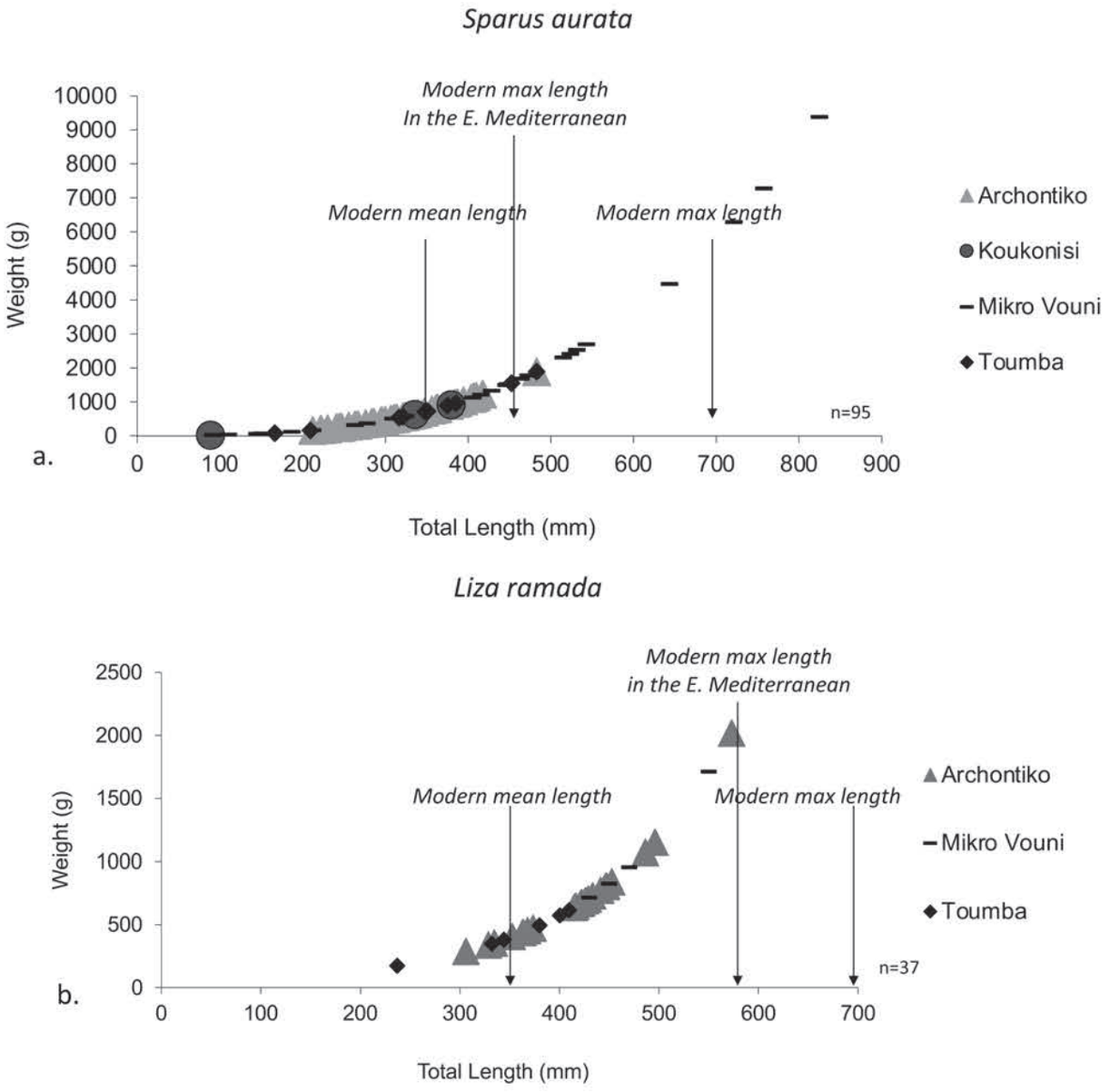
AN EVALUATION OF THE METHOD AND PERSPECTIVES

The attempt to reconstruct ancient TL values as an additional means to interpret fishing strategies and, most important, potential pressure on fish populations is inevitably based on fish bones found in archaeological sites, which should be seen as 'ancient catch data', i.e., the remains of fish caught by ancient Mediterranean fishermen. However, this record hurts upon two major drawbacks.

First, it offers a partial representation of a given ecosystem, as it is biased by human selection as well as pre- or post-depositional losses inherent in any archaeological record. To the previous, we should consider the sampling strategy applied for the recovery of each archaeofaunal material. The preliminary study presented in this paper highlighted the need to work with statistically exploitable assemblages, comparable in size, for each chronological period studied, and at the scale of a single site or a locality. Then, inter-site comparisons will be possible for a regional approach.

From an ecological point of view, the problem remains of how to move from ancient catch data to marine biodiversity data, as it has already been suggested by marine egologists in regard to modern TL reconstructions solely based on catch-data (e.g.,Shannon *et al.* 2014). Fisheries, either modern or–even more significantly–ancient, should be observed as a highly skewed sampling of the marine biodiversity. Their landings greatly vary according to the fishing grounds exploited, the season of capture, or the techniques used, which are all included in a certain human strategy. Subsistence fishing can be more generalist, including a greater variety of taxa, but can never

[17] Similar targeting of larger individuals has been observed both by myself and other colleagues working on prehistoric Aegean with respect to the most common shell exploited in Northern Greece, the cockle *Cerastoderma glaucum*. In the case of cockles, however, in some stratigraphical sequences we do observe a gradual reduction of sizes through time.



— FIGURE 5 —

Reconstructed sizes of two main taxa exploited in Aegean Prehistory, a. the gilthead sea-bream and b. the grey mullet.

Tailles reconstituées des deux principaux taxons exploités dans la préhistoire égéenne, a. la dorade et b. le mulet .

be as representative as ecological surveys. Professional fishing, although not entirely relevant to the reconstruction of ancient fishing activities—at least for the Prehistory—, relies on the specialised exploitation and sale of cost-effective commercial fish, such as tuna or groupers in the Mediterranean. Recent approaches suggest a combination of data, including survey-based and catch-based indicators, cross-checked with model-derived data.

All the aforementioned render this type of record methodologically vulnerable. Despite these drawbacks, the Mediterranean offers a unique record of 'ancient catch data', as exemplified through the Aegean case study presented in this paper, which remains the only tangible archaeological record for some periods such as Prehistory.

The archaeo-ichthyological record offers the possibility to not only reconstruct human-sea relationships from the earliest periods of human occupation in the basin, but also the resilience of both marine ecosystems and human societies through time.

The newly launched ERC program MERMAID thus primarily relies on these ancient fish landings. Among other research goals, the program aims to further refine the approach presented in this paper and to remedy for methodological weaknesses underlined. We will calculate TL indicators based on the general methodological framework explained above. In order to overcome the problem of the absence of the whole set of organisms that build ancient marine ecosystems, we will use multiple

methodological approaches. The zooarchaeological record generally provides evidence of ancient primary and secondary consumers. It is possible to suggest the presence of other organisms on which they depend for nutrition (producers) by using a combined ecological and isotopic approach. This will allow us to reconstruct precise trophic chains based on the actual isotopic value of the remains of ancient marine organisms, and thus compare ancient values with modern ones, as well as follow potential evolution of trophic values in different periods of Prehistory-History. As briefly presented in the present study, we will also use osteometry to provide metrical data on selected species, commonly exploited in all studied periods, in order to explore potential change in size over long time spans. On a larger scale, we will reconstruct trophic spectra in the Mediterranean past through the use of ecological modelling (Ecological Niche Modeling-ENM), which will allow to: a) correlate the presence of species (Species Distribution Model-SDM) with different ecological and environmental parameters available (either through modelling or through actual palaeo-climatic records), and b) correct pseudo-absences linked to human selection or ancient technological constraints. This innovative approach is particularly important as it will provide for the first time insights into past ecosystems and, more relevant to the core question of this paper, an estimation of potential fishing impacts on the whole ecosystem.

CONCLUSION

This short paper does not in any case imply that pressure on stocks led to overfishing phenomena in prehistoric Aegean. What is mostly to be highlighted through is the different ways of reading data on prehistoric fisheries in an attempt to provide a more refined answer regarding the actual engagement of prehistoric groups with marine resources.

As Morales Muñiz and Roselló Izquierdo (2004) have underlined elsewhere, it would be a mistake to think that trophic level analysis holds the key for spotting, let alone understanding pressure events in the archaeological record. The combination of methodological tools, and always in keeping in mind the restrictions of any faunal material, may further highlight aspects of the human-sea relationship in the past.

ACKNOWLEDGEMENTS

Although the writing of this paper took place during the first year of the ERC-CoG project mentioned in n.1 (funding received from the European Research Council (ERC) under the European Union's Horizon 2020 research and innovation program, Grant Agreement no. 01002721), the study itself was conducted before submitting the ERC proposal as an exploratory approach. No new data gathered/exploited within the aforementioned project have been added to this paper. Sincere thanks are addressed to Prof. Konstantinos Stergiou for stimulating discussions during initial phases of the writing. My gratitude extends to my two reviewers for valuable comments that significantly improved the presentation of the dataset and the arguments of the paper. The valuable work of Peggy Bonnet made the flow of reviewing between them and I, possible.

REFERENCES

BIANCHI C.N., MORRI C. 2000 - Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Marine Pollution Bulletin*, 40, p. 367-376.

BRANCH T., WATSON R., FULTON E., JENNINGS S., MCGIL 2010 - The trophic fingerprint of marine fisheries. Nature 468, 431-435. https://doi.org/10.1038/nature09528

BRAUDEL F. 1966 - *La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II*, Paris : Armand Colin.

COLL M. *et al.* (+15 authors) 2010 - The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns and threats. *PLoS ONE*, 5, e11842.

COLL M. *et al.* (+15 authors) 2012 - The Mediterranean Sea under siege: spatial overlap between marine biodiversity, cumulative threats and marine reserves. *Global Ecology and Biogeography*, 21, p. 465-480.

CURCI A., TAGLIACOZZO A. 2003 - Economic and ecological evidence from the vertebrate remains of the Neolithic site of Makri (Thrace-Greece). *In*: E. KOTJABOPOULOU, Y. HAMILAKIS, P. HALSTEAD, C. GAMBLE, P. ELEFANTI (Éds.), *Zooarchaeology in Greece. Recent Advances*, The British School at Athens, p. 123-131 (Studies 9).

DUPONT C., TRESSET A., DESSE-BERSET N., GRUET Y., MARCHAND G., SCHULTING R.R. 2009 - Harvesting the seashores in the Late Mesolithic of north-western Europe. *Journal of World Prehistory*, 22, p. 93-111.

ERLANDSON J.M., RICK T.C. 2010 - Archaeology meets marine ecology: the antiquity of maritime cultures and human Impacts on marine fisheries and ecosystems. *Annual Review of Marine Science*, 2, p. 165-185.

GALLANT T.W. 1985 - *A fisherman's tale.* Miscellanea Graeca, 7, Belgian Archaeological Mission in Greece, Gent.

GHILARDI M., FOUACHE E., QUEYREL F., SYRIDES G., VOUVALIDIS K., KUNESCH S., STYLLAS M., STIROS S. 2008 - Human occupation and geomorphological evolution of the Thessaloniki Plain (Greece) since Mid Holocene. *Journal of Archaeological Science,* 35(1), p. 111-125.

FROESE R., PAULY D. 2022 - *FishBase. World Wide Web electronic publication*. www.fishbase.org, version (02/2022).

LEGAKIS A., SFENDOURAKIS S. 1999 - *Η βιοποικιλότητα της Ελλάδας (The biodiversity of Greece).* Σύμβαση Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη Βιολογική Ποικιλότητα στην Ελλάδα, Ζωολογικό Μουσείο και Υ.Πε.Χω.Δ.Ε., Αθήνα.

LINDEMAN R.L. 1942 - The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology,* 23(4), p. 399-417.

MORALES-MUÑIZ A., ROSELLÓ-IZQUIERDO E. 2004 - Fishing down the food web in Iberian prehistory? A new look at the fishes from Cueva de Nerja (Malaga, Spain). *In*: J.-P. BRUGAL, J. DESSE (Éds.), *Petits animaux et sociétés humaines. Du complément alimentaire aux ressources utilitaires.* XXIVe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, Juan-les-Pins : Editions APDCA, p. 111-123.

MORALES-MUÑIZ A., ROSELLÓ-IZQUIERDO E. 2008 - Twenty thousand years of fishing in the Strait: archaeological fish and shellfish assemblages from Southern Iberia. *In*: T.C. RICK, J.M. ERLANDSON (Éds.), *Human impacts on ancient marine ecosystems: a global perspective*. California : University of California Press, p. 243-278.

MOUTOPOULOS D.K., TSIKLIRAS A.C., KATSELIS C., STERGIOU K.I. 2013 - Estimation and reconstruction of shore-based recreational angling fisheries catches in the Greek Seas (1950-2010). *Journal of Biological Research-Thessaloniki*, 20, p. 376-381.

MYLONA D. 2011 - Fish vertebrae. In: A. Sampson (Éd.) *The cave of Cyclops. Mesolithic and Neolithic networks in the Northern Aegean, Greece*, vol. II. *Bone tool industry, dietary resources and the paleoenvironment, and archaeometrical studies*. Philadelphia, INSTAP Academic Press, p. 237-268 (Prehistory Monographs 31).

MYLONA D. 2021 - Catching tuna in the Aegean: biological background of tuna fisheries and the archaeological implications. *Anthropozoologica,* 56, p. 23-37.

ORTON D. 2016 - Archaeology as a tool for understanding past marine resource use and its impact. *In*: K. SCHWERDTNER MÃNEZ, B. POULSEN (Éds.), *Perspectives on oceans past. A handbook of Marine Environmental History,* Dordrecht, Springer, p. 47-70.

PAPACONSTANTINOU C. 1988 - Faunae Graeciae. Check-List of Marine Fishes of Greece, National Centre for Marine Research and Hellenic Zoological Society, Athens.

PAPAGEORGIOU D.K. 1997 - Ρεύματα και άνεμοι στο Βόρειο Αιγαίο. *In*: CH. DOUMAS, V. LA ROSA (Éds.), *Η Πολιόχνη και η Πρώιμη Εποχή του Χαλκού στο Βόρειο Αιγαίο, Διεθνές Συνέδριο Αθήνα, 22-25 Απριλίου 1996,* Scuola Archeologica Italiana di Atene, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, p. 424-442.

PAULY D., CHRISTENSEN V., DALSGAARD J., FROESE R., TORRES F.C. 1998 - Fishing down marine food webs. *Science*, 279, p. 860-863.

PAULY D. 1999 - Fishing down marine food webs as an integrative concept. *In*: D. PAULY, V. CHRISTENSEN, L. COELHO (Éds.), *Proceedings of the '98 EXPO conference on ocean food webs and economic productivity, Lisbon, Portugal, 1-3 July 1998.* ACP-EU Fisheries Research Report, 5, p. 4-6.

POWELL J. 2011 - Non-vertebral fish bones. *In*: A. SAMPSON (Éd.), *The cave of Cyclops. Mesolithic and Neolithic networks in the Northern Aegean, Greece*, vol. II. *Bone tool industry, dietary resources and the paleoenvironment, and archaeometrical studies*. Philadelphia, INSTAP Academic Press, p. 151-236 (Prehistory Monographs 31).

PSYCHOYOS O. 1988 - *Déplacements de la ligne de rivage et sites archéologiques dans les régions côtières de la mer Égée, au Néolithique et à l'âge du Bronze.* Studies in Mediterranean Archaeology and Literature, Pocket Book 92, Paul Åströms Vörlag, Jonsered.

REITZ E.J. 2004 - Fishing down the web: A case study from St. Augustine, Florida, USA. *American Antiquity*, 69, p. 63-83.

RICK T.C., ERLANDSON J.M. (Éds.) 2008 - *Human impacts on ancient marine ecosystems: a global perspective*. California : University of California Press,

RICK T.C., ERLANDSON J.M. 2009 - Coastal Exploitation. *Science*, 325, p. 952-953.

SALAZAR-GARCIA D.C., FONTANALS-COLL M., GOUDE G., SUBIRA M.E. 2018 - "To 'seafood' or not to 'seafood'?" An isotopic perspective on dietary preferences at the Mesolithic-Neolithic transition in the Western Mediterranean. *Quaternary International,* 470, p. 497-510.

SAPORITI F., BEARHOP S., SILVA L., VALES D.G., ZENTENO L., CRESPO E.A, AGUILAR A., CARDONA L. 2014 - Longer and less overlapping food webs in anthropogenically disturbed marine ecosystems: confirmations from the past. *PLoS ONE*, 9(7), e103132.

SCHWARTZ C.A. 1985 - The vertebrate and molluscan fauna. Final report (Appendix II). *In*: N. EFSTRATIOU (Éd.), *Ayios Petros, A Neolithic site in the Northern Sporades*, BAR International Series, 241, Oxford : Archaeopress, p. 151-160.

SCHWERDTNER MÃNEZ, POULSEN B. (Éds.) 2015 - *Perspectives on oceans past. A handbook of Marine Environmental History,* Dordrecht, Springer,

SHANNON L., COLL M., BUNDY A., GASCUEL D., HEYMANS J.J., KLEISNER K., LYNAM C., PIRODDI C., TAM J., TRAVERS-TROLET M., SHIN Y. 2014 - Trophic level-based indicators to track fishing impacts across marine ecosystems. Marine Ecology Progress Series, 512, 115-140. https://doi.org/10.3354/meps10821

THEODOROPOULOU T. 2007 - *L'exploitation des faunes aquatiques en Égée septentrionale aux périodes pré- et protohistoriques*. Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Thèse de doctorat, 2 volumes (unpublished).

THEODOROPOULOU T. 2008 - Stratégies de pêche en Égée septentrionale au Néolithique et à l'âge du Bronze : paramètres environnementaux et culturels. *In*: P. BÉAREZ, S. GROUARD, B. CLAVEL (Éds.), *Archéologie du poisson, 30 ans d'Archéo-ichthyologie, Hommage aux travaux de Jean Desse et de Nathalie Desse-Berset*. Actes des XXVIII[e] rencontres d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 18-20 octobre 2007, Juan-les-Pins : Editions APDCA, p. 347-358.

UERPMANN H.-P., KÖHLER K., STEPHAN E. 1992 - Tierreste aus den neuen Grabungen in Troia. Erster Bericht. *Studia Troica,* 2, p. 105-121.

UERPMANN M., VAN NEER W. 2000 - Fischreste aus den neuen Grabungen in Troia (1989-1999). *Studia Troica*, 10, p. 145-179.

VIKA E., THEODOROPOULOU T. 2012 - Re-investigating fish consumption in Greek antiquity: results from $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ analysis from fish bon collagen. *Journal of Archaeological Science,* 39, p. 1618-1627.

PALEO | HORS-SÉRIE
Sociétés humaines et environnements
dans la zone circumméditerranéenne
du Pléistocène au début de l'Holocène

THÈME 2

Données récentes sur la Préhistoire d'Afrique du Nord – Occupations humaines, paléoenvironnements et relations avec le reste du continent

LE LITTORAL MAROCAIN ENTRE KÉNITRA ET SKHIRAT DU PLÉISTOCÈNE MOYEN À L'ACTUEL

Driss Chahid[a],
Larbi Boudad[a],
Aïcha Oujaa[b],
Arnaud Lenoble[c]

a. *Université de Sciences Mohammed V, département de Géologie (Rabat, Maroc) - chahiddriss.geol@gmail.com - l.boudad@um5r.ac.ma*
b. *Institut national des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine (Rabat, Maroc) - aicha.oujaa@insap.ac.ma*
c. *PACEA - UMR 5199, CNRS, Université de Bordeaux (France) - arnaud.lenoble@cnrs.fr*

RÉSUMÉ

Le littoral atlantique des environs de Rabat offre différentes configurations renseignant sur l'évolution du trait de côte depuis le Pléistocène moyen. La falaise vive de Salé-Kénitra, située immédiatement au nord de Rabat, porte à l'affleurement une succession de séquences sédimentaires du SIM 7 au SIM 5 (stade isotopique marin), l'ensemble étant recouvert par une grande dune avec intercalations de paléosols rougeâtres (SIM 4 à 2). Quelques kilomètres plus au sud, de Rabat à Témara, le trait de côte est formé de deux cordons : un cordon récent (SIM 5) armant la falaise vive d'un sillon intercordon appelé « *Oulja* », et un cordon intérieur (polyclique : SIM 11 à SIM 6), sculpté par une falaise fossile d'âge SIM 5e et riches en sites préhistoriques. Les mieux documentés de ces sites sont des grottes ouvertes sur la paléofalaise, et dont le contenu archéologique s'échelonne du *Middle Stone Age* au Néolithique. Durant l'Holocène ou lors des pulsations positives du niveau marin postérieur au SIM 5e, la géodynamique marine a façonné les anciens cordons pour offrir une variété de structures morphologiques : encoches, plateformes d'abrasion, lapiaz, falaises et microfalaises. Plus au sud encore, au niveau de Skhirat, le cordon holocène développé à la faveur de l'embouchure de l'oued Cherrat recèle la nécropole de Rouazi. Sa morphologie et ses structures sédimentaires indiquent que ce cordon résulte de dépôts de tempête dans sa partie basale, et de dépôts dunaires conjugués au développement des paléosols dans sa partie sommitale.

HORS-SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 2 | Données récentes sur la Préhistoire d'Afrique du Nord – Occupations humaines, paléoenvironnements et relations avec le reste du continent

PAGES 195 À 207

MOTS-CLÉS Littoral atlantique, séquence sédimentaire, eustatisme, stade isotopique, Quaternaire.

ABSTRACT

The Moroccan coastline between Kenitra and Skhirat from the Middle Pleistocene to the Present

The Atlantic coastline around Rabat offers different configurations providing information on the evolution of the coastline since the Middle Pleistocene. The Kenitra sharp cliff outcrops show a succession of three sedimentary sequences. The Salé-Kénitra sharp cliff, located immediately north of Rabat, outcrops a succession of sedimentary sequences from MIS 7 to MIS 5 (marine isotopic stage), all covered by a huge dune with intercalations of reddish palaeosols (MIS 4 to 2). A few kilometres further south, from Rabat to Témara, the coastline is formed by two ridges: a recent ridge (MIS 5) reinforcing the current cliff of an inter- ridge furrow called «Oulja», and an inner ridge (polyclique: MIS 11 to MIS 6), carved by a dead cliff dating from the MIS 5e and rich in prehistoric sites. The best documented of these sites are caves opening onto the paleo cliff, and whose archaeological content ranges from the Middle Stone Age to the Neolithic. During the Holocene and the positive pulsations of the sea level after the MIS 5e, marine geodynamics shaped the ancient ridges to offer a variety of morphological structures: notches, abrasion platforms, lapiaz, cliffs and micro-cliffs. On the Skhirat segment, the Holocene ridge contains the Rouazi necropolis. Its morphology and sedimentary structures indicate that this cordon is the result of storm deposits in its basal part and dune deposits combined with the development of paleosols in its summital part.

KEY-WORDS Atlantic coastline, sedimentary sequence, eustatism, isotopic stage, Quaternary.

INTRODUCTION

Le Maroc, localisé à l'extrême nord-ouest de l'Afrique, a offert des conditions favorables à l'installation et au développement de plusieurs civilisations préhistoriques et protohistoriques. Le cadre géomorphologique a été propice au développement d'une riche biodiversité faunistique et floristique. Le littoral atlantique, en particulier, a livré des archives sédimentaires de qualité documentant tout le Quaternaire à l'actuel (Stearns 1978). Ces mêmes formations recèlent des sites préhistoriques de surface, sous abris ou en grotte, dont le remplissage archéosédimentaire témoigne des étapes de l'évolution culturelle et biologique des populations humaines, ainsi que des milieux biologiques et physiques depuis le Pléistocène inférieur jusqu'à l'Holocène (Richter *et al.* 2017 ; Ben Arous *et al.* 2022).

Le secteur compris entre les villes de Kénitra et Skhirat a ses particularités, à savoir sa propre histoire de recherche conjuguée à une déclinaison locale des problématiques scientifiques régionales (Nespoulet *et al.* 2008). Les prospections et études de terrain y ont débuté dans les années 1920 et 1930 (e.g. : Lecointre 1926 ; Marçais 1934 ; Bourcart 1943). Dès lors, les questionnements s'y sont succédé au rythme des découvertes archéologiques et de l'introduction de nouvelles techniques et méthodes d'analyses. Ce secteur littoral est célèbre par les nombreux sites archéologiques qui constituent des localités-clés pour la compréhension du peuplement préhistorique du *Middle Stone Age* (MSA) au nord-ouest de l'Afrique (e.g. : Bouzouggar et Barton 2012 ; Stoetzel *et al.* 2014 ; Campmas *et al.* 2016), tels que la grotte de Dar es Soltane, d'El Harhoura 2, d'El Mnasra ou des Contrebandiers (**fig. 1**). Dans tous ces sites, les outils lithiques, les restes osseux, mais aussi des objets de parure, en particulier sous forme de coquilles perforées de *Nassarius*, y sont préservés de façon exceptionnelle. Du point de vue paléoanthropologique, les restes humains retrouvés au sein des remplissages archéologiques sont attribués à *Homo sapiens* (Debénath 1975 ; Oujaa et Hublin 2012). À ces restes humains exhumés en contexte de grotte s'ajoutent des restes humains retrouvés enfouis dans la roche encaissante elle-même, à l'instar de l'«*Homme fossile de Rabat* » (Lecointre 1952 ; Oujaa *et al.* 2017 ; Chahid *et al.* 2020).

Du point de vue géologique et géomorphologique ce secteur est limité au nord-est par des sables rouges continentaux de la formation de la Mamoura, et en direction du sud et sud-est par les pays de Zemmour et Zaër, formés de terrains paléozoïques (**fig. 1**). Les formations géologiques du secteur littoral lui-même correspondent pour l'essentiel à des dépôts quaternaires et plio-quaternaires constitués de mégas cordons de calcarénites disposés parallèlement à la ligne de rivage et édifiés lors des phases régressives des différentes pulsations marines quaternaires (e.g. Gigout 1960 ; Stearns 1978 ; Chahid 2017). Ce contexte géologique a été favorable à la formation de cavités situées à proximité du rivage, et occupées par les populations humaines préhistoriques (Campmas 2012 ; Nespoulet et El Hajraoui 2015), tandis que les terrains paléozoïques proches rendaient accessibles une grande diversité de matières premières elles-mêmes exploitées pour la confection de l'industrie lithique (El Hassani et Morala 2012).

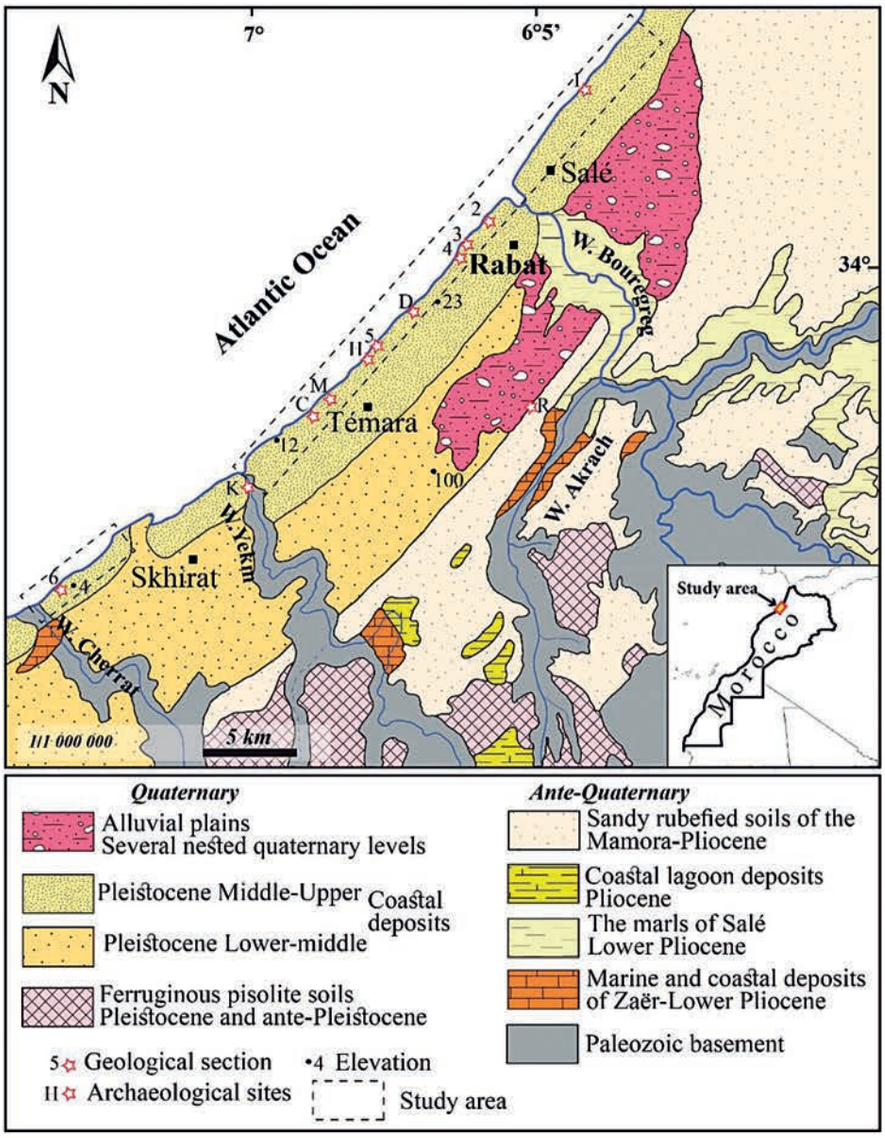


FIGURE 1

Carte géologique simplifiée de la zone Salé-Rabat-Témara-Skhirat avec la localisation des principaux sites archéologiques (lettres) et les coupes géologiques (chiffres) les plus représentatives (Vidal et Cailleux 1989, modifiée). D : Dar es Soltane (1 à 4) ; H : El Harhoura 2 ; M : El Mnasra ; C : Contrebandiers, K : Doukkala ; R : Chaperon Rouge. 1 : Sidi Moussa, 2 : Marie Feuillet ; 3 : Kébibat ; 4 : Carrière 10 ; 5 : El Harhoura, 6 : Skhirat.

Simplified geological map of the Salé-Rabat-Témara-Skhirat area with the location of the main archaeological sites (letters) and the most representative geological sections (numbers) (Vidal and Cailleux 1989, modified). D: Dar es Soltane (1 à 4); H: El Harhoura 2; M: El Mnasra; C: Contrebandiers; K: Doukkala; R: Chaperon Rouge. 1: Sidi Moussa, 2: Marie Feuillet; 3 : Kébibat; 4: Carrière 10; 5: El Harhoura, 6: Skhirat.

Les carrières qui ont fourni le matériau de construction de la ville de Rabat sont situées le long du littoral actuel dans ce qui est aujourd'hui les faubourgs de Rabat. Les fronts de taille que ces carrières ont dégagés portent à l'affleurement les formations quaternaires condensées et emboitées, depuis le Maarifien, étage le plus ancien de la stratigraphie quaternaire locale (Plaziat *et al.* 2008), jusqu'à la plateforme d'abrasion du Flandrien (Holocène) (Bourcart 1943 ; Choubert, Marçais 1947 ; Gigout 1960 ; Lecointre 1963).

Parmi ces coupes, deux ont retenu plus particulièrement l'attention des chercheurs ; il s'agit de la coupe de Marie Feuillet et de celle de Kébibat (**fig. 1**). L'intérêt de la première coupe tient à l'enregistrement de deux niveaux marins observés pour la première fois dans les environs de Rabat (Choubert, Marçais 1947), et la définition de l'étage quaternaire marin Rabatien (Choubert 1962), tandis que la deuxième coupe est associée à la découverte des restes de l'« *Homme fossile de Rabat* » (Marçais 1934 ; Oujaa *et al.* 2017 ; Chahid *et al.* 2020). En outre, dans les faubourgs de Rabat, d'autres localités ont été utilisées pour la définition des étages quaternaires continentaux, à savoir le Salétien sur le plateau de Salé (Biberson 1971), le Rharbien (Choubert *et al.* 1956) dans la plaine du Gharb (Kénitra) et le Soltanien dans la grotte de Dar es Soltan (Choubert *et al.* 1956). Ces étages, à l'instar des autres étages définis localement, ont servi de référence dans la littérature à l'échelle du Maghreb jusqu'à leur substitution par des subdivisions chronostratigraphiques et l'utilisation des stades isotopiques, afin de faciliter la comparaison et les corrélations à l'échelle régionale et mondiale (e.g. : Texier *et al.* 1992 ; Texier *et al.* 2002 ; Lefèvre et Raynal 2002 ; Plaziat *et al.* 2008 ; Weisrock 2012).

Cet intérêt a conduit différentes générations de chercheurs à se succéder sur ces sites, qui ont ainsi bénéficié de plusieurs essais d'interprétation et de calage chronostratigraphique régional et à l'échelle du Maroc. Le cadre chronostratigraphique de ce secteur du littoral marocain, notamment des régions de Casablanca et Agadir, a connu plusieurs études et relectures au fur et à mesure de

l'évolution des idées autour du Quaternaire marocain et de la perfection des outils de datation absolue (e.g. : Lefèvre et Raynal 2002 ; Weisrock 2012).

La présente contribution résume l'évolution paléogéographique de la zone littorale située entre Kénitra et Skhirat, en se focalisant sur l'intervalle de temps situé entre le stade isotopique marin (SIM) 11 et l'Holocène, période au cours de laquelle se mettent en place les différents éléments du littoral actuel. Pour ce faire, nous nous sommes basés sur nos propres études de terrain depuis 2010, ainsi que sur les travaux récents publiés par d'autres auteurs, en prenant l'exemple de trois localités : la coupe de Sidi Moussa, le segment Rabat-Témara et le cordon holocène de Skhirat.

SECTEUR SALÉ-KÉNITRA

La morphologie des cordons littoraux qui caractérise Salé-Kénitra et ses environs vers le sud (Rabat-Témara) est le résultat de plusieurs facteurs. L'oued Ykem au sud de Témara, l'oued Bouregreg, qui marque la limite entre la ville de Rabat et Salé, et l'oued Sebou à Kénitra, ont transporté d'importants stocks détritiques, que la dérive littorale - dirigée du nord vers le sud - a redistribués sur les côtes. L'érosion marine des falaises favorise la production de matériel sédimentaire autochtone, ce matériau se distinguant des apports fluviaux par une richesse en éléments bioclastiques produits par la fragmentation des coquilles marines. Les vents soufflent principalement de l'océan vers l'intérieur du pays, ce qui entraîne l'établissement de cordons dunaires. La morphologie allongée des crêtes côtières est le résultat de l'action des vents responsables de la coalescence des dunes barkhane ou barkhanoïde (Mckee 1979 ; Coudé-Gaussen *et al.* 1982 ; Aberkan 1989). Ce phénomène a déjà été observé sur l'ensemble du littoral atlantique marocain (e.g. : Griboulard 1980 ; Weisrock et Fontugne 1991 ; Plaziat *et al.* 2006).

Dans ce secteur entre Salé-Kénitra la coupe la plus complète et la mieux étudiée est celle de Sidi Moussa (Aberkan 1989 ; Plaziat *et al.* 2006) située au nord de Salé (**fig. 1** et **fig. 2**). La falaise vive au niveau de Salé, entaillée de nombreuses criques au niveau de Sidi Moussa, a livré des niveaux sédimentaires similaires à ceux que l'on peut observer de Rabat jusqu'à Casablanca, exprimant la même évolution de faciès, avec des dépôts marins surmontés d'éolianites à paléosols rouges intercalés (e.g. : Aberkan 1989 ; Aberkan 2000 ; Texier *et al* 2002). La particularité des sections observées dans ce secteur réside dans l'enregistrement de plusieurs hauts niveaux marins (SIM 7, SIM 5e) superposés ou emboités (Plaziat *et al.* 2006). Une calcarénite marine est observée en base de cordon, datée à 200 ± 30 ka par thermoluminescence. En outre, deux faciès littoraux se rapportant au haut niveau marin éémien (SIM 5e) ont été observés, dont ils exprimeraient les différentes pulsations : (i) un dépôt lagunaire de marnes à *Scrobicularia plana,* dont une coquille est datée par U/Th à 125 ka, que surmontent une éolianite (ii) puis un dépôt de plage associé à une paléofalaise taillée dans cette même éolianite (Plaziat et al. 2006). La qualité d'enregistrement dont témoigne ce secteur est indubitablement liée à la présence d'une puissante falaise vive entaillée de nombreuses criques, portant à l'affleurement autant de sections. Le développement d'un milieu lagunaire implique, au demeurant, que la première phase du rivage éémien mettait en jeu des méga-cordons dunaires littoraux aujourd'hui disparus, qui abritaient alors de la houle océane une plaine littorale ennoyée.

SECTEUR RABAT-TÉMARA

Du point de vue géomorphologique, l'allure de la bande littorale de Rabat-Témara ressemble beaucoup à celle de Salé-Kénitra. On note la succession de 11 cordons littoraux subparallèles entre eux et à la côte actuelle. Ces cordons s'étendent de la ligne de rivage où se situe le cordon le plus jeune (SIM 5) et le moins élevé (5 m en moyen) à l'est, jusqu'à la rive gauche de l'Oued Akrech à l'ouest de la région, où sont localisés les cordons d'âge mio-pliocène à une altitude d'environ 250 m (Chahid *et al.*, 2016a).

La morphologie, la lithologie et les structures sédimentaires internes des dépôts qui constituent ces cordons permettent de retracer leur histoire géologique et d'en déduire les positions passées du niveau de la mer. Plusieurs points d'observation sur la frange côtière de Rabat-Témara ont permis d'établir la lithostratigraphie des trois séquences sédimentaires qui ont formé les deux derniers cordons, ici appelés R1 et R2 (**fig. 3**).

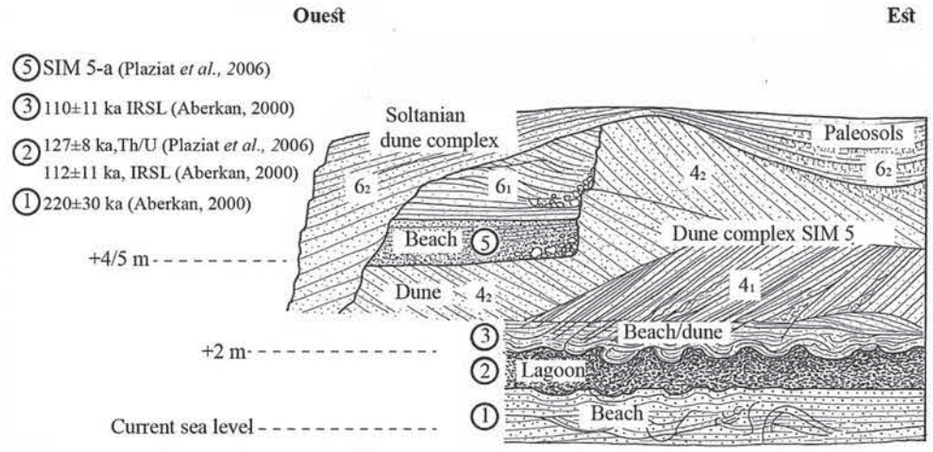
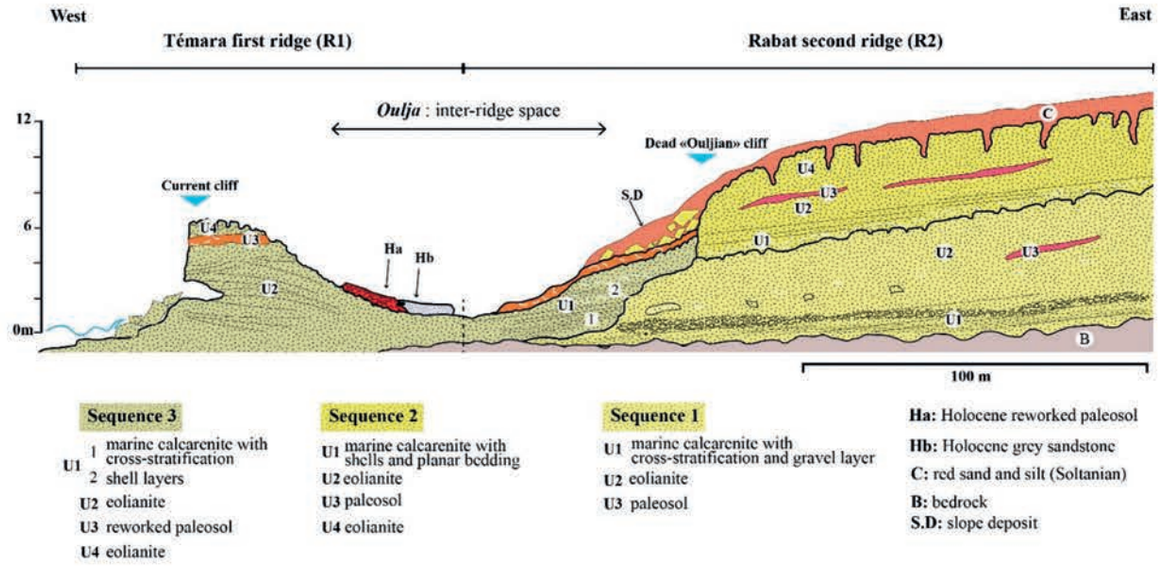


FIGURE 2

Coupe lithostratiqraphique synthétique de Sidi Moussa (Plaziat *et al.* 2006, modifié). 4_1 et 4_2 : complexe dunaire du SIM 5 ; 6_1 et 6_2 : complexe dunaire du Soltanien.

Synthetic lithostratiqraphic section of Sidi Moussa (Plaziat et al. *2006, modified). 4_1 and 4_2: SIM 5 dune complex; 6_1 and 6_2: Soltanian dune complex.*



— FIGURE 3 —

Coupe géologique synthétique des deux derniers cordons littoraux à Rabat-Témara.

Synthetic geological section of the two last coastal ridges in the Rabat-Témara region.

Schématiquement, les deux derniers cordons parallèles au trait de côte enserrent une plaine littorale nommée Oulja. Cette dernière est limitée en direction des terres par un escarpement marquant le haut de versant du cordon interne (R2), dans lequel les auteurs ont enregistré le témoignage d'une falaise fossile façonnée lors du dernier interglaciaire, la falaise ouljienne (Gigout 1960).

Ces deux cordons eux-mêmes sont formés de plusieurs unités sédimentaires (U) regroupées en trois séquences. Ces séquences sont notées, de la plus ancienne à la plus récente : séquence 1 (SIM 11 - SIM 9), séquence 2 (SIM 7 - SIM 6) et séquence 3 (SIM 5). Chacune livre une succession verticale de faciès reflétant un changement d'environnement sédimentaire depuis le milieu marin vers le milieu continental (**tabl. 1**).

Des paléo-surfaces bien visibles, correspondant à des surfaces érosives, soulignent l'emboîtement ou la superposition des dépôts des différentes séquences. Au dépôt de ces trois séquences s'ajoutent un dépôt d'âge holocène préservé dans l'Oulja et correspondant à un grès de plage (*beachrock*) au centre de la plaine littorale, et des dépôts de remaniement rougeâtre à sa bordure (Chahid *et al.* 2016a).

La situation décrite ci-dessus et illustrée par la **figure 4** rend bien compte de la morphologie littorale observée quelques kilomètres au sud de Rabat, à Kébibat, dans les faubourgs méridionaux de la ville, jusqu'à l'oued Ykem au sud de Témara. Plus au nord, c'est-à-dire à Rabat même, le cordon extérieur (R1) s'estompe pour ne plus être représenté que par des chicots rabotés par la plateforme littorale actuelle, formant les saillies de la côte rocheuse. L'amenuisement de ce cordon à proximité du Bouregreg peut être compris comme la moindre accumulation du stock détritique remobilisé par l'édification de ce cordon dans un secteur sous l'influence des courants liés à cet exutoire fluvial.

Dans ce secteur, tout comme dans celui de Sidi Moussa, l'étude morpho-litho-stratigraphique a été complétée par des datations absolues. Sur cette base, un modèle de l'évolution paléogéographique des deux derniers cordons littoraux de la zone littorale de Rabat-Témara à la fin du Pléistocène moyen et au Pléistocène supérieur peut être proposé. Trois phases principales sont reconnues (**fig. 4**) :

Phase 1 : (1) une transgression pendant le SIM 11 a permis l'installation des premiers termes de dépôt de la séquence 1 ; (2) pendant la pulsation négative du SIM 10, le matériel détritique découvert par la régression marine est remobilisé en dunes littorales.

Phase 2 : (3) une nouvelle transgression au début du SIM 7 a permis la mise en place de la séquence 2. Cette transgression a érodé la séquence précédente et a déposé ses sédiments marins et de hautes plages sur les anciens dépôts et contre la falaise façonnée dans la séquence 1 ; (4) pendant la régression de la fin du SIM 7 et du début du SIM 6, les dunes littorales remobilisent le stock sédimentaire exondé pour former le terme supérieur de la deuxième séquence et donner au cordon interne R2 sa morphologie de cordon littoral.

Phase 3 : (5) La transgression du dernier interglaciaire (SIM 5) a favorisé la mise en place de la troisième séquence après rabotage des deux séquences précédentes. L'élévation du niveau marin est accompagnée par le creusement et/ou l'ouverture des cavités formées dans les dépôts préexistants lors du façonnement de la falaise ouljienne. (6) Au cours du sous-stade SIM 5c, le stock détritique découvert par la régression précédente est mobilisé pour former un cordon isolé, délimitant la plaine côtière actuelle, l'Oulja, tandis que la falaise ouljienne est empâtée de dépôt de pente (sables, limons et argiles à blocs et coquilles marines et continentales) dont l'édification se poursuit au cours des sous-stades et stades ultérieurs.

	Niveau marin		Niveau continental
	Lithologie	Fossiles abondants	
Séquence 3	Plusieurs lits coquilliers intercalés par des couches de calcarénite à stratification plane et entrecroisée.	*Stramonita haemastoma* *Mytilus galloprovincialis* *Diodora graeca* *Patella vulgata* *Patella ferruginea* *Patella rustica* *Patella aspera* *Acanthocardia tuberculata* *Donax trunculus*	Calcarénite dunaire à stratification entrecroisée de grande échelle. Un paléosol rougeâtre intercalaire et par endroit deux paléosols intercalaires.
Séquence 2	Couche basale formée d'une lumachelle suivie d'une calcarénite à laminations planes	*Columbella rustica* *Vermetus triquetrus* *Gibbula umbilicalis* *Stramonita haemastoma* *Mimachlamys varia varia* *Perna perna*	Calcarénite dunaire généralement massive avec un joint rougeâtre (paléosol intercalaire).
Séquence 1	Couche basale composée de conglomérat et microconglomérat suivi d'une calcarénité à laminations planes et entrecroisées, par endroit des lits riches en coquilles séparés par des couches de calcarénite	*Patella vulgata* *Patella depressa* *Linatella caudata* *Euspira heros* *Cerithium vulgatum*	Calcarénite dunaire massive avec paléosol intercalaire peu épais et de très faible extension latérale par rapport à celui des autres séquences.

— TABLEAU 1 —

Principales caractéristiques lithologiques et malacologiques des séquences sédimentaires pléistocènes moyen-supérieur de Rabat-Témara.

Main lithological and malacological features of the Middle to Upper Pleistocene sedimentary sequences of Rabat-Temara.

Le matériel faunique des séquences 1, 2 et 3 est issu des unités de base ; il est exclusivement marin, traduisant un milieu littoral de profondeur modérée à faible (infratidal à intertidal) et généralement doté d'un hydrodynamisme important (Chakroun *et al.* 2017). Ces espèces reflètent en outre des milieux marins chauds à tempérés, en accord avec leur position interglaciaire.

La collecte et l'étude de ces séries malacologiques a également un intérêt archéologique, en contribuant à la connaissance de leur exploitation par les populations humaines préhistoriques qui ont occupé les grottes de Témara (**tabl. 1**). Des études déjà entamées dans ce sens ont démontré que ces populations ont effectué des récoltes ciblées pour certaines espèces comme les *Patella* sp. et *Nassarius* sp., et ce dans un double objectif, alimentaire et symbolique (D'Errico *et al.* 2009 ; Campmas 2012 ; El Hajraoui *et al.* 2012 ; Nouet *et al.* 2015 ; Campmas *et al.* 2016 ; Chakroun *et al.* 2017 ; Campmas *et al.* 2018).

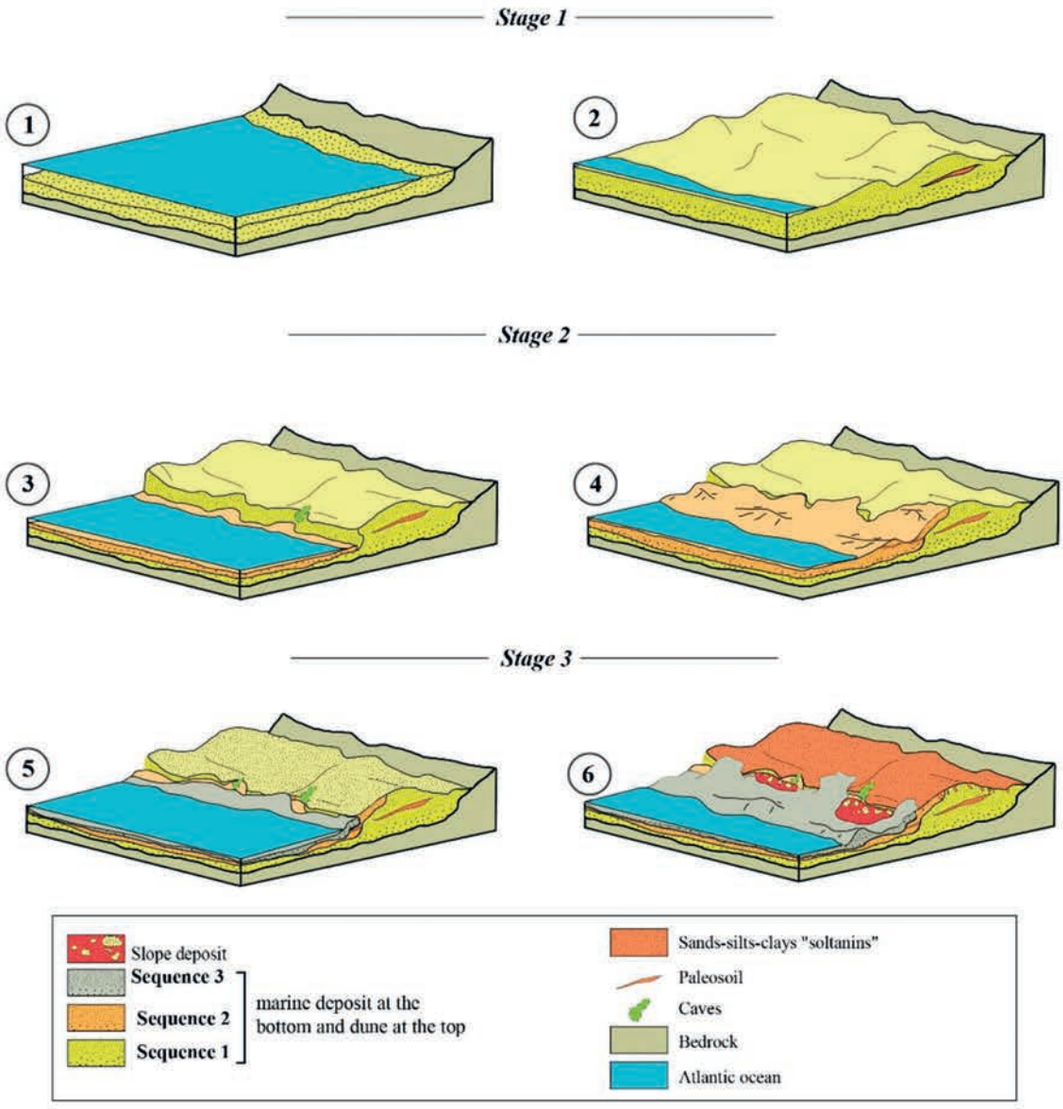
SECTEUR DE SKHIRAT

À Skhirat, sur la frange littorale prolongeant au nord l'embouchure de l'oued Cherrat (**fig. 1** et **fig. 5**) se développe un cordon littoral séparé de la ligne de rivage par une plage longue d'une dizaine de mètres. Ce cordon récent (holocène) inclut le site préhistorique de Rouazi, où ont été découvertes de nombreuses sépultures néolithiques (Daugas *et al.*1989 ; Daugas *et al.* 1990 ; Texier *et al.* 2008). Ce site demeure le plus important ensemble funéraire connu pour le Néolithique moyen du Maroc (Lacombe *et al.* 2013).

Les structures sédimentaires (litages, figures de charge, lits de coquilles et galets centimétriques) et la texture indiquent que les dépôts de la base du cordon de Skhirat relèvent d'une dynamique de déferlement de houle associée à la construction d'un *washover-fan* (Roep *et al.* 1998 ; Wang, Horwitz 2007). Au niveau microscopique, ces dépôts se caractérisent par un microfaciès de sables coquilliers à bon classement et diagenèse précoce.

Les débris de coquilles sont roulés, similaires à ceux présents dans le sable de la plage actuelle. Ces éléments indiquent que les vagues de tempête ont remobilisé les sables de plage vers l'intérieur des terres où ce stock sédimentaire s'est accumulé sous la forme d'un cordon littoral (Bridge, Demicco 2008).

Des événements exceptionnels ont toutefois existé préalablement à l'édification de ce cordon, comme en témoigne le grès de plage présent au-devant de ce cordon, au niveau du platier. Ce grès contient des amas de moules et des galets de différentes tailles, ainsi que des méga-blocs anguleux de taille métrique, l'ensemble indiquant des dépôts liés à des courants de retour faisant suite à une submersion du littoral (Chahid *et al.* 2016b). Des méga-blocs sont également présents sur le toit du paléosol dans



— FIGURE 4 —

Proposition de l'évolution de la mise en place des dépôts littoraux de Rabat-Témara entre le Pléistocène moyen et le Pléistocène supérieur (Chahid *et al.* 2017).

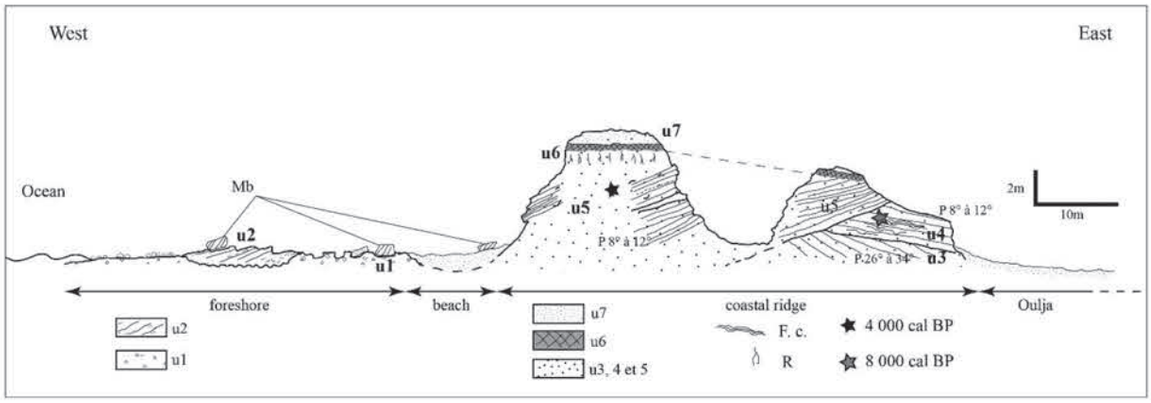
Proposal of the evolution of the Rabat-Témara littoral deposits between the Middle and Upper Pleistocene (Chahid et al. *2017).*

lequel s'emboîte ce grès de plage, ou, encore, sur l'estran et la plage sableuse actuelle, suggérant une mise en place polyphasée.

Les deux unités de ce cordon (inférieure et supérieure) sont coiffées par une dune fixe altérée par un paléosol décarbonaté (rhizomorphes carbonatés) et humifère, sur lequel reposent plusieurs niveaux d'amas coquilliers (moules, murex) et structures de foyers intercalés par des niveaux sableux et surmontés par la dune actuelle.

Les datations effectuées sur la calcarénite qui forme ces unités situent son édification pendant l'Holocène moyen, et ont permis de comprendre l'enchaînement et la chronologie de ce cordon. Deux dates ^{14}C ont été réalisées par Daugas *et al.* (1989) sur des fragments de charbon issus des amas coquilliers et sur du charbon de bois situé pratiquement à la base du cordon, dans le niveau occupé par le site archéologique (**fig. 6**). Elles ont livré des âges de 4550 ± 150 BP et 7710 ± 180 BP respectivement. Chahid *et al.* (2016b) ont ensuite fourni des dates ^{14}C complémentaires sur des coquilles marines (moules), situant ces unités autour de 4000 cal BP et 8000 cal BP pour l'unité supérieure et inférieure respectivement, en accord avec les âges fournis par Daugas *et al.* (1989).

Cet exemple est loin d'être anodin. Les cordons littoraux sont en cours d'édification lorsque les conditions géomorphologiques sont favorables : absence de falaise rocheuse, présence d'un stock sédimentaire nourri par la dérive littorale et mobilisé lors des événements de tempête. Il montre, en outre, que la formation d'un tel cordon peut être très rapide, liée à quelques événements exceptionnels, témoignant ainsi de la réponse rapide de la morphologie du trait de côte aux variations des facteurs environnementaux.



— FIGURE 5 —

Cordon littoral holocène de Skhirat (Chahid *et al.* 2016b, modifié). Mb : mégabloc ; F.c. : Figure de charge ; u1 : Sol rougeâtre ; u2 : Grès de plage ; u3, 4 et 5 : Calcarénite ; u6 : Amas coquillier « *Kjökkenmödding* » ; u7 : Dune actuelle ; R : Rhizolithe.

Holocene coastal ridge of Skhirat (Chahid et al. 2016b, modified). Mb: megablock; F.c.: Load Figure; u1: Reddish soil; u2: Beach sandstone; u3, 4 and 5: Calcarenite; u6: shell midden « Kjökkenmödding »*; u7: recent dune; R: Rhizolite.*

FIGURE 6

Photo d'amas coquillier (Kjökkenmödding) sur le cordon littoral holocène à Skhirat.

Photo of shell midden (Kjökkenmödding) on the Holocene coastal ridge of Skhirat.

DISCUSSION

Le littoral occidental du Maroc est caractérisé par une diversité d'enregistrements sédimentaires quaternaires, tant en ce qui concerne les faciès que la morphologie de dépôts. Les chercheurs pionniers ont étudié ces dépôts dans la perspective d'établir une stratigraphie locale, voire régionale, c'est-à-dire s'appliquant à l'ensemble du Maghreb. L'établissement de ce cadre stratigraphique a bénéficié des découvertes archéologiques, les pièces lithiques et autres objets préhistoriques étant utilisés en qualité de « fossile directeur » pour dater les niveaux sédimentaires. Le développement des méthodes d'études des séries quaternaires, conjugué à l'utilisation des datations absolues, ont conduit à délaisser cette démarche de cadre stratigraphique régional pour préférer situer ces formations dans l'échelle de stratigraphie isotopique globale.

Du point de vue géomorphologique, ces enregistrements quaternaires documentent les évolutions du paysage en réponse aux changements climatiques et aux variations du niveau marin. Notamment, durant le SIM 5e, la conjonction de plusieurs facteurs de la géodynamique marine aboutit au façonnement des grottes littorales. Ces cavités, et le cordon dunaire externe (d'âge SIM 5c) qui va s'installer devant elles, produisent une configuration favorable à plusieurs titres aux occupations préhistoriques, que ce soit du fait de la protection offerte par ce cordon externe à une exposition littorale directe (protection de l'action des vagues et des vents de tempête), du fait du développement de petites lagunes dans l'oulja abritant une diversité de milieux ou, encore, de la présence de structures d'accueil favorables à l'installation humaine sous la forme de grottes spacieuses ouvertes sur l'oulja (e.g. : Stoetzel 2009 ; Campmas *et al.* 2018 ; Chakroun *et al.* 2022). La proximité du rivage est également source d'une diversité de ressources alimentaires, les ressources d'origine marine s'observant surtout sous forme des coquilles de moules et de patelles retrouvées en grande abondance dans le remplissage des grottes. Ces coquilles sont celles d'espèces fixées au rocher dans la zone de battement des marées (l'estran). Elles caractérisent un milieu de forte énergie et des eaux relativement chaudes. Par ailleurs, l'exploitation des ressources marines ne se limite pas à une finalité alimentaire, comme le montrent les coquilles perforées utilisées comme objets de parure durant le *MSA*, et préservées dans les sites de Témara, la grotte d'El Mnasra en particulier où de telles coquilles ont été retrouvées en nombre (e.g. : Campmas *et al.* 2018 ; Ben Arous *et al.* 2022).

En outre, la diversité des affleurements géologiques de l'arrière-pays (vers l'est et le sud-est) est source d'une diversité de matières premières lithiques. Ces matières premières ont également pu être reprises au sein des cortèges alluviaux, et les embouchures et les rivages des oueds exploités pour ces matériaux (El Hassani et Morala 2012). Le paysage ainsi formé au cours des sous-stades du SIM 5 sera ainsi le siège d'occupations humaines qui débute au *MSA* et persiste jusqu'au Néolithique.

Le Néolithique est, en particulier, bien documenté à Skhirat, un site étendu de nécropole où les nombreuses sépultures sont associées à de l'industrie lithique, de la céramique et des objets de parure (e.g. : Lacombe *et al.* 1990). Le site a été installé au niveau du cordon littoral holocène courant le long de la ligne de rivage actuelle. L'analyse des faciès et des structures sédimentaires qui constituent le corps de ce cordon révèle la complexité de sa formation. Cette dernière conjugue des apports éoliens et des dépôts de tempêtes marines (*washover-fan*). De plus, devant le flanc ouest, c'est-à-dire entre le cordon et la mer, des mégablocs de tempête sont également présents, mais de différents âges, cimentés dans le *beachrock* holocène au niveau de l'estran ou posé sur le sable de plage ; ils indiquent que plusieurs événements exceptionnels ont contribué à la formation de ce cordon.

À l'instar du secteur de Rabat-Témara, le *beachrock* de Skhirat a permis le développement des coquilles sessiles comme les moules. Ces dernières ont été fortement consommées lors des occupations néolithiques (Daugas *et al.* 1989, Chahid *et al.* 2016b), comme en témoignent le puissant amas coquillier et les foyers coiffant ce cordon. Ces restes alimentaires attestent, au demeurant, que ce cordon a également été un secteur d'habitat, et pas seulement une nécropole.

La bande littorale entre Kénitra et Skhirat, comme le reste de la côte atlantique du Maroc, a joué un double rôle très important dans l'histoire géologique du Quaternaire. Elle recèle de très bons enregistrements géologiques édifiés depuis la limite Pliocène - Quaternaire jusqu'à l'actuel. Ces mêmes formations recèlent également des sites préhistoriques, de surface, en abris-sous-roche et en cavités, dont le remplissage archéo-sédimentaire documente les étapes de l'évolution culturelle, paléoanthropologique, paléontologique et paléoenvironnementale depuis le Pléistocène inférieur jusqu'à l'Holocène. Ce secteur, par ses caractéristiques paléoenvironnementales favorables aux occupations préhistoriques, sa situation sur la bordure atlantique et la proximité de l'extrémité ouest du grand Sahara, peut être considéré comme une zone clé pour la compréhension de la circulation des hommes, des biens et des cultures préhistoriques par la voie littorale durant les périodes du *MSA (Middle Stone Age)* et du *LSA (Late Stone Age)* (Barton, D'errico 2012 ; Groucutt *et al.* 2015 ; Will *et al.* 2019).

CONCLUSION

Le littoral atlantique de Kénitra à Skhirat documente, au travers des dépôts quaternaires qui le constituent, l'évolution du paysage en réponse à l'interaction entre géodynamique marine et changements climatiques. Les dépôts côtiers de cette zone sont organisés en une succession de cordons allongés parallèlement au rivage. Ces cordons sont formés d'une ou de plusieurs séquences sédimentaires qui traduisent des phases régressives associées aux différents hauts niveaux marins. Les dépôts correspondant sont ainsi constitués de dépôts marins, supralittoraux et continentaux (dunes, paléosols, épandages...). Leur étude pluridisciplinaire permet de reconstituer la paléogéographie contemporaine des occupations préhistoriques successives de ce secteur, élément indispensable à la compréhension de l'interaction des populations humaines préhistoriques avec leur environnement naturel. Le secteur de Rabat-Témara offre

un excellent exemple. Les paléoenvironnements des sites archéologiques montrent que durant l'occupation préhistorique de la côte atlantique, le paysage quaternaire était similaire à l'actuel. L'installation du cordon le plus récent (SIM 5c), à quelques dizaines de mètres devant les grottes préhistoriques façonnées dans la falaise morte, a permis la formation d'une barrière naturelle qui, d'une part, protège ces cavités contre les vents et les tempêtes marines, et d'autre part, donne naissance à une zone humide (lagune). Cet espace appelé également « Oulja » a joué un rôle important dans la disponibilité et la diversité des ressources alimentaires à disposition des populations préhistoriques. Le remplissage archéosédimentaire des cavités montre l'importance que les populations préhistoriques ont accordé aux ressources marines. Cela se traduit tout d'abord par l'abondance des coquilles marines de quelques espèces particulières, à savoir les Patellidae et Mytilidae, parmi les restes alimentaires préhistoriques. Ces mollusques, liés aux côtes rocheuses, sont des ressources alimentaires côtières que les hommes préhistoriques ont pu collecter sur l'estran pendant les marées basses. Mais ces ressources n'ont pas été qu'alimentaires, certains autres taxons (*Nassariidae*) ayant été utilisés comme objets de parure.

Le cordon littoral holocène développé à Skhirat est un excellent exemple de la complexité de la genèse de ces morphologies de dépôts. L'analyse détaillée des unités qui le forment témoigne de la contribution importante des dépôts de tempêtes de type « *washover-fan*» dans l'édification des formations littorales de ce secteur. Ce cordon enregistre également une forte présence humaine durant le Néolithique. En effet, ce site a livré le plus important ensemble funéraire connu au Maroc, mais également des amas coquilliers d'une grande extension où plusieurs niveaux témoignent d'une importante exploitation des ressources marines par les populations humaines holocènes.

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos remerciements aux organisateurs du colloque « *Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène* » en hommage à notre collègue et amie Émilie Campmas, de nous avoir donné l'opportunité de publier notre communication dans la revue *Paleo*. Les remarques des rapporteurs ont permis de considérablement améliorer la présentation de ce travail de synthèse ; nous leur en sommes reconnaissants. Les auteurs de cet article remercient également les directeurs de la mission archéologique El Harhoura-Témara ; Messieurs Roland Nespoulet et Mohammed Abdeljalil El Hajraoui, qui nous ont aidé financièrement et logistiquement pour la réalisation des travaux géologiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

ABERKAN M. 2000 - Précisions sur la chronostratigraphie des formations litttorales quaternaires au Nord-Est de Rabat (Maroc). Apport de la thermoluminescence, *Géologie Méditerranéenne,* 27(1), p. 27-31.

ABERKAN M. 1989 - *Études des formations quaternaires des marges du bassin du Rharb (Maroc nord-occidental).* Thèse, Univ. Bordeaux, 290 p.

BARTON N., D'ERRICO F. 2012 - North African origins of symbolically mediated behaviour and the Aterian. *In: Developments in Quaternary Sciences,* Vol. 16, p. 23-34.

BEN AROUS E., PHILIPPE A., SHAO Q., RICHTER D., LENOBLE A., MERCIER N., RICHARD M., STOETZEL E., TOMBRET O., EL HAJRAOUI M A., NESPOULET R., FALGUÈRES C. 2022 - An improved chronology for the Middle Stone Age at El Mnasra cave, Morocco. *Plos one,* 17(2). e0261282.

BIBERSON P. 1971 - Essai de redéfinition des cycles climatiques du Quaternaire continental du Maroc, *Quaternaire,* 8(1), p. 3-13.

BOURCART J. 1943 - La géologie du Quaternaire au Maroc, *La Revue Scientifique,* 3224, p. 311-336.

BOUZOUGGAR A., BARTON N. 2012 - The identity and timing of the Aterian in Morocco. *In:* HUBLIN J.-J., MCPHERRON, S.P. (Éds.), Modern Origins, a North African Perspectives, Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology Series, *Springer,* p. 93-105.

BRIDGE J., DEMICCO R. 2008 - *Earth Surface Processes, Landforms and Sediment Deposits.* Cambridge Univ. Press, Cambridge, 815 p.

CAMPMAS É. 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. Université Bordeaux-1, Talence, France, 616 p.

CAMPMAS É., AMANI F., MORALA A., DEBENATH A., NESPOULET R., EL HAJRAOUI M. A. 2016 - Initial insights into Aterian hunter-gatherer settlements on coastal landscapes: the example of Unit 8 of El Mnasra Cave (Témara, Morocco), *Quatern. Int.*, 413, p. 5-20.

CAMPMAS É., CHAKROUN A., CHAHID D., LENOBLE A., BOUDAD L., NESPOULET R., EL HAJRAOUI A. 2018 - Subsistance en zone côtière durant le Middle Stone Age en Afrique du Nord : étude préliminaire de l'unité stratigraphique 8 de la grotte d'El Mnasra (Témara, Maroc). *In*: S. COSTAMAGNO, C. DUPONT, O. DUTOUR, L. GOURICHON, D. VIALOU (dir.), « Animal symbolisé, Animal exploité. Du Paléolithique à la Protohistoire », Paris, Édition électronique du CTHS, *Actes des congrès des sociétés historiques et scientifiques*, Rouen, 2016, p. 112-134.

CHAHID D. (Unpublished PhD thesis) 2017 - *Paléoenvironnements littoraux atlantiques quaternaires (Pléistocène moyen-supérieur, Holocène) de Rabat-Témara (Maroc) : lithostratigraphie, pétrographie et géochronologie,* MNHN, Paris et Univ. My. Ismail, Meknès.

CHAHID D., BOUDAD L., LENOBLE A. 2022 - Coastal paleogeography of Rabat-Témara during the Middle-Upper Pleistocene, *Cuaternario y Geomorfología,* (en soumission).

CHAHID D., BOUDAD L., LENOBLE A., EL HMAIDI A., CHAKROUN A., JACOBS Z. 2016a - Nouvelles données morphostratigraphiques et géochronologiques sur le cordon littoral externe (SIM 5-c) de Rabat Témara, Maroc, *Géomorphologie,* 22, p. 253-264.

CHAHID D., BOUDAD L., LENOBLE A., LAMOTHE M., CHAKROUN A., FALGUERES C., NESPOULET R. 2017 - Les paléorivages des formations littorales atlantiques du Pléistocène moyen–supérieur de Rabat-Témara (Maroc), *L'Anthropologie,* 121(1), p. 122-132.

CHAHID D., BOUDAD L., LENOBLE A., LAMOTHE M., CHAKROUN A., OUJAA A., NESPOULET R., EL HAJRAOUI M. A. 2020 - New lithostratigraphic and chronostratigraphic data for the fossil human skull-bearing eolianite of Rabat-Kebibat (Morocco), *Quaternaire,* (31/3), p. 249-261.

CHAHID D., BOUDAD L., LENOBLE A., VAN VLIET-LANOË B. 2016b - Enregistrements sédimentaires d'événements de haute énergie, exemples de la côte atlantique de Rabat-Skhirat (Maroc), *Quaternaire,* 27(2), p. 157-171.

CHAKROUN A., CAMPMAS É., CHAHID D. et BOUDAD L. 2022 - Comportement des groupements humains de l'Afrique du Nord durant le Pleistocène supérieur : tri ou récolte des Mollusques ?, *Journal de Préhistoire et d'Ecologie d'Afrique du Nord,* n° 1, p. 104-122.

CHAKROUN A., CHAHID D., BOUDAD L., CAMPMAS É., LENOBLE A., NESPOULET R., EL HAJRAOUI M. A. 2017 - The Pleistocene paleoshoreline of Rabat-Témara (Morocco): mollusk paleoenvironmental reconstitution and human behavioral issues, *Afr. Archaeo. Rev.,* DOI:10.1007/s10437-017-9279-6.

CHOUBERT G. 1962 - Réflexion sur les parallélismes probables des formations quaternaires atlantiques du Maroc avec celles de la Méditerranée, *Quaternaria*(6), p. 137-175.

CHOUBERT G., MARÇAIS J. 1947 - Le Quaternaire des environs de Rabat et l'âge de l'Homme de Rabat, *C.R. Acad. Sci., Paris*, 224, p. 1645-1647.

CHOUBERT G., JOLY F., GIGOUT M., MARÇAIS J., MARGAT J., RAYNAL R. 1956 - Essai de classification du Quaternaire continental du Maroc, *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences*, 243(5), p. 504-506.

COUDE-GAUSSEN G., ROGNON P., WEISROCK A. 1982 - Évolution du matériel sableux au cours de son déplacement dans un système dunaire - les barkhanes du Cap Sim au sud d'Essaouira (Maroc), *C. R. Acad. Sci. Paris, série II*, 295, p. 621-624.

D'ERRICO F., VANHAEREN M., BARTON N., BOUZOUGGAR A., MIENIS H., RICHTER D., HUBLIN J.-J., MCPHERRON S. P., LOZOUET P. 2009 - Additional evidence on the use of personal ornaments in the Middle Paleolithic of North Africa, *Proceedings of the National Academys of Science,* 106(38), p. 16051-16056.

DAUGAS J.-P., RAYNAL J.-P., BALLOUCHE A., OCCHIETTI S., PICHET P., EVIN J., TEXIER J.-P., et DEBÉNATH A. 1989 - Le Néolithique nord-atlantique du Maroc : premier essai de chronologie par le radiocarbone, *C. R. Acad. Sci. Paris,* 308 (II), p. 681-687.

DAUGAS J-P., LACOMBE J-P., SBIHI-ALAOUI F. 1990 - La nécropole néolithique de Rouazi-Skhirat (Maroc), présentation de l'étude des sépultures. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 2(3), p. 55-60.

DEBÉNATH A. 1975 - Découverte de restes humains probablement atériens à Dar-es-Soltane (Maroc), *C. R. Acad. Sc. Paris.* 281, p. 875-876.

EL HAJRAOUI M.A., DEBÉNATH A. 2012 - Partie 3. Grotte d'El Mnasra : Chapitre XV. *Contexte géologique et remplissage sédimentaire. In:* EL HAJRAOUI A.M., NESPOULET R., DEBÉNATH A., DIBBLE H. (Éds.), Préhistoire de la région de Rabat-Témara, Villes et Sites Archéologiques du Maroc, vol. III. Royaume du Maroc, ministère de la Culture, Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine, Rabat, p. 108-109.

EL HASSANI I. E., MORALA A. 2012 - Réflexions méthodologiques sur la lithologie des assemblages paléolithiques de la région de Rabat-Témara (Maroc), *Bulletin de l'Institut Scientifique,* Rabat, (34), p. 1-14.

GIGOUT M. 1960 - Nouvelles recherches sur le Quaternaire marocain et comparaisons avec l'Europe, *Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences*, 6, Lyon, 158 p

GRIBOULARD R., 1980 - *Relations entre morphologie, tectonique et lithologie dans le domaine côtier et sous-marin de la meseta septentrionale marocaine*. Thèse 3e cycle, Université de Bordeaux 1, 117p.

GROUCUTT H. S., PETRAGLIA M. D., BAILEY G., SCERRI E. M., PARTON A., CLARK-BALZAN L., BREEZE P. S. 2015 - Rethinking the dispersal of Homo sapiens out of Africa. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 24(4), p. 149-164.

LACOMBE J. P., DAUGAS J. P., MURAIL P., COCHARD D., SBIHI-ALAOUI F. Z. 2013 - La nécropole Néolithique de Skhirat (Maroc) : caractérisation de la population inhumée et organisation spatiale. *BMSAP,* 26(1), p. 78-87.

LACOMBE J.-P., DAUGAS J.-P., SBIHI-ALAOUI F.-Z. 1990 - La nécropole néolithique de Rouazi, Skhirat (Maroc). Anthropologie et archéologie : dialogue sur les ensembles funéraires. Paris, Corlet, *Bulletins et mémoires de la société d'anthropologie de Paris, N.S.*, t.2, n° 3-4, p. 55-60

LECOINTRE G. 1926 - Recherches géologiques dans la Méséta marocaine, *Mém. Soc. Sci. Nat. Maroc,* 14, 158 p.

LECOINTRE G. 1952 - Recherches sur le Néogène et le Quaternaire marin de la côte atlantique du Maroc, *Not. Mém. Ser. Géol. Maroc*, 99(1), 197 p.

LECOINTRE G. 1963 - Recherches sur le Néogène et le Quaternaire marin de la côte atlantique du Maroc, *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc,* vol. 174, p. 1-75.

LEFEVRE D., RAYNAL J-P. 2002 - Les formations plio-pléistocènes de Casablanca et la chronostratigraphie du Quaternaire Marin du Maroc revisitées, *Quaternaire,* 13(1), p. 9-21.

MARÇAIS J. 1934 - Découverte de restes humains fossiles dans les grès quaternaires de Rabat (Maroc), *L'Anthropologie,* 44, p. 579-583.

MCKEE E. D. 1979 - *A study of global sand seas*, U.S. Govt. Print. Off. Washington, 429 p.

NESPOULET R., EL HAJRAOUI M. A. 2015 - Les grottes de Rabat-Témara, une référence pour la 6e extinction ? *Travaux de l'Institut Scientifique*, Série générale, 8, p. 151-167.

NESPOULET R., EL HAJRAOUI A.M., AMANI F., BEN-NCER A., DEBENATH A., EL IDRISS A., LACOMBE J.P., MICHEL P., OUJAA A., STOETZEL E. 2008 - Palaeolithic and Neolithic occupations in the Témara region (Rabat, Morocco): recent data on hominin contexts and behavior. *Afr. Archaeol. Rev.,* 25, p. 21-39.

NOUET J., CHEVALLARD C., FARRE B., NEHRKE G., CAMPMAS É., STOETZEL E., EL HAJRAOUI M. A., NESPOULET R. 2015 - Limpet shells of the Aterian level 8 of El Harhoura 2 Cave (Témara, Morocco): Preservation state of crossed-foliated layers, *PLoS One*, 10(9), e0137162.

OUJAA A., ARNAUD J., BARDET-VAILLANT M., GRIMAUD-HERVÉ D. 2017 - The Fossil Human from Rabat-Kébibat (Morocco): Comparative Study of the Cranial and Mandibular fragments, *AfrArchaeol. Rev,* DOI: 10.1007/S10437-017-9278-7.

OUJAA A., HUBLIN J.-J. 2012 - *Les restes humains atériens de la grotte des Contrebandiers : Historique et données préliminaires. La Préhistoire de la région de Rabat-Témara*, Villes et Sites Archéologiques Marocaines, Royaume du Maroc, Ministère de la Culture, Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine, Rabat, p. 234-238.

PLAZIAT J.-C., ABERKAN M., AHMAMOU M., CHOUKRI A. 2008 - The quaternary deposits of Morocco, *In: The Geology of Morocco,* A. Michard *et al.* (Éds.), Springer, Berlin, p. 359-379.

PLAZIAT J.-C., ABERKAN M., REYSS J.-L. 2006 - New late Pleistocene seismites in a shoreline series including eolianites, north of Rabat (Morocco), *Bulletin de la Société Géologique de France*, 177(6), p. 323-332.

RICHTER D., GRÜN R., JOANNES-BOYAU R., STEELE T. E., AMANI F., RUÉ M., HUBLIN J. J. 2017 - The age of the hominin fossils from Jebel Irhoud, Morocco, and the origins of the Middle Stone Age. *Nature*, 546(7657), p. 293-296.

ROEP TH. B., DABRIOCRISTINO J., FORTUIN A.R., POLO C., MARÍA D. 1998 - Late highstand patterns of shifting and stepping coastal barriers and washover-fans (late Messinian, Sorbas Basin, SE Spain), *Sedimentary Geology*, 116(1-2), p. 27-56.

STEARNS C.E. 1978 - Pliocene-Pleistocene emergence of the Moroccan Meseta, *Geological Society of the American Bulletin*, 89(11), p. 1630-1644.

STOETZEL E. 2009 - *Les microvertébrés d'El Harhoura 2 (Pléistocène supérieur-Holocène, Maroc) : systématique, évolution, taphonomie et paléontologie,* Thèse de doctorat, Muséum national d'Histoire Naturelle. Paris, 429 p.

STOETZEL E., CAMPMAS É., MICHEL P., BOUGARIANE B., OUCHAOU B., AMANI F., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2014 - Context of modern human occupations in North Africa: Contribution of the Témara caves data, *Quat. Int.*, 320, p. 143-161.

TEXIER J.P., LEFÈVRE D., RAYNAL J.P. 1992 - La Formation de la Mamora. Le point sur la question du Moulouyen et du Salétien du Maroc Nord-Occidental, *Quaternaire,* vol. 3, n° 2, p. 63-73.

TEXIER J.-P., LEFÈVRE D., RAYNAL J.-P., EL GRAOUI M. 2002 - Lithostratigraphy of the littoral deposits of the last one million years in the Casablanca region (Morocco), *Quaternaire,* 13(1), p. 23-41.

TEXIER J.-P., RAYNAL J.-P., LEFEVRE D, DAUGAS J.-P., SBIHI-ALAOUI F.-Z. 2008 - Le site néolithique de Rouazi à Skhirat (Maroc) : contexte stratigraphique et évolution morphodynamique de son environnement littoral, *Quaternaire,* 19(3), p. 239-247.

WANG P., HORWITZ M.H. 2007 - Erosional and depositional characteristics of regional overwash deposits caused by multiple hurricanes, *Sedimentology*, 54, p. 545-564.

WEISROCK A. 2012 - Late-middle Pleistocene, late Pleistocene and Holocene palaeo-sea-level records at Agadir and the Atlantic Atlas coastal reach, Morocco: an updated overview, *Quaternaire.* 23(3), p. 211-225.

WEISROCK A., FONTUGNE M. 1991 - Morphogenèse éolienne littorale au Pléistocène supérieur et à l'Holocène dans l'oulja atlantique marocaine, *Quaternaire*, 2(3/4), p. 164-175.

WILL M., KANDEL A. W., CONARD N. J. 2019 - Midden or Molehill: The Role of Coastal Adaptations in Human Evolution and Dispersal. *Journal of World Prehistory,* 32(1), p. 33-72.

HERBIVORE DENTAL WEAR ANALYSIS SINCE THE END OF THE MIDDLE PLEISTOCENE TO THE BEGINNING OF THE HOLOCENE IN DIFFERENT ARCHAEOLOGICAL CONTEXTS OF MOROCCO (BIZMOUNE, EL KHENZIRA AND TAFORALT)

Antigone Uzunidis[a], Philippe Fernandez[b], Abdeljalil Bouzouggar[c,d], Nick Barton[e], Louise Humphrey[f], Steve Kuhn[g]

a. *Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES-CERCA), Zona Educacional 4, Campus Sescelades URV (Edifici W3) 43007 Tarragona, Spain, antigone.uzunidis@wanadoo.fr*
b. *CNRS, UMR 7269 LAMPEA, Aix Marseille Université, Minist. Culture, Aix-en-Provence, France.*
c. *Origin and Evolution of Homo sapiens in Morocco research group, Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine, Hay Riad, Madinat Al Irfane, Angle rues 5 et 7, Rabat-Instituts, 10 000 Rabat, Morocco.*
d. *Department of Human Evolution, Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Deutscher Platz 6, D-04103 Leipzig, Germany.*
e. *Institute of Archaeology, University of Oxford, 36 Beaumont Street, Oxford, OX1 2PG, UK.*
f. *Centre for Human Origins Research, The Natural History Museum, London, SW7 5BD, United Kingdom.*
g. *School of Anthropology, University of Arizona, Tucson, AZ 85721-0030, USA.*

HORS-SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 2 | Données récentes sur la Préhistoire d'Afrique du Nord – Occupations humaines, paléoenvironnements et relations avec le reste du continent

PAGES 208 À 227

KEY-WORDS Mesowear, microwear, North African ungulates, bovids, cervids, camelids, equids, rhinocerotids, paleoenvironment, paleoecology.

ABSTRACT

Currently, environments in Morocco can be divided into three broad zones. The North is characterized by a Mediterranean biome and the very strong influence of the Mediterranean Sea. The West coast is influenced by the Atlantic Ocean and the Sahara Desert has profound effects on the Southwest. To better document herbivore food habits and the plant cover in these biogeographical areas since the end of the Middle Pleistocene, we undertook dental wear analysis of herbivore teeth from recent excavations at Taforalt (Oujda region) and Bizmoune Cave (Essaouira), and from the mixed sample from El Khenzira (El Jadida) (Arambourg Collection / Bouzouggar Excavation). In this study we conducted the first mesowear and microwear analyses of archaeological ungulate teeth of North African herbivore teeth starting with a total sample of 129 teeth from 19 taxa. Our results highlighted dietary habits and ecological flexibility and revealed interspecific competitive relationships between some of the taxa as well as the paleoenvironmental contexts in which they evolved.

RÉSUMÉ

Analyse de l'usure dentaire des dents d'herbivore dans différents contextes archéologiques marocains depuis la fin du Pléistocène moyen jusqu'au début de l'Holocène (Bizmoune, El Khenzira et Taforalt).

Le Maroc actuel est caractérisé, au nord par la présence du biome méditerranéen et l'influence importante de la mer Méditerranée, sur sa côte occidentale par l'océan Atlantique, et enfin par l'influence du Sahara dans la partie sud-ouest du pays. Afin de mieux documenter les habitudes alimentaires des herbivores et le couvert végétal de ces zones biogéographiques depuis la fin du Pléistocène moyen, nous avons mené des analyses d'usure dentaire sur du matériel provenant des fouilles récentes de Taforalt (région d'Oujda), de Bizmoune (Essaouira) et des collections anciennes et actuelles d'El Khenzira (El Jadida) (Collection Arambourg/ Fouilles Bouzouggar). Cette étude constitue la première analyse des méso- et micro-usures dentaires appliquées à des ongulés en Afrique du Nord. Elle se base sur un échantillon de 129 dents correspondant à 19 taxons herbivores. Nos résultats décrivent leurs préférences alimentaires, la flexibilité écologique et les relations de compétition interspécifiques pour certains d'entre eux ainsi que les contextes environnementaux dans lesquels ils ont évolué.

MOTS-CLÉS Méso-usure dentaire ; micro-usure dentaire ; ongulés nord-africains ; bovidés ; cervidés ; camélidés ; équidés ; rhinocérotidés ; paléoenvironnement ; paléoécologie.

I | INTRODUCTION

Morocco encompasses a fragmented geographical area located between the Atlantic Ocean, the Mediterranean Sea and the Sahara Desert. In addition to the coastal areas, the continentality is marked further inland with the influence of the Rif, the Middle, High and the Anti-Atlas Mountains. During the Pleistocene, it underwent many landscape transformations according to climatic oscillations (Hooghiemstra *et al.* 1992; 2006; deMenocal *et al.* 2000; Blome *et al.* 2012; Drake *et al.* 2013) which probably influenced human and other animal distributions. Discoveries of the oldest remains attributed to *Homo sapiens* (Hublin *et al.* 2017), as well as the early Middle Stone Age ornaments (Sehasseh *et al.* 2021), highlighted the importance of the biogeographical context of Morocco and the emergence of cultural modernity. Therefore, analysis of paleoenvironmental proxies at a local scale is crucial to understand the context and environments experienced by past human populations.

Dental wear analysis is a powerful and widely used tool for reconstructing the ecology of herbivores (e.g. Rivals and Lister 2016; Merceron *et al.* 2018 ; Hullot *et al.* 2019; Kelly *et al.* 2021; Uzunidis 2021) and the environments they occupied (e.g. Rivals *et al.* 2017; Dumouchel and Bobe 2020; Ramírez-Pedraza *et al.* 2020; Uzunidis 2020). Two methods are implemented with different types of observations: dental mesowear and dental microwear. The former method describes the average diet of an individual over a long-time scale that can correspond to about the last year of life (Rivals *et al.* 2007; Louys *et al.* 2012; Ulbricht *et al.* 2015) or to an average of the lifetime diet (Ackermans *et al.* 2020). Dental microwear provides a more precise signal, corresponding to the diet of the last months to days of an individual's life (Teaford and Oyen, 1989; Hoffman *et al.* 2015; Merceron *et al.* 2016; Winkler *et al.* 2020). The combination of these two proxies allows for a discussion of diet over several phases of an individual's life, including seasonal variations (Sánchez-Hernández *et al.* 2016).

This approach has never been applied to North African Pleistocene fossil herbivores, although paleoecological inferences have been made using other methods, for micromammals (e.g. Stoetzel 2013, 2019) or for some large mammals in a few Moroccan deposits (e.g. Michel 1990; Geraads and Amani 1998; Aouraghe 2000, 2001, 2004; Geraads 2002; Bougariane *et al.* 2010; Fernandez *et al.* 2015; Croitor 2016; Raynal and Mohib 2016). In Europe, the ecological flexibility of several herbivore species during the Pleistocene has already been highlighted (e.g. Rivals and Lister 2016; Rivals and Álvarez-Lao 2018; Saarinen *et al.* 2016; Uzunidis 2021), something which is also apparent for African taxa of this period (e.g. Kaiser and Franz-Odendaal 2004; Schubert *et al.* 2006). Thus, palaeoecological inferences based on large mammals should take into account their flexibility.

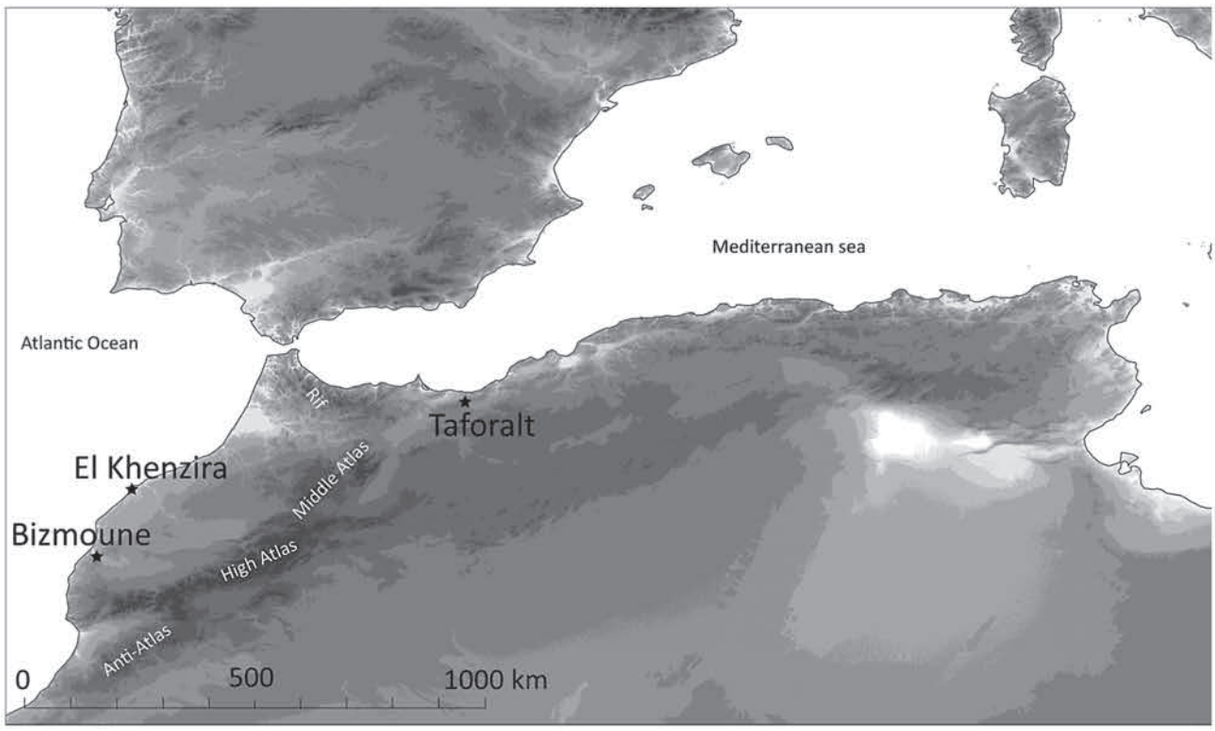
Here we present a high-resolution dental wear analysis (micro- and mesowear) of fossil herbivores from three major Moroccan sites: Taforalt (Oujda region), El Khenzira (El Jadida) and Bizmoune (Essaouira). When considering their diet, we also focus on the faunal associations of each site to better understand the evolution of plant cover and

dietary preference of Moroccan herbivores related to environmental fluctuations since the end of the Middle Pleistocene.

1.1 | Description of the localities

Three Moroccan sites, Taforalt (TAF), El Khenzira (EKH) and Bizmoune (BZM), distributed along a northeast-southwest axis, were studied (**fig. 1**). TAF, also known as Grotte des Pigeons (34°48'50''N - 2°24'14''W), is located in the north-east of Morocco, about 40 km from the present-day Mediterranean coast at about 720 m amsl (above mean sea level) in the Beni Snassen mountains. The sequence covers the Upper Pleistocene and has been divided into different sectors (for details see Collcutt, 2019). Only dental specimens from Sector 10 (S10) and, from the very back of the cave, Sector 13 (S13), were used for this study. Sector 10 yielded at least fourteen human skeletons in burial deposits (Humphrey *et al.* 2019; Barton *et al.* 2019) associated with numerous faunal and macrobotanical remains, as well as lithic and bone tools (Barton *et al.* 2019; Humphrey *et al.* 2019; Humphrey *et al.* 2014; Desmond *et al.* 2018). Radiocarbon dates on human bone from six individuals from S10 give ages of 15,077-13,892 cal BP (Humphrey *et al.* 2014). Herbivores teeth from the Brown layer, directly underlying the burial deposits, were studied. Two layers of S13 are studied: the Orange and Dark Brown layer. ^{14}C dating is underway for S13 and the first unpublished date gives ages of 17,982-17,569 cal BP for the Orange layer. The fauna may indicate that the deposits of the Dark Brown layer in S13 is of the same age or slightly earlier than the Brown layer in S10 (ongoing unpublished work). The remains of large carnivores such as *Ursus* cf. *arctos* and *Crocuta crocuta* in S13-layer orange make it possible to hypothesize a use of the back of the cave as a den by large carnivores. Some burnt remains belonging to spotted hyena have been found, possibly involving periodic use of the back of the cave for different human activities (i.e. combustion waste, consumption) associated with the formation of the Dark Brown layer in S13.

The three caves of EKH (33°09'47''N - 08°37'12''W) are located in the municipality Moulay Abdallah (El Jadida), and lie at an elevation of ca. 20m amsl about 1 km from the current Atlantic coast. Here we focused on the two contiguous caves, I and II, and their contemporaneous layers A to C that were excavated in 1934 and published by A. Ruhlmann in 1936. Based on lithic artefacts, Ruhlmann established that the sedimentary infilling of the two caves was similar, with elements from the Middle Palaeolithic (layer B) and Upper Palaeolithic (layer C), layer A being sterile. Arambourg (1938) reached the same conclusion based on the abundant and extremely well-preserved faunal material from the two caves excavated by Ruhlmann and stored in the Museum national d'Histoire naturelle of Paris (MNHN). In 2017, new fieldwork at the caves was undertaken under the direction of A. Bouzouggar (INSAP, Max Planck Institute, Leipzig) who clearly identified the layers A to C in Caves I and II with small sounding in Cave III.



— FIGURE 1 —

Geographical locations of Bizmoune, Taforalt and El Khenzira. Author of the base map: Eric Gaba – Wikimedia Commons.

Localisation géographique des sites de Bizmoune, Taforalt et El Khenzira. Auteur du fond de carte : Eric Gaba – Wikimedia Commons.

BZM is located near Essaouira (31°39'96''N - 9°34'09''W), about 12 km from the actual coast of the Atlantic Ocean. The cave lies at ~171m amsl on the flanks of Jebel Lahdid. It was found in 2004 by A. Bouzouggar and J. Collina-Girard (LAMPEA, 7269), with limited test excavations in 2007-2008 (Bouzouggar *et al.* 2010). The first regular field campaigns began in 2014, bringing to light artefact, faunal and archeobotanical remains from the Middle Stone Age (MSA), Late Stone Age (LSA) until Neolithic periods, within an excavation area of approximately 30m² (Fernandez *et al.* 2015; Bouzouggar *et al.* 2017). Recently, the U/Th dating results from the oldest layer (4c) from BZM extend the earliest date for the collecting, production and use of personal ornaments from marine gasteropods (*Tritia gibbosula*) to at least the later part of marine isotope stage 6 (Sehasseh *et al.* 2021).

2. | MATERIAL

The three samples of TAF, EKH and BZM, vary in terms of taxonomy, dates, taphonomic contexts, and density of remains (**Table 1**). For example, at BZM, the stratigraphy covers Marine Isotopic Stages (MIS) 6 to 1 with faunal units or individual layers dated by U-Series, OSL and ^{14}C. Material is not very abundant in the sequence with bones and dental remains often entirely covered with calcite concretion. On the contrary, the very well-preserved sample of EKH, derived mostly from Arambourg's collection from Caves I and II, as well as from the recent Bouzouggar excavation, is considered here as a bulk sample covering the Upper Pleistocene (MIS 5 to 1) without further precision on layers A to C. The well-preserved material of TAF is much more constrained in time, with the two sectors, S10 and S13 covering MIS 2.

In each site, taxonomic determinations were based on the paleontological literature and the fossil/extant mammal collections of the MNHN of Paris, the Musée des Confluences (Lyon, France), as well as the Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine (INSAP) (Rabat, Morocco). As often as possible, we tried to specify taxon to the species level. For EKH, in a few cases we modified the original determinations made by Arambourg on the collection of the MNHN. For all sites, the dental wear analysis was systematically conducted on adult specimens, preferentially on molars (M1 and M2) as well as premolars (excluding P2) following Xafis *et al.* (2017). Teeth with enamel that was poorly preserved or taphonomically altered were excluded from our analysis (King *et al.* 1999; Uzunidis *et al.* 2021; Weber *et al.* 2021, 2022). Our observations were made on a sample of 63 teeth in EKH corresponding to 15 taxa (Table 2), 22 teeth in BZM representing 10 taxa (Table 3), and finally 44 teeth in TAF, representing 7 taxa, (Table 4). In total, 19 taxa common to the 3 sites were studied.

3. | METHOD

3.1 | Dental mesowear

Mesowear is based on the observation of wear patterns on ungulate cheek teeth cusps that indicate the diet of an individual (Ackermans 2020; Rivals *et al.* 2007; Fortelius and Solounias 2000). The sharpness and the morphology

Site	Layer	Age	MIS	Method of dating	References for dating	*Camelus dromedarius*	cf. *Connochaetes*	*Redunca redunca*	*Stephanorhinus* sp.	*Hippotragus equinus*	*Taurotragus derbianus*	*Alcelaphus buselaphus*	*Syncerus/Pelorovis/Bos*	*Bos primigenius*	*Equus* cf. *africanus*	*Equus* cf. *africanus/asinus*	*Equus* cf. *mauritanicus*	*Equus* sp.	*Gazella atlantica*	*Gazella* cf. *atlantica*	*Gazella* cf. *cuvieri*	*Gazella dorcas*	*Gazella* sp.	*Ovis/Capra*	*Megaceroides algericus*	*Ammotragus lervia*
El Khenzira	B, C	Upper Pleistocene	5-1	Biochronology	a; b	1	1	1	1		1	3		2	2	2	1	10	6		2	13	16			
Bizmoune	4c	149,150 +63,840/ -36,690	6/5	U/Th (*)	c					1		1	1					1					1			
	4a-4b	102,980±9620/ 110,690 +22,310/ -17,250	6/5	U/Th (**) U/Th (*)	c								1	1				2								
	3c	95,000±16,000	5	OSL	Unpublished date									2									1			
	2b	47,380 +7690/ -6910	4/3/2	U/Th (*)	c							2					1	1		1						
	2a	14,440 +1540/ -1500	2/1	U/Th (*)	c													1								
	1c	-11,294/ -10,274 cal BP	1	^{14}C	d												1						1			
	1b	-6641/ -6009 cal BP	1	^{14}C	d																			1	1	
Taforalt	Sector 13 – Orange layer	17,982-17,569 cal BP	2	^{14}C	Unpublished date							2		1		1	1	2					2			7
	Sector 13 – Dark brown layer	Sub-contemporaneous of sector 10	2	Biochronology	Unpublished chronological range											1	1						2			5
	Sector 10 – brown layer	Older than 15,077-13,892 cal BP	2	^{14}C	e											1		5								13

— TABLE 1 —

Summary of the sites and layers studied with their associated dates, the dating method, the reference for dating and the number of teeth studied for each taxon represented. (*): U/Th on teeth; (**): U/Th on flowstone; a: Ruhlmann 1936; b: Arambourg 1938; c: Sehasseh *et al.* 2021; d: Fernandez *et al.* 2015; e: Humphrey *et al.* 2014.

Résumé des sites et des couches étudiés avec les datations qui leurs sont associées, la méthode de datation, la reference bibliographique pour la datation et le nombre de dents étudiées pour chaque taxon représenté. (*): U/Th sur matériel dentaire ; (**): U/Th sur plancher stalagmitique ; a : Ruhlmann 1936; b : Arambourg 1938; c : Sehasseh et al. *2021; d : Fernandez* et al. *2015 ; e : Humphrey* et al. *2014.*

of cusps are correlated with relative attritive and abrasive dental wear. Attrition results from a tooth-to-tooth contact and forms wear facets while abrasion is caused by food contact that may obliterate the attrition pattern. Thus, a diet with low abrasion (and high attrition) shows very sharp molar buccal cusps whereas a diet with high abrasion will result in rounded and blunted cusps. There is no linear correlation between habitat parameters and mesowear scores (Kaiser *et al.* 2013; Schulz and Kaiser 2013) since both the vegetal composition of the diet and the presence of exogenous grit are involved in the mesowear signature (Kaiser *et al.* 2009). However, high level of abrasion is more likely due to the consumption of siliceous grass than the ingestion of soil or dust (Kaiser *et al.* 2013; Saarinen and Lister 2016). It is unclear which time period of the animal's life is best represented by dental mesowear: authors have suggested it can correspond to a weekly or monthly (Danowitz *et al.* 2016), seasonal (Kaiser and Schulz 2006; Schulz and Kaiser 2013; Marom *et al.* 2018) or annual signal (Rivals *et al.* 2007; Louys *et al.* 2012; Ulbricht *et al.* 2015). Recent experiments have suggested that, at least in hand-fed small ruminants, the morphology of cusps reflect the general diet of the entire lifetime of the animal (Ackermans *et al.* 2020). Thus, in this study, mesowear is considered as a signal covering at least the last few years of life of an individual.

Unworn teeth, extremely worn teeth, and specimens with broken cusps were excluded from the analysis following Fortelius and Solounias (2000) or Rivals *et al.* (2007).

In this study, the standardized method proposed by Mihlbachler *et al.* (2011) and modified by Rivals *et al.* (2013) was employed. This method categorizes tooth wear into seven groups (numbered from 0 to 6), according to their shape (0 = high and sharp; 6 = blunt with no relief). The average value of mesowear data from a single sample corresponds to the "mesowear score" noted here as "MWS" (Mihlbachler *et al.* 2011; Rivals *et al.* 2017; Uzunidis *et al.* 2017; Uzunidis 2020). According to the reference species database published by Fortelius and Solounias (2000), the 95% confidence intervals are between 0 and 2 for leaf browsers, 0.4 and 3 for mixed feeders and 2 and 5.5 for grazers.

3.2 | Dental microwear

The microwear analysis follows the protocol established by Solounias and Semprebon (2002) and Semprebon *et al.* (2004). The occlusal surface of each tooth was cleaned using acetone, followed by 96% alcohol. The surface was then moulded with a high-resolution silicone (polyvinylsiloxane) and casts were made using clear epoxy resin. The transparent casts were then observed with a stereomicroscope at magnifications of x35. Observations were restricted to a standard surface of 0.16 mm² (using an ocular reticule). This approach is thought to record the signal corresponding to the type of diet over the last days to months of an individual's life (Teaford and Oyen 1989; Hoffman *et al.* 2015; Merceron *et al.* 2016; Winkler *et al.* 2020). For equids, we focused on a portion of the enamel on the paracone or metacone fossettes for the upper teeth and the post- and preflexid and the lower teeth to avoid the edges of the occlusal surface, as the edges are more prone to alteration by taphonomic processes (Uzunidis *et al.* 2021). Moreover, the morphology of the scratches and the pits were carefully inspected in order to detect and eliminate post-depositional alteration (Uzunidis *et al.* 2021).

We recorded various features following the classification of Solounias and Semprebon (2002) and Semprebon *et al.* (2004) such as: pits (small and large), scratches (fine, coarse and hypercoarse), and gouges. Microwear features classify qualitatively where pits and gouges are circular or sub-circular scars while scratches are elongated microfeatures. Small pits correspond to small and shallow scars that appear bright while large pits are deeper and wider and less refractive. Gouges are very deep and large pits that do not reflect well the light and appear dark. Fine scratches are narrow and very superficial on the enamel surface while coarse scratches are wider and more marked. They both refract well the light and appear bright under the stereomicroscope. Hypercoarse scratches are wider and deeper and appear dark. Scratch and pit counts were obtained in two areas of the mould and results averaged. The scratch width score (SWS) is also calculated with a score of '0' for teeth with predominantly fine scratches per tooth surface, '1' for those with mixed fine and coarse scratches, and '2' for those with predominantly coarse scratches. The observed micro-traces, scratches and pits in particular are left on the occlusal surfaces during mastication due to the presence of phytoliths in the consumed plants (Walker *et al.* 1978) which are more abundant in monocot plants than dicot ones. The variability of the density of these traces is indicative of various diets: grazer, mixed-feeder and browser.

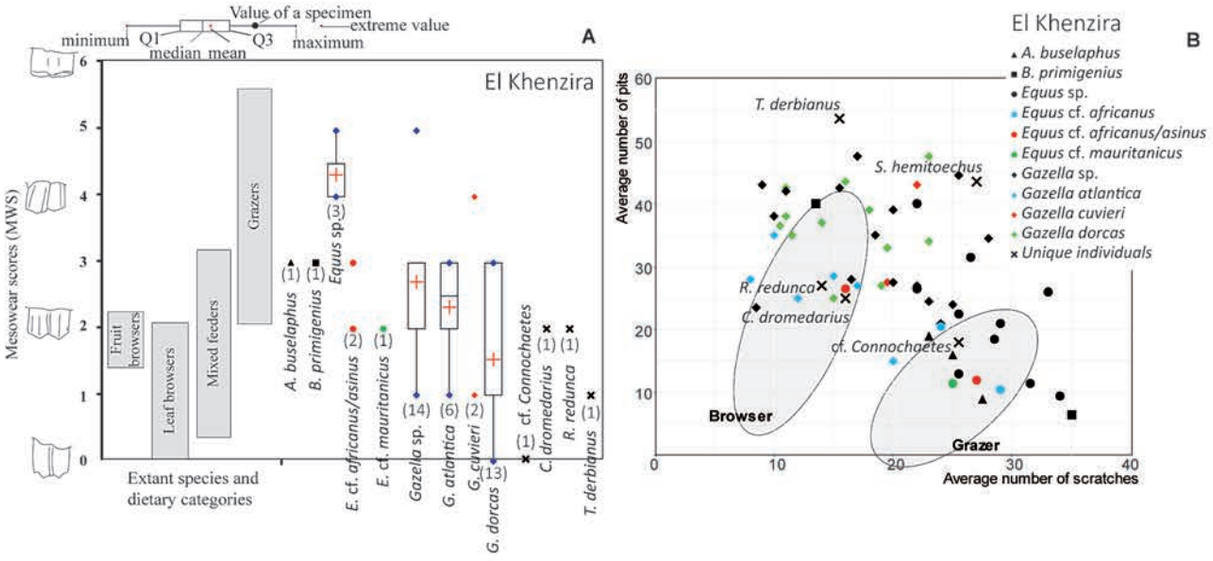
In general, the samples considered in this paper are very small and it was rarely possible or relevant to apply statistical analysis. In some cases, we were able to statistically compare samples using the non-parametric Mann-Whitney test. Since the samples were small, we used the exact p-value with a risk threshold of 5%. The statistics were carried out using Xlstat v. 2014.5.03 software.

4. | RESULTS

4.1 | El Khenzira

At EKH, the dietary variability within and between taxa is very important and most probably related to the wide chronological interval of the sample associated with several different climatic stages.

The dental mesowear analysis shows fairly low MWS for the majority of the taxa (**fig. 2; tabl. 2**). *Alcelaphus buselaphus* and *Bos primigenius* fall within the range for mixed-feeders (MWS = 3). All taxa known from a single tooth fit within the category of browsers: *Camelus dromedarius* (MWS = 2), *Redunca redunca* (MWS = 2), *Taurotragus derbianus* (MWS = 1) and *Connochaetes* sp. (MWS = 0). Usually *Connochaetes* is considered a grazer (Solounias and Semprebon, 2002) and its position may be surprising. Since this observation is based on a single tooth it should be considered preliminary and does not allow any conclusion to be drawn. Gazelles are either mixed-feeders with a browsing tendency (*Gazella* sp., MWS = 2.71; *Gazella atlantica*, MWS = 2.33) or totally browsers (*Gazella dorcas*, MWS =1.54). The only two teeth of *Gazella cuvieri* show no



— FIGURE 2 —

Dietary variability of the herbivores from El Khenzira. A: Mesowear score of the herbivores compared to the values of recent ungulates published by Fortelius and Solounias (2000), Solounias and Semprebon (2002), Rivals *et al.* (2010, 2014). The numbers in brackets are the Number of Individual Specimens. B: Bivariate plot of the numbers of pits and scratches of herbivores. The ellipses correspond to the Gaussian confidence ellipse (p. = 0.95) on the centroids of current grazers and browsers published by Solounias and Semprebon (2002). Original data from table 2.

Variabilité de la diète des herbivores d'El Khenzira. A : Indices de méso-usure dentaire des herbivores comparés à ceux des ongulés actuels publiés par Fortelius et Solounias (2000), Solounias et Semprebon (2002), Rivals et al. *(2010, 2014). Les numéros entre parenthèses correspondent au nombre de spécimens. B : diagramme bivarié du nombre de ponctuations et de rayures des dents d'herbivores. Les ellipses correspondent aux ellipses de confiance gaussiennes (p. = 0,95) des barycentres des données de paisseurs et brouteurs actuels publiés par Solounias et Semprebon (2002). Les données sont fournies dans le tableau 2.*

strong signal for any specific diet, so their values are not interpretable. In general, the equids from EKH have the highest MWS values and fall within the range of variability of mixed-feeders, with grazing tendencies (MWS = 4.3). Some taxonomic identifications have been made to species level and these species display lower value compared to the general trend. *Equus* cf. *africanus/asinus* (MWS = 2.5) and *Equus* cf. *mauritanicus* (MWS = 2) fall within the range of variability of browsers and show no real differences between them, as is the case for the individuals of TAF (cf. infra).

Only 64.5% of the casts preserved dental microwear suitable for the diet study (**fig. 3**), reflecting better conservation than at BZM but worse than at TAF and can be considered as quite poor. The two aurochs specimens display opposite features. One individual has many scratches (n = 35) and few pits (n = 6.5), typical of a grazing diet whereas the second shows fewer scratches (n=13.5) and more pits (n = 40), which would be typical of a browser (**fig. 2; tabl. 2**). Most equids fall into the grazer range of variability (mean scratches = 26.56; mean pits = 20.1) but several of them show a mixed-feeder pattern because of a large number of pits. On the other hand, there is no difference between the few teeth identified to species level (*E. africanus*, *E. asinus* or *E. mauritanicus*). This variability is also very high in gazelles, which fall among the ranges of variation for mixed-feeders (mean scratches = 17.13; mean pits = 33.86) as well as of browsers. Furthermore, we note that *G. atlantica* and *G. dorcas* are significantly distinguished by the number of their pits (Mann-Whitney: Pits: W = 10.5; p-value = 0.01; Scratches: W = 26.5; p-value = 0.29). Pits are less frequent in *G. atlantica* (mean = 26.42) than in *G. dorcas* (mean = 37.11). Finally, some taxa are represented at EKH by a single specimen, limiting our interpretations, but these teeth will contribute to future North African dental wear analyses. cf. *Connochaetes* falls within the range of variability of grazers. *Redunca redunca* and *C. dromedarius* would be grouped with the browsers. *Taurotragus derbianus* would also be a browser with a very large number of pits (**fig. 2; tabl. 2**).

4.2 | Bizmoune

In contrast to EKH, dental wear analysis at BZM Cave was conducted on teeth from well-known archaeological contexts and a well-dated stratigraphic sequence covering the very end of the Middle Pleistocene and the Upper Pleistocene until the Holocene. Unfortunately, few teeth per taxon are available, limiting our interpretations. During MIS 6 and 5, the MWS recorded between the different herbivores from BZM are quite variable between taxa. *Bos primigenius* (MWS = 2 for MIS 6/5; MWS = 2.5 for MIS 5) lies among the current browsers while the Bovini teeth *Syncerus*/*Pelorovis*/*Bos* (MWS = 3 and 4) as well as the *Gazella* sp. (MWS = 4) are associated to mixed-feeders. *Hippotragus equinus* shows the pattern of a strict grazer (MWS = 6) (**fig. 4; tabl. 3**). During MIS 5, *B. primigenius* is a mixed-feeder with a browsing tendency (MWS = 3 and 2) and *Gazella* sp. becomes a browser (MWS = 1). During MIS 4, 3 and 2, MWS values are quite similar to the previous period: *G.* cf. *atlantica* is a browser (MWS = 0). *Equus* cf. *mauritanicus* is a mixed-feeder with a browser tendency (MWS = 2). *Alcelaphus buselaphus* also appears to be a

Site			Mesowear			Microwear							
El Khenzira	#		N	MWS		N	NP	NS	%LP	%G	SWS	%HC	%XS
Camelus dromedarius	63			2			25	16	0	100	2	100	100
cf. *Connochaetes*	58			0			18	25.5	100	0	1	0	0
Redunca redunca	13a/b			2			27	14	0	0	1	0	100
Stephanorhinus sp.	77						43.5	27	100	0	1	0	0
Taurotragus derbianus	26			1			53.5	15.5	0	0	1	0	100
Alcelaphus buselaphus	31						9	27.5	0	0	0	0	100
	32						16	25	0	0	0	0	100
	33			3			19	23	0	0	0	0	100
Bos primigenius	41						6.5	35	0	0	1	0	0
	91			3			40	13.5	0	100	1	100	100
Equus cf. *africanus*	82						20.5	24	0	0	1	0	0
	84						10.5	29	0	0	1	0	0
Equus cf. *africanus/asinus*	66			2			26.5	16	0	0	0	0	100
	67			3			12	27	0	0	0	0	100
Equus cf. *mauritanicus*	86			2			11.5	25	0	0	1	0	100
Equus sp.		M	3	4.33	M	10	22	27.75	20	30	0.9	10	70
# 9,68,70,72-74,79,81,83,85		SD		0.58	SD		9.5	4.23					
Gazella atlantica		M	6	2.33	M	6	26.42	13.66	33.33	16.66	1	0	100
# 11,17,18,23,61,87		SD		0.81	SD		6.53	4.5					
Gazella cf. *cuvieri*	8			1			27.5	19.5	0	0	0	0	100
	10			4			43	22	100	0	1	0	100
Gazella dorcas		M	13	1.54	M	13	37.11	16.69	23.07	7.69	0.77	23.07	84.61
# 2,19,20,29,30,37,49,53,54bis, 56bis,88-90		SD		1.13	SD		6.56	5.1					
Gazella sp.		M	14	2.71	M	16	33.84	18.34	75	18.75	0.75	0	93.75
# 1,3,5,6,12,21,22,34,36,39,46, 52,55bis,60,76,92		SD		0.91	SD		8.74	6.23					

— TABLE 2 —

Summary of dental meso- and microwear data of African herbivores from El Khenzira (layers A and B, from Arambourg Collection (MNHN, Paris) and Bouzouggar 2017 excavations, see details in text). Abbreviations: # = identifier of the teeth; N = Number of specimens; MWS = Mesowear score; NP = Mean number of pits; NS = Mean number of scratches; %LP = Percentage of specimens with large pits; %G = Percentage of specimens with gouges; SWS = scratch width index; %HC = Percentage of specimens with hyper coarse scratches; %XS = Percentage of specimens with crossed scratches; M = Mean; SD = Standard deviation.

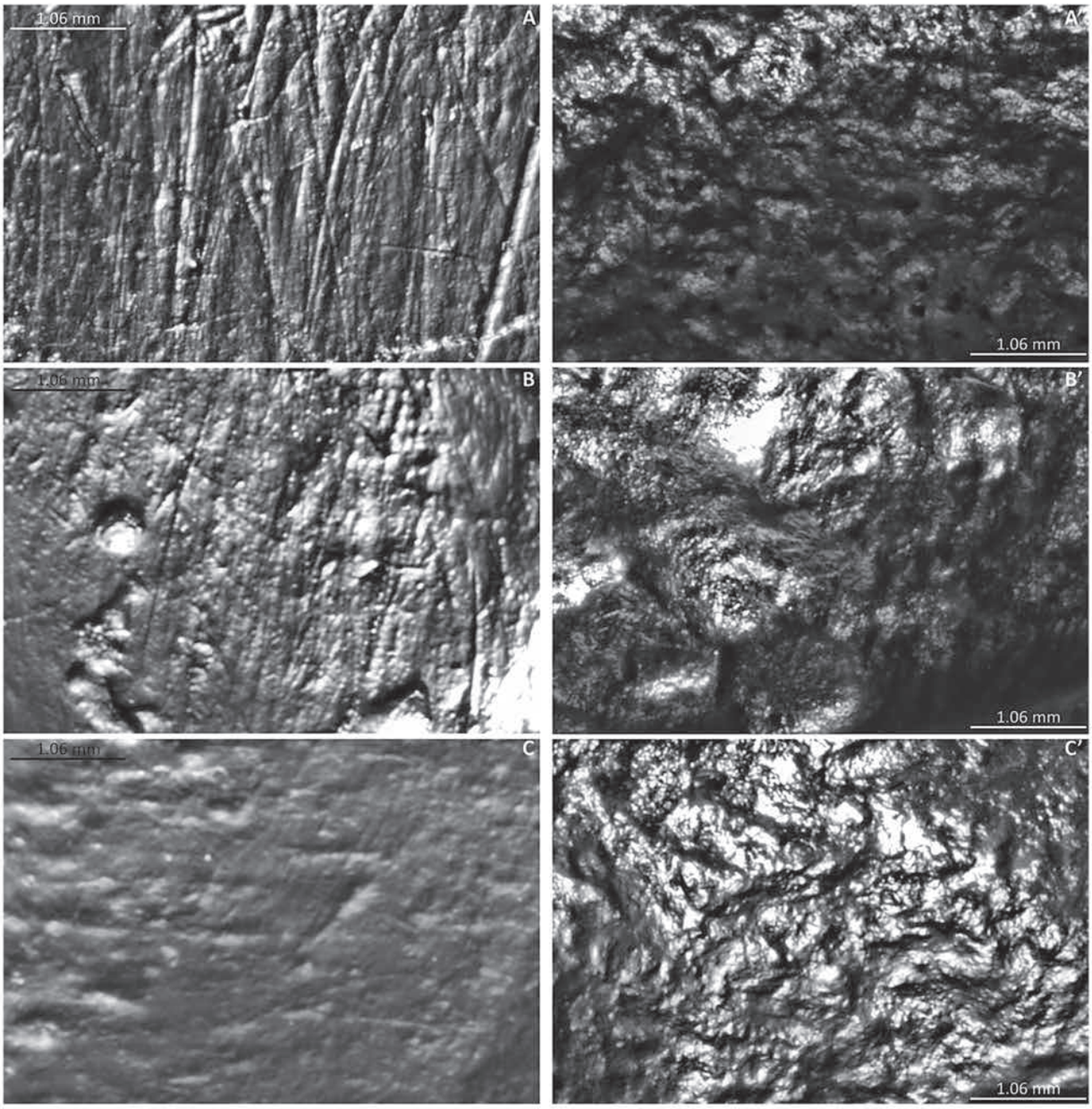
Résumé des données de méso- et de micro-usure des herbivores africains d'El Khenzira : (couches B et C de la collection Arambourg du MNHN de Paris et les fouilles Bouzouggar de 2017, voir le détail des explications dans le texte). Abréviations : # = identifiant de la dent ; N = nombre de spécimens ; MWS = indice de méso-usure ; NP = nombre moyen de ponctuations ; NS = nombre moyen de rayures ; %LP = pourcentage de spécimen avec de grosses ponctuations ; %G = pourcentage de spécimens avec des cratères ; SWS = indice d'élargissement des rayures ; %HC = pourcentage des spécimens avec des rayures très larges ; %XS = pourcentage des spécimens avec des rayures croisées ; M = moyenne ; SD = écart-type.

mixed-feeder, but with a grazing tendency (MWS = 4). During MIS 2/1, *Equus* sp. is very close to *E.* cf. *mauritanicus* from the previous period, which could argue for similar conditions in plant cover. During MIS 1, NWS values generally increase, especially for the equids as shown by *E.* cf. *mauritanicus* (MWS = 6) with a strict grazing diet. The Caprini *Ovis/Capra* are associated with mixed-feeder and browsing tendencies (MWS = 2). Finally, *Megaceroides algericus*, the last endemic representative of its species in the Maghreb (Fernandez *et al.* 2015) appears as a mixed-feeder (MWS = 3).

At BZM Cave, only 57.9% of the selected teeth could be studied for the dental microwear analysis (**fig. 3**). This very poor state of preservation may be related to the significant calcite concretion covering the whole assemblage. During MIS 6/5, equids (*Equus* sp.) are clearly distributed with other grazers, very close to the large antelope *H. equinus* (**fig. 4; tabl. 3**). *A. buselaphus* and *B. primigenius* are mixed-feeders, whereas *Gazella* sp. falls into the area associated with typical browsers. One of the two teeth of Bovini, *Syncerus/Pelorovis/Bos* falls among the mixed-feeders while the other groups with the grazers, which may indicate that they belong to two different species. During MIS 5, *B. primigenius* is still mixed-feeder. This is also the case for *Gazella* sp. but represents, in this case, a change from the previous period. In contrast, during MIS 4, 3 and 2, *A. buselaphus* becomes a grazer and the equids seem to be mixed-feeders, notably *E.* cf. *mauritanicus*. Apart from MIS 5, *G.* cf. *atlantica* typically shows evidence of a browser diet. Finally, during MIS 1 or 2, *Equus* sp. is a mixed-feeder, as in the immediately preceding and following periods. During MIS 1, *E.* cf. *mauritanicus* and *M. algericus* are mixed-feeders, whereas *Gazella* sp. and *Ovis/Capra* are browsers.

4.3 | Taforalt

According to mesowear analyses, *A. lervia* from TAF is always within the range of variability of the present-day browsers (MWS: = 2 for the sector 13, Orange and Dark Brown layers; MWS = 1.1 for the sector 10 Brown layer) (**fig. 5; tabl. 4**). This is not the case for equids, which fall within the range of grazers in S13 (MWS = 5.5) and mixed-feeders in S10 (MWS = 3). The teeth for which a species could be determined show similar values for each sector. Indeed, in S13, *E. africanus/asinus* and *E. mauritanicus* have the same values (MWS = 6 and 5), showing only a small difference between layers with individuals from the Orange layer displaying slightly of a less grazing tendency.



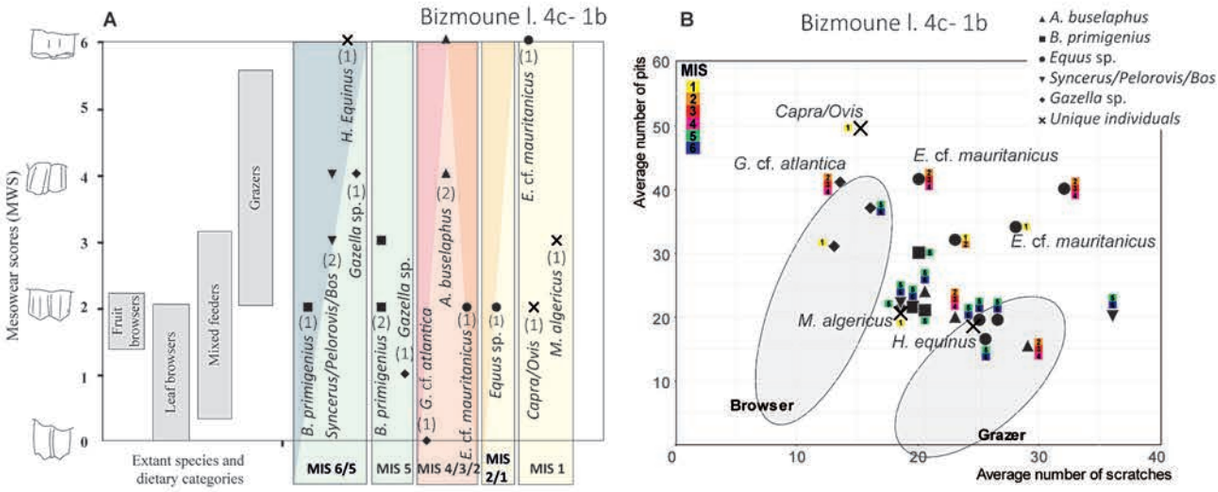
— FIGURE 3 —

Photomicrographs of the enamel surfaces of ungulate teeth from El Khenzira, Bizmoune and Taforalt with dietary (A, B, C) and taphonomic (A', B', C') patterns at magnification x35. A: lower right p3-4 of *Equus* sp., n#84, El Khenzira; A': lower right m1-2 of *Equus* sp., n#80, El Khenzira; B: upper right M2 of *Alcelaphus buselaphus*, n#35, Bizmoune – l. 4a; B': upper right M3 of *Alcelaphus buselaphus*, n#34, Bizmoune – l. 1c; C: upper right M1 of *Ammotragus lervia*, n#45, Taforalt, sector 13 – Orange layer; C': upper left M3 of *Ammotragus lervia*, n#30, Taforalt, sector 13 – Orange layer.

Microphotographies de la surface de l'émail de dents d'ongulés d'El Khenzira, Bizmoune et Taforalt avec des altérations d'origine alimentaire (A, B et C) et taphonomique (A', B' et C'). Grossissement x35. A : p3-4 inférieure droite de Equus *sp., n#84, El Khenzira; A' : m1-2 inférieure droite de* Equus *sp., n#80, El Khenzira; B : M2 supérieure droite de* Alcelaphus buselaphus, *n#35, Bizmoune – c. 4a; B' : M3 supérieure droite de* Alcelaphus buselaphus, *n#34, Bizmoune – c. 1c ; C : M1 supérieure droite de* Ammotragus lervia, *n#45, Taforalt, secteur 13 – couche Orange; C' : M3 supérieure gauche de* Ammotragus lervia, *n#30, Taforalt, secteur 13 – couche Orange.*

The other taxa available for observation are only represented in S13, where *A. buselaphus* is mixed-feeder (MWS = 3), *B. primigenius*, usually a mixed-feeder, demonstrates a grazing tendency (MWS = 4). The only tooth attributed to *Gazella* sp. in the Dark Brown layer displays characteristics of browsers while the two teeth from the Orange layer plot with the extant mixed-feeders.

For the microwear analysis, 76% and 89% of the casts, respectively from S10 and S13, were suitable for analysis showing good preservation in both sectors (**fig. 3**). Gazelles and Barbary sheep have a diet falling within the variability of extant browsers. Furthermore, no difference is expressed between *A. lervia* from S13 and S10 (Mann-Whitney: Pits: W = 30; p-value = 0.058; Scratches: W = 13.5; p-value = 0.53). The two hartebeests are mixed-feeders,



— FIGURE 4 —

Dietary variability of the herbivores from Bizmoune layers 4c to 1b. A: Mesowear score of the herbivores through time compared to the values of recent ungulates published by Fortelius and Solounias (2000), Solounias and Semprebon (2002), Rivals *et al.* (2010, 2014). The numbers in brackets are the Number of Individual Specimens. B: Bivariate plot of the number of pits and scratches of herbivores according to their MIS. Original data from Table 3. The ellipses correspond to the Gaussian confidence ellipse (p. = 0.95) on the centroids of current grazers and browsers published by Solounias and Semprebon (2002).

Variabilité de la diète des herbivores de Bizmoune, couches 4c à 1b. A : Indices de méso-usure dentaire des herbivores selon leur datation comparés à ceux des ongulés actuels publiés par Fortelius et Solounias (2000), Solounias et Semprebon (2002), Rivals et al. *(2010, 2014). Les numéros entre parenthèses correspondent au nombre de spécimens. B : diagramme bivarié du nombre de ponctuations et de rayures des dents d'herbivores. Les ellipses correspondent aux ellipses de confiance gaussiennes (p. = 0,95) des barycentres des données de paisseurs et brouteurs actuels publiés par Solounias et Semprebon (2002). Les données sont fournies dans le tableau 3.*

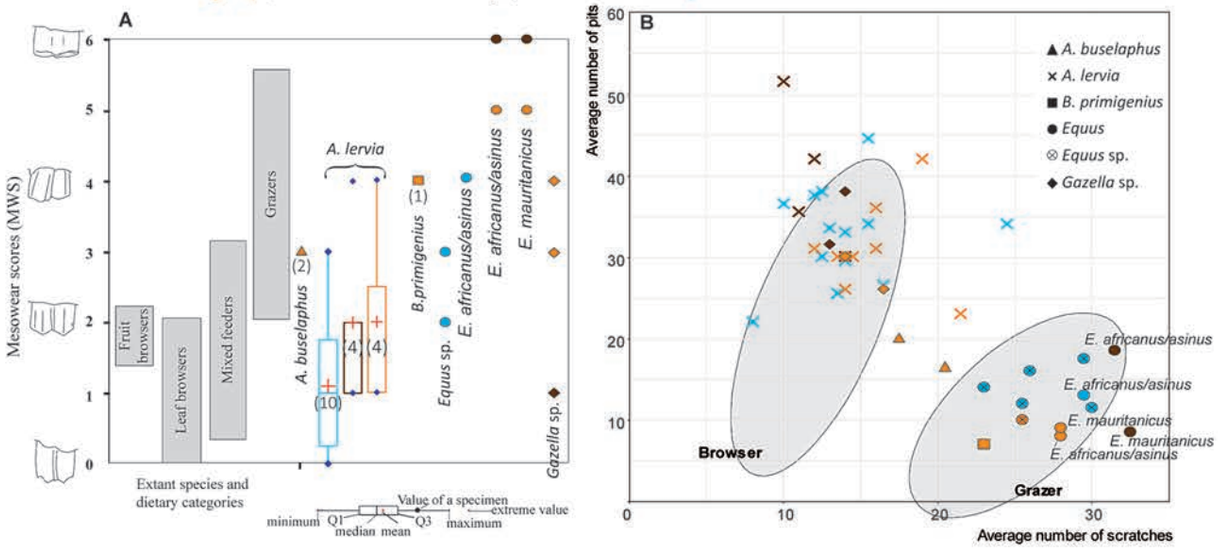
Site : Bizmoune l. 1b to 4c				Microwear						
Taxa	Layer	MIS	#	MWS	NP	NS	%LP	%G	SWS	%HC	%XS
	4c	6/5									
Hippotragus equinus			6803	6	18.5	24.5	0	0	1	0	100
Syncerus/Pelorovis/Bos			9356	3	20	36	0	100	0	0	0
Alcelaphus buselaphus			5767		24	21.5	0	100	1	0	100
Equus sp.			7022		19.5	25	0	100	0	0	0
Gazella sp.			9113	1	37	16	0	0	0	0	0
	4a-4b	6/5									
Syncerus/Pelorovis/Bos			1101	4	22	18.5	0	100	1	0	0
Bos primigenius			1398	2	21.5	19.5	0	100	1	0	100
Equus sp			6327		16.5	25.5	0	100	0	0	0
			1394		19.5	26.5	0	100	0	0	0
	3c	5									
Bos primigenius			8783	2	30	20	0	0	1	0	100
			5772	3	21	20.5	0	100	1	0	0
Gazella sp.			6199	4	21.5	18.5	0	100	0	0	0
	2b	4/3/2									
Alcelaphus buselaphus			10405	4	20	23	0	0	0	0	100
			9880	6	15.5	29	0	0	1	0	0
Equus sp.			11039		41.5	20	0	0	0	0	100
Equus cf. *mauritanicus*			2971	2	40	32	0	100	0	0	0
Gazella cf. *atlantica*			10405	0	41	13.5	0	0	1	100	0
	2a	2/1									
Equus sp.			11754	2	32	23	0	100	1	100	100
	1c	1									
Equus cf. *mauritanicus*			10446	6	34	28	0	100	0	0	100
Gazella sp.			10243		31	13	0	0	0	0	0
	1b	1									
Megaceroides algericus			58	3	20.5	18.5	0	100	100	0	0
Ovis/Capra			43		49	16	0	0	1	0	100

TABLE 3

Summary of dental meso- and microwear data of African herbivores from Bizmoune (layers 1a to 4c). Abbreviations: # = identifier of the tooth; MWS = Mesowear score; NP = Mean number of pits; NS = Mean number of scratches; %LP = Percentage of specimens with large pits; %G = Percentage of specimens with gouges; SWS = scratch with index; %HC = Percentage of specimens with hyper coarse scratches; %XS = Percentage of specimens with crossed scratches.

Résumé des données de méso- et de micro-usure des herbivores africains de Bizmoune (couches 1a à 4c). Abréviations : # = identifiant de la dent ; N = nombre de spécimens ; MWS = indice de méso-usure ; NP = nombre moyen de ponctuations ; NS = nombre moyen de rayures ; %LP = pourcentage de spécimen avec de grosses ponctuations ; %G = pourcentage de spécimens avec des cratères ; SWS = indice d'élargissement des rayures ; %HC = pourcentage des spécimens avec des rayures très larges ; %XS = pourcentage des spécimens avec des rayures croisées.

Taforalt: Sector 13 - Orange layer, Sector 13 - Dark brown layer, Sector 10 - Brown layer



— FIGURE 5 —

Dietary variability of the herbivores from Taforalt sectors 13 and 10. A: Mesowear score of the herbivores through time compared to the values of recent ungulates published by Fortelius and Solounias (2000), Solounias and Semprebon (2002), Rivals *et al.* (2010, 2014). The numbers in brackets are the Number of Individual Specimens. B: Bivariate plot of the number of pits and scratches of herbivores according to their MIS. Original data from Table 4. The ellipses correspond to the Gaussian confidence ellipse (p. = 0.95) on the centroids of current grazers and browsers published by Solounias and Semprebon (2002).

Variabilité de la diète des herbivores de Taforalt secteur 13 et 10. A : Indices de méso-usure dentaire des herbivores selon leur datation comparés à ceux des ongulés actuels publiés par Fortelius et Solounias (2000), Solounias et Semprebon (2002), Rivals et al. *(2010, 2014). Les numéros entre parenthèses correspondent au nombre de spécimens. B : diagramme bivarié du nombre de ponctuations et de rayures des dents d'herbivores. Les ellipses correspondent aux ellipses de confiance gaussiennes (p. = 0,95) des barycentres des données de paisseurs et brouteurs actuels publiés par Solounias et Semprebon (2002). Les données sont fournies dans le tableau 4.*

Site: Taforalt sectors 13 and 10	Sectors		Mesowear			Microwear							
Taxa	and layers	#		N	MWS		N	NP	NS	%LP	%G	SWS	%HC	%XS
	13													
Alcelaphus buselaphus	Orange	17864			3			20	17.5	0	0	1	0	100
	Orange	16864			3			16.5	20.5	0	0	1	0	100
Bos primigenius	Orange	18127			4			7	23	0	0	1	0	100
Ammotragus lervia	Orange		M	4	2	M	7	38.28	14	0	0	1	0	14.28
# 33, 35, 41, 42, 43, 45, 46, 48,			SD		1.41	SD		7.49	3.21	20	0	1	0	80
51, 61, 62, 64	Dark brown		M	4	2	M	5	28	15.1					
			SD		1.41	SD		3.39	3.7					
Equus africanus/asinus	Orange	16964			5			8	28	0	0	1	0	100
	Dark brown	16477			6			18.5	31.5	0	0	1	0	0
Equus cf. *mauritanicus*	Orange	18424			5			9	28	0	0	1	0	100
	Dark brown	16437			6			8.5	32.5	0	0	1	0	100
Equus sp.	Orange	17531						10	25.5	0	0	1	0	100
	Orange	18097						9	28	0	0	1	0	100
Gazella sp.	Dark brown	18309						38	14	0	0	1	0	100
	Orange	18207			3			31.5	13	0	0	0	0	100
	Dark brown	18121			1			26	16.5	0	0	1	0	100
	Orange	16721			4			30	14	0	0	0	0	100
	10													
Ammotragus lervia	Brown		M	10	1.1	M	13	32.65	13.96	7.69	0	0.54	0	84.61
# 2,6,7,9,10,12,13,15,			SD		0.99	SD		5.99	3.9					
17-19,63,66														
Equus africanus/asinus	Brown	14343			4			13	29.5	0	0	1	0	100
Equus sp.	Brown		M	2	2.5	M	5	14.2	26.8	0	0	0.8	0	80
	Brown		SD		0.7	SD		2.56	2.92					

— TABLE 4 —

Summary of dental meso- and microwear data of African herbivores from Taforalt (Sector 13 with layers Orange and Dark Brown as well as Sector 10 with layer Brown). Abbreviations: # = identifier of the tooth; N = Number of specimens; MWS = Mesowear score; NP = Mean number of pits; NS = Mean number of scratches; %LP = Percentage of specimens with large pits; %G = Percentage of specimens with gouges; SWS = scratch width index; %HC = Percentage of specimens with hyper coarse scratches; %XS = Percentage of specimens with crossed scratches; M = Mean; SD = Standard deviation.

Résumé des données de méso- et de micro-usure des herbivores africains de Taforalt (Secteur 13 avec les niveaux Orange et Brun Noir et le Secteur 10 avec le niveau Marron). Abréviations : # = identifiant de la dent ; N = nombre de spécimens ; MWS = indice de méso-usure ; NP = nombre moyen de ponctuations ; NS = nombre moyen de rayures ; %LP = pourcentage de spécimen avec de grosses ponctuations ; %G = pourcentage de spécimens avec des cratères ; SWS = indice d'élargissement des rayures ; %HC = pourcentage des spécimens avec des rayures très larges ; %XS = pourcentage des spécimens avec des rayures croisées ; M = moyenne ; SD = écart-type.

whereas the equids and aurochs are typical grazers (**fig. 5; tabl. 4**). As for *A. lervia*, no differences between sectors are discernible between equids (Mann-Whitney: Pits: W = 74.5; p-value = 0.86; Scratches: W = 70; p-value = 0.71). Finally, no difference appears between *E. africanus/asinus* and *E. mauritanicus*. Thus, according to dental microwear, a notable segregation between strictly grazing herbivores (*Equus* and *Bos*) and, strictly browsing herbivores (*Gazella* and *Ammotragus*) is apparent at TAF. Only *Alcelaphus* occupies an intermediate mixed-feeder position, which is unusual for this taxon (Schuette *et al.* 1998).

5. | DISCUSSION

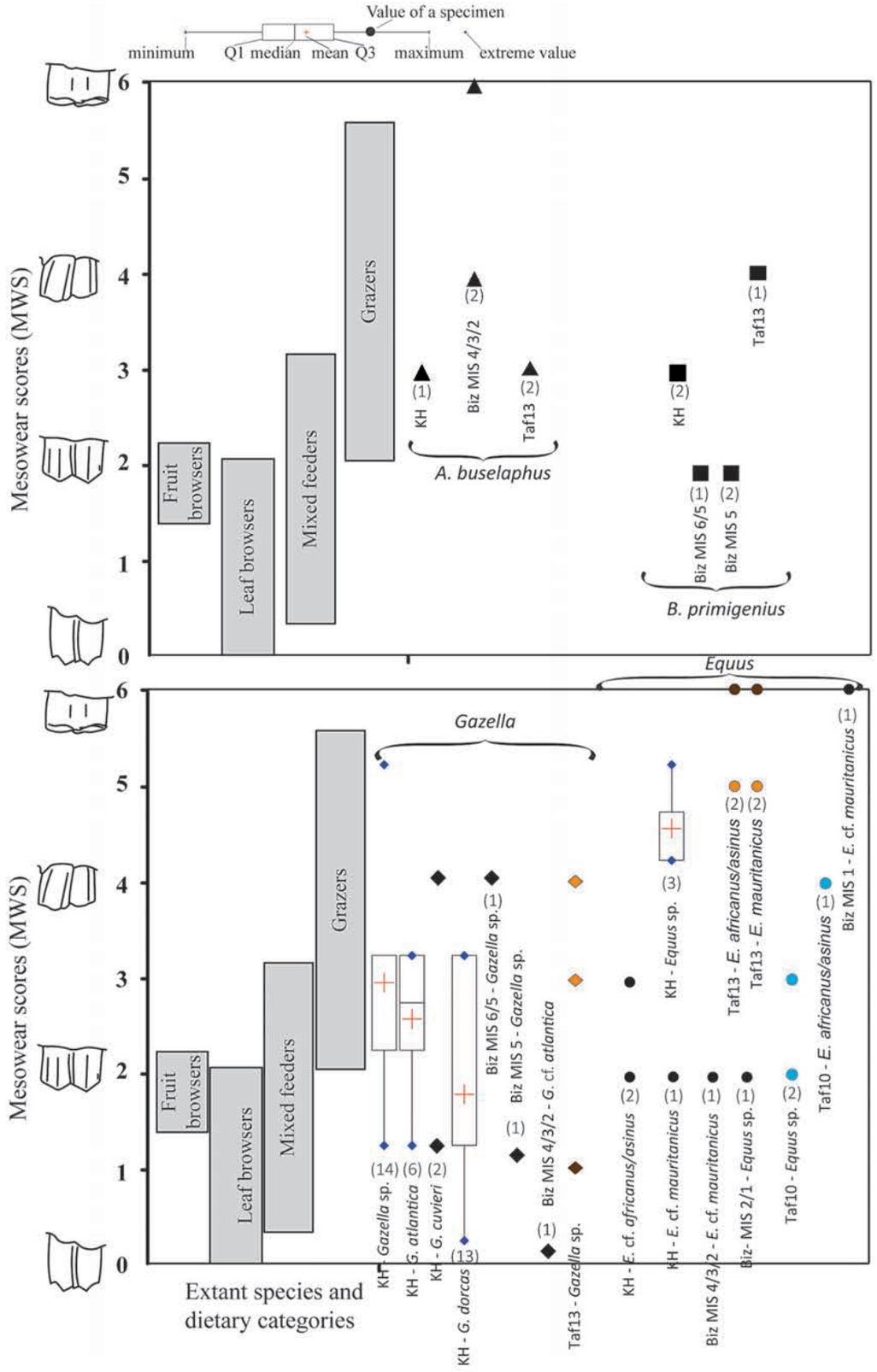
5.1 | Variability of the dietary behaviour of Moroccan Pleistocene herbivores

In order to analyse the variability of herbivore feeding behaviour over time and space, we focus on the mesowear evidence from the most abundant species, the ones more often present in all three Moroccan sites: *A. buselaphus*, *B. primigenius*, *G. atlantica*, *G.* cf. *atlantica*, *G. cuvieri*, *Gazella* sp., *E. africanus/asinus*, *E.* cf. *africanus/asinus*, *E. mauritanicus*, *E.* cf. *mauritanicus* and *Equus* sp. (**fig. 6**). To go deeper and to synthesize our results, we regrouped all the equids and the gazelles, under the genus *Equus* and *Gazella* respectively, as well as the species *B. primigenius* and *A. buselaphus* according to their respective MIS stage (**fig. 7**).

In general, the mesowear indicates that *A. buselaphus* is mixed-feeder or even mixed-feeder with a grazing tendency such as at BZM (MIS 4/3/2). This fits with the dental microwear analysis: hartebeest can be classified as a mixed-feeder at BZM (MIS 6/5) and TAF (S13, Orange layer), or as a grazer at EKH and BZM (MIS 4/3/2) (**fig. 7-A**). Thus, the feeding of *A. buselaphus* is always quite similar among the studied population and across time (during the last years and days of living of the individuals), indicating a low seasonal signal. Present-day *A. buselaphus* almost always belongs to the category of grazers according to dental mesowear studies (Fortelius and Solounias 2000; Louys *et al.* 2011) as well as observations made on living populations (Gagnon and Chew 2000). For example, in Burkina Faso (West Africa), the proportion of the grass in the diet of *A. b. major* is >95% with little seasonal variation in this percentage (Schuette *et al.* 1998). This would also be the case in eastern Africa where almost 100% grass consumption has been documented for two hartebeest subspecies *A. b. cokii* and *A. b. jacksoni* (Cerling *et al.* 2003). In contrast, in South Africa, hartebeests have been shown to incorporate more than 40 % browse in their diet in arid grassland environments (Van Zyl 1965; Kok and Opperman 1975). In the same country but in wetter grasslands, hartebeest consumption of grasses predominates again. Nevertheless, they occasionally browse and this behaviour increases significantly at the beginning of the wet season, which may be a reaction to limited food resources (Venter and Kalule-Sabiti 2016). Even though the sample is limited in TAF, EKH and BZM, the generally low grazing behaviour of *A. buselaphus* since MIS 6 is include within the dietary flexibility of present-day hartebeests. It is also possible that *A. buselaphus* had behaviours, preferences and habitats that were distinct from its sub-Saharan congeners. In the late 19th century, observers described this species as living in the mountains of the Maghreb and preferring rocky environments (Gruvel 1937; Harper 1945) which is very different from the open grassland they favour nowadays. The accuracy of these observations aside, the 19th century hartebeests were the last representatives of their species in the Maghreb and their behaviour probably did not reflect what it was during the Pleistocene. Further study to understand the ecological niche of *A. buselaphus* in North Africa is needed with more data.

According to dental mesowear, *B. primigenius* is always grouped with mixed-feeders at EKH but slightly more browser like at BZM (MIS6/5 and 5) or slightly more grazer like at TAF (S13) (**fig. 6**). Seasonally, the diet of *B. primigenius* varies more than that of *A. buselaphus* because it is found among the mixed-feeders, at BZM (MIS 6/5 and 5) or among the browsers at EKH, or among the grazers at TAF (S13) and for the second individual from EKH (**fig. 7-B**). In Europe, several studies of the diet of *B. primigenius* have already highlighted the flexibility of this species. Generally a mixed-feeder (Rivals and Lister 2016; Uzunidis-Boutillier 2017), it could adapt its diet seasonally. Although it most often focuses on browsing (Rivals and Lister 2016, Rivals *et al.* 2017; Uzunidis and Brugal 2018), it could also consume a diet consisting of a majority of grasses (Rivals *et al.* 2009; Uzunidis-Boutillier 2017). Finally, over a long period of time, it may also have become specialised either in browsing or grazing (Schultz and Kaiser, 2007). Several factors seem to lead to these notable changes in the diet of *B. primigenius*, including climatic change (Schultz and Kaiser, 2007) and interspecific competition (Rivals *et al.* 2017). According to our limited data, we hypothesize that in North Africa, *B. primigenius* could be seasonally more of a grazer than a browser, which might reflect a greater availability of grasses in comparison to Pleistocene Europe or different competitive relationships, especially with the diversified cohorts of African Bovini.

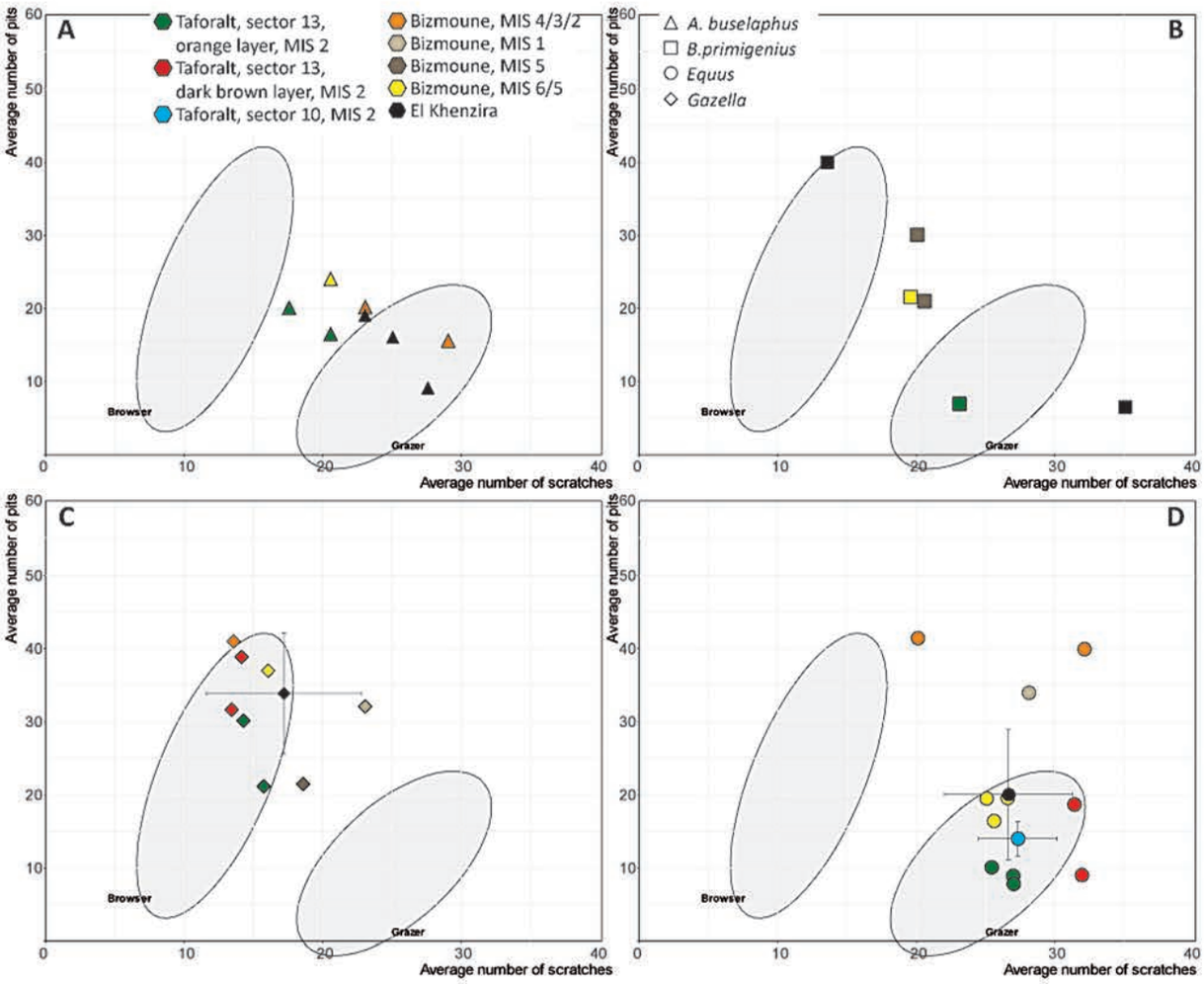
Generally, the gazelles are classified as mixed-feeders (*G. atlantica*, *Gazella* sp.) or mixed-feeders with a browser tendency (*G. cuvieri*, *G. dorcas*) as recorded at in EKH, in S13-Dark Brown layer in TAF (*Gazella* sp.) or at BZM (MIS 5) (*Gazella* sp.). Nevertheless, some specimens are clearly typical browsers, such as *Gazella* sp. from TAF S13-Orange layer and *G.* cf. *atlantica* (BZM, MIS 4/3/2) as opposed to *Gazella* sp. which is mixed-feeder with a clear grazer tendency in BZM (MIS 6/5) as is one of the two *G. cuvieri* from EKH (**fig. 6**). With the exception of *G. atlantica* which probably became extinct from the Holocene, the ecoethology of the present-days *G. dorcas* and *G. cuvieri* is relatively well-known. For example, *G. dorcas* usually considered as a mixed feeder is often found in desert areas (Loggers 1992; Ward and Saltz 1994). Its diet varies seasonally between strict browser and strict grazer (Loggers 1991). *G. cuvieri* occupies varied biotopes corresponding to hilly terrain, including sparse oak forests, Aleppo pine forests, open terrain, and stony desert plateaus. In Morocco, this species can currently be found up to 2,600 m in altitude (Moreno and Espeso 2008). This species is a mixed-feeder, with a dominant browsing tendency (Benamor *et al.* 2019). The diets of the gazelles at the three sites studied are therefore in line with the



— FIGURE 6 —

Comparison of the MWS (Mesowear score) of the herbivores represented at El Khenzira, Bizmoune and Taforalt: Alcelaphus buselaphus, Bos primigenius, Equus, Gazella. The numbers in brackets are the Number of Individual Specimens. For the description of the grey area, see caption of figure 2. Original data from Table 2 to Table 4.

Comparaison des MWS (indice de méso-usure dentaire) des herbivores présents à El Khenzira, Bizmoune et Taforalt : Alcelaphus buselaphus, Bos primigenius, Equus, Gazella. Les nombres entre parenthèses correspondent au nombre de spécimens. Pour la description des zones grises, voir la légende de la figure 2. Les données sont fournies dans les tableaux 2 à 4.



— FIGURE 7 —

Bivariate plots of the number of pits and scratches comparing the variability of the diet of A: Alcelaphus buselaphus; B: Bos primigenius; C: Gazella; D: Equus in El Khenzira layers B and C , Bizmoune (l. 4c to 1a) and Taforalt (sectors 13 and 10). When the number of teeth is higher than 4, the cohort is represented by its mean with error bars corresponding to the standard deviation (±1 SD). For the description of the grey ellipse, see caption of figure 2.

Diagrammes bivariés du nombre de ponctuations et de rayures comparant la variabilité de la diète de A : Alcelaphus buselaphus ; B : Bos primigenius ; C : Gazella ; D : Equus à El Khenzira niveaux B et C, Bizmoune (couches 4c to 1a) et Taforalt (secteurs 13 and 10). Quand l'effectif est supérieur à 4, les cohortes sont représentées par leurs moyennes avec leurs barres d'erreur associées correspondant à l'écart type (±1 SD). Pour la description des zones grises, voir la légende de la figure 2.

variability of the diets of present-day gazelles. The tendency of gazelles from BZM to have a slightly more abrasive diet during the MIS 5 and 1 (**fig. 7-C**) may be related to the endemic argan tree (*Argania spinosa*) that was present in the area since the Miocene and perfectly adapted to the current climate conditions of the Souss region (southwestern Morocco). Argan is a silica-rich dicot tree (Hullot *et al.* 2019) that can mimic the signature of monocots. A similar shift in dietary signals has already been shown in the diet of the Farasan gazelle that mainly feed on *Acacia* (Wronski and Schulz-Kornas, 2015). At the beginning of the Quaternary period the argan tree probably covered a much larger territory (Baumer and Zeraïa 1999) and charred macro botanical remains of this tree are present beginning in the late Middle Pleistocene levels of BZM (Sehasseh *et al.* 2021; I. Ziani pers. comm). In EKH, both dental mesowear and microwear indicate differences between *G. atlantica* and *G. dorcas* (**fig. 2-A, fig. 2-B**): in general *G. atlantica* shows a more abrasive diet than *G. dorcas*, which had more pits at the time of death. The diet of *G. dorcas* included more grit and can be associated with the category « dirty browsing » *sensu* Semprebon *et al.* (2011). These differences in the diet of the two gazelle species may reflect temporal or behavioural segregation. Either the two species were not present at the same time in the vicinity of EKH or they consumed different kinds of browse. Furthermore, the higher MWS of *G. atlantica* could indicate that this species was less specialized than *G. dorcas* (**fig. 2-A**). The two teeth attributed to *G. cuvieri* display very different value, from browser (MWS = 1) to mixed-feeder with a grazing tendency (MWS = 4). With this size of sample, it is not possible to determine if this variability is related to the potential ecological flexibility of the species, if it reflects different time periods for the two specimens, or whether it simply illustrates individual behaviour.

According to the dental mesowear, the equids had a varied feeding behaviour. Observations that we have been made on two individuals from BZM, *E.* cf. *mauritanicus* and *Equus* sp., indicate that they were mixed-feeders with a browsing tendency respectively in MIS 4/3/2 and 2/1. On the contrary, in MIS 1 of BZM, a third individual determined as *E.* cf. *mauritanicus* is strictly a grazer (**fig. 4-A**). In EKH, *Equus* sp. (n = 3) was generally mixed-feeder with a more grazing tendency than *E.* cf. *mauritanicus* (n = 1) and *E.* cf. *africanus/asinus* (n = 2) also mixed-feeder with a browsing tendency (**fig. 2-A**). Finally, in TAF, we pointed out that species from S13 (both layers) such as *E. africanus/asinus* (n = 2) as well as *E.* cf. *mauritanicus* (n = 2) had a much stronger grazing tendency than those in S10 with a single *E. africanus/asinus* and two *Equus* sp. (**fig. 5-A**). The microwear analysis clearly indicates that equids were almost always grazers at the time of death at EKH, BZM MIS 6/5, and Taforalt in S10 and S13, but could also have been mixed-feeders (BZM MIS 4/3/2 and MIS 1) (**fig. 2-B, fig. 4-B, fig. 5-B; fig. 7-D**). This suggests that during the second part of the Upper Pleistocene of Morocco, the diet of equids was generally less abrasive than expected for this genus, which today is considered to be highly specialised in grass consumption (MacFadden 1988). This is in line with several studies that highlighted the flexibility of feeding behaviour in Pleistocene equids in Europe (Uzunidis, 2021) or in Africa (Kaiser and Franz-Odendaal 2004). The Moroccan equids in this study *E. mauritanicus* and *E. africanus/asinus* are respectively often associated with zebrines and asinines forms (Sam, 2018). The feeding habits of asinines can vary from strict grazing (Kaiser *et al.* 2008) to strict browsing (Schulz and Kaiser 2013) depending on their environment. In general, the diet of zebras relies on grass (Schulz and Kaiser 2013) but it can also browse seasonally as is the case for example of *E. zebra* at Bontebok National Park in South Africa (Strauss 2015). Where specific determination was possible between zebrines and asinines forms, we found no evidence that might indicate that they may have occupied different ecological niches. This result is surprising and would indicate direct competition between the two forms of equids, whereas usually two close species avoid such competition (Saarinen *et al.* 2021). It could nevertheless explain the variability in some cases from mixed-feeder to strict grazing and their strategy of relying on a large number of different plant species.

5.2 | Intra-site dietary analysis and paleoenvironmental reconstruction

5.2.1 El Khenzira

At EKH, the accumulation of herbivores in layers B to C covers the whole Upper Pleistocene. Thus, the variability of the diet that we pointed out for the different species should be interpreted mainly as an outcome of mixing of material from different climatic and environmental contexts. Nevertheless, it can be noted that MWS are always quite low, whatever the taxon, and that the majority of individuals oscillate between browser and mixed-feeder variability, including taxa that are usually strict or variable grazers such as *A. buselaphus* (Schuette *et al.* 1998), *Connochaetes* (Gagnon and Chew, 2000) and *Redunca redunca* (Louys *et al.* 2011) (**fig. 2-A**). Only equids have an MWS compatible with mixed-feeder with grazer tendencies. The results of dental microwear are somewhat more varied showing the presence of all three food categories (**fig. 2-B**). Nevertheless, 61.5 % of the individuals present fall within the variability of browsers, which would indicate that the environment must have been seasonally more favourable to this type of diet, and therefore in general contained more dicots than monocots.

5.2.2 Bizmoune

The BZM stratigraphy covers the very end of the Middle Pleistocene and the Upper Pleistocene including Neolithic layers. Few teeth per taxon are available but the evolution of their dietary signal allows us to obtain preliminary observations on the evolution of the environment around BZM cave.

The mesowear analysis (**fig. 4-A**) indicates that grazers and mixed-feeders with a grazer tendency are in the majority during MIS 6-5. Their presence decreases during the Upper Pleistocene, when most taxa are mixed-feeder or mixed-feeder with browsing tendency, and then seems to increase again during MIS 1. These observations could indicate an open environment at the time of formation of the older layer of BZM (4c, MIS 6). This is consistent with the analysis of charcoals that suggested open plant communities dominated by *Juniperus*/*Tetraclinis* together with the presence of argan (*A. spinosa*) followed by taxa such as angiosperms, *Pistacia* sp., or *Salix*/*Populus* (Sehasseh *et al.* 2021). Based on the distribution of present-day species, the climate would have been marked by sub-arid to semi-arid conditions (Fennane *et al.* 1999; Benabid 1982, 1984, 2000). Starting with MIS 5, the environment became more closed and the dicots took precedence over the monocots. The mesowear signal of the gazelles could reflect a shift towards more abundant consumption of the argan tree (cf. *supra*). The two teeth corresponding to MIS 1 accumulated more precisely in Layer 1c during a period between 11,294 and 10,274 cal BP (LARATES Rabat, sample 290-S4/C4, 10,865 ± 208 conventional ka BP *in* Fernandez *et al.* 2015). This period was marked by a humid climate (Cheddadi *et al.* 2021; Ait Brahim 2019) with maximum low-latitude summer insolation (Tjallingii *et al.* 2008) outside of a "Green Sahara" period (Larrasoaña *et al.* 2013). It also corresponded to a reopening of the environment allowing *E.* cf. *mauritanicus* to have a strictly grazing diet (**fig. 4-A**). On the scale of the dental microwear (**fig. 4-B**), we observed a shift between the teeth dated to MIS 6/5 and the more recent Upper Pleistocene teeth: the latter have statistically more pits than the former. The presence of abundant pits on the enamel surface has been linked to the ingestion of vegetation with more grit and a more arid climate (Semprebon *et al.* 2011). In North Africa, the very late Middle Pleistocene appears in general wetter than the Upper Pleistocene (Grant *et al.* 2017). While four 'Green Sahara' episodes occurred during the Upper Pleistocene across North and East Africa, as well as in the Arabian Peninsula and the Levant, coinciding with a humidification of the climate (Larrasoaña *et al.* 2013), these episodes are rather brief. The increase in the number of pits on the ungulate teeth of Bizmoune between the Middle and Upper Pleistocene could therefore reflect the aridification of the climate and the opening of the environment in this

time interval. Finally, the North African endemic cervid *M. algericus*, the diet of which had never been studied, was found in BZM between 6641 and 6009 cal BP (LARATES Rabat, sample 289-S1/C3, 7467 ± 172 conventional ka BP) which for now represents the last occurrence of the species (Fernandez *et al.* 2015). It has been hypothesized that the brachydonty of this species was adapted to a diet based on non-abrasive food, and that it may have been a browser (Abbazzi 2004), which implied a limited competition with African grazers (Faith 2014; Fernandez *et al.* 2015; Croitor 2016). Both dental mesowear and dental microwear (**fig. 2-A, fig. 2-B**) place this species within the mixed-feeder variability reflecting an opportunistic feeding behaviour based on dicots and monocots. These results are consistent with inferences obtained from the morphological description of the teeth (Fernandez *et al.* 2015). Furthermore, ecomorphological features (i.e weak mastication abilities, small low-crowned cheek teeth, reduced preorbital fossae, body size) suggest also semi-aquatic or periaquatic habits of *M. algericus* and specialization to forage on soft water herbage (Croitor, 2016). The discovery of new individuals is needed to further describe the ecology of this particular species.

5.2.3 Taforalt

In TAF, S10 (Brown layer) and S13 (Orange and Dark Brown layers) represent the end of MIS 2. Analysis of the dental mesowear and dental microwear (Fig. 5) reveal that all diets are represented by the herbivore teeth from both sectors, reflecting the presence of monocots and dicots. In both sectors of the site, *A. lervia* is identified as a browser at both scales of observation but seems to have incorporated slightly more abrasive food in S13 since its MWS is a bit higher. Usually, this species is considered as a non-strict grazer (Gray and Simpson 1980; Cassinello 1998; Mimoun and Nouira 2015) but in Taforalt it could have been out-competed by the more efficient equids, *B. primigenius* and *A. buselaphus*, in the acquisition of grasses.

We found differences in the diet of the two best represented taxa, *Equus* (including *E. africanus/asinus*, *E. mauritanicus* and *Equus* sp.) and *A. lervia*: the diet is more abrasive in S13 than in S10. This could reflect an open environment rich in monocots in the S13 Orange and dark Brown layers and a reduction of this type of plant in S10. The differences between the dietary signals of S13 Dark Brown layer and S10-Brown layer could indicate that these deposits accumulated at different times, with the S13-Dark Brown layer closer in time to the S13-Orange accumulation.

6 | CONCLUSION

The chronostratigraphic, taphonomic and taxonomic resolution are unequal in the three Moroccan sites of TAF, EKH and BZM. Nevertheless, the sample studied (129 teeth), corresponding to 19 taxa of herbivores, as well as the implementation of mesowear and microwear analyses, are unique for North Africa. Our results highlight varied feeding behaviours possibly related to climate changes but also to competitive relationships and specific adaptive strategies for some taxa. These preliminary results lay the foundations for a broader reflection that would aim to describe the evolution of Moroccan landscapes. But for this, more archaeological sequences and dates are needed. In this perspective, the existing continental and marine paleoenvironmental records indicate that the influence of the « Green » or « Yellow » Sahara associated with the major climatic pulses have played a leading role in altering the vegetation cover in North Africa. Also, the opening or closing of large terrestrial networks and corridors have probably been a driving force for the dispersal, competition and adaptation for some herbivores in Morocco. At the chronological and geographical scale represented by these three sites, a wide variety of diets have been described, reflecting the significant fragmentation of the territory of herbivores. Their exploitation of resources in the diverse environments surrounding each of the sites is likely to have influenced human use of landscape at different periods and conditioned the hunting strategies of the sites' occupants. Therefore, the careful reading of herbivore diets and paleoenvironmental reconstructions represent important tools for understanding past human societies.

ACKNOWLEDGEMENT

This work is dedicated to our late colleague and friend Émilie Campmas.

We are very grateful to our colleagues curators from mammal collections in the Musée des confluences in Lyon (Didier Berthet) and from the Muséum national d'Histoire naturelle de Paris (Guillaume Billet, and Joséphine Lesur). Funding for fieldwork at Bizmoune Cave has been provided by the Riecker Endowment at the University of Arizona, the National Institute of Archaeological Sciences and Heritage (INSAP, Morocco), the National Center for Scientific and Technical Research in Morocco (CNRST grant no. SHS 11/10), the ChroMed program within the Excellence Initiative of Aix-Marseille University (nos. ANR-11-IDEX-0001-02 and 10-LABX-0090), the project PASSAGE (International Emerging Action-CNRS), and the National Geographic Society (grant n. 972315). Funding for fieldwork at Taforalt Cave has been provided by Calleva Foundation.

The authors would like to address warm thanks to Raphaël Hannon, Françoise Delpech and an anonymous reviewer for their very useful comments that help to improve the manuscript.

REFERENCES

ABBAZZI L. 2004 - Remarks on the validity of the generic name *Praemegaceros* Portis 1920, and an overview on *Praemegaceros* species in Italy. *Rend. Fis. Acc. Lincei* 15, p. 115-132, https://doi.org/10.1007/BF02904712.

ACKERMANS N.L. 2020 - The history of mesowear: a review. *PeerJ*, 8, e8519. https://doi.org/10.7717/peerj.8519.

ACKERMANS N.L., MARTIN L.F., CODRON D., HUMMEL J., KIRCHER P.R., RICHTER H., KAISER T.M., CLAUSS M., HATT J.-M. 2020 - Mesowear represents a lifetime signal in sheep (*Ovis aries*) within a long-term feeding experiment. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 553, p. 109793, 10.1016/j.palaeo.2020.109793.

AIT BRAHIM Y., WASSENBURG J.A., SHA L., CRUZ F.W., DEININGER M., SIFEDDINE A., BOUCHAOU L., SPÖTL C., EDWARDS R.L., CHENG H. 2019 - North atlantic ice-rafting, ocean and atmospheric circulation during the holocene: insights from western mediterranean speleothems. *Geophysical Research Letters*, 46, 13, p. 7614-7623, 10.1029/2019GL082405.

AOURAGHE H. 2000 - Les carnivores fossiles d'El Harhoura 1, Temara, Maroc. *L'Anthropologie*, 104, p. 147-171.

AOURAGHE H. 2001 - *Contribution à la connaissance des faunes du Pléistocene supérieur du Maroc. Les vertèbres d'El Harhoura (Temara), comparées à ceux de plusieurs sites du Maghreb*. Thèse doct. es-Sciences, Univ Mohamed 1er (Oujda, Maroc), 490 p.

AOURAGHE H. 2004 - Les populations de mammifères atériens d'El Harhoura 1 (Témara, Maroc). *Bulletin d'Archéologie Marocaine*, 20, p. 83-104.

ARAMBOURG C. 1938 - Mammifères fossiles du Maroc. *Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 46, 74 p.

BARTON R.N.E., BOUZOUGGAR A., COLLCUTT S.N., HUMPHREY L.T. 2019 - Cemeteries and Sedentism in the Later Stone Age of NW Africa: Excavations at Grotte des Pigeons, Taforalt, Morocco. Heidelberg: Propylaeum, Monographien des Römisch Germanisches Zentralmuseum, Band 147, 628 p., ISBN 978-3-88467-312-6, https://doi.org/10.11588/propylaeum.734.

BAUMER M., ZERAÏA L. 1999 - La plus continentale des stations de l'arganier en Afrique du Nord. *Revue forestière française*, Nancy, ENGREF, École nationale du génie rural, des eaux et des forêts, 51, 3, p. 446-452.

BENABID A. 1982 - Bref aperçu sur la zonation altitudinale de la végétation climacique du Maroc. *Ecologia Mediterranea*, 8, 1, p. 301-315, 10.3406/ecmed.1982.1956.

BENABID A. 1984 - *Étude phytoécologique des peuplements forestiers et préforestiers du Rif centro-occidental (Maroc)*. Trav. Inst. Sc., Sb. Bot. 34, 64 p.

BENABID A. 2000 - *Flore et écosystèmes du Maroc : évaluation et préservation de la biodiversité*. Ibis Press, Paris, 358 p.

BENAMOR N., BOUNACEUR F., BAHA M., AULAGNIER S. 2019 - First data on the seasonal diet of the vulnerable *Gazella cuvieri* (Mammalia: Bovidae) in the Djebel Messaâd forest, northern Algeria. *Folia Zoologica*, 68, 4, p. 253-260, 10.25225/fozo.009.2019.

BLOME M.W., COHEN A.S., TRYON C.A., BROOKS A.S., RUSSELL J. 2012 - The environmental context for the origins of modern human diversity: A synthesis of regional variability in African climate 150,000-30,000 years ago. *Journal of Human Evolution*, 62, 563e592.

BOUZOUGGAR A., COLLINA-GIRARD J., CRAVINHO S., FERNANDEZ P., GALLIN A. 2010 - Prospections et sondages sur les littoraux oriental et sud-atlantique du Maroc. *Les nouvelles de l'archéologie*, 120-121, p. 110-116. http://nda.revues.org/1022. https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00584962.

BOUZOUGGAR A., KUHN S.L., FERNANDEZ P., COLLINA-GIRARD J., MOUHIDDINE M., HOFFMANN D., MALEK F. 2017 - La grotte de Bizmoune (région d'Essaouira) : une nouvelle séquence atérienne au Maroc sud atlantique. *Bulletin d'archéologie marocaine*, p. 26-38.

BOUGARIANE B., ZOUHRI S., OUCHAOU B., OUJAA A., ET-BOUDAD L. 2010 - Large mammals from the Upper Pleistocene at Tamaris I "Grotte des gazelles" (Casablanca, Morocco): paleoecological and biochronological implications, *Historical Biology*, 18, 1-3, p. 295-302, DOI : 10.3406/quate.2002.1701.

CASSINELLO J. 1998 - *Ammotragus lervia*: a review on systematics, biology, ecology and distribution. *Annales Zoologici Fennici*, 35, 3, p. 149-162.

CERLING T.E., HARRIS J.M., PASSEY B.H. 2003 - Diets of East African Bovidae based on stable isotope analysis. *Journal of Mammalogy*, 84, 2, p. 456-470, 10.1644/1545-1542(2003)084<0456:DOEABB>2.0.CO;2.

CHEDDADI R., CARRÉ M., NOURELBAIT M., FRANÇOIS L., RHOUJJATI A., MANAY R., OCHOA D., SCHEFUß E. 2021 - Early Holocene greening of the Sahara requires Mediterranean winter rainfall. PNAS 118. https://doi.org/10.1073/pnas.2024898118.

COLLCUTT S.N. 2019 - 2. Lithostratigraphies and Sediments. *In:* R.N.E. BARTON A., BOUZOUGGAR S.N., COLLCUTT L.T., HUMPHREY (Éds), *Cemeteries and Sedentism in the Later Stone Age of NW Africa: Excavations at Grotte des Pigeons, Taforalt, Morocco*. Heidelberg: Propylaeum, Monographien des Römisch Germanisches Zentralmuseum, Band 147, p. 21-116, ISBN 978-3-88467-312-6, https://doi.org/10.11588/propylaeum.734.

CROITOR R. 2016 - Systematical position and paleoecology of the endemic deer *Megaceroides algericus* Lydekker, 1890 (Cervidae, Mammalia) from the late Pleistocene-early Holocene of North Africa. *Geobios*, 49, 4, p. 265-283, https://doi.org/10.1016/j.geobios.2016.05.002.

DANOWITZ M., HOU S., MIHLBACHLER M., HASTINGS V., SOLOUNIAS N. 2016 - A combined-mesowear analysis of late miocene giraffids from north chinese and greek localities of the Pikermian Biome. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 449, p. 194-204, 10.1016/j.palaeo.2016.02.026.

deMENOCAL P., ORTIZ J., GUILDERSON T., ADKINS J., SARNTHEIN M., BAKER L., YARUSINSKY M. 2000 - Abrupt onset and termination of the African Humid Period: rapid climate responses to gradual insolation forcing. *Quaternary Science Reviews*, 19, p. 347-361, https://doi.org/10.1016/S0277-3791(99)00081-5.

DESMOND A., BARTON N., BOUZOUGGAR A., DOUKA K., FERNANDEZ P., HUMPHREY L., MORALES J., TURNER E., BUCKLEY M. 2018 - ZooMS identification of bone tools from the North African Later Stone Age. *Journal of Archaeological Science*, 98, p. 149-157, 10.1016/j.jas.2018.08.012.

DRAKE N., BREEZE P., PARKER A. 2013 - Palaeoclimate in the Saharan and Arabian Deserts during the Middle Palaeolithic and the potential for hominin dispersals. *Quat. Int.* 300, p 48-61. doi:10.1016/j.quaint.2012.12.01.

DUMOUCHEL L., BOBE R. 2020 - Paleoecological implications of dental mesowear and hypsodonty in fossil ungulates from Kanapoi. *Journal of Human Evolution*, 10.1016/j.jhevol.2018.11.004.

FAITH J.T. 2014 - Late Pleistocene and Holocene mammal extinctions on continental Africa, Earth-Science Reviews, 128, p. 105-121, https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2013.10.009.

FENNANE M., TATTOU M.I., MATHEZ J., OUYAHYA A., EL OUALIDI J. 1999 - *Flore pratique du Maroc*. Institut Scientifique de Rabat, Rabat, Morroco, 560 p.

FERNANDEZ P., BOUZOUGGAR A., COLLINA-GIRARD J., COULON M. 2015 - The last occurrence of *Megaceroides algericus* Lyddekker, 1890 (Mammalia, Cervidae) during the middle Holocene in the cave of Bizmoune (Morocco, Essaouira region). *Quaternary International*, 374, p. 154-167, 10.1016/j.quaint.2015.03.034.

FORTELIUS M., SOLOUNIAS N. 2000 - Functional characterization of ungulate molars using the abrasion-attrition wear gradient: a new method for reconstructing paleodiets. *American Museum Novitates*, 3301, p. 1-36.

GAGNON M., CHEW A.E. 2000 - Dietary preferences in extant african Bovidae. *Journal of Mammalogy*, 81, 2, p. 490-511.

GERAADS D. 2002 - Plio-Pleistocene mammalian biostratigraphy of Atlantic Morocco. *Quaternaire*, 13, 1, p. 43-53, 10.3406/quate.2002.1702.

GERAADS D., AMANI F. 1998 - Le gisement Moustérien du Djebel Irhoud, Maroc : précision sur la faune et la Paléoécologie. *Bulletin d'Archéologie Marocaine*, 20, p. 497-510.

GRANT K.M., ROHLING E.J., WESTERHOLD T., ZABEL M., HESLOP D., KONIJNENDIJK T., LOURENS L. 2017 - A 3 million years index for North African humidity/aridity and the implication of potential pan-African Humid periods. *Quaternary Science Reviews* 171, p. 100–118. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2017.07.005.

GRAY G.G., SIMPSON D.C. 1980 - *Ammotragus lervia*. *Mammalian species*, 144, p. 1-7.

GRUVEL M.A. 1937 - North Africa - two vanishing species. *Journal of the Society for the Preservation of the Wild Fauna of the Empire*, p. 62-64.

HARPER F. 1945 - *Extinct and vanishing mammals of the Old World*. American Committee for International Wildlife Protection, New York, 874 p.

HOFFMAN J.M., FRASER D., CLEMENTZ M.T. 2015 - Controlled feeding trials with ungulates: a new application of in vivo dental molding to assess the abrasive factors of microwear. *Journal of Experimental Biology*, 218, 10, p. 1538-1547, 10.1242/jeb.118406.

HOOGHIEMSTRA H., LÉZINE A.-M., LEROY S.A.G., DUPONT L., MARRET F. 2006 - Late Quaternary Palynology in Marine Sediments: A synthesis of the understanding of pollen distribution patterns in the NW African setting. *Quaternary International*, 148, 1, p. 29-44, 10.1016/j.quaint.2005.11.005.

HOOGHIEMSTRA H., STALLING H., AGWU C.O.C., DUPONT L.M. 1992 - Vegetational and climatic changes at the northern fringe of the Sahara 250,000–5000 years BP: evidence from 4 marine pollen records located between Portugal and the Canary Islands. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 74, 1, p. 1-53, 10.1016/0034-6667(92)90137-6.

HUBLIN J.-J., BEN-NCER A., BAILEY S.E., FREIDLINE S.E., NEUBAUER S., SKINNER M.M., BERGMANN I., LE CABEC A., BENAZZI S., HARVATI K., GUNZ P. 2017 - New fossils from Jebel Irhoud, Morocco and the Pan-African origin of *Homo sapiens*. *Nature*, 546, 7657, p. 289-292, 10.1038/nature22336.

HULLOT M., ANTOINE P.-O., BALLATORE M., MERCERON G. 2019 - Dental microwear textures and dietary preferences of extant rhinoceroses (Perissodactyla, mammalia). *Mammal Research*, 64, 3, p. 397-409, 10.1007/s13364-019-00427-4.

HUMPHREY L.T., FREYNE A., BERRIDGE P.J., BERRIDGE P. 2019 - 15. Human burial evidence. *In:* R.N.E. BARTON, A. BOUZOUGGAR, S.N. COLLCUTT, L.T. HUMPHREY (Eds), *Cemeteries and Sedentism in the Later Stone Age of NW Africa: Excavations at Grotte des Pigeons, Taforalt, Morocco*. Heidelberg: Propylaeum, 2020, Monographien des Römisch Germanisches Zentralmuseum, Band 147, p 443-496, ISBN 978-3-88467-312-6, https://doi.org/10.11588/propylaeum.734.

HUMPHREY L.T., GROOTE I.D., MORALES J., BARTON N., COLLCUTT S., RAMSEY C.B., BOUZOUGGAR A. 2014 - Earliest evidence for caries and exploitation of starchy plant foods in Pleistocene hunter-gatherers from Morocco. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111, 3, p. 954-959, 10.1073/pnas.1318176111.

KAISER T.M., BRASCH J., CASTELL J.C., SCHULZ E., CLAUSS M. 2009 - Tooth wear in captive wild ruminant species differs from that of free-ranging conspecifics. *Mammalian Biology*, 74, 6, p. 425-437, 10.1016/j.mambio.2008.09.003.

KAISER T.M., FRANZ-ODENDAAL T.A. 2004 - A mixed-feeding *Equus* species from the Middle Pleistocene of South Africa. *Quaternary Research*, 62, 3, p. 316-323, 10.1016/j.yqres.2004.09.002.

KAISER T.M., MÜLLER D.W.H., FORTELIUS M., SCHULZ E., CODRON D., CLAUSS M. 2013 - Hypsodonty and tooth facet development in relation to diet and habitat in herbivorous ungulates: implications for understanding tooth wear. *Mammal Review*, 43, 1, p. 34-46, 10.1111/j.1365-2907.2011.00203.x.

KAISER T.M., SCHULZ E. 2006 - Tooth wear gradients in zebras as an environmental prox - a pilot study. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut*, 103, p. 187-210.

KAISER T.M., UERPMANN H.-P., SCHULZ-KORNAS E. 2008 - The diet of Neolithic wild asses (*Equus africanus*, *Equinae*, Perissodactyla) from BHS 18 (Sharjah, United Arab Emirates). *In* H.-P. UERPMANN, M. UPERMANN, J.S. ABBOUD (Éds.), *The Natural Environment of Jebel al-Buhais: Past and Present, Series: The Archaeology of Jebel al-Buhais, Sharjah, United Arab Emirates*. Institut für Ur- und Frühgeschichte und Archäologie des Mittelalters Universität Tübingen. Kerns Verlag, Tübingen, Germany, p. 133-142.

KELLY A., MILLER J.H., WOOLLER M.J., SEATON C.T., DRUCKENMILLER P., DESANTIS L. 2021 - Dietary paleoecology of bison and horses on the Mammoth Steppe of Eastern Beringia based on dental microwear and mesowear analyses. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 572, p. 110394, 10.1016/j.palaeo.2021.110394.

KING T., ANDREWS P., BOZ B. 1999 - Effect of taphonomic processes on dental microwear. *American Journal of Physical Anthropology*, 108, 3, p. 359-373, 10.1002/(SICI)1096-8644(199903)108:3<359::AID-AJPA10>3.0.CO;2-9.

KOK O.B., OPPERMAN D.P.J. 1975 - Habitatsvoorkeure, tropsamestelling en territoriale status van rooihartbeeste in die Willem Pretorius-Wildtuin. *South African Journal of Wildlife Research*, 5, 2, p. 103-110, 10.10520/AJA03794369 1470.

LARRASOAÑA J.C., ROBERTS A.P., ROHLING E.J. 2013 - Dynamics of Green Sahara periods and their role in hominin evolution. *PLOS ONE*, 8, 10, e76514, 10.1371/journal.pone.0076514.

LOGGERS C.O. 1991 - Forage availability versus seasonal diets, as determined by fecal analysis, of *Dorcas* gazelles in Morocco. *Mammalia*, 55, 2, p. 255-268, 10.1515/mamm.1991.55.2.255.

LOGGERS C.O. 1992 - Population characteristics of *Dorcas* gazelles in Morocco. *African Journal of Ecology*, 30, 4, p. 301-308, 10.1111/j.1365-2028.1992.tb00506.x.

LOUYS J., DITCHFIELD P., MELORO C., ELTON S., BISHOP L.C. 2012 - Stable isotopes provide independent support for the use of mesowear variables for inferring diets in African antelopes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279, (1746), p 4441-4446, 10.1098/rspb.2012.1473.

LOUYS J., MELORO C., ELTON S., DITCHFIELD P., BISHOP L. 2011 - Mesowear as a means of determining diets in African antelopes. *Journal of Archaeological Science*, 38, p. 1485-1495, 10.1016/j.jas.2011.02.011.

MACFADDEN B.J. 1988 - Fossil horses from "*Eohippus*" (*Hyracotherium*) to *Equus*, 2: rates of dental evolution revisited. *Biological Journal of the Linnean Society*, 35, 1, p. 37-48, 10.1111/j.1095-8312.1988.tb00457.x.

MAROM N., GARFINKEL Y., BAR-OZ G. 2018 - Times in between: A zooarchaeological analysis of ritual in Neolithic Sha'ar Hagolan. *Quaternary International*, 464, p. 216-225, 10.1016/j.quaint.2017.05.003.

MERCERON G., COLYN M., GERAADS D. 2018 - Browsing and non-browsing extant and extinct giraffids: Evidence from dental microwear textural analysis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 505, p. 128-139, 10.1016/j.palaeo.2018.05.036.

MERCERON G., RAMDARSHAN A., BLONDEL C., BMISSERIE J. R., BRUNETIERE N., FRANCISCO A., GAUTIER D., MILHET X., NOVELLO A., PRET D. 2016 - Untangling the environmental from the dietary: dust does not matter. *Proceedings. Biological Sciences*, 283, p. 1838, 10.1098/rspb.2016.1032.

MICHEL P. 1990 - *Contribution à l'étude paléontologique des vertébrés fossiles du Quaternaire marocain à partir de sites du Maroc atlantique, central et oriental.* Thèse de doctorat du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, Institut de Paléontologie Humaine, 2 vol., 1152 p.

MIHLBACHLER M.C., RIVALS F., SOLOUNIAS N., SEMPREBON G.M. 2011 - Dietary change and evolution of horses in North America. *Science (New York, N.Y.)*, 331, 6021, p. 1178-1181, 10.1126/science.1196166.

MIMOUN J.B., NOUIRA S. 2015 - Food habits of the aoudad *Ammotragus lervia* in the Bou Hedma mountains, Tunisia. *South African Journal of Science*, 111, 11-12, 1-5, 10.17159/sajs.2015/20140448.

MORENO E., ESPESO G. 2008 - *Cuvier's gazelle* Gazella cuvieri *international studbook: managing and husbandry guidelines*. CSIC, Roquetas de Mar, Almeria, Spain, 140 p.

RAMÍREZ-PEDRAZA I., RIVALS F., UTHMEIER T., CHABAI V. 2020 - Palaeoenvironmental and seasonal context of the Late Middle and Early Upper Palaeolithic occupations in Crimea: an approach using dental wear patterns in ungulates. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12, 11, p. 268, 10.1007/s12520-020-01217-9.

RAYNAL J.P., MOHIB A. (dir.) 2016 - Préhistoire de Casablanca : 1- La Grotte des Rhinocéros (fouilles 1991 et 1996), V.E.S.A.M., Rabat, Vol. VI, Publication de l'INSAP, ISBN : 978-9954-39-262-1, 300 p.

RIVALS F., ÁLVAREZ-LAO D.J. 2018 - Ungulate dietary traits and plasticity in zones of ecological transition inferred from late Pleistocene assemblages at Jou Puerta and Rexidora in the Cantabrian Region of northern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 499, p. 123-130, 10.1016/j.palaeo.2018.03.024.

RIVALS F., LISTER A.M. 2016 - Dietary flexibility and niche partitioning of large herbivores through the Pleistocene of Britain. *Quaternary Science Reviews*, 146, p. 116-133, 10.1016/j.quascirev.2016.06.007.

RIVALS F., MIHLBACHLER M.C., SOLOUNIAS N. 2007 - Effect of ontogenetic-age distribution in fossil and modern samples on the interpretation of ungulate paleodiets using the mesowear method. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 27, 3, p. 763-767.

RIVALS F., MIHLBACHLER M.C., SOLOUNIAS N., MOL D., SEMPREBON G.M., VOS J. DE, KALTHOFF D.C. 2010 - Palaeoecology of the Mammoth Steppe fauna from the late Pleistocene of the North Sea and Alaska: Separating species preferences from geographic influence in paleoecological dental wear analysis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 286, 1-2, p. 42-54, 10.1016/j.palaeo.2009.12.002.

RIVALS F., MONCEL M.-H., PATOU-MATHIS M. 2009 - Seasonality and intra-site variation of Neanderthal occupations in the Middle Palaeolithic locality of Payre (Ardèche, France) using dental wear analyses. *Journal of Archaeological Science*, 36, 4, p. 1070-1078, 10.1016/j.jas.2008.12.009.

RIVALS F., RINDEL D., BELARDI J.B. 2013 - Dietary ecology of extant guanaco (*Lama guanicoe*) from Southern Patagonia: seasonal leaf browsing and its archaeological implications. *Journal of Archaeological Science*, 40, 7, p. 2971-2980, 10.1016/j.jas.2013.03.005.

RIVALS F., TAKATSUKI S., ALBERT R.M., MACIÀ L. 2014 - Bamboo Feeding and Tooth Wear of Three Sika Deer (*Cervus Nippon*) Populations from Northern Japan. *Journal of Mammalogy*, 95, 5, p. 1043-1053, 10.1644/14-MAMM-A-097.

RIVALS F., UZUNIDIS A., SANZ M., DAURA J. 2017 - Faunal dietary response to the Heinrich Event 4 in southwestern Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 473, p. 123-130, 10.1016/j.palaeo.2017.02.033.

RUHLMANN A. 1936 - *Les grottes préhistoriques d'»El Khenzira» (région de Mazagan). Contribution à l'étude du Paléolithique marocain (moyen et supérieur)*. Unpublished PhD. Strasbourg University, 142 p.

SAARINEN J., CIRILLI O., STRANI F., MESHIDA K., BERNOR R.L. 2021 - Testing Equid body mass estimate equations on modern zebras—with implications to understanding the relationship of body size, diet, and habitats of *Equus* in the Pleistocene of Europe. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 10.3389/fevo.2021.622412.

SAARINEN J., ERONEN J., FORTELIUS M., SEPPÄ H., LISTER A.M. 2016 - Patterns of diet and body mass of large ungulates from the Pleistocene of Western Europe, and their relation to vegetation. *Palaeontologia Electronica*, 19.3.32A, p. 1-58.

SAARINEN J., LISTER A.M. 2016 - Dental mesowear reflects local vegetation and niche separation in Pleistocene proboscideans from Britain. *Journal of Quaternary Science*, 31, 7, p. 799-808, 10.1002/jqs.2906.

SAM Y. 2018 - Révision des Équidés (Mammalia, Perissodactyla) du site pléistocène moyen du lac Karâr (Tlemcen, Algérie). *Geodiversitas*, 40, 8, p. 171-182.

SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ C., RIVALS F., BLASCO R., ROSELL J. 2016 - Tale of two timescales: combining tooth wear methods with different temporal resolutions to detect seasonality of palaeolithic hominin occupational patterns. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 6, p. 790-797, 10.1016/j.jasrep.2015.09.011.

SCHUBERT B.W., UNGAR P.S., SPONHEIMER M., REED K. 2006 - Microwear evidence for Plio-Pleistocene bovid diets from Makapansgat Limeworks Cave, South Africa. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 241, 2, p. 301-319, 10.1016/j.palaeo.2006.04.004.

SCHUETTE J.R., LESLIE D.M., LOCHMILLER R.L., JENKS J.A. 1998 - Diets of hartebeest and roan antelope in Burkina Faso: support of the long-faced hypothesis. *Journal of Mammalogy*, 79, 2, p. 426-436, 10.2307/1382973.

SCHULZ E., KAISER T.M., 2007 - Feeding strategy of the Urus *Bos primigenius* Bojanus, 1827 from the Holocene of Denmark. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, 259, p. 155-164.

SCHULZ E., KAISER T.M. 2013 - Historical distribution, habitat requirements and feeding ecology of the genus *Equus* (Perissodactyla). *Mammal Review*, 43, 2, p. 111-123, https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2012.00210.x.

SEHASSEH E.M., FERNANDEZ P., KUHN S., STINER M., MENTZER S., COLAROSSI D., CLARK A., LANOE F., PAILES M., HOFFMANN D., BENSON A., RHODES E., BENMANSOUR M., LAISSAOUI A., ZIANI I., VIDAL-MATUTANO P., MORALES J., DJELLAL Y., LONGET B., HUBLIN J.-J., MOUHIDDINE M., RAFI F.-Z., WORTHEY K.B., SANCHEZ-MORALES I., GHAYATI N., BOUZOUGGAR A. 2021 - Early Middle Stone Age personal ornaments from Bizmoune cave, Essaouira, Morocco. *Science Advances*, 7, 39, p. 1-10, 10.1126/sciadv.abi8620.

SEMPREBON G.M., GODFREY L.R., SOLOUNIAS N., SUTHERLAND M.R., JUNGERS W.L. 2004 - Can low-magnification stereomicroscopy reveal diet? *Journal of Human Evolution*, 47, p. 115-144.

SEMPREBON G.M., SISE P.J., COOMBS M.C. 2011 - Potential bark and fruit browsing as revealed by stereomicrowear analysis of the peculiar clawed herbivores known as Chalicotheres (Perissodactyla, Chalicotherioidea). *Journal of Mammalian Evolution*, 18, 1, p. 33-55, 10.1007/s10914-010-9149-3.

SOLOUNIAS N., SEMPREBON G.M. 2002 - Advances in the reconstruction of ungulate ecomorphology with application to early fossil equids. *American Museum Novitates*, 3366, 49 p.

STOETZEL E. 2013 - Late Cenozoic micromammal biochronology of northwestern Africa.*Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 392, p. 359-381.

STOETZEL E., LALIS A., NICOLAS V., AULAGNIER S., BENAZZOU T., DAUPHIN Y., ABDELJALIL EL HAJRAOUI M., EL HASSANI A., FAHD F., FEKHAOUI M., GEIGL E.M., LAPOINTE F.J., LEBLOIS R., OHLER A., NESPOULET R., DENYS C. 2019 - Quaternary terrestrial microvertebrates from mediterranean northwestern Africa: State-of-the-art focused on recent multidisciplinary studies, *Quaternary Science Reviews*, 224, 105966, https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.105966.

STRAUSS T. 2015 - *Cape mountain zebra (Equus zebra zebra) habitat use and diet in the Bontebok National Park, South Africa*. Unpublished PhD. Nelson Mandela Metropolitan University, Port Elizabeth, South Africa, 179 p.

TEAFORD M.F., OYEN O.J. 1989 - In vivo and in vitro turnover in dental microwear. *American Journal of Physical Anthropology*, 80, 4, p. 447-460, 10.1002/ajpa.1330800405.

TJALLINGII R., CLAUSSEN M., STUUT J.-B.W., FOHLMEISTER J., JAHN A., BICKERT T., LAMY F., RÖHL U. 2008 - Coherent high- and low-latitude control of the northwest african hydrological balance. *Nature Geoscience*, 1, p. 670-675.

ULBRICHT A., MAUL L.C. and SCHULZ E. 2015 - Can mesowear analysis be applied to small mammals? A pilot-study on Leporines and Murines. *Mammalian Biology*, 80, 1, p. 14-20, 10.1016/j.mambio.2014.06.004.

UZUNIDIS A. 2020 - Dental wear analyses of Middle Pleistocene site of Lunel-Viel (Hérault, France): Did *Equus* and *Bos* live in a wetland? *Quaternary International*, 557, p. 39-46, 10.1016/j.quaint.2020.04.011.

UZUNIDIS A. 2021 - Middle Pleistocene variations in the diet of *Equus* in the South of France and its morphometric adaptations to local environments. *Quaternary*, 4, 3, p. 23, 10.3390/quat4030023.

UZUNIDIS A., BRUGAL J.-P. 2018 - Les grands herbivores (Bovinés, Équidés, Rhinocérotidés, Proboscidiens) de la fin du Pléistocène Moyen : la couche 9 de Coudoulous II (Lot, Quercy, Sud-Ouest France). *Paleo*, 29, p. 223-249.

UZUNIDIS A., PINEDA A., JIMÉNEZ-MANCHÓN S., XAFIS A., OLLIVIER V., RIVALS F. 2021 - The impact of sediment abrasion on tooth microwear analysis: an experimental study. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 13, 8, p. 134, 10.1007/s12520-021-01382-5.

UZUNIDIS A., RIVALS F., BRUGAL J.-P. 2017 - Relation between morphology and dietary traits in horse jugal upper teeth during the Middle Pleistocene in Southern France. *Quaternaire*, 28, 3, p. 303-312, 10.4000/quaternaire.8256.

UZUNIDIS-BOUTILLIER A. 2017 - *Grands herbivores de la fin du Pléistocène moyen au début du Pléistocène supérieur dans le sud de la France. Implications anthropologiques pour la lignée néandertalienne*. Unpublished PhD. Aix-Marseille University, Aix-en Provence : 788 p.

VAN ZYL J.H.M. 1965 - The vegetation of the S. A. Lombard Nature Reserve and its utilisation by certain antelope. *Zoologica Africana*, 1, 1, p. 55-71, 10.1080/00445096.1965.11447299.

VENTER J.A., KALULE-SABITI M.J. 2016 - Diet composition of the large herbivores in Mkambati Nature Reserve, Eastern Cape, South Africa. *African Journal of Wildlife Research*, 46, 1, p. 49-56, 10.3957/056.046.0049.

WALKER A., HOECK H.N., PEREZ L. 1978 - Mecrowear of mammalian teeth as an indicator of diet. *Science*, 201, 4359, p. 908-910.

WARD D., SALTZ D. 1994 - Forging at different spatial scales: *Dorcas* gazelles foraging for lilies in the Negev Desert. *Ecology*, 75, 1, p. 48-58, 10.2307/1939381.

WEBER K., WINKLER D.E., SCHULZ-KORNAS E., KAISER T.M., TÜTKEN T. 2021 - The good, the bad and the ugly - A visual guide for common post-mortem wear patterns in vertebrate teeth. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 578, p. 110577. https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2021.110577

WEBER K., WINKLER D.E., SCHULZ-KORNAS E., KAISER T.M., TÜTKEN T. 2022 - Post-mortem enamel surface texture alteration during taphonomic processes-do experimental approaches reflect natural phenomena? *PeerJ*, 10, e12635. https://doi.org/10.7717/peerj.12635

WINKLER D.E., SCHULZ-KORNAS E., KAISER T.M., CODRON D., LEICHLITER J., HUMMEL J., MARTIN L.F., CLAUSS M., TÜTKEN T. 2020 - The turnover of dental microwear texture: testing the "last supper" effect in small mammals in a controlled feeding experiment. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 557, p. 109930, 10.1016/j.palaeo.2020.109930.

WRONSKI T., SCHULZ-KORNAS E. 2015 - The Farasan Gazelle - A frugivorous browser in an arid environment? *Mammalian Biology*, 80, 2, p. 87-95, 10.1016/j.mambio.2014.12.002.

XAFIS A., NAGEL D., BASTL K. 2017 - Which tooth to sample? A methodological study of the utility of premolar/non-carnassial teeth in the microwear analysis of mammals. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 487, p. 229-240. https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.09.003.

NOUVELLES DONNÉES SUR LES OCCUPATIONS HUMAINES DANS LA ZONE CÔTIÈRE DE L'OUED EL AKARIT AU PLÉISTOCÈNE SUPÉRIEUR (TUNISIE MÉRIDIONALE)

Nabiha Aouadi[a]

a. *Institut National du Patrimoine, Tunisie - aouadi73@yahoo.fr*

RÉSUMÉ

Connus depuis les années trente du siècle dernier, les multiples sites préhistoriques de plein air de l'Oued el Akarit sont situés sur les deux rives de son cours inférieur qui est très encaissé dans la plaine littorale et se jette dans le golfe de Gabès au sud-est de la Tunisie. L'Oued el Akarit est délimité par la Méditerranée à l'est (le rivage actuel est à environ 4 km des sites préhistoriques), les chotts (un milieu endoréique fermé), et les montagnes de Romana et Zemlet el Beida à l'ouest et au sud. Différents endroits ont été fouillés le long de ce grand fleuve côtier bien connu par les géomorphologues et les préhistoriens, allant du Middle Stone Age à l'Épipaléolithique. Les datations ont concerné principalement les niveaux attribués au Middle Stone Age et s'échelonnent entre 120 ka BP et 40 ka BP. Nous exposerons dans ce présent travail les derniers résultats des fouilles effectuées dans les sites attribués au Middle Stone Age. Ces fouilles ont été réalisées dans différents endroits fossilifères de l'Oued el Akarit, en particulier le secteur Est proche de la voie ferrée, le Sondage S1 dit « de Gobert » et le sondage 8. En dépit de sa localisation géographique actuelle non loin de la côte maritime, aucun élément organique d'origine marine ou côtière n'est présent dans les zones fouillées. Cela pose la question de la position géographique de la ligne du rivage durant le Pléistocène supérieur et sur la relation Homme/Mer à cette période-là.

HORS-SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 2 | Données récentes sur la Préhistoire d'Afrique du Nord – Occupations humaines, paléoenvironnements et relations avec le reste du continent

PAGES 228 À 243

MOTS-CLÉS *Middle Stone Age*, Pléistocène supérieur, Tunisie, modes de vie, relation Homme/Mer.

ABSTRACT

New Data about human occupations during the Upper Pleistocene in Wadi el Akarit coastal area (South-eastern Tunisia).

Known since the thirties of the last century, several prehistoric open-air settlements of the Wadi el Akarit are located on both banks of its lower course, which is very deep in the coastal plain and flows into the Gulf of Gabes in the southeast of Tunisia. Wadi el Akarit is bounded by the Mediterranean Sea to the east (the shoreline is about 4 km from prehistoric sites), the chotts (a closed endoreic environment), and the mountains of Romana and Zemlet el Beida to the west and south. Different sites have been excavated along this main coastal river, which are well known by the geomorphologists and prehistorians and ranging from Middle Stone Age to Epipalaeolithic. The dating has mainly concerned the levels from the Middle Stone Age and ranges from 120 ka BP to 40 ka BP. In this study, we present the latest results of the excavations carried out in the sites attributed to the Middle Stone Age. These excavations were undertaken in different fossiliferous areas of Wadi el Akarit, such as the large eastern sector nearby the railway, the S1 survey known as «survey of Gobert» and survey 8. In spite of its current geographical location close to the maritime coast, neither organic element of marine nor the coastal origin is present in the different excavated areas. This raises the question of the geographical position of the shoreline during the Late Pleistocene and the relationship between man and Mediterranean Sea at that time.

KEY-WORDS Middle Stone Age, Upper Pleistocene, Tunisia, lifestyles, relationship Man/Sea.

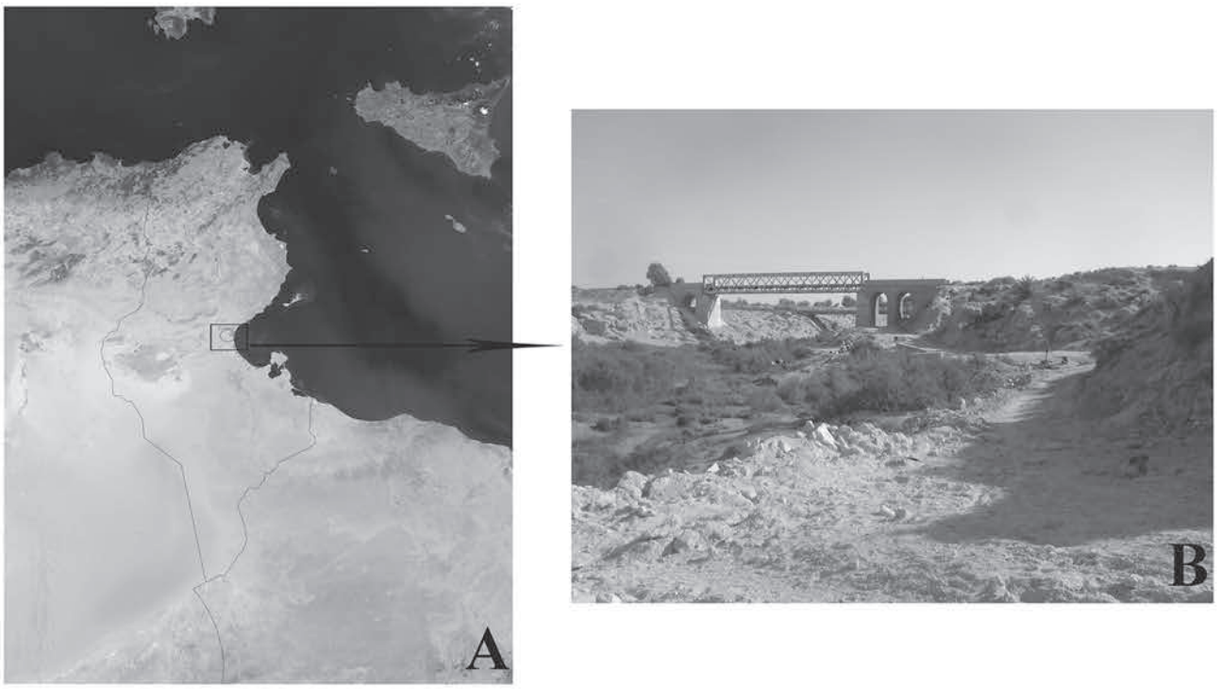
INTRODUCTION

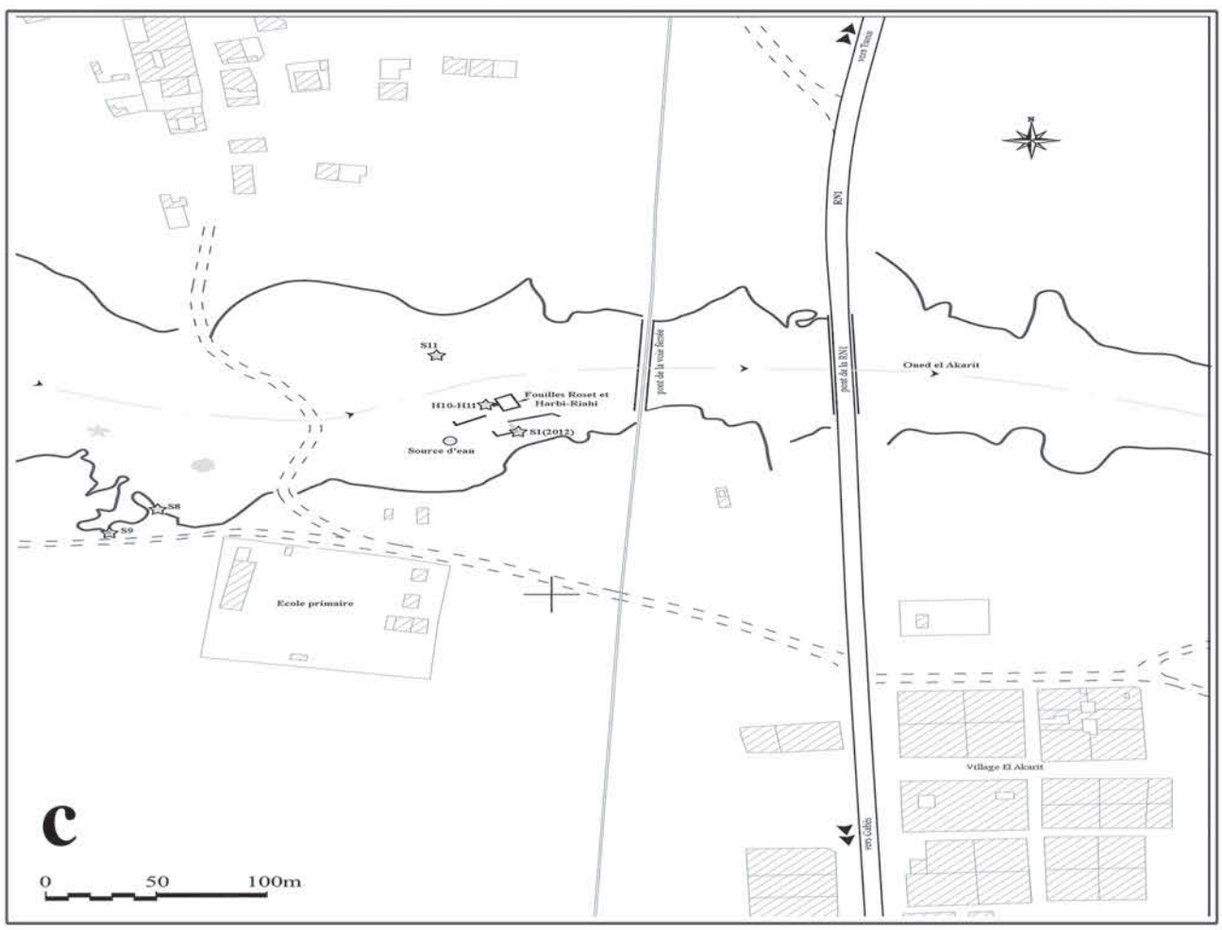
Évoqué pour la première fois par E.G. Gobert en 1933, le site attribué au Middle Stone Age d'El Akarit est situé dans une zone présaharienne à 30 km au nord de la ville actuelle de Gabès en rive droite de l'Oued el Akarit. Il fut fouillé d'abord par Gobert et Howe en 1951 (Gobert 1933 ; Gobert et Howe 1955), puis par Page en 1967 et 1968 (Page 1972). Plusieurs hydrologues et surtout géomorphologues se sont intéressés aux multiples séquences stratigraphiques complexes du Pléistocène moyen et supérieur de l'Oued el Akarit. R. Coque (1962) y établit la définition de son glacis 2 (Pléistocène supérieur). Il s'agit d'un complexe sédimentaire argileux et sableux interstratifié de lentilles à galets, de croûtes gypseuses et de paléosols. W. D. Page (1972) distinguait deux formations sédimentaires : la plus ancienne dite « formation de l'Oued el Akarit » d'âge Pléistocène supérieur à la base et la seconde, plus récente dite « formation Demna » d'âge Holocène au sommet ravinant la précédente. R. Paskoff et P. Sanlaville (1983 p.116) soulignent que l'Oued el Akarit présente un intérêt particulier pour la compréhension du Quaternaire supérieur. Plusieurs sources artésiennes et salées engendrées par le jeu de failles normales de faible rejet bordent l'Oued de part et d'autre de son lit actuel qu'elles alimentent en eau pérenne. Entre 1991 et 1998, des fouilles systématiques ont été pratiquées par J.P. Roset (IRD, France) et M. Harbi-Riahi (INP, Tunisie) dans le secteur Est situé sur la rive droite de l'Oued El Akarit (près de la voie ferrée et du pont de la route nationale 1 enjambant tous les deux le lit de l'oued) et attribué culturellement au Paléolithique moyen (**fig. 1**). Ces fouilles, publiées en 2007, ont démontré la présence de deux niveaux archéologiques superposés, appelés niveau 1 et niveau 0. Le niveau 1 qui fait 20 m^2 de superficie sur une épaisseur variant entre 5 et 20 cm, est le plus important, et serait en place. Il a été nommé aussi sol archéologique. Il est scellé par le niveau 0 qui est une couche argileuse remaniée contenant des pièces lithiques de facture moustérienne. Un troisième niveau (niveau 2), non fouillé, a été identifié dans le carré F3, sous le niveau 1. Plusieurs méthodes de datation ont été appliquées au niveau 1 attribué au Paléolithique moyen.

Ainsi, les dates radiocarbone (sur des fragments de bois, Gif-sur-Yvette, Fontugne et Hatté 2007) ont donné des âges supérieurs à 54 000 ans BP (limite de la méthode).

L'application de la méthode Uranium-Thorium (Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement, Gif-sur-Yvette, Reyss *et al.* 2007) montre que le niveau 1 serait antérieur à 70 000 ans.

Les dates obtenues par thermoluminescence appliquée à des pièces lithiques brûlées provenant d'un sol d'habitat appartenant au niveau 1 vont de 190 000 à 80 000 ans (Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement, Gif-sur-Yvette, Laboratoire Pierre Süe, CEA Saclay, Reyss *et al.* 2007). Les deux dernières méthodes de datation ont montré clairement la présence d'un problème de mobilisation des radioéléments lors du recouvrement du niveau 1 par des couches sédimentaires survenu il y a 70 000 ans environ (Reyss *et al.* 2007). Entre 2012 et 2019, une reprise des fouilles par l'Institut National du Patrimoine dans le cadre d'une convention de coopération





— FIGURE 1 —

A. Localisation de l'Oued el Akarit, B. Vue générale du côté ouest des sites préhistoriques sur la rive droite de l'Oued el Akarit, C. Détails des sites étudiés du MSA.

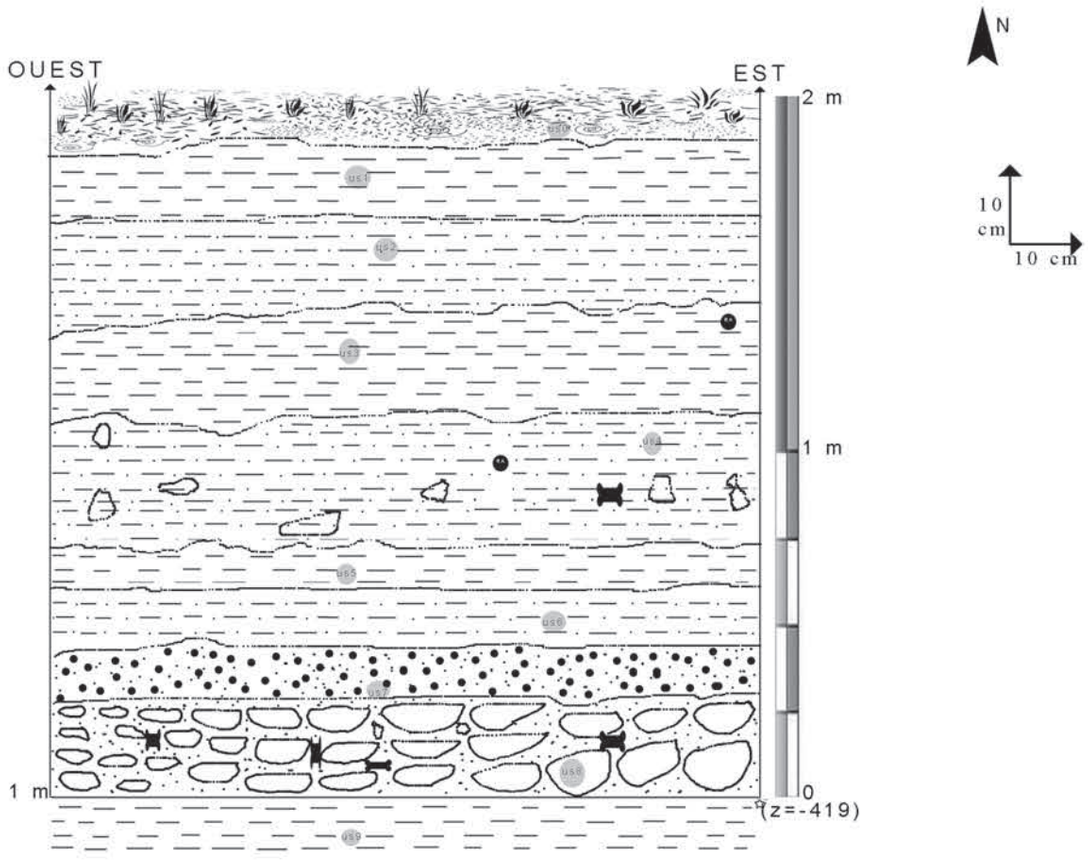
A. Location of Wadi el Akarit, B. General view of the western side of the prehistoric sites from right side of Wadi el Akarit, C. Details of the sites which belong to the MSA.

bilatérale entre ce dernier et l'université d'Oxford (Directions de Nabiha Aouadi, Nick Barton et Lotfi Belhouchet) a été faite dans différentes zones de l'Oued El Akarit avec l'objectif de mieux comprendre les modes de formation des différentes séquences stratigraphiques quaternaires couplés à des datations radiométriques et des analyses détaillées des différents objets archéologiques. Une corrélation stratigraphique a pu être faite entre les niveaux archéologiques fouillés par Roset et Riahi-Harbi (2007) (niveaux 0 et 1) et les niveaux identifiés dans les nouveaux carrés fouillés en 2012 (H10 et H11). Ces deux carrés font suite au site fouillé par Roset et Riahi-Harbi (**fig. 2**).

RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES RESTES FAUNIQUES

Nous allons présenter de façon succincte les principaux résultats des analyses archéozoologiques des vestiges fauniques issus des différentes missions de fouilles faites à l'Oued el Akarit. L'objectif est d'appréhender les comportements de subsistance de ces chasseurs du Middle Stone Age.

Des fouilles réalisées par Roset et Harbi-Riahi nous avons un total de 1092 vestiges osseux extraits principalement des deux niveaux archéologiques (niveau 0 et niveau 1).



Légende

US 0 : Sol superficiel remanié.
US 1 : Niveau argileux verdâtre remanié.
US 2 : Niveau argilo-sableux renfermant du silex et des os remaniés.
US 3 : Niveau argileux verdâtre avec des objets archéologiques en place.
US 4 : Niveau limono-sableux avec des os et du silex en place.
US 5 : Niveau argilo-verdâtre avec quelques objets archéologiques en place.
US 6 : Niveau limono-sableux avec objets archéologiques en place.
US 7 : Niveau limoneux avec vestiges lithiques et osseux.
US 8 : Niveau enduré avec silex noir et os epigénéisés (correspondant au niveau 1 des anciennes fouilles).
US 9 : Niveau argileux verdâtre très humide avec peu de matériel archéologique.
● : endroit de mesure de la radioactivité et des échantillonnages.

— FIGURE 2 —

Coupe stratigraphique prise au niveau du Carré H10 (Face Nord). *Stratigraphic section taken at Square H10 (North Face).*

Les restes fauniques identifiés anatomiquement forment 34,1 % du stock osseux. Les restes déterminés taxinomiquement forment 28,6 % du total osseux. Les restes indéterminés (anatomiquement et taxinomiquement) sont majoritaires avec 65,9 % du total. La répartition du nombre de restes des différents taxons entre le niveau 0 et le niveau 1 montre une distribution similaire à l'exception des reptiles qui sont présents uniquement dans le niveau 1 (**fig. 3**). Afin d'avoir une vision globale du comportement humain à l'Oued el Akarit, l'interprétation portera sur la totalité des restes fauniques rassemblés dans un seul corpus.

Avec quatre espèces de bovidés, deux espèces d'équidés et une seule espèce de rhinocéros, le spectre faunique est très peu diversifié (**tabl. 1**). On note l'absence totale d'Alcelaphni, de carnivores, de lagomorphes, d'insectivores, de rongeurs et de restes de poissons et pourtant le secteur fouillé est limitrophe du rivage méditerranéen actuel. Au niveau du NMI de combinaison, on note que les équidés et les bovidés sont les animaux les plus chassés par les occupants du site avec un NMIc respectivement de 7 et de 8. Les Bovini (*Bos primigenius* et *Pelorovis antiquus*) sont représentés par un seul individu pour chaque espèce. La gazelle dorcas et l'*Equus mauritanicus* sont les deux espèces les plus consommées à l'Oued el Akarit avec 5 individus pour chaque espèce. On note également que *Ceratotherium mauritanicum* est représenté uniquement par deux individus. Des restes de plaques osseuses (10 fragments du niveau 1) de tortue d'eau douce (difficile de distinguer le taxon à partir des plaques) sont également présents en association avec deux fragments de carapaces de tortue terrestre. Nous développons dans ce qui suit, la représentation squelettique pour les principaux taxons présents à l'El Akarit.

Ceratotherium mauritanicum (NR=72)

Ce sont les restes crâniens qui sont les plus présents dans le site. Les ceintures thoracique et pelvienne sont représentées par deux restes pour chaque type. Les os longs de la patte antérieure (n=4) sont moins représentés que ceux de la patte postérieure (n=6). Les métatarses et les tarses sont bien représentés alors que les métacarpes et les carpes sont absents (**fig. 4A**).

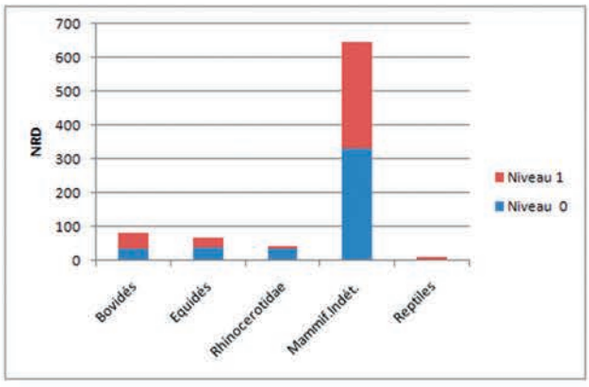


FIGURE 3

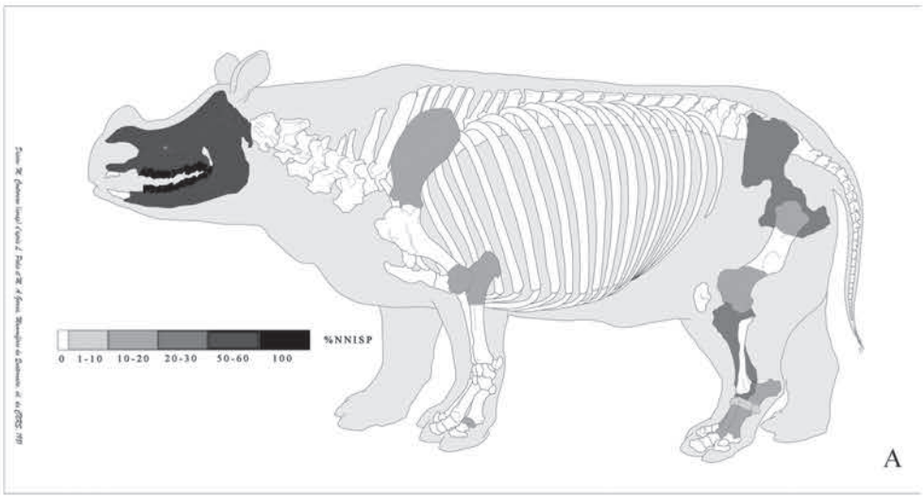
Distribution des restes fauniques selon les niveaux (secteur Est).
Distribution of faunal remains from different levels (sector East).

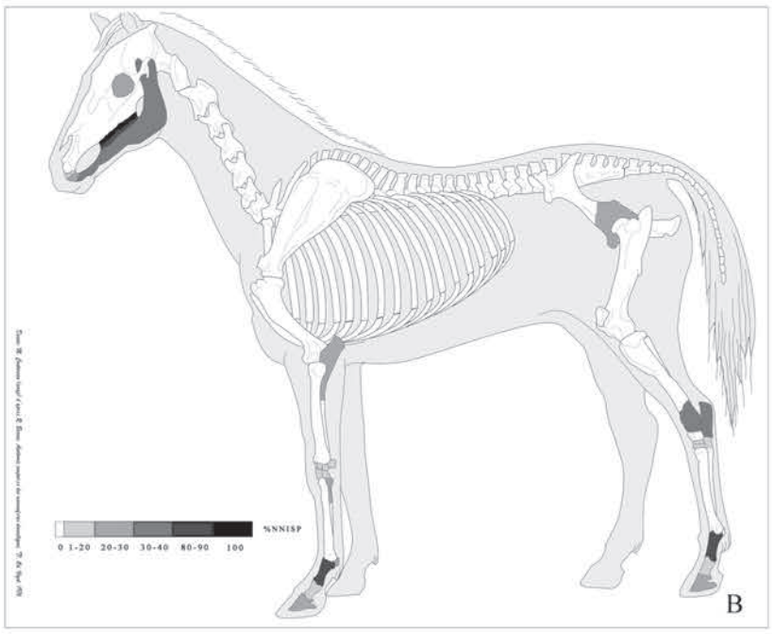
			Fouilles de Roset et Harbi-Riahi NMI combinaison						Fouilles de 2012 (H10 et H11) NMI combinaison					
		Espèce	NRD	%NRD	Jeune	Adulte	Vieux	Total	NRD	%NRD	Jeune	Adulte	Vieux	Total
Bovidés NMIC (bovidés) =8	Bovini	*Bos primigenius*	7	2.9	0	1	0	1	3	1,9	0	1	0	1
		Pelorovis antiquus	8	3,2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	Hippotragini	*Hippotragus equinus*	2	0.8	0	1	0	1	1	0,6	0	1	0	1
		Oryx sp.	0	0	0	0	0	0	2	1,3	0	1	0	1
	Antilopini	*Gazella dorcas*	22	9	1	4	0	5	0	0	0	0	0	0
		Gazella sp.	0	0	0	0	0	0	25	16,2	1	1	0	2
NMIC (équidés) =7		*Equus mauritanicus*	78	32	1	3	1	5	40	26,0	1	1	0	2
		Equus cf. melkiensis	41	16.9	1	0	1	2	50	32,5	1	1	1	3
NMIC (rhinocéros) = 2		*Ceratotherium mauritanicum*	72	29.6	0	2	0	2	19	12,3	0	1	1	2
Oiseau		*Struthio* sp.	0	0	0	0	0	0	9	5,8				
Chélonien		*Mauremys* sp. *ou Emys* sp.	10	4.1	*	*	*	*		0				
		Testudo sp.	2	0.8	*	*	*	*	5	3,2	0	1	0	1
Total			242	100	3	12	2	17	154	100	3	8	2	13

— TABLEAU 1 —

Liste faunique du site secteur Est et des carrés H10 et H11 (fouilles de 2012) de l'Oued el Akarit. NRD : Nombre de Restes Déterminés. NMI de combinaison (en regroupant tous les niveaux stratigraphiques du secteur Est et les degrés d'usure dentaire).

Faunal list from the Eastern sector and squares H10 and H11 (excavations of 2012) of Wadi el Akarit. NISP: Number of Identified Specimens. MNI (Minimum Number of Individuals by putting together all stratigraphic levels of the Eastern sector and the degrees of teeth wears).





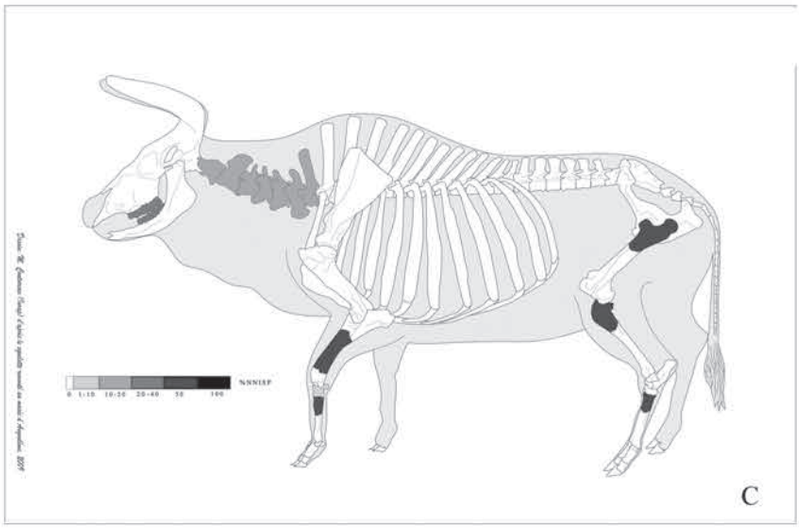


FIGURE 4

Représentations squelettiques des principaux groupes fauniques : A. *Ceratotherium mauritanicum*, B. *Equus mauritanicus*, C. Bovini.

Skeletal-element frequencies of the main faunal groups: A. Ceratotherium mauritanicum, *B.* Equus mauritanicus, *C. Bovini.*

Equus mauritanicus (NR=78)

Cette espèce est principalement représentée par les restes dentaires (73 % du NRD) répartis de façon presque équivalente entre les dents supérieures et inférieures. La ceinture pelvienne est représentée par un seul fragment d'os coxal. Les os longs sont rares avec un fragment proximal d'ulna et deux fragments distaux de tibia. Les os courts sont également peu fréquents. Les phalanges notamment les premières sont bien représentées, en revanche les deuxièmes et troisièmes sont peu représentées (**fig. 4B**). Les légères corrélations négatives entre le % MAU et la densité de tous les os d'équidés présents dans ce secteur montrent une meilleure conservation des os les moins denses, mais elles ne sont pas statistiquement significatives. Il faut envisager que d'autres facteurs sont intervenus sur cet assemblage (Homme *vs* carnivore *vs* transport fluviatile). Le nombre minimum d'individus est de cinq répartis en un individu jeune, trois adultes et un vieux (en utilisant l'usure dentaire des M1/M2 supérieures). En se servant de la présence/absence de fortes canines, nous pouvons déduire que la structure de la cohorte est de type harem composé d'un jeune mâle et de plusieurs femelles et d'un individu sénile.

Bovini (NR=25)

Les Bovini sont majoritairement représentés par des restes crâniens dont un crâne de *Bos primigenius*, des chevilles osseuses de *Pelorovis antiquus* et des restes dentaires, soit respectivement 1 individu adulte. Le squelette axial est représenté par une seule vertèbre cervicale. Les ceintures thoracique et pelvienne sont absentes. Les os longs sont représentés par un élément de la patte antérieure (diaphyse de radius) et deux éléments de la patte postérieure (un fragment proximal de fémur et un fragment proximal de tibia). Un seul carpe représente les os courts (**fig. 4C**). Les éléments de forte densité structurelle sont représentés par des proportions différentes (faible et forte). La corrélation entre la densité d'un élément et son pourcentage de survie est non significative, montrant que sa présence n'est pas liée à sa densité osseuse. Un fragment proximal de métacarpe de *Bos primigenius* appartient à une femelle en raison de ses faibles dimensions.

Gazella dorcas (NR=22)

La gazelle de dorcas est essentiellement représentée par des os courts notamment des tarses (essentiellement les talus). La ceinture thoracique est représentée par un seul fragment de scapula. Les os longs sont représentés par deux fragments de patte postérieure (tibia). Nous notons l'absence de corrélation entre la densité des os et leur présence sur le site. Cela signifie que la conservation différentielle n'intervient pas sur l'assemblage osseux des gazelles. La structure particulière de cet assemblage est à expliquer par l'activité anthropique et/ou l'activité des carnivores. Le nombre minimum d'individus de gazelle dorcas est de 5 répartis entre 4 individus adultes et un seul individu jeune.

LES ESQUILLES

Le classement des esquilles selon les classes de taille des mammifères (Aouadi 2014) montre que les espèces de taille moyenne (3-4) sont largement majoritaires (représentées par les restes des Hippotragini et de l'*Equus* de Melki) (**fig. 5**). Pour plus de précisions, nous avons classé les restes de bovidés en classes de taille. Elles montrent que les restes de bovidés de taille 1, c'est-à-dire les gazelles, sont les plus fréquents sur le site.

CONSERVATION ET ACTIONS HUMAINES

Nous remarquons qu'à l'Oued el Akarit, les os compacts sont surreprésentés alors que les os spongieux sont sous-représentés (**tabl. 2**). Le pourcentage des cassures sur os sec est de 9,3 %. La fracturation des os se fait préférentiellement à l'état frais avec 53,4 % signifiant une forte pratique de récupération de la moelle osseuse. Ce sont les cassures en spirale qui sont presque exclusivement présentes (**tabl. 3**) . Dans l'assemblage de l'Oued el Akarit, 27,1 % du stock osseux portent des marques de découpe (NR=899) (**tabl. 4**).

Sur les os du rhinocéros, les marques sont localisées sur la face supérieure de l'os frontal d'un crâne et sont liées à une activité de décharnement. Les os charnus sont les plus concernés par les activités de décharnement. En effet, un humérus de *Ceratotherium* porte de fines traces sur la

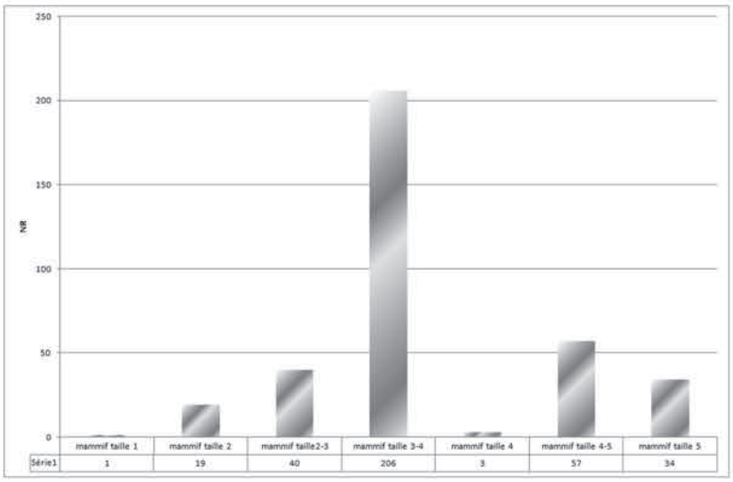


FIGURE 5

Distribution des esquilles osseuses selon les groupes de mammifères.

Distribution of bones splinters into mammals groups.

	Email		Spongieux		C+S		Compact	
Déterminés+Indéterminés	NR	%NR	NR	%NR	NR	%NR	NR	%NR
Total =1081	164	15,2	52	4,8	111	10,3	754	69,7

TABLEAU 2

Histologie de l'assemblage osseux du secteur Est de l'Oued el Akarit.

Histology of bone assemblages from the eastern sector of Wadi el Akarit.

		NR	%NR
Cassure sur os sec	Transverse	3	0,9
	Escalier	27	8,4
Total des cassures sur os sec		**30**	**9,3**
Cassure sur os frais	Oblique	-	-
	V-shaped	1	0,3
	Spirale	171	53,1
Total des cassures sur os frais		**172**	**53,4**
Os sec ou frais	Longitudinal	120	37,3
Total		**322**	**100**

TABLEAU 3

État de fraîcheur des os et types de cassure chez tous les taxons du secteur Est de l'Oued el Akarit.

Fresh state of bones and types of breakage in all taxa from the eastern sector of Wadi el Akarit.

	NR (avec des traces de découpe)	%NR
Ceratotherium sp.	9	3.7
Équidés	8	3,3
Bovini	3	1,25
Antilopini	3	1,25
Mammifères Indéterminés	220	90,5
Total	**243**	**100%**

TABLEAU 4

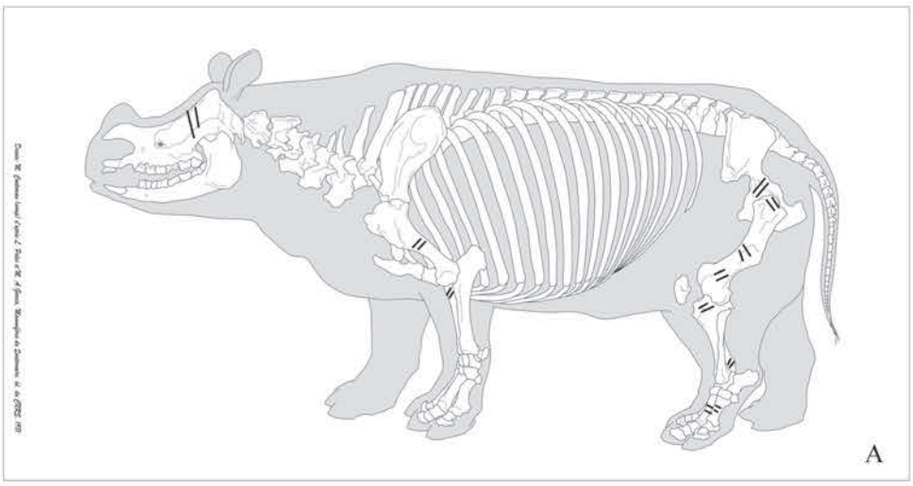
Répartition des traces de découpe dans l'assemblage osseux du secteur Est de l'Oued el Akarit.

Scattering of cutmarks in the bone assemblage from the eastern sector of Wadi el Akarit.

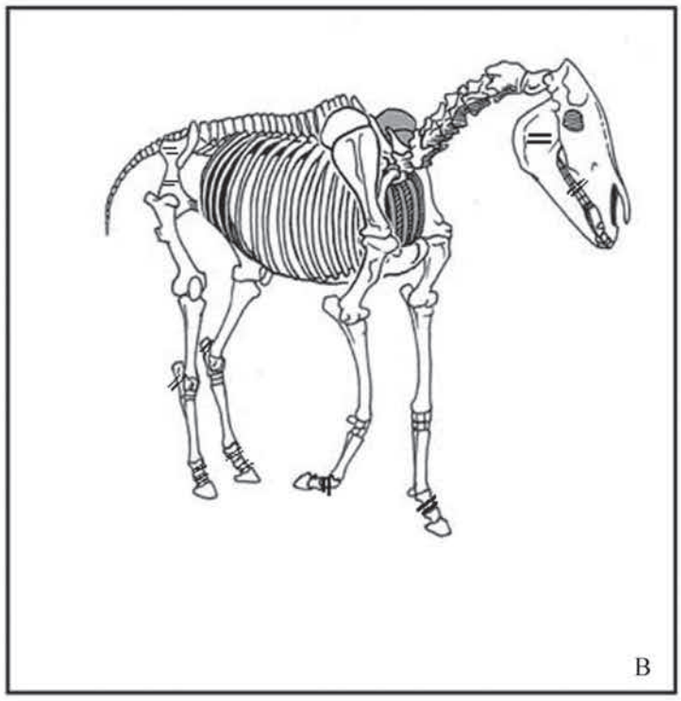
face médiale de la diaphyse liées à une activité de décharnement au niveau de la zone musculaire. Un radius montre sur la face antérieure de l'extrémité proximale et de la diaphyse de très fines traces de découpe. Elles correspondent à des activités de désarticulation et de décharnement. Le fémur montre plusieurs traces sur la tête fémorale liées à une activité de désarticulation. Sur l'acétabulum d'un os coxal, nous remarquons plusieurs traces de découpe en rapport avec une pratique de désarticulation Coxal/Fémur. Enfin, les deux métatarses présents sur le site montrent diverses marques sur toutes les faces de leur diaphyse dues au retrait de la peau (**fig. 6A**).

Sur les restes crâniens des équidés, nous avons un fragment d'une surface génienne mandibulaire qui montre des marques sur sa face externe liée à un retrait de la langue et des muscles génio-hyoïdien et génio-glosse. Cette activité a engendré des traces visibles sur la face vestibulaire d'une P3/P4 inférieure. Un fragment d'acétabulum présente des traces de découpe liées à une activité de désarticulation. Les activités de dépouillement sont démontrées par les traces de découpe qui se retrouvent sur les phalanges et le calcanéum (**fig. 6B**).

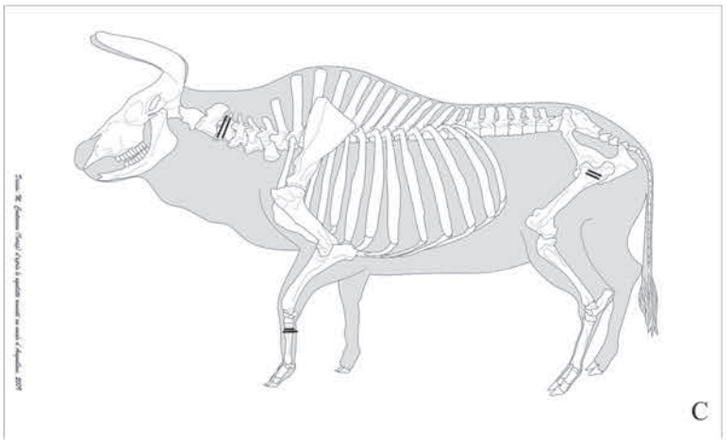
Chez les Bovini, une vertèbre cervicale (3 ou 4e) montre plusieurs traces sur la tête vertébrale qu'on pourrait associer à une pratique de séparation du crâne du squelette axial (**fig. 6C**). Un fragment proximal de fémur de *Pelorovis* montre diverses traces sur toutes les faces liées aux pratiques de désarticulation et aux prélèvements de viande. Un fragment proximal de métacarpe de l'aurochs présente des marques de découpe sur la face antérieure avec une cassure en spirale et des points d'impact sur la diaphyse qu'on pourrait accorder aux pratiques de récupération de la moelle dans la cavité médullaire.



A



B



C

FIGURE 6

Localisation des marques de découpe sur les os de : A : *Ceratotherium mauritanicum*, B. Les équidés, C. Les Bovini.

Location of cutmarks on the bones remains of: A: Ceratotherium mauritanicum, *B. Equids, C. Bovini.*

LES GAZELLES

Les restes de gazelle montrent des traces sur les phalanges (marques sur la face plantaire de la troisième phalange) et les tarses qui laissent supposer une intention de prélèvement de la peau de l'animal.

LES FOUILLES DE 2012 (H10/H11)

Sur un total de 1027 restes fauniques extraits des nouvelles fouilles de l'Oued el Akarit, nous avons seulement 117 restes avec des marques de découpe représentant 11,4 % du stock. L'analyse de la localisation de ces traces sur les ossements montre une dominance de traces liées aux activités de décharnement. Le sondage 8 (daté entre 30-40 ka, Barton *et al.* 2021) est localisé plus à l'ouest du site fouillé par Roset et Harbi-Riahi sur la berge droite de l'Oued el Akarit. Au total 210 restes fauniques sont extraits de ce sondage. Ce sont essentiellement des mammifères de grande à moyenne taille qui sont présents dans ce sondage dans un état de conservation médiocre. Les bovidés sont dominants reflétant un paysage ouvert (**tabl. 5**). Par rapport aux fouilles de Roset et Harbi-Riahi, celles de 2012 ont révélé la présence outre des taxons déjà identifiés, de restes d'Oryx et de fragments d'œuf d'autruche dans les niveaux moyens.

Taxon/Groupe zoologique	NR
Equus mauritanicus	5
Ceratotherium sp.	1
Hippotragini	3
Antilopini	3
Bovidés classe 1	1
Bovidés classe 2-3	1
Bovidés classe 3	3
Mammifères classe 2-3	6
Mammifères classe 3-4	26
Mammifères classe 4-5	18
Mammifères classe 5-6	6
Bovidés indéterminés	5
Mammifères indéterminés	198
Autruche (fragments d'œuf)	7

— TABLEAU 5 —

Restes fauniques du sondage 8 de l'Oued el Akarit.

Faunal remains from survey 8 in the Wadi el Akarit.

Groupe faunique	NR
Artiodactyle	9
Périssodactyle	6
Mammifères indéterminés	39
Total	54

TABLEAU 6

Distribution des restes fauniques extraits du sondage S1/dit « sondage de Gobert ».

Scattering of faunal remains unearthed from the S1/ called "survey of Gobert".

Du sondage S1 dit aussi « sondage de Gobert », les restes fauniques sont peu nombreux et appartenant aux artiodactyles et aux périssodactyles (**tabl. 6**).

SYNTHÈSE

Dans la zone fouillée par Roset et Harbi-Riahi, le spectre faunique est peu diversifié. Les carnivores sont seulement présents à travers les traces de leurs dents sur les ossements. Les Alcelaphini, tribu sédentaire et adaptée à un milieu de prairie, toujours présente dans les sites du Pléistocène supérieur en Tunisie (Aouadi 2014, 2022) sont totalement absents à l'Oued el Akarit. Les périssodactyles (*Equus* et *Ceratotherium*) sont largement majoritaires dans les assemblages osseux extraits des fouilles de Roset et Harbi-Riahi et des carrés H10 et H11 (fouilles de 2012). Les restes crâniens des périssodactyles et des artiodactyles sont prépondérants suivis par les éléments de la patte arrière (fémur et tibia) et avant (humérus et radius).

En analysant les classes d'âge de la série osseuse et dentaire de tous les animaux nous obtenons un résultat qui montre une dominance des taxons à l'âge adulte (**fig. 7**).

Essai de reconstitution du Paléoenvironnement

À El Akarit, ce sont les périssodactyles qui dominent largement le spectre faunique avec 82 % des NRD du site. Ces périssodactyles comportent essentiellement le rhinocéros et l'*Equus mauritanicus*.

Afin d'avoir une idée plus claire du paléoenvironnement à El Akarit au Pléistocène supérieur, nous avons appliqué la méthode des associations fauniques formant les assemblages fauniques extraits des fouilles de Roset et Harbi-Riahi dans le secteur Est durant les années 90 du siècle dernier. Ainsi nous remarquons que l'assemblage faunique de l'Oued el Akarit est formé de deux groupes : le groupe de milieu ouvert non désertique avec 72,2 % de l'ensemble des NRD (équidés et rhinocéros) et le groupe de milieu ouvert et désertique avec 27,8 % du total qui est formé par la gazelle dorcas et les Hippotragini. Le calcul du rapport Alcelaphini+Antilopini/Bovidés*100= 25,5 %. Le secteur Est d'El Akarit montre des taxons à la fois de savane et de milieux marécageux. Le spectre faunique reflète une dégradation climatique sensible et progressive avec l'installation du Pléistocène supérieur. Généralement, d'après H. Ben Ouezdou (1986) au Pléistocène supérieur et à l'Holocène, le climat dans cette région tend vers l'assèchement avec la formation de croûtes gypseuses. Les résultats de l'analyse xylologique et anthracologique du matériel ligneux provenant du niveau 1, dans le secteur Est, témoignent d'un climat aussi sec, sinon davantage que l'actuel, comportant des conditions thermiques hivernales douces très comparables ou un peu plus froides (Thinon 2007). L'étude pollinique du secteur Est montre une dominance absolue des pollens de Chénopodiacées et l'extrême rareté des pollens arborés. Une certaine aridification semble être indiquée par la décroissance progressive des taux d'Artemisia (Reille 2007). À l'Oued el Akarit au Pléistocène supérieur, le paysage est de type steppe rigoureusement asylvatique (aucun taxon de forêt) avec une végétation maigre comportant entre autres quelques Tamarix et Callitris (Reille 2007). Des zones refuges ont été ainsi formées notamment autour des points d'eau attirant à la fois la faune et les hommes du Middle Stone Age.

Au niveau faunistique, cette dégradation climatique se manifeste par l'absence de restes osseux de suidés, de cervidés ou d'hippopotame et en contrepartie la présence de restes de taxons de milieu aride (désert) tels que certains Hippotraginés comme les Oryx et les gazelles dorcas. Non loin d'El Akarit, le site MSA de Nafta, daté par OSL entre 80-100 000 ans a livré des vestiges fauniques et lithiques exceptionnels. Le spectre faunique, très riche et varié, est principalement formé de Bovidés dont beaucoup de restes d'Oryx, de gazelles et de Bovini, et très peu d'Alcelaphini (représentée par le damalisque), à cela s'ajoutent des restes d'équidés (*Equus mauritanicus*), des restes de rhinocéros et des vestiges de carnivores

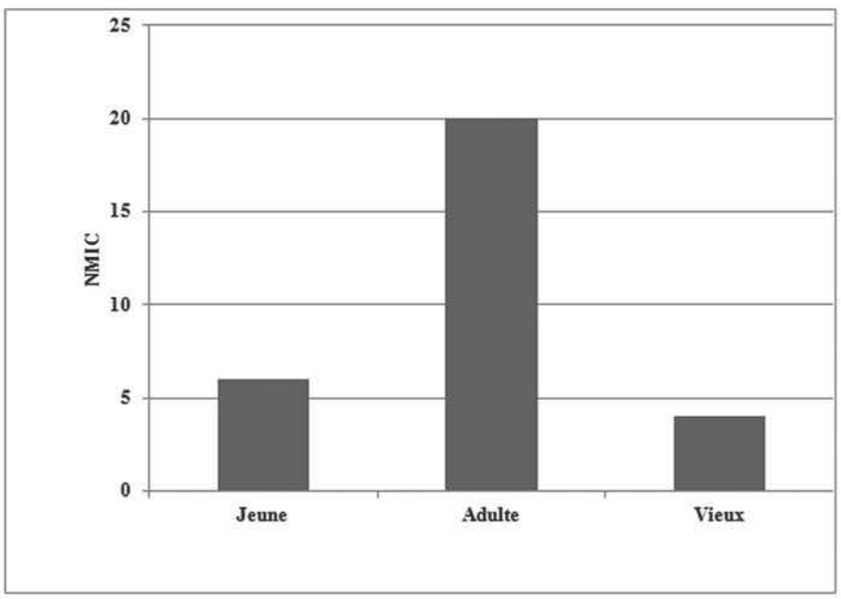


FIGURE 7

Profil de mortalité de tous les animaux présents dans le secteur Est de l'Oued el Akarit.

Mortality profile of all animals from the eastern sector of Wadi el Akarit.

(l'hyène). Ces vestiges fauniques sont associés à une industrie lithique du Paléolithique moyen comportant des pièces pédonculées.

Le spectre faunique mammalien durant le Pléistocène supérieur en Tunisie est assez restreint où les espèces les plus communes sont celles de savane telles que le rhinocéros, les équidés (avec *Equus mauritanicus, Equus algericus, Equus melkiensis*) et l'antilope bubale. Nous notons que l'absence de l'Hippopotame au Pléistocène supérieur en Tunisie pourrait indiquer un milieu bioclimatique déjà plus dégradé qu'en Algérie et au Maroc. Ainsi, les espèces de grands mammifères de l'Oued el Akarit (rhinocéros, buffle, aurochs, cheval) indiquent toutes un biotope ouvert de type steppe herbeuse avec une biomasse végétale nettement plus importante que l'actuelle. La présence du buffle dans ce site témoigne d'un degré d'humidité supérieur aux conditions actuelles. Il est moins exigeant quant à la densité du couvert végétal, mais implique la proximité de points d'eau importants et pérennes. Le peuplement d'un biotope en ongulés est géré par sa disponibilité en herbes (Ben-Shahar et Coe 1992). Le paysage à l'Oued el Akarit était une savane très peu boisée sous un climat sec avec des points d'eau douce permanents fréquentés par le buffle antique et par la cistude bourbeuse.

DISCUSSION

Dans le secteur Est, deux espèces de Bovini cohabitent dans le même endroit à savoir le buffle et l'aurochs. Nous notons une présence notable de *Ceratotherium mauritanicum*. Deux espèces d'équidés à savoir *Equus mauritanicus* et *Equus cf. melkiensis* sont également présentes. Les restes d'Hippotragini et d'Antilopini sont peu fréquents. Les vestiges d'équidés sont toujours présents et souvent majoritaires dans tous les sites du Pléistocène supérieur en Tunisie y compris celui d'El Akarit. Ils reflètent l'étendue des steppes et savanes en Tunisie centrale et méridionale. La mise en place de la ceinture saharienne au Pléistocène supérieur a séparé la faune nord-africaine du reste du continent africain (Aouraghe 2006). Seules les évolutions des formes autochtones ou bien les rares infiltrations de formes sahariennes en suivant les points d'eau et les paléolacs aboutissent à un renouvellement partiel du paysage animalier en Tunisie.

Le site de l'Oued el Akarit montre une activité cynégétique orientée vers l'acquisition préférentielle des équidés et des gazelles et dans une moindre mesure de rhinocéros. Le profil de mortalité, dominé par des individus adultes, démontre un mode d'acquisition sélectif des espèces fondé sur la chasse. L'absence de restes osseux de carnivores n'exclut pas leurs actions sur les restes osseux des ongulés présents sur le site. En effet, nous avons relevé des traces de sillons larges et de dents de carnivores sur les extrémités et les diaphyses des os longs (**fig. 8**).

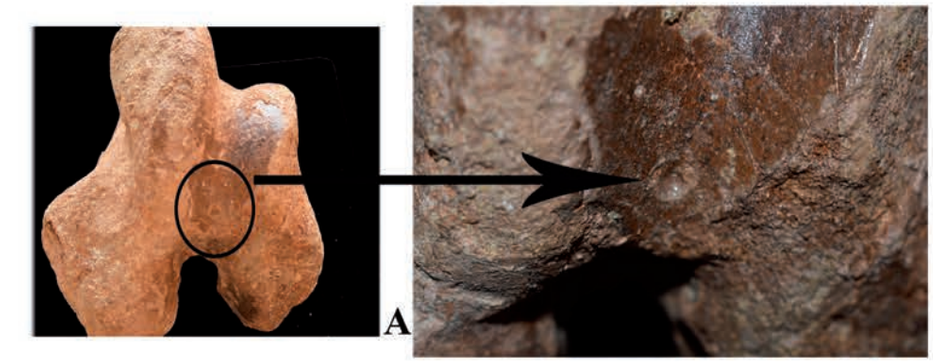
- Par ailleurs, nous signalons que les effets notables de la dissolution liée au passage de l'eau et des encroûtements argileux sur les surfaces externes des ossements ont empêché une lecture fiable des marques laissées à la fois par l'Homme et les carnivores sur les restes fauniques.

- Le déficit en ossements chez le rhinocéros et l'*Equus mauritanicus* est très faible (**fig. 9**).

L'indice de déficit en ossements de la gazelle dorcas est le plus proche de la valeur maximale 1 et donc c'est l'animal dont une partie des éléments squelettiques (les plus charnus) ont été transportés hors du site, les autres animaux ie. *Ceratotherium mauritanicum* et *Equus mauritanicus* ont été dépecés sur le site. Ainsi, le traitement des carcasses de tous les taxons (sauf celles des gazelles) se fait sur le site mais avec une présentation des éléments très disparate ... Le traitement et la consommation d'une grande quantité des parties squelettiques du rhinocéros et des Bovini se font sur le site. En revanche, une part importante des parties anatomiques des équidés notamment les plus charnues ont été transportées hors du site. La gazelle de dorcas est essentiellement représentée par des os courts notamment des tarses (essentiellement les talus). La ceinture thoracique est représentée par un seul fragment de scapula. Les os longs sont représentés par deux fragments de patte postérieure. Ces restes osseux de gazelle montrent des traces de découpe sur les phalanges (marques sur la face plantaire de la troisième phalange) et les tarses (plusieurs traces sur toutes les faces ou localisées uniquement sur la face latérale des calcanéums) qui laissent supposer une intention de prélèvement de la peau de l'animal.

Les éléments symboliques du comportement humain moderne sont représentés par les rares os travaillés ou raclés (**fig. 10**).

Dans le golfe de Gabès, deux phases eustatiques transgressives se sont produites durant le MIS5e (+3m à 110-147ka et +5m à 100-141ka, Jedoui *et al.* 2001, 2003). Elles sont séparées par des phases marines régressives. Gzam *et al.* (2016) signalent d'anciennes plages à -19m vers 100ka et à -8m vers 80ka et qui sont situées actuellement sous les eaux à environ 50 km de la côte actuelle. Ainsi, la zone côtière de l'Oued el Akarit est un domaine qualifié de stable depuis au moins 130ka (Gzam *et al.* 2016). Le niveau marin n'a jamais envahi les endroits occupés par les groupes humains du Middle Stone Age et la ligne du rivage actuel n'a pas beaucoup changé sauf au dernier maximum glaciaire (-120m à environ 200 km de la ligne du rivage actuel (Morzadec-Kerfourn 2002). Pourtant, tout en étant situé non loin de la côte méditerranéenne, les ressources marines et/ou maritimes sont absentes sur les sites du Middle Stone Age d'El Akarit. En effet, l'usage des mollusques marins à des fins alimentaires ou symboliques fait défaut également. Dans deux sites de l'Est marocain Ifrin'Ammar et Rhafas pourtant situés loin de la Méditerranée (à environ 60 km) et dans des niveaux du Paléolithique moyen se retrouvent quelques pièces de coquillages marins travaillés à l'instar de *Columbella* (d'Errico *et al.* 2009). Des coquilles travaillées de *Tritia* seraient présentes à Dar es Soltane 1 sur la côte atlantique marocaine datée de 122.9±9.1 ka (OSL) (Campmas 2012) et aussi dans la grotte de Bizmoune dans le Sud-ouest marocain datée de plus de 142 ka (Sehasseh *et al.* 2021). À Bir el Ater, une coquille perforée de *Nassarius* a été retrouvée, malheureusement les informations relatives à sa localisation exacte et les datations font défaut (Vanhaeren *et al.* 2006). Ce site, pourtant très loin des côtes méditerranéennes (à environ 200 km), démontrerait d'un



A

B

C

FIGURE 8

Exemples de traces de dents de carnivores (A) et d'os travaillés (B) et raclés (C) du secteur Est de l'Oued el Akarit.

Some carnivores's teeth marks (A) and worked (B) and scraped bones (C) from the eastern sector of Wadi el Akarit.

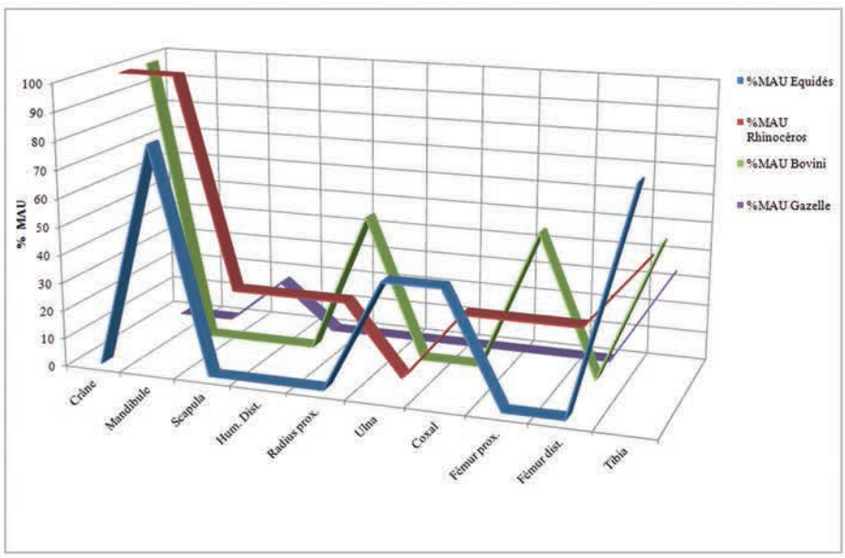
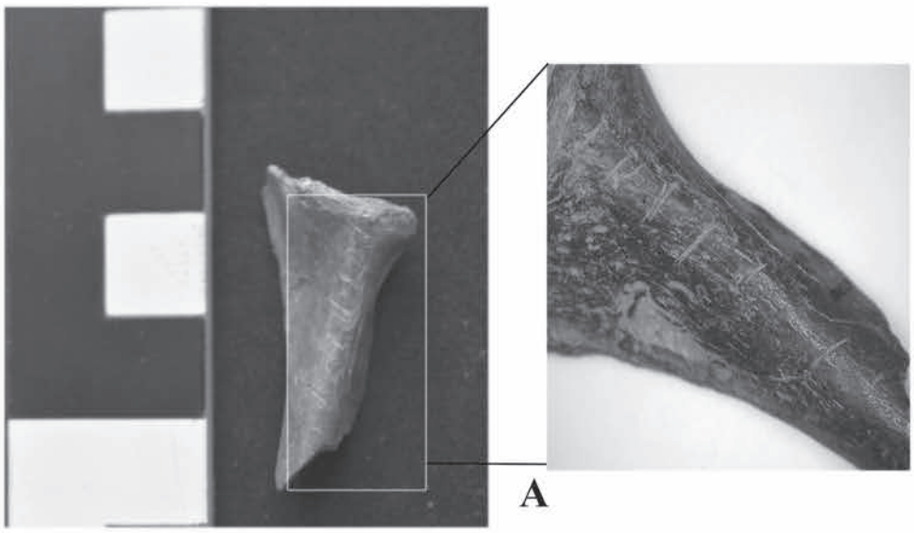


FIGURE 9

Représentations squelettiques en % MAU des principaux taxons du secteur Est de l'Oued el Akarit.

Skeletal representation with % MAU of the main taxa from the eastern sector of Wadi el Akarit.



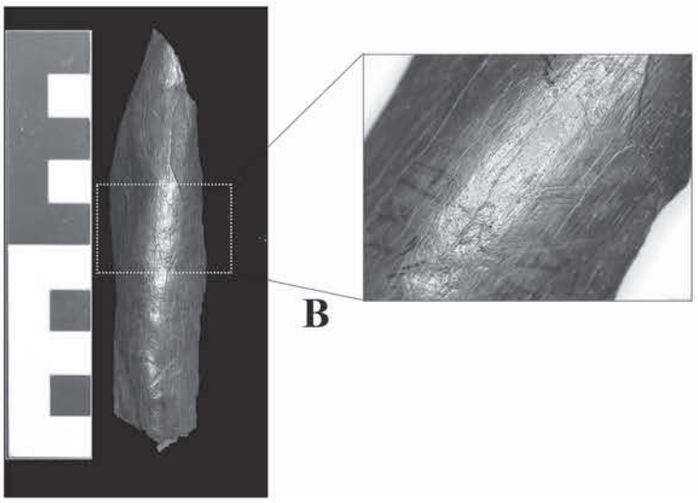


FIGURE 10

Exemples de traces de découpe sur les restes fauniques : A. fragment de scapula de *Gazella*, N° 1221, B. esquille N° 75.

Some faunal bones with cut marks: A. scapula of Gazella, N° 1221), B. splinter N° 75.

choix et d'un transport ou d'un échange de coquillages marins à des fins culturelles et symboliques par des hommes anatomiquement et culturellement modernes. En revanche, à El Akarit, aucune valve de lamellibranches, ni de coquilles de gastéropodes marins n'ont été retrouvées. Les restes d'ichtyofaune sont également totalement absents. Ces données posent la question de la relation de ces groupes de chasseurs avec le rivage (emplacement, contacts...), et avec les ressources marines. S'agit-il de groupes humains chasseurs venant de l'Est en suivant la côte méditerranéenne dans leur déplacement, ou bien de groupes de l'intérieur des terres à la recherche des points d'eau fréquents à El Akarit ?

Se présentant sous forme d'une plaine basse ravinée par de nombreux oueds, la côte du golfe de Gabès s'est formée suite à l'effondrement d'une partie de la Jeffara tunisienne. Son plateau continental a été individualisé durant les MIS5c et MIS5a (Gzam *et al.* 2016) Il montre un mouvement de subsidence et une pente de la plaque continentale faibles. Ces deux facteurs font qu'il présente une bathymétrie faible à moins de 50 m jusqu'à 110 km de la côte actuelle avec la plus forte marée (+2m) dans tout le bassin méditerranéen (Bejaoui *et al.* 2020). Deux unités lithostratigraphiques caractérisent les dépôts du dernier interglaciaire dans le sud-est tunisien : une unité quartzeuse (datée entre 147-109 ka) surmontée par une unité carbonatée (datée entre 141-91ka) (Jedoui *et al.* 2001, 2002, 2003 ; Balescu *et al.* 2015). La reconstitution paléogéomorphologique de la côte dans le golfe de Gabès montre la présence de falaises et d'anciennes plages sous les eaux. Au MIS5e, la zone de l'Oued el Akarit serait sous les eaux, d'anciennes plages datées du MIS5e ont été identifiées dans les coupes des oueds ravinant la plaine du golfe de Gabès (Gzam *et al.* 2016). Ainsi vers 120ka le rivage est à +5m a.s.l., il est à -19m b.s.l. vers 100ka, à -8m b.s.l. vers 80ka et à +2m a.s.l. vers 6ka (Gzam *et al.* 2016) (**fig. 11**).

La mer méditerranéenne a atteint son niveau actuel dans le golfe de Gabès vers 1850 cal BP (Jedoui *et al.*1998). Mis à part les sites appartenant au Middle Stone Age dans le

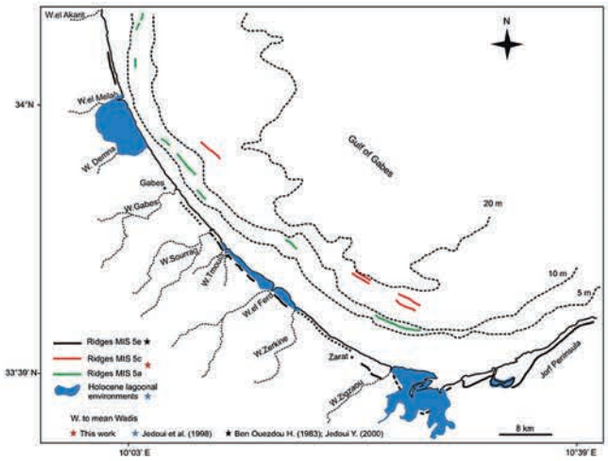


FIGURE 11

Paléorivage du golfe de Gabès au Pléistocène (Gzam *et al.* 2016).

Pleistocene sea ridges at the Gabes's Gulf (Gzam et al. *2016).*

golfe de Gabès qui ne montrent pas la présence de coquillages marins consommés ou bien utilisés dans la parure, les autres sites appartenant à d'autres cultures ayant des chronologies plus récentes renferment des taxons marins provenant du golfe de Gabès (Camps-Faber 1994). La fréquence d'usage des coquilles marines dans l'ornement suit un gradient chronologique croissant. Ainsi, les sites attribués à l'Ibéromaurusien, à l'industrie à lamelles du Sud tunisien, au Capsien, et finalement au Néolithique où leur utilisation atteint son apogée avec toute une panoplie de divers taxons marins (Zoughlami *et al.* 1985). Gobert (1962, p. 300) signale la présence de plusieurs nasses coupées dans des stations néolithiques de l'Oued el Akarit. Le rivage à l'époque du MSA se trouve à des kilomètres au large du rivage actuel. Ainsi, les sites côtiers du MSA sont actuellement sous l'eau.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AOUADI N. 2014 - Recherches sur les faunes du Paléolithique moyen (Pléistocène supérieur) en Tunisie : Paléontologie, Paléoécologie, Paléoenvironnement, Comportements de subsistance. Habilitation à Diriger les Recherches, LAMPEA, MMSH (dir. Jean-Philip Brugal), Université de Provence, Aix-Marseille I.

AOUADI N. 2022 - Contribution à la connaissance des occupations préhistoriques au Pléistocène supérieur en Tunisie. *L'Anthropologie*, 126 (2), 103023.

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*, 5, p. 237-242.

BALESCU S., MEJRI H., OUESLATI A., LAMOTHE M. 2015 - Datation IRSL des dépôts lagunaires pléistocènes de la côte orientale de la Tunisie. Pour une meilleure reconstitution des paléomilieux et paléopaysages côtiers. *Méditerranée*, 125. https://journals.openedition.org/mediterranee/7874.

BARTON R.N.E., BELHOUCHET L., COLLCUTT S.N., AOUADI N., ALBERT P.G., DOUKA K., DRAKE N., LINDERHOLM L., MACPHAIL R., MCLEAN I., MEKKI H., PEAT D., SCHWENNINGER J.-L., SMITH V.C. 2021 - New insights into the late Middle Stone Age occupation of Oued el Akarit, southern Tunisia. *Libyan Studies*, 52, p. 12-35.

BÉJAOUI B., BEN ISMAIL S., OTHMANI A., BEN ABDALLAH-BEN HADJ HAMIDA O., CHEVALIER C. 2020 - Synthesis review of the Gulf of Gabes (eastern Mediterranean Sea, Tunisia): Morphological, climatic, physical oceanographic, biogeochemical and fisheries features. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2019, 219, p. 395-408. 10.1016/j.ecss.2019.01.006. hal-02062093

BEN OUEZDOU H. 1986 - Essai de corrélation des formations quaternaires continentales et marines dans les alentours du golfe de Gabès. Géodynamique, 1 (2), p. 81-95.

BEN-SHAHAR R., COE M.J. 1992 - The relationships between soil factors, grass nutrients and the foraging behaviour of wildebeest and zebra. *Oecologia*, 90 (3), p. 422-428.

CAMPMAS É. 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.* Bordeaux : Université de Bordeaux I, 2012, 2 t., 618 p., ill.

CAMPS-FABRER H. 1994 - Coquillages. Encyclopédie berbère [En ligne], 14|1994. DOI: https://doi.org/10.4000/encyclopedieberbere.2327.

COQUE R. 1962 - *La Tunisie présaharienne : étude géomorphologique.* Université de Paris, 1963. 467 p., ill. Thèse de Doctorat, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université de Paris.

D'ERRICO F., VANHAEREN M., BARTON N., BOUZOUGGAR A., MIENIS H., RICHTER D., HUBLIN J.J., MCPHERRON S. P., LOZOUET P. 2009 - Additional evidence on the use of personal ornaments in the Middle Paleolithic of North Africa. *PNAS*, 106, 38, p. 16051-16056.

FONTUGNE M., HATTE C. 2007 - Datations de l'occupation moustérienne de l'Oued El Akarit. *In:* ROSET J.P., HARBI-RIAHI M. (Éds.), *El Akarit : Un site archéologique du Paléolithique moyen dans le sud de la Tunisie*. Paris : Recherche sur les Civilisations, p. 353-356.

GOBERT E. G. 1933 - L'Oranien dans la région de Gabès. *L'Anthropologie*, 43, p. 649.

GOBERT E.G. 1962 - La préhistoire dans la zone littorale de la Tunisie. *Quaternaria*, 6, p. 271-307.

GOBERT E. G., HOWE B. 1955 - L'Ibéromaurusien de l'Oued El Akarit (Tunisie). *In: Actes du II^e congrès panafricain de Préhistoire,* Alger, p. 575-594.

GZAM M., EL MEJDOUB N., JEDOUI M. 2016 - Late quaternary sea level changes of Gabes coastal plain and shelf: Identification of the MIS 5c and MIS 5a onshore high stands, southern Mediterranean. *Journal of Earth System Science*, 125, 1, p. 13-28.

JEDOUI Y., KALLEL N., FONTUGNE M., BEN ISMAIL H., M'RABET A., MONTACER M. 1998 - A relative sea-level stand in the middle Holocene of southeastern Tunisia. *Marine Geology*. 147, p. 123-130.

JEDOUI Y., DAVAUD E., BEN ISMAÏL H., REYSS J.L. 2002 - Analyse sédimentologique des dépôts marins pléistocènes du Sud-Est tunisien : mise en évidence de deux périodes de haut niveau marin pendant le sous-stade isotopique marin 5e (Eémien, Tyrrhénien). *Bulletin de la Société Géologique de France*. 173, p. 63-72.

JEDOUI Y., KALLEL N., LABEYRIE L., REYSS J.L., MONTACER M., FONTUGNE M. 2001 - Variabilité climatique rapide lors du dernier Interglaciaire (stade isotopique marin 5e), enregistrée dans les sédiments littoraux du Sud-Est tunisien. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 333, p. 733-740.

JEDOUI Y., REYSS J.-L., KALLEL N., MONTACER M., BEN ISMAÏL H., DAVAUD E. 2003 - U.series evidence for two high last interglacial sea levels in southeastern Tunisia. *Quaternary Science Reviews*, 22, p. 343-351.

MAUZ B., SIVAN D., GALILI E. 2020 - MIS 5e sea-level proxies in the eastern Mediterranean coastal region. https://doi.org/10.5194/essd-2020-357.

MORZADEC-KERFOURN M T. 2002 - L´évolution des Sebkhas du Golfe de Gabès (Tunisie), à la transition Pléistocène supérieur – Holocène. *Quaternaire* 13, p. 111-123.

PAGE W.D. 1972 - The Geological setting of the archaeological site at Oued el Akarit and the Paleoclimatic significance of gypsum soils (S-Tunisia). PhD. University of Colorado, 111 p.

PASKOFF R., SANLAVILLE P. 1983 - Les côtes de la Tunisie : variations du niveau marin depuis le Tyrrénien. Lyon : Maison de l'Orient, 192 p.

REILLE M. 2007 - Analyse pollinique de sédiments lacustres de la série El Akarit. *In:* ROSET J.P., HARBI-RIAHI M. (Éd.). *El Akarit, un site archéologique du Paléolithique moyen dans le sud de la Tunisie*. Paris : Recherche sur les Civilisations, p. 397-401.

REYSS J. L., VALLADAS H., MERCIER N., FROGET L., JORON J. L. 2007 - Application des méthodes de la thermoluminescence et des déséquilibres dans la famille de l'uranium au gisement archéologique d'El Akarit. *In:* ROSET J.P., HARBI-RIAHI M.(Éds.), *El Akarit : Un site archéologique du Paléolithique moyen dans le sud de la Tunisie*. Paris : Recherche sur les Civilisations, p. 357-363.

ROSET J.-P., HARBI-RIAHI M. 2007 - El *Akarit un site archéologique du Paléolithique moyen dans le sud de la Tunisie.* Paris : Recherche sur les Civilisations, 432 p.

SEHASSEH EL M., FERNANDEZ P., KUHN S., STINER M., MENTZER S., COLAROSSI D., CLARK A., LANOE F., PAILES M., HOFFMANN D., BENSON A., RHODES E., BENMANSOUR M., LAISSAOUI A., ZIANI I., VIDAL-MATUTANO P., MORALES J., DJELLAL Y., LONGET B., HUBLIN J.J., MOUHIDDINE M., RAFI F. Z., WORTHEY K.B., SANCHEZ-MORALES I., GHAYATI N., BOUZOUGGAR A. 2021 - Early Middle Stone Age personal ornaments from Bizmoune Cave, Essaouira, Morocco. *Science Advances*, American Association for the Advancement of Science (AAAS), 2021, 7(39), ff10.1126/sciadv.abi8620ff.ffhalshs-03362297f.

THINON M. 2007 - Analyse xylologique et anthracologique du matériel ligneux du gisement moustérien de l'Oued El Akarit. *In:* ROSET J.P., HARBI-RIAHI M. (Dir.). *El Akarit, un site archéologique du Paléolithique moyen dans le sud de la Tunisie*. Recherche sur les Civilisations, p. 391-395.

VANHAEREN M., D'ERRICO F., STRINGER C., JAMES S.L., TODD J.A., MIENTIS H. K. 2006 - Middle Paleolithic Shell Beads in Israel and Algeria. *Science*, 312, p. 1785-1788.

ZOUGHLAMI J., HARBI-RIAHI M., GRAGUEB A., CAMPS G. 1985 - Atlas Préhistorique de la Tunisie 23, Gabès. Rome : École française de Rome.

L'ALCÉLAPHE, L'OLIVIER, LE CULTE DU BŒUF ET LE DIVERTISSEMENT CHEZ LES POPULATIONS DE L'HOLOCÈNE INFÉRIEUR DE COLUMNATA (ALGÉRIE NORD-OCCIDENTALE). RÉSULTATS ET HYPOTHÈSES TIRÉS DES DONNÉES RÉCENTES

Yasmina Chaïd Saoudi[a], Badredine Sitouah[b], Fatiha Abdoun[c], Isabelle Sidéra[d], Kahina Roumane[b], Saïda Kasri[b]

a. *Institut d'Archéologie, Université d'Alger 2. Laboratoire LGBSO, Université des Sciences et de la Technologie, Alger - yasmina.chaid@univ-alger2.dz*
b. *Institut d'Archéologie, Université d'Alger2*
c. *Université des Sciences et de la Technologie, Laboratoire d'Ecologie Végétale, Alger.*
d. *Laboratoire Ausonius, Bordeaux*

HORS-SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 2 | L'apport des approches actualistes à une meilleure perception des relations humain/animal dans le passé

PAGES 244 À 264

MOTS-CLÉS Taxonomie, Holocène, Algérie, exploitation animale, *Alcelaphus buselaphus, Bos primigenius*, mobilier funéraire, outillage osseux, *Olea europaea*.

RÉSUMÉ

Sont rapportés dans cet article les résultats des dernières investigations en matière d'exploitation des ressources naturelles par les populations de L'Holocène inférieur de Columnata. Les supports ostéologiques qui sont liés à la fois aux activités de chasse, de fabrication d'objets, aux activités funéraires ainsi qu'aux charbons de bois récoltés sont interrogés en mettant en interaction plusieurs disciplines et méthodologies. Le spectre faunique, moyennement diversifié est en faveur d'une chasse sélective conjointe portant sur deux taxons, *Alcelaphus buselaphus et Bos primigenius* dont les procédés d'acquisition semblent, orientés pour le premier, opportunistes pour le second. L'exploitation des ossements de ces espèces dans la confection d'objets en os est attestée par la grande taille des déchets osseux, un mode de débitage latéral préservant les parties osseuses proximales ainsi que la pratique dans certains cas du sciage et de la segmentation des diaphyses rappelant les méthodes signalées dans le Capsien. Une recherche ethnoarchéologique pose l'éventualité d'une consommation des tranchants à des fins ludiques. La présence de *Bos primigenius* en contexte funéraire, associée à une sépulture de type Mechta-Afalou, datée par radiocarbone du 11e millénaire permet d'émettre l'une des premières occurrences de cette pratique et de poser l'hypothèse d'animal-totem. Enfin, des charbons de bois d'olivier remontant au 9e millénaire sont attestés pour la première fois en contexte funéraire. Le recoupement de ces données apporte un éclairage nouveau sur les formes d'exploitation des végétaux et des animaux par les dernières populations de chasseurs-cueilleurs de Columnata et sur l'anticipation de comportements plus largement développés au Néolithique.

ABSTRACT

Updating the Lower Holocene population's behavior from Columnata (north-western Algeria) through their management of hartebeest, olive tree, oxen rite and gaming.

We report in this paper some results on the use of environmental resources by the Lower Holocene populations of Columnata. The osteological supports that are linked to hunting, tools-making and funerary activities as well as to the charcoal collected are questioned by interacting several disciplines and methodologies. The faunal spectrum is moderately diversified and attests to a selective hunt mainly of two taxa, *Alcelaphus buselaphus* and *Bos primigenius*, whose acquisition seems to be carefully planned for the former and rather opportunistic for the latter. The bone exploitation of these species is attested by the large size of the bone waste, a lateral cutting method that preserves the proximal bone parts, as well as the practice in certain cases of sawing and segmenting the diaphysis. Such approaches are reminiscent of Capsian behavior. Ethnoarchaeological research raises the possibility that the edges were consumed for recreational purposes. The intentional deposition of *Bos primigenius* horn cores in a funerary context dating back to the 11th millennium provides evidence for its cultural status and position among groups. Finally, olive wood charcoal dating back to the 9th millennium has been documented for the first time in a funerary context. The cross-referencing of these data sheds new light on the ways in which plants and animals were exploited by the last hunter-gatherer populations of Columnata and on the anticipation of behaviors more widely developed in the Neolithic.

KEY-WORDS Taxonomy, Holocene, Algeria, animal exploitation, *Alcelaphus buselaphus, Bos primigenius*, funerary goods, bone tools, *Olea europaea*.

INTRODUCTION

En Afrique du Nord, l'Holocène se caractérise par l'évolution de plusieurs faciès culturels dont les mieux connus sont l'Ibéromaurusien qui se développe à la fin du Paléolithique, le Capsien un peu plus tardif et le Néolithique (Balout 1952, 1955 ; Vaufrey 1955 ; Camps 1968, 1974, 1975). Les zones d'expansion territoriales (frange littorale et sublittorale avec quelques incursions méridionales pour la première et massifs telliens de l'Est pour la seconde) contribuaient à la distinction de l'Ibéromaurusien et du Capsien qu'on avait opposés, également, sur les plans anthropobiologique (faciès Mechta-Afalou et faciès Protoméditerranéen) et industriel (Tixier 1963). La découverte du site de Columnata et la mise en évidence d'une industrie microlithique à trapèzes suggéra une expansion capsienne vers l'Ouest (Cadenat 1948, 1955, 1959, 1966 ; Camps 2000). Cette industrie prit place au-dessus d'un faciès microlithique local nommé Columnatien qui, lui-même, fait suite à un Ibéromaurusien à lamelles apparaissant au onzième millénaire B.C. (Perrin *et al.* 2020 ; Chaïd Saoudi *et al.* 2022b). Si, sur le plan industriel, le fait fût établi, l'étude anthropologique (Chamla 1970) ne mit en évidence qu'une gracilisation du type mechtoïde tandis que les modes funéraires rappelaient pour certains des pratiques connues plus à l'est (Cadenat 1955, 1957, 1966 ; Aoudia-Chouakri 2012). Évolution de ces populations sur place ? Contacts et échanges ou vagues migratoires et remplacement ? Plusieurs hypothèses (Linstädter 2008 ; Lubell *et al.* 1984, 2001 ; Rahmani 2004) dont celle de s'affranchir de l'usage des termes ibéromaurusien et capsien, devenus trop restrictifs, sont encore en débat. Différences et ressemblances peuvent aussi s'entrevoir par les méthodes que ces groupes ont développées pour tirer profit de leur environnement et à ce titre, Columnata peut apporter des éléments de réponse intéressants.

Sans être complètement différent, le cortège faunique des sites holocènes s'affranchit progressivement de quelques espèces du Pléistocène supérieur en se raréfiant (Thomas 1979 ; Geraads 1982 ; Ouchaou, Bougariane 2015) et plusieurs auteurs rendirent compte de la domination d'un taxon particulier (Arambourg *et al.* 1934 ; Bouchud 1975). Les proportions relativement élevées du taxon dominant évoquaient pour eux la pratique d'une chasse sélective que favorisaient la typologie du relief et le climat. Deux types de spectres spécialisés étaient alors connus ; celui à caprin (*Ammotragus lervia*) dominant, qui était le fait des anciens chasseurs ibéromaurusiens (Morel 1978) principalement des régions escarpées (Tamar Hat, Afalou, Taza mais aussi Mouillah) et celui qui reposait sur l'alcélaphe (*Alcelaphus buselaphus*) rapporté aux régions telliennes, plus ouvertes (Columnata, Medjez 2) (Bouchud 1975) et aux populations plus récentes. Ces observations étaient néanmoins basées, pour la plupart, sur le décompte du nombre de restes et sur quelques datations. Compte tenu des méthodes d'investigation récentes, cela s'avère insuffisant car il est nécessaire de documenter l'ensemble de la diversité faunique et écologique d'un site et les classes d'âge des animaux abattus afin de déterminer les types de spectres : équilibré, spécialisé, à dominante unique ou conjointe. Qu'en est-il au juste à Columnata ? Peut-on à travers un examen plus attentif documenter davantage ces modes opératoires ?

L'exploitation des ressources animales ne se limite cependant pas à la seule fin alimentaire. À Columnata, la grande masse d'esquilles ou d'os indéterminés taxonomiquement, ainsi que certains outils transformés, portent les stigmates d'une gestion en relation avec la production d'outils. S'inspirant des méthodes technologiques développées par R. Christidou (2001), A. Legrand (2003), I. Sidéra (2005), I. Sidéra et A. Legrand (2006), alliant macro et microscopie, on tentera d'analyser la fragmentation et les ébauches de l'outillage. Plus que l'objet transformé, c'est le mode de débitage observé sur les négatifs qui nous permet, dans un premier temps, de discuter l'origine de certains gestes considérés comme une signature des populations capsiennes plus récentes (Mulazzani, Sidéra 2012 ; Petrullo 2016). Quant aux objets finis, peu nombreux dans l'Ibéromaurusien comparativement aux cultures postérieures mais bien connus sur le plan typo-fonctionnel (Camps-Fabrer 1966, 1968 ; Brahimi 1972), une hypothèse de l'utilisation par un groupe important de la trousse à outils est proposée sur la base d'une comparaison ethnoarchéologique.

Objet hautement symbolique, l'animal se retrouve également dans la presque totalité des tombes ouvertes par P. Cadenat (1948, 1955, 1957, 1966, 1972). Les sépultures récemment fouillées ont livré un matériel funéraire faunique intéressant et bien daté, ainsi que la première occurrence de charbons de bois d'olivier en contexte funéraire. De manière plus générale, ces espèces animales, qui se retrouvent en milieu funéraire, permettent d'appréhender la relation de l'Homme à son environnement.

Cette approche sur l'utilisation de l'animal à des fins à la fois alimentaires, technologiques et symboliques, sera documentée à l'aide d'exemples pris sur le matériel découvert durant les campagnes de fouilles réalisées de 2016 à 2019. On tentera, dans un premier temps, de présenter la liste taxonomique et de caractériser le type de spectre faunique à l'aide d'éléments quantitatifs et en répertoriant les témoins de l'activité anthropique. Suivra une partie sur les restes osseux et sur le débitage relevé et enfin, en troisième lieu, on verra comment ces animaux investissent le milieu sépulcral.

1 | LE SITE DE COLUMNATA

Le site préhistorique de Columnata (Wilaya de Tiaret, commune de Sidi Hosni) se situe en Algérie Nord-Occidentale dans une zone frontière entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien. C'est un site de plein air qui s'adosse au plateau du djebel Boughedou et qui s'ouvre sur la vallée du Tiguiguest. Découvert en 1936, le site fut fouillé par P. Cadenat de 1937 à 1961 (Cadenat 1942, 1948, 1955, 1957, 1959, 1966, 1972), puis par C. Brahimi en 1969 et 1971 (Brahimi 1972) et depuis 2016, par nos propres soins (Chaïd Saoudi *et al.* 2022a, 2022b). Un matériel faunique, humain et des industries lithiques et osseuses ont été alors récoltés et rapportés à quatre faciès culturels successifs, Ibéromaurusien, Columnatien, Capsien supérieur (dont Columnata serait l'extension la plus méridionale) et un faciès Néolithique à affinités sahariennes. Les nouvelles datations, plus anciennes que celles données précédemment, placent l'occupation ibéromaurusienne entre 11 230 Cal BC et 10 340 Cal BC (Chaïd *et al.* 2022a ; Perrin *et al.* 2020). Celles des sépultures s'échelonnent entre 10 000 et 7 500 BC (Chaïd Saoudi *et al.* 2022a ; 2022b ; Perrin *et al.* 2020). L'étude anthropobiologique des sépultures (Chamla 1970) fait état de caractères dérivés comme la brachycéphalisation et des segments de membres plus graciles par rapport aux populations de type Mechta-Afalou. Sur ces squelettes, l'usure dentaire est moins précoce que dans des sites comparables (Chamla 1970), ce qui peut être mis en rapport avec un changement dans le mode alimentaire et une utilisation moindre de la meule qui laisse passer dans l'appareil masticateur les débris de sable et de silice favorables à l'attrition dentaire (De Groote, Humphrey, 2020). Certaines pathologies osseuses en rapport avec l'avulsion dentaire et la position accroupie ont été rapportées, mais le profil sanitaire de ces populations est estimé correct pour l'époque (Biraben 1969 ; Dastugue 1970).

2 | RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES DE L'ÉTUDE DES FAUNES

2.1 | Données taxonomiques

Rappel des données taxonomiques acquises à partir des collections anciennes

Notre connaissance des espèces ayant vécu à Columnata repose sur les découvertes de P. Cadenat (1948), sur les révisions ultérieures de ce matériel (Chaïd Saoudi 1984, 1987, 2013 ; Merzoug 2005, 2008) et sur celui provenant des fouilles en cours.

La liste taxonomique établie par F. Doumergues (Cadenat 1948) fait état d'environ une vingtaine d'espèces provenant du niveau ibéromaurusien et d'une diminution progressive de ce nombre dans les niveaux supérieurs notamment néolithiques (**tabl. 1**). Dans ses publications ultérieures, P. Cadenat (1957, 1966) donne bien quelques indications sur la nature des ossements découverts mais sans décompte précis comme le montre le tableau 1, dans lequel nous avons résumé l'ensemble des taxons. Cette première liste reste néanmoins la plus riche en diversité spécifique du fait des nombreuses fouilles qui ont été réalisées et nous permet également de comparer, même grossièrement, les faunes d'au moins trois niveaux successifs Ibéromaurusien, Columnatien et Néolithique. Ceci est d'autant plus précieux car les niveaux post-ibéromaurusiens n'existent pratiquement plus sur le terrain du fait du décapage de la totalité des dépôts lors des anciennes fouilles et de la dégradation du site (Chaïd Saoudi 2022a). Nous ne pouvons aujourd'hui, rendre compte de leur matériel archéologique qu'indirectement par le biais du contenu des sépultures plus récentes que nous essayons de dater individuellement.

L'étude systématique des ongulés, réalisée sur le matériel conservé en Algérie (Chaïd-Saoudi 1984, 1987, 2013) a permis, dans un second temps, de décrire les faunes, d'actualiser les synonymies et de décrire deux autres taxons, *Kobus* aff. *kob* ainsi qu'un grand équidé probablement caballin. Si, dans ce travail, le décompte et la nature des ossements correspondant à chaque espèce (NRDi) ont été donnés (**tabl. 2**), le nombre total des restes (NR) et la provenance stratigraphique de certaines pièces non étiquetées, limitent nos analyses.

Taxon	Ibéromaurusien	Columnatien	Néolithique
Mollusques			
Unio sp. *Helix* sp.	X	X x	 x
Poissons			
Barbus sp. *Potamon* sp.		x x	X x
Amphibiens			
Bufo sp.			x
Reptiles			
Testudo mauritanicus	x	x	x
Oiseaux			
Aquila chrysaetos *Struthio camelus*	X x	X x	
Périssodactyles			
Equus mauritanicus	x	x	x
Artiodactyles			
Sus scrofa *Bos primigenius* *Alcelaphus buselaphus* *Gazella cuvieri* *Gazella dorcas* *Ammotragus lervia*	0 x X X X x	0 X X X X x	X X x
Lagomorphes			
Oryctolagus cuniculus *Lepus capensis*	X X	X x	x
Vivéridés			
Herpestes ichneumon	x	x	x
Rongeurs			
Rattus rattus *Meriones* sp.	X x	X x	

TABLEAU 1

Liste taxonomique établie par F. Doumergues (Cadenat, 1948-1957) (x = présent, 0 = absent).

Faunal list established by F. Doumergues (Cadenat, 1948-1957) (x = present, 0 =absent).

Taxons	Ibéromaurusien NRDi
Périssodactyles	
Equus algericus	131
Equus melkiensis	2
Artiodactyles	
Syncerus antiquus	3
Bos primigenius	143
Alcelaphus buselaphus	399
Damaliscus sp.	11
Oryx dammah	9
Kobus aff.*kob*	6
Hippotragus sp.	1
Gazella cuvieri	67
Ammotragus lervia	26
Total NRDi	797

TABLEAU 2

Ongulés déterminés sur les collections P. Cadenat (Chaïd-Saoudi 1984, 1987)
NRDi : Nombre de restes déterminés par espèce.

Ungulates identified from the P. Cadenat collections (Chaïd-Saoudi 1984, 1987)
NRDi: Number of identified specimen.

Les fouilles en cours (Chaïd Saoudi *et al.* 2022a et présent article) essaient d'apporter, au fur et à mesure des recherches, les détails qui nous manquaient (**tabl. 3**).

Caractérisation du spectre faunique à partir des données récentes

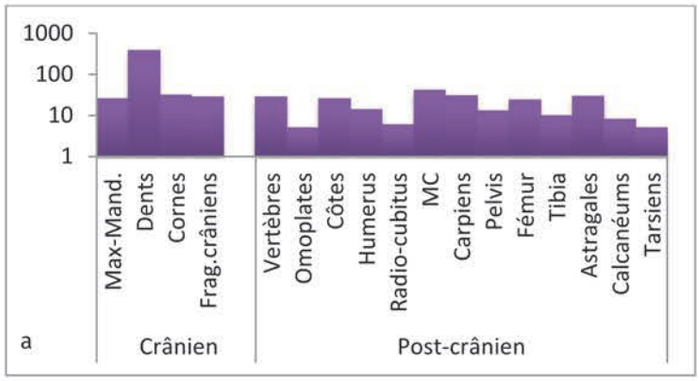
Pour caractériser le spectre faunique, seules les données issues des fouilles récentes (missions 2016-2017 et 2019) sont donc utilisables. Celles-ci ont l'avantage de présenter des décomptes plus précis qu'ainsi qu'une répartition chrono-stratigraphique du matériel. Le nombre total de restes comptabilisés est égal à 1121 (NRT:NRD+NRI).Plus que le nombre, qui est appelé à changer au fur et à mesure des recherches, c'est sa composition qui est significative, avec notamment : 1) la présence de tous les éléments squelettiques (**fig. 1, 2**), 2) une sur-représentation des dents et des osselets du carpe et du tarse, 3) l'absence d'os longs entiers et 4) un taux de fragmentation important, d'où le nombre élevé d'os indéterminés

Taxon	NRDi	NMI	Indice d'abondance relative
Mollusques			
Unio sp.	16	6	12.24
Helix melanostoma	2	2	4.08
Rumina decollata	4	4	8.16
Reptiles			
Testudo sp.	6	2	4.08
Oiseaux			
Aquila sp.	1	1	2.04
Struthio camelus	1	1	2.04
Carnivores			
Panthera pardus	3	1	2.04
Périssodactyles			
Equus cf. *melkiensis*	82	4	8.16
Equus sp.	2	1	2.04
Artiodactyles			
Syncerus antiquus	1	1	2.04
Bos primigenius	123	4	8.16
Alcelaphus buselaphus	236	10	20.40
Addax nasomaculatus	2	1	2.04
Cervus sp.	7	3	6.12
Gazella cuvieri	21	1	2.04
Gazella dorcas	2	1	2.04
Ammotragus lervia	4	1	2.04
Lagomorphes			
Oryctolagus cuniculus	2	1	2.04
Lepus capensis	2	1	2.04
Rongeurs	5	3	6.12
Total	522	49	

TABLEAU 3

Liste taxonomique du niveau ibéromaurusien (missions 2016 à 2019).

Faunal list for the iberomaurusian layer (excavations from 2016 to 2019).



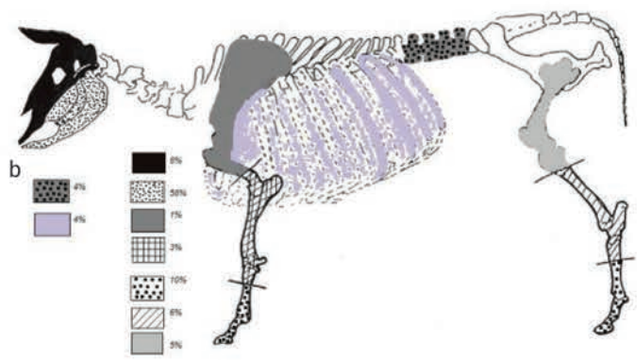


FIGURE 1

Faune de Columnata : (a) Distribution anatomique de l'ensemble des ossements conservés; (b) Distribution chez les bovidés (NRDi et % NRDi).

Fauna from Columnata: (a) Osteological distribution of the whole set of bones; (b) Osteological distribution for the bovids (NISP et % NISP).

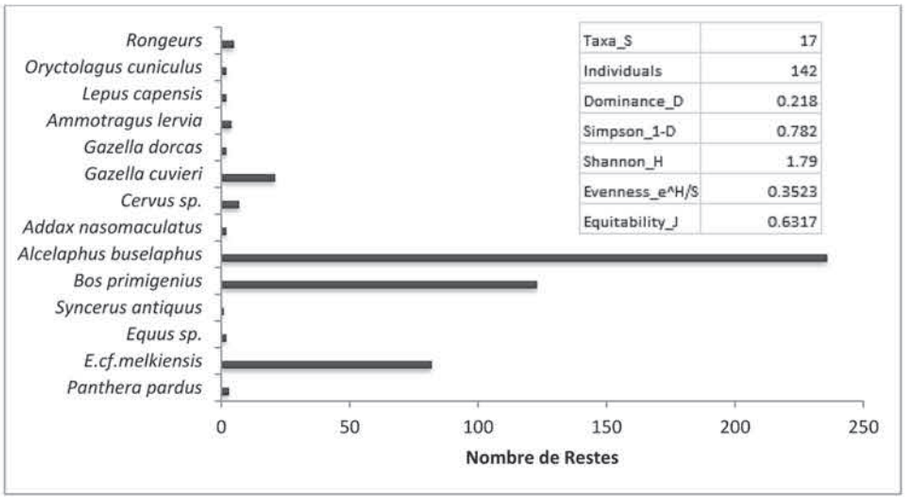


FIGURE 2

Les vertébrés représentés dans le site et leurs indices de diversité.

Represented taxa and their diversity indices.

taxonomiquement et parfois même anatomiquement. Ces données montrent que les principaux taxons étaient, pour le moins, ramenés sur place entiers mais que leur conservation dépendait de différents agents naturels et culturels.

Sur le plan taxonomique, bien que moins d'espèces aient été découvertes au cours des dernières missions (**tabl. 3**), on relève la prépondérance des ongulés (**fig. 2**). Au sein de ce groupe, l'alcélaphe (*Alcelaphus buselaphus)* domine, suivi de l'aurochs (*Bos primigenius).* Le cénogramme établi à partir des travaux de S. Legendre (1989) est en faveur d'un habitat ouvert (rareté des poids moyens entre 500 g et 8 kg) et d'un climat humide à tempéré (bonne représentation des masses supérieures à 8 kg) (**fig. 3**).

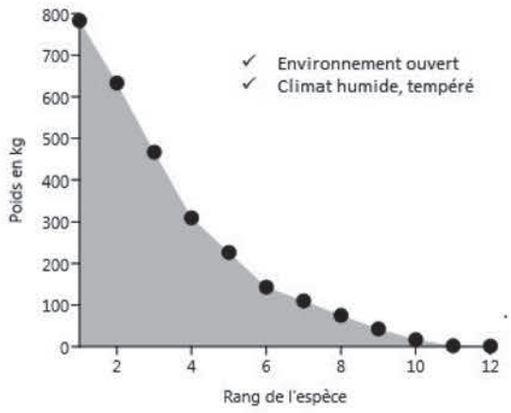


FIGURE 3

Cénogramme écologique (d'après la méthode de Legendre 1989).

Ecological cenogram (from Legendre method 1989).

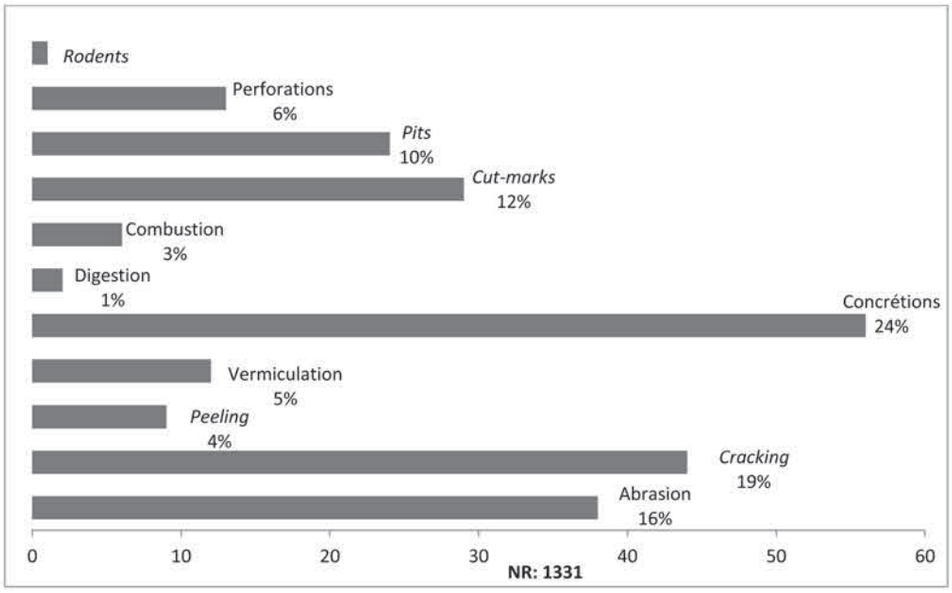


FIGURE 4

Les traces taphonomiques et archéozoologiques observées sur les surfaces osseuses (% NR).

Taphonomic and zooarchaeological marks observed on bone surfaces (% NR).

FIGURE 5

Stries de boucherie sur un astragale d'*Alcelaphus buselaphus*, face antéro-proximale.

Butchery marks on Alcelaphus buselaphus astragalus (view of the proximo-anterior side).

Sur le plan taphonomique, les traces répertoriées (**fig. 4**) selon les travaux de A.K. Behrensmeyer (1978, 1986), R.L. Lyman (1994), P. Andrews et M. Armour-Chelu (1998), R. J. Blumenschine (1986), Y. Fernandez et P. Andrews (2016), montrent que divers facteurs naturels et anthropiques ont affecté l'état des ossements. Des traces rapportées aux activités de boucherie ont été également observées sur les os des tribus *Bovini* (**fig. 12**) et *Alcelaphini* (**fig. 5**).

2.2 | L'exploitation d'*Alcelaphus buselaphus*

Parmi les bovidés récoltés, l'alcélaphe domine (**fig. 2**). Le NMI de fréquence calculé sur les troisièmes molaires supérieures droites est de 10 individus, loin devant *Bos primigenius* dont le NMI est de 4 sur la base des troisièmes molaires supérieures gauches. Ce nombre n'est, certes, pas total puisqu'il ne concerne que le matériel récolté lors des dernières missions, mais les mêmes espèces dominent dans la collection P. Cadenat. Nous n'avons, cependant, pas de données quantitatives précises en raison de la dispersion de la collection dans différentes institutions algériennes et françaises (CNRPAH, Musée d'Oran, MGFSA, Musée des Eyzies).

L'indice élevé d'abondance relative obtenu pour l'alcélaphe (NMI of *Alcelaphus buselaphus* x100 / total NMI de toutes les espèces présentes dans le niveau ibéromaurusien = 20.40) montre un déséquilibre dans le spectre faunique. L'indice d'équitabilité est proche de 0 (**fig. 2**) et confirme la spécialisation. Dans le cas d'une chasse équilibrée, cet indice tendrait vers 1 et plus. Par contre, l'indice de Shannon, dont l'interprétation est la même (vers 0 si spécialisation et supérieur ou égal à 1 si spectre équilibré) est plus élevé (1.7) mais reste, toutefois, assez faible, ne contredisant pas la faible diversité du spectre et l'abondance de l'alcélaphe au sein de ce dernier.

L'ensemble des os crâniens et postcrâniens étant représentés (**fig. 6**), on en déduit qu'une partie au moins des carcasses a été débitée sur le site. L'animal qui pesait entre 76 et 200 kilogrammes, devait fréquenter des aires peu éloignées rendant son transport plus aisé.

La taille des dents et des astragales

Comme toute action sur les animaux sauvages (mise en captivité, apprivoisement ou domestication) peut avoir un retentissement sur leur taille, nous avons comparé les mesures de la denture et les astragales de l'alcélaphe de Columnata avec celles des sites de la fin du Paléolithique et de l'Holocène. Il ressort de la figure 7 que les molaires inférieures de l'alcélaphe du site atérien (MSA) de la grotte de Retaïmia, mesurées au musée de Géologie de la faculté Centrale d'Alger (Collection Dalloni), semblent beaucoup plus grandes que celles de Columnata et des niveaux holocènes des sites marocains de Guenfouda et d'El Harhoura (Aouraghe *et al.* 2010) (**fig. 7**). Les données montrent une diminution de la taille de ce taxon entre la fin du Pléistocène et l'Holocène ; tandis qu'à l'Holocène, la taille des différents individus est comparable. Ce résultat devrait, néanmoins, être testé sur un matériel plus important.

Discriminés sur la base des caractères donnés par P. Peters (Peters *et al.* 1997), les astragales de Columnata présentent une moyenne des hauteurs totales plus ou moins égale à celle des représentants actuels. Cependant, chez ces derniers, les écarts sont beaucoup plus grands (**fig. 8**).

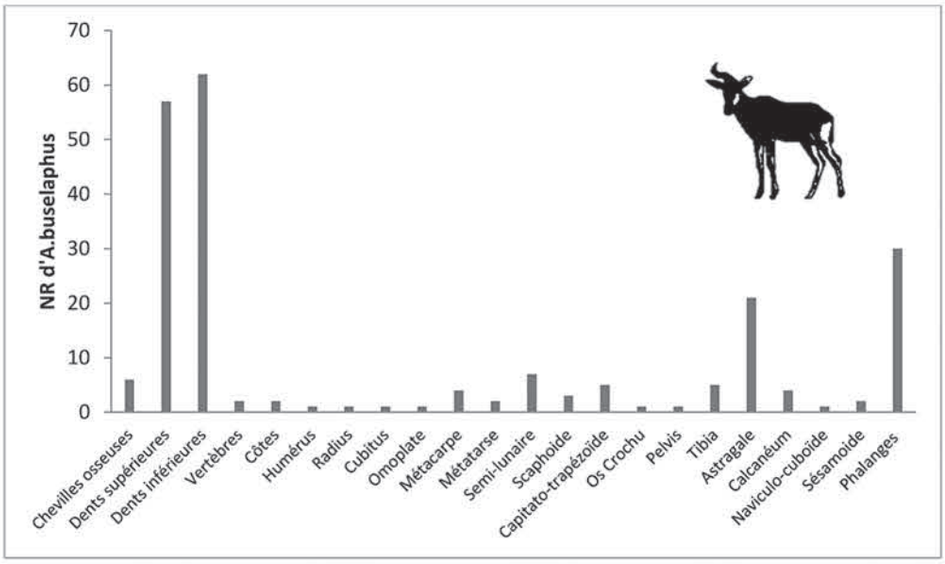


FIGURE 6

Distribution anatomique des ossements d'*Alcelaphus buselaphus.*

Anatomical bone distribution of Alcelaphus buselaphus.

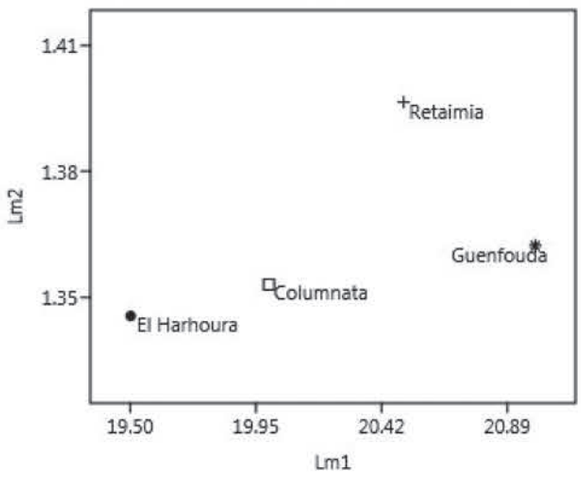


FIGURE 7

Dimensions comparées des longueurs de m1 et m2 inférieures d'*Alcelaphus buselaphus.* (Données Guenfouda (Néolithique) et El Harhoura 1 (niveau Paléolithique supérieur) d'après Aouraghe 2010).

Comparative lower m1 and m2 lengths of Alcelaphus buselaphus. *(Data from Guenfouda (Neolithic) and El Harhoura 1 (upper Paleolithic layer) according to Aouraghe 2010).*

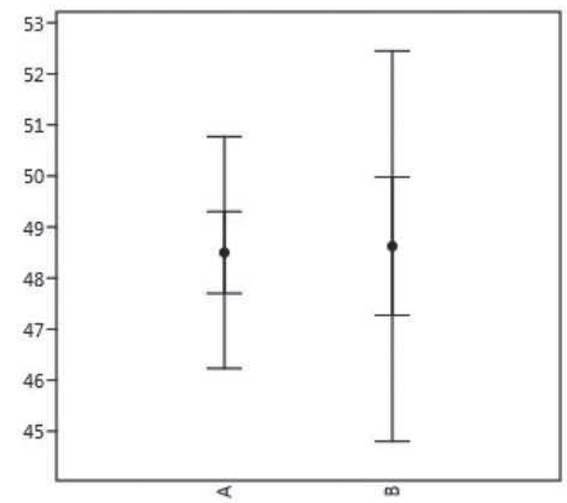


FIGURE 8

Diagramme (boîte à moustache) des astragales d'*Alcelaphus buselaphus* préhistoriques et actuels ; A, Columnata ; B, Actuel (recent data from Peters 1997)

Mean and Whisker plot of Alcelaphus buselaphus *talus; A: Columnata; B: living species (measurements according to Peters 1997).*

Courbe de mortalité

En s'inspirant des travaux de R. G. Klein (Klein *et al.* 1981, 1982), C. A. Spinage (Spinage 1973), A. Grant (Grant 1982), de ceux plus récents de J.-Ph. Brugal *et al.* (1994) et de S. Costamagno (2000) appliqués aux différents types de bovidés, nous avons évalué l'âge de ces antilopes et tracé un premier profil de mortalité sur la base de l'usure dentaire et des périodes d'éruption et de remplacement dentaire (**fig. 9**). Ce profil sera ultérieurement revu car le nombre actuel de dents prises en compte est statistiquement faible (51 m1-m2 inférieures définitives isolées et seulement 2 d4 lactéales). Quatre stades sont représentés : 1) présence de dents de lait ; 2) dents définitives avec absence de jonction des 2 lobes ; 3) dents définitives à usure modérée du lobe mésial ; 4) dents définitives usées avec une hauteur de la couronne réduite de moitié par rapport au stade 2.

La sous-représentation des jeunes (3.96 %) et des vieux (13.8 %) montre bien qu'il ne s'agit pas d'une courbe dans laquelle ces classes sont bien représentées et que la chasse ne portait pas sur les proies les plus fragiles. La domination des adultes dont l'âge est supérieur à 5 ans (date d'éruption définitive de la 3e molaire) et inférieur à 12 ans (date de durée de vie de l'alcélaphe selon E. P. Walker (1997) devrait pencher en faveur d'une chasse liée beaucoup plus à l'exploitation de la viande. Ceci bien que les âges soient supérieurs à la fourchette de 18-30 mois donnée par S. Payne (Payne 1973) pour ce type d'usage. Quoi qu'il en soit, c'est autour de 48 mois, âge où l'alcélaphe atteint son poids maximal (Kingdon 1989), que la majorité de ces animaux a été chassée. Sachant que la durée de vie de l'alcélaphe est entre 11 et 12 ans (Walker 1997) au lieu des 14-17 ans considérés pour l'ensemble des bovidés, on peut admettre un léger décalage dans l'éruption des dents définitives avec une table occlusale qui s'userait plus tôt. Pour les autres données liées au sexe ou à la saisonnalité, elles sont encore fragmentaires. D'une part, les bassins n'ont pas été conservés, et d'autre part, il semble que les pics de naissance chez l'alcélaphe actuel fluctuent considérablement d'une région africaine à une autre (Nowak 1999). Ce critère (d'ordre écologique ?) devra être pris en compte si on veut déterminer avec précision la saisonnalité chez l'alcélaphe fossile.

Traitement des carcasses de l'alcélaphe

Sur le plan taphonomique (**fig. 5**) neuf astragales d'*Alcelaphus buselaphus* sur 18 portent des stries de boucherie. Celles-ci se présentent sous forme d'un seul trait long profond ne répondant pas aux critères du piétinement dont les stries sont plutôt nombreuses, généralement fines, allant dans toutes les directions et dont la terminaison est différente de celle donnée par une lame qui se retire. On note aussi huit astragales à cassures verticales et un seul os brûlé de couleur noire ayant atteint le stade de carbonisation du collagène. Cette couleur est généralement liée à la cuisson. L'utilisation des os en tant que combustible, plus longuement exposés, donne plutôt une couleur gris-clair ou blanchâtre (Shipman *et al.* 1984).

L'alcélaphe dans l'espace funéraire

Des restes d'alcélaphe ont été découverts dans trois sépultures individuelles. Dans la sépulture H1, nous avons noté la présence d'une troisième molaire inférieure et la partie distale non-épiphysée d'un métacarpe dans le bassin. P. Cadenat, qui a ouvert la tombe sans la fouiller, a noté un astragale au-dessus de l'avant-bras et une troisième phalange sur le tibia (Cadenat 1957 p. 74). La tombe de H3 a également livré un atlas, un fragment de mandibule (P2 et alvéole de P3), une m1/2 et une troisième phalange dans l'ilion de cette sépulture. Enfin, dans la tombe H28, P. Cadenat avait découvert également deux astragales, un sésamoïde et un calcanéum (Cadenat 1957). Mobilier funéraire ou simples déchets contenus dans la terre qui a servi aux inhumations, ces ossements appellent plusieurs remarques : 1) la position de certains d'entre eux déposés dans les bassins (H1 et H3) pourrait être significative d'un dépôt funéraire délibéré, 2) la présence dans H1 d'os non soudés de jeune alcélaphe pourrait évoquer une intentionnalité d'autant que cette sépulture a fait l'objet d'un dépôt de plusieurs chevilles osseuses de *Bos primigenius* que nous présenterons plus loin (Chaïd Saoudi *et al.* 2022b).

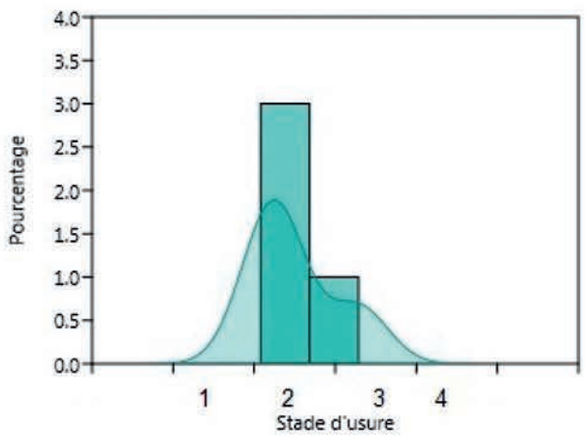


FIGURE 9

Courbe de mortalité de *Bos primigenius* basée sur l'usure des dents (% NRDi).

Alcelaphus buselaphus *mortality curve based on wear teeth stages (% NISP).*

2.3 | L'exploitation de *Bos primigenius*

S'il vient en seconde position après l'alcélaphe, l'aurochs n'a livré que 78 restes (NRD) et un NMI de quatre individus seulement (calculé sur M1/2 supérieures gauches).

L'aurochs est surtout représenté par des éléments de denture et par les petits os du carpe et du tarse (**fig. 10**). Les os des segments de membres sont rares et se présentent sous forme de fragments. La courbe de mortalité (**fig. 11**) établie à partir des restes dentaires montre une plus grande proportion de dents à facettes d'usure de stade avancé et à couronne raccourcie. Dans ce cas, la chasse aurait plutôt ciblé les proies les plus vulnérables. Des dents pathologiques avec abcès radiculaires importants sont également répertoriées.

Sur le plan de l'exploitation des os du squelette, des traces de boucherie sont visibles sur deux astragales (**fig. 12**). La fragmentation touche tous les os longs et certains, comme on va le voir, ont été utilisés pour la confection d'outils en os.

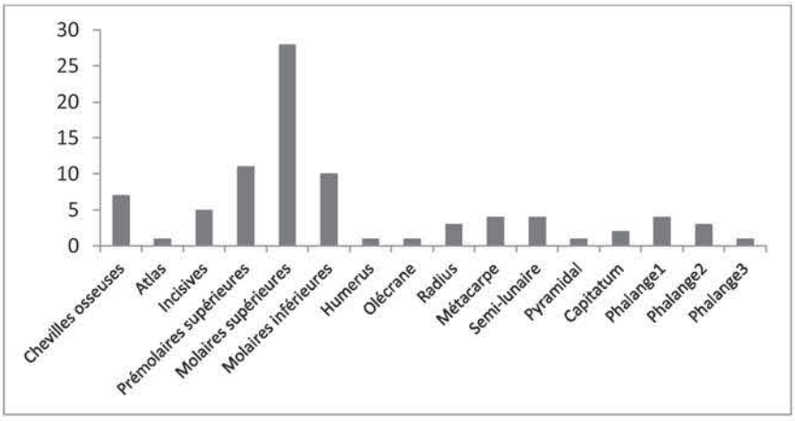


FIGURE 10

Distribution des ossements du squelette de *Bos primigenius* basée sur l'usure des dents.

Bos primigenius *skeleton bone distribution.*

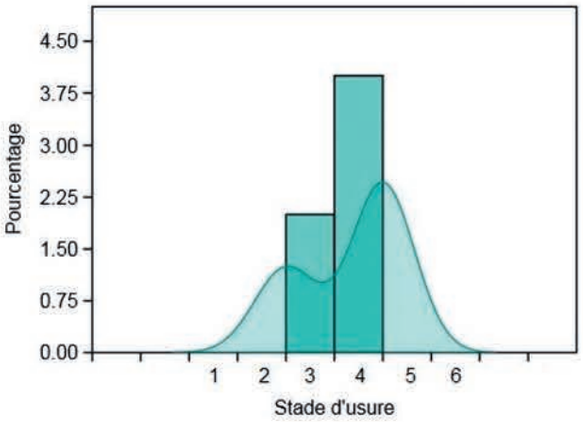


FIGURE 11

Courbe de mortalité de *Bos primigenius* basée sur l'usure des dents (% NRDi).

Bos primigenius *mortality curve based on wear teeth stages (% NISP)*.

FIGURE 12

Stries de boucherie sur astragale de *Bos primigenius.*

Butchery marks on Bos primigenius *astragalus bone.*

À Columnata, le mobilier funéraire le plus significatif est celui de la tombe de H1. Des fragments de chevilles osseuses de *Bos primigenius* ont été récoltés dans la sépulture H1 (Chaïd Saoudi *et al.* 2022b). P. Cadenat, qui a laissé cette sépulture en place, décrit avec support photographique, un ensemble de 6 chevilles osseuses isolées placées au-dessus de la sépulture formant avec des pierres de petites dimensions un véritable monument funéraire (Cadenat 1955). Par le nombre et la disposition des chevilles osseuses, il s'agit d'un cas unique dans la littérature (**fig. 13 a et b**). Récemment, une datation C14 a donné un âge de 10 806 ± 44 BP (IOSACal v0.4.1; Atmospheric data from Reimer *et al.* 2020).

Dans la tombe H10, une cheville osseuse isolée avait été placée au-dessus du crâne (Cadenat 1955) et dans H28, ce sont des incisives et des sésamoïdes d'un bœuf qui y sont répertoriés (Cadenat 1957).

FIGURE 13

Sépulture de H1. (a) Dépôt funéraire de chevilles osseuses autour de la sépulture H1. (b) position de chevilles osseuses de *Bos primigenius* autour du squelette (c) fragments basal et apical.

The burial of H1 (a) Burial deposit of Bos primigenius *horn cores around the burial. (b) Horns position (c) Basal and apical fragments.*

3 | RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES DE L'ÉTUDE DE LA FRAGMENTATION ET DE L'INDUSTRIE OSSEUSE

3.1 |La fragmentation

À Columnata, tous les os longs ont subi une fracturation, au sens où chaque os comporte une ou plusieurs cassures, qu'elles soient d'ordre naturel ou anthropique. Ces fragments renseignent sur les effets des agents naturels, mais aussi sur le mode opératoire adopté par les habitants à des fins alimentaires (extraction de la moelle) ou artisanales. Les cassures sont identifiées sur la base des travaux de P. Villa et E. Mahieu (1991), d'A. Bridault (1994) et de C. Vercoutère *et al.* (2014). Les fractures classées par type (courbe, transverse, en V) sont examinées en fonction des angles (droit, oblique) et des bords des cassures (irréguliers ou lisses), ceci afin de distinguer la fragmentation intentionnelle de celle issue des éléments naturels, comme la compression ou l'impact des carnivores et notamment des hyènes. Les ossements fracturés sont constitués pour la plupart de grands éclats bruts de taille avec préservation de l'une ou l'autre des deux extrémités proximales et distales. En dehors d'un seul fragment de radius de Bovini, le reste de l'assemblage est formé essentiellement d'extrémités de métapodes ou de premières phalanges. L'intérêt d'examiner ces négatifs, qui nous paraissent plus en relation avec la confection d'outils qu'en relation avec les pratiques alimentaires ; est encore plus important pour les niveaux ibéromaurusiens moins riches en industrie osseuse (Brahimi 1972 ; Cadenat 1948, 1955 ; Camps-Fabrer 1966) et dont les déchets osseux sont, rarement, examinés. Il en ressort les observations suivantes :

1. Sur 30 extrémités proximales et distales de métapodes examinés, 8 appartiennent à des *Bovini* et très probablement à *Bos primigenius* en raison de leur taille et de la représentativité de cet aurochs dans l'assemblage faunique ; 14 sont de taille moyenne et peuvent être des métapodes d'*Alcelaphus buselaphus* (**fig. 14**) ; le reste est spécifiquement indéterminable.

— FIGURE 14 —

Fragmentation des os longs de bovidés, face proximale, antéro-latérale ou antéro-médiale. 1 : radius de *B. primigenius* ; 2, 3 : métatarse de *B. primigenius* ; 4 : radius de *Bos* sp. ; 5, 11, 13, 17 : métatarse d'*A. buselaphus* et d'antilope de même taille ; 6, 7, 8, 10, 12, 14, 15, 17, 18, 19 : métacarpe d'*A. buselaphus* et d'antilope de même taille ; 20 : métacarpe de petit bovidé (*Ammotragus* ?).

Fragmentation of bovid long bones, proximal, antero-lateral or antero-medial sides. 1: radius of Bos primigenius*; 2, 3: metatarsus of Bos* primigenius*; 4: radius of Bos sp; 5, 11, 13, 17: metatarsus of* Alcelaphus buselaphus *and of antelope of the same size; 6, 7, 8, 10, 12, 14, 15, 17, 18, 19: metacarpus of* Alcelaphus buselaphus *and of antelope of the same size; 20: metacarpus of a small bovine (*Ammotragus*?)*

2. Deux cas de percussion directe sur enclume et sur métapodes de *Bovini* sont présents. Les autres cas présentent une fracturation verticale pouvant être obtenue par sciage après enlèvement de l'articulation proximale.
3. 22 os longs ont été fracturés verticalement avec préservation de la partie latérale et proximale. Le bord latéral est droit, tandis que le bord interne s'amenuise comme pour former une pointe. Ils ne constituent pas à proprement parler des outils puisqu'ils ne sont pas complètement transformés bien que leur forme évoque assez souvent une fonctionnalité liée à la perforation. Ils ne comportent pas non plus de traces d'usure visibles car leur probable partie fonctionnelle est souvent cassée.
4. Les cassures horizontales affectent 11 autres pièces osseuses (métapodes et phalanges) dont la partie distale est préservée. Si certaines ont des cassures à bords irréguliers en spirale ou en marche d'escalier évoquant une fracturation non anthropique (**fig. 15**), d'autres sont cassées au-dessus des condyles, formant une circonférence à bords réguliers évoquant un mode de débitage lié à l'obtention de lamelles osseuses (**fig. 16**). Les condyles isolés peuvent être inclus dans cette technique.

Ces observations montrent que la fracturation des matrices s'opérait sur des animaux de grande et de moyenne taille. Elles indiquent la présence d'un débitage

FIGURE 15

Métacarpes à cassures naturelles. À gauche, métacarpe d'*Alcelaphus buselaphus*.

Metacarpals with natural fractures. On the left, metacarpal from Alcelaphus buselaphus.

FIGURE 16

Débitage à lamelles sur métapodes de bovidé.

Flake removal on bovid metapodials.

le plus souvent vertical, latéral avec préservation d'une partie de l'articulation proximale. Des cas de segmentation lamellaire des matrices sont présents. Ces techniques ont été relevées et attribuées à la culture capsienne (Mulazzani, Sidera 2012 ; Petrullo 2016). Elles sont ici observées sur un matériel provenant des niveaux ibéromaurusiens datés entre 11 000 et 10 000 BC (Perrin *et al.* 2020, Chaïd Saoudi *et al.* 2022b), ce qui est en faveur de leur apparition plus tôt dans le registre osseux.

3.2 | Les objets transformés

Les ossements transformés ayant une ou deux parties fonctionnelles que nous avons récoltés sont répartis en 25 types (**tabl. 4**) répondant à la classification typo-fonctionnelle établie par H. Camps-Fabrer (1966). Les perforants sont les plus représentatifs suivis des tranchets et de quelques outils mousses. Sur les perforants du niveau ibéromaurusien, l'abrasion, largement présente sur les pièces provenant des niveaux supérieurs, n'existe pas. Les poinçons Colum IO10 et Colum IO9 (à bords apicaux cassés et pointes usées) montrent des traces longitudinales de raclage seulement. L'examen par stéréomicroscopie (stéréoscope Leica Z6APO du laboratoire PACEA de Bordeaux) de quatre pièces provenant des niveaux post-ibéromaurusiens attestent de la pratique du sciage, du raclage ainsi que de l'abrasion très fine des surfaces. Comme dans le niveau ibéromaurusien inférieur, ces pièces ont été taillées sur os de grands mammifères.

3.3 | Ethnoarchéologie et industrie osseuse

Si l'on peut admettre que les objets perforants étaient destinés à percer et forer compte tenu de l'usure de leur pointe, la fonction des tranchets paraît plus difficile à envisager. S'inspirant d'un exemple ethnologique, l'hypothèse de l'utilisation de ce groupe à des fins ludiques est posée. Il s'agit des objets longs et plats à extrémités arrondies ou à extrémités droites découverts à Columnata et dont les mêmes formes sont reproduites aujourd'hui par les pasteurs-éleveurs des hauts plateaux et du Sahara pour jouer au « Sig » (**fig. 17**). Les habitants de la ville d'El Bayadh (Sud-Ouest algérien) affirment que les anciens utilisaient des supports en os et plus précisément les métapodes de mouton. Étant plus difficile à travailler, l'os a été remplacé par un support végétal (roseaux) plus léger. Le procédé de fabrication inclut une première étape où les deux parties articulaires proximales et distales sont sciées horizontalement, une seconde étape où la diaphyse est débitée en six lames longues et

Groupe des Outils Perforants				
N°	Types	Désignation	Nombre	%
01	Type 18	Poinçon d'économie	67	20,80%
02	Type 20	Poinçon pris sur os fendu longitudinalement	11	03,41%
03	Type 21	Poinçon pris sur esquille d'os à extrémité proximale t polie	33	10,24%
04	Type 22	Poinçon à dard	52	16,14%
05	Type 23	Poinçon à extrémité proximale arrondie	17	05,27%
06	Type 24	Poinçon à extrémité proximale amincie	29	09,00%
07	Type 25	Poinçon entièrement polie à fût de section ovale…	14	04,37%
08	Type 28	Poinçon galbé	44	13,66%
09	Type 30	Poinçon à fût non rectiligne	09	12,11%
10	Type 32	L'épingle à tête déjetée	02	00,62%
11	Type 39	Hameçon droit	08	02,48%
12	Type 47	Pointe de sagaie	36	11,18%
Total des outils Perforants			322	100%
Groupe des Tranchants				
N°	Types	Désignation	Nombre	%
01	Type 01	Les tranchets à biseau droit	17	10,75%
02	Type 02	Les tranchets à biseau oblique	33	20,88%
03	Type 03	Les tranchets à biseau concave avec ergot	52	32,91%
04	Type 04	Couteaux à dos naturels épais	29	18,35%
05	Type 05	Couteaux plats	05	03,16%
06	Type 06	L'éstèque	04	03,53%
07	Type 08	Le ciseau	18	11,39%
Total des outils Tranchants			158	99.99%
Groupe des Mousses				
N°	Types	Désignation	Nombre	%
01	Type 10	Les lissoirs épais à section circulaire	32	38,55%
02	Type 11	Les lissoirs plats et allongés à extrémité arrondie	25	30,12%
03	Type 12	Les lissoirs plats et allongés à extrémité ogivale	21	25,30%
04	Type 13	Les bâtonnets	02	02,40%
05	Type 14	Le brunissoir	01	01,20%
06	Type 15	La spatule	02	02,40%
Total des Mousses			83	100%

TABLEAU 4

Répartition typo-fonctionnelle des groupes d'outils en os.

Typo-functional distribution of bone tool groups.

— FIGURE 17 —

Illustration actuelle du jeu du Sig observée à El Bayadh (2019). (a) Scène réelle avec la trame du jeu ; (b et b') objets plats à bords arrondis utilisés dans le jeu.

Real scene of the Sig game observed in El Bayadh (2019). (a) The game frame (b et b') Flat objects with rounded edges used for gaming.

plates, une troisième pour le polissage des bords (méthode d'El Bayadh). Ces derniers sont gardés bruts dans d'autres régions comme Laghouat et Djelfa (sud algérien). Enfin, la moitié des pièces est enduite d'un colorant ocre (le henné comme cela se fait, actuellement, sur un autre jeu utilisant les astragales de mouton), ou noir (**fig. 18**). Dans d'autres cas, la lame possède une face fendue tandis que l'autre moitié est lisse car la distinction entre lames mâles ou femelles est nécessaire au moment de lancer ces objets. En fonction de la face dans laquelle ils apparaissent, le joueur peut ou non déplacer ces pierres sur une trame longue et serrée tracée à même le sol, comportant des lignes et plusieurs cases (Bellin 1963). L'hypothèse de l'utilisation des objets plats et longs à extrémités droites ou arrondies provenant des niveaux ibéromaurusiens à des fins ludiques repose sur les caractères communs suivants : ressemblance des formes, procédé identique pour leur obtention, mode de vie pastoral des populations anciennes et récentes, même sphère géographique, ancienneté du jeu attestée par une gravure rupestre néolithique découverte à Aïn Naga (Djelfa) et interprétée par les autochtones comme une représentation de la trame du « Sig » (**fig. 19**). L'observation des stigmates sur les pièces récoltées révèle la présence d'éclats sur les bords qui ne peuvent être seulement le résultat d'une hypothétique propulsion de ces objets en l'air (50 cm au maximum au-dessus du sol). Par contre, ces pièces sont cassées, soit au milieu soit au ¾ de leur longueur. Les supports actuels en végétaux n'ayant pas la même densité que l'os, la comparaison des stigmates ne peut être pertinente. Néanmoins, un protocole est mis en place pour une recherche expérimentale plus poussée.

FIGURE 18

Types d'outils utilisés dans le jeu du « Sig » dans la région du Hoggar.

Types of tools used in the Sig game from the Hoggar area.

— FIGURE 19 —

Gravure de la station rupestre néolithique de l'Aïn Naga (Djelfa) interprétée comme la représentation du damier du « Sig » par les pasteurs-éleveurs de la région (Photo A. Guermat).

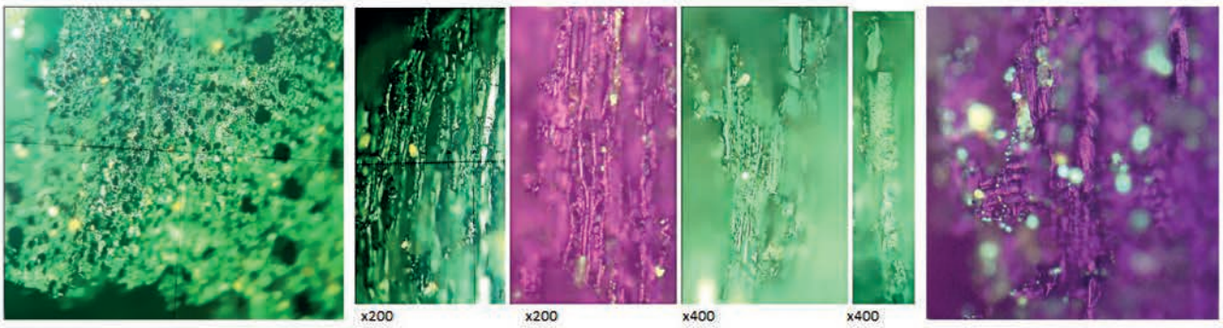
Engraving rock of the Aïn Naga Neolithic station (Djelfa) interpreted as the representation of the "Sig grid" by the pastoralists of the region (A. Guermat photo).

4 | RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES SUR LES CHARBONS DE BOIS

De rares fragments de charbons de bois ont été collectés. Ils proviennent de la nécropole et se trouvaient sous l'os occipital de la sépulture de H3 dont l'âge dentaire est entre 11 et 12 ans. (Chaïd *et al.* 2022b). L'examen microscopique, réalisé à l'aide d'un Axioskop 40 ZEISS du Laboratoire d'écologie végétale d'Alger, a mis en évidence la présence de l'olivier. Le plan transversal (**fig. 20a**) montre des pores diffus et des fibres abondantes. Un cas de fusion des parois cellulaires sur le plan transversal a été observé, cependant, il est difficile de distinguer les effets taphonomiques de ceux des conditions environnementales subis par l'arbre dont il est issu. Le plan tangentiel (**fig. 20b**) montre des rayons ligneux nombreux, unis à trisériés, avec cellules carrées et marginales plus hautes que larges ; trachéides vasculaires rares, parenchyme en file de 2 à 3 cellules ; vaisseaux à ponctuations petites, diamètres, en majorité, inférieurs à 5 microns. Le plan radial (**fig. 20c**) présente des cellules courtes. Malgré le mauvais état des charbons qui s'effritent aux essais de coupe, les caractères qui ont pu être observés dans les différents plans anatomiques sont bien en faveur d'*Olea europaea*.

Élément xérophyle d'origine africaine, l'espèce *Olea europaea* connaît depuis une large représentation sur les deux rives de la Méditerranée particulièrement à la fin du maximum glaciaire et avec la mise en place, à l'Holocène, de conditions climatiques favorables à son expansion (Médail *et al.* 2001 ; Quézel 2000 ; Abdoun 2013 ; Bouby et Terral 2016).

Au Proche-Orient, la consommation de noyaux d'olives sauvages par les chasseurs-cueilleurs de l'Épipaléolithique est attestée dès 21 000-18 000 BP dans le site d'Ohalo II (Kislev *et al.* 1992). En Afrique du Nord, l'olivier est présent



— FIGURE 20 —

Microscopie des charbons de bois d'*Olea europaea*. (a) plan tranversal x100 ; (b) plan tangentiel x 200 et x 400; (c) plan radial x100.

Microscopy of Olea europaea *charcoal. (a) transverse plane x100; (b) tangential plane x 200 and x 400; (c) radial plane x100.*

au Maroc dans la grotte d'El Mnasra dès 100.000 ans (Marquer *et al.* 2022) ainsi qu'à Ifri Ouadane entre 11000 à 8000 ans (Zapata *et al.* 2013). Au Tassili des Ajjers, une steppe arborée à *Olea* colonisait les massifs à l'Holocène inférieur (Thinon *et al.* 1996 ; Abdoun 2002) et dans la grotte de Tin Hanakaten où pollens, charbons et fruits d'olivier sont attestés dans la séquence 8, la plus ancienne des dépôts néolithiques datée de 8 100 BP (Aumassip *et al.* 1982-1983).

L'importance de la découverte d'*Olea europaea* à Columnata revêt trois intérêts majeurs : 1) il s'agit d'une des premières occurrences archéologiques de l'olivier en Algérie et en milieu atlasique, 2) il s'agit d'une occurrence datée de 8 355 ± 41 BP (IOSACal v0.4.1; Atmospheric data from Reimer *et al.* 2020) et 3) il s'agit aussi de la première occurrence de l'olivier en milieu sépulcral et de son utilisation en tant que combustible funéraire.

La distinction entre olivier sauvage et olivier domestiqué, aujourd'hui possible grâce à la génétique et aux méthodes anatomiques développées par J. F. Terral (Terral 1997) pourrait être envisagée, en cas de découverte d'autres charbons en meilleur état de conservation et de noyaux de fruits.

5 | INTERPRÉTATIONS ET CONCLUSIONS

Au terme de cette analyse qui reste, somme toute, partielle, compte tenu du fait que les fouilles à Columnata sont encore en cours et que d'autres récoltes pourraient venir y introduire des nuances, nous pouvons, néanmoins, tenir pour acquis les résultats suivants :

5.1 | En matière de faunes et de chasse

- Une liste taxonomique composée en grande partie d'ongulés de taille moyenne à grande et différente des sites plus tardifs (Grand Rocher, Boulevard Bru, Grotte de Saïda) où les petits mammifères sont plus nombreux.

*- Une plus grande représentation d'*Alcelaphus buselaphus *(en nombre de restes et en nombre minimal d'individus).*
Cette représentation est, généralement, mise sur le compte d'une adaptation aux nouvelles niches écologiques et à la présence de zones d'habitats refuge qui auraient été déterminantes dans l'expansion de l'alcélaphe (Vrba 1979 ; Kurten 1983 ; Flagstad *et al.* 2001). Mentionné dès le Pléistocène inférieur (Arambourg 1929, Vrba 1979) l'alcélaphe reste, en effet, faiblement représenté dans les cortèges fauniques anté-Holocènes comparativement au gnou (*Connochaetes)*, bien plus abondant, notamment dans les sites continentaux tels que Retaïmia (Dalloni 1949) ou Bir el Ater (Morel 1974). C'est bien à l'Holocène que cette espèce connaît sa multiplication.

- Mise en évidence d'alcélaphe à dents plus petites comparativement à la fin du Pléistocène supérieur et avec une variabilité plus grande de la taille des astragales.
Sous réserve de tester ce résultat sur un matériel plus abondant, cette diminution de la taille est incompatible avec les conditions climatiques optimales. On ne peut la mettre, non plus, sur le compte d'une diversité d'espèces car celle-ci a été remise en question. En effet, les espèces identifiées par A. Pomel (1895) : *Alcelaphus probubalis (*du site d'Aboukir de Grand Rocher et de l'Oued Seguin), *A. saldensis* (des grottes néolithiques de Bedjaia) et *A. ambiguus* (de Ternifine), ont été réunies par C. Arambourg du moins pour les deux premières, dans l'espèce *A. buselaphus*. Les crânes et frontaux du site d'Aboukir et de l'Aïn Oumata figurés par A. Pomel (1895) montrent, en effet, des cornes insérées haut à bases rapprochées presque en contact de la ligne frontale médiane comme chez *A. buselaphus*. L'absence, à Columnata, d'éléments crâniens complets ne permet pas de distinguer des variétés géographiques d'où la question suivante, cet animal a-t-il évolué sous l'effet d'une possible promiscuité humaine ?

Présenté comme mauvais candidat à la domestication, au comportement parfois imprévisible, dangereux car pouvant s'attaquer aux personnes et aux cultures (Tamrat *et al.* 2020) et surtout récalcitrant à rester sur place comme les bœufs, les partisans d'un proto-élevage de l'alcélaphe par les ibéromaurusiens ont tôt fait d'exclure cette hypothèse. Ceci étant dit, l'exemple égyptien, certes plus tardif, donne, quant à lui, à réfléchir sur la présence d'une relation plus étroite avec l'humain. Sa représentation dans les bas-reliefs et son utilisation en tant qu'animal sacrificiel (Van Neer *et al.* 2004) le fait passer pour une espèce presque domesticable (Kingdon 1989). De notre point de vue, si l'hypothèse climatique et géographique explique sa multiplication, il y a d'autres éléments comme : 1) la diminution de sa taille, 2) la présence de l'animal entier dans le site, 3) le fait qu'il soit un animal presque social, en tout cas, un animal sédentaire et qui ne migre pas, qui penchent pour une relation plus engagée des populations de Columnata envers cet animal, plutôt qu'une simple prédation.

- Une courbe de mortalité témoignant d'une chasse orientée vers l'acquisition d'alcélaphes adultes et de jeunes adultes dont le poids serait maximal au moment de l'abattage.
Cette courbe est, en effet, très différente de celle de *Bos primigenius* et si les ossements n'avaient pas manqué statistiquement pour aller plus loin dans l'analyse, on serait certainement tombé sur une courbe de type catastrophique plutôt qu'attritionnelle.

5.2 | En matière de technologie osseuse :

- Prédominance du groupe des perforants sur les tranchets et les mousses.
Cette donnée pourrait être mise en relation avec des activités domestiques comme l'assemblage de peaux, (pas d'aiguille à chas cependant), le forage de pendeloques etc.

- Une fragmentation portant les stigmates d'un façonnage anticipé démontré dans la culture Capsienne.
Ceci peut être en faveur d'une évolution sur place des techniques sans forcément y voir des migrations et des renouvellements drastiques.

- L'utilisation possible d'objets longs, plats, à bords arrondis pour le divertissement.
Si cette hypothèse se confirmait, un nouveau regard, plus explicite, pourrait être porté sur ces populations dont les pratiques funéraires rapportées : décharnement, forçage des squelettes, manipulations diverses (Cadenat 1957, 1959, 1966, 1972 ; Aoudia-Chouakri 2012 ; Humphrey *et al.*

2012 ; Mariotti *et al.*2009) et même cette supposée chasse à l'Homme illustrée par une lamelle fichée dans une vertèbre de H33a (Dastugue 1970 ; Chaïd Saoudi 2014) ; se distinguent par une complexité qui nous échappe encore. L'un des plus anciens jeux confirmés, le Senet égyptien qui emploie le même matériel que le jeu du Sig (grille, jetons et baguettes à deux faces) et qui date de 5000 ans BC (Sebbane 2001 ; Piccione 2007) aurait peut-être, une origine plus lointaine que celle actuellement retenue.

5.3 | En matière de comportement funéraire

- Attestation d'un dépôt intentionnel de chevilles osseuses de l'aurochs avec datation du geste funéraire.

- Première occurrence datée de cette manifestation qui remonte au onzième millénaire.

- Association de ce « culte » avec un squelette de type mechtoïde atténué (robustesse, longueurs des membres, gonions extroversés, avulsion dentaire).

Si les dépôts de chevilles osseuses et autres ossements du squelette du grand bœuf sont présents dans plusieurs tombes, l'exemple de la sépulture H1 au-dessus de laquelle six chevilles osseuses isolées ont été déposées, témoigne d'un acte volontaire. Ce mobilier funéraire signe l'apparition, dans cette région pastorale des hauts plateaux et parmi les groupes des derniers chasseurs-cueilleurs, de ce qui sera nommé plus tard, le culte du taureau.

5.4 | En matière environnementale

- Première occurrence de l'utilisation de l'olivier en contexte funéraire

- Nouvelle datation de l'olivier préhistorique en Algérie.

Pour conclure, en recoupant plusieurs données, qui peuvent, de prime abord, sembler inconciliables, un nouveau récit est en cours de construction avec pour objectif une meilleure connaissance des populations de l'Holocène inférieur de Columnata. A ce stade de lecture, on peut affirmer que l'alcélaphe, l'olivier, le bœuf-totem et probablement le divertissement font partie de leur signature. Certaines techniques osseuses montrent des similitudes avec le monde Capsien rééditant ainsi l'hypothèse d'un contact entre les populations de l'Algérie orientale et occidentale.

REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs remerciements à toutes les institutions et personnes qui ont contribué aux recherches sur le site de Columnata ainsi qu'aux deux relecteurs pour la lecture de ce document et la pertinence de leurs remarques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

ABDOUN F. 2013 - Olivier. *Encyclopédie berbère*, 35, document O14, p. 1-5.

ABDOUN F. 2002 - *Étude de la dynamique spatio-temporelle des populations de Cupressus dupreziana A. Camus au Tassili n'Ajjer.* Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille III, 171 p.

ANDREWS P., ARMOUR-CHELU M. 1998 - Taphonomic observations on a surface bone assemblage in a temperate environment. *Bulletin de la Société géologique de France*, 169, 3, p. 433-442.

AOUDIA-CHOUAKRI L. 2012 - *Pratiques funéraires complexes : réévaluation archéoanthropologique des contextes ibéromaurusiens et capsiens (Paléolithique et épipaléolithique de l'Afrique du nord-ouest)*, Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux I, 486 p.

AOURAGHE H., AGUSTI J., OUCHAOU B., BAILON S., LOPEZ-GARCIA J. M., HADDOUMI H., BOUGARIANE B. *et al.* 2010 - The Holocene vertebrate fauna from Guenfouda site, Eastern Morocco. *Historical Biology*, *22*, 1-3, p. 320-326.

ARAMBOURG C. 1929 - Les mammifères quaternaires de l'Algérie. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 20, 2, p. 63-84.

ARAMBOURG C., BOULE M., VALLOIS H., VERNEAU R. 1934 - Les grottes paléolithiques des Béni Segoual (Algérie). *Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine*, 13, Paris, 243 p.

AUMASSIP G., DELIBRIAS G. 1982-1983 - Ages des dépôts néolithiques du gisement de Ti-n-Hanakaten (Tassili-n-Ajjer, Algérie). *Libyca*, 30-31, p. 207-211.

BALOUT L. 1952 - *Les Hommes préhistoriques du Maghreb et du Sahara.* Inventaire descriptif et critique (Paléolithique, Épipaléolithique, Néolithique). *Libyca*, 2, p. 215-425.

BALOUT L. 1955 - Préhistoire de l'Afrique du Nord : Essai de chronologie. Édition Art et Maison Graphique. Paris, 543 p.

BEHRENSMEYER A.K. 1978 - Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, 4,2, p. 150-162.

BEHRENSMEYER A.K., GORDON K. D., YANAGI G. T. 1986 - Trampling as a cause of bone surface damage and pseudo-cutmarks. *Nature*, 319, 6056, p. 768-771.

BELLIN P. 1963 - L'enfant saharien à travers ses jeux : *Journal des Africanistes*, 33, 1, p. 47-104.

BIRABEN J. N. 1969 - Durée de la vie dans la population de Columnata (épipaléolithique oranais). *Population*, 24, 3, p. 487-500.

BLUMENSCHINE R.J. 1986 - Carcass consumption sequences and the archaeological distinction of scavenging and hunting. *Journal of Human Evolution*, 15, 8, p. 639-659.

BOUBY L., TERRAL J. F. 2016 - Archéobiologie et agrobiodiversité de l'olivier : domestication et diffusion dans l'Ouest de la Méditerranée *In: L'Oléiculture au Maroc de la préhistoire à nos jours, pratiques, diversité, adaptation, usages, commerce et politiques. Options Méditerranéennes.* A 118, p. 17-29.

BOUCHUD J. 1975 - La faune de Medjez II. - *In:* Henriette Camps-Fabrer *et al. Un gisement capsien de faciès sétifien Medjez II, El-Eulma (Algérie)* Paris, CNRS.

BRAHIMI C. 1972 - Deux campagnes de fouilles à Columnata, *Libyca*, 20, p. 49-101.

BRIDAULT A. 1994 - La fragmentation osseuse : Modèle d'analyse pour les séries Mésolithiques. *Artefact*, 9, p. 155-177.

BRUGAL J-Ph., DAVID F., FARIZY C. 1994 - Quantification d'un assemblage osseux : Paramètres et tableaux. *Artefact*, 9, p. 143-153.

CADENAT P. 1942 - Nouvelles stations préhistoriques de la région de Tiaret. *Bulletin de la Société de Géographie et d'archéologie d'Oran*, 63, 218, p. 131-154.

CADENAT P. 1948 - La station préhistorique de Columnata (commune mixte de Tiaret). *Bulletin de la Société de Géographie et d'archéologie d'Oran*, 70, 9, p. 3-66.

CADENAT P. 1955 - Nouvelles fouilles à Columnata : Campagne 1954-1955 (compte-rendu sommaire). *Libyca,* 3, p. 263-285.

CADENAT P. 1957 - Fouilles à Columnata : Campagne 1956-1957 (La Nécropole). *Libyca,* 5, p. 49 -81.

CADENAT P. 1959 - Principaux résultats des fouilles effectuées en 1956-57 à Columnata. *Congrès Préhistorique de France*, 16e session, p. 316-320.

CADENAT P. 1965 - Principaux résultats des fouilles effectuées en 1956-57 à Columnata. *Congrès Préhistorique de France*, 16e session - Monaco 1959, p. 316-320.

CADENAT P. 1966 - Vues nouvelles sur les industries de Columnata. *Libyca*, 14, p. 189-207.

CADENAT P. 1972 - Vestiges humains recueillis à Columnata en 1959 et 1961.*Congrès Panafricain de Préhistoire et d'études quaternaires*. 6e session - Dakar 1967, p. 506-509.

CAMPS G. 1968 - Tableau chronologique de la préhistoire récente du Nord de l'Afrique : Première synthèse des datations absolues obtenues par le carbone 14. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 65, 2, p. 609-622.

CAMPS G. 1974 - *Les civilisations préhistoriques de l'Afrique du Nord et du Sahara.* Édition Doin, Paris, 366 p.

CAMPS G. 1975 - Les industries épipaléolithiques du Maghreb et du Sahara septentrional. *In: L'Épipaléolithique méditerranéen - actes du colloque d'Aix-en-Provence 1972.* Paris, CNRS, p. 87-117.

CAMPS G. 2000 - Notices : Ibéromaurusien. *In: Encyclopédie berbère XXIII*, CAMPS G. (dir.), Aix-en-Provence, Edisud.

CAMPS-FABRER H. 1966 - Matériaux et art mobilier dans la préhistoire nord-africaine et saharienne. *Mémoire du Centre de Recherches Anthropologiques Préhistoriques et Ethnographiques*, 5, 557 p.

CAMPS-FABRER H. 1968 - Industrie osseuse épipaléolithique et néolithique du Maghreb et du Sahara. *Fiches typologiques africaines*. Cahiers 6 et 7.

CHAÏD SAOUDI Y. 1984 - Étude systématique du genre *Equus* (Mammalia, Perissodactyla) de l'épipaléolithique de Columnata (Algérie Occidentale). *Libyca,* 32-34, p. 174-205.

CHAÏD SAOUDI Y. 1987 - *Les mammifères holocènes des gisements préhistoriques de Gueldamane-Akbou (Béjaïa), Columnata (Tiaret) et Tin Hanakaten (Djanet) en Algérie.* Thèse de 3e cycle, Université de Claude-Bernard, Lyon I, 233 p.

CHAÏD SAOUDI Y. 2013 - Contribution à la connaissance des faunes préhistoriques d'Algérie. *Ikosim*, 1, p. 7-23.

CHAÏD SAOUDI Y. 2014 - Quelques principes de l'archéologie funéraire appliqués à la nécropole préhistorique de Columnata (Tiaret, Algérie). *Revue d'études archéologiques*, 11, 2, p. 3-16.

CHAÏD SAOUDI Y., LARBI I., SEHILA S. 2022a - Funerary practices from Columnata necropolis (Tiaret, Algeria) presentation of the last three burials excavated. *Revista Tabona,* 22, p. 35-51.

CHAÏD SAOUDI Y., ROUMANE-AMRI K., CHAÏD A., PERRIN T., AZZOUG W., SITOUAH B., KASRI S., SEHILA S., MEGHRAOUI M. 2022b - What's new about recent archeological fieldwork from the late Paleolithic site of Columnata (Tiaret, Algeria)? *Bulletin d'Archéologie Marocaine.* 27, p. 81-99.

CHAMLA M. C. 1970 - *Les Hommes épipaléolithiques de Columnata (Algérie occidentale).* Mémoire du Centre de Recherches Anthropologiques Préhistoriques et Ethnographiques. 15, 132 p.

CHRISTIDOU R. 2001 - Study of bone tools at three late/final Neolithic sites from Northern Greece. *BAR International Series*, 937, p. 41-48.

COSTAMAGNO S. 2000 - Stratégies d'approvisionnement et traitement des carcasses au Magdalénien : l'exemple de Moulin- Neuf (Gironde) / Magdalenian acquisition strategies and carcass processing: the example of Moulin-Neuf (Gironde). *Paléo* 12. p. 77-95.

DALLONI M. 1949 - La station moustérienne de Retaïmia, près d'Inkermann (Algérie). *In:* L. BALOUT (Éd) ; *Actes du Congrès Panafricain de Préhistoire. 2e session,* Alger, p.419-427.

DASTUGUE J. 1970 - Pathologie des hommes de Columnata, *In:* M.-C. CHAMLA (dir.) : *Les hommes épipaléolithiques de Columnata*. Mémoire du CRAPE, 15, p. 121-126.

DE GROOTE I., HUMPHREY L.T. 2020 - The human skeletal remains: a physical anthropological assessment. *In:* BARTON R.N.E., BOUZOUGGAR A., COLLCUT S.N., HUMPHREY L.T. (Éds.), *Cemeteries and Sedentism in the Later Stone Age of NWAfrica: Excavations at Grotte des Pigeons, Taforalt, Morocco.* Heidelberg: Propylaeum 2020 (Monographien des RGZM, Vol. 147), p. 483-489.

FERNANDEZ Y., ANDREWS P. 2016 - *Atlas of Taphonomic identifications. Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology,* 360 p.

FLAGSTAD Ø., SYVERSTEN P. O., STENSETH N. C., JAKOBSEN K. S. 2001 - Environmental change and rates of evolution: the phylogeographic pattern within the hartebeest complex as related to climatic variation. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, *268* (1468) p. 667-677.

GERAADS D. 1982 - Paléobiogéographie de l'Afrique du Nord depuis le Miocène terminal d'après les grands mammifères. *Geobios. Mémoire spécial*, 6, p. 478-481.

GRANT A. 1982 - The use of tooth wear as a guide to the age of domestic ungulates. *In:* B. WILSON C. GRIGSON S. PAYNE (Éd.): *Ageing and sexing animal bones from archaeological sites*. BAR Intern. Series, 109, p. 91-108.

HUMPHREY L.T., BELLO S.M., TURNER E., BOUZOUGGAR A., BARTON N. 2012 - Iberomaurusian funerary behavior: Evidence from Grotte des Pigeons. Taforalt. Morocco. *Journal of Human Evolution* 62, 2, p. 261-273.

KINGDON J. 1989 - East African Mammals: An Atlas of Evolution in Africa. 3Part D: Bovids, University of Chicago Press.

KISLEV M.E., NADEL D., CARMI I. 1992 - Epipalaeolithic (19,000 BP) cereal and fruit diet at Ohalo II, Sea of Galilee. *Review of palaeobotany and palynology,* 73, 1-4, p. 161-166.

KLEIN R.G. 1981 - Ungulate mortality and sedimentary facies in the late Tertiary Varswater Formation, Langebaanweg, South Western Cape Province, South Africa. *Ann. S. Afr. Mus.* 81, p. 233-254.

KLEIN R.G. 1982 - Age (mortality) profiles as a means of distinguishing hunted species from scavenged ones in Stone Age archeological sites. *Paleobiology,* 8, 2, p. 151-158.

KURTEN B. 1983 - Variation and dynamics of a fossil antelope population. *Paleobiology*, 9, 1, p. 62-69.

LEGENDRE S. 1989 - Les communautés de mammifères du Paléogène (Eocène supérieur et Oligocène) d'Europe occidentale : structures, milieux et évolution. *Munch Geowiss Abh* (Reihe A) 16, p. 1-110.

LEGRAND A. 2003 - Concordance des formes et des fonctions : Étude techno-fonctionnelle des poinçons en os de Khirokitia (Néolithique pré-céramique, Chypre). *Préhistoires Méditerranéennes*, 12, p. 189-196.

LINSTADTËR J. 2008 - The Epipalaeolithic-Neolithic-Transition in the Mediterranean region of Northwest Africa. Quartär, 55, p. 41- 62.

LUBELL D. 2001 - Late Pleistocene-Early Holocene Maghreb, *In:* PEREGRINE P.N., EMBER M. (Éds), *Encyclopaedia of Prehistory*, Vol. 1: Africa, Kluwer Academic/Plenum Publishers, p. 129-149.

LUBELL D., SHEPPARD P., JACKES M. 1984 - Continuity in the Epipaleolithic of Northern Africa with emphasis on the Maghreb. *Advances in world archaeology*, 3, p. 143-191.

LYMAN R. 1994 - *Vertebrate Taphonomy, Cambridge Manuals in Archaeology.* Cambridge University Press, 500 p.

MARIOTTI V., BONFIGHIOLI B., FACCHINI F., CONDEMI S., BELCASTRO M.G. 2009 - Funerary practices of the Iberomaurusian population of Taforalt (Tafoughalt; Morocco, 11-12,000 BP): new hypotheses based on a grave by grave skeletal inventory and evidence of deliberate human modification of the remains. *Journal of Human Evolution*, 56, p. 340-354.

MARQUER L., OTTO T., AROUS E. B., STOETZEL E., CAMPMAS É., ZAZZO A., NESPOULET R. 2022 - The first use of olives in Africa around 100,000 years ago. *Nature Plants*, 8, 3, p. 204-208.

MEDAIL F., QUEZEL P., BESNAR D. 2001 - Guillaume, *et al.* Systematics, ecology and phylogeographic significance of *Olea europaea* L. ssp. *maroccana* (Greuter & Burdet) P. Vargas *et al.*, a relictual olive tree in south-west Morocco. *Botanical Journal of the Linnean Society.* 137, 3, p. 249-266.

MERZOUG S. 2005 - *Comportements de subsistance des Ibéromaurusiens d'après l'analyse archéozoologique des mammifères des sites de Tamar Hat, Taza 1 et Columnata (Algérie).* Thèse de Doctorat en Archéozoologie : Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, 414 p.

MERZOUG S. 2008 - Étude archéozoologique des mammifères ibéromaurusiens de la collection Cadenat du site de Columnata (Tiaret, Algérie). *Actes RQM4*, Oujda, p. 255-264.

MOREL J. 1974 - La station éponyme de l'Oued Djebanna à Bir-el-Ater (Est algérien). *L'Anthropologie,* 78, 1, p. 53-80.

MOREL J. 1978 - Les sources d'alimentation des Epipaléolithiques de Tamar Hat et le problème des origines de la domestication en Afrique du Nord. *Bulletin du Musée d'Anthropologie et de Préhistoire de Monaco*, 22, p. 74-78.

MULAZZANI S., SIDÉRA I. 2012 - Technological and typological study of the Upper Capsian bone assemblage from SHM-1, Tunisia. *Journal of African Archaeology*, 10, 1, p. 45-57.

NOWAK R. 1999 - *Walker's Mammals on the World.* Baltimore: John Hopkins Press.

OUCHAOU B., BOUGARIANE B. 2015 - Les extinctions totales et régionales des grands mammifères durant le Quaternaire terminal au Maroc. *Travaux de l'Institut Scientifique*, 8, p. 5-20.

PAYNE S. 1973 - Kill of patterns in sheep and goast: *The Mandibules from Asvan Kale. Anatolian Studies* 23, p. 281-303

PERRIN T., DACHY T., GUÉRET C., LUBELL D., CHAÏD-SAOUDI Y., GREEN W. 2020 - Pressure knapping and the timing of innovation: new chrono-cultural data on prehistoric groups of the early Holocene in the Maghreb, northwest Africa. *Radiocarbon*, p. 1-51.

PETERS J., VAN NEER W., PLUG I. 1997 - Comparative postcranial osteology of hartebeest *(Alcelaphus buselaphus)*, scimitar oryx *(Oryx dammah)* and addax *(Addax nasomaculatus)*, with notes on the osteometry of gemsbok *(Oryx gazella)* and Arabian oryx (*Oryx leucoryx*). *Annalen Zoologische Wetenschappen*, 280, p. 1-83.

PETRULLO G. 2016 - The bone industry in the Capsian and Neolithic contexts of Eastern Maghreb: A technological and functional approach. *Quaternary International*, 410, p. 61-76.

PICCIONE P.A. 2007 - The Egyptian game of Senet and the migration of the soul. *Ancient Board Games in Perspective*, p. 54-63.

POMEL A. 1895 - *Les antilopes pallas*. P. Fontana & Company. Alger. *Paleontologie, Monographies* 56 p.

QUÉZEL P. 2000 - *Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen*. Paris, Ibis Press, 117 p.

RAHMANI N. 2004 - Nouvelle interprétation de la chronologie capsienne (Épipaléolithique du Maghreb). *Bulletin de la Société préhistorique française*, 101, 2, p. 345-360.

REIMER P. J., AUSTIN WEN, BARD E. *et al.* 2020 - The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon*, 62, 4, p. 725-757.

SEBBANE M. 2001 - Board games from Canaan in the early and intermediate bronze ages and the origin of the Egyptian Senet game. *Tel Aviv*, 28, 2, p. 213-230.

SHIPMAN P., FOSTER G., SCHOENINGER M. 1984 - Burnt bones and teeth: an experimental study of color, morphology, crystal structure and shrinkage. *Journal of Archaeological Science*, 11, 4, p. 307-325.

SIDÉRA I. 2005 - Technical data, typological data: a confrontation. *In: From Hooves to horns, from mollusc to mammoth. Manufacture and use of bone artifacts from Prehistoric Times to the Present. Proceedings of the 4th Meeting of the (ICAZ) Worked Bone Research Group.* Eesti Teaduste Akadeemia, p. 81-90.

SIDÉRA I., LEGRAND A. 2006 - Tracéologie fonctionnelle des matières osseuses : une méthode. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 2006, p. 291-304.

SPINAGE C. A. 1973 - A review of the age determination of mammals by means of teeth, with especial reference to Africa. *African Journal of Ecology*, 11, 2, p. 165-187.

TAMRAT M., ATICKEM A., TSEGAYE D., NGUYEN N., BEKELE A., EVANGELISTA P., STENSETH N. C. 2020 - Human-wildlife conflict and coexistence: a case study from Senkele Swayne's Hartebeest Sanctuary in Ethiopia. *Wildlife Biology*, 3.

TERRAL J. F. 1997 - Débuts de la domestication de l'olivier (Olea europaea L.) en Méditerranée nord-occidentale, mise en évidence par l'analyse morphométrique appliquée à du matériel anthracologique. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2. Sciences de la terre et des planètes*, 1997, 324, 5, p. 417-425.

THINON M., BALLOUCHE A., REILLE M. 1996 - Holocene vegetation of the Central Saharan Mountains: the end of a myth. *The Holocene*, 6, 4, p. 457-462.

THOMAS H. 1979 - La faune quaternaire d'Algérie. *Archeologia*, 134, p. 61-71.

TIXIER J. 1963 - *Typologie de l'Épipaléolithique du Maghreb*. Paris - Mémoires du CRAPE, 2.

VAN NEER W., LINSEELE V., FRIEDMAN R.F. 2004 - Animal Burials and Food Offerings At. *In: Egypt at Its Origins: Studies in Memory of Barbara Adams: Proceedings of the International Conference Origin of the State, Predynastic and Early Dynastic Egypt,»* Krakow, 28 August-1st September 2002. Peeters Publishers, p. 67.

VAUFREY R. 1955 - *Préhistoire de l'Afrique. Tome 1. Le Maghreb*. Paris : Masson, p. 257-287.

VERCOUTÈRE C., PATOU MATHIS M., GIACOBINI G. *et al.* 2014 - Rôle des agents biologiques non humains dans l'origine et l'histoire des assemblages osseux de grands mammifères issus de sites archéologiques pléistocènes : pseudo-objets. *In:* C. DENYS, M. PATOU-MATHIS (dir.), *Manuel de taphonomie*. Errance, p. 263-270.

VILLA P., MAHIEU E. 1991 - Breakage patterns of human long bones. *Journal of Human Evolution*, 21, p. 27-48.

VRBA E S. 1979 - Phylogenetic analysis and classification of fossil and recent Alcelaphini Mammalia: Bovidae. *Biological Journal of the Linnean Society*, 11 (3), p. 207-228.

WALKER EP. 1997 - *Alcelaphus buselaphus*. ADW Anima diversity Web

ZAPATA L., LÓPEZ-SÁEZ J. A., RUIZ-ALONSO M., LINSTÄDTER J., PÉREZ JORDÀ G., MORALES J., KEHL M., PEÑA-CHOCARRO L. 2013 - Holocene environmental change and human impact in NE Morocco: Palaeobotanical evidence from Ifri Oudadane. *The Holocene*, 23, 9, p. 1286-1296.

PARTICULARISMES RÉGIONAUX ET ADAPTATIONS TERRITORIALES AU COURS DE L'IBÉROMAURUSIEN. APPORT DES PRODUCTIONS LITHIQUES DE TAMAR HAT, RASSEL ET COLUMNATA (ALGÉRIE)

Latifa Sari[a]

a. *Centre national de recherches préhistoriques, anthropologiques et historiques - 3 rue Franklin Roosevelt, Alger, Algérie. sari.latifa@cnrpah.org*

HORS-SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 2 | Données récentes sur la Préhistoire d'Afrique du Nord – Occupations humaines, paléoenvironnements et relations avec le reste du continent

PAGES 266 À 291

MOTS-CLÉS Algérie, Ibéromaurusien, Pléistocène final, Dernier Maximum Glaciaire, Tardiglaciaire, technologie lithique, armatures, traditions techniques.

RÉSUMÉ

Cet article est rédigé dans la perspective d'une synthèse actualisée sur les différentes conceptions de chaîne opératoire, en rapport avec le paléoenvironnement et l'exploitation des ressources naturelles à l'Ibéromaurusien, grâce notamment à l'étude des assemblages lithiques de Tamar Hat, Rassel et Columnata en Algérie. Le but est de discuter, sur un plan diachronique, de la part des traditions régionales et des adaptations humaines dans la variabilité de ces assemblages lithiques. Les résultats de l'analyse techno-typologique ont permis de reconnaître quatre entités techno-économiques coïncidant avec des épisodes climatiques majeurs de la fin du Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire. Les deux premières entités techno-économiques (Phases Inférieure et Supérieure de Tamar Hat) se caractérisent principalement par une conception de chaîne opératoire intégrée dédiée à la réalisation d'armatures, pour la plupart non géométriques, qui dominent les outils de fond commun au cours de l'évènement d'Heinrich 2 (H2) et du Dernier Maximum Glaciaire (DMG). Cependant, une simplification des schémas opératoires et une diversification des armatures s'observent vers la fin du DMG. La persistance de cette chaîne opératoire intégrée est observée au sein du niveau inférieur de Rassel, avec le maintien des mêmes objectifs de production lithique, ce qui pourrait être expliqué par la résurgence des mêmes besoins techniques d'emmanchement et l'exploitation de ressources de subsistance similaires existant dans ces environnements côtiers. Toutefois, l'investissement technique à Rassel par un débitage élaboré et une systématisation de l'usage de la technique du microburin pour la fabrication d'armatures standardisées appuie l'impression d'une forte normalisation des armatures lithiques à partir de H1. En revanche, l'entité techno-économique de Columnata témoigne au cours du Dryas récent d'une rupture avec les traditions techniques précédentes par la production de supports différenciés à partir de plusieurs chaînes opératoires autonomes et un outillage de fond commun majoritairement sur éclats. Cette rupture coïncide avec des transformations dans les modes de subsistance, l'exploitation des ressources naturelles et la restructuration de l'organisation sociale à l'échelle du Maghreb. La comparaison inter-sites montre l'existence de particularismes régionaux qui ne semblent pas systématiquement entretenir une relation de cause à effet avec les changements climatiques, et qui aboutiront au début de l'Holocène à une parcellisation culturelle et une régionalisation des armatures.

ABSTRACT

Regional peculiarities and territorial adaptations during the Iberomaurusian. Contribution of lithic productions from Tamar Hat, Rassel and Columnata (Algeria)

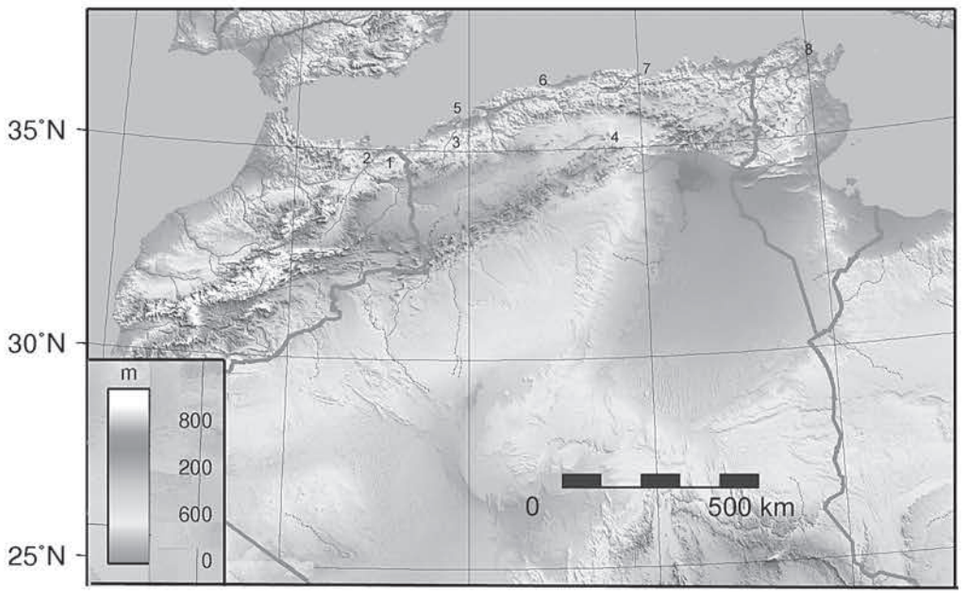
This paper is written from the perspective of an updated overview on the different conceptions of the *chaîne opératoire*, in relation to paleoenvironment and natural resources exploitation in the Iberomaurusian lithic assemblages of Tamar Hat, Rassel and Columnata in Algeria. The aim is to discuss from a diachronic perspective the involvement of regional particuliarities and human adaptations in the variability of these lithic assemblages. The results of the techno-typological analysis made it possible to recognize four techno-economic entities concomitant with the major climatic events of the end of the Pleniglacial and the Late Glacial. The two first techno-economic entities (Lower and Upper Phases of Tamar Hat) are mainly characterized by a conception of an integrated *chaîne opératoire* dedicated to the production of microliths mostly non-geometric which predominate the toolkit during the Heinrich Event 2 (H2) and the Last Glacial Maximum (LGM). However, a simplification of the *chaîne opératoire* and a diversification of the microliths are observed towards the end of the LGM. The persistence of this integrated *chaîne opératoire* is attested at the lower level of Rassel with the maintenance of the same lithic production objectives, which could be explained by the resurgence of the same technical requirements for hafting due to the exploitation of similar resources existing in such coastal environments. Nonetheless, the technical investment though an elaborated debitage and the development of microliths shaped using microburin technique reinforces the impression of the strong standardization of the lithic armatures beginning from H1. In contrast, the techno-economic entity of Columnata testifies during the Younger Dryas to a break with the previous technical traditions through the production of differentiated blanks from autonomous *chaînes opératoires* and the existence of informal tools mainly on flake blanks. This break coincides with transformations in subsistence and settlement patterns along with the emergence of new forms of sociality across the Maghreb. The inter-site comparison shows the existence of regional peculiarities which do not seem to systematically maintain a causal relationship with climate change and which will lead to a cultural segmentation and a regionalization of armatures at the beginning of the Holocene.

KEY-WORDS Algeria, Iberomaurusian, Late Pleistocene, Last Glacial Maximum, Late Glacial, lithic technology, armatures, technical traditions.

INTRODUCTION

Le Dernier Maximum Glaciaire (DMG) correspondant au stade isotopique 2 est contemporain d'un phénomène de microlithisation des outils lithiques qui a affecté certains techno-complexes du *Later Stone Age* (LSA) d'Afrique du Nord. Ces techno-complexes microlithiques, connus sous le nom d'Ibéromaurusien au Maghreb méditerranéen (Pallary 1909), d'Oranien Oriental en Cyrénaïque (McBurney 1967) et d'Industries à lamelles du Sud tunisien en Tunisie (Gragueb 1983), se sont développés entre 23 000 et 12 000 cal BP (Barich *et al.* 2006 ; Barton *et al.* 2013, 2019). Cependant, la plus ancienne occurrence des industries microlithiques ibéromaurusiennes a été enregistrée à l'abri sous roche de Tamar Hat en Algérie nord-orientale (**fig. 1**) vers 25 000 cal BP (Hogue, Barton 2016 ; Saxon *et al.* 1974). Cette première apparition coïncide avec l'émergence des haplogroupes U6a et M1, vers ~ 24 000 BP (Secher *et al.* 2014 ; Van de Loosdrecht *et al.* 2018), allant dans le sens d'une origine locale des populations ibéromaurusiennes et d'une continuité génétique au Maghreb (Kéfi *et al.* 2005). La longue histoire de l'Ibéromaurusien au Maghreb trouve écho dans de nombreux autres techno-complexes microlaminaires, tels que l'Épigravettien et l'Azilien de la rive Nord de la Méditerranée (Bracco, Montoya 2005), le Paléolithique récent de l'Egypte (Leplongeon 2017), et l'Epipaléolithique ancien du Levant (Belfer-Cohen, Goring-Morris 2002). Ce phénomène global de microlithisation semble être associé à une évolution vers des technologies et stratégies de chasse complexes (Kuhn, Elston 2002), probablement en réponse au changement climatique durant le DMG. Pour leur subsistance, les populations ibéromaurusiennes semblent avoir privilégié le traitement thermique des plantes sauvages riches en glucides et en graisses (Morales 2018) et avoir exploité une diversité de ressources animales (Campmas *et al.* 2016 ; Merzoug 2005, 2017 ; Turner 2019). Plus intéressant encore, les Ibéromaurusiens ont également exprimé des pratiques funéraires complexes profondément ritualisées et manifesté des comportements symboliques (Aoudia-Chouarki 2013 ; Hachi 2006 ; Hachi *et al.* 2002 ; Hadjouis 2002 ; Humphrey 2019 ; Humphrey, Bocaege 2008 ; Mariotti *et al.* 2009).

L'outillage lithique de l'Ibéromaurusien est essentiellement composé de lamelles à bord abattu, éléments microlithiques dominant les outils du fond commun dans lesquels les grattoirs sont bien représentés. Nous précisons ici que les « microlithes » en contexte nord-africain correspondent à une catégorie formelle d'outils représentée par des petites formes géométriques (celles réalisées par la technique du microburin) et des formes non géométriques qui sont de petites lamelles à bord abattu ou retouchées avec leurs talons conservés (Tixier 1963). Au cours des années 70, la structuration de l'Ibéromaurusien reposait sur les données d'une approche typologique des industries lithiques et osseuses, en étroite relation avec la constitution des collections croisées aux datations absolues (Camps 1974). Aumassip (1979) et Brahimi (1970) ont interprété la variabilité *vs* similarité des productions lithiques ibéromaurusiennes en termes de faciès régionaux divergeant localement à partir d'un substrat commun. En revanche, Close (1977, 1978, 1981) a suggéré que les similitudes observées dans les assemblages ibéromaurusiens sont déterminées par le style et la fonction. Cependant, ces différentes conceptions ont été appliquées à des contextes géographiques différents et éloignés en se basant sur des critères typologiques et morphométriques,



1. Taforalt ; 2. Ifri el Baroud ; 3. Columnata ; 4. El Hamel, Es Sayar, El Onçor ; 5. Abri Alain ; 6. Rassel ; 7.Tamar Hat, Afalou, Taza I ; 8. Ouchtata

FIGURE 1

Localisation des principaux sites ibéromaurusiens cités dans le texte.

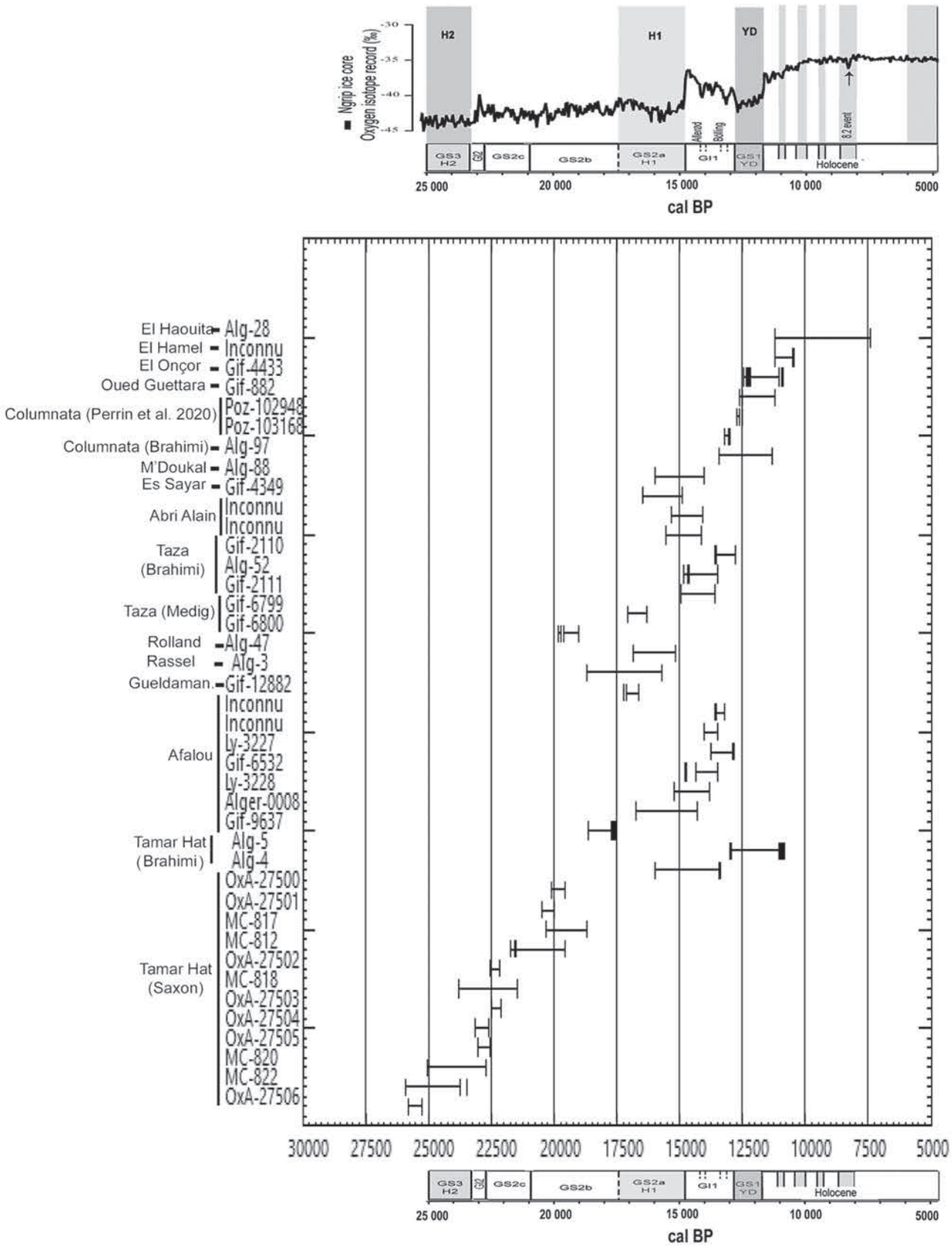
Location of main Iberomaurusian sites cited in the text.

donnant ainsi une image homogène aux différentes entités techno-économiques des industries ibéromaurusiennes à l'échelle nord-africaine.

D'énormes progrès ont été apportés par la suite dans l'application systématique des méthodes multidisciplinaires aux questions d'origine et de diffusion des industries microlithiques de l'Ibéromaurusien dans de nombreuses régions d'Afrique du Nord (Barich *et al.* 2003, Garcea 2008 ; Barton *et al.* 2013 ; Hachi 1987, 1996, 1997 ; Linstädter *et al.* 2012 ; Lubell 1984). En se basant sur des critères techno-typologiques strictement corrélés avec des unités chronostratigraphiques spécifiques, plusieurs auteurs (Barton *et al.* 2013, 2019 ; Bouzouggar *et al.* 2008 ; Hachi *et al.* 2002 ; Linstädter *et al.* 2012) s'accordent aujourd'hui à subdiviser l'Ibéromaurusien en deux grandes périodes, ancienne et récente, dont la transition se serait produite vers 15 000 cal BP, durant l'Interstade Bölling-Alleröd, coïncidant avec la première amélioration climatique du Tardiglaciaire. L'augmentation des occupations de l'Ibéromaurusien ancien semble avoir eu lieu durant la phase aride et fraîche du DMG, alors que l'Ibéromaurusien récent semble être contemporain de conditions climatiques plus humides et se caractérise par des dépôts de sédiments cendreux et des couches contenant de grandes quantités de coquilles brûlées de mollusques terrestres et/ou marins et d'autres restes de faunes consommées, témoignant de l'existence d'occupations durables et plus denses que lors de la période ancienne. Toutefois, une récente analyse anthracologique provenant du site d'Ifri el Baroud dans le Rif oriental marocain (Carrión Marco *et al.* 2018) affirme que la composition du paysage végétal ligneux est restée constante tout au long du DMG et du Tardiglaciaire, ce qui signifierait que les changements climatiques ont été modérés et n'ont pas eu d'impacts très importants sur la végétation ligneuse de la région.

Les études d'assemblages lithiques basées sur la technologie lithique incluant la notion capitale de « chaîne opératoire » (Tixier *et al.* 1980) ont permis une meilleure compréhension des choix effectués par les tailleurs ibéromaurusiens tout au long de l'exploitation des matières premières, de la production des supports et de leur transformation en produits finis. Hogue (Hogue *et al.* 2019) a tenté une subdivision de l'Ibéromaurusien de Taforalt au Maroc oriental (23 000 - 12 600 cal BP) en se basant sur une approche statistique focalisée sur la variabilité des assemblages microlithiques et a identifié quatre phases : ancienne, transitionnelle/mixte, moyenne et supérieure, les deux dernières étant corrélées chronostratigraphiquement à l'Ibéromaurusien récent avec une transition située autour de 15 000 cal BP (Hogue *et al.* 2019). En revanche, Potì (Potì 2017 ; Potì *et al.* 2020) a distingué seulement deux phases au sein des quatre occupations ibéromaurusiennes de la grotte d'Ifri el Baroud (20 000 - 11 000 cal BP) au Maroc oriental : ancienne (Ibéromaurusien Initial de l'Unité D et Ibéromaurusien ancien de l'Unité C) et récente (Ibéromaurusien récent des Unités B1 et B2) avec une transition située autour de 15 000 - 16 000 cal BP (Potì *et al.* 2019, p. 104).

Nos résultats basés sur une approche techno-typologique en lien avec des changements climatiques et de subsistance des sites de Tamar Hat (collection Saxon), Rassel (collection Brahimi) et Columnata (collection Brahimi) en Algérie ont permis de mettre l'accent sur l'existence de différentes entités techno-économiques au sein de deux entités biogéographiques régionales : montagnes et plaines littorales (Tamar Hat – Rassel) *vs* terres intérieures des hautes plaines (Columnata). Cet article est rédigé dans la perspective d'une synthèse actualisée sur les différentes conceptions de chaîne opératoire et les mécanismes de leur cohabitation dans les trois assemblages lithiques ibéromaurusiens en relation avec le paléoenvironnement et l'exploitation des ressources naturelles. Le but est de distinguer les changements *vs* survivances dans les différentes entités techno-économiques au niveau intra- et inter-sites. Une comparaison diachronique actualisée est également proposée, incluant d'autres gisements ibéromaurusiens bien datés et documentés d'Algérie (**fig. 2, tabl. 1**) et du Maroc, afin de discuter de la part des particularismes régionaux et des adaptations paléoenvironnementales dans la variabilité des industries ibéromaurusiennes.



— FIGURE 2 —

Datations calibrées au radiocarbone ^{14}C des sites ibéromaurusiens d'Algérie corrélées aux variations de la composition en d18O dans la carotte de glace groenlandaise (GISP2). Les datations sont calibrées à l'aide du logiciel Calib 8.1.0 avec 2 sigma (Stuiver, Riemer 1986-2020).

Conventional ^{14}C radiocarbon determinations for Iberomaurusian sites of Algeria correlated to variations in d18O composition of ice in the Greenland Ice Sheet Project record (GISP2). The cal BP determinations are corrected using Calib 8.1.0 at 2 sigma (Stuiver, Riemer 1986-2020).

Site	Lab No	14C	cal BP (95.4%)	Nature échantillon	Couche	US	Auteur
Tamar Hat	OxA-27506	21 240 ± 130	25254 - 25842	Os	85	VI	(Hogue et Barton 2016)
Tamar Hat	MC-822	20 600 ± 500	23759 - 25885	Charbon	84/5	VI	(Saxon et al. 1974)
Tamar Hat	MC-820	19 800 ± 500	22765 - 25121	Charbon	50	V	(Saxon et al. 1974)
Tamar Hat	OxA-27505	18 990 ± 100	22573 - 23085	Os	63	V	(Hogue et Barton 2016)
Tamar Hat	OxA-27504	19 060 ± 100	22692 - 23210	Os	63	V	(Hogue et Barton 2016)
Tamar Hat	OxA-27503	18 440 ± 110	22110 - 22561	Os	48	IV	(Hogue et Barton 2016)
Tamar Hat	MC-818	18 750 ± 500	21640 - 23785	Charbon	44	IV	(Saxon et al. 1974)
Tamar Hat	OxA-27502	18 470 ± 100	22159 - 22594	Os	43	IV	(Hogue et Barton 2016)
Tamar Hat	MC-812	17 040 ± 400	19577 - 21520	Charbon	15	I	(Saxon et al. 1974)
Tamar Hat	MC-817	16 100 ± 360	18732 - 20337	Charbon	9	I	(Saxon et al. 1974)
Tamar Hat	OxA-27501	16 790 ± 90	20050 - 20511	Os	8	I	(Hogue et Barton 2016)
Tamar Hat	OxA-27500	16 490 ± 80	19604 - 20140	Os	5	I	(Hogue et Barton 2016)
Tamar Hat	Alg-4	12 450 ± 480	13436 - 16062	Charbon	30-50 cm	-	(Brahimi 1969)
Tamar Hat	Alg-5	10 350 ± 375	11092 - 13068	Charbon	0-30 cm	-	(Brahimi 1969)
Afalou Bou Rhummel	Gif-9637	14 910 ± 180	17753 - 18689	Charbon	VII	-	(Hachi et al. 2002)
Afalou Bou Rhummel	Alger-0008	13 120 ± 370	14786 - 16861	Charbon	IV	-	(Hachi et al. 2002)
Afalou Bou Rhummel	Ly-3228	12 400 ± 230	13968 - 15267	Charbon	IV	-	(Hachi et al. 2002)
Afalou Bou Rhummel	Gif-6532	12 020 ± 170	13494 - 14434	Charbon	IV	-	(Hachi et al. 2002)
Afalou Bou Rhummel	Ly-3227	11 450 ± 230	12894 - 13788	Charbon	III	-	(Hachi et al. 2002)
Afalou Bou Rhummel	Inconnu	11 900 ± 140	13491 - 14066	Charbon	III	-	(Hachi et al. 2002)
Afalou Bou Rhummel	Inconnu	11 560 ± 90	13286 - 13532	Charbon	III	-	(Hachi et al. 2002)
Gueldaman I	Gif-12882	13 980 ± 70	16727 - 17149	Charbon	S2 -172	-	(Kherbouche et al. 2014)
Rassel	Alg-3	14 270 ± 600	15753 - 18740	Coq.terrestre	LL	-	(Brahimi 1970)
Rolland	Alg-47	13 330 ± 280	15257 - 16903	Coquilles mixtes	-	-	(Brahimi 1970)
Taza 1	Gif-6800	16 100 ± 140	19085 - 19827	Os	Couche B	-	(Hadjouis 2002)
Taza 1	Gif-6799	13 800 ± 130	16334 - 17067	Charbon	Couche C	-	(Medig et al. 1996)
Taza 1	Gif-2111	12 700 ± 220	13607 - 14948	Coquille marine	5	-	(Delibrias et al. 1974)
Taza 1	Alg-52	12 075 ± 220	13498 - 14867	Charbon	-	-	(Delibrias et al. 1974)
Taza 1	Gif-2110	11 340 ± 220	12813 - 13601	Charbon	4	-	(Camps 1974)
Abri Alain	Inconnu	12 660 ± 200	14189 - 15617	Charbon	Couche noire	-	(Campmas et al. 2016)
Abri Alain	Inconnu	12 550 ± 190	14084 - 15400	Charbon	Couche noire	-	(Campmas et al. 2016)
Es Sayar	Gif-4349	13 100 ± 250	14968 - 16475	Oeuf d'autruche	-	-	(Amara 1977)
M'Doukal	Alg-88	12 740 ± 315	14055 - 16036	Ostr.	-	-	(Heddouche 1998)
Columnata	Alg-97	10 800 ± 425	11395 - 13486	*Unio*	-	-	(Brahimi 1972)
Columnata	Poz-103168	11 230 ± 60	13070 - 13249	Os	-	-	(Perrin et al. 2020)
Columnata	Poz-102948	10 640 ± 40	12614 - 12728	Os	-	-	(Perrin et al. 2020)
Oued Guettara II	Gif-882	10 190 ± 230	11235 - 12617	Charbon	5	-	(Camps 1968)
El Onçor	Gif-4433	10 040 ± 190	11145 - 12283	Oeuf d'autruche	-	-	(Heddouche 1977)
El Hamel	Inconnu	9 540 ± 120	10562 - 11197	Charbon	E	-	(Camps 1968)
El Haouita	Alg-28	8 220 ± 820	7430 - 11257	Charbon	-	-	(Estorges et al. 1969)

— TABLEAU 1 —

Datations calibrées au radiocarbone 14C et en AMS des sites ibéromaurusiens d'Algérie. Les datations sont calibrées à l'aide du logiciel Calib 8.1.0 avec 2 sigma (Stuiver, Riemer 1986-2020).

Conventional ^{14}C and AMS radiocarbon dates for Iberomaurusian sites of Algeria. The cal BP determinations are corrected using Calib 8.1.0 at 2 sigma (Stuiver, Riemer 1986-2020).

1 | ENTITÉS TECHNO-ÉCONOMIQUES : CHANGEMENTS VS SURVIVANCES

1.1 | Abri sous roche de Tamar Hat

1.1.1 | Site et contexte archéologique

Tamar Hat est un abri sous roche se trouvant dans la commune côtière de Melbou à 35 km au sud-est de Béjaïa au nord-est algérien. Il fait 6 m de large sur 8 m de profondeur et s'ouvre vers le Nord sur la mer Méditerrannée à une altitude de 20 m au sein d'un paysage mixte de montagnes et plaines côtières. Ce site correspond à un camp de base résidentiel saisonnier fréquenté durant l'hiver de manière répétée (Merzoug 2005 ; Saxon 1975 ; Saxon *et al.* 1974) et dans lequel diverses tâches à vocation domestique et cynégétique ont été effectuées (Merzoug 2005 ; Sari 2012). Les occupants du site ont pratiqué une chasse sélective orientée vers le mouflon à manchette dont l'abattage s'effectuait en hiver (Merzoug 2005 ; Merzoug, Sari 2008).

L'abri de Tamar Hat a fait l'objet de nombreuses fouilles et a livré un matériel entièrement attribué à l'Ibéromaurusien, alors qu'aucun techno-complexe du *Middle Stone Age* (MSA) n'a été signalé dans ce site (Arambourg *et al.* 1934 ; Balout 1955 ; Brahimi 1969 ; Saxon *et al.* 1974). Les fouilles conduites par Saxon (Saxon *et al.* 1974) ont mis au jour une séquence de 92 couches (incluant 31 foyers) sans rupture stratigraphique, regroupées en six unités stratigraphiques appelées « zones » et entièrement attribuées à l'Ibéromaurusien. Cet auteur a exclu le dépôt sommital (couches 1 à 4), considéré comme perturbé par les travaux antérieurs (Saxon *et al.* 1974, p. 53), et a obtenu pour les dépôts sous-jacents cinq datations au ^{14}C s'échelonnant entre 23 759 - 25 885 cal BP et 18 732 - 20 337 cal BP. Notons que la couche 50 (MC-820) est un sol perturbé (Saxon *et al.* 1974, p. 55). Plus tard, huit autres dates en AMS allant de 25 254 - 25 842 cal BP à 19 604 - 20 140 cal BP ont été obtenues sur des échantillons osseux du secteur Saxon (Hogue, Barton 2016). Ces nouvelles dates ont repoussé dans le temps la première occupation ibéromaurusienne dans ce site et l'ont fait coïncider avec l'évènement climatique de Heinrich 2 (H2) (25 000 - 23 500 BP) (Combourieu Nebout *et al.* 2009).

Deux phases majeures ont été définies par Saxon (Saxon *et al.* 1974), une phase inférieure (US VI-V) et une phase supérieure (US IV-I), dont la limite se situe entre les couches 48 à 44 de l'US IV, et qui sont caractérisées par un changement dans la couleur des sédiments des dépôts : gris au sommet de la séquence, et rouges près de la base. Ce changement dans le type de dépôt est accompagné d'un développement de l'exploitation des hélicidés dominés par *Helix aspersa* à partir de l'US IV,

puis des ressources marines constaté vers la fin de l'occupation dans l'US I. Close (1977, 1981) a rapporté que ces deux phases coïncident avec deux ensembles archéologiques, définis par une analyse statistique sur des armatures et des nucléus issus des six zones stratigraphiques par groupes numériques arbitrairement choisis. La principale différence réside dans la variation des taux des différents morphotypes d'armatures : les pointes à bord abattu et les lamelles à retouche marginale dite « Ouchtata » sont bien représentées dans l'ensemble inférieur, alors que les lamelles à bord abattu obtuses et les pointes à bord abattu partiel augmentent dans l'ensemble supérieur avec les nucléus à un plan de frappe. Cette auteure a conclu que ces deux ensembles pouvaient être attribués aux même groupes humains, ayant saisonnièrement fréquenté l'abri de manière récurrente. Les résultats de notre analyse techno-typologique de l'industrie lithique ont abouti à un découpage chronostratigraphique coïncidant également avec celui de Saxon (Sari 2012, 2014, 2020). Ces résultats ont permis de cerner et d'identifier les entités techno-économiques caractérisant la production lithique au sein de deux phases archéostratigraphiques successives : une Phase Inférieure (US VI : 25 254 - 25 842 cal BP, et US V : 22 692 - 23 210 cal BP) apparaissant au cours de l'évènement climatique H2, et une Phase Supérieure (US IV : 22 110 - 22 561 cal BP, et US I : 19 604 - 20 140 cal BP) occupant tout le DMG (**tabl.1, fig. 2**).

1.1.2 | Organisation de la production lithique et intentions du débitage

Phase Inférieure

Au cours de la Phase Inférieure, les occupants du site ont exploité le silex de l'Éocène de bonne qualité sous forme de galets ne dépassant pas 10 cm de diamètre collectés au niveau de la terrasse alluviale de l'Oued Agrioun à 2 km du site. Des galets en silex du Lias de plus grandes dimensions (15 à 30 cm de plus grand diamètre) et de moindre qualité ont été également collectés dans de faibles proportions au niveau des conglomérats du cordon marin inférieur qui se trouve juste à l'extrémité du talus prolongeant en avant le remplissage du site. D'autres types de silex (calcédonieux et jaspoïde) de meilleure qualité, ainsi que du cristal de roche et du quartzite métamorphique ont été introduits au site sous forme de produits finis, témoignant de circulations sur une trentaine de kilomètres sur la bande côtière des Babors (Sari 2012, 2014, 2020). Le débitage s'est effectué sur la zone d'habitat, à l'exception de celui des silex allochtones. Des percuteurs tendres sous forme de galets biseautés en grès du Trias ont été collectés au niveau des terrasses de l'oued Bou Zazen à 3 km de l'abri (Sari 2012, 2015), alors que la diabase, roche volcanique utilisée dans le matériel de broyage, témoigne d'un plus long déplacement vers Cap Cavallo à 35 km à l'Est de l'abri. De manière générale, l'apport des matières premières lithiques exogènes était complémentaire et devait se faire à l'occasion de déplacements qui ne sont pas forcément spécifiques à leur collecte.

Les tailleurs ont eu recours à diverses méthodes destinées à la production exclusive de supports microlaminaires, un fait corroboré par l'absence de nucléus dédiés à la production exclusive de lames ou d'éclats. Ces derniers ne sont pas destinés à des outils spécifiques. Une économie du débitage (Perlès 1991) est mise en place, impliquant une chaîne de production intégrée (c'est-à-dire « intégrant tous supports ») qui nécessite un choix orienté vers le silex de l'Éocène et la production de supports indifférenciés. Le débitage passe par l'obtention au percuteur dur d'éclats laminaires et de petites lames corticaux à semi-corticaux, sous-produits destinés à préparer le détachement de lamelles plus ou moins rectilignes au percuteur tendre minéral lors du plein débitage (Sari 2012 ; Sari citée dans Pelegrin, Inizan 2013), tout en effectuant une série de ravivages au niveau des nucléus par enlèvement de tablettes partielles.

De grandes lamelles sont obtenues sur des nucléus coniques et prismatiques en silex selon un schéma opératoire organisé semi-tournant, rarement tournant. Le détachement des supports se fait sur une même surface à partir d'un plan de frappe entretenu par des enlèvements latéraux qui assurent la rectitude des lamelles situées dans la partie centrale de la surface débitée (**fig. 3 a,b**). Un autre procédé opératoire permet d'obtenir frontalement des lamelles plus ou moins rectilignes (**fig. 3 c**). Les nucléus présentent une surface débitée étant cintrée par une crête antéro-latérale et parfois postérieure. Le second plan de frappe semble le plus souvent avoir pour fonction de contrôler la convexité longitudinale, et dans d'autres cas, de poursuivre le débitage sur une nouvelle surface, suite à un accident de taille (**fig. 3 d**).

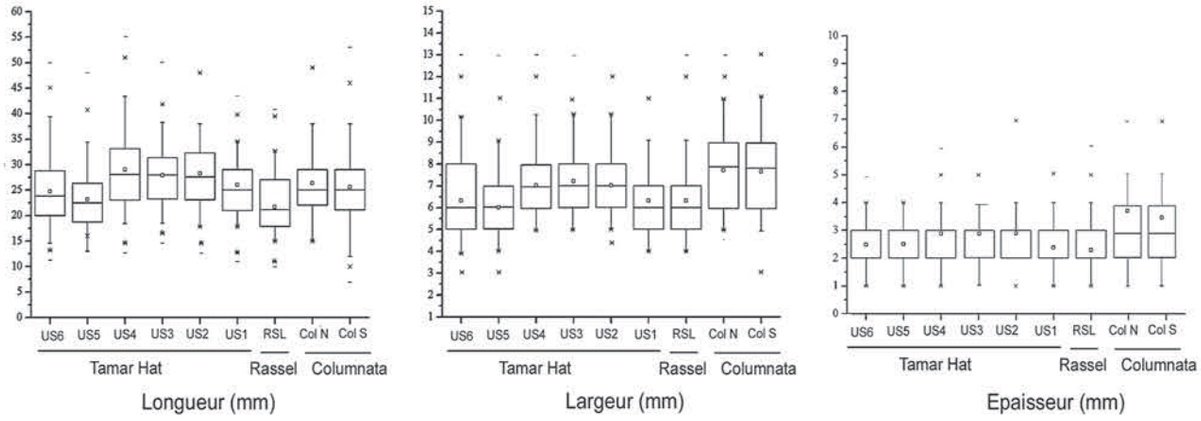
Les microlamelles (de 2 cm de long) sont détachées au percuteur tendre minéral à partir d'éclats épais en silex de l'Éocène et calcédonieux débités sur le site et issus de la production intégrée. Des éclats laminaires étroits sont exploités comme nucléus à lamelles, dans l'épaisseur du bord ou sur la face inférieure à partir d'un plan de frappe préférentiellement aménagé par une troncature normale, plus rarement une cassure (**fig. 3 h,i**). Le but était de produire des lamelles rectilignes et étroites directement à partir des dièdres exploités. Une autre production de lamelles est obtenue à partir de burins sur troncature, dont les chutes ont été transformées en armatures. Les microlamelles courbes, se distinguant des autres microlamelles à profil rectiligne obtenues sur des nucléus en fin d'exploitation, proviendraient des éclats de mise en forme de nucléus en silex noir de l'Éocène. Il s'agit de grattoirs-nucléus préparés sur des éclats courts et épais issus de la chaîne de débitage intégrée (**fig. 3 j**).

Deux objectifs semblent avoir été recherchés, l'objectif principal étant la production de lamelles à bord abattu de petites dimensions, et celles plus robustes représentant un objectif plus secondaire (**fig. 4**). Les supports possèdent déjà, dès le débitage, la largeur recherchée, ce qui explique la hausse de la retouche semi-abrupte, ainsi que la retouche marginale de type « Ouchtata » durant la Phase Inférieure. Au sein des armatures, les microlamelles accompagnent une production plus nombreuse et plus investie de pointes de profil rectiligne à peu arqué à retouche marginale (Ouchtata) ou semi-abrupte, accompagnées de pointes géométriques tronquées, ou appointées caractérisant également la Phase Inférieure de ce site (**fig. 5**). Ces armatures se distinguent par l'aménagement d'une ou deux extrémités aigües (pointes ou bipointes) et la retouche du bord abattu recoupe le bord latéral opposé du support. La rareté des microburins

— FIGURE 3 —

Méthodes de production de supports lamellaires reconnus sur les séries lithiques de Tamar Hat. a,b. débitage élaboré envahissant les flancs ; c. débitage frontal sur surface étroite ; d. débitage à partir de deux plans de frappe opposés et décalés ; e-f. débitage facial limité aux flancs ; g. débitage sur dièdre de galet ; i. débitage frontal sur nucléus-pièce buriniforme ; h-j. débitage sur nucléus-pièces carénées grattoiriformes.

Bladelet core reduction sequences represented in lithic assemblages of Tamar Hat. a,b. Elaborate facial core reduction extending to core flanks; c. Core reduction strategy on narrow core table; d. Debitage on two opposed offset striking platforms; e-f. Debitage on narrow core table with retained cortex; g. Debitage on dihedral core; i. Debitage on narrow core table of burin-like core; h-j. Debitage on carinated end scraper-like core.



Séries lithiques	Longueur				Largeur			Epaisseur		
	N	Moyenne	SD	SEM	Moyenne	SD	SEM	Moyenne	SD	SEM
Tamar Hat US VI	179	24,30168	7,063	0,52791	6,44693	2,21365	0,16546	2,41899	0,89811	0,06713
Tamar Hat US V	184	23,46739	6,32706	0,46644	5,86413	1,70759	0,12589	2,46196	0,73824	0,05442
Tamar Hat US IV	228	29,85526	7,83312	0,518761	7,19283	1,90626	0,12765	2,88158	0,87501	0,05795
Tamar Hat US III	63	28,66666	6,77757	0,853893	7,24194	1,41056	0,17914	2,87544	0,8549	0,051
Tamar Hat US II	62	28,67742	6,83235	0,867710	7,25397	1,50234	0,18928	2,87302	0,75117	0,09464
Tamar Hat US I	159	28,08805	7,30908	0,57965	7,16561	1,59264	0,12711	2,83019	1,01388	0,08041
Rassel. niveau inférieur	94	23,05319	4,91731	0,50718	6,31915	1,57407	0,16235	2,29787	0,88997	0,09179
Columnata. S ecteur Sud	66	26,34848	6,56318	0,81033	8,0303	1,66382	0,2048	3,77273	1,03471	0,12736
Columnata. Secteur Nord	179	25,60335	5,97976	0,44695	8,3388	2,03134	0,15016	3,55866	1,19016	0,08896

— FIGURE 4 —

Données métriques comparées des armatures à bord abattu entières.

Compared metrical data of complete backed microliths.

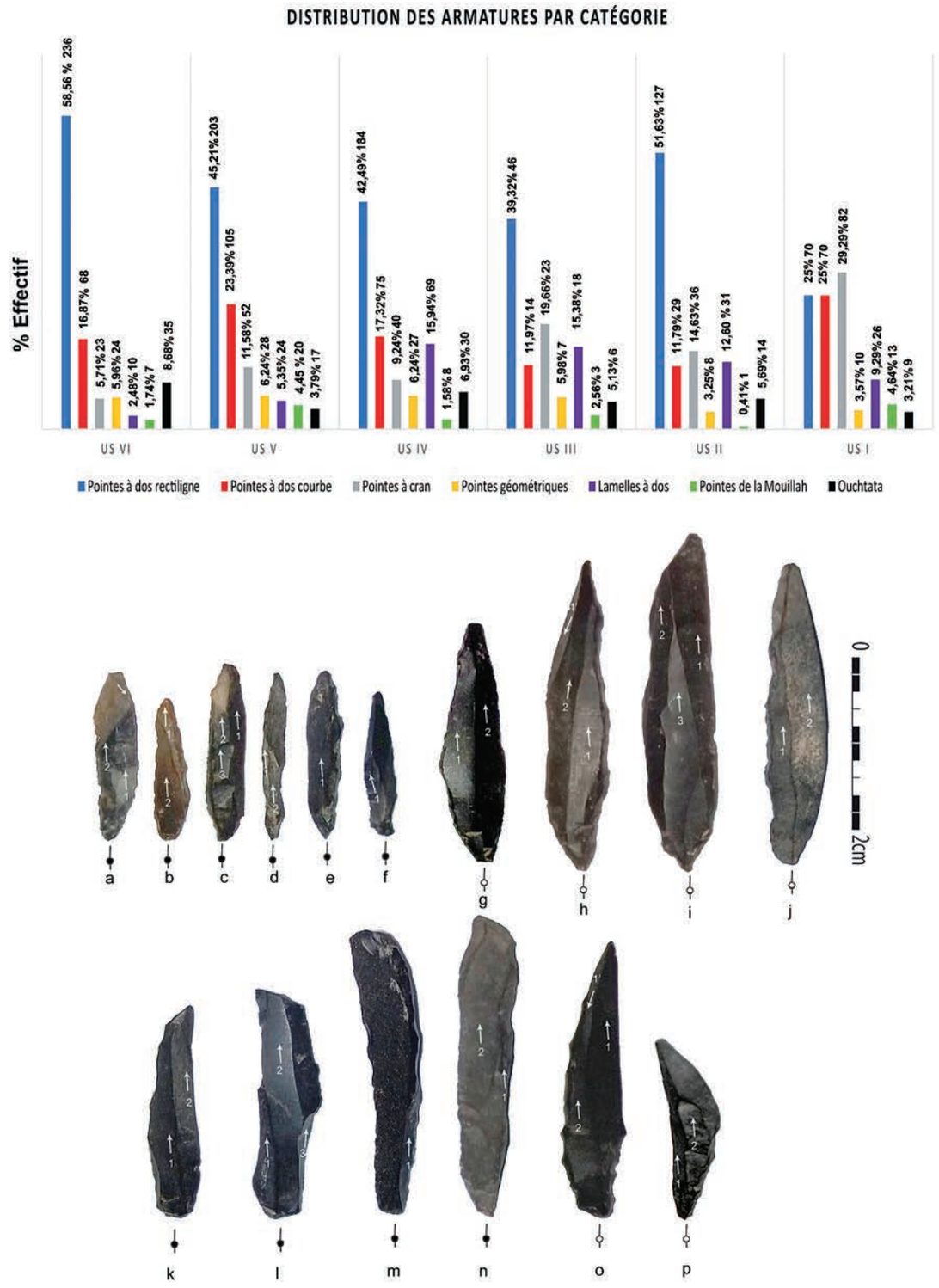
ordinaires va avec la faible représentation des pointes de la Mouillah et piquant-trièdres, ce qui signifie que les quelques lamelles scalènes et pointes tronquées étaient obtenues par troncature. Quelques pointes à double bord abattu et pointes à bord abattu anguleux n'apparaissent qu'au cours de la Phase Inférieure. À partir de l'US V, la production des chutes par coup de burin s'amplifie, ce qui est en accord avec l'augmentation des burins sur troncature. La maintenance sur place des armatures est attestée par la présence de fractures en cône obliques dont résultent les microburins Krukowski (K).

La reconnaissance des fractures d'impact sur les différents fragments d'armatures abandonnés sur le site a permis de confirmer l'hypothèse de retour de chasse (Sari 2012, 2014, 2020). En outre, la présence de nodules d'ocre, ainsi que du matériel lithique ocré qui compte armatures, nucléus et matériel de broyage, n'écarte pas un besoin en partie lié à la préparation de la colle pour l'emmanchement. Les grandes lamelles dont le bord abattu porte une retouche abrupte à semi-abrupte sont souvent retrouvées fragmentées et portent parfois des traces d'impact. Quant aux microlamelles, elles sont souvent retrouvées entières, et généralement de morphologie irrégulière. Quelques-unes sont retouchées en microperçoirs et d'autres présentent une retouche marginale d'orientation inverse ou directe, bien qu'il ne soit pas exclu qu'une partie de la production ait été utilisée sans transformation.

Phase Supérieure

Au cours de la Phase Supérieure, la taille du silex du Lias s'intensifie à partir de l'US IV, ce qui témoigne d'une exploitation plus dense des ressources minérales locales. La part des silex allochtones diminue drastiquement durant cette phase, reflétant ainsi une faible mobilité. Contrairement à la phase précédente, les éclats laminaires sont réservés à des outils spécifiques apparaissant pour la première fois tels que les grattoirs à front ogival, les grattoirs à épaulement et les becs, ces derniers étant liés à des activités spécialisées (Sari 2012, 2014, 2020 ; Sari, Kim 2017).

Un autre changement se remarque cette fois dans les schémas d'obtention des lamelles qui diffèrent considérablement de la Phase Inférieure. Bien que passant par une chaîne opératoire visant à produire des supports indifférenciés, la production microlaminaire est moins élaborée au cours de la Phase Supérieure. La table laminaire est souvent cintrée par les convexités naturelles des blocs taillés, avec parfois préparation de crête à un versant, et le débitage est arrêté à une certaine longueur, après l'exploitation d'une ou de deux générations de lamelles larges et de moyenne longueur (**fig. 3 e-f**). Les grattoirs carénés et les burins-nucléus sur troncature sont absents et les rares burins dièdres ou d'angle sur cassure existants remplissent le rôle de véritables burins. Vers la fin de l'occupation ibéromaurusienne en US I, un nouveau



— FIGURE 5 —

Morphotypes d'armatures du site de Tamar Hat. a-f. micropointes ; g-j. pointes à bord abattu rectiligne (h-i ont la base appointée par retouche) ; k-l. lamelles scalènes ; m-n. lamelles à bord abattu obtuses; o-p. pointe et micropointe à bord abattu partiel.

Armature morphotypes of Tamar Hat. a-f. micropoints; g-j. pointed straight-backed bladelets (h-i have pointed retouched base); k-l, scalene bladelets; m-n. obtuse ended backed bladelet; o-p. pointed partially backed bladelet and microbladelet.

schéma de débitage est accessoirement appliqué à des dièdres de galets de silex du Lias dans le but de produire, sans mise en forme, des lamelles de section triangulaire à sub-trapézoidale (**fig. 3 g**). Le coup est porté à l'un des axes du galet qui s'ouvre en trois quartiers. Chaque quartier a un dos cortical et deux surfaces dont l'intersection forme un dièdre.

Le nombre des lamelles robustes, légèrement courbes, avec les bords rectilignes ou légèrement convexes, augmente sensiblement durant la Phase Supérieure (**fig. 4**). Ce changement dans les dimensions peut être mis en parallèle avec la diffusion à partir de l'US IV des nucléus de mise en forme sommaire en silex local qui produisent des lamelles plus longues. Au sein des armatures, on observe la survivance des pointes et lamelles à bord abattu rectiligne à peu arqué à retouche abrupte directe obtenue par percussion. Les pointes dont le bord abattu s'interrompt sur un cran proximal souvent latéralisé à droite et obtenu par enlèvement de microburin font partie de ces nouvelles formes de projectiles qui apparaissent au sein des armatures de la phase récente de l'Ibéromaurusien de Tamar Hat (principalement dans l'US I) vers la fin du DMG. La reconnaissance des fractures d'impact sur les fragments d'armature régulière abandonnés sur le site a permis de confirmer l'hypothèse de retour de chasse (Merzoug, Sari 2008 ; Sari 2012, 2014, 2020).

1.2 | Grotte Rassel

1.2.1 | Site et contexte archéologique

La grotte Rassel est située à 6 km à l'ouest de la ville côtière de Tipasa et à 70 km à l'ouest d'Alger. Elle s'ouvre à 20 m d'altitude du côté de la mer sur le flanc Est du Mont Chenoua qui culmine à 905 m. Ce site a fait l'objet de nombreuses fouilles de sauvetage entre 1959 et 1968, et un riche matériel attribué à l'Ibéromaurusien y a été dégagé (Brahimi 1970 ; Camps *et al.* 1959). Brahimi a signalé l'existence d'un niveau supérieur remanié, sus-jacent à un niveau inférieur en place qui repose directement sur un poudingue formant le substratum. Ce niveau est constitué d'une couche cendreuse en place dans laquelle ont été trouvés des foyers, des restes fauniques et malacocologiques terrestres et marins, ainsi qu'une industrie lithique et osseuse. Une seule date ^{14}C de 14 270 ± 600 cal BP (Alg-3) a été obtenue à partir d'une coquille d'escargot terrestre (*Achatina* sp.) collectée dans le niveau inférieur (Brahimi 1970). En raison de la grande marge d'erreur, la date calibrée (15 753 - 18 740 cal BP) est difficilement corrélable avec l'évènement climatique GS-2a coïncidant avec Heinrich 1 (H1) (17 000-16 000 cal BP) (Combourieu Nebout *et al.* 2009). En outre, cet âge pourrait avoir été surestimé en raison de l'effet du carbone, issu des roches carbonatées, fixé dans la coquille (Délibrias 1981).

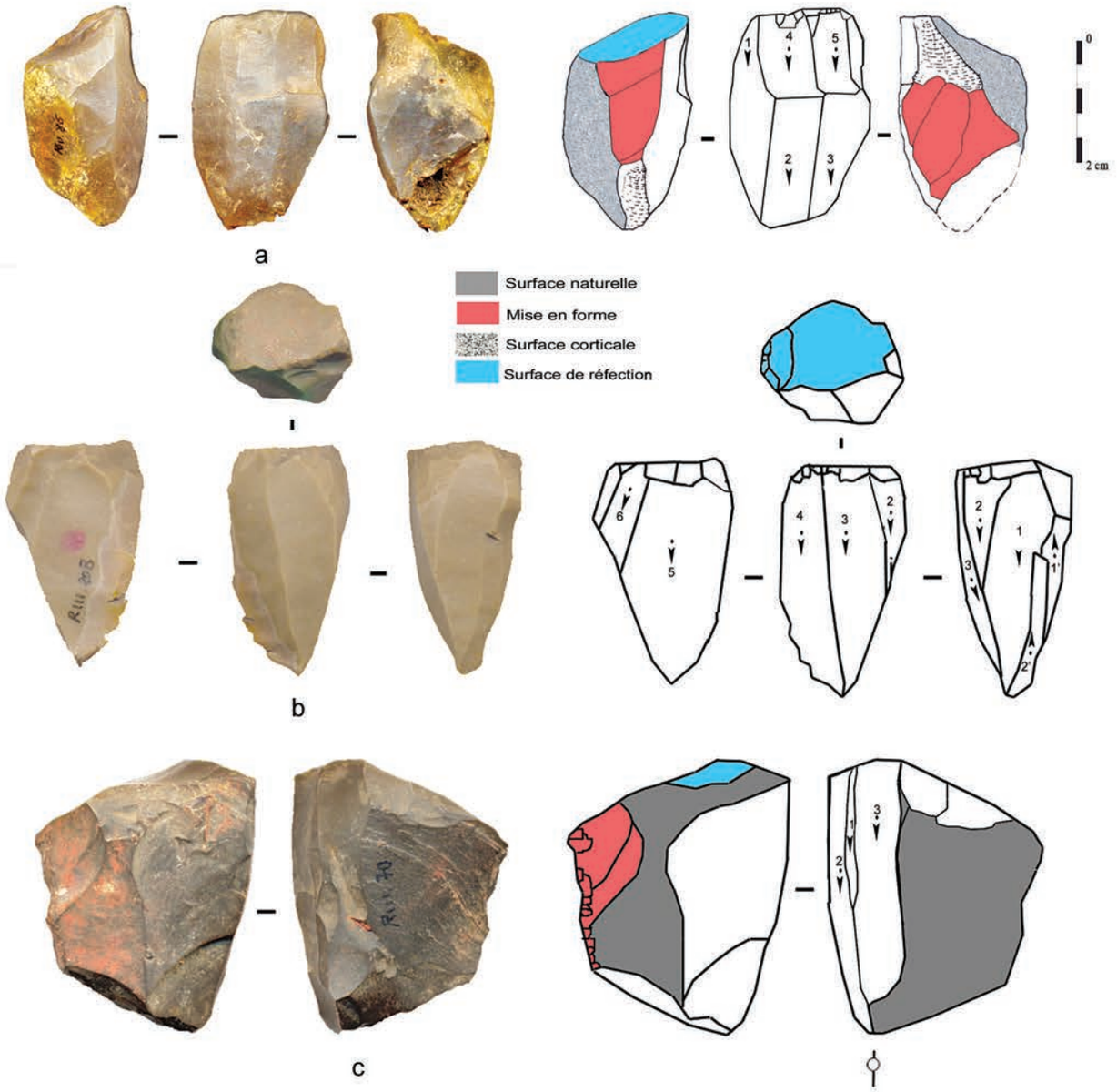
La grotte Rassel correspond à un camp de base résidentiel dont on ne possède aucune information sur la saisonnalité et au sein duquel ont été attestées plusieurs activités de débitage et de fabrication d'outillage lithique (Close 1977 ; Sari 2008, 2012) et osseux (Brahimi 1970). L'industrie lithique du niveau inférieur est caractérisée par la prédominance des lamelles à bord abattu, suivies des autres groupes minoritaires devancés par les grattoirs et pièces esquillées. Au niveau des armatures, les pointes à bord abattu partiel proximal imitant un cran prédominent, suivies des lamelles à retouche marginale de type Ouchtata, puis des pointes à bord abattu rectiligne à peu arqué. Les rares microlithes géométriques sont représentés par des segments. Brahimi (1970) et Close (1977) ont souligné l'usage récurrent de la technique du microburin pour la production des pointes à bord abattu partiel proximal. Notre réexamen de la même industrie lithique a permis de cerner les aspects techno-économiques liés à la production lithique et l'identification des conceptions de chaîne opératoire gérant la production des armatures (Sari 2012, 2014, 2020).

1.2.2 | Organisation de la production lithique et intentions du débitage

Les préhistoriques ont collecté des roches siliceuses locales et semi-locales sous forme de galets de silex de petit calibre (diamètre variant entre 50 et 20 mm) au niveau des terrasses de l'Oued Nador à 3 km du site, ou en rognons de moyenne dimension au niveau des conglomérats d'âge Éocène-Oligocène. La présence des produits issus des premières phases d'exploitation des galets de silex témoigne d'une activité de taille effectuée sur place. Des indices de mobilité plus poussée, jusqu'à 10 km au sud de la grotte, sont attestés par la présence de la radiolarite du Crétacé inférieur ainsi que du silex jaune rosé du Jurassique supérieur, de meilleure qualité, introduits au site sous forme de blocs mis en forme.

En dépit de la variété de la morphologie des blocs bruts, les matières premières lithiques ont toutes été exploitées selon la même conception qui vise à organiser la production de supports indifférenciés. Les nucléus sont généralement exploités sur une surface large, et la mise en place des convexités latérales et longitudinales par le jeu de crêtes antérieures est fréquente. Le débitage finit par gagner les flancs pour devenir semi-tournant et plus rarement envahissant, laissant des plages résiduelles sur le dos (**fig. 6 a,b**). Les produits microlaminaires de plein débitage, de profil indifféremment rectiligne ou courbe, sont détachés au percuteur tendre minéral à partir du petit côté avant d'envahir la surface de débitage cintrée. Parfois, des éclats robustes et de petites lames, sous-produits de la chaîne de production des lamelles, sont exploités comme burins-nucléus dans l'épaisseur du bord, pour obtenir des lamelles étroites et rectilignes (**fig. 6 c**). Il est à préciser que la production autonome d'éclats et de lames n'a été constatée que dans de rares cas, ce qui laisse penser que cette production était fortuite et que les tailleurs privilégiaient les supports éclats obtenus directement de la chaîne de production intégrée.

Les éclats et les lames, sous-produits d'une chaîne de production lamellaire, n'ont pas été retouchés en des outils spécifiques alors que les lamelles ont été massivement retouchées en armatures au sein desquelles les pointes à bord abattu sont dominantes. Les mesures effectuées sur les armatures entières montrent l'existence d'un choix orienté vers les supports courts et étroits (**fig. 4**). La fabrication de ces armatures s'est effectuée sur place comme le montre la présence des microburins et de nombreuses pointes de La Mouillah. La faible représentation des microburins K et des fractures en cône indique probablement que les accidents liés au façonnage du bord abattu n'étaient pas fréquents.



— FIGURE 6 —

Méthodes de production de support lamellaires reconnus sur les séries lithiques de Rassel. a-b. débitage élaboré envahissant les flancs ; c. débitage frontal sur nucléus-pièce buriniforme.

Bladelet core reduction sequences represented in lithic assemblages of Rassel. a-b. Elaborate facial core reduction extending to core flanks; c. Debitage on narrow core table of burin-like core.

Dans un fond commun qui perdure, composé de pointes à bord abattu non géométriques, associées aux lamelles à retouche marginale (Ouchtata), on assiste dans le niveau inférieur de Rassel, à l'augmentation des pointes à bord abattu partiel imitant un cran. Ce dernier est obtenu préférentiellement par enlèvement de microburin proximal souvent latéralisé à droite sur la lamelle support (**fig. 7**). La présence des microburins s'accompagne d'une augmentation des pointes de la Mouillah. Quelques pointes à bord abattu arqué présentent également une facette de piquant-trièdre, indiquant que les tailleurs privilégiaient cette technique pour façonner les géométriques. Une autre intention secondaire, réside dans la production de segments, à partir de produits lamellaires choisis parmi les supports les plus réguliers. Enfin, les lamelles à retouche marginale de type Ouchtata sont bien représentées, et leur coexistence avec les lamelles/pointes à bord abattu dans le même niveau archéologique suggère l'existence probable de fonctions différentes qui restent à éclaircir par une analyse des traces d'usure. La présence de fractures d'impact sur certains fragments de lamelles à bord abattu abrupt témoigne d'un retour de chasse.

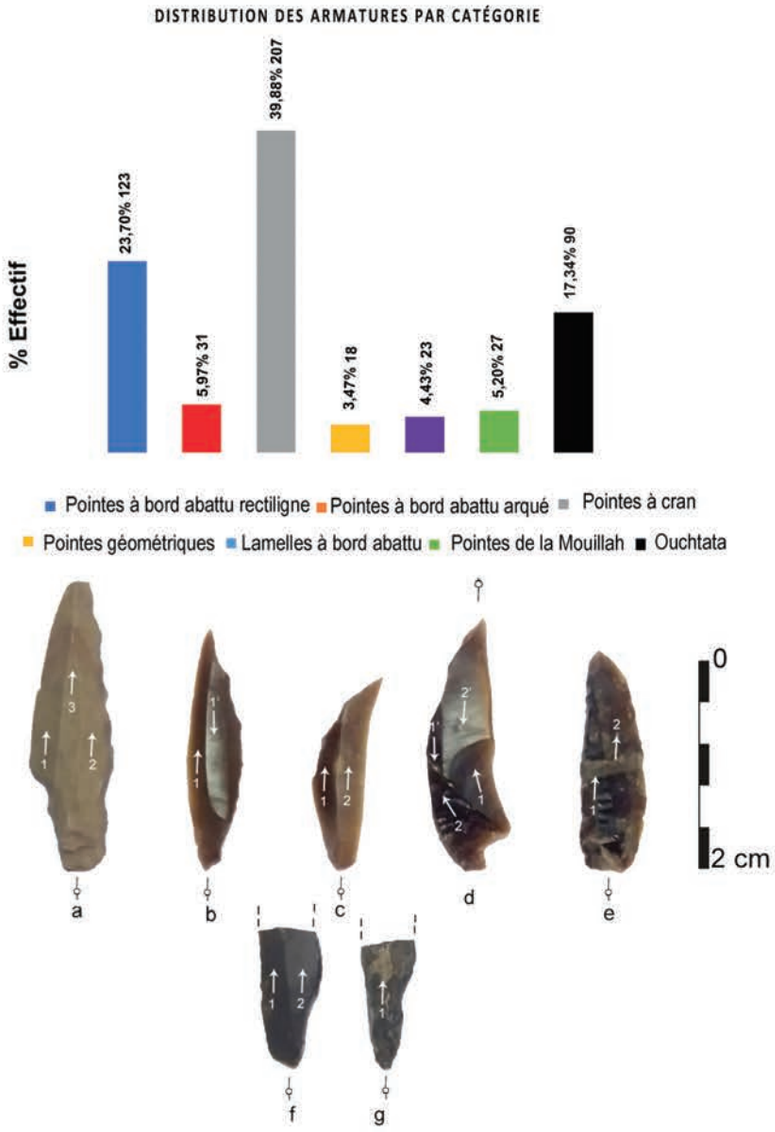


FIGURE 7

Morphotypes d'armatures du site de Rassel. a. lamelle à cran ; b. pointe à bord abattu arqué ; c-d. pointes de la Mouillah ; e. lamelle à retouche marginale; f-g. fragments proximaux de lamelles à bord abattu partiel.

Armature morphotypes from Rassel. a. shouldered bladelet; b. pointed arched-backed bladelets; c-d. La Mouillah points ; e. bladelet with fine retouch ; f-g. proximal tips of partial backed bladelets.

1.3 | Columnata

1.3.1 | Site et contexte archéologique

Le site de plein air de Columnata se trouve dans les hautes plaines de Tiaret, à environ 1,5 km au sud-est de la commune de Sidi Hosni et à une distance de 20 km du chef lieu de la Wilaya de Tiaret en Algérie nord-occidentale. Ce site est protégé par une falaise en grès du Miocène, non loin d'une source d'eau douce, et domine à une altitude de 915 m la vallée de Tiguiguest au Nord et les contreforts d'Ouarsenis au Sud.

Ce site a été découvert en 1937 par Cadenat qui l'a fouillé par tranchées entre 1937 et 1962 (Cadenat 1966) en y menant quatre campagnes de fouilles qui ont révélé l'existence d'abondants restes archéologiques attribués à l'Ibéromaurusien, le Columnatien, le Capsien et le Néolithique, ainsi que les restes d'une centaine d'individus inhumés vers la falaise et appartenant à l'ensemble de ces cultures (Aoudia 2013 ; Chamla 1970 ; Dastugue 1970). Plus Tard, Brahimi (1972) a repris les fouilles en 1969 et en 1971 dans les dépôts ibéromaurusiens, en prolongeant les fouilles de Cadenat sur une superficie de 9 m^2 et y a dégagé un riche matériel lithique et osseux. Les coquilles d'*Unio* lacustres, trouvées en abondance, lui ont permis de dater l'occupation ibéromaurusienne au ^{14}C vers 10 800 ± 425 uncal BP (Alg-97) (11 395 - 13 486 cal BP). La date calibrée de Columnata correspond au Dryas récent (12 900 - 11 700 cal BP) (Combourieu Nebout *et al.* 2009, p. 514). De nouvelles dates comprises entre 11 230 ± 60 BP (Poz-103168) et 10 640 ± 40 BP (Poz-102948) obtenues sur collagène de restes osseux pris dans un autre secteur renforcent l'âge récent de l'Ibéromaurusien dans ce site (Perrin *et al.* 2020, p. 26).

Columnata correspond à un camp résidentiel saisonnier occupé vers la fin de l'été et le début de l'automne au sein duquel différentes activités liées à la subsistance et à la production de l'outillage lithique et osseux ont été effectuées sur place (Merzoug 2005, 2008 ; Sari 2012, 2014,

2020). L'outillage lithique est dominé par les armatures, dont celles à bord abattu arqué qui sont bien représentées. De nombreux segments et quelques triangles atypiques font partie des microlithes géométriques. Les outils de fond commun comme les grattoirs, les pièces à coches et denticulés et les pièces à retouche continue tiennent des taux élevés et sont généralement sur éclats (Brahimi 1972). L'analyse techno-typologique de la collection lithique de Brahimi a mis en évidence la présence de particularités régionales caractérisant cette collection et la singularité des différentes conceptions de débitage à cette phase récente de l'Ibéromaurusien (Sari 2012, 2014, 2020).

1.3.2 | Organisation de la production lithique et intentions du débitage

Les tailleurs de Columnata ont pratiqué un approvisionnement en roches siliceuses en privilégiant deux variétés de calcédoine locale disponibles sous forme de rognons volumineux. En outre, Ils ont recherché des silex de meilleure qualité de taille moyenne à petite (50-20 mm de diamètre) qu'ils ont introduit au site à partir d'affleurements régionaux distants de 20 à 28 km. Ces matières premières n'ont pas reçu le même traitement, et la production s'est organisée autour de différentes modalités visant à obtenir des supports différenciés.

Une première chaîne de production microlaminaire organisée fait intervenir des nucléus en silex exploités sur une surface large (**fig. 8 a,b**) évoluant en semi-tournant parallèlement au sens d'allongement du nucléus, alors que d'autres présentent plus rarement une table frontale (**fig. 8 c**). La mise en forme s'effectue par des crêtes antéro-latérales et parfois postéro-latérales. Les rognons de calcédoine ont eu un traitement moins élaboré, laissant la surface exploitée limitée aux flancs avec des réserves corticales importantes. Accessoirement, de petits galets de silex sont débités sur une surface positionnée dans la largeur du petit galet pour obtenir sans mise en forme des lamelles larges et courtes. Plus rarement, des éclats supports sont exploités dans l'épaisseur du bord ou la face inférieure pour le détachement de lamelles étroites. Les supports lamellaires issus d'un débitage organisé sont obtenus au percuteur tendre minéral après enlèvement au percuteur dur d'éclats laminaires corticaux à talons lisses et épais, parfois dièdres ou facettés. Le détachement des supports de plein débitage s'obtient en retrait du plan de frappe, avec la pratique d'un facettage convexe latéralisé.

Le débitage laminaire est reconnu par la présence de rares nucléus prismatiques à lames en calcédoine cryptocristalline, qui témoignent de la pratique d'un débitage autonome de petites lames, mis en œuvre sur place. Les produits laminaires sont obtenus au percuteur dur, selon une exploitation frontale (**fig. 8 d**). Ils sont généralement trapus et le soin apporté à la préparation de leur détachement n'est pas élaboré. Les occupants du site ont également produit des éclats exclusivement sur des nucléus en calcédoine microcristalline et cryptocristalline obtenus à partir d'une chaîne opératoire de supports différentiés. Ce sont des éclats fins, allongés, de morphologie quelconque, principaux supports de l'outillage domestique (**fig. 8 e,f**). Les éclats fins de morphologie discoïde ont nécessité la mise en place d'un débitage facial et centripète, tandis que les éclats allongés proviennent de nucléus à débitage organisé obtenus au percuteur dur. Les éclats épais sont détachés à partir de nucléus polyédriques par l'exploitation de deux surfaces sécantes et l'utilisation du dièdre formé par les deux surfaces.

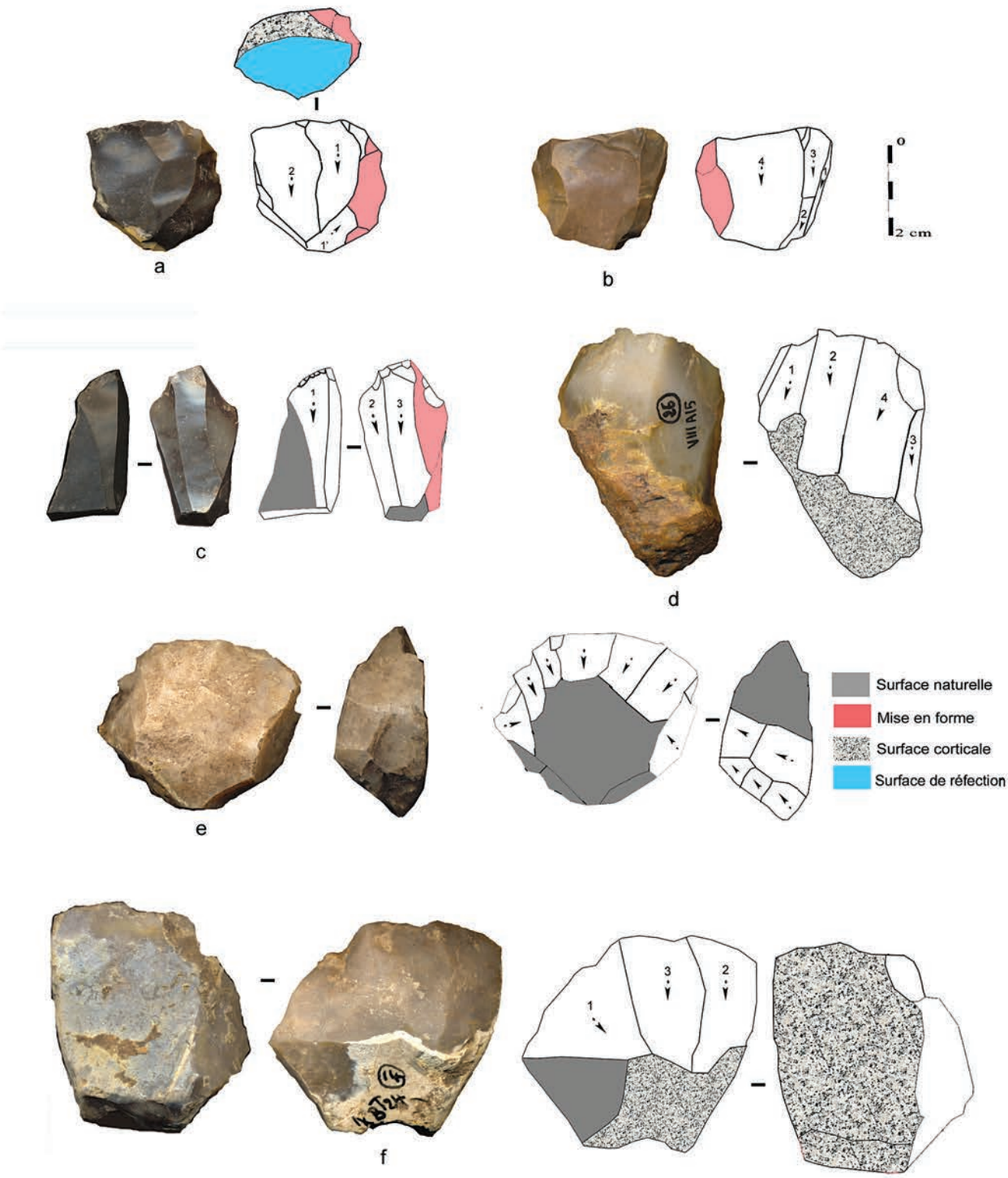
En dépit de la variabilité observée dans les modalités de production des supports, l'objectif premier des tailleurs de Columnata est la fabrication d'armatures qui sont bien représentées dans l'outillage. De nombreux segments et quelques triangles atypiques, évocateurs de nouvelles adaptations des populations ibéromaurusiennes tardives, font partie du lot des armatures. Issus de débitages lamellaires et laminaires à partir de rognons, selon un rythme limité aux flancs, les microlithes géométriques sont réalisés sur des supports peu normés. Les lamelles à bord abattu sont fabriquées sur place comme l'atteste la présence des microburins K. Les préhistoriques ont recherché des supports d'armatures à la fois courts, larges et dotés d'une certaine robustesse (**fig. 4**) qui seront essentiellement transformés en pointes à bord abattu arqué à retouche abrupte ou croisée, alors que les pointes à bord abattu rectiligne, minoritaires, sont plus étroites et plus allongées. Les lamelles à bord abattu arqué sont les mieux représentées, certaines conservent la facette de piquant-trièdre obtenu par la technique du microburin, ce qui est en accord avec la présence dans l'assemblage lithique de microburins et de pointes de la Mouillah. Ces dernières présentent souvent une facette d'enlèvement de microburin distal. Les morphotypes discrets sont représentés par des lamelles à bord abattu à base tronquée et des lamelles à bord abattu de profil rectiligne, dont certaines ont une base retouchée. Les lamelles Ouchtata et les lamelles à bord abattu partiel sont rares (**fig. 9**). Il est important de signaler l'usage de la percussion comme technique courante et accessoirement de la pression dans le façonnage du bord abattu.

2 | INTERPRÉTATION DIACHRONIQUE ET DISCUSSION

2.1 | Phase inférieure de Tamar Hat

La cohabitation de la conception investie du débitage microlaminaire avec des schémas de production à burins sur troncature et rares grattoirs carénés pourrait être interprétée comme l'intention de produire de petits supports lamellaires destinés probablement à des usages différenciés. Ces supports vont être majoritairement transformés en pointes à bord abattu semi-abrupt, dont les parties basales ou apicales vont être aménagées au besoin pour des contraintes d'emmanchement.

L'existence de fractures d'impact caractéristiques, visibles sur des fragments de lamelles à bord abattu, témoigne d'un retour de chasse. Ceci est corroboré par l'analyse archéozoologique qui a conclu à la pratique d'une chasse sélective orientée vers le mouflon à manchettes, naturellement abondant, et dont la mise en quartiers s'est effectuée au camp résidentiel. La présence d'un fragment en terre cuite en forme de corne de mouflon trouvé dans l'US V (couche 60) et daté de 20 200 uncal BP (Saxon 1975 ;

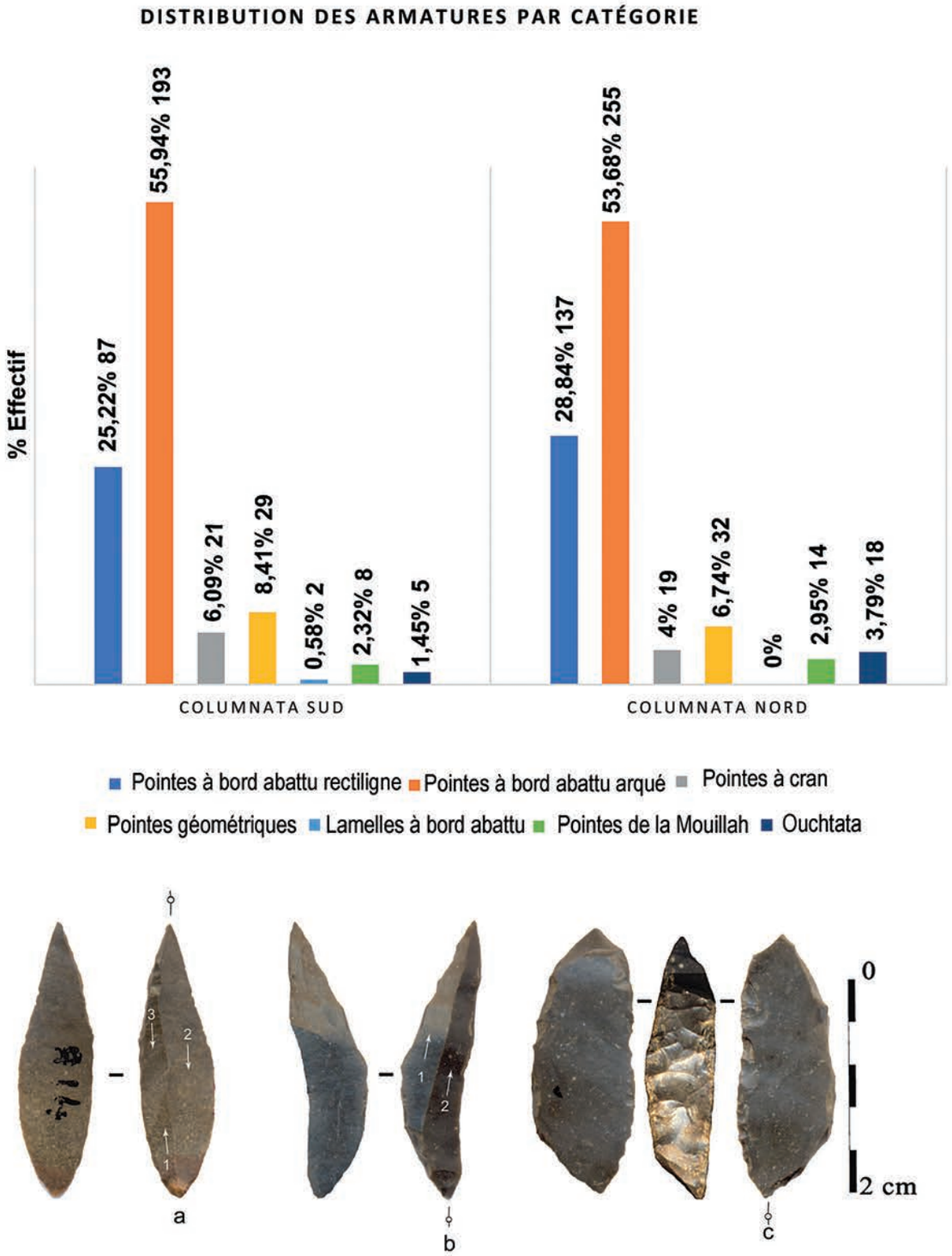


— FIGURE 8 —

Méthodes de production de supports différenciés reconnus sur les séries lithiques de Columnata. a-b. débitage lamellaire facial limité aux flancs ; c. débitage lamellaire frontal sur casson ; d. débitage laminaire frontal ; e-f. nucléus à éclats.

Core reduction sequences dedicated to differentiated blanks represented in lithic assemblages of Columnata. a-b. Bladelet debitage not extending to core flanks; c. Bladelet debitage on narrow core table of a core trimming element d. Blade debitage on narrow core table; e-f. Carinated flake cores on chalcedony chunks.

Saxon *et al.* 1974) témoigne de la place particulière qu'occuperait ce gibier principal dans la sphère symbolique des premiers groupes ibéromaurusiens. Cependant, d'autres espèces fauniques ont également été chassées, bien qu'en proportions moindres, comme le cerf mégacérin, le sanglier et les antilopes (Merzoug 2005). Selon Merzoug (2005, 2012, 2021, p.97), l'industrie osseuse non polie (aiguilles, poinçons, sagaies et tranchets) se rattache à un outillage de type domestique plutôt qu'à des armatures, ce qui exclut l'idée que la chasse puisse



— FIGURE 9 —

Morphotypes d'armatures du site de Columnata. a. pointe à bord abattu partiel ; b. triangle atypique ; c. pointe à bord abattu arqué portant une fracture d'impact et tranchant endommagé.

Armature morphotypes. a. partial backed bladelet; b. Atypical triangle; c. pointed arched-backed bladelet showing impact fracture and damaged edge.

avoir été effectuée avec des armatures en os. Considérant les petites dimensions des lamelles à bord abattu, ces dernières auraient pu être insérées latéralement au manche (Sari 2012, 2014). L'absence des fractures d'impact sur des lamelles à retouche marginale de type Ouchtata suggère pour ces dernières d'autres fonctions, qui restent à éclaircir par une analyse des traces d'usure couplée à des tests expérimentaux.

Les armatures courtes et étroites constituent un outillage léger et facile à transporter lors des déplacements saisonniers, ce qui va de pair avec une mobilité résidentielle circulaire selon le terme de Binford (2001) pour exploiter des ressources dispersées. En effet, au cours de la Phase Inférieure, l'abri de Tamar Hat a servi de manière intermittente de camp de base résidentiel hivernal (Merzoug 2005 ; Sari 2012 ; Saxon *et al.* 1974). En outre, les restes de carnivores laissent penser que leurs fourrures ont dû être récupérées après consommation, peut-être pour se protéger du froid (Saxon *et al.* 1975), comme l'attestent les stigmates d'action anthropique observés par Merzoug (2005). Une forme de mobilité résidentielle dans laquelle le matériel lourd est rarement transporté vers le camp de base saisonnier est suggérée par le petit nombre de matériel de broyage et de mobilier (Sari 2012). En outre, la présence de rares coquilles non comestibles de *Homalopoma* sp. dans les dépôts de la Phase Inférieure témoigne de rares déplacements vers la Méditerranée (Merzoug 2017 ; Saxon *et al.* 1974), sachant que les niveaux de plages se situaient à environ 120 m plus bas qu'actuellement, libérant près de 7 km de plateau continental (Leclaire 1972). Ceci rejoint les résultats de notre analyse technologique, qui ont permis de conclure à l'existence d'une mobilité logistique liée à la recherche de matières premières lithiques (Sari 2012, 2014, 2020).

L'entité techno-économique des premiers Ibéromaurusiens de Tamar Hat apparait comme une réponse adaptative à l'évènement climatique H2 (25 000 - 23 500 BP) durant lequel des conditions froides et arides ont dominé avec une réduction de la forêt tempérée (Cacho *et al.* 1999 ; Combourieu Nebout *et al.* 2009). Cependant, la reconstitution du paléoenvironnement local à partir de la faune mammalienne chassée indique un climat plutôt tempéré et humide, quoique relativement froid (Merzoug 2005). Il est donc indispensable d'interroger les données multiproxy de l'abri de Tamar Hat, afin de vérifier si la région n'avait pas connu localement, au cours de la Phase Inférieure, des conditions climatiques moins rigoureuses que les conditions climatiques globales indiquées par les enregistrements des séquences naturelles.

2.2 | Phase Supérieure de Tamar Hat

On a vu que la conception du débitage microlaminaire au cours de la Phase Supérieure repose encore sur la production de supports indifférenciés à partir de la même chaîne opératoire. Cependant, le débitage est peu investi et il est conduit sur des nucléus préférentiellement en silex local pour la production de lamelles plus longues et plus larges. En outre, les besoins en matières lithiques exogènes se font de moins en moins ressentir, à l'exception des roches utilisées dans la fabrication du matériel de broyage qui se multiplie durant cette phase, ce qui rejoint l'idée de l'existence d'une faible mobilité logistique.

Au cours de la Phase Supérieure, une diversification apparaît dans la représentation des morphotypes d'armatures de chasse, comme en témoigne la présence de pointes et lamelles allongées à bord abattu majoritairement à retouche abrupte, avec apparition de pointes à bord abattu partiel imitant un cran vers la fin de l'occupation dans l'US I. Le retour de chasse est confirmé par l'analyse archéozoologique (Merzoug 2005) et par la présence de fragments d'armatures à fracture d'impact caractéristiques d'un accident de chasse (Merzoug, Sari 2008 ; Sari 2012). La retouche des pointes lithiques, leur morphologie et leur relative robustesse par rapport à celles de la Phase Inférieure indiqueraient probablement un emmanchement axial, alors que les fragments mésiaux seraient destinés à faciliter l'emmanchement latéral (Sari 2012, 2014, 2020). Ceci n'écarte pas le fait qu'une partie des lamelles puisse rentrer dans la sphère des tâches domestiques comme la boucherie (Kim citée dans Sari 2012).

La diversification des armatures au cours de la Phase Supérieure est visiblement dédiée en grande partie au gibier terrestre, puisque Merzoug (2017) a rapporté que la chasse est restée orientée vers le mouflon à manchettes, et ce, même après introduction de mollusques terrestres et marins, ainsi que de rares serranidés dans le régime alimentaire des Ibéromaurusiens vers la fin du DMG. Si la capture des mollusques marins ne demande qu'une collecte à la main ou d'un couteau pour détacher les coquilles des rochers lors des marées basses (Campmas *et al.* 2016), celle des rares serranidés pose problème, en absence d'hameçons parmi l'outillage osseux de Tamar Hat. Ceci laisse penser que les serranidés, vivant dans des eaux peu profondes sur le bord du plateau continental, auraient pu avoir été capturés par opportunisme ou à l'aide de pièges à paniers sur la plage à marée basse dans de petits fonds rocheux, comme rapporté dans d'autres contextes (Boulanger *et al.* 2022). Cependant, la rareté des restes de poissons trouvés à Tamar Hat s'oppose à cette dernière hypothèse.

La Phase Supérieure est contemporaine de la fin du DMG au cours duquel une augmentation des intempéries et des conditions plus humides et plus chaudes que lors des deux épisodes Heinrich ont été enregistrées, et particulièrement au cours de la seconde moitié du DMG entre 21 000 cal BP et 17 500 cal BP (Beghin *et al.* 2015 ; Combourieu Nebout *et al.* 2009). En outre, des conditions similaires ont également été attestées vers 19 775 - 20 296 cal BP (AA50108) dans la séquence naturelle littorale de Garaat El-Ouez au nord-est algérien (Benslama *et al.* 2010 ; Davis *et al.* 2022, p. 45). Ces informations rejoignent la reconstitution paléoécologique de la phase supérieure de Tamar Hat (US IV à US I) établie par Merzoug (2005) qui a conclu à l'existence d'un climat tempéré et humide avec une forêt bien représentée en contrebas des zones montagneuses. Ceci nous amène à proposer l'idée que la diversification de l'armement de chasse au cours de la Phase Supérieure de Tamar Hat pourrait correspondre à une pluralité de solutions d'emmanchement adaptées à la chasse de gibier terrestre dans un environnement mixte devenu sensiblement plus boisé à partir de la seconde moitié du DMG. Ces nouvelles conditions climatiques et écologiques ont donc favorisé des fréquentations plus prolongées de cet abri, dont la séquence stratigraphique a montré, pour la Phase Supérieure, l'existence d'une série de foyers cendreux interstratifiés avec des horizons intermédiaires de sol d'habitat récurrents, témoignant d'occupations saisonnières prolongées. En outre, cette amélioration climatique a conduit à l'apparition de certaines activités spécialisées liées au traitement de nouvelles ressources naturelles, qui reflètent un changement important et graduel dans la nature et l'intensité de l'utilisation de cet abri (Kim citée dans Sari 2012 ; Sari, Kim 2017).

2.3 | Niveau inférieur de Rassel

La production de supports indifférenciés à partir de la chaîne opératoire microlaminaire est encore pratiquée dans le niveau inférieur de Rassel. Cependant, l'existence d'un débitage élaboré qui vise à produire des lamelles courtes et étroites contraste avec le débitage peu investi de la Phase Supérieure de Tamar Hat et va dans le sens de différents savoir-faire techniques. De plus, la carence en silex dans les alentours immédiats de la grotte Rassel a entrainé une mobilité logistique pour la recherche de galets et nodules en silex de petites et moyennes dimensions.

Au niveau des armatures, la présence des pointes à bord abattu partiel imitant un cran obtenu par enlèvement de microburin préférentiellement latéralisé à droite est une réminiscence d'une tradition amorcée à Tamar Hat vers la fin du DMG (Close 1977). Cependant, cette apparition s'accompagne à Rassel d'une augmentation des pointes de la Mouillah, indice de la systématisation de l'usage de la technique du microburin pour la fabrication d'armatures standardisées. Ceci appuie l'impression d'une forte normalisation des armatures lithiques dans ce site et une spécialisation de ces productions qui tranche avec celles plus diversifiées de la Phase Supérieure de Tamar Hat (Sari 2012).

Quoique dérivant de deux conceptions de débitage différentes, la fabrication d'un même morphotype d'armatures pourrait provenir de la résurgence des mêmes besoins techniques d'emmanchement à la fin du DMG (fin de la Phase Supérieure de Tamar Hat) et durant H1 (niveau inférieur de Rassel), probablement en raison d'une exploitation de ressources de subsistance existant dans des environnements côtiers similaires. La présence de fractures d'impact sur des fragments de lamelles à bord abattu abrupt témoigne d'un retour de chasse. Ceci est corroboré par l'existence près des foyers d'abondants restes de faune mammalienne (Coppens dans Brahimi 1970) incluant des taxons adaptés à des milieux montagneux (*Ammotragus lervia*), forestiers (*Sus scrofa algeriensis*), ubiquistes (*Bos primigenius*), et ouverts à prairie (*Equus mauritanicus*). La présence d'une concentration de coquilles terrestres (hélicidés) et marines (patelles, moules, pétoncles et littorines) avec des restes fauniques près des foyers (Brahimi 1970, p. 40) indique un mode de vie associé à la fois à la chasse et à l'exploitation des ressources littorales. En outre, l'existence d'un outillage osseux peu abondant, mais élaboré composé de poinçons et alènes polis (Brahimi 1970), pourrait indiquer leur fabrication à partir de la matrice osseuse de la faune consommée. Cependant, en absence d'analyse archéozoologique, il n'est pas possible de connaître la saisonnalité du site et le mode d'acquisition et d'exploitation du gibier.

La petitesse des armatures du niveau inférieur de Rassel fait penser à l'existence de nouvelles solutions d'emmanchements adaptées à des pointes de projectile légères, probablement montées en série (Sari 2012, 2014, 2020). Ceci pourrait aller dans le sens de déplacements de populations autour d'un territoire aux ressources dispersées. En effet, des indices de mobilité logistique lointaine sont indiqués par la présence de trois tests d'œuf d'autruche dont deux fortement calcinés (Brahimi 1970, p. 75) qui témoignent d'un déplacement probablement itinérant de populations humaines vers ou à partir des territoires intérieurs. En outre, l'existence d'abondantes et diverses coquilles marines perforées et/ou polies (trouvées associées à des matières colorantes à différents stades de fabrication d'éléments de parure corporelle) (Brahimi 1970) indiquent une fréquentation des bords de mer, probablement durant la saison la plus favorable.

L'existence d'un outillage osseux peu abondant, mais élaboré, ainsi que la présence de nombreuses coquilles marines intentionnellement perforées et/ou polies vont dans le sens de nouveaux marqueurs d'identité élaborés qui n'étaient pas encore déterminants à l'abri de Tamar Hat durant le DMG. Ceci marquerait probablement l'émergence d'un nouvel ensemble chrono-culturel. La datation calibrée du niveau inférieur de Rassel coïncide avec H1 (17 000 - 16 000 cal BP) au cours duquel on assiste à une brusque baisse de la température continentale et une expansion de la végétation steppique ou semi-désertique (Combourieu Nebout *et al.* 2009 ; Fletcher, Sanchez-Goñi 2008). Cependant, les restes de cèdre trouvés dans le niveau inférieur de Rassel indiquent que le climat devait être assez favorable pour permettre le développement de cédraies dans les zones littorales à basse altitude (Benslama *et al.* 2010 ; Beucher citée dans Brahimi 1970 ; Davis *et al.* 2022). Ceci laisse penser que les occupants du site n'ont pas été impactés de façon significative par l'aridité de H1. Cependant, il est impératif de réviser la datation radiométrique du niveau inférieur de Rassel qui pourrait être plus récente, pour une corrélation plus fiable avec la chronologie climatique.

2.4 | Columnata

L'industrie lithique de Columnata est caractérisée par la production de supports différenciés à partir de plusieurs chaînes opératoires autonomes, ce qui contraste fortement avec la conception traditionnelle d'un débitage microlaminaire intégrant tous supports, défini à Tamar Hat et Rassel. À Columnata, l'intention du débitage apparaît dans la production d'un outillage caractérisé par des armatures robustes et des outils de fond commun majoritairement sur éclats. Il s'agit d'une structure industrielle dans laquelle se retrouvent faible exigence dans la production de supports normés, multiplicité des chaînes opératoires, et faible investissement technique et économique, ce qui contraste fortement avec les modèles techno-économiques des premiers Ibéromaurusiens.

Le double statut dont bénéficie Columnata de camp résidentiel estival et de lieu sépulcral pourrait impliquer la production d'un outillage lithique composé de différents outils hétéroclites répondant à diverses sphères d'activités. C'est ce qui expliquerait probablement la hausse de l'outillage de fond commun sur éclats et sa diversification. En outre, l'outillage osseux est plus diversifié et inclut pour la première fois quelques objets en os perforés (Brahimi 1972). De plus, d'autres indices marquent l'Ibéromaurusien récent à Columnata comme le développement parmi les armatures des pointes à bord abattu arqué sous une forme large et robuste accompagnant de nombreux segments avec quelques triangles atypiques, témoignant de la survivance de la technique du microburin.

Les armatures robustes à bord abattu arqué de Columnata possèdent toutes les caractéristiques balistiques qui les préparent à une activité de chasse, probablement montées en tête de hampe. Ce type d'armature pourrait être adapté au milieu steppique et ouvert de Columnata qui s'oppose au milieu forestier couvert des sites côtiers qui nécessiterait des instruments de chasse différents (Sari 2012, 2014, 2020). Le retour de chasse à Columnata est indiqué par la présence de fragments d'armatures robustes à fractures d'impact diagnostiques (Sari 2012, 2014, 2020). En outre, l'analyse archéozoologique a conclu à une chasse orientée vers l'antilope bubale, gibier local, dont les carcasses étaient transportées entières vers le site avec l'acquisition occasionnelle de mouflons à manchettes et de gazelles sur les terrains escarpés (Merzoug 2005, 2008).

La datation calibrée de l'occupation ibéromaurusienne à Columnata obtenue par Brahimi coïncide avec le Dryas récent (12 900 - 11 700 cal BP), période froide au cours de laquelle l'Afrique du Nord a connu une phase relativement aride (Combourieu Nebout *et al.* 2009, p. 514). Cependant, la reconstitution paléoécologique locale à partir de la faune chassée indique que le climat était plutôt tempéré et sec, ce qui optimiserait l'exploitation des ressources naturelles saisonnières dans ce camp estival (Merzoug 2005, 2008, 2017). Ceci s'accorde avec la forte accumulation de coquilles d'*Unio* d'eau douce trouvées dans le dépôt archéologique, qui nécessitent des températures estivales clémentes pour se développer et fournir les nutriments appropriés pour leur reproduction (Mutvei, Westermark 2001). En outre, Merzoug (2005, 2017) a signalé une diversification dans les stratégies d'acquisition du gibier et l'exploitation d'un spectre d'espèces plus large qu'à Tamar Hat pour l'équipement osseux (Merzoug 2005, 2017). Cette intensification du spectre de subsistance va de pair avec une faible mobilité, qui se voit à travers l'exploitation intensive des matériaux locaux, quoique de qualité inférieure (Sari 2012) ; toutefois, la parure inclut quelques coquilles marines perforées (Brahimi 1972) témoignant de la possible interaction avec les habitants des zones côtières distantes de près de 200 km du site. Enfin, l'augmentation démographique soupçonnée par le nombre de restes anthropologiques inhumés dans le site (Aoudia-Chouarki 2013 ; Chamla 1970) exigerait une optimisation de l'exploitation des ressources naturelles avec la possibilité de stockage alimentaire. Tout cela nous incite à penser que l'aridité du Dryas récent a peu impacté les populations de Columnata, puisque les changements observés dans le système technique et social indiquent plutôt une population occupant le site de manière prolongée et vivant de ressources locales. En outre, l'édification d'un lieu de sépultures collectives implique l'existence de camps résidentiels régulièrement réoccupés durant la saison la plus propice à l'exploitation de ces ressources locales.

3 | COMPARAISON DIACHRONIQUE : ADAPTATIONS VS PARTICULARISMES

Nous avons vu dans la section précédente que du point de vue diachronique, les entités techno-économiques des trois sites Tamar Hat, Rassel et Columnata semblent être relativement impactées par les changements climatiques majeurs du Pléniglaciaire final et du Tardiglaciaire. Cependant, les comparaisons inter-sites (sites côtiers *vs* intérieurs) montrent que l'impact des particularismes régionaux (matières premières, conceptions de débitage, traditions techniques, fonction des sites, ressources naturelles) est déterminant dans la variabilité des conceptions de chaîne opératoire conjoncturelles *vs* systématisées. Toutefois, ce scénario est fragilisé par la faible résolution des données multiproxies dans ces sites et le manque de datations à Rassel et Columnata. Il est donc nécessaire pour y voir plus clair de situer les entités techno-économiques de ces trois sites dans le cadre diachronique global de l'Ibéromaurusien en les comparant avec d'autres gisements ibéromaurusiens du Maghreb bien datés et documentés.

3.1 | Ibéromaurusien émergeant

La Phase Inférieure de Tamar Hat contemporaine de H2 (25 000 - 23 500 BP) (Combourieu Nebout *et al.* 2009) correspond à la plus ancienne apparition de l'Ibéromaurusien en Afrique du Nord vers 25 000 cal BP (Hogue, Barton 2016 ; Saxon *et al.* 1974) et corrobore les données de la paléogénétique qui concluent à une origine locale (Secher *et al.* 2014 ; Van de Loosdrecht *et al.* 2018 ; Kéfi *et al.* 2005). Bien que la subsidence ait fait disparaitre la plupart des sites ibéromausiens côtiers, il est tentant de penser, comme l'a déjà fait remarquer Barton (Barton *et al.* 2013, 2016, 2019), que le littoral a constitué une zone refuge pour les premières populations ibéromaurusiennes de Tamar Hat qui ont fui l'aridité de H2. Cet auteur a proposé une origine locale pour l'Ibéromaurusien de Taforalt, apparu de manière abrupte au DMG vers 22 166 - 22 569 cal BP (S9-CTX10), à partir de traditions *Middle Stone Age* (MSA). Toutefois, il admet qu'il n'y a pas de similitudes techno-typologiques évidentes entre cette première occupation et l'unité intermédiaire de transition à tradition MSA (S9-CTX11 et 12) du même site (Barton *et al.* 2019, p. 545).

En Algérie, deux grottes côtières Taza 1 au nord-est algérien (Medig *et al.* 1996) et la grotte basse du Phare au Cap Tenès au nord-ouest algérien (Lorcin 1961, 1962) ont livré une industrie du MSA signalée sous des dépôts ibéromaurusiens. Cependant, les modalités de transition entre ces deux cultures restent à préciser. En revanche, dans la cavité karstique B de Sidi Said au Sahel algérois, Betrouni (Betrouni 1997, 2021) a placé une industrie moustérienne (MSA) microlithisée avec quelques lamelles (K1 : 20 000 ± 1400 BP) à l'origine de l'Ibéromaurusien. Cette industrie a été trouvée dans un contexte stratigraphique sans discontinuité avec une industrie atérienne (MSA) sous-jacente (K12 : 27 280 ± 1890 BP ; K10 : 25 970 ± 2100 BP). Cependant, cette découverte se heurte à l'ancienneté de l'US VI de Tamar Hat qui surmonte directement la formation d'argiles rouges stériles reposant sur le substratum rocheux, et dont l'industrie montre déjà à 25 000 cal BP un débitage lamellaire de conception investie sans influence de tradition MSA.

3.2 | Ibéromaurusien ancien

L'étude des productions lithiques des gisements ibéromaurusiens met l'accent sur des productions lamellaires reconnues sur un vaste territoire à partir du DMG, qui a favorisé l'apparition des installations humaines

dans les régions intérieures (Barich, Garcea 2008 ; Close 1981 ; Hachi 1996 ; Hogue, Barton 2016 ; Lucarini, Mutri 2014 ; Medig *et al.* 1996 ; Meier *et al.* 2003 ; Nami 2007 ; Potì 2017 ; Potì *et al.* 2019, 2020). Cependant, en Tunisie, les datations directes de l'Ibéromaurusien ancien sont absentes et ceci est accentué par la subsidence qui a affecté la Tunisie nord-orientale. De plus, les collections des sites côtiers d'Ouchtata ont été datées indirectement de 21 140 ± 560 BP et 18 740 ± 360 BP par analogie à une formation d'éolianite locale (Paskoff *et al.* 1983, cité dans Gragueb 1983, p. 16) et proviennent d'anciennes fouilles.

De manière générale, les assemblages ibéromaurusiens montrent au cours du DMG des similitudes avec Tamar Hat par la taille de roches essentiellement siliceuses de provenance locale, avec une mobilité logistique pour la recherche de silex de bonne qualité d'origine régionale (Close 1981 ; Gragueb 1983 ; Hachi *et al.* 2002 ; Hogue *et al.* 2019 ; Lucarini, Mutri 2014 ; Medig *et al.* 1996 ; Meier *et al.* 2003 ; Nami 2007 ; Potì 2017, 2020). Ces assemblages montrent un débitage orienté vers la production de supports microlaminaires détachés au percuteur tendre à partir de petits nucléus prismatiques et sub-pyramidaux gardant souvent des plages corticales. La conception du débitage microlaminaire intégrant tous supports, initialement pratiquée à la Phase Inférieure de Tamar Hat, est commune aux séries documentées de l'Ibéromaurusien initial d'Ifri el Baroud (Unité D : 22 700 - 20 000 cal BP) (Potì 2017 ; Potì *et al.* 2020) et la Phase Inférieure de Taforalt (22 166 - 22 569 cal BP) (Hogue 2014 ; Hogue *et al.* 2019). Cependant, il est à noter l'existence d'une variabilité dans le degré d'élaboration des nucléus (préparation par crêtes *vs* exploitation des convexités naturelles) en fonction de la morphologie des blocs bruts disponibles dans ces sites. Comme à Tamar Hat, le débitage dédié à la production exclusive d'éclats est absent ou fortuit et la récupération des éclats, sous-produits de la chaîne de production microlaminaire, pour l'extraction de lamelles selon une modalité buriniforme est attestée (Hogue *et al.* 2019 ; Potì *et al.* 2020). La production des supports microlaminaires fortement diversifiée tient une place importante dans les séries lithiques ibéromaurusiennnes et répond à divers besoins au sein des sphères d'activités cynégétiques et domestiques. Ces armatures semblent avoir été utilisées principalement comme projectiles, comme l'indiquent les rares analyses fonctionnelles (Potì *et al.* 2020), même si à Tamar Hat, l'aspect versatile des armatures n'est pas écarté (Kim citée dans Sari 2012).

D'autres traits communs sont partagés avec Tamar Hat, en particulier la présence constante de lamelles à retouche Ouchtata à côté de pointes/lamelles à bord abattu rectiligne à peu arqué de profil droit à peu courbe. Certains morphotypes comme les pointes à bord abattu partiel obtenues par enlèvement de microburin proximal du bord droit, connus aussi bien dans la Phase Supérieure de Tamar Hat que dans l'Ibéromaurusien Initial et ancien des Unités C et D d'Ifri el Baroud (Potì *et al.* 2019, 2020), connaissent une large extension territoriale, probablement, pour des besoins fonctionnels convergents. Cependant, l'usage de la technique du microburin reste sporadique et concurrencé par la troncature, ce qui va avec la rareté des microlithes géométriques et les pointes de la Mouillah au cours du DMG.

La relative diversification des armatures de l'Ibéromaurusien ancien du DMG pourrait renvoyer à une variabilité dans les armes de chasse et la fonction des sites qui se trouvent dans des domaines biogéographiques différents, et dont la saisonnalité peut varier. Barton avait déjà suggéré que les fluctuations climatiques à la grotte de Taforalt, distante actuellement de 40 km de la mer, auraient été plus rigoureuses que dans la plaine côtière (Barton *et al.* 2019, p. 511), ce qui aurait pu accentuer la diversité des comportements adaptatifs. En effet, la subsistance à Taforalt est basée sur la chasse sélective du mouflon à manchettes, typique des terrains escarpés, et accessoirement des taxons provenant des prairies ouvertes ou de la steppe (Turner 2019), alors que dans le cas de Tamar Hat, distant actuellement de moins d'un km de la mer, l'amélioration climatique vers la fin du DMG (Beghin *et al.* 2015 ; Benslama *et al.* 2010 ; Combourieu Nebout *et al.* 2009 ; Davis *et al.* 2022) a également favorisé l'émergence précoce de l'exploitation des ressources malacologiques terrestres (Saxon *et al.* 1974), puis marines (Merzoug 2017 ; Saxon *et al.* 1974). Ces conditions climatiques favorables ont dû également favoriser l'émergence de traditions régionales communes caractérisant certaines entités géographiques, comme les sites côtiers d'Afalou Bou Rhummel et Taza 1 dans le Golfe de Béjaïa qui, comme rapporté par Merzoug (2005, 2017), partagent avec Tamar Hat l'usage commun de la chasse sélective du mouflon à manchettes et la pratique des mêmes techniques bouchères. En outre, la découverte dans la couche X d'Afalou Bou Rhummel, qui a un *terminus ante quem* de 17 753 - 18 689 cal BP (Gif-9637), d'objets en terre cuite fabriqués sur place (Hachi *et al.* 2002), fait écho à l'unique objet en terre cuite trouvé à Tamar Hat (Saxon *et al.* 1974). Enfin, la présence dans cette même couche de la plus ancienne sépulture ibéromaurusienne avec mobilier funéraire local, associé à ces objets en terre cuite, indique l'existence d'un lieu socialement important. Ceci n'écarte pas l'idée d'une gestion différentielle des sites du Golfe de Béjaïa, qui constituent des campements résidentiels appartenant au même territoire fréquenté saisonnièrement par des groupes humains exploitant vers la fin du DMG les mêmes ressources naturelles locales et régionales et partageant les mêmes traditions.

3.3 | Ibéromaurusien moyen ?

Les occupations documentées synchrones de H1 (17 000 -16 000 cal BP) (Combourieu-Nebout *et al.* 2009), contemporain du Dryas ancien (GS-2a), se limitent à la couche C de l'abri sous roche de Taza 1 (Medig *et al.* 1996) et la couche S2-172 de la grotte Gueldaman I (Kherbouche *et al.* 2014) dont les séries lithiques sont encore inédites ainsi que la grotte Rolland distante de 50 m de Rassel et dont le matériel est remanié (Brahimi 1970). Cependant, du point de vue archéozoologique, un approvisionnement en ressources marines plus large est constaté à partir de H1 dans la couche C de Taza 1, avec le maintien de la chasse sélective du mouflon à manchettes et des mêmes traditions bouchères pratiquées au cours du DMG, ce qui va dans le sens d'une continuité culturelle (Merzoug 2005, 2017). Il est tentant de penser que Rassel et Taza 1 auraient pu avoir été fréquentés par les mêmes groupes humains à des saisons propices à l'exploitation des ressources marines.

La continuité culturelle caractérisant le passage du DMG vers H1 est également attestée dans la Phase de Transition/Mixte (17 400 - 16 700 cal BP) de Taforalt, coïncidant avec la période aride de H1 (Barton *et al.* 2019, p. 509 ; Hogue *et al.* 2019, p. 390) et dans l'Unité C (19 400 - 16 000 cal BP) d'Ifri el Baroud (Potì *et al.* 2019, 2020). Dans les deux sites, la continuité se traduit par le caractère intermittent des occupations humaines, le maintien du même système d'approvisionnement de galets de silex collectés au niveau des cours d'eau de la Moulouya, avec une relative mobilité, ainsi que la persistance des mêmes objectifs de production de différents supports à partir d'une chaîne de production microlaminaire. Comme à Rassel, le commun usage de la technique du microburin pour la production de certains morphotypes, telles que les pointes à bord abattu partiel et quelques lamelles à bord abattu arqué, est attesté dans ces sites. L'usage fréquent de cette technique appuie l'impression d'une forte normalisation des outillages lithiques ibéromaurusiens à partir de H1. Cependant, aucune information dans la littérature n'a annoncé pour ces deux sites un changement brutal ou même graduel dans les conceptions de débitage ou dans les modes de subsistance au cours de H1 (Turner 2019 ; Potì *et al.* 2020). Il est donc évident que comme à Rassel, le besoin de fabriquer des armatures légères et normées va de pair avec une mobilité saisonnière, encore circulaire, explorant des ressources naturelles locales et régionales. La présence de matériaux exogènes comme les tests d'œufs d'autruche marquent des déplacements lointains et/ou des échanges entre les sites côtiers et intérieurs.

3.4 | Ibéromaurusien récent

Avec l'avènement de l'Interstade Bölling-Alleröd (GI-1) entre 14 800 et 12 500 cal BP (Combourieu Nebout *et al.* 2009), au cours duquel une hausse des températures et de l'humidité est attestée à l'échelle globale, plusieurs sites stratifiés tels qu'Afalou Bou Rhummel (Hachi 1987) et l'abri Alain (Hellal 2005) sur la côte algérienne ont livré des occupations de l'Ibéromaurusien récent. L'amélioration climatique a favorisé le déplacement des populations ibéromaurusiennes jusqu'aux marges de l'Atlas saharien (Lubell 1984), comme en témoignent les sites de plein air Es Sayar (Amara 1977), M'Doukal (Heddouche 1998) et El Onçor (Heddouche 1977), qui correspondent à des haltes de courte durée autour de points d'eau. Cependant, très peu de sites au Maghreb ont révélé des traces d'occupations humaines qui soient synchrones du Dryas récent (12 500 -11 750 cal BP) (Combourieu Nebout *et al.* 2009), comme Columnata (Algérie), probablement faute d'enregistrements sédimentaires. Quelques sites du préboréal témoignent de la survivance de l'Ibéromaurusien en Algérie comme à El Hamel - couche E (Tixier 1954), Oued Guettara (Camps 1974) et El Haouita - terrasse (Estorges *et al.* 1969).

Les séries lithiques de l'Ibéromaurusien récent témoignent d'un approvisionnement local en matières premières lithiques, ce qui reflète une dépendance croissante à l'égard des ressources locales et appuie l'idée de fréquentations prolongées dans les camps résidentiels (Barton *et al.* 2013, 2019 ; Hachi 1987, 1996, 2006 ; Hellal 2005 ; Moser 2003 ; Nami 2007). Toutefois, la dépendance envers les matières premières locales s'est effectuée de manière progressive de la Phase Moyenne de Taforalt (15 615 - 14 453 cal BP) vers la Phase Supérieure du même site (de 14 156 - 14 855 à 12 688 - 12 788 cal BP) (Hogue *et al.* 2019, p. 391). Le débitage microlaminaire conduit au percuteur tendre est réalisé sur des nucléus de morphologies et dimensions très variées, avec un investissement variable dans la mise en forme des nucléus qui dépend directement de la nature et la morphologie des blocs bruts ainsi que la proximité des affleurements (Hachi 1987, 1996, 1997, 2003 ; Hellal 2005 ; Hogue 2014 ; Hogue *et al.* 2019 ; Nami 2007 ; Potì 2017 ; Potì *et al.* 2020 ; Sari 2012, 2014, 2020 ; Tixier 1954). En effet, le débitage de petits blocs et portions de nodules irréguliers en calcaire silicifié local des Unités B1 et B2 (15 500 - 12 900 cal BP) d'Ifri el Baroud nécessite une mise en forme par crêtes (Potì *et al.* 2020), alors que les nucléus en dièdres de galets en silex local des couches supérieures d'Afalou Bou Rhummel font rarement appel à la préparation par crêtes (Hachi 1987, 1997, 2003). Il est intéressant de noter que ce type de débitage expédient a été reconnu à la fin de l'Ibéromaurusien ancien de Tamar Hat, ce qui va dans le sens de la survivance d'une tradition technique exploitant des matériaux similaires, indépendamment des variations climatiques (Sari 2012, 2014, 2020).

Au cours de l'Ibéromaurusien récent, les industries sont caractérisées par l'utilisation notable des éclats issus de diverses chaînes opératoires autonomes comme supports d'outils. Dans les séries documentées des sites intérieurs, le débitage autonome d'éclats s'effectue comme à Columnata sur des nucléus orthogonaux et centripètes (Potì 2017 ; Potì *et al.* 2019, 2020 ; Sari 2012, 2014, 2020 ; Tixier 1954, p. 96). En revanche, à Afalou Bou Rhummel, Hachi (1997, 2003) a reconnu un débitage autonome d'éclats détachés à partir de grands éclats de calcaire siliceux et de diabase, ainsi que des pièces de broyage désaffectées fournissant de larges éclats laissés bruts, portant des traces d'utilisation. Cette diversité dans les modes opératoires renvoie à des traditions régionales (sites côtiers / sites intérieurs) qui mériteraient d'être pistées sur d'autres sites contemporains. Les rares analyses fonctionnelles menées à Ifri el Baroud montrent pour les éclats une utilisation à l'état retouché ou brut et atteste de la versatilité de ces supports sélectionnés pour l'efficacité de leur partie active indépendamment de leur morphologie (Potì *et al.* 2020).

Au sein de l'outillage, le taux des armatures est balancé par celui des outils de fond commun qui connaît une relative augmentation des pièces à coche et denticulés, majoritairement sur éclats opportuns. Au niveau des armatures, la littérature (Amara 1977 ; Hachi 1987, 1996, 2006 ; Heddouche, 1977 ; Hellal 2005 ; Hogue *et al.* 2019 ; Nami 2007 ; Potì 2017 ; Potì *et al.* 2019, 2020 ; Sari 2012, 2014, 2020 ; Tixier 1954) rapporte une certaine dynamique observée en termes de chute brutale des lamelles à retouche marginale et des pointes/lamelles à bord abattu partiel. Une hausse des pointes à bord abattu arqué à retouche abrupte et/ou croisée par rapport aux pointes/lamelles à bord abattu rectiligne est constatée. Cette hausse est accompagnée d'une sensible augmentation de segments et quelques triangles avec rares trapèzes, et ceci est en accord avec l'usage de la technique du microburin et la présence des pointes de la Mouillah qui font défaut dans la Phase Supérieure de

Taforalt (Hogue *et al.* 2019). Hachi a proposé, à la suite d'un raccord qu'il a effectué d'un microburin Krukowski à une lamelle à piquant-trièdre proximale, une alternative selon laquelle les lamelles à bord abattu arqué et les microlithes géométriques pourraient avoir été obtenus par enlèvement d'un seul microburin vrai à partir de lamelles à piquant-trièdre distal (Hachi 2003, p. 214 ; Hachi *et al.* 2002). Cette alternative, initialement suggérée par Tixier pour la couche C d'El Hamel (1954, p. 105), est également documentée ailleurs, par des raccords dans d'autres contextes (Vardi, Gilead 2009). Ceci pourrait témoigner de l'existence d'une pluralité de solutions techniques possibles pour la réalisation des armatures géométriques. Enfin, l'apparition d'armatures évoluées de type pointe d'Ain Kada à Taforalt (Hogue *et al.* 2019) et à Afalou Bou Rhummel (Hachi 1997, 2003), auxquelles s'associent aiguillons droits et pointes du chacal, apparues dans ce dernier site, semble annoncer au terme de l'Ibéromaurusien récent l'émergence de groupements stylistiques territorialisés (Hachi 1997 ; Hogue 2014).

La première amélioration climatique coïncidant avec l'épisode GI-1 accompagne un changement dans la subsistance par une augmentation globale dans l'exploitation des plantes comestibles (Barton *et al.* 2019 ; Linstädter *et al.* 2012 ; Potì *et al.* 2019) et une intensification de la consommation de mollusques terrestres et marins (Merzoug 2005 ; Saxon *et al.* 1974 ; Taylor, Bell 2019). Cependant, il existe plusieurs entités biogéographiques caractérisées chacune par différents gibiers principaux : plaines littorales et terrain escarpé intérieur *vs* terrain ouvert des hautes plaines (Chibane 2016 ; Merzoug 2005 ; Turner 2019), avec un gradient d'humidité orienté nord-est - nord-ouest (Merzoug 2005). Ceci a certainement dû déterminer le choix du type d'armement de chasse le mieux adapté aux particularités de chaque entité géographique (Sari 2012, 2014, 2020). L'amélioration climatique accompagne également l'apparition des inhumations collectives qui annoncent un changement dans la fonction des sites et qui se poursuit à Columnata. Ce dernier site partage avec Afalou Bou Rhummel la présence de sépultures collectives dans des structures en pierre ou de pavage accompagnées de chevilles osseuses du gibier le plus abondant localement (Cadenat 1966 ; Hachi 2006), ce qui est en faveur d'une continuité culturelle. Cependant, l'activité funéraire à Taforalt révèle des traditions funéraires variables au sein même du site, et certaines pratiques sont restreintes à un territoire précis (Humphrey 2019), ce qui va dans le sens de l'existence de différentes entités régionales. D'autre part, la persistance à Afalou Bou Rhummel de la fabrication sur place d'objets d'art figuratif en terre cuite reflète une continuité culturelle, dont l'absence ailleurs semble indiquer une particularité régionale (Hachi 1997, 2003, 2006 ; Hachi *et al.* 2002). Seuls des fragments d'argile cuite roulée, pouvant éventuellement servir, selon Barton, au décor de la vannerie, ont été trouvés à Taforalt avec une meule en pierre sur laquelle est gravée une représentation d'un mouflon à manchettes (Barton *et al.* 2019). Ces témoignages convergent encore une fois vers la possible existence, au cours de l'Ibéromaurusien récent, de divers courants stylistiques régionaux apparaissant selon les termes de Hachi (2006, p. 438) « au sein » d'un territoire, jouissant de ressources suffisantes et qui favorise le développement d'une relative stabilité des populations qui finissent par constituer des groupes régionaux territorialisés ».

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Nos résultats basés sur l'approche techno-économique des productions lithiques ibéromaurusiennes de Tamar Hat, Rassel et Columnata en lien avec le paléoenvironnement et l'exploitation des ressources naturelles ont permis de proposer, à titre d'hypothèse de travail, la reconnaissance de quatre entités techno-économiques (Émergente : Phase Inférieure de Tamar Hat ; Inférieure : Phase Supérieure de Tamar Hat ; Moyenne : niveau inférieur de Rassel ; Supérieure : Columnata) se trouvant au sein de deux entités biogéographiques différentes : montagnes et plaines littorales des zones côtières *vs* terrain ouvert des hautes plaines de l'intérieur. Au sein de ces entités techno-économiques, des changements diachroniques s'opèrent dans la structure de l'industrie lithique et témoignent d'adaptations humaines coïncidant respectivement avec les épisodes climatiques majeurs de la fin du Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire. Cependant, Tamar Hat et Rassel semblent appartenir à un même ensemble chrono-culturel qui se situe entre 25 000 et 17 000 cal BP avec des composantes majeures techniques et économiques similaires. Ceci signifie que les changements climatiques majeurs du DMG et H1 n'ont pas eu d'effets significatifs sur le développement culturel de l'Ibéromaurusien du nord-est de l'Algérie. Cet ensemble est nettement différent dans sa conception de système techno-économique de l'ensemble supérieur, dont le terme est représenté par Columnata, et au sein duquel l'adaptation a pris des expressions comportementales différentes en termes de gestion des matières premières, de conceptions de débitage de chaîne opératoire conjoncturelles *vs* systématisées, de procédés techniques et de fonction des sites.

Ce schéma est provisoire, car la répartition des dates est inégale et montre des terrains plus investis que d'autres. En outre, cette discussion s'appuie sur les données de la technologie lithique, la stratigraphie et la radiochronologie qui gagnerait à être précisée dans le cas de Rassel et Columnata. Cependant, la comparaison de ces résultats avec ceux des autres sites ibéromaurusiens bien documentés du Maghreb a également permis de corroborer l'idée de l'existence de différentes entités techno-économiques au sein de deux ensembles chrono-culturels majeurs, dont la transition est amorcée vers 15 000 cal BP. Cette transition annonce un changement fondamental des concepts opératoires du débitage, du mode d'inhumation, et l'apparition d'armatures évoluées. Mais ce changement a pris selon les sites des expressions comportementales différentes, reflétant des particularismes régionaux avec une relative stabilité de la structure industrielle qui aboutira au début de l'Holocène à une parcellisation culturelle et une régionalisation des armatures.

Le renouveau des études technologiques menées sur les industries microlithiques ibéromaurusiennes du Maghreb est encore trop faible pour établir des comparaisons fines sur de grands territoires et confronter les synthèses

techno-typologiques régionales. Considérant l'échelle géographique du sujet, assembler dans un futur proche les bases d'une synthèse collective fondée sur des bilans régionaux établis sur des bases méthodologiques proches est impératif. Il est aussi nécessaire de préciser la radiochronologie et de vérifier la part de la variation de la fonction des sites et la diversité des niches écologiques en multipliant les types d'approches. Il faudra également multiplier les travaux sur les analyses fonctionnelles et les indicateurs de saisonnalité dans les différents sites ibéromaurusiens existants, afin de sérier les différentes occupations en termes de chronologies saisonnières et/ou annuelles et identifier le statut fonctionnel des sites ibéromaurusiens. Toutefois, il faudra avant tout surmonter les difficultés dues aux spécificités des « écoles » d'analyse des industries lithiques, aux disparités méthodologiques et à la qualité variable des données publiées.

REMERCIEMENTS

Cet article est publié dans le cadre des actes du colloque « Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène » organisé à l'Université Toulouse - Jean Jaurès les 8 et 9 mars 2021, en hommage à notre regrettée collègue et amie Émilie Campmas. Je tiens à remercier les organisateurs du colloque pour m'avoir invitée à y participer. Mes sincères remerciements vont également aux évaluateurs pour leurs précieux retours qui ont permis d'améliorer la première version de cet article.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AMARA A. 1977 - Le gisement Es Sayar, Bou Saada. *Libyca*, 25, p. 59-71.

AOUDIA-CHOUAKRI L. 2013 - *Pratiques funéraires complexes : réévaluation archéo-anthropologique des contextes ibéromaurusiens et capsiens (Paléolithique supérieur et Épipaléolithique, Afrique du Nord-Ouest)*. Bordeaux : Université de Bordeaux I. Thèse de Doctorat.

ARAMBOURG C., BOULE M., VALLOIS H., VERNEAU R. 1934 - Les grottes paléolithiques des Beni Ségoual (Algérie). *Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine*, 13. Paris : Édition Masson, 242 p.

AUMASSIP G. 1979 - *Le bas Sahara dans la Préhistoire*. Aix-en–Provence : Université d'Aix-en-Provence. Thèse de Doctorat ès sciences.

BALOUT L. 1955 - *Préhistoire de l'Afrique du Nord, essai de chronologie*. Paris : Arts et métiers graphiques, 802 p.

BARICH B.E., GARCEA E. A. A. 2008 - Ecological patterns in the Pleistocene and Holocene in the Jebel Gharbi, northern Libya: chronology, climate and human occupation. *African Archaeological Review* 25, 1-2, p. 87-97.

BARICH B. E., GARCEA E. A. A., GIRAUDI C. 2008 - Between the Mediterranean and the Sahara: The geoarchaeological reconnaissance in the Jebel Gharbi, Libya. *Antiquity*, 80, p. 567-582.

BARTON N. E., BOUZOUGGAR A., COLLCUTT S. N., HUMPHREY L. T. 2019 - Cemeteries and Sedentism in the Later Stone Age of NW Africa: Excavations at Grotte des Pigeons, Taforalt, Morocco. *Monographien des Römisch Germanisches Zentralmuseum, 147*. Mainz: Römisch Germanisches Zentralmuseum, 628 p. https://books.ub.uni-heidelberg.de/propylaeum/reader/download/734/734-29-90075-1-10-20200826.pdf

BARTON R. N. E., BOUZOUGGAR A., HOGUE J. T., LEE S., COLLCUTT S. N., DITCHFIELD P. 2013 - Origins of the Iberomaurusian in NW Africa: New AMS radiocarbon dating of the Middle and Later Stone Age deposits at Taforalt Cave, Morocco. *Journal of Human Evolution*, 65, p. 266-281.

BEGHIN P., CHARBIT S., KAGEYAMA M., COMBOURIEU-NEBOUT N,. HATTÉ C., DUMAS C., PETERSCHMITT J.-Y. 2016 - What drives LGM precipitation over the western Mediterranean? A study focused on the Iberian Peninsula and northern Morocco. *Clim Dyn*, 46, p. 2611-2631.

BELFER-COHEN A., GORING-MORRIS N. 2002 - Why microliths? Microlithization in the Levant. *In:* R.G. ELSTON, S.L. KUHN (Éd.), *Thinking Small: Global Perspectives on Microlithization*. Archaeological Papers of the American Anthropological Association, Arlington 12, p. 57-68.

BENSLAMA M., ANDRIEU-PONEL V., GUITER F., REILLE M., DE BEAULIEU J.-L., MIGLIORE J., DJAMALI M. 2010 - Nouvelles contributions à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation en Algérie : analyses polliniques de deux profils sédimentaires du complexe humide d'El-Kala. *Comptes Rendus Biologies*, 333, p. 744-754.

BETROUNI M. 1997 - Le paléokarst de Sidi Saïd. « Aspects chronoculturels ». *In:* J. M. FULLOLA, N. SOLER (dir.), *El Món Mediterrani Despres del Pleniglacial (18.000-12.000 BP)*. Girona: Museu d'Arqueologia de Catalunya, p. 77-92.

BETROUNI M. 2021 - Le « Moustérien » de Tipasa et de Ténès (littoral ouest algérois) dans la lecture climatique du second pléniglacaire. *L'Anthropologie*, 125, 1. 102841. doi:10.1016/j.anthro.2021.102841

BOULANGER C., HAWKINS S., SAMPER CARRO S. C., ONO R, O'CONNOR S. 2022 - Continuity and variability in prehistoric fishing practices by Homo sapiens in Island Southeast Asia: new ichthyofaunal data from Asitau Kuru, Timor-Leste. *World Archaeology*, 54, p. 288-316. DOI: 10.1080/00438243.2023.2192518

BOUZOUGGAR A., BARTON R.-N.-E., BLOCKLEY S., BRONK-RAMSEY C., COLLCUTT S.-N., GALE R., HIGHAM T.-F.-G., HUMPHREY L.-T., PARFITT S., TURNER E., WARD S. 2008 - Reevaluating the Age of the Iberomaurusian in Morocco. *African Archaeological Review*, 25, p. 3-19.

BRACCO J.-P., MONTOYA C. (Éd.) 2005 - D'un Monde à l'Autre. Les systèmes techniques pendant le Tardiglaciaire autour de la Méditerranée occidentale. *Mémoire de la Société Préhistorique française, tome XL*, 183 p. (Actes de la Table Ronde d'Aix-en-Provence, Juin 2001).

BRAHIMI C. 1969 - L'industrie lithique de l'abri de Tamar Hat (petite Kabylie). *Libyca*, 17, p. 93-99.

BRAHIMI C. 1970 - L'Ibéromaurusien du littoral de la région d'Alger. *Mémoire du C.R.A.P.E.*, 23, Paris : Arts et Métiers Graphiques, 154 p.

BRAHIMI C. 1972 - Deux campagnes de fouilles à Columnata (1969 et 1971). *Libyca*, 20, p. 49-101.

CACHO I., GRIMALT J.-O., PELEJERO C., CANALS M., SIERRO F.- J., FLORES J. 1999 - Dansgaard-Oeschger and Heinrich event imprints in Alborán Sea paleotemperatures. *Paleoceanography*, 14, 6, p. 698-705.

CADENAT P. 1966 - Vues nouvelles sur les industries de Columnata. *Libyca*, 14, p. 189-207.

CAMPMAS É., CHAKROUN A., MERZOUG S. 2016 - Données préliminaires sur l'exploitation de la malacofaune marine par les groupes ibéromaurusiens de l'abri Alain (Oran, Algérie). *Paleo*, 27, p. 83-104.

CAMPS G. 1974 - *Les civilisations préhistoriques de l'Afrique du Nord et du Sahara*. Paris : Doin, 375 p.

CAMPS G., CURTES A., TIXIER J. 1959 - Gisement Épipaléolithique (vraisemblablement Ibéromaurusien) au Cap Chenoua en avant d'une grotte à remplissage bréchoïde quaternaire. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 56, p. 297.

CARRIÓN MARCO Y., VIDAL-MATUTANO P., MORALES J., HENRÍQUEZ VALIDO P., POTÌ A., KEHL M., LINSTÄDTER J., WENIGERG G-C., MIKDAD M. 2018 - Late Glacial Landscape Dynamics Based on Macrobotanical Data: Evidence from Ifri El Baroud (NE Morocco). *Environmental Archaeology*, 26, p. 131-145.

CHAMLA M-C. 1970 - Les hommes épipaléolithiques de Columnata, Algérie occidentale : étude anthropologique. *Mémoire du C.R.A.P.E.*, 15. Paris : Arts et Métiers Graphiques, 132 p.

CHIBANE S. 2016 - *Étude taphonomique et archéozoologique de la faune ibéromaurusienne de l'abri Alain (Oran, Algérie)*. Toulouse : Université Toulouse - Jean Jaurès. Mémoire de Master 2. https://www.calameo.com/books/0069271461771e085e18c

CLOSE A. E. 1977 - Identification of style in lithic artefacts from North East Africa. *Mémoires de l'Institut d'Égypte*, 61. Cairo: S.O.P. Press.

CLOSE A. E. 1978 - The identification of style in lithic artefacts. *World archaeology*, 10, p. 223-237.

CLOSE, A. E. 1981 - The Iberomaurusian sequence at Tamar Hat. *Libyca*, 28-29, p. 69-103.

CLOSE A. E. 2002 - Backed bladelets are a foreign country. *In*: R.G. Elston, S.L. Kuhn (Éd.), *Thinking Small: Global Perspectives on Microlithization*. Arlington, 12, Archaeological Papers of the American Anthropological Association, p. 30-44.

COMBOURIEU NEBOUT N., PEYRON O., DORMOY I., DESPRAT S., BEAUDOUIN C., KOTTHOFF U., MARRET F. 2009 - Rapid climatic variability in the West Mediterranean during the last 25,000 years from high resolution pollen data. *Climate of the Past*, 5, p. 503-521.

DASTUGUE J. 1970 - Pathologie des hommes de Columnata, *In:* M.C. CHAMLA (dir.), *Les hommes épipaléolithiques de Columnata*. Mémoire du CRAPE, 15, p. 121-126.

DAVIS B. A. S., FASEL M., KAPLAN J. O., RUSSO E., BURKE, A. 2022 - The climate and vegetation of Europe, North Africa and the Middle East during the Last Glacial Maximum (21,000 years BP) based on pollen data. *Clim. Past Discuss.* [preprint]. https://doi.org/10.5194/cp-2022-59, in review, 2022.

DÉLIBRIAS G. 1981 - La mesure des âges par le Carbone 14. *In*: C. ROUBET, H.-J. HUGOT, G. SOUVILLE (Éd.). *Préhistoire africaine : mélanges offerts au doyen Lionel Balout*. Paris : A.D.P.F., p. 98-101.

ESTORGES P., AUMASSIP G., DAGORNE A. 1969 - El Haouita, un exemple de remblaiement fini-wurmien. *Libyca,* 17, p. 53-91.

FLETCHER W. J., SÁNCHEZ GOÑI M. F. 2008 - Orbital- and sub-orbital-scale climate impacts on vegetation of the western Mediterranean basin over the last 48,000 yr. *Quaternary Research*, 70, p. 451-464.

GRAGUEB A. 1983 - *Ibéromaurusien et industries à lamelles en Tunisie (étude d'après les collections E.G. Gobert du musée du Bardo). Tunis*. Aix en Provence : Université Aix-Marseille 1, Thèse de 3e cycle, 2 vol., 517 p.

HACHI S. 1987 - *Les cultures de l'Homme de Mechta El Arbi. Le gisement d'Afalou Bou Rhummel Bou Rhummel (massif des Babors, Algérie) : les niveaux supérieurs -13000-11000 BP*. Aix en Provence : Université d'Aix-Marseille 1, Thèse de Doctorat 3e cycle.

HACHI S. 1996 - L'Ibéromaurusien, découverte des fouilles d'Afalou Bou Rhummel. *L'Anthropologie*, 100 (1), p. 77-87.

HACHI S. 1997 - Résultats des fouilles récentes d'Afalou Bou Rmel (Bédjaïa, Algérie), *In:* FULLOLA J.-M., SOLER N. (Éd.), *El Món Mediterrani Despres del Pleniglacial (18.000-12.000 BP)*, Girona : Museu d'Arqueologia de Catalunya, p. 77-92.

HACHI S. 2003 - Les cultures de l'Homme de Mechta-Afalou. Le gisement d'Afalou-Bou-Rhummel (massif des Babors, Algérie), les niveaux supérieurs 13 000 - 11 000 BP. *Mémoire du Centre National de Recherches Préhistoriques Anthropologiques et Historiques, Nouvelle Série*, 2, 256 p.

HACHI S. 2006 - Du comportement symbolique des derniers chasseurs Mechta-Afalou Bou Rhummel d'Afrique du Nord. *Comptes Rendus Palevol*, 5, p. 439-440.

HACHI S., FRÖHLICH F., GENDRON-BADOU A., DE LUMLEY H., ROUBET C., ABDESSADOK S. 2002 - Figurines du Paléolithique supérieur en matière minérale plastique cuite d'Afalou Bou Rhummel Bou Rhummel (Babors, Algérie) : premières analyses par spectroscopie d'absorption infra-rouge. *L'Anthropologie*, 106, p. 57-97.

HADJOUIS DJ. 2002 - Les hommes du Paléolithique supérieur d'Afalou Bou Rhummel Bou Rhummel (Bédjaïa, Algérie). Interprétation nouvelle des cinétiques craniofaciales et des effets de l'avulsion dentaire. Malformations crâniennes, troubles de la croissance, anomalies et maladies alvéolo-dentaires. *L'Anthropologie*, 106, p. 337-375.

HEDDOUCHE A. 1977 - Le gisement Épipaléolithique d'El Onçor près de Bousaada. *Lybica*, 25, p 73-84.

HEDDOUCHE A. 1998 - Nouveaux remblaiements type El Haouita dans l'Atlas saharien. Monts des Ouled Nail et monts du Zab, Algérie. Apport à la connaissance des variations climatiques et de l'occupation humaine holocène. *Lybica*, 35, p. 87-93.

HELLAL H. 2005 - *L'Ibéromaurusien de l'abri Alain (Algérie occidentale). Approche techno-typologique des industries lithiques (collection de l'IPH)*. Paris : Université Paris I, Mémoire de DEA.

HOGUE J. 2014 - *The origin and development of the Pleistocene LSA in Northwest Africa: A case study from Grotte des Pigeons (Taforalt), Morocco*. Oxford: University of Oxford, PhD thesis, https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:3a95e8b0-5e0b-4e8b-baac-b2e44a327d8a/download_file?file_format=application%2Fpdf&safe_filename=THESIS01&type_of_work=Thess

HOGUE J. T., BARTON R. N. E. 2016 - New radiocarbon dates for the earliest Later Stone Age microlithic technology in Northwest Africa. *Quaternary International*, 413, p. 62-75.

HOGUE J., BOUZOUGGAR A., BARTON R.-N.-E. 2019 - Later Stone Age Lithic Artefacts. *In:* N. E. BARTON, A. BOUZOUGGAR, S. N. COLLCUTT, L. T. HUMPHREY (Éds.), *Excavations at Grotte des Pigeons, Taforalt, Morocco*. Monographien des Römisch Germanisches Zentralmuseum, 147. Mainz: Römisch Germanisches Zentralmuseum, 2019, p. 335-393.

HUMPHREY L.-T. 2019 - Human Burial Evidence. *In:* N. E. BARTON, A. BOUZOUGGAR, S. N. COLLCUTT, L. T. HUMPHREY (Éd.), *Excavations at Grotte des Pigeons, Taforalt, Morocco*. Monographien des Römisch Germanisches Zentralmuseum, 147. Mainz: Römisch Germanisches Zentralmuseum, 2019, p. 443-482.

HUMPHREY L.-T., BOCAEGE E. 2008 - Tooth Evulsion in the Maghreb: Chronological and Geographical Patterns. *African Archaeological Review*, 25, p. 109-123.

KEFI R., HECHMI M., NAOUALI C., JMEL H., HSOUNA S., BOUZAID E., ABDELHAK S., BERAUD-COLOMB E., STEVANOVITCH A. 2018 - On the origin of Iberomaurusians: New data based on ancient mitochondrial DNA and phylogenetic analysis of Afalou Bou Rhummel and Taforalt populations. *Mitochondrial DNA Part A*, 29, p. 147-157.

KEFI R., STEVANOVITCH A., BOUZAID E., BÉRAUD-COLOMB E. 2005 - Diversité mitochondriale de la population de Taforalt (12000 ans BP, Maroc) : une approche génétique à l'étude du peuplement de l'Afrique du Nord. *Anthropologie*, 43, p. 1-11.

KHERBOUCHE F., HACHI S., ABDESSADOK S., SEHIL N., MERZOUG S., SARI L., BENCHERNINE R., CHELLI R., FONTUGNE M., BARBAZA M., ROUBET C. 2014 - Preliminary results from excavations at Gueldaman Cave GLD1 (Akbou, Algeria). *Quaternary International*, 320, p. 109-124.

KUHN S.L, ELSTON R.G. 2002 - Thinking Small Globally. *In*: R.G. Elston, S.L. Kuhn (Ed.), *Thinking Small: Global Perspectives on Microlithization*. Arlington: Archaeological Papers of the American Anthropological Association, 12, p. 1-7.

LECLAIRE L. 1972 - *La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin algéro-baléares, précontinent, algérien*. Paris : Muséum national d'Histoire naturelle.

LEPLONGEON A. 2017 - Technological variability in the Late Palaeolithic lithic industries of the Egyptian Nile Valley: The case of the Silsilian and Afian industries. *PLoS ONE*, 12, e0188824, doi:10.1371/journal.pone.0188824

LINSTÄDTER J., EIWANGER J., MIKDAD A., WENIGER G.C. 2012 - Human occupation of Northwest Africa: A review of Middle Palaeolithic to Epipalaeolithic sites in Morocco. *Quaternary International*, 274, p. 158-174.

LORCIN J. 1961-1962. La station préhistorique du cap Ténès. *Lybica*, 9, p. 9-58.

LUBELL D. 1984 - Paleoenvironnement and Epi-Paleolithic economies in the Maghreb (ca. 20,000 to 5,000 BP). *In*: J.-D. CLARK, S.-A. BRANDT (Éd.), *From hunters to farmers: the causes and consequences of food production in Africa*. Berkeley: University of California Press, p. 41-56.

LUCARINI G., MUTRI G. 2014 - Microlithism and landscape exploitation along the Cyrenaican Coast between the Late Pleistocene and the Holocene: A matter of continuity. *In:* K. BOYLE, R.J. RABETT, C.O. HUNT (Éds.), *Living in the landscape. Essays in Honour of Graeme Barker*. Cambridge: McDonald Institute Monographs, University of Cambridge, p. 109-120.

MARIOTTI M., BONFIGLIOLI B., FACCHINI F., CONDEMI S., BELCASTRO M.-G. 2009 - Funerary practices of the Iberomaurusian population of Taforalt (Tafoughalt. Morocco, 11-12 000 BP), new hypotheses based on a grave by grave skeletal inventory and evidence of deliberate human modification of the remains. *Journal of Human Evolution*, 56, p. 340-354.

MCBURNEY C.B.M. 1967 - *The Haua Fteah (Cyrrenaica) and the stone age of the South East Mediterranean*. Cambridge University Press, 404 p.

MEDIG M., MEIER R., SAHNOUNI M., DERRADJI A. 1996 - Découverte d'un crâne humain dans les niveaux ibéromaurusiens de la grotte de Taza 1, Jijel, Algérie. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, série II a (323), p. 825-831.

MEIER R.J., SAHNOUNI M., MEDIG M., DERRADJI A. 2003 - Human skull from the Taza locality, Jijel, Algeria. *Anthropologischer Anzeiger*, 62, p. 129-140.

MERZOUG S. 2005 - *Comportements de subsistance des Ibéromaurusiens d'après l'analyse archéozoologique des mammifères des sites de Tamar Hat, Taza1 et Columnata (Algérie)*. Paris : Muséum national d'Histoire naturelle de Paris, Thèse de Doctorat, 418 p.

MERZOUG S., SARI L. 2008 - Re-examination of the zone I material from Tamar Hat (Algeria): Zooarchaeological and technofunctional analyses. *African Archaeological Review*, 25, p. 57-73.

MERZOUG S. 2012 - Essai d'interprétation du statut économique du Megaceroides algericus durant l'Ibéromaurusien dans le massif des Babors (Algérie). Quaternaire, 23 (2), p. 141-148, https://doi.org/10.4000/quaternaire.6180

MERZOUG S. 2017 - Les comportements de subsistance en Afrique du Nord-Ouest durant la transition Pléistocène supérieur/Holocène : entre homogénéité et variations stratégiques. *L'Anthropologie*, 121, p. 189-203.

MERZOUG S. 2021 - L'exploitation des ressources animales par les chasseurs-cueilleurs ibéromaurusiens d'Afrique du Nord-Ouest : cas des sites algériens. *In*: BLANC-BIJON V., BRACCO J.P., CARRE M.B. (Éd.), *L'Homme et l'Animal au Maghreb, de la Préhistoire au Moyen Âge*. Aix-en-Provence : Presses universitaires de Provence, 2021, p. 89-101. http://books.openedition.org/pup/62602>. ISBN : 9791032004272. DOI : https://doi.org/10.4000/books.pup.62602.

MORALES J. 2018 - The contribution of botanical macroremains to the study of wild plant consumption during the Later Stone Age and the Neolithic of north-western Africa. *Journal of Archaeological Science: Reports*, Volume 22, p. 401-412.

MOSER J. 2003 - *La Grotte d'Ifri n'Ammar. Tome 1. L'Ibéromaurusien*. Köln, Allgemeine und Vergleichende Archäologie-Forschungen, Band 8, 163 p.

MUTVEI H., WESTERMARK T. 2001 - How Environmental Information Can Be Obtained from Naiad Shells. *In:* BAUER G., WÄCHTLER K. (Éd.), *Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida*. Ecological Studies, vol 145. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 367-379, https://doi.org/10.1007/978-3-642-56869-5_21

NAMI N. 2007 - Les techno-complexes Ibéromaurusiens d'Ifri El Baroud (Rif Oriental, Maroc). *Zeitschrift für Archäologie Außereuropäischer Kulturen*, 2, p. 183-239.

PALLARY P. 1909 - Note sur un gisement paléolithique de la province d'Oran, *Bulletin du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques*, p. 341-342.

PELEGRIN J., INIZAN M.L. 2013 - Soft hammerstone percussion use in bidirectional blade-tool production at Acila 36 and in bifacial knapping at Shagra (Qatar). *Arabian Archaeology and Epigraphy*, 24, p. 79-86.

PERLES C. 1991 - Économie des matières premières et économie de débitage : deux conceptions opposées ? *In: 25 ans d'études technologiques en Préhistoire : bilan et perspectives*. Actes des 11e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire, Antibes : APDCA, p. 35-45.

PERRIN T., DACHY T., GUÉRET C., LUBELL D., CHAÏD-SAOUDI Y., GREEN W. 2020 - Pressure knapping and the timing of innovation: New chrono-cultural data on prehistoric groups of the early Holocene in the Maghreb, Northwest Africa. *Radiocarbon*, 62, p. 1-51.

POTÌ A. 2017 - *Technical Change and Environmental Change in the Iberomaurusian: A Case Study from Ifri El Baroud, Morocco*. Cologne: University of Cologne, Thèse de Doctorat, 333 p.

POTÌ A., GIBAJA BAO J.F., LINSTÄDTER J., MIKDAD A., NAMI M., WENIGER G.-C. 2020 - Iberomaurusian Lithic Assemblages at Ifri El Baroud (Northeast Morocco). *African Archaeological Review*, 37, p. 361-382.

POTÌ A., KEHL M., BROICH M., CARRIÓN MARCO Y., HUTTERER R., JENTKE T., LINSTÄDTER J., LOPEZ-SAEZ A., MIKDAD A., MORALES J., PEREZ-DÍAZ S., PORTILLO M., SCHMID C., VIDAL-MATUTANO P., WENIGER G.-C. 2019 - Human occupation and environmental change in the western Maghreb during the Last Glacial Maximum (LGM) and the Late Glacial. New evidence from the Iberomaurusian site Ifri El Baroud (northeast Morocco). *Quaternary Science Reviews*, 220, p. 87-110.

REIMER P.J., AUSTIN W.E.N., BARD E., BAYLISS A., BLACKWELL P.G., RAMSEY C.B. *et al.* 2020 - The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon* 62, p. 725-757.

SARI L. 2008 - Production lamellaire en contexte ibéromaurusien : variabilité et implication techno-économique. Cas du niveau inférieur de Rassel (littoral ouest algérois). *In*: H. AOURAGHE, H. HADDOUMI, K. EL HAMMOUTI, A. OUJDA (Éd.), *Le Quaternaire Marocain Dans Son Contexte Méditerranéen*. Actes des quatrièmes rencontres des Quaternaristes marocaines (RQM4), Oujda (novembre 2007), Oujda, Publication de la Faculté des Sciences, Université Mohammed 1er, p. 376–388.

SARI L. 2012 - *L'Ibéromaurusien, culture du Paléolithique supérieur tardif. Approche technologique des productions lithiques taillées de Tamar Hat, Rassel et Columnata (Algérie)*. Paris : Université de Paris X-Nanterre, Thèse de Doctorat, 528 p.

SARI L. 2014 - Technological change in Iberomaurusian culture: The case of Tamar Hat, Rassel and Columnata lithic assemblages (Algeria). *Quaternary International*, 320, p. 131-142.

SARI L. 2015 - Les galets utilisés ibéromaurusiens de l'abri de Tamar Hat (Béjaïa, Algérie nord-orientale). Statut fonctionnel et hypothèses palethnographiques. *Actes de la 1ère rencontre de l'ATEQ pour l'étude du Quaternaire en Tunisie*, Tunis (11-14 mars 2012). Publication de l'Association Tunisienne pour l'Étude du Quaternaire, p. 174-187.

SARI L. 2020 - Diachronic Variation in Microlith Production Systems During the Late Pleistocene, Algeria. *African Archaeological Review*, 37, p. 327-359.

SARI L., KIM K.J. 2017 - Lithic Economy and Specialized Activities Among the Iberomaurusian Populations of Tamar Hat Rockshelter (Northeastern Algeria). *African Archaeological Review*, 34, p. 543-556.

SAXON E. C., CLOSE A., CLUZEL C., MORSE V., SHACKELTON N. J. 1974 - Results of recent investigations at Tamar Hat. *Libyca*, 22, p. 49-91.

SAXON E.C. 1975 - *Prehistoric economies of the Israeli and Algerian littorals: 18 000-8000 BP*. Cambridge: Cambridge University, Jesus College, Ph. D. Dissertation. 233 p.

SECHER B., FREGEL R., LARRUGA J. M., CABRERA V. M., ENDICOTT P., PESTANO J. J., GONZÁLEZ A. M. 2014 - The history of the North African mitochondrial DNA haplogroup U6 gene flow into the African, Eurasian and American continents. *BMC Evolutionary Biology*, 14, p. 109-125.

TAYLOR V. K., BELL M., 2019 - Land Molluscs. *In*: N. E. BARTON, A. BOUZOUGGAR, S. N. COLLCUTT, L. T. HUMPHREY (Éd.), *Excavations at Grotte des Pigeons, Taforalt, Morocco*. Monographien des Römisch Germanisches Zentralmuseum, 147. Mainz: Römisch Germanisches Zentralmuseum, 2019, p. 207-237.

TIXIER J. 1954 - Le gisement préhistorique d'El-Hamel. *Libyca*, 2, p. 78-120.

TIXIER J. 1963 - Typologie de l'Épipaléolithique du Maghreb. *Mémoire du C.R.A.P.E*, n° 2. Paris : Arts et Métiers Graphiques, 212 p.

TIXIER J., INIZAN M.L., ROCHE H., 1980 - *Préhistoire de la pierre taillée 1 : terminologie et technologie*. Paris : C.R.E.P., 120 p.

TURNER E. 2019 - Large Mammalian Faunal Assemblages. *In:* N. E. BARTON, A. BOUZOUGGAR, S. N. COLLCUTT, L. T. HUMPHREY (Éd.), *Excavations at Grotte des Pigeons, Taforalt, Morocco*. Monographien des Römisch Germanisches Zentralmuseum, 147. Mainz: Römisch Germanisches Zentralmuseum, 2019, p. 239-308.

VAN DE LOOSDRECHT M., BOUZOUGGAR A., HUMPHREY L., POSTH C., BARTON N., AXIMU-PETRI A., NICKEL B., NAGEL S., TALBI E., ABDELJALIL EL HAJRAOUI M., AMZAZI S., HUBLIN J. J., PÄÄBO S., SCHIFFELS S., MEYER M., HAAK W., JEONG C., KRAUSE J. 2018 - Pleistocene North African genomes link Near Eastern and sub-Saharan African human populations. *Science*, 360, p. 548-552.

VARDI J, GILEAD I - 2009. On the definition of errors in contexts of craft specialization: Krukowski microburins from the Beit Eshel chalcolithic flint workshop. *In:* S.A. ROSEN, V. ROUX (Éds.), *Techniques and people: anthropological perspectives on technology in the archaeology of the proto-historic and early historic periods in the southern Levant*. Paris : deBoccard, p. 125-134. https://www.researchgate.net/publication/280083138_On_the_Definition_of_Errors_in_Contexts_of_Craft_Specialization_Krukowski_Microburins_from_the_Beit_Eshel_Chalcolithic_Flint_Workshop

LES ASSOCIATIONS FAUNIQUES DE LA FIN DU PLÉISTOCÈNE ET DE L'HOLOCÈNE DANS LES GISEMENTS ARCHÉOLOGIQUES DE TAGHIT HADDOUCH, HASSI OUENZEGA ET IFRI OUZABOUR (RIF ORIENTAL, MAROC).

Bouchra Bougariane[a]
Abdeslam Mikdad[b]

a. *Université Moulay Ismaïl, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire de Géologie Appliquée, Errachidia, Maroc (bouchra.bougariane@gmail.com)*
b. *Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine, Département de Préhistoire, Rabat, Maroc (abdes.mikdad@gmail.com)*

HORS-SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 3 | L'apport des approches actualistes à une meilleure perception des relations humain/animal dans le passé

PAGES 292 À 305

MOTS-CLÉS Faune, taphonomie, archéozoologie, Pléistocène, Holocène, Néolithique, Rif oriental, Maroc.

RÉSUMÉ

Les recherches archéologiques menées au cours de ces dernières décennies dans la région du Rif oriental ont permis la mise au jour de plusieurs sites préhistoriques dont les occupations remonteraient essentiellement à la fin du Pléistocène et à l'Holocène. Nous présentons ici les principaux résultats de l'étude des archéofaunes de trois gisements (Taghit Haddouch, Hassi Ouenzga et Ifri Ouzabour).

L'étude des restes osseux des niveaux holocènes de ces trois sites montre la présence de poissons, reptiles, oiseaux et mammifères. L'alimentation carnée des groupes humains, apparaît diversifiée et basée principalement sur les Bovidés. Pendant l'Ibéromaurusien, la chasse semble être en relation avec le contexte géotopographique dont le mouflon à manchettes connu aussi sous le nom d'aoudad et la gazelle de montagnes (*Gazella cuvieri*) dominent dans les zones escarpées ; le bubale et les zèbres sont plus fréquents dans les zones de plaine. Pendant le Néolithique, les Caprinés domestiques (moutons et chèvres) constituent la base de l'économie de production.

L'analyse archéozoologique des restes osseux met en évidence de nombreuses altérations naturelles (météorisations, concrétions, etc.) et anthropiques (boucherie, action de feu) sur lesquelles nous ne nous attarderons pas dans cette étude. Les autres traces anthropiques (os et dents aménagés, parures, coquilles d'œufs d'autruche gravées) sont rares.

ABSTRACT

Late Pleistocene and Holocene faunal associations in the archaeological sites of Taghit Haddouch, Hassi Ouenzega and Ifri Ouzabour (Eastern Rif, Morocco).

Archaeological research carried out over the past few decades in the Eastern Rif region has brought to light several prehistoric sites with occupations that essentially date back to the late Pleistocene and Holocene periods. We report here the main results of the analysis made on the archaeofauna in three sites (Taghit Haddouch, Hassi Ouenzga and Ifri Ouzabour).

The study of the bone remains associated to the Holocene levels of these three sites shows the presence of fishes, reptiles, birds, and mammals. The meat diet of human groups appears diversified and based mainly on Bovidae. During the Iberomaurusian, the hunt seems to be mostly influenced by geotopography, with the Barbary sheep also known as aoudad and mountain gazelle (*Gazella cuvieri*) dominating in steep areas whereas hartebeest and zebras are most frequent in open areas. During the Neolithic, domestic Caprines (sheeps and goats) constitute the basis of the production economy. Zooarchaeological analysis of the bones remains reveals numerous natural (weathering, concretions) and anthropic (butchery, fire action) alterations which we will not dwell on this study. The other modifications of human origin (modified bones and teeth, ornaments, engraved ostrich eggshells) are scarce.

KEY-WORDS Fauna, taphonomy, archaeozoology, Pleistocene, Holocene, Neolithic, Eastern Rif, Morocco.

INTRODUCTION

Les sites archéologiques concernés par cette étude comprennent les gisements continentaux de Hassi Ouenzga et de Taghit Haddouch qui se situent à environ 50 km à vol d'oiseau du littoral. Le site d'Ifri Ouzabour se localise quant à lui sur la côte méditerranéenne (**fig. 1**). Les occupations archéologiques couvrent les périodes culturelles allant de l'Ibéromaurusien jusqu'au Néolithique (**tabl. 1**).

Les trois sites ont été découverts dans le cadre du programme de recherche « Préhistoire et Protohistoire du Rif oriental », mené par des chercheurs marocains et allemands (Mikdad *et al.* 2000). Dans le cadre de ce programme les prospections ont mis au jour plus de 300 sites préhistoriques, protohistoriques et historiques (Mikdad *et al.* 2000 ; Linstädter 2004, 2008, 2010 ; Hutterer *et al.* 2011 ; Nekkal, Mikdad 2014 ; Nekkal *et al.* 2015 ; Nekkal 2015).

Nous présentons ici les principaux résultats de l'étude des restes fauniques exhumés dans ces trois gisements de la fin du Pléistocène et de l'Holocène. Pour cette dernière période les résultats ont été obtenus dans le cadre d'une thèse de Doctorat (Bougariane 2013).

La liste faunique des trois gisements comporte des poissons, des reptiles (essentiellement les tortues), des oiseaux (dont l'autruche) et des Mammifères qui dominent avec 20 taxons. Parmi ces derniers, certains sont communs aux trois sites (Léporidés, Bovidés - dont l'aoudad et la gazelle - et Caprinés domestiques), tandis que le phoque (*Monachus monachus*) n'est présent qu'à Ifri Ouzabour. Les restes osseux des caprinés domestiques (*Ovis aries*, et *Capra hircus*) sont les plus abondants. On note l'absence du porc (*Sus scrofa* f. domestica) dans les trois séquences.

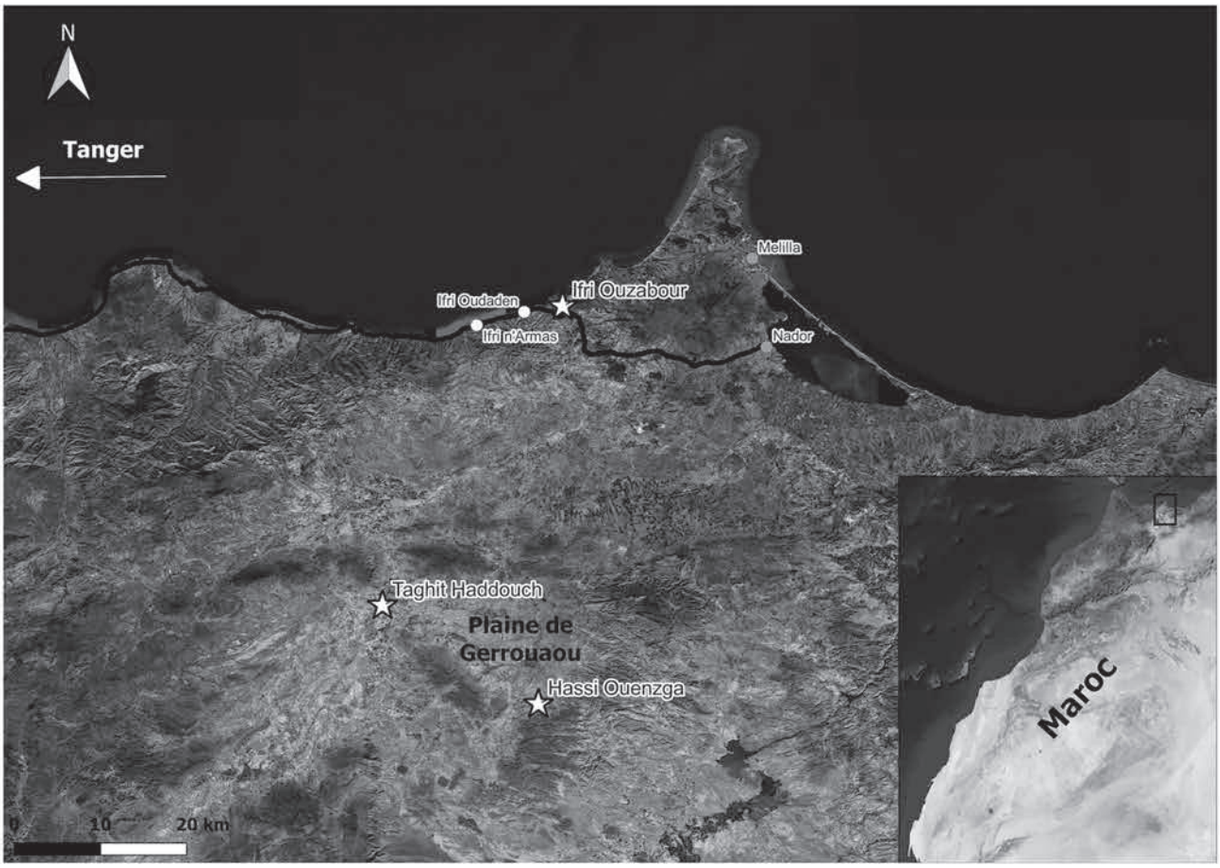
DESCRIPTION DES SITES

Taghit Haddouch

Ce gisement est situé dans la province de Nador, commune de l'Aïn Zora, à 8 km au sud-est du village de Driouch. La zone d'habitat principale se trouve dans une grotte, galerie sub-rectangulaire de 13 m de long sur 8 m de large à son entrée pour une hauteur d'environ 4,50 m. Elle s'ouvre vers l'Est, à une altitude d'environ 25 à 30 m, et surplombe un oued en méandres actuellement desséché (Mikdad *et al.* 2000).

Le relevé stratigraphique (Hutterer *et al.* 2011) indique la présence de deux ensembles, surmontés par une importante couche de fumier, qui atteint dans certaines zones 1,40 m (**fig. 2**) et qui résulte de l'utilisation récente de la grotte comme bergerie.

L'Ensemble 2 ou ibéromaurusien correspond aux enlèvements 6 à 9. Il est séparé de l'Ensemble 1 ou néolithique par un épais lit d'éboulis et se compose d'un sédiment gris-noir. Il renferme des foyers constitués de pierres calcinées et est associé à l'Ibéromaurusien.



— FIGURE 1 —

Situation géographique des sites mentionnés dans cette étude.

Geographical location of the sites mentioned in this study.

L'Ensemble 1 ou néolithique correspondant aux décapages 1 à 5, se compose de sédiments fins relativement friables de couleur gris-marron lesquels peuvent être rattachés au Néolithique.

L'occupation du site, tout en étant constante, ne semble guère avoir généré des activités humaines intenses. En effet, la quantité de matériel archéologique paraît attester d'une exploitation du site par un effectif limité de préhistoriques, peut-être en raison de sa surface d'habitat restreinte (Mikdad *et al.* 2008). Ce matériel comprend de la céramique, de l'industrie lithique et osseuse, des restes de coquilles de gastéropodes et des fragments de coquilles d'œufs d'autruche (Mikdad *et al.* 2000).

Hassi Ouenzga

Le site Hassi Ouenzga (**fig. 3**), « source des gazelles » en rifain, est situé dans la province de Taza, à 15 km environ au nord-est du village de Saka, au pied du Djebel Tawit qui culmine à 800 m. Il comprend un site de plein air ibéromaurusien, un abri néolithique, un tumulus protohistorique et une casbah islamique (Mikdad *et al.* 2000). L'ensemble s'étend approximativement sur une superficie de 2000 m^2. La concentration de ces différents sites dans cette cuvette naturelle est liée à l'existence d'une importante source d'eau artésienne. Seule la faune exhumée de l'abri néolithique est décrite dans ce travail.

L'analyse préliminaire de la stratigraphie de ce site a permis la différenciation de 5 couches observées sur une surface réduite (Linstädter 2003 ; Nekkal 2015), avec une épaisseur d'environ 1,60 m.

Lors de l'étude de la faune, un fragment crânien humain a été identifié. Il s'agit d'un fragment de pariétal brûlé, et présentant une pathologie prenant la forme d'amincissements de la voute crânienne, due probablement à une anémie (A. Oujaa, com. personnelle).

Ifri Ouzabour

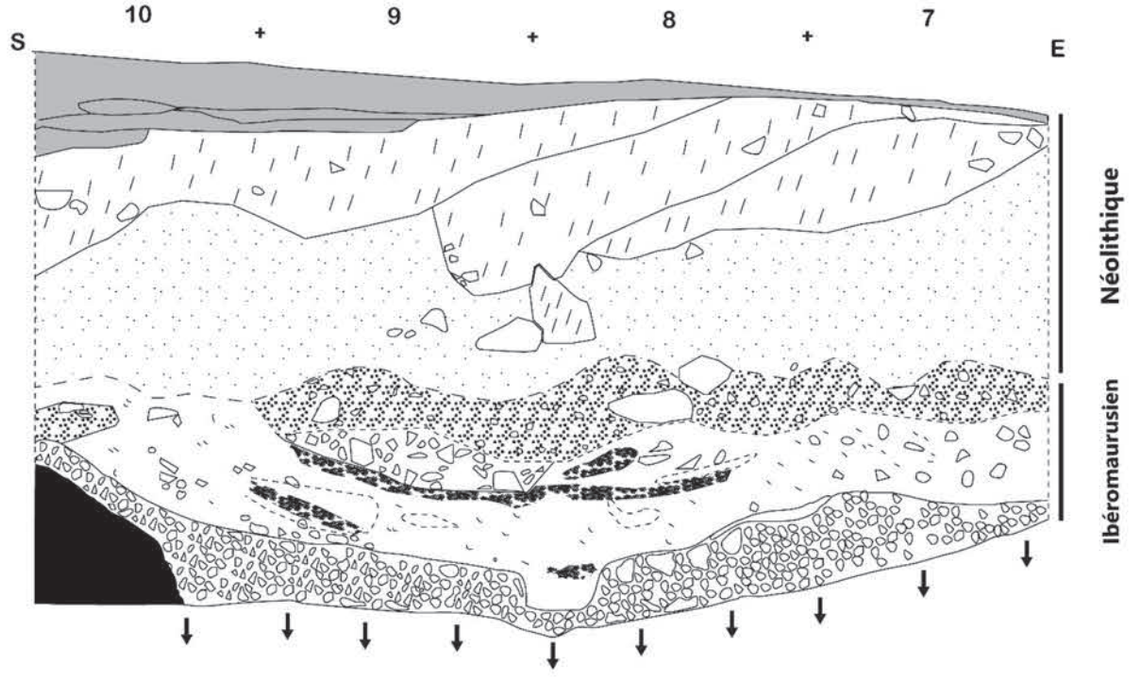
Le site se situe dans la province de Nador, à 40 km environ à l'ouest des villes de Melilla et Nador, à 5 km à l'est de l'embouchure de l'Oued Kert. Il a été découvert lors des travaux de la rocade qui relie Al Hoceima à Tanger (Nekkal *et al.* 2015). Il est localisé à quelques mètres de cette route. C'est une petite grotte associée à une occupation de plein air. Son entrée sous forme d'arche, qui domine directement la Méditerranée, est ouverte vers l'ouest (Nekkal *et al.* 2015).

Gisement	Contexte	Echantillon	Dat. BP	Cal.BP	Réf. laboratoire	Réf. bibliographique
Hassi Ouenzga	Néo. ancien	Charbon de bois	8726±53	9717±105	Bln 5044	Hutterer *et al.* 2011
	Néo. ancien	Charbon de bois	8650±54	9622±57	Bln 5043	(*Ibid*)
	Néo. ancien	Charbon de bois	8370±37	9394±57	Bln 5042	(*Ibid*)
	Néo. ancien	Charbon de bois	8302±39	9335±62	Bln 5045	(*Ibid*)
	Néo. ancien	Charbon de bois	8019±46	8892±93	Bln 5041	(*Ibid*)
	Néo. ancien	Charbon de bois	7977±56	8843±111	Bln 5040	(*Ibid*)
	Néo. ancien	Charbon de bois	7930±50	8804±125	Kia 433	Linstädter 2003
	Néo. ancien	Charbon de bois	6961±40	7793 ± 51	HOA 20128	Nekkal 2015
	Néo. ancien	Charbon de bois	6786±40	7635 ± 29	HOA 20127	Nekkal 2015
	Néo. ancien	Charbon de bois	6683±48	7553 ± 38	Bln 4913	Linstädter 2003
	Néo. ancien	Charbon de bois	6611±40	7511 ± 42	Bln 4957	(*Ibid.*)
	Néo. ancien	Charbon de bois	6540±50	7463 ± 35	Utc 6187	(*Ibid.*)
	Néo. ancien	Charbon de bois	6509±42	7413 ± 50	HOA 20124	Nekkal 2015
	Néo. ancien	Charbon de bois	6378±44	7334 ± 56	Utc 6186	Linstädter 2003
	Néo. ancien	Charbon de bois	6270±40	7212 ± 36	Kia 436	(*Ibid.*)
	Néo. ancien	Charbon de bois	6230±70	7134 ± 97	Utc 6185	(*Ibid.*)
	Néo. ancien	Charbon de bois	6068±38	6930 ± 49	HOA 20126	Nekkal 2015
	Néo. récent	Charbon de bois	6035±47	6882 ± 64	Bln 4956	Linstädter 2003
	Néo. récent	Charbon de bois	6022±52	6871 ± 66	HOA 20123	Nekkal 2015
	Néo. récent	Charbon de bois	5029±47	5790 ± 78	Utc 6184	Linstädter 2003
Taghit Haddouch	Ibéro.	Charbon de bois	8726±53	9717±105	Bln 5044	Hutterer *et al.* 2011
	Ibéro.	Charbon de bois	8650±54	9622±57	Bln 5043	(*Ibid*)
	Ibéro.	Charbon de bois	8370±37	9394±57	Bln 5042	(*Ibid*)
	Ibéro.	Charbon de bois	8302±39	9335±62	Bln 5045	(*Ibid*)
	Ibéro.	Charbon de bois	8019±46	8892±93	Bln 5041	(*Ibid*)
	Ibéro.	Charbon de bois	7977±56	8843±111	Bln 5040	(*Ibid*)
	Néo. ancien	Charbon de bois	6588±62	7500±50	Bln 5039	Hutterer *et al.* 2011
	Néo. récent	Charbon de bois	5479±48	6274±50	Bln 5038	(*Ibid.*)
	Néo. récent	Charbon de bois	4309±37	4898±45	Bln 5037	(*Ibid.*)
Ifri Ouzabour	Néo. ancien	Charbon de bois	7666±76	8477±63	Erl 9985	Nekkal 2015
	Néo. ancien	Charbon de bois	7633±81	8454±70	Erl 9986	(*Ibid*)
	Néo. ancien	Charbon de bois	6481±53	7387±50	Erl 9984	Nekkal 2015
	Néo. récent	Coquille	4920±140	5676±167	Rabat 278	(*Ibid.*)
	Néo. récent	Charbon de bois	4571±45	5216±112	Erl 9983	(*Ibid.*)
	Néo. récent	Coquille	4126±128	4641±16	Rabat 277	(*Ibid.*)

TABLEAU 1

Synthèse des datations des niveaux archéologiques des sites étudiés (d'après Nekkal 2015).

Synthesis of dating of the archaeological levels of the sites studied (from Nekkal 2015).



— FIGURE 2 —

Coupe stratigraphique sud-est du site de Taghit Haddouch.

Southeast stratigraphic section of the Taghit Haddouch site.

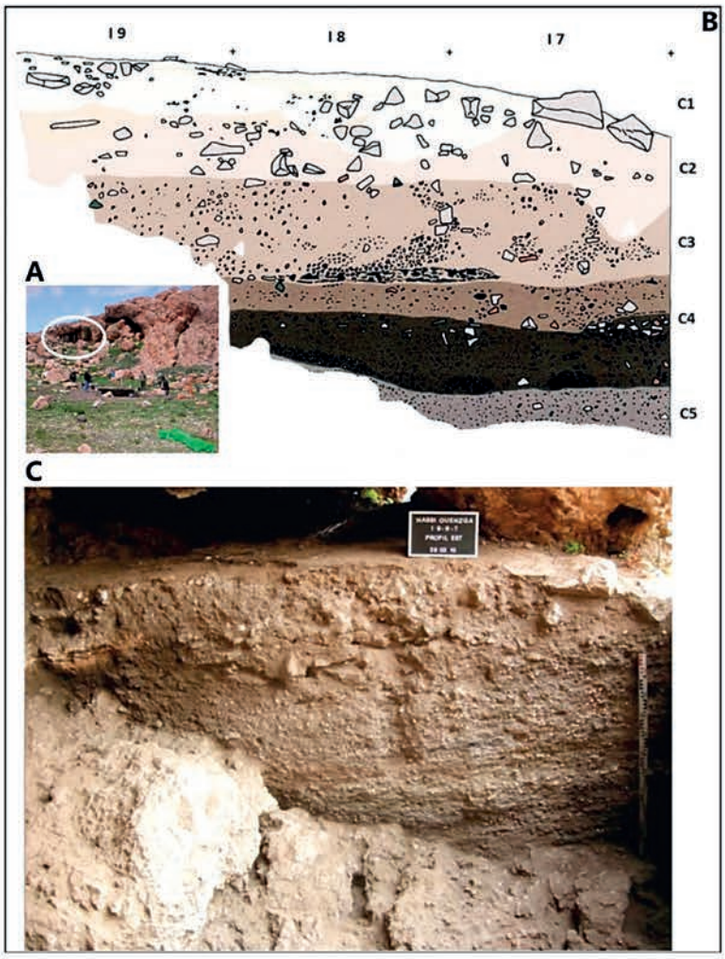


FIGURE 3

L'abri Hassi Ouenzga. A : vue générale de la grotte ; B et C : relevé et photo de la séquence stratigraphique.

The Hassi Ouenzga shelter. A: general view of the cave; B and C: statement and photo of the stratigraphic sequence.

Les fouilles (2006-2007) ont été menées par la même équipe dans le cadre du même programme (Nekkal *et al.* 2015). Un sondage de 6 m² à l'intérieur de la grotte a mis en évidence un remplissage d'environ 1,70 m de puissance et quatre unités stratigraphiques distinctes (**fig. 4**). Les datations effectuées sur charbons de bois ont donné les âges suivants : 5676 ± 167 cal. BP (4520 ± 140 BP, Rabat 278) et 4641 ± 163 cal. BP (4126 ± 128 BP, Rabat 277) (Nekkal *et al.* 2015 ; Nekkal 2015).

LES RESTES FAUNIQUES

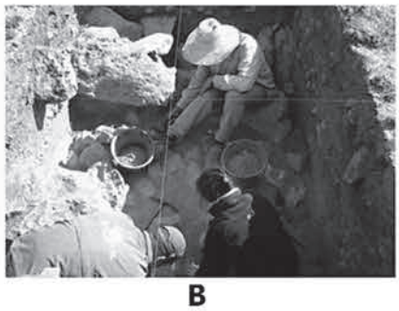
La distinction des ossements des caprinés domestiques (*Capra hircus* et *Ovis aries*), n'est pas toujours facile. Nous avons eu recours à plusieurs travaux portant sur cette problématique (Boessneck *et al.* 1964 ; Payne 1985 ; Prummel, Frisch 1986 ; Helmer, Rocheteau, 1994 ; Helmer 2000 ; Halstead *et al.* 2002 ; Zeder, Pilaar 2010 ; Zeder, Lapham 2010 ; Gillis *et al.* 2011). Dans les cas où la détermination spécifique n'a pas été possible, nous utiliserons le terme « caprinés » pour désigner ces deux taxons. Pour l'Holocène, particulièrement la période historique, la différenciation ostéométrique et morphologique entre le lapin (*Oryctolagus cuniculus*) et le lièvre (*Lepus capensis*) n'est pas non plus aisée. Certains lapins holocènes ont des dimensions proches de celles des petits lièvres. Pour la distinction entre ces deux lagomorphes nous nous sommes basés principalement sur la diagnose comparative des travaux de Callou (1997).

Les effectifs des assemblages fauniques des trois sites sont variables. Outre les restes osseux, on peut noter l'abondance des fragments de coquilles d'œuf d'autruche à Hassi Ouenzga et de fragments de carapace de tortues à Taghit Haddouch et Hassi Ouenzga (**tabl. 2**). Les premiers sont abondants, comme c'est le cas pour plusieurs gisements paléolithiques et néolithiques d'Afrique du Nord (Santa Olalla 1944 ; Camps-Fabrer 1966 ; Grebenart 1975 ; Onrubia Pintado, Ballouche 1996). Les taux de détermination des restes osseux sont faibles, à Taghit Haddouch (5 %) et Hassi Ounezga (2 %). Ceci est à mettre en relation avec les taux de fragmentation très élevés et le nombre important de ces éléments anatomiques. On notera que la fragmentation est beaucoup plus élevée à Ifri Ouzabour (40 %).

Les assemblages osseux sont largement dominés par les Mammifères, à l'exception du site d'Ifri Ouzabour. Ce dernier est caractérisé par l'abondance des restes de poissons et d'oiseaux.

Pour les Mammifères, nous avons distingué quatre groupes dans le **tableau 3** : Bovidés ; autres Ongulés (Suidés, Équidés, etc.) ; Carnivores (chien, chacal, renard, phoque, etc.) et méso-mammifères (lapin, lièvre, hérisson et porc-

A



B

C

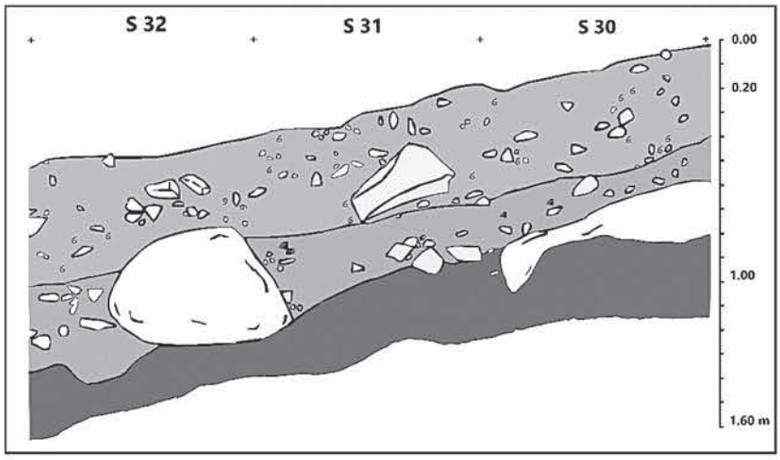


FIGURE 4

Ifri Ouzabour. A : vue générale du site ; B : tranchée de la fouille en plein air ; C : coupe stratigraphique du sondage externe, profil nord-est.

Ifri Ouzabour. A: general view of the site; B: open-air excavation trench; C: stratigraphic section of the external sounding, northeast profile.

Site	Couche/ ensemble	Total	Restes osseux	Fragments coquilles autruche	Fragments carapace tortues
Hassi Ouenzga	-	14514	6792	6663	1059
Taghit Haddouch	Ensemble 1	2411	798	163	1450
	Ensemble 2	1829	1170	361	298
Ifri Ouzabour	-	519	480	12	27

TABLEAU 2

Nombre de restes par gisement.

Number of remains per site.

Groupe zoologique/ Site	Hassi Ouenzga	Taghit Haddouch		Ifri Ouzabour
		E.1	E.2	
Poissons	0	0	0	53
Reptiles (tortues) *	30	15	17	14
Oiseaux *	13	4	3	51
Mammifères	139	77	75	74

TABLEAU 3

Répartition des restes osseux par groupes zoologiques. (* non détaillés dans ce travail).

*Distribution of bone remains by zoological groups. (*not detailed in this work).*

épic). Les Bovidés dominent dans les trois gisements. Le pourcentage des Carnivores est relativement élevé à Hassi Ouenzga et Ifri Ouzabour. Les méso-mammifères, sont globalement, faiblement représentés, mais leur nombre reste relativement élevé dans les trois sites par rapport à d'autres sites contemporains (Michel 1990 ; Ouchaou 2000 ; Daugas *et al.* 2008 ; Aouraghe *et al.* 2010 ; Linstädter 2011 ; Bougariane 2013).

Taghit Haddouch

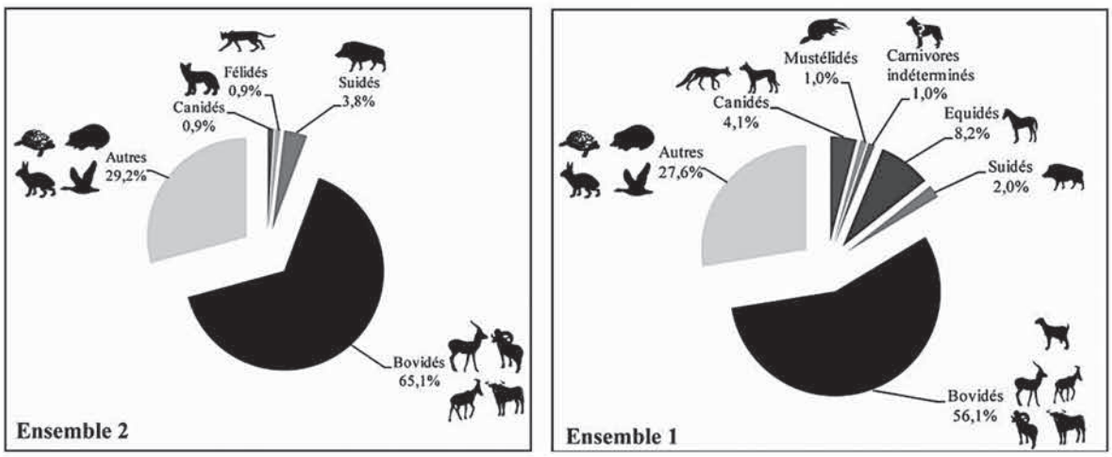
La composition de la faune (**tabl. 4, fig. 5**) montre une différence entre l'ensemble ibéromaurusien (E2) et l'ensemble néolithique (E1). L'échantillon ibéromaurusien est caractérisé par la dominance des gazelles alors que celui de l'ensemble néolithique est dominé par les Caprinés domestiques. Notons que le niveau néolithique est plus riche en nombre de taxons et de restes. L'une des particularités de ce site est sa richesse en restes de tortue (principalement des fragments de carapaces).

Site		Taghit Haddouch		Hassi Ouenzga					Ifri Ouzabour N=74
Taxon N= NRD		E.1 N=77	E.2 N=75	C.1 N=7	C.2 N=2	C.3 N=3	C.4 N=39	C.5 N=88	
Atelerix algirus		1	1	-	-	-	-	2	-
Léporidés	*Lepus capensis*	1	1	-	-	-	2	5	6
	Oryctolagus cuniculus	1	-	-	-	-	-	1	2
	Léporidés indeterminés.	5	9	-	-	-	-	6	2
Canidés	*Canis aureus*	-	1	-	-	-	-	-	-
	Canis lupus f. familiaris	4	-	-	-	-	3	18	-
	Vulpes vulpes	2	-	-	-	1	1	5	-
Leptailurus serval /Caracal caracal		-	1	-	-	-	-		1
Felis silvestris		-	-	-	-	-	1	1	-
Mellivora capensis		1	-	-	-	-	-	-	-
Monachus monachus		-	-	-	-	-	-	-	6
Rhinocéros indéterminé		-	-	-	-	-	-	2	-
Equus sp.		8	-	1	1	-	4	-	-
Sus scrofa		2	4	-	-	1	1	-	5
Bovinés	*Bos primigenius*	7	2	-	-	-	3	4	1
	B. primigenius f. taurus	-	-	-	-	-			-
Alcelaphus buselaphus		1	2	1	1	-	2	2	-
	Gazella sp.	4	51	2	-	-	3	16	5
Caprini	*Ammotragus lervia*	4	3	-	-	-	5	10	1
	Capra hircus	_	-	-	-	-	-	4	3
	Ovis aries	2	-	-	-	1	6	7	1
	Capra hircus/ Ovis aries	34	-	3	+	-	8	5	41
Nombre de taxons		13	9	4	3	3	11	13	10

— TABLEAU 4 —

Nombre de restes de taxons mammaliens dans les sites étudiés.

Number of mammalian taxa remains in the 3 sites from this study.



— FIGURE 5 —

Répartition des restes osseux par groupes zoologiques à Taghit Haddouch.

Distribution of bone remains by zoological groups at Taghit Haddouch.

Hassi Ouenzga-abri

La liste faunique, dominée par les herbivores, est riche et diversifiée (**tabl. 4 - fig. 6**). Les Carnivores sont représentés par les Canidés et les Félidés. On retiendra la présence de quelques restes d'animaux domestiques (Caprinés et chien) dans la couche 5 datée de 7529-7620 cal BC (KIA 434) (Linstädter 2004). On note également la présence des Érinacéidés. Au sein des herbivores (*sensu lato*), cinq familles sont identifiées : Léporidés, Rhinocérotidés, Équidés, Suidés et Bovidés. Les vertébrés non mammaliens (tortue, autruche et autres oiseaux indéterminés) sont également présents. Nous avons identifié au sein des restes fauniques quelques pièces

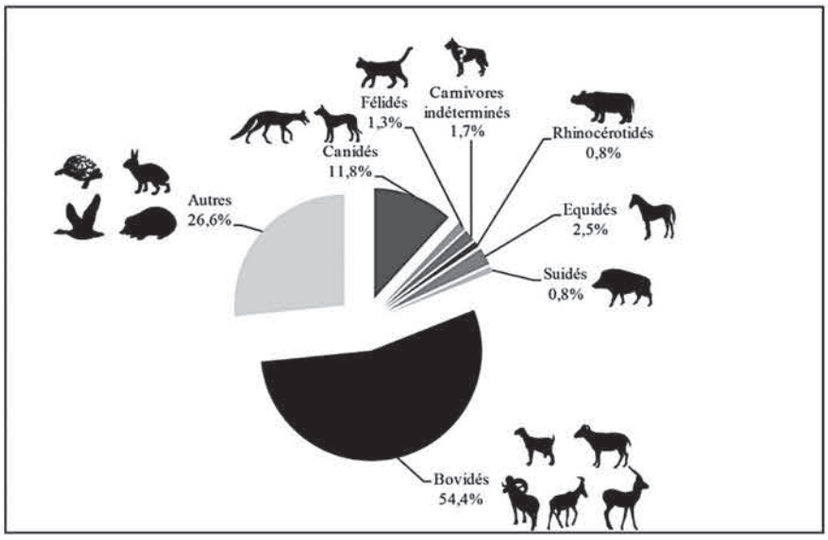


FIGURE 6

Répartition des restes osseux par groupes zoologiques à Hassi Ouenzga (% établis sur l'ensemble des couches).

Distribution of bone remains by zoological groups at Hassi Ouenzga (% established on all layers).

d'industrie osseuse. Il s'agit essentiellement de pointes et d'aiguilles. Les Bovidés constituent le groupe dominant tout au long de la stratigraphie (**fig. 6**). Les restes des couches 1, 2 et 3 livrent des effectifs très réduits (**tabl. 4**).

Ifri Ouzabour plein-air

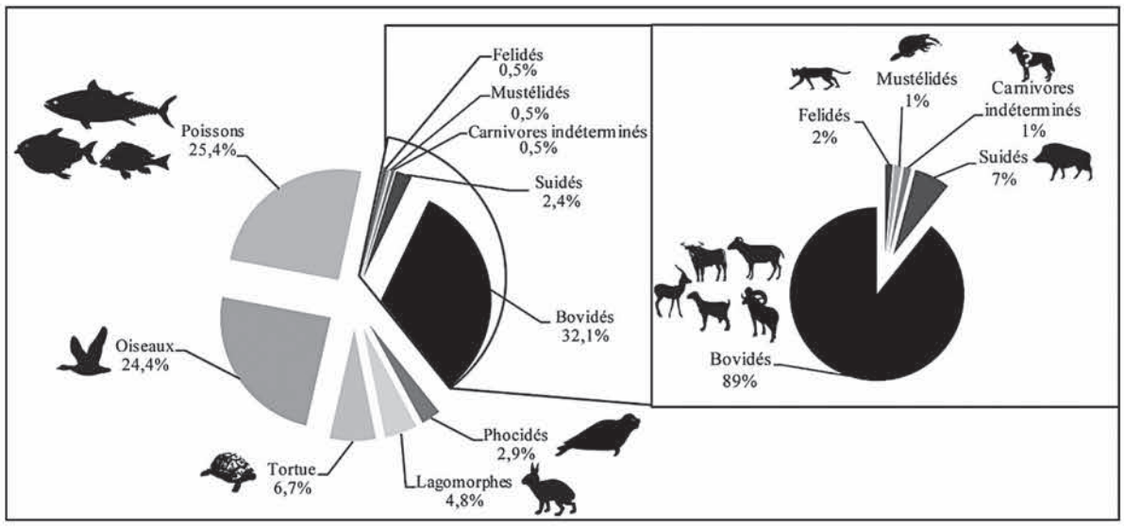
La première campagne de fouilles (2006) a été consacrée à l'installation d'un sondage situé au pied du talus. Cette fouille a permis la mise au jour d'une stratigraphie de 1,95 m. Le matériel de cette étude provient de ce sondage, ceci explique le faible nombre de restes. En conséquence, la totalité du matériel osseux d'Ifri Ouzabour a été traitée comme un unique assemblage attribué au Néolithique. Celui-ci est assez original par rapport aux autres car il se caractérise par l'abondance de restes correspondant à des taxons aquatiques, dont le phoque, les poissons (notamment la dorade et le thon) et dans une moindre mesure certains oiseaux non encore étudiés (**tabl. 4 - fig. 7**). Ceci est probablement lié à l'emplacement géographique du site. Au sein des Mammifères, une douzaine d'espèces ont été identifiées. Les herbivores (*s.l.*) sont représentés par les Léporidés, les Suidés et les Bovidés.

Une des particularités de ce site est la présence du phoque, bien qu'aucune trace d'activité anthropique n'ait été relevée sur les six restes osseux de ce taxon (bulle tympanique, fragment de maxillaire, canine, radius et phalange). Néanmoins, sa présence dans la grotte est très probablement due à l'Homme. Le mode de subsistance des occupants de ce site étant orienté vers les produits aquatiques, cette espèce devait représenter une ressource alimentaire (chair, graisse) non négligeable qui pourrait expliquer son introduction dans la grotte. De plus, des cas d'utilisation de la peau de phoque, durant les périodes préhistoriques ont été attestés par exemple dans le site d'Er Yoc'h en France (Boyle 2005).

DONNÉES TAPHONOMIQUES ET ARCHÉOZOOLOGIQUES

Les altérations naturelles (*i.e.* action de l'eau, manganèse, concrétions) ont modifié les restes osseux dans les trois sites, même si ces traces sont relativement limitées (**tabl. 5**). De même, les traces laissées par des agents biologiques non anthropiques (racines, rongeurs, carnivores ; **tabl. 5**), bien que présentes, sont néanmoins peu abondantes. Ceci permet de supposer que ces altérations ont faiblement affecté les assemblages osseux, sans doute en raison d'un enfouissement relativement rapide. En revanche la fragmentation est très fréquente et par conséquent le taux de détermination reste généralement faible surtout pour Hassi Ouenzga et Taghit Haddouch en comparaison avec un taux plus élevé à Ifri Ouzabour.

L'étude de la fragmentation consiste à répartir les restes osseux en classes selon la taille. Nous avons utilisé pour cela cinq classes de taille. On remarque que la classe dominante est celle de 2 à 4 cm (**tabl. 5**). Notons, qu'à l'exception des dents isolées et des os courts, les os sont rarement entiers. Pour distinguer la fragmentation naturelle de la fragmentation anthropique, nous avons étudié les angles de fractures (3 grands types d'angles de la surface corticale de l'os) et pour ce type de fragmentation les esquilles indéterminées n'ont pas été prises en considération (**tabl. 6**). Les os de jeunes individus et ceux à cortex fins doivent être exclus (Villa, Mahieu 1991). L'angle de fracture dépend des conditions physiques de l'os. La présence d'angles obliques est souvent associée à des fractures sur os frais alors que les angles droits résultent plutôt de fractures sur os sec ou minéralisé. Il y a également des fractures à angle variable. Parmi les trois types, la fragmentation à angle oblique (obtus ou aigu), accompagnée d'un bord de fracture lisse, peut être considérée comme résultante d'une action anthropique. Dans le matériel étudié, les fractures selon un angle variable, sont relativement bien représentées dans l'ensemble 2 de Taghit Haddouch (N = 30). Les fracturations selon un angle droit sont rares dans les trois sites. Les fracturations selon un angle oblique sont relativement bien représentées dans l'ensemble 2 de Taghit Haddouch (N = 15).



— FIGURE 7 —

Répartition des restes osseux par groupes zoologiques à Ifri Ouzabour (% établis sur l'ensemble des couches).

Distribution of bone remains by zoological groups at Ifri Ouzabour (% established on all layers).

Site	Couche/Niveau	≤ 2 cm	2 à 4 cm	4 à 6 cm	6 à 8 cm	≥ 8 cm
Hassi Ouenzga	C.1	204	1002	200	20	1
	C.2	100	452	14	0	0
	C.3	300	1705	142	25	5
	C.4	203	2038	310	36	1
	C.5	225	7100	400	29	2
Taghit Haddouch	Ensemble 2	210	1460	226	24	5
	Ensemble 1	426	1644	266	171	15
Ifri Ouzabour	-.	69	330	96	19	5

TABLEAU 5

Nombre de restes osseux par classe de taille.

Number of bone remains by size class.

Site	Couche/ Ensemble	Angle variable		Angle droit		Angle oblique	
		N	%	N	%	N	%
Hassi Ouenzga	-	16	0,24	3	0,04	11	0,16
Taghit Haddouch	Ensemble 1	15	1,90	0	0	13	1,62
	Ensemble 2	30	13,90	0	0	15	6,94
Ifri Ouzabour	-	12	2,50	0	0	6	1,25

TABLEAU 6

Nombre et pourcentage correspondant aux angles de fracturation des restes osseux déterminés anatomiquement.

Number and percentage corresponding to the fracture angles of anatomically determined bone remains.

La fragmentation anthropique est peu attestée malgré quelques indices correspondant à différentes étapes du traitement des carcasses. La majorité des stries anthropiques (décarnisation et/ou désarticulation) a été observée sur des restes de Bovidés (**tabl. 7**). Toutefois, il convient de signaler des traces anthropiques sur deux restes de chien : un astragale et un humérus (**fig. 8**) respectivement à Hassi Ouenzga et Taghit Haddouch sans pourtant pouvoir affirmer avec certitude la pratique de la cynophagie. Citons également trois restes d'oiseaux qui portent des stries de découpes à Ifri Ouzabour. Outre les témoins en relation avec le traitement des carcasses, d'autres actions anthropiques ont été relevées sur des vestiges fauniques. Il s'agit de quelques restes, supports d'industrie osseuse, et des fragments de coquilles d'œufs d'autruche gravées issus notamment de la couche 3 de Hassi Ouenzga (**fig. 8**). Sur ce gisement on notera la présence tout à fait remarquable de tests d'œufs d'autruches dont le nombre s'élève à 6 663 fragments. Par ailleurs, les stries relevées, aux niveaux des extrémités distales d'humérus et des astragales des différents taxons, peuvent être considérées comme des stries de désarticulation. Celles localisées sur les côtes et sur les diaphyses des os longs relèvent du processus de décarnisation.

Toutes ces observations témoignent très clairement du rôle des Hommes dans les accumulations et les modifications des assemblages fauniques dans les trois sites étudiés à la différence des actions des carnivores et des rongeurs qui se révèlent très réduites.

Taxons		Hassi Ouenzga	Taghit Haddouch		Ifri Ouzabour
			E. 2	E .1	
Bovidés	Bovinés	0	0	1	0
	Bubale/Mouflon	0	1	0	0
	Aoudad	0	0	0	0
	Gazelles	1	2	0	3
	Caprinés domestiques	0	0	2	0
	Bovidés indet.	1	0	0	1
Chien		1	0	1	0
Oiseaux		1	0	1	3
Total		4	3	5	7

TABLEAU 7

Répartition du nombre de restes par taxon montrant des stries anthropiques.

Distribution of the number of remains by taxon showing anthropogenic striations.

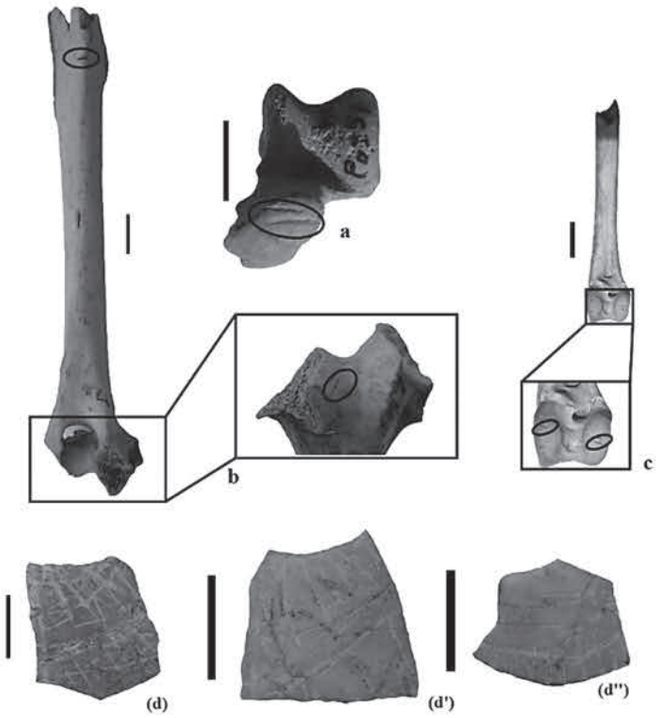


FIGURE 8

Restes osseux et œufs d'autruche portant des traces anthropiques (la barre de l'échelle représente 1 cm). a. astragale de chien (Hassi Ouenzga) ; b. humérus de chien (Taghit Haddouch) ; c. fémur d'oiseau (Ifri Ouzabour) ; d : fragments de coquilles d'œufs d'autruche de Hassi Ouenzga.

Bone remains and ostrich eggs bearing anthropogenic traces (the scale bar represents 1 cm). a. dog astragalus (Hassi Ouenza); b. dog humerus (Taghit Haddouch); c. bird femur (Ifri Ouzabour); d: fragments of ostrich eggshells from Hassi Ouenzga.

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'ensemble du matériel archéologique en provenance des trois sites nous a permis d'associer l'assemblage 2 de Taghit Haddouch à une occupation ibéromaurusienne. Les niveaux archéologiques de l'Ensemble 1 de Taghit Haddouch, Hassi Ouenzga et Ifri Ouzabour sont quant à eux attribués au Néolithique.

L'étude de la faune montre que les taux de détermination des restes osseux restent faibles à Hassi Ouenzga et Taghit Haddouch mais plus élevés à Ifri Ouzabour. Les assemblages osseux sont largement dominés par les Mammifères, à l'exception du site d'Ifri Ouzabour. Ce dernier est caractérisé par une dominance des taxons aquatiques (poissons et oiseaux). Il faut signaler pour le niveau ibéromaurusien de Taghit Haddouch (Ensemble 1) qu'il est composé d'animaux sauvages (carnivores, lagomorphes, bovidés), tandis que les niveaux néolithiques ont livré à la fois des formes sauvages et domestiques. Le nombre de restes issu de la faune domestique est réduit par rapport à celui de la faune sauvage pour les sites continentaux, alors que dans le site littoral d'Ifri Ouzabour ce sont les formes domestiques qui dominent.

Dans les niveaux néolithiques, la composition faunique est variée avec les Érinaceidés, Léporidés, Carnivores, Rhinocérotidés, Suidés, Bovidés, poissons et oiseaux. Les Bovidés sauvages comprennent notamment l'aurochs, le bubale, l'aoudad et les gazelles lesquelles constituent le taxon dominant. Les Léporidés sont représentés par deux espèces : *Lepus capensis* et *Oryctolagus cuniculus*. Les restes de rhinocéros en provenance de Hassi Ouenzga sont rares comme pour la majorité des sites préhistoriques marocains. Les restes d'Équidés ont été identifiés dans les sites continentaux. Les Suidés, sont représentés par une seule espèce : *Sus scrofa*. Aucun argument ne permet d'avancer la présence de la forme domestique (*Sus scrofa* f. domestica) dans les sites étudiés. En effet, l'absence de canines et de troisièmes molaires, rend la distinction extrêmement difficile voire impossible entre ces deux formes. Les Érinaceidés, les Félidés et les Canidés sont aussi identifiés par de rares restes. Les formes domestiques sont représentées par le

chien, le mouton, la chèvre et le bœuf. La dominance des cheptels des niveaux néolithiques du nord du Maroc par les Caprinés est attestée également dans tous les travaux antérieurs (Arambourg 1967 ; Gilman 1975 ; Michel 1992 ; Ouchaou, Amani 1997 ; Aouraghe *et al.* 2010 ; Linstädter *et al.* 2012 ; Morales *et al.* 2013). À signaler que les sites littoraux sont riches en carapaces de tortues et fragments de coquilles d'œufs d'autruche dont l'accumulation est probablement due à l'Homme. En outre, le site littoral se distingue par la présence, en plus du phoque et d'oiseaux, de restes de poissons suggérant peut-être de la pratique de la pêche.

Dans le site d'Ifri Ouzabour, les restes du mouton (*Ovis aries*) et de la chèvre (*Capra hircus*) ont été exhumés des niveaux néolithiques. Ce site est riche en restes d'origine marine dont le phoque. Ce dernier est rarement mentionné dans les sites préhistoriques du Maroc y compris les sites atlantiques et/ou méditerranéens du Maghreb en général. Pour les niveaux paléolithiques, ce taxon a été mentionné dans la région de Casablanca à Sidi Abderrahman (Thomas *in* Biberson 1961) à Thomas I (Bernoussi 1997 ; Raynal *et al.* 2010) et dans la région de Tanger à Mugharet el'Aliya (Arambourg 1967). Pour les niveaux plus récents (Néolithique-Protohistoire-Histoire), il a été mentionné dans le Site F de la région de Tarfaya (Charon *et al.* 1973), Mugharet el Khail et Mugharet es Saifiya dans la Péninsule tingitane (Arambourg *in* Howe, 1967), El Zafrin dans les îles zafarines (Gibaja *et al.* 2012) et Cap Ghir (Ouchaou *et al.* 2019). Ifri Ouzabour vient enrichir cette liste finalement peu nombreuse de gisements où le phoque est présent.

Concernant le site de Hassi Ouenzga les restes de chien (*Canis lupus* f. familiaris), du mouton (*Ovis aries*) et de la chèvre (*Capra hircus*) sont attestés ensemble. Ces animaux domestiques sont présents dès la couche 5 attribuée au Néolithique ancien, avec une date de près de 8800 ans (cf. *supra*). Cette couche est la plus riche en restes de chien (18 restes), et ils constitueraient les plus anciens vestiges connus de ce taxon dans le Néolithique du Maroc. La confirmation de cette hypothèse nécessitera une datation directe sur ces os. La même couche attribuée dans des études précédentes à « l'Épipaléolithique à poterie » (Linstädter 2008, 2010) a aussi livré des Caprinés. Cette association rappelle celle du premier cas de l'Épipaléolithique à poterie en Libye tassilienne (Barich 2008). En résumé, la présence de Caprinés associée à celle du chien dans la couche 5 de Hassi Ouenzga représenterait la plus ancienne occurrence d'animaux domestiques au Maroc. Parmi les autres exemples témoignant de l'ancienneté des animaux domestiques au Maroc, citons les sites de Kaf-taht-el Ghar (7425 ± 77 cal.BP Daugas *et al.* 1989), Ifri Oudaden (8158 ± 103 cal.BP ; Linstädter *et al.* 2012), Ifri n'Armas (6834 ± 44 cal. BP ; Linstädter *et al.* 2012) et El Zafrin (6372 ± 37 cal.BP ; Gibaja *et al.* 2012).

Le remplissage de Taghit Haddouch est constitué de deux ensembles distincts, mais riches tous les deux en restes de tortues (restes osseux et fragments de plaques osseuses de carapace). L'ensemble 1 (néolithique) est caractérisé par la dominance des animaux domestiques qui sont totalement absents dans l'ensemble 2. L'ensemble néolithique, a livré des restes de chien (*Canis lupus* f. familiaris), de mouton (*Ovis aries*) et de chèvre (*Capra hircus*).

L'action anthropique est documentée principalement sur des restes de Bovidés. Toutefois, on note la présence de stries de découpes sur des restes de chien provenant de Taghit Haddouch et Hassi Ouenzga. Les rares exemples de traces de découpes sur les restes de chien ont été signalées dans les sites préhistoriques marocains de Bou-Saria (7589 ± 166 BP ; Daugas *et al.* 1989 ; Ouchaou 2000) et El Harhoura II (5800 BP ; El Hajraoui *et al.* 2012).

Les coquilles d'œufs d'autruche gravées de Hassi Ounezga ont été découvertes dans plusieurs gisements d'Afrique du Nord (Camps-Fabrer 1966 ; Camps 1974 ; Vernet *et al.* 2006 ; Belhouchet 2008). À Hassi Ounezga, ces vestiges gravés correspondent à quatre fragments de coquilles portant des motifs géométriques constitués de lignes se croisant à angle droit ou obliquement en hachures. Ces fragments, dont deux ont pu être recollés, ont une taille moyenne de 20 mm. Leur examen confirme qu'ils faisaient partie de contenant (type bouteille) comme en témoignent les traces des orifices conservés sur les bords de deux fragments (**fig. 8d et d'**). Entière, la coquille d'œuf d'autruche servait probablement de bouteille, comme les calebasses encore utilisées en Afrique (Camps-Fabrer 1994). Au Maroc, les régions de Draa, Tarfaya et Dakhla se distinguent par une concentration considérable de sites qui ont livré des tests d'œufs gravés d'autruche. Entre l'Oued Draa et Tarfaya on dénombre une dizaine de gisements : Oued Fadma, El Ouaar, El Mouilhah, El Khebita, Tenouchad, Taulet, sites 19, TR 15, site Letan, Km 34, site 16. Trois sites vers Boujdour ont aussi été identifiés (Laasalia, Adeim et Hassi Aufist). La région de Dakhla-Oued Dahab a livré trois sites comprenant des vestiges de coquilles gravées : Punta Elbow, Hanisch, et Amtal (Vernet *et al.* 2006). Au nord-ouest de la Mauritanie deux sites peuvent être également signalés : Cansado et Teyyedché. Enfin, en Tunisie, plusieurs gisements appelés « rammadiyat » ont livré des coquilles gravées (Belhouchet 2008). Les datations radiométriques font remonter ces tests gravés à 6350 BP et 6150 BP pour le site 19 et à 6000 BP pour le site de Cansado alors que Teyyedché fournit une date de 7020 BP. À Hassi Ouenzga les niveaux d'où proviennent les fragments incisés sont intercalés chronologiquement entre 6068 ±38 BP et 6509 ±42 BP. Ainsi, le site de Hassi Ouenzga reste dans l'état actuel des connaissances le seul gisement néolithique au Maroc ayant livré des restes gravés en dehors des régions sahariennes.

Les résultats obtenus, bien que sur la base d'échantillons réduits, sont généralement comparables aux résultats des autres sites contemporains d'Afrique du Nord (Michel 1990 ; Ouchaou 2000 ; Daugas *et al.* 2008 ; Aouraghe *et al.* 2010 ; Linstädter 2011 ; Bougariane 2013 ; Morales *et al.* 2013). Ces données sont préliminaires et devront être complétées par d'autres études nécessitant l'élargissement des surfaces de fouilles archéologiques pour chaque site afin de mieux documenter les données archéologiques et en particulier la faune.

L'ensemble osseux des sites étudiés correspond à deux périodes : ibéromaurusienne et néolithique. La composition respective des assemblages osseux est assez différente. La faune du niveau ibéromaurusien (Ensemble 2 de Taghit Haddouch) est caractérisée par la fréquence plus élevée des gazelles et de l'aoudad, alors que l'ensemble néolithique est dominé par les Caprinés domestiques. Ces données documentent le passage d'un mode de vie basé

sur la chasse et la cueillette à un mode de vie basé sur l'économie de production. Certains de ces assemblages témoignent également de l'ancienneté des formes domestiques, principalement ceux de Hassi Ouenzga et Taghit Haddouch, en plus d'autres sites du Rif oriental (Ifri Armas et Ifri Oudaden). Du point de vue du mode de subsistance, l'apport carné des populations ibéromaurusiennes était basé sur la chasse et la cueillette, le gibier de prédilection étant les gazelles. Le Néolithique qui succède à l'Ibéromaurusien, se caractérise par l'apparition d'une économie de production (agriculture et/ou élevage) où les Caprinés domestiques constituent désormais l'élément de base de l'activité pastorale. Toutefois, la chasse, la pêche et la cueillette continuent toujours à jouer un rôle majeur dans le régime alimentaire des populations néolithiques.

En conclusion, cette étude documente les nombreux travaux entrepris dans la zone du Rif oriental laquelle constitue une région clé dans la compréhension de l'évolution des populations ibéromaurusiennes et néolithiques au Maroc. Cette aire géographique représente dans l'état actuel des connaissances un jalon stratégique entre les régions de la Méditerranée, le Sahara et l'Oriental.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

AOURAGHE H., AGUSTI J., OUCHAOU B., BAILON S., LOPEZ-GARCIA J.M., HADDOUMI H., EL HAMMOUTI K., OUJAA A., BOUGARIANE B. 2010 - The Holocene vertebrate fauna from Guenfouda site, Eastern Morocco. *Historical Biology*, 22, p. 320-326.

ARAMBOURG C. 1967 - Observation sur la faune des grottes de Hercules près de Tanger, Maroc par B. Howe, *In: the Paleolithic of Tangier, Morocco. Excavation, at cap Ashakar, 1939-1947*. American school of prehistoric researches, Peabody Museum, Harvard, 22, p. 181-186.

BARICH B. 2008 - « L20 » Libye préhistorique. *Encyclopédie berbère,* Edisud, Aix-en-Provence, 28-29, p. 4389-4393.

BELHOUCHET L. 2008 - Les gravures sur coquilles d'œufs d'autruche en Afrique du Nord : interprétation des décors géométriques. *Sahara,* 19, p. 77-84.

BERNOUSSI R. 1997 - *Contribution à l'étude paléontologique et observations archéozoologiques pour deux sites du Pléistocène moyen du Maroc atlantique : grotte à Hominidés de la carrière Thomas 1 et la grotte des Rhinocéros de la carrière Oulad Hamida 1 (Casablanca, Maroc).* Thèse de l'Université de Bordeaux I, 263 p.

BIBERSON P. 1961 - *Le cadre paléogéographique de la Préhistoire du Maroc atlantique et le Paléolithique inférieur du Maroc atlantique.* Publication du Service des Antiquités du Maroc, Rabat, 16, 235 p.

BOESSNECK J., MÜLLER H-H., TEICHERT M. 1964 - Osteologische unterscheidungmerkmale zwischen schaf (*Ovis aries* Linné) und zeige (*Capra hircus* Linné). *Kühn-Archiv*, 78, 1-2, 129 p.

BOUGARIANE B. 2013 - *Les Vertébrés du Pléistocène terminal-Holocène de quelques sites marocains : paléontologie, taphonomie et archéozoologie.* Thèse de Doctorat, Université Moulay Ismaïl, Meknès, 338 p.

BOYLE K.V. 2005 - Chasse au phoque à la fin du Néolithique à Er Yoch (Houat, Morbihan). *Melvan, La Revue des Deux Îles*, 2, p. 9-25.

CALLOU C. 1997 - Diagnose différentielle des principaux éléments squelettiques du Lapin (genre *Oryctolagus*) et du Lièvre (genre *Lepus*) en Europe occidentale. *Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie*, Série B : Mammifères, 8, Valbonne-Sophia Antipolis, 24 p.

CAMPS G. 1974 - *Les civilisations préhistoriques de l'Afrique du Nord.* Édition Doin, Paris, 366 p.

CAMPS-FABRER H. 1966 - *Matériaux et art mobilier dans la Préhistoire nord-africaine et saharienne.* Mémoires du Centre de Recherches Anthropologiques Préhistoriques et Ethnographiques, Alger, 5, 557 p.

CAMPS-FABRER H. 1994 - Coquille d'œuf d'autruche. 14 | Conseil – Danse, Aix-en-Provence, Edisud, 14, p. 2093-2100.

CHARON M., ORTLIEB L., PETIT-MAIRE N. 1973 - Occupation humaine holocène du cap Juby (sud-ouest marocain). *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie*, Paris : 10 (13), p. 379-412.

DAUGAS J-P., RAYNAL J-P., BALLOUCHE A., OCCHIETTI S., PICHET P., EVIN J., TEXIER J-P., DEBENATH A. 1989 - Le Néolithique nord-atlantique du Maroc : premier essai de chronologie par le radiocarbone. *C. R. Acad. Sci.* Paris, série II, 308, p. 681-687.

DAUGAS J-P., EL IDRISSI A., BALLOUCHE A., MARINVAL P., OUCHAOU B. 2008 - Le Néolithique ancien au Maroc septentrional : données documentaires, sériation typochronologique et hypothèses génétiques. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 105 (4), p. 787-812.

EL HAJRAOUI M-A., NESPOULET R., DEBENATH A., DIBBLE H-L. 2012 - *Préhistoire de la région de Rabat-Témara. Villes et Sites Archéologiques du Maroc*, Volume III, Rabat, 300 p.

GIBAJA J.-F., CARVALHO A.-F., ROJO M., GUARRIDO R., GARCIA I. 2012 - Production and subsistence strategies at El Zafrín (Chafarinas Islands, Spain): new data for the early Neolithic of North-West Africa. *Journal of Archaeological Science*, 39 (10), p. 3095-3104.

GILLIS R., CHAIX L., J.-D. VIGNE 2011 - An assessment of morphological criteria for discriminating sheep and goat mandibles on a large prehistoric archaeological assemblage (Kerma, Sudan). *Journal of Archaeological Science*, 38, p. 2324-2339.

GILMAN A. 1975 - A later prehistoric of Tangier, Morocco. Cambridge, Massachussetts, Peabody Museum of Archaeology and Ethnology – Havard University, Bulletin 29, 181 p.

GREBENART D. 1975 - Matériaux pour l'étude de l'Épipaléolithique et du Néolithique du littoral atlantique saharien du Maroc. In : *l'Épipaléolithique en Méditerranée*, Colloque international Aix-en Provence 1972, p. 151-188.

HALSTEAD P., COLLINS P., ISAAKIDOU V. 2002 - Sorting the sheep from the goats: morphological distinctions between the mandibles and mandibular teeth of adult *Ovis* and *Capra*. *Journal of Archaeological Science*, 29, p. 545-553.

HELMER D. 2000 - Discrimination des genres *Ovis* et *Capra* à l'aide des prémolaires inférieures 3 et 4 et interprétation des âges d'abattage : l'exemple de Dikili Tash (Grèce). *Anthropozoologica*, 31, p. 29-38.

HELMER D., ROCHETEAU M. 1994 - Atlas du squelette appendiculaire des principaux genres holocènes de petits ruminants du nord de la Méditerranée et du Proche-Orient (*Capra*, *Ovis*, *Rupicapra*, *Capreolus*, *Gazella*). *Fiches d'Ostéologie Animale pour l'Archéologie*. Série B, Mammifères, 4, p. 3-21.

HOWE B. 1967 - The Palaeolithic of Tangier, Morocco. Excavationat Cap Ashakar, 1939-1947. *Harvard University Bullettin*, 22, 186 p.

HUTTERER R., MIKDAD A., RIPKEN T.-E.-J. 2011 - Species composition and human exploitation of terrestrial gastropods from Taghit Haddouch, an Early Holocene archeological site in NE Morocco. *Arch. Molluskenkunde*, 140, p. 57-57.

LINSTÄDTER J. 2003 - Le site néolithique de l'abri d'Hassi Ouenzga (Rif oriental, Maroc), avec une annexe d'Habiba Atki. *Beitrage zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie*, 23, p. 85-138.

LINSTÄDTER J. 2004 - Zum Frühneolithikum des westlichen Mittelmeerraumes. Die Keramik der Fundstelle Hassi Ouenzga. AVA, Forschungen, 9, 188 p.

LINSTÄDTER J. 2008 - The Epipalaeolithic-Neolithic transition in the Mediterranean region of northwest Africa. *Quartär*, 55, p. 41-62.

LINSTÄDTER J. 2010 - Recherches récentes sur les sites en grotte du Néolithique ancien dans l'ouest marocain. *Mémoires de la Société Préhistorique Française*, 51, p. 227-235.

LINSTÄDTER J. 2011 - The Epipalaeolithic Neolithic Transition in the Eastern Rif Mountains and the Lower Moulouya valley, Morocco. *In:* JUAN F. GIBAJA BAO, J. F., CARVALHO, A. F.& N. F. BICHO (Éds.) The last hunter-gatherers and the first farming communities in the south of the Iberian Peninsula and north of Morocco. *Proceedings of the work shop Faro* 2.-4.11.2009.

LINSTÄDTER J., KEHL M. 2012 - The Holocene archaeological sequence and sedimentological processes at Ifri Oudadane, NE Morocco. *Journal of Archaeological Science*, 39, 10, p. 3306-3323.

LINSTÄDTER J., MEDVED I., SOLICH M., WENIGER G.-C. 2012 - Neolithisation process within the Alboran territory: Models and possible African impact. *Quaternary International* 274, p. 158-274.

MICHEL P. 1990 - *Contribution à l'étude paléontologique des Vertébrés fossiles du Quaternaire marocain à partir des sites du Maroc atlantique, central et oriental.* Thèse d'Etat, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris : 1 152 p.

MICHEL P. 1992 - Pour une meilleure connaissance du Quaternaire continental marocain : les vertébrés fossiles du Maroc atlantique, central et oriental. *L'Anthropologie*, 96 (4), p. 643-656.

MIKDAD A., EIWANGER J., ATKI H., BEN-NCER A., BOKBOT Y., HUTTERER R., LINSTÄDTER J., MOUHSINE T. 2000 - Recherches préhistoriques et protohistoriques dans le Rif oriental (Maroc), Rapport préliminaire. *Beiträge zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie* 20, p. 109-167.

MIKDAD A., EIWANGER J., LINSTÄDTER J., ZIELOVER C.-H. 2008 - Pré et protohistoire du Rif oriental. Rapport de mission. *Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine*, 19 p.

MORALES J., PEREZ-JORDA G., PEÑA-CHOCARRO L., ZAPATA L., RUIZ-ALONSO M., LOPEZ-SAEZ J.A., LINSTÄDTER J. 2013 - The origins of agriculture in North-West Africa: macro-botanical remains from Epipalaeolithic and Early Neolithic levels of Ifri Oudadane (Morocco). *Journal of Archaeological Science*, 40, p. 2659-2669.

NEKKAL F. 2015 - *La genèse du Néolithique dans la région du Rif oriental : Contexte chronostratigraphique et culturel.* Thèse de Doctorat, Université Mohammed Premier, Oujda, 272 p.

NEKKAL F., MIKDAD A. 2014 - Quelques données sur la découverte de céramiques campaniformes au Maroc. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 8, 2, 632-638, p. 2028-9324.

NEKKAL F., LINSTÄDTER J., AOURAGHE H., BOUGARIANE B. 2015 - Ifri Ouzabour : L'extrême extension de la Culture Cardiale sur le littoral méditerranéen sud (Rif Oriental, Maroc). *Travaux de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la terre*, 37, p. 55-76.

ONRUBIA PINTADO J., BALLOUCHE A. 1996 - *Les industries épipaléolithiques de Taoulekt. Les sites TR-3 et TR-15. In:* RISER J., Le bassin de Tarfaya. L'Harmattan, p. 153-190.

OUCHAOU B. 2000 - Les Mammifères des gisements néolithiques et protohistoriques du nord du Maroc. *Préhistoire Anthropologie Méditerranéennes*, 9, p. 73-88.

OUCHAOU B., AMANI F. 1997- Étude préliminaire des grands Mammifères du gisement de Kaf-taht-el Ghar (Tétouan, Maroc). *Préhistoire Anthropologie Méditerranéennes*, 6, p. 53-60.

OUCHAOU B., ZAHID S., BOUGARIANE B. 2019 - Caractérisation archéozoologique de l'Holocène du Nord du Maroc par les grands mammifères. *Hespéris-Tamuda*, 54 (3), p. 153-181.

PAYNE S. 1985 - Morphological distinctions between the mandibular teeth oh young sheep, *Ovis* and Goats, *Capra*. *Journal of Archeological Science*, 12, p. 139-147.

PRUMMEL W., FRISCH H.-J. 1986 - A guide for the distinction of species, sex and body size in bones of sheep and goats. *Journal of Archaeological Science*, 13, 6, p. 567-577.

RAYNAL J.-P., SBIHI-ALAOUI F.-Z., MOHIB A., EL GRAOUI M., LEFÈVRE D., TEXIER J.-P., GERAADS D., HUBLIN J.-J., SMITH T., TAFFOREAU P., ZOUAK M., GRÜN R., RHODES E.-J., EGGINS S., DAUJEARD C., FERNANDES P., GALLOTTI R., HOSSINI S., QUEFFELEC A. 2010 - Hominid Cave Thomas Quarry I (Casablanca, Morocco): Recent findings and their context. *Quaternary International,* 223-224, p. 369-382.

SANTA OLALLA J.M. 1944 - El Sahara español anteislamico (Algunos resultados de la Primera Expedicioñ Paletnologica Al Sahara, Julio-Septiembre 1943). *Acta Arqueologica Hispanica*, 2, Madrid, 235 p.

VERNET R., RODRIGUE A., TOUS P. 2006 - Les tests d'œuf d'autruche gravés du littoral atlantique saharien : du Nord du Banc d'Arguin à l'oued Draa. *Sahara*, 17, 2, p. 59-72.

VILLA P., MAHIEU E. 1991 - Breakage patterns of human long bones, *Journal of Human Evolution*, 21, p. 27-48.

ZEDER M.-A., LAPHAM H.-A. 2010 - Assessing the reliability of criteria used to identify postcranial bones in sheep, *Ovis*, and goats, *Capra*. *Journal of Archaeological Science,* 37, p. 2887-2905.

ZEDER M.-A., PILAAR S.-E. 2010 - Assessing the reliability of criteria used to identify mandibles and mandibular teeth in sheep, *Ovis*, and goats, *Capra*. *Journal of Archaeological Science,* 37, p. 225-242.

THE STATUS OF MINORITY SPECIES AND YOUNG INDIVIDUALS OF THE TERRESTRIAL MALACOFAUNA IN CAPSIAN AND NEOLITHIC POPULATIONS IN EASTERN MAGHREB

Ismail Saafi[a],
Nabiha Aouadi[b],
Souhila Merzoug[c],
Lotfi Belhouchet[d]

a. *Laboratoire Méditerranéen de Préhistoire, Europe, Afrique (LAMPEA) - UMR 7269, Aix-Marseille Université, CNRS, Ministère de la Culture. France. * Corresponding Author : saafi_i82@yahoo.fr*
b. *Musée National du Bardo, Institut National du Patrimoine (INP-Tunis), Tunisie.*
c. *Centre National de Recherches Préhistoriques, Anthropologiques et Historiques (CNRPAH), Alger, Algérie.*
d. *Musée archéologique de Sousse, Institut National du Patrimoine (INP-Tunis), Tunisie.*

HORS-SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 2 | Données récentes sur la Préhistoire d'Afrique du Nord – Occupations humaines, paléoenvironnements et relations avec le reste du continent

PAGES 306 À 314

ABSTRACT

The *rammadiyet* (or "escargotières") in the Eastern Maghreb are enormous shell-midden complexes made by people during the Capsian Epipalaeolithic and the Neolithic. Mollusc assemblages in all *rammadiyet* are dominated by between one to four land snail species. Other, rarer – minority - species, and young land snails are present in all these sites. Of these minority and young molluscs, only large species, such as *Cornu aspersum*, could have contributed to human diets, but their numbers are so low that this contribution was minimal. The presence of these minority species and young specimens might be explained in four ways: collection errors (unintentional collection or by necessity), archaeological (minor presence in the excavated area of the site), ethnographic factors (medicinal or ritual uses) and ecological reasons (rarity during the season of gathering of land snails, or the collection area being unsuitable habitat for these species).

KEY-WORDS Land snails, minority species, young individuals, Capsian, Neolithic, Eastern Maghreb.

RÉSUMÉ

Le statut des espèces minoritaires et des jeunes individus de la malacofaune terrestre chez les populations capsiennes et néolithiques au Maghreb oriental

Les *rammadiyet* (ou « escargotières ») du Maghreb oriental sont d'énormes complexes de coquillages accumulés par les populations au cours du Capsien et du Néolithique. Les assemblages de mollusques dans tous les *rammadiyet* sont dominés par une à quatre espèces d'escargots terrestres. D'autres espèces plus rares - minoritaires - et de jeunes escargots terrestres sont présents dans tous ces sites. Parmi ces mollusques minoritaires et jeunes, seules les grandes espèces, comme *Cornu aspersum*, auraient pu contribuer à l'alimentation humaine, mais leur nombre est si faible que cette contribution était minime. La présence de ces espèces minoritaires et de ces jeunes spécimens pourrait s'expliquer par quatre hypothèses : des erreurs de collecte (collecte non souhaitée ou par nécessité), des facteurs archéologiques (présence mineure dans la zone fouillée du site), ethnographiques (usages médicinaux ou rituels) et écologiques (rareté pendant la saison de ramassage des escargots terrestres, ou la zone de collecte étant un habitat inadapté pour ces espèces).

MOTS-CLÉS Escargots terrestres, espèces minoritaires, individus jeunes, Capsien, Néolithique, Maghreb oriental.

INTRODUCTION

The terrestrial malacofauna from Capsian and Neolithic sites in the eastern Maghreb shows the dominance of a few species, which are present in great numbers. The occupants of these sites mainly targeted adult individuals, since this maximized the mollusc flesh gathered. In addition to the common species, other, rarer taxa are found. These are here termed minority species and they are defined as comprising <5 % of the molluscs in an assemblage. Young molluscs were also identified at all sites (Saafi 2019; Saafi *et al.* 2013, 2021a).

Studies of the terrestrial malacofauna of prehistoric sites in this region, are rare and few are new. Most focus on reconstructing climatic data (Roubet 1979; Lubell *et al.* 1982-83). In some, researchers have tried to determine the place of land snails in the diet of human groups (Morel 1953, 1974; Lubell 2004a and b) but these accounts are not very detailed, especially concerning the distribution of gastropod age classes (adults or youngs), or the presence of minority taxa. Further, it is unclear whether minority or young taxa really contributed to the diet of the occupants of these sites, and if they were eaten, the magnitude of their contribution. For example, without an age distribution for a species the accurate estimate of the mass of meat consumed on a site cannot be computed. If consumption was not the main objective of their collection, however, different probable hypotheses to explain this phenomenon must be established.

In our work, we study the presence of minority species and young land snails from several Capsian and Neolithic *escargotière* sites in Tunisia and Algeria. The results of this study will allow us to attempt to discuss the contribution of this part of the fauna to the diet of the occupants of the sites. They will also help to answer the questions mentioned above.

1 | THE *RAMMADIYET* SITES

Our study area is part of the Eastern Maghreb, comprising Tunisia and Eastern Algeria. Eight sites are located in Central and Northern Tunisia and there is one site near El Eulma in Algeria (**fig. 1**). The *rammadiya* at Aïn Metherchem (Tunisia) belongs to the Typical Capsian (~ 8200 - 6200 cal. BC). At El Mekta (Tunisia), two successive occupation phases were discovered: Typical Capsian and Upper Capsian (~ 6800 and 6200-5500 cal. BC). Six other sites belong to the Upper Capsian. These are Sabkhet Halk el Menjil (SHM-1), Kef Ezzahi, El Oghrab, Aïn Oum Henda 1, Aïn Charchara (in Tunisia) and Medjez I (in Algeria). The Neolithic, dated to the first half of the 6th millennium, is represented by a single site: Kef el Agab (Northwestern Tunisia). This type of site is known as *rammadiya* (plural: *rammadiyet*: ash) or *escargotières*. Large quantities of ash and terrestrial shells are the two main components of this type of site. In addition, we find faunal remains, fragments of ostrich eggs, flint, charcoal and stones, sometimes burned...

— FIGURE 1 —

Location of the studied sites: 1. Medjez I (Algeria); 2. Kef el Agab; 3. Sabkhet Halk el Menjil (SHM-1); 4. Kef Ezzahi; 5. Aïn Oum Henda 1; 6. El Oghrab; 7. El Mekta; 8. Aïn Charchara; 9. Aïn Metherchem (Tunisia).

Localisation des sites étudiés : 1. Medjez I (Algérie) ; 2. Kef el Agab ; 3. Sabkhet Halk el Menjil (SHM-1) ; 4. Kef Ezzahi ; 5. Aïn Oum Henda 1 ; 6. El Oghrab ; 7. El Mekta ; 8. Aïn Charchara ; 9. Aïn Metherchem (Tunisie).

2 | METHODS

The study material comes from excavations of prehistoric sites carried out recently within the framework of cooperative projects between different Maghrebian and international research institutes: National Heritage Institute, Tunisia; National Center for Prehistoric, Anthropological and Historical Research, Algeria; University of Bologna, National Research Institute, Italy. Some of the archaeological data used in this paper are briefly presented in previous studies. This concerns the sites of Kef Ezzahi, Aïn Oum Henda 1 and El Oghrab in Tunisia and Medjez I in Algeria (Saafi *et al.* 2021a and b, 2023).

The identification of terrestrial shell species found in prehistoric sites is based on bibliographic references (Ktari, Rezig 1976; Abbes *et al.* 2009, 2011; Bouaziz-Yahyatene *et al.* 2017; Ezzine *et al.* 2017). Taxon naming updates are based on WoRMS (World Register of Marine Species; website: www.https://www.marinespecies.org). The determination of MNI is quantified essentially on the presence of the apex and/or the peristome of the shell. If both of these parts are present in an assemblage, the one with the higher number will be the MNI. In the absence of these two elements (the apex and peristome), the choice was made to count the samples whose size exceeds ¼ of the shell volume. Following the results obtained for each site, we can classify the identified species into two categories: majority taxa and minority taxa. By definition, minority species have a very low presence in an archaeological site. In most cases, their proportion does not exceed 5 % of the total terrestrial shells of each malacological taxon in each site. According to the ethnographic study, the size of the shell of mollusc is one of the criteria of selection of the preferred species among Tunisian consumers. We distinguish between two types. Mollusks with large shells (e.g. *Helix melanostoma* or *Cornu aspersum*) are preferred by some people (to have more meat). Medium-sized snails such as *Eobania vermiculata* are preferred by other consumers. These have a more delicious taste than the first type of mollusks. We can add a third type, that of small mollusks, such as *Sphincterochila candidissima* and *Theba pisana*. Tunisian consumers do not collect them because of their small flesh mass (Saafi 2019).

For young molluscs, the distinction from adult gastropods is based mainly on shell size (measurement: length and height), and the development of the peristome which is not well formed in a young specimen (thin and fragile). Thanks to the count, we can determine the rate of young molluscs in each site, which helps us to explain their role for the occupants of the prehistoric sites studied.

3 | RESULTS

3.1 | Minority species

The number of minority species is limited to two taxa in the sites belonging to the Typical Capsian: Aïn Metherchem and El Mekta (T. C.: Typical Capsian). This number increases during the Upper Capsian and Neolithic (between 4 and 7 species in each site) (**fig. 2**). While minority species represent only half or less of the number of taxa identified in Typical Capsian sites, they predominate in number during the two most recent periods. For example, they represent six species in the Kef Ezzahi site (total species

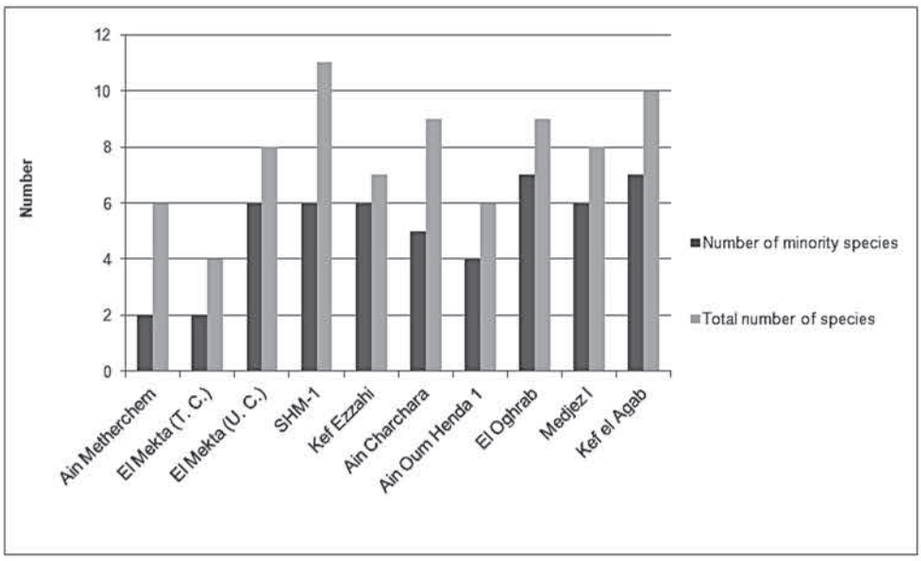


FIGURE 2

Number of minority species in relation to the total number of taxa identified in each study site (Saafi 2019; Saafi *et al.* 2023); T. C.: Typical Capsian; U. C.: Upper Capsian.

Nombre d'espèces minoritaires par rapport au nombre total de taxons identifiés dans chaque site étudié (Saafi 2019 ; Saafi et.al. *2023) ; C. t. : Capsien typique ; C. s. : Capsien supérieur.*

= 7) (**fig. 2**). In other *rammadiyet* of Eastern Algeria, there are three minority taxa in the Medjez II site (Camps-Fabrer, 1975) and 15 taxa in the Dra-Mta-el-Ma-el-Abiod site, near Tebessa (Morel 1974). In the Capeletti cave of Khanguet Sidi Mohamed Tahar, a Neolithic site of Capsian tradition, no minority species were reported (Roubet 1979).

The presence of shells of minority species relative to majority taxa in a Capsian or Neolithic site is always low. With a low number (the case of Aïn Metherchem (**fig. 3.1**) or high (the cases of Kef Ezzahi (**fig. 3.2**) and Kef el Agab (**fig. 3.3**), their MNI rate does not exceed 10 % except in the *rammadiya* of SHM-1 (11.6 %) (**fig. 4**).

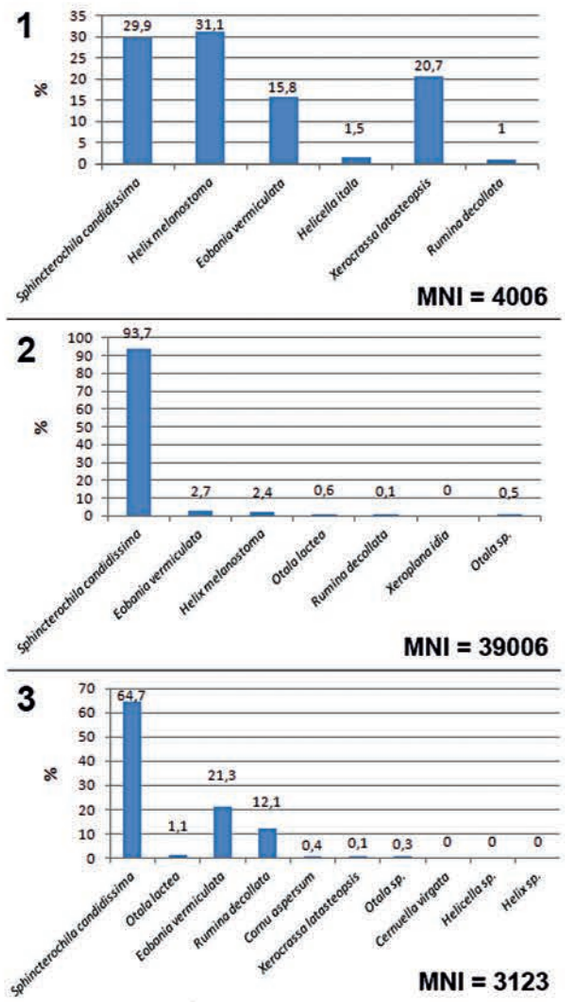


FIGURE 3

Examples of minority species (- 5%) from some Capsian (Typical and Upper) and Neolithic sites in Tunisia: 1- Aïn Metherchem; 2- Kef Ezzahi (MNI of *Xeroplana idia* = 7); 3- Kef el Agab (MNI of *Cernuella virgata* = 1, *Helicella* sp. = 1 and *Helix* sp. = 1).

Exemples d'espèces minoritaires (- 5%) de quelques sites capsiens (typique et supérieur) et néolithiques en Tunisie : 1- Aïn Metherchem ; 2- Kef Ezzahi (NMI de Xeroplana idia *= 7) ; 3- Kef el Agab (NMI de* Cernuella virgata *= 1,* Helicella *sp. = 1 et* Helix *sp. = 1).*

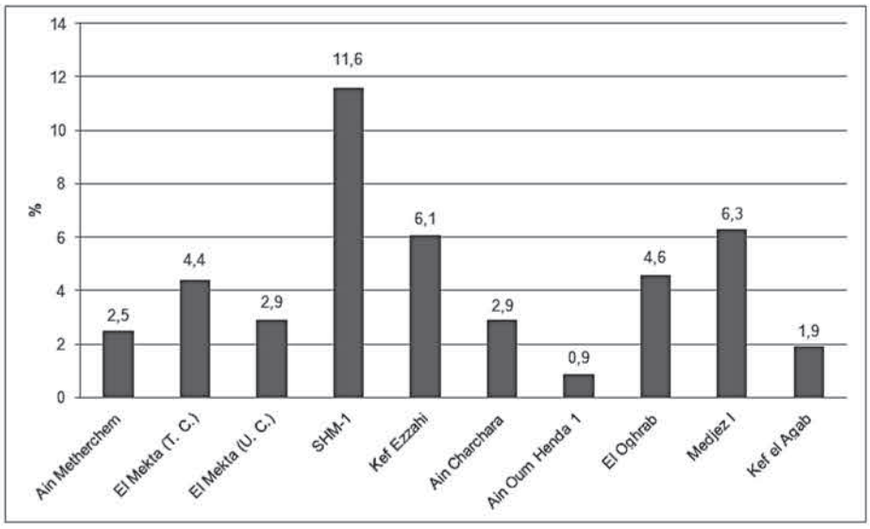


FIGURE 4

Percentages NMI of minority species in comparison to majority taxa in Capsian and Neolithic sites.

Pourcentages de NMI des espèces minoritaires par rapport aux taxons majoritaires dans les sites capsiens et néolithiques.

3.2 | Young molluscs

The age distribution of molluscs suggests regional characteristics. In the Tunisian sites, the percentage of young snails is low. Except in the SHM-1 (13.4%) and El Oghrab (11.2 %) *escargotières*, it does not exceed 10 % of the total terrestrial malacofauna in the other sites (**fig. 5**).

The importance of young molluscs is remarkable in the only Algerian site studied, Medjez I, where their rate is equal to 31.7 %. This high rate is due to the importance of youngs in *Xerosecta* sp., one of the two majority taxa (with *Helix melanostoma*) in this site, with youngs specimens accounting for 78.6% of the NMI of this taxons (**fig. 5**) (Saafi *et al.* 2023).

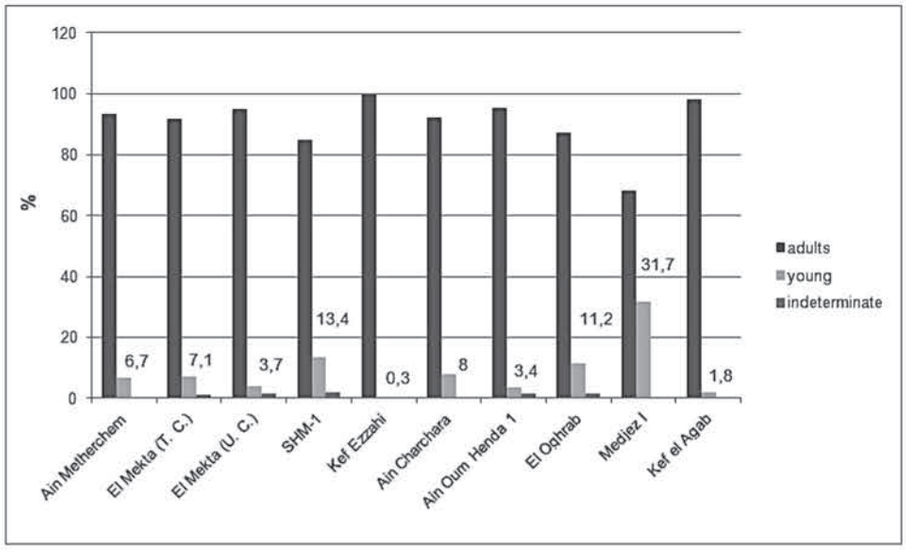


FIGURE 5

Age distribution of land snails from Capsian and Neolithic sites in the eastern Maghreb.

Répartition par âge des escargots terrestres provenant de sites capsiens et néolithiques du Maghreb oriental.

4 | DISCUSSION

4.1 | Mollusc nutrient contribution to the diet of Capsian and Neolithic populations

The contribution to the diet of human groups provides a distinction among minority taxa. We can distinguish between two groups: edible species and non-edible ones. The first group consists of mainly large shells such as *Helix melanostoma* and *Cornu aspersum* (**fig. 6**). This type of molluscs will provide consumers with more flesh, but nutrient intake will be very low from the taxa in this first group due to their limited MNI at each site.

The second group concerns small-shelled molluscs. *Xeroplana idia* (Issel 1885) is one such. It is identified in the site of Kef Ezzahi (**fig. 3.2; fig. 6**). The height of this species (between the umbilicus and the apex) is about 6 mm (Manganelli *et al.* 1997). The small size of the shells of these molluscs as well as their very low MNI make it difficult for them to have contributed appreciably to the diet of human groups in the region.

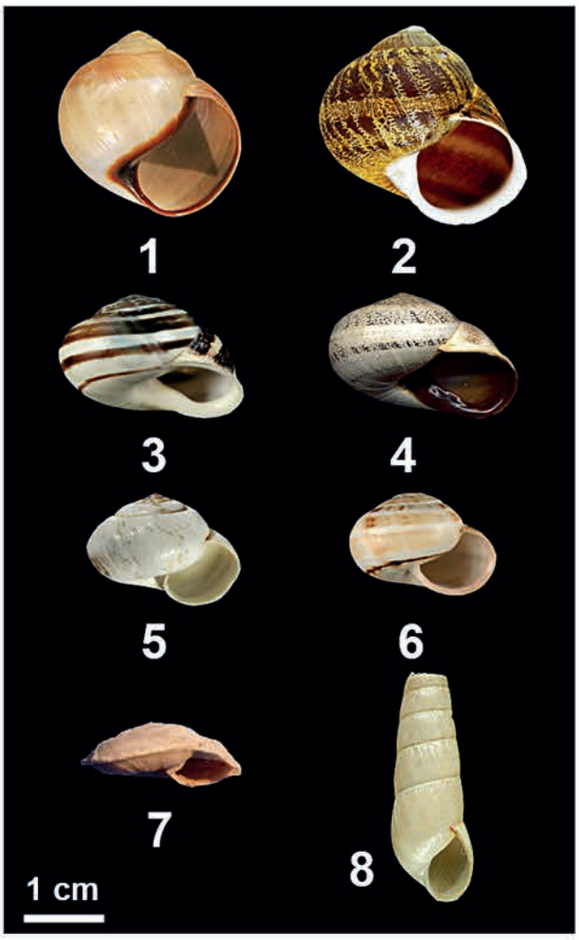


FIGURE 6

Examples of minor species present in the sites of Aïn Metherchem, Kef Ezzahi and Kef el Agab: 1- *Helix melanostoma*; 2- *Cornu aspersum*; 3- *Eobania vermiculata*; 4- *Otala lactea*; 5- *Xerocrassa latasteopsis*; 6- *Cernuella virgata*; 7- *Xeroplana idia*; 8- *Rumina decollata*.

Exemples d'espèces minoritaires présentes dans les sites d'Ain Metherchem, Kef Ezzahi et Kef el Agab : 1- Helix melanostoma ; 2- Cornu aspersum ; 3- Eobania vermiculata ; 4- Otala lactea ; 5- Xerocrassa latasteopsis ; 6- Cernuella virgata ; 7- Xeroplana idia ; 8- Rumina decollata.

The contribution to the diet of human groups by young molluscs is possible only at Medjez I. We count 1329 young individuals of *Xerosecta* sp. (Total MNI = 1689 shells). Significantly, the taphonomic study shows the presence of traces of burning and anthropogenic perforations on some of these youngs (Saafi *et al.* 2023). This confirms their contribution to the nutrition of the occupants of Medjez I, albeit minor (MNI of all identified species = 4812 shells).

4.2 | Hypotheses on the presence of minority species and young individuals in the study sites

The presence of a very low quantity of terrestrial shells of minority species or young individuals could be linked to certain hypotheses which will be developed below. We can classify them into four types.

4.2.1 | Methodological (collection method)

Ethnographically, the collection of land snails is often subject to precise criteria, especially concerning the choice of the species and the age of the mollusc (young or adult). Currently, in Tunisia, each human group or family has a single preferred taxon, for example, *Helix melanostoma*. The expectation is that only adult land snails will be collected (Saafi 2019, 2022). Based on the ethnographic study, an inexperienced collector may, however, collect unwanted species or young molluscs. It is possible that the presence of minority taxa or young gastropods in a Capsian or Neolithic site followed collection by an inexperienced collector. The plants harvested by the occupants of a site could be contained some mollusks that take refuge there.

A collection by necessity could also be a reason for the presence of minority or young specimens. The lack of food resources seasonally, or during extended famines, can force people to extend and diversify their normal diets, i.e. look for abnormal food resources. In this case, the collection of any other possible nutritional resource becomes an obligation. Terrestrial malacofauna are known to have been used as famine foods. Thus, the contribution of molluscs to human diets became more important in some regions of Tunisia during the crises of the 1940s (Saafi 2019; A. Brahmi, *pers. comm.*). In this context, the high rate of young individuals of *Xerosecta* sp. at Medjez I might be related to the temporary absence of other food resources (Saafi *et al.* 2023). Similar arguments have been advanced for the collection of very small coastal molluscs during the Epipalaeolithic and Little Ice Age in Northeast Libya (Hunt *et al.* 2011).

4.2.2 | Archaeological factors

The dimensions of some *rammadiyet* are large, such as at El Oghrab (50×30 m) or at Aïn Oum Henda 1 (45×30 m) (Saafi *et al.* 2013). In some sites, just a test-pit (1×1 m) were

carried out. The limited area excavated would naturally limit the samples obtained and thus might contribute to the relatively low MNI of some species, where distributions of taxa in the deposit are uneven. At other sites where the excavated area is larger, effects of spatial patterning on the relative proportions of taxa would be nullified. At Medjez I (area excavated: 9 m²), in stratigraphic subunit II209, there are 28 *Helix melanostoma* shells in square N43, whereas there is a higher in MNI in square N45, with 1293 individuals of the same taxon (**fig. 7**; Saafi *et al.* 2023). Even though this is a majority species, there may be very low MNI in some areas of the site. The limit of the excavated area may sometimes result in very low numbers of one or more taxa, but proof of this is difficult to demonstrate without wider excavation.

The topography of the site directs the disposition of the refuse at a given location and thus concentration or dispersion. The removal of empty shells after consumption to a more or less flat area gives a concentration of waste on a rather limited surface. In some sites, the dump is located in a slope as is the case in El Mekta or Kef el Agab. The slope is about 45° in the *rammadiya* of El Mekta. This element leads to the dispersion of empty shells over a large area of the site. In some areas of the deposit, the number of shells of a given species could be restricted.

Mollusc shells are relatively mobile but fragile sedimentary particles. After consumption, the shell becomes lighter. It could be transported by rain or strong wind from one area of the site to another. Shells may also be kicked from routeways across the midden by passers-by, or may be crushed underfoot. And thin mollusc shells may be calcined and disintegrate at relatively low temperatures by burning, for instance in the substrate of camp-fires.

4.2.3 | Ethnographic factors

Some taxa could be used in the preparation of certain remedies for specific diseases. This has been documented ethnographically in Vietnam (Rabett *et al.* 2011). Others may have been used as ochre containers (*Rumina decollata* at Medjez II: Camps-Fabrer 1975). There is a long history of the use of molluscs as personal adornment (for instance Vanhaeren *et al.* 2006). Molluscs have also been documented as accompanying the deceased (e.g. Kurzawska 2010).

4.2.4 | Ecological and natural factors

Some molluscs lived in the vicinity of the site. They were adapted to the climate and environment of the excavated area. For example, during the excavation of the site of Kef Ezzahi in December 2014, live shells of *Xeroplana idia* were found around the *rammadiya* (Saafi 2019). The presence of sometimes juvenile individuals of *Rumina decollata* in some sites (Oued el Akarit, south Tunisia; Iberomaurusian site) confirms the hypothesis of a natural presence since ethnographic data suggests that this species is rarely eaten (only during periods of crisis (famines)). It could be reduced to colonization by local populations of land snails (mating place) (Lubell 2004b). Some scavenger's species (*Natalina cafra* for example) come to consume organic matter from prehistoric dumps or abandoned shells of their conspecifics for calcium (Appleton and Heeg 1999; Cadee 1999; Law and Thew 2015).

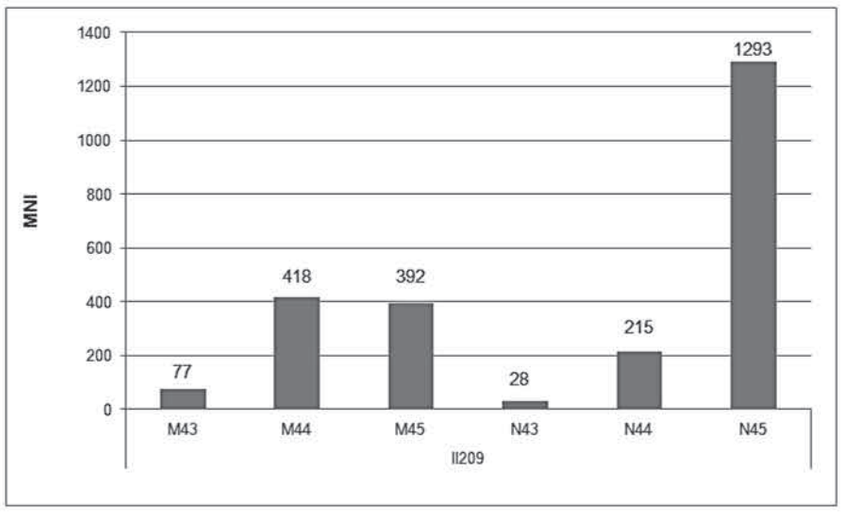


FIGURE 7

Spatial distribution of *Helix melanostoma* shells from stratigraphic subunit II209 at Medjez I.

*Distribution spatiale des coquilles d'*Helix melanostoma *de la sous-unité stratigraphique II209 à Medjez I.*

CONCLUSION

Minority species and young molluscs are present at all sites surveyed. The number and list of taxa involved varies from one *escargotière* to another. The MNI rate of all minority taxa is low compared to the majority species. Only the larger molluscs may have contributed to the nutrition of the site occupants. As for young individuals, the NMI of *Xerosecta* sp. shells as well as the presence of anthropic traces (systematic burning and perforations) at Medjez I could be explained by a collection by necessity in order to remedy the temporary absence of certain foods. Other hypotheses could lead to the presence of these two types of molluscs in the sites concerned.

In our future research, we plan to extend our study area to include the rest of North Africa while studying older collections. This would allow us to better interpret the archaeological data concerning this issue.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to Chris Hunt and Jörg Linstädter for their useful comments, and for their English revision of this text.

REFERENCES

ABBES I., NOUIRA S., NEUBERT E. 2009 - The Enidae of north-western Africa. *In: Archiv für Molluskenkunde*, 138, p. 213-237.

ABBES I., NOUIRA S., NEUBERT E. 2011 - Sphincterochilidae from Tunisia, with a note on the subgenus *Rima* Pallary, 1910 (Gastropoda, Pulmonata). *Zookeys*, 151, p. 1-15.

APPLETON C. C., HEEG J. 1999 - Removal of calcium by *Natalina cafra* (Pulmonata: Rhytidae) from the shells of its prey. *Journal of Molluscan Studies* 65, p. 271-273.

BOUAZIZ-YAHIATENE H., PFARRER B., MEDJOUB-BENSAAD F., NEUBERT E. 2017 - Revision of *Massylaea* Möllendorff, 1898 (Stylommatophora, Helicidae). *ZooKeys*, 694, p. 109-133.

CADEE G.C. 1999 - Bioerosion of Shells by Terrestrial Gastropods. *Lethaia* 32, p. 253-260.

CAMPS-FABRER H. 1975 - *Un gisement capsien de faciès sétifien : Medjez II, El-Eulma (Algérie)*. C.N.R.S., Paris, 448 p.

EZZINE I.K., PFARRER B., DIMASSI N., SAID K., NEUBERT E. 2017 - At home at least: the taxonomic position of some north African *Xerocrassa* species (Pulmonata, Geomitridae). *ZooKeys*, 712, p. 1-27.

HUNT C.O., REYNOLDS T.G., EL-RISHI H., BUZIAN A., HILL E., BARKER G. 2011 - Resource pressure and environmental change on the North African littoral: Epipalaeolithic to Roman gastropods from Cyrenaica, Libya. *Quaternary International* 244, 1, p. 15-26.

KTARI M.H., REZIG M. 1976 - La Faune malacologique de la Tunisie septentrionale. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Tunisie*, tome 11, p. 31-74.

KURZAWSKA A. 2010 - Mollusc Shells at Gebel Ramlah. *In:* KOBUSIEWICZ M., KABACINSKI J., SCHILD R., IRISH J., GATTO M., WENDORF F. (Éds.), *Gebel Ramlah: Final Neolithic Cemeteries from the Western Desert of Egypt*. Institute of Archaeology and Ethnology, Polish Academy of Sciences, Poznan, p. 227-237.

LAW M., THEW N. 2015 - Land Snails, Sand Dunes and Archaeology in the Outer Hebrides. *Journal of the North Atlantic*, Special Volume 9, p. 125-133.

LUBELL D. 2004a - Are land snails a signature for the Mesolithic-Neolithic transition in the circum-Mediterranean? *In:* BUDJA M. (Éd.). The Neolithization of Eurasia – paradigms, models and concepts involved, Neolithic Studies 11, *Documenta Praehistorica*, Vol. 31, p. 1-24.

LUBELL D. 2004b - Prehistoric edible land-snails in the circum-mediterranean: the archaeological evidence, *In:* BRUGAL J. P., DESSE J. (Éds.), *Petits Animaux et Sociétés Humaines. Du Complément Alimentaire aux Ressources Utilitaires* (XXIV^{e} rencontres internationales d'archéologie et d'historie d'Antibes). Antibes : éditions APDCA. p. 77-98.

LUBELL D., GAUTIER E., LEVENTHAL E. T., THOMPSON M., SCHWARCZ H. P., SKINNER M. 1982-1983 - Prehistoric Cultural Ecology of Capsian escargotières, Part II : Report on Investigations Conducted during 1976 in the Bahiret Télidjène, Tebessa Wilaya, Algeria. *Libyca,* n° 32-33, p. 59-142.

MANGANELLI G., FAVILLI L., GIUSLI F. 1997 - A Revision of Three Maghrebian hygromiid genera: *Numidia* Issel, 1885, *Xerofalsa* Monterosato, 1892, and *Xeroplana* Monterosato, 1892 (Pulmonata: Helicoidea). *The Veliger*, t. 40, vol. 1, p. 55-66.

MOREL J. 1953 - Le Capsien du Khanguet-el-Mouhaad. Commune mixte de Morsott, département de Constantine, *Libyca*, vol. 1, p. 103-119.

MOREL J. 1974 - La faune de l'escargotière de Dra-Mta-El-Ma-El-Abiod (Sud algérien), ce qu'elle nous apprend de l'alimentation et des conditions de vie des populations du Capsien supérieur. *L'Anthropologie*, 78, 2, p. 299-320.

RABETT R., APPLEBY J., BLYTH A., FARR L., GALLOU A., GRIFFITHS T., HAWKES J., MARCUS D., MARLOW L., MORLEY M., TAN N.C., SON N. V., PENKMAN K., REYNOLDS T., STIMPSON C. SZABO K. 2011 - Inland shell midden site-formation: Investigation into a late Pleistocene to early Holocene midden from Tràng An, Northern Vietnam. *Quaternary International* 239, p. 153-169.

ROUBET C. 1979 - *Économie pastorale préagricole en Algérie orientale : Le Néolithique de tradition capsienne. Exemple l'Aurès*. C.N.R.S., Paris, 595 p.

SAAFI I. 2019 - *Contribution de la malacofaune continentale dans l'économie de subsistance des populations capsiennes et néolithiques en Tunisie durant l'Holocène*. Thèse de doctorat. Université d'Aix Marseille, 572 p.

SAAFI I. 2022 - The current consumption of land snails in Tunisia: An ethnographic study. *Journal of Archaeological Science: Reports*, Vol. 145, 103631.

SAAFI I., AOUADI N., BELHOUCHET L. 2021a - Étude malacologique du site Capsien supérieur de Kef Ezzahi (Kairouan, Tunisie centrale). *In:* V. BLANC-BIJON, J.-P. BRACCO, M.-B. CARRE, S. CHAKER, X. LAFON, M. OUERFELLI (Éd.), actes de colloque de SEMPAM : « *L'Homme et l'Animal au Maghreb de la Préhistoire au Moyen Âge : explorations d'une relation complexe* », Aix-Marseille 2014, p. 79-88.

SAAFI I., AOUADI N., BELHOUCHET L. 2021b - Apport de la malacofaune continentale à l'alimentation des populations préhistoriques durant le Capsien supérieur en Tunisie. *In:* acts of XV[e] Congress Pan-African Archaeological Association. *Bulletin d'Archéologie Marocaine*, 26, p. 119-135.

SAAFI I., AOUADI A., DUPONT C., BELHOUCHET L. 2013 - L'économie de subsistance dans la cuvette de Meknassy (Sidi Bouzid, Tunisie centrale) durant l'Holocène d'après l'étude malacologique. *Bulletin de la Société préhistorique française*, tome 110, numéro 4, p. 703-718.

SAAFI I., MERZOUG S., AOUIMEUR S., EDDERGACH W., MAMERI M. 2023 - The terrestrial malacofauna of Eastern Algeria during the Upper Capsian: the case of Medjez I (El Eulma). *Journal of Archaeological science : Reports,* 48, 103906, https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.103906

VANHAEREN M., D'ERRICO F., STRINGER C., JAMES S.L., TODD J.A., MIENIS H.K. 2006 - Middle Paleolithic Shell Beads in Israel and Algeria. *Science,* 312, p. 1785-1788.

PALEO | HORS-SÉRIE
Sociétés humaines et environnements
dans la zone circumméditerranéenne
du Pléistocène au début de l'Holocène

THÈME 3

L'apport des approches actualistes à une meilleure perception des relations humain/animal dans le passé

SÉQUENCE DES ÉRUPTIONS DENTAIRES CHEZ LES HYAENIDAE MODERNES ET FOSSILES *(CROCUTA, PARAHYAENA, HYAENA)*

Philippe Fosse[a], Jean-Baptiste Fourvel[a], Stéphane Madelaine[b], Ogeto Mwebi[c], Jean-Philip Brugal[a]

a. *CNRS, Aix Marseille Univ., Minist. Cult. UMR 7269 LAMPEA, FR-13097 Aix-en-Provence - philippe.fosse@univ-amu.fr ; jean-baptiste.fourvel@univ-amu.fr ; jean-philippe.brugal@univ-amu.fr*
b. *Musée national de Préhistoire, FR-24620 Les Eyzies & UMR 5199 PACEA, FR-33615 Pessac cedex - stephane.madelaine@culture.gouv.fr*
c. *National Museum of Kenya (NMK), Section of Osteology, Nairobi, Kenya - ogeto.mwebi@yahoo.com*

RÉSUMÉ

Peu d'études sont consacrées aux éruptions dentaires chez les hyénidés. À partir d'observations sur des mandibules appartenant à trois espèces modernes (hyène tachetée, *Crocuta crocuta* ; hyène rayée, *Hyaena hyaena* ; hyène brune, *Parahyaena brunnea*), les stades d'éruption dentaire sont relevés pour des individus jeunes, juvéniles et subadultes, d'âge individuel estimé inférieur à 15 mois. L'ordre des éruptions dentaires, les usures des couronnes ainsi que la croissance mandibulaire sont présentés et parfois mesurés. Ces données complètent les études publiées, puis sont appliquées aux mandibules d'hyène des cavernes (*Crocuta intermedia*) particulièrement bien préservées de la grotte de Lunel-Viel, datées du Pléistocène moyen (~MIS 7). Aucune différence majeure n'a été relevée dans la chronologie des éruptions dentaires à l'échelle interspécifique. Six classes d'âge sont présentées pour les hyénidés non adultes, en fonction des éruptions et des usures dentaires ainsi que des mesures mandibulaires. Cette répartition ontogénétique pourrait constituer un élément d'appréciation et un référentiel important pour les reconstitutions des fonctions des sites pléistocènes (tanières collectives, tanières de mise-bas).

HORS-SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 3 | L'apport des approches actualistes à une meilleure perception des relations humain/animal dans le passé

PAGES 316 À 330

MOTS-CLÉS

Hyénidés, *Crocuta*, éruption dentaire, estimation des âges

ABSTRACT

Tooth eruption sequence of extant and extinct Hyaenidae *(Crocuta, Parahyaena, Hyaena)*

Few studies concern teeth eruption in hyenids. From observations on non-adult mandibles belonging to three extant species (spotted hyena, *Crocuta crocuta*; striped hyena, *Hyaena hyaena*; brown hyena, *Parahyaena brunnea*), tooth eruption sequences are recorded for young, juvenile and subadult individuals (i.e. from specimens younger than 15 months old). Tooth eruption sequences, crown wear and mandibular growth are presented and sometimes measured. These data fill published studies and are used on particularly well-preserved cave hyena (*Crocuta intermedia*) mandibles from the Lunel-Viel cave, dated to the Middle Pleistocene (~MIS 7). No major differences were found in the chronology of teeth eruption among hyenid species. Six age classes are presented for non-adult hyenids, based on tooth eruption, tooth wear and mandibular measurements. This ontogenetic classification could be an interesting step in assessing the function of Pleistocene sites (communal dens, birth dens).

KEY-WORDS Hyenids, *Crocut*a, tooth eruption, age estimation

INTRODUCTION

Au Pléistocène, de nombreuses cavités correspondent à des tanières d'hyène des cavernes (*Crocuta intermedia* pour le Pléistocène moyen et *Crocuta spelaea* pour le Pléistocène supérieur, *sensu* Lewis, Werdelin 2022), d'après certains critères taphonomiques (fracturation des os, marques de dents de carnivores, os digérés...) ou d'après le nombre et la distribution des âges individuels basés sur les restes dentaires du prédateur (jeunes, juvéniles, adultes, séniles). Les données ontogénétiques relatives aux hyénidés sont rares et peu précises, vraisemblablement en raison d'une éthologie particulière, avec une parturition non (Kruuk 1972) ou très modérément saisonnière (Pournelle 1965 ; Lindeque, Skinner 1982 ; Frank 1986 ; Holekamp, Smale 1995) pour les hyènes tachetées modernes (**fig. 1**). L'absence de véritable référentiel (*sensu* Dittrich 1961) décrivant la chronologie précise des éruptions dentaires constitue un obstacle majeur aux restitutions des dynamiques populationnelles pour les hyénidés fossiles (spécimens d'âge individuel inconnu dans les muséums d'Europe ou d'Afrique).

Une étude sur les éruptions et les remplacements dentaires a été entreprise, prenant en considération les données publiées, l'étude de spécimens modernes (squelette complet de *Crocuta* d'âge connu, mandibules de *Crocuta, Hyaena, Parahyaena* jeunes et juvéniles) et la révision du matériel de la grotte de Lunel-Viel (*Crocuta intermedia* du Pléistocène moyen, ~MIS 7). Des observations inédites sur des spécimens modernes et fossiles permettent de synthétiser et de mettre en correspondance les méthodes existantes (données/dates des éruptions dentaires, usures occlusales, hauteurs des couronnes). Ce travail pourrait proposer un référentiel ontogénétique intéressant pour tous les hyénidés quaternaires, et permettre d'aborder les rythmes d'occupation des cavités/sites (tanières collectives [communal dens], tanières de mise-bas [birth dens]) selon différents contextes climatiques (continental, (péri)glaciaire, pluvial...).

ESTIMATION DES ÂGES CHEZ LES HYÉNIDÉS

Études antérieures

Pour les grands prédateurs pléistocènes, les estimations des âges individuels reposent sur des spécimens modernes d'âge connu ou sur des observations ponctuelles en marge d'études éthologiques (croissance corporelle, élevage, sevrage, dominance...). Pour la famille des hyénidés, qui regroupe notamment l'hyène tachetée (*C. crocuta*), l'hyène brune (*P. brunnea*) et l'hyène rayée (*H. hyaena*), l'estimation des âges repose sur plusieurs études :

- l'évaluation de la hauteur de la couronne de la troisième prémolaire permanente inférieure (p3) chez *Crocuta* est la plus connue (Kruuk 1972). Bien qu'imprécise (calculs d'usure théorique), cette méthode a néanmoins permis d'établir cinq classes d'âge relatives pour les individus adultes (la p3 étant la dernière dent permanente à être totalement sortie) et a été utilisée dans des études sur des populations actuelles (van Horn *et al.* 2003 *pro parte*)

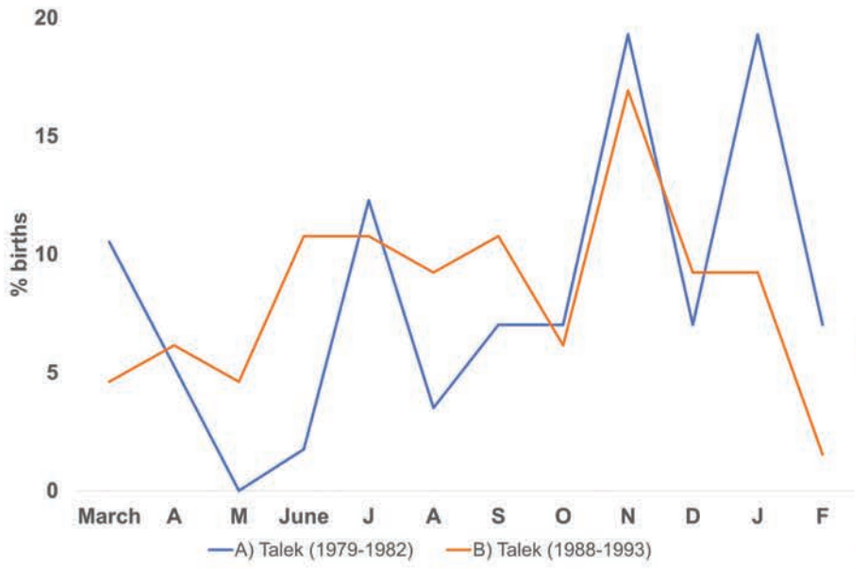


FIGURE 1

Répartition annuelle des naissances dans le clan d'hyène tachetée de Talek (Kenya). A) d'après Frank (1986), B) d'après Holekamp, Smale (1995).

Annual distribution of births in the Talek spotted hyena social group (Kenya). A) from Frank (1986), B) after Holekamp, Smale (1995).

ou des échantillons pléistocènes (Turner 1981 ; Brugal 2016 *pro parte*), en raison de l'excellente préservation de cette dent dans le registre fossile ;
- ultérieurement, deux alternatives ont été proposées, consistant, pour l'une, à mesurer l'aire de l'usure occlusale de p3 chez *Crocuta* (Lindeque, Skinner 1984) et, pour l'autre, les couches de cément des canines (c) comparativement aux hauteurs des couronnes des p3 chez *Crocuta* (van Jaarsveld *et al.* 1987). Plus précises (valeurs disponibles) et corrélées aux classes d'âge de Kruuk, ces méthodes n'ont cependant pas été appliquées aux études sur les dynamiques populationnelles pléistocènes ;
- peu d'études ont directement abordé les éruptions dentaires *s.s.* (Pournelle 1965 ; Mills 1982 ; van Horn *et al.* 2003). Les observations de Mills (*ibid.*) sont les plus informatives et concernent des individus sauvages (clans) d'hyène brune (*Parahyaena*), occasionnellement capturés, dont la naissance est connue avec une relative assurance ; quatre stades ontogénétiques ont été décrits, couvrant la période des changements de denture, entre 8 et 15 mois d'âge. Ces observations ont récemment été illustrées par des analyses radiologiques sur des mandibules d'hyène des cavernes, *C. spelaea* (stades ontogénétiques 3-5 *In:* Jimenez *et al.*, 2019) et complétées pour les éruptions des premières dents déciduales (stades 1-2 *In: ibid.*) ;
- enfin, des études ont proposé, à partir d'échantillons pléistocènes (*Crocuta*), une charte (graphique) des usures occlusales pour toutes les dents jugales (déciduales et permanentes), permettant de rattacher les séries dentaires à une tranche d'âge arbitraire (Stiner 1994 ; Brugal *et al.* 1997 *pro parte* ; Brugal 2016 ; Jimenez *et al.* 2021). L'application aux sites quaternaires renfermant des dents isolées est parfois difficile (appréciation des âges à partir de dents qui présentent des hauteurs de couronne variables et par conséquent des usures différentielles pour un même stade ontogénétique).

Essai de corrélation

Bien que complémentaires, ces méthodes sont déconnectées les unes des autres. L'écueil principal réside dans l'absence de spécimens d'âge individuel connu pour proposer une chronologie réelle des séquences et des changements de denture. À partir des éléments d'informations disponibles, sept stades et trois interstades peuvent être proposés (**fig.2** pour un schéma synoptique). Les interstades, qui correspondent à des hiatus (manque de spécimens dans les collections) jalonnant la séquence totale des éruptions/expulsions dentaires, sont arbitraires (temporalité) et pourraient être redéfinis à la faveur des recherches futures. La chronologie se décline comme suit (*cf.* « matériel et méthodes » pour la nomenclature des abréviations dentaires) :
- stade 1 (0-1 mois) : chez *Crocuta* moderne, di et dc sont considérées comme sorties à la naissance (Pournelle 1965 ; Kruuk 1972 ; van Horn *et al.* 2003, et obs. pers.) et sont visibles sur des nouveau-nés d'âge réel de 4 jours (van Jaarsveld *et al.* 1987) ; les alvéoles des dp2, dp3, dp4 sont ouvertes, chez *C. spelaea* (stade 1 *In:* Jimenez *et al.*, 2019) ;
- stade 2 (1-2 mois) : éruption des dp2 et dp3 chez *Crocuta* (Pournelle 1965 = stade 2 *In:* Jimenez *et al.* 2019). Les di1-di3 n'apparaissent qu'au cours de la quatrième semaine chez *Parahyaena* (Mills 1982) ;
- interstade 2-3 (2-6 mois) : hiatus. Aucune des méthodes actuellement disponibles ne documente cette phase de 2 à 6 mois. Au regard des données du stade 2 (*cf. supra*) et du stade 3 (*cf. infra*), c'est vraisemblablement durant cette période que sort la carnassière lactéale (dp4) ;
- stade 3 (6-8 mois) : dp2, dp3, dp4 sont sorties, présentant une légère usure, et m1 commence à sortir chez *C. spelaea* (stade 3 *In:* Jimenez *et al. ibid.*). Vers 7 mois, apparaissent, chez *C. crocuta*, les premiers signes de changement/remplacement au niveau des di (van Jaarsveld *et al.* 1987) ;
- stade 4 (8 mois) : premiers remplacements dentaires observés, chez *Parahyaena* : i1 et i2 sont sorties, di3 est tombée (mais non remplacée) alors que m1 perce la branche horizontale (stade 1 *In:* Mills 1982 = stade 4 *In:* Jimenez *et al. ibid.*) ;
- interstade 4-5 (8-10 mois) : hiatus. Comme pour l'interstade 2-3, aucune donnée n'évoque les changements de denture entre 8 et 10 mois. Les mandibules portant i3 et m1 en cours d'éruption doivent être logiquement attribuées à cette classe d'âge. Les trois dp chutent durant cet interstade ;

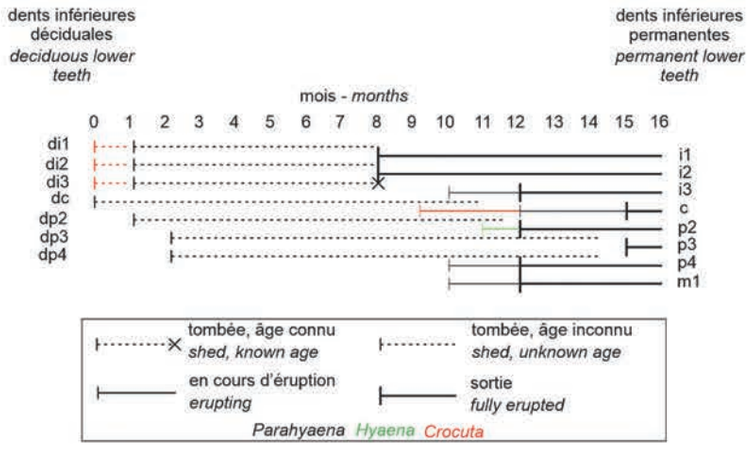


FIGURE 2

Séquence générale synthétisée des remplacements dentaires chez les hyénidés modernes, d'après Pournelle (1965) et Mills (1982).

General sequence of tooth replacements in extant hyenids, from Pournelle (1965) and Mills (1982).

- stade 5 (10-12 mois) : chez *Parahyaena*, éruption totale de i3 et de m1 et p4 en cours d'éruption (stade 2 *In:* Mills *ibid.*) ;
- stade 6 (12 mois) : début de l'éruption de c alors que p2 et p4 sont totalement sorties (*Parahyaena :* stade 3 *In:* Mills *ibid.* ; *Crocuta :* van Jaarsveld *ibid.*) ;
- interstade 6-7 (12-15 mois) : hiatus. La p3 se met progressivement en place et devient la dent la plus haute et proéminente de la rangée jugale ;
- stade 7 (15 mois) : mise en place fonctionnelle de toute la denture permanente (c et p3) chez *Parahyaena* et *Crocuta* (stade 4 *In:* Mills *ibid.* ; van Jaarsveld *et al. ibid.*).

Cette chronologie ontogénétique reste très générale. Certains stades (3 et 4, 5 et 6) pourraient être fusionnés en raison de la description d'évènements complémentaires qui se déroulent au cours d'une même séquence temporelle. Néanmoins, il a été jugé préférable de les distinguer dans un premier temps : les stades 4 et 6, qui relèvent d'observations contrôlées à un moment précis, constituent des jalons importants pour répartir les mandibules étudiées, modernes ou fossiles. Le schéma synoptique est construit à partir de données des trois espèces actuelles, aucune étude n'étant suffisamment détaillée pour envisager un modèle d'origine monospécifique. La chronologie paraît cependant homogène entre les trois espèces, certaines observations (ordre des éruptions dentaires, sortie des dp2, dp3, m1) étant similaires. En l'état, aucune variabilité interspécifique dans les dates (jours, semaines ?) des éruptions/expulsions des dents lactéales/définitives ne peut être envisagée. Enfin, ces descriptions ne concernent ni l'ensemble des dents pour un même stade ontogénétique, ni leur état d'usure respectif.

Les mandibules des hyénidés modernes et fossiles étudiées ci-dessous sont replacées sur cette grille synthétique ; des précisions selon des redistributions intra- et inter classes d'âge en fonction de leur taille, du stade d'éruption des différentes dents (déciduales et permanentes) et de l'état d'usure des surfaces occlusales sont rapportées.

ÉTUDE ET DESCRIPTION DE NOUVEAU MATÉRIEL

Matériel et méthodes

Le matériel étudié comprend un squelette complet d'hyène tachetée captive dont l'âge réel est de 6 mois (collections du Musée départemental de Préhistoire, Orgnac). D'autres spécimens (crâniens), appartenant à des *Crocuta, Hyaena, Parahyaena* modernes jeunes, juvéniles et subadultes ont été pris en compte : 1 mandibule du Muséum national d'histoire naturelle à Paris (*Crocuta* : A 1546), 12 du Musée national du Kenya à Nairobi (*Crocuta* : OM 3578, OM 5314, OM 7549, OM 7763, OM 8083, OM 8084, OM 8541, OM 8571, SanguHD-inn-41 ; *Hyaena* : OM 3472, OM 7201, OM 9121) et 1 du Ditsong Museum à Prétoria (*Parahyaena* : AZ-1168). Le matériel fossile porte sur une sélection de 20 mandibules d'hyène des cavernes (*C. intermedia*) non adultes du Pléistocène moyen de la grotte de Lunel-Viel (Musée national de Préhistoire, MNP : 1-3196, 1-3-12267, 2-4534, 4-1630, 5-2276, 5-13542, 6-12158, 7-12591, 9-835, 9-845, 9-846, 9-1063, 9-1228, 9-1246, 9-1358, 9-2737, LVIV-1487, LVIV-13915, LVIV-14871, LVIV-15154) ainsi que sur 6 autres spécimens (*C. spelaea*) du Pléistocène supérieur de la Caverne Marie-Jeanne en Belgique, utilisés à titre comparatif (Institut royal des sciences naturelles (RBINS), Bruxelles : 4-19645, 4-19646, 4-19648, 4-19649, 4-20624, 4-20625).

L'identification des dents déciduales, et/ou de leurs alvéoles respectives, repose sur les travaux de Dawkins (1865), Reynolds (1902), Ehrenberg (1938), Friant (1968), Bonifay (1971) et Clot (1980). La nomenclature retenue est la suivante : d = déciduale ; i/I = incisive, respectivement inférieure et supérieure ; c/C = canine (*idem*), p/P = prémolaire (*idem*) ; m = molaire ; 1 à 4 = rang dentaire. La dp4 et la dP3 sont respectivement les carnassières déciduales inférieure et supérieure et la m1 et la P4 les carnassières permanentes. Cette étude concerne les mandibules (Md) et les dents inférieures. Enfin, les mesures mandibulaires (1 & 18 in **tabl. 1**) suivent les prescriptions de von den Driesch (1976) pour les canidés.

espèce	n°	côté	âge (mois)	1. L. infradental-condyle (mm)	18. hauteur branche montante (mm)	illust.
C. crocuta	Orgnac	sin	6	118,9	49,7	Pl. 1.1
		dext		118,2	48,9	
	A-1564		1-2	65,0		Pl. 1.2
	OM 8084	sin	6,5	125,2	48,9	Pl. 1.3
		dext		130,3	46,7	
	OM 8083	sin	6,5/7	[125,1]	49,9	Pl. 1.4
		dext		132,1	49,7	
	SanguHD-inn41	dext	7,5	142,3	57,5	Pl. 1.6
	OM 7763	sin	13	154,8	66,8	Pl. 2.4
		dext		152,1		
	OM 8571		13-14	151,0 *	65,0 *	x
	OM 3578		15	163,0 *	72,0 *	Pl. 2.5
	OM 5314		18-24	184,0 *	83,0 *	Pl. 2.6
P. brunnea	AZ-1168		8	144,0 *	55,0 *	Pl. 2.1
H. hyaena	OM 9121	sin	7	125,1	49,1	Pl. 1.5
		dext		123,1	48,6	
	OM 7201	sin	8,5-9	139,2	56,3	Pl. 2.2
		dext		141,0	55,5	
	OM 3472		11	152,0 *	62,0 *	Pl. 2.3
C. spelaea	LVIV-15154	sin	1	60,8	23,2	Pl. 3.1
	LVIV-13915	dext	3-4	76,1	35,7	Pl. 3.2
	9-835	dext	4-5	88,6	x	Pl. 3.4
	9-1246	sin	7,5-8	134,8	57,6	Pl. 3.6
	6-12158	dext	7,5	115,0	x	x
	4-1630	sin	12-13	[146,0]**	x	Pl. 4.4
	5-13542	sin	13-14	173,3	76,4	Pl. 4.5
	5-2276	dext	15	174,1	76,1	Pl. 4.6

TABLEAU 1

Mesures (en mm) sur les mandibules de hyénidés modernes et pléistocènes. [x] = mesure approximative (mandibule cassée), * = estimé (d'après photos), ** = mesure par photogrammétrie.

Measurements (in mm) on extant and Pleistocene hyenid mandibles. [x] = approximate measurement (mandible broken), * = estimated (from pictures), ** = measurement by photogrammetry).

Spécimens modernes

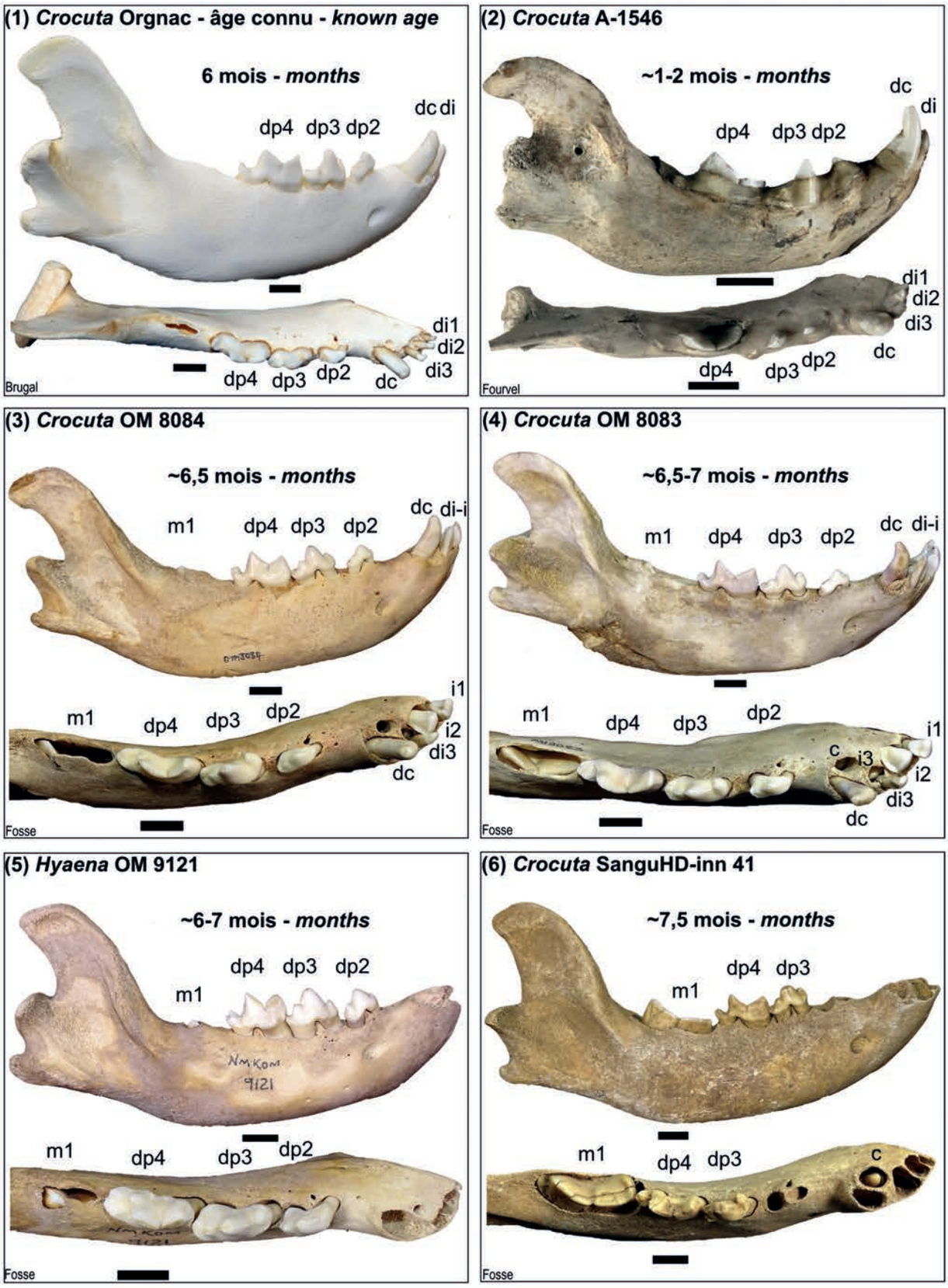
Chez *Crocuta* et *Hyaena*, les hémi-mandibules portent 7 dents, quel que soit le degré de croissance observé (dents déciduales enrobées de la gomme gingivale [A 1546], dents de lait complètement sorties [Orgnac, OM 7549, OM 8083]), à savoir : 3 di, 1 dc et 3 dp (dp2, dp3, dp4), soit 14 dents inférieures au total. Sur les crânes, l'alvéole circulaire, présente en arrière de dC (OM 7549, OM 8541, OM 9121 (côté droit), SanguoD-inn-41), correspond à la P1 (non conservée sur ces échantillons) et non à la présence d'une dP1 (Reynolds 1902 ; Ehrenberg 1938). Les hyénidés modernes et pléistocènes ont par conséquent une denture lactéale composée de 28 dents (Dawkins 1865 ; Friant 1968 ; Bonifay 1971 ; Clot 1980).

Les estimations des âges individuels pour des échantillons modernes et pléistocènes reposent sur la correspondance entre les stades décrits par Mills (*cf. supra*) et la description du seul spécimen d'âge connu disponible (hyène captive). Les mandibules décrites ci-dessous sont rangées par stade ontogénétique, à partir de ce spécimen d'âge réel :

- la Md d'Orgnac (*Crocuta*) âgée de 6 mois, ne montre que des dents lactéales, toutes complètement sorties et fonctionnelles, sans aucune évidence d'éruption de dents permanentes (i ou m1). Les di1- di3 présentent une usure modérée (**pl. 1.1**). La couronne de dc est haute et bien dégagée du corps mandibulaire. Entre di3 et dc, une très légère ouverture dans l'os mandibulaire, de taille et de morphologie comparables à un foramen, apparaît et correspond à la mise en place de c. De manière similaire, une seconde alvéole s'ouvre sur le bord lingual de la mandibule, entre les deux racines de dp2 ; celle-ci correspond aux premiers signes du développement de p2. Les trois dents déciduales jugales, biradiculées, ne présentent aucune usure, ni sur les faces occlusales des deux premières (dp2, dp3), ni sur les protoconide et paraconide de la carnassière (dp4). À l'arrière de cette dent, l'alvéole de m1 est nettement ouverte mais la dent est encore profondément logée dans le corps mandibulaire. La longueur de la mandibule est de 118,0 mm (**tabl. 1**). Ce degré d'éruption dentaire est nettement antérieur au premier stade décrit par Mills (1982) correspondant à des spécimens (*Parahyaena*) de 8 mois (*cf.* stade 4 *supra*). Les couronnes des dp sont hautes et non usées (dp2 : 5,9 mm, dp3 : 10,0 mm ; dp4 : 9,3 mm respectivement). La Md d'Orgnac illustre la dernière phase où seule la denture déciduale est en place et peut être rangée dans une phase terminale de l'interstade 2-3 en raison de l'absence de m1.

Par comparaison avec cet échantillon, les mandibules qui ne présentent que des dp en cours d'éruption et/ou sorties ainsi que la m1 non apparente (alvéole obturée/ouverte) ont été rapportées à un âge antérieur à 6 mois :

- la Md A-1546 (*Crocuta*) comprend di1- di3 totalement sorties alors que les protoconides (dp2, dp3) et paraconide (dp4) des dents déciduales jugales percent à peine un haut ruban de gomme gingivale (**pl. 1.2**). La carnassière inférieure (dp4) en éruption étant inclinée vers l'avant, le protoconide est systématiquement plus haut que le paraconide et sort en premier du corps mandibulaire. Sur ce spécimen, bien à l'arrière de dp4, apparaît une



— PLANCHE 1 —

Mandibules d'hyène moderne (*Crocuta, Hyaena*) avec remplacements dentaires. Voir texte pour explications. Échelle (barre noire = 1cm).

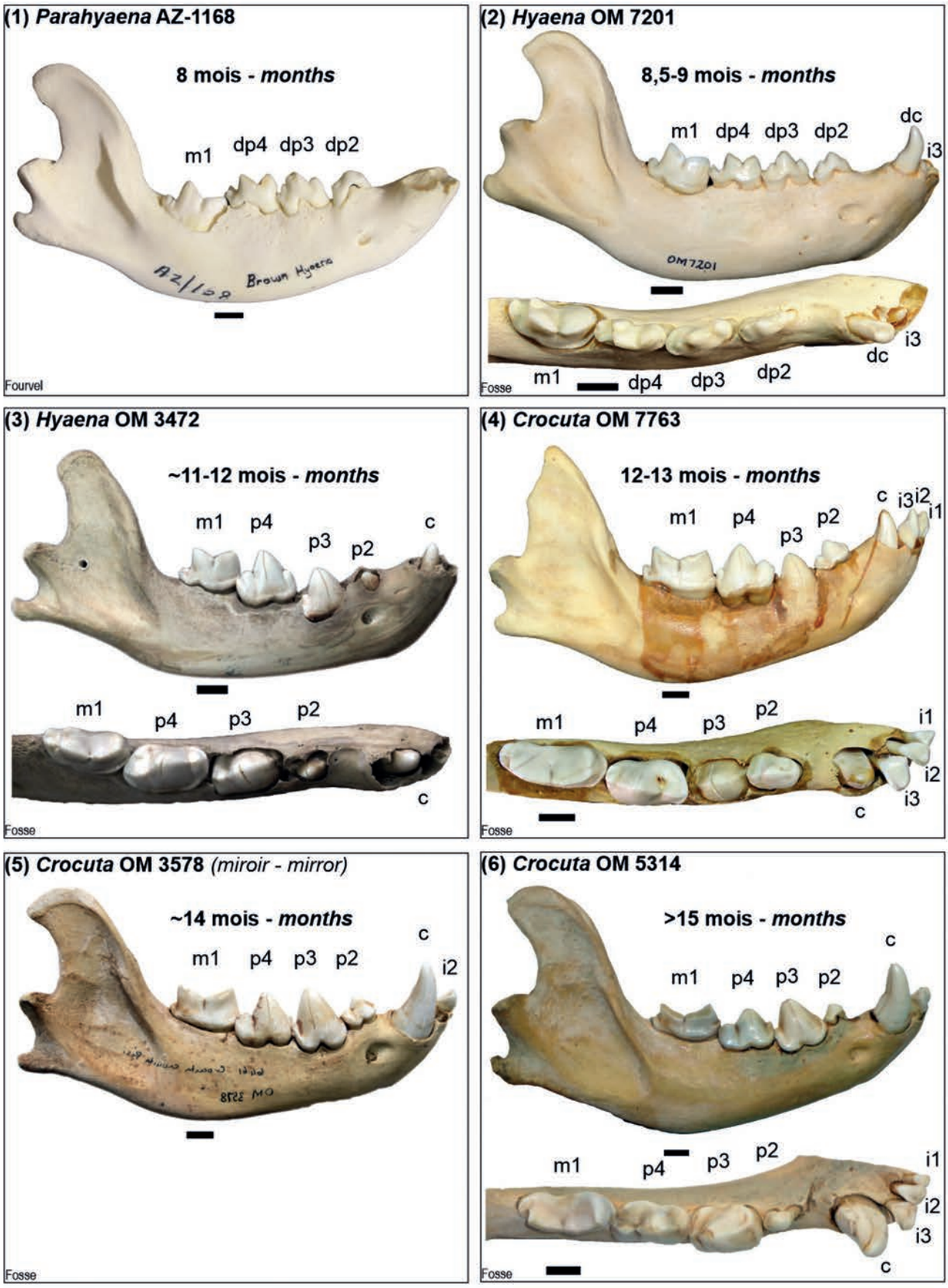
Extant hyena (Crocuta, Hyaena) *mandibles with tooth replacements. See text for explanations. Scale (black bar = 1cm).*

ouverture rectiligne ténue qui pourrait peut-être correspondre, rétrospectivement, soit à une détérioration mécanique lors de la préparation de l'échantillon (tête osseuse remontée), soit à l'alvéole de la carnassière permanente (m1) (mais *cf. infra* remarques pour les mandibules LVIV-15154 et LVIV-13915). Aucune trace d'alvéole en formation n'est visible pour c ou p2. L'âge attribué à cette mandibule, longue de 65 mm (**tabl. 1**), est de 1 à 2 mois et correspond au stade 2.

- la Md OM 8084 (*Crocuta*) est comparable au spécimen d'Orgnac par la très faible usure des paraconide et protoconide de dp4 (**pl. 1.3**) ; cependant, i1 est en fonction, i2 n'est pas encore complètement sortie et di3 est toujours en place, flanquée en arrière par le début de la formation de l'alvéole de i3 (apex observable au fond de sa loge). La dc, usée, tend à s'extraire de l'os mandibulaire tandis que l'alvéole de c commence à se développer. L'alvéole de p2, située entre les racines de dp2, n'a que peu changé comparativement à la Md d'Orgnac. L'apex du protoconide de dp3 est nettement usé (hauteur de la couronne : 7,8 mm) alors que les paraconide et protoconide de dp4 le sont à peine. Cette différence est peut-être le résultat de modes d'usure distincts, occlusal chez dp3 et vestibulaire chez dp4. La mandibule mesure 125-130 mm et la branche montante est de taille comparable à celle du spécimen d'Orgnac (**tabl. 1**). Ce spécimen pourrait appartenir à un individu de 6,5 mois d'âge individuel environ. La mise en place des premières dents permanentes (i) apparaît au stade 3.
- la Md OM 8083 (*Crocuta*) est à un stade de croissance très proche de OM 8084 et possède les trois dp ; l'extrémité postérieure du protoconide de la m1 dépasse à peine le support mandibulaire (**pl. 1.4**) ; i1 et i2 sont totalement sorties, di3 et dc sont encore en place ; i3 est en cours d'éruption et est nettement plus visible que chez OM 8084 ; l'alvéole de c, ouverte, en position interne par rapport à dc, semble à un stade plus avancé que chez OM 8084 ; c est encore profondément enchâssée dans le corps mandibulaire mais demeure visible. Les couronnes de dp2 et dp3 sont usées (hauteurs respectives : 4,6 mm et 7,3 mm) et dp4 présente une aire d'usure modérée sur les paraconide et protoconide (hauteurs respectives : 6,8 mm et 7,6 mm). L'élément distinctif premier entre OM 8084 et OM 8083 est le niveau d'éruption de la m1 (bien plus avancé chez OM 8083). La m1 est largement visible en vue occlusale (paraconide et protoconide principalement) au travers de son alvéole, qui est ouverte sur la quasi-totalité de la longueur du trigonide. Les mesures sur la mandibule sont globalement superposables à celles d'OM 8084 (**tabl. 1**). La présence de di3 ainsi que la position de la m1 dans le corps mandibulaire suggèrent un âge très légèrement plus avancé que OM 8084, soit 6,5-7 mois.

À partir de ce stade, la m1 commence à sortir et les mandibules peuvent être rangées dans une autre étape ontogénétique :

- la Md OM 9121 (*Hyaena*) porte dp2, dp3 et dp4 (**pl. 1.5**). Aucune dc ou di n'est présente (chute accidentelle ?) et aucune i ou c n'apparaît au fond des alvéoles. L'extrémité postérieure du protoconide de la m1 est en cours d'éruption, perçant à peine l'os mandibulaire ; l'ouverture est proportionnellement plus faible que chez OM 8084 et OM 8083 (*Crocuta*), dont les stades ontogénétiques sont sensiblement comparables. La carnassière de lait (dp4) est active ; la surface d'usure des paraconide et protoconide est assez importante au regard de OM 8084 et OM 8083, et pourrait sans doute refléter des modes de nourrissage distincts entre ces deux espèces de hyénidés (part de matière dure et de durophagie plus importante chez *Hyaena* ?). Les mesures mandibulaires sont comparables à celles des deux échantillons précédents (**tabl. 1**). Le niveau d'usure de la dp4 tend à première vue à suggérer un individu plus âgé que les précédents ; cependant, le faible degré d'ouverture des alvéoles de m1 et de c ainsi que l'absence des i1 et i2 supposent un individu d'âge au mieux équivalent. Les comportements de *Hyaena* et *Crocuta* diffèrent, aussi bien dans le mode d'acquisition de la ressource animale (part d'acquisition secondaire) que dans le type de ressource exploité (degré de durophagie). Ces éléments peuvent avoir une incidence tant sur les modes de nourrissage des jeunes individus non sevrés (niveau de lactation, part des matières dures, différence de niveau d'usure des d) que dans le développement même des hyénons. Ce spécimen est attribué à un individu de même âge que OM 8084 et OM 8083, soit entre 6 et 7 mois.
- sur la Md SanguHD-inn-41 (*Crocuta*), dp3 et dp4 sont présentes mais usées, et l'éruption de la m1 est clairement en cours puisque le bord supérieur du trigonide est observable hors de l'os mandibulaire et sur toute sa longueur (**pl. 1.6**) ; i1-i3 et dc ne sont pas conservées (chute accidentelle) mais les alvéoles attestent du remplacement effectif des di et de la non-expulsion de dc. Cette dernière alvéole (dc) est bordée lingualement de l'alvéole, en cours de formation, de c, l'apex de cette-dernière est visible en vue occlusale. La dp2 est relativement usée et tend à s'extraire du corps mandibulaire. Paradoxalement, l'alvéole de la future p2 demeure inchangée depuis les stades les plus précoces où elle a été observée (Md d'Orgnac). La couronne de dp3 est basse (usure) et sur la dp4, les plages d'usure sont très nettes sur les paraconide et protoconide. L'usure sur cette dent est toutefois moindre que sur OM 9121 alors que la m1 est à un stade d'éruption nettement plus avancé (couronne sortie d'environ 9,1 mm). Ce spécimen, qui présente des mesures mandibulaires nettement supérieures à OM 9121 (**tabl. 1**), peut être estimé à 7,5 mois d'âge individuel et pourrait être rangé soit à la fin du stade 3 soit au début du stade 4.
- la Md AZ-1168 (*Parahyaena*) porte les dp2, dp3 et dp4. Celles-ci accusent un fort niveau d'usure. Parallèlement, la m1 est en cours d'éruption (**pl. 2.1**). Les dp2 et dp3 ont des couronnes moins hautes que sur les échantillons précédents (respectivement 4,8 mm et 8,3 mm) alors que dp4 présente un paraconide et protoconide d'usure comparable. La m1 est largement sortie, le talonide émergeant de l'os alvéolaire. L'âge individuel estimé est d'au moins 8 mois, correspondant sensiblement au spécimen le plus jeune étudié par Mills (1982 : fig 1a). Cette mandibule, qui mesure 144,0 mm (**tabL. 1**), est raccordée au stade 4 (m1).
- sur la Md OM 7201 (*Hyaena*), en arrière de dp4, la m1 est complètement sortie, mais la couronne, orientée en contrebas de celle de dp4, n'est ni complètement en place ni active. La dc est toujours présente, précédée de i3 qui commence à sortir (**pl. 2.2**). L'alvéole de c n'est que très faiblement développée au regard des mandibules de *Crocuta* plus jeunes (OM 8084, OM 8083 et SanguHB-inn 41). Le développement de c et i3 est peut-être plus tardif chez *Hyaena* que chez *Crocuta* au regard de leur différence comportementale. L'usure, bien que modérée,



— PLANCHE 2 —

Mandibules d'hyène moderne (*Crocuta, Hyaena, Parahyaena*) avec remplacements dentaires. Voir texte pour explications. Échelle (barre noire = 1cm).

Extant hyena (Crocuta, Hyaena, Parahyaena) *mandibles with tooth replacements. See text for explanations. Scale (black bar = 1cm).*

est bien visible sur la dp4 (paraconide et protoconide). La mandibule, qui mesure 140 mm (**tabl. 1**), est attribuée à un individu de 8,5-9 mois (pas de p4, i3 commençant à sortir). Ce spécimen s'intercale entre les stades 1 et 2 de Mills (1982) et correspond au stade 4 décrit plus haut.

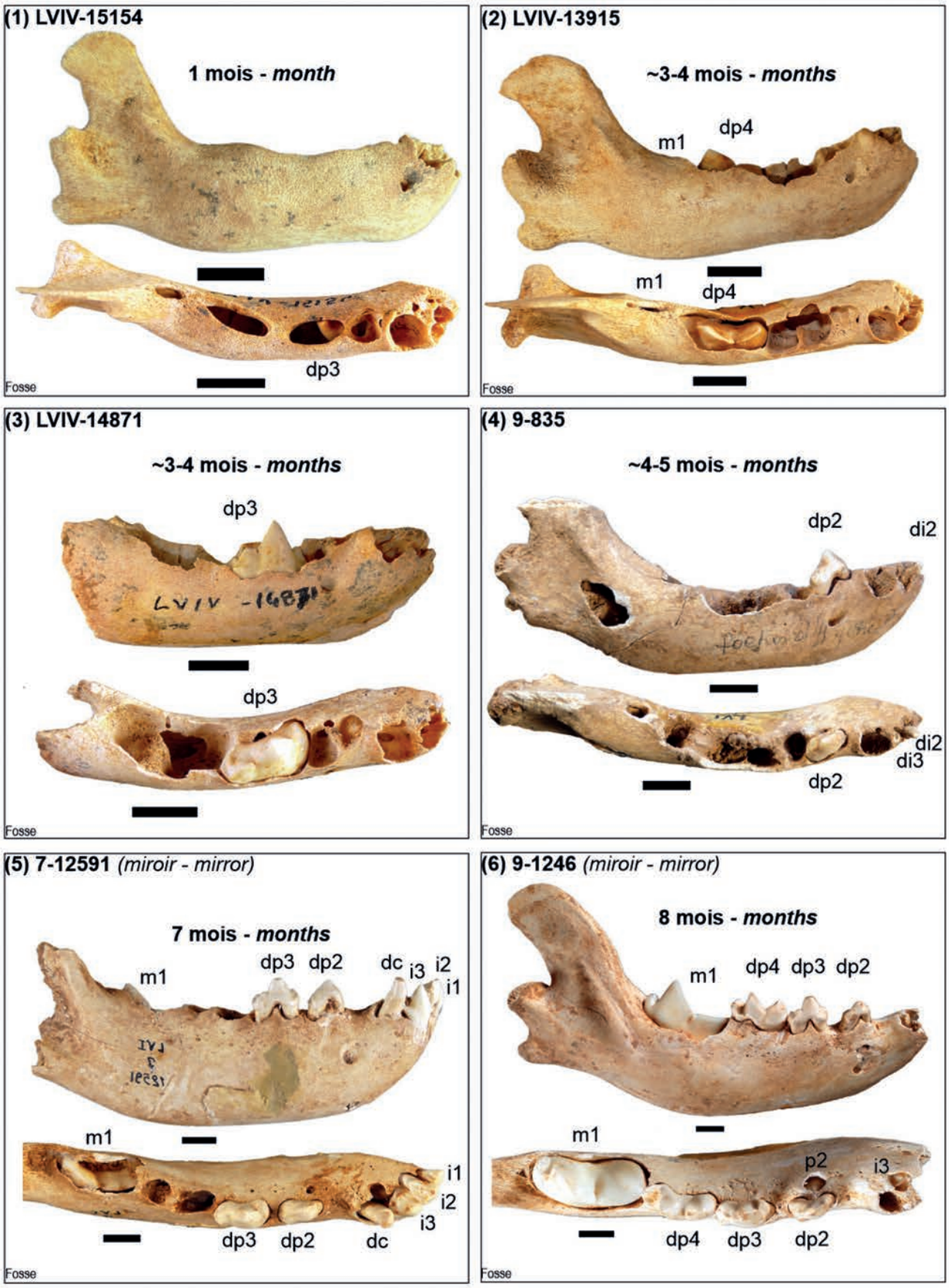
Les autres échantillons portent les dents permanentes totalement sorties. L'appréciation des âges repose sur le stade d'éruption de c et de p3, qui ont les couronnes les plus hautes. Ces mandibules correspondent aux stades 5-7 :
- la Md OM 3472 (*Hyaena*) est dépourvue de dents déciduales (**pl. 2.3**) et comprend les jugales permanentes à des stades d'éruption différents : m1 est totalement en fonction (très faible usure sur les paraconide et protoconide) avec la couronne au-dessus du corps mandibulaire ; p4 est également sortie, mais avec la base de la couronne légèrement en dessous de celle de m1, signifiant une expulsion presque aboutie mais pas complète ; p3 est en cours d'éruption avec le protoconide sorti d'environ un quart de sa hauteur totale alors que l'hypoconide est dans le corps mandibulaire ; p2 est encore totalement dans le corps mandibulaire mais l'extrémité du protoconide a ouvert l'os mandibulaire et va commencer à sortir ; enfin, à l'avant de cette série dentaire, c est en cours d'éruption, avec une couronne sortie d'à peine 15 % de sa hauteur totale. Cette mandibule permet de constater que p3 commence à sortir avant p2 et par conséquent plus tôt que ce qui avait été observé jusqu'à présent (Mills, 1982) ; p2 sera néanmoins totalement sortie avant p3, en raison des différences de hauteur de leur couronne. L'expulsion de p2 doit s'effectuer en 3-4 semaines, celle de p3 sur une période beaucoup plus longue (> 2 mois). L'âge de ce spécimen est attribué à un individu de 11-12 mois (m1 totalement sortie et éruption de p4 quasi complète) et prend place dans le stade 2 de Mills (1982) et le stade 5 décrit plus haut.
- la Md OM 7763 (*Crocuta*) présente i1, i2, i3, p2, p4 et m1 complètement sorties (la partie supérieure des racines de p4 est nettement visible, bien que cependant la restauration du spécimen soit à l'origine d'une erreur de positionnement de la dent), alors que c et p3 sont en cours d'éruption ; un tiers de leur couronne est au-dessus du corps de la branche horizontale de la mandibule (**pl. 2.4**) ; l'extrémité du protoconide de p3 est à égale hauteur de celles du paraconide de p4 ou du protoconide de p2 ; l'hypoconide est presque sorti. La mandibule a une longueur de 154,0 mm environ et une hauteur de la branche montante de 67,0 mm (**tabl. 1**). L'âge de ce spécimen est estimé à environ 13 mois (c en cours d'éruption avancé et p2 et p4 totalement sorties), soit un post-stade 3 de Mills (1982) et le stade 6 décrit plus haut.
- sur la Md OM 8571 (*Crocuta*), les éruptions de c et p3 sont légèrement plus avancées que sur OM 7763 (particulièrement visible sur c et l'hypoconide de p3, sorti) et p4 et m1 présentent des usures très modérées. La mandibule est de longueur comparable (~150,0 mm, **tabl. 1**). L'âge individuel est vraisemblablement de 13-14 mois (stade 6).
- la Md OM 3578 (*Crocuta*) possède toutes les dents permanentes sorties, depuis i2 jusqu'à m1 (**pl. 2.5**). Les couronnes de c et de p3 se détachent totalement de la branche horizontale mandibulaire et ne présentent aucune usure. La base de la couronne de p3 se situe légèrement en dessous de celles des autres dents jugales, mais avec un protoconide qui arrive au moins aussi haut que celui de p4. Les paraconide et protoconide de m1 présentent une usure évidente. La mandibule est légèrement plus robuste qu'OM 8571 (**tabl. 1**). Ce spécimen aurait un âge de 15 mois environ (c et p3 totalement éruptées), correspondant au stade 4 de Mills (1982 : fig. 1b) ou le stade 7 décrit plus haut.

Dès lors, l'avancée en âge se traduit par une croissance mandibulaire significative (longueur, hauteur et épaisseur des branches horizontale et montante) ainsi que par l'usure progressive des dents permanentes. Ce développement ontogénétique peut vraisemblablement être corrélé avec les tailles corporelles des individus vivants, les hyènes (*Crocuta*) atteignant leur poids adulte entre 12 et 18 mois (Kruuk, 1972). La présence de toutes les dents permanentes, mises en place à des dates (mois) différentes, se caractérise par des usures différenciées entre m1, sortie très tôt, et les prémolaires, notamment p3, en service bien plus tard ;
- la Md OM 5314 (*Crocuta*) illustre cette usure dentaire différentielle, par la présence de c non usée, i1-i3 avec usure évidente, p3 très modérément usée et m1 qui présente une bande d'usure bien marquée sur les paraconide et protoconide (**pl. 2.6**). Les p2 et p4, qui ont une couronne basse, présentent un stade d'usure moindre que p3 alors que ces dents sont sorties antérieurement. Cette mandibule a un âge supérieur à 15 mois, vraisemblablement entre 18 mois (*sensu* Van Horn *et al.* 2003) et 24 mois maximum (*sensu* van Jaarsveld *et al.* 1987) d'après la c. La mandibule présente des mesures (**tabl. 1**) et une morphologie (courbure basale de la branche horizontale sous m1, branche montante creusée) typiques des hyènes adultes. Les éléments postcrâniens ne sont pas complètement épiphysés (obs. pers.). L'observation radiologique d'une hyène tachetée captive de 24 mois (zoo de Thoiry), confirme le début d'usure sur toutes les dents jugales ainsi que l'ossification non terminée du squelette appendiculaire (obs. pers.).

Postérieurement à ce stade ontogénétique, toutes les dents s'usent, à des rythmes différenciés (hauteur des couronnes, régime alimentaire) tout au long de la vie, c'est-à-dire jusqu'à au moins 20 ans (Kruuk 1972 ; van Jaarsveld *et al.* 1987).

Spécimens pléistocènes

La grotte de Lunel-Viel a livré d'abondants restes (dentaires) d'hyène des cavernes (*Crocuta intermedia*), particulièrement bien conservés (Bonifay 1971). Quelques mandibules d'individus jeunes, juvéniles et subadultes sont complètes et permettent d'effectuer différentes observations et mesures :
- la Md gauche LVIV-15154 est le plus petit spécimen étudié. Aucune dent déciduale n'est présente, mais plusieurs alvéoles sont bien ouvertes et sont identifiées comme suit (**pl. 3.1**) : di1, di2, di3, s'inscrivant dans un triangle, à l'avant de l'alvéole ronde et profonde de dc ; à l'arrière de cette dernière, une alvéole sub-circulaire correspond à dp2, suivie de trois alvéoles étirées antéro-postérieurement. La première est attribuée à dp3, dont le sommet du protoconide est visible en vue occlusale. Cette alvéole est séparée de la suivante par un fort diastème. À l'arrière de celui-ci, une première alvéole, très allongée, est suivie d'une seconde, nettement plus petite. Ces deux



— PLANCHE 3 —

Mandibules d'hyène des cavernes de la grotte de Lunel-Viel avec remplacements dentaires. Voir texte pour explications. Échelle (barre noire = 1cm).

Cave hyena mandibles from Lunel-Viel cave with tooth replacements. See text for explanations. Scale (black bar = 1cm).

alvéoles correspondent à la dp4. Comme pour la carnassière permanente (m1), les paraconide et protoconide de la dp4 sortent quasiment en même temps du corps mandibulaire. La petite alvéole postérieure correspond à l'apex du protoconide, tandis que l'alvéole antérieure, très allongée, correspond au paraconide. La mandibule a une longueur de 60,8 mm ; la branche montante a une hauteur de 23,2 mm (**tabl. 1**). L'absence des dp en cours d'éruption suggère un âge antérieur à 31 jours (Pournelle 1965). Cet échantillon peut être rapporté à une phase terminale du stade 1 (~1 mois) ;
- une autre mandibule (LVIV-13915, droite) présente plusieurs alvéoles, postérieurement à dc, ouvertes (**pl. 3.2**) ; la première correspond à dp2, la deuxième, profonde et biradiculée, ayant porté dp3, la troisième dans laquelle est encore enchâssée dp4 (dont les sommets des protoconide et paraconide sont visibles en vues latérale et occlusale). Sur ce spécimen, une quatrième alvéole, se limitant à une étroite échancrure longitudinale (antéro-postérieure), annonce m1. Cette mandibule, plus robuste que LVIV-15154 (**tabl. 1**), confirme la formation de l'alvéole de la carnassière définitive (m1) très tôt. Ce spécimen est raccordé à l'insterstade 2-3 car dp3 devait être en cours d'éruption (alvéole béante) et la dp4 commence à sortir. En l'absence de référentiel moderne, l'âge individuel proposé est de 3-4 mois (dimensions mandibulaires intermédiaires à LVIV-15154 et 9-835 respectivement, *cf. infra*) ;
- la Md droite LVIV-14871 est partiellement conservée et apparaît similaire à LVIV-13915. Une seule dent, dp3, est présente, en cours d'éruption. Le protoconide est sorti alors que les extrémités des paraconide et hypoconide arrivent juste au niveau de l'os mandibulaire. L'alvéole de dp4 est largement ouverte, suivie d'une autre, correspondant à la m1 encore dans le corps mandibulaire (**pl. 3.3**). Cependant, de nombreux éléments morphologiques manquent en raison du mauvais état de conservation du spécimen (à l'origine d'ailleurs de la non-préservation des dp2 et dp4). Ce spécimen est également rapporté à l'interstade 2-3. De nombreux échantillons de la caverne Marie-Jeanne (4-19646, 4-19648, 9-19649 ...) présentent des stades de croissance similaires (premières phases d'éruption des dp3 et dp4, alvéole de m1 très petite) ainsi que des mesures tout à fait comparables (longueur : ~62 mm). Cette classe d'âge est bien représentée dans le registre pléistocène (Jimenez *et al.* 2021 ; Fosse *et al.* en préparation) ;
- la Md droite LV1 9-835, plus grande que la précédente (longueur infradental – condyle : 88,6 mm, hauteur de la branche montante : 16,9 mm), possède di2 et dp2 totalement sorties et non usées (**pl. 3.4**) ; di3 n'est identifiée qu'à partir de la racine cassée dans l'alvéole (stade d'éruption ?). Les alvéoles de dc, dp3 et dp4 sont ouvertes. À l'arrière de la deuxième alvéole de dp4, l'alvéole de m1 est en cours d'ouverture. Cette mandibule est attribuée au stade 2 (dp2 sortie) mais pourrait appartenir à un stade ontogénique postérieur, correspondant à un individu d'au moins 2 mois ;
- la Md gauche 7-12591 comprend i1, i2, i3 qui finit de sortir, dc, dp2 et dp3. À l'arrière de l'alvéole de dp4, le protoconide de m1 perce le corps mandibulaire (**pl. 3.5**). En vue occlusale, dp2 est non usée alors que le protoconide de dp3 l'est modérément. L'âge attribué est sensiblement plus jeune que le spécimen moderne SanguHD-inn 41 (paraconide de m1 non visible), soit environ 7 mois ;
- a Md gauche 9-1246, complète, porte dp2, dp3, dp4 usées, ainsi que m1 en cours d'éruption (**pl. 3.6**). Le paraconide de m1 arrive au niveau de l'os alvéolaire. Les alvéoles de p2 et de c ont pris de l'ampleur et l'apex des couronnes de ces deux dents permanentes sont observables dans le corps mandibulaire. Cette mandibule, plus robuste que la précédente (**tabl. 1**), est attribuée à une hyène âgée de 7,5-8 mois ou stade 4 (m1 en cours d'éruption).

D'autres mandibules (non illustrées dans la présente étude) portent des dents lactéales et se raccordent avec des spécimens modernes et/ou pléistocènes décrits ci-dessus, soit par la présence de (certaines) dents déciduales, soit par une denture mixte (mêlant dents déciduales et permanentes). Quelques spécimens permettent des observations intéressantes :
- la Md gauche 1-3196 comprend dp2, dp3 et dp4. Ces dents, notamment dp3 et dp4, sont très faiblement usées. La carnassière permanente (m1) est absente mais son alvéole est ouverte. Sur ce spécimen, dont le stade ontogénétique est comparable à OM 8083 ou OM 8084, la pointe de la couronne de la canine permanente (c) est visible tout au fond de l'ouverture alvéolaire. L'âge individuel attribué est d'environ 7 mois ;
- la Md droite 9-1358 est composée de dp2, dp3 et dp4. L'usure est proportionnellement plus forte sur dp4 que sur dp3 et est absente sur dp2. Les hauteurs de couronnes croissantes entre premières et dernières dents des rangées jugales et l'utilisation plus soutenue de la carnassière lactéale (dp4) depuis le changement de nourriture vers l'âge de 6 mois chez *Crocuta* (Kruuk 1972) expliquent vraisemblablement cette usure différenciée. Les hauteurs des couronnes (dp2, dp3) et la faible usure sur m1 (uniquement sur le protoconide) sont comparables aux spécimens modernes OM 8083 et OM 8084. En vue mésiale, i3 est présente, encore assez profondément dans son alvéole. L'âge attribué est donc de 7 mois environ ;
- la Md droite 6-12158, complète, est encore incrustée dans le sédiment et se compose de dp2, dp3 et dp4, ces deux dernières dents étant usées. Le protoconide de la m1 est en cours d'éruption. À l'avant, i1 et i2 sont présentes, totalement sorties. Après l'alvéole cassée de (d)i3, la couronne de la canine permanente (c) est très nettement visible à la faveur d'une cassure de l'os, et occupe toute la hauteur de la branche horizontale. La mandibule a une longueur minimale de 115,0 mm (branche montante cassée) (**tabl. 1**). L'usure des dp, sensiblement plus forte que sur 7-12591, suggère un âge plus avancé, vers ~7,5 mois. Cette mandibule est associée à une portion de maxillaire qui porte également des dents déciduales. Ce spécimen permettra de corréler les dentitions inférieures et supérieures ;
- la Md gauche 2-4534 présente la dp3 usée, sous laquelle apparaît p3 (os mandibulaire cassé), dont l'imposante couronne occupe toute la hauteur de la branche horizontale. À l'arrière de l'alvéole de dp4, m1 est en cours d'éruption, avec le protoconide nettement plus haut que le paraconide. Le stade ontogénétique de cette mandibule est comparable à celui de SanguHD-inn-41, soit autour de 8 mois environ.

La plupart des mandibules d'âge plus avancé, correspondant aux degrés successifs d'éruption de la couronne de p3, ne possèdent que peu de dents encore en place. L'apparition de p3, dent extrêmement proéminente, sur

une branche horizontale encore courte et peu épaisse, fragilise la conservation de toutes les dents jugales dans le registre fossile. Quelques spécimens permettent néanmoins des observations :
- la Md 9-1228 est une portion horizontale qui porte les trois dernières dents jugales. Une cassure de l'os (face vestibulaire) permet de voir p3 et p4 encore enchâssées dans leur support osseux alors que m1 (paraconide et protoconide) sont en cours d'éruption (**pl. 4.1**). L'apex de la couronne de p3 est situé plus haut que celui de p4, perçant à peine l'os mandibulaire. L'âge proposé est de 10 mois environ (stade 5). Les premiers signes d'éruption de p3 pourraient donc être mis en évidence à cet âge d'une part et antérieurement à p4 d'autre part ;
- Md 1-3-12267 se compose de la partie postérieure d'une mandibule droite et porte p4 et m1 (**pl. 4.2**). Cet échantillon apparaît intéressant en raison des degrés d'éruption respectifs de la dernière prémolaire, pas complètement terminé et celui de la m1, achevé (aucune usure). La branche horizontale est encore basse. L'âge individuel de ce spécimen est d'environ 11 mois (p4).
- sur la Md droite 9-846, c, p2 et p3 sont présentes avec p3 presque totalement sortie (hypoconide nettement au-dessus de la branche horizontale) et c, dont la couronne n'est pas encore complètement en fonction. Au regard de l'aspect des alvéoles de la p4, celle-ci devait *a priori* être complètement sortie de la mandibule. Cette dent termine donc le cycle des éruptions dentaires (**pl. 4.3**). L'âge individuel est estimé à moins de 12-13 mois ;
- une autre mandibule, Md 4-1630 (gauche), est proche morphologiquement de l'échantillon précédent ; la présence de p4, totalement sortie (**pl. 4.4**), permet de constater que la couronne de p3, haute et volumineuse, arrivera en dernier au niveau de celles des autres dents jugales. Cette mandibule appartient également à un individu de 12-13 mois ;
- la Md 5-13542 est similaire à 9-846 pour les stades d'éruption des dents jugales ; la différence principale réside dans la branche montante plus robuste et creusée, évoquant dorénavant les individus adultes (**pl. 4.5**). C'est vraisemblablement à partir de cet âge (~14 mois) que la croissance mandibulaire est la plus forte afin d'aboutir vers 24 mois à la morphologie caractéristique des mandibules d'hyène adulte (branche horizontale haute entre p3 et m1, branche montante avec dépression massétérique profonde ; Biknevicius, Leigh, 1997). Cette mandibule a une longueur de 173,3 mm (**tabl. 1**) ;
- la Md droite 5-2276 possède p2 et p3 totalement sorties (**pl. 4.6**). Tout comme pour 9-846, les alvéoles des p4 et m1 attestent de la mise en fonction de ces dents. En outre, l'usure présente sur la p3 suggère que les p4 et m1 devaient être actives et elles aussi marquées par un certain degré d'usure. La branche horizontale, qui a le profil basal convexe sous m1, a une longueur (cassée base i3 – condyle) de 174,1 mm (**tabl. 1**). L'âge individuel est estimé à 14-15 mois, soit le stade 4 de Mills (1982) ou le repère 7 (*cf. supra*).

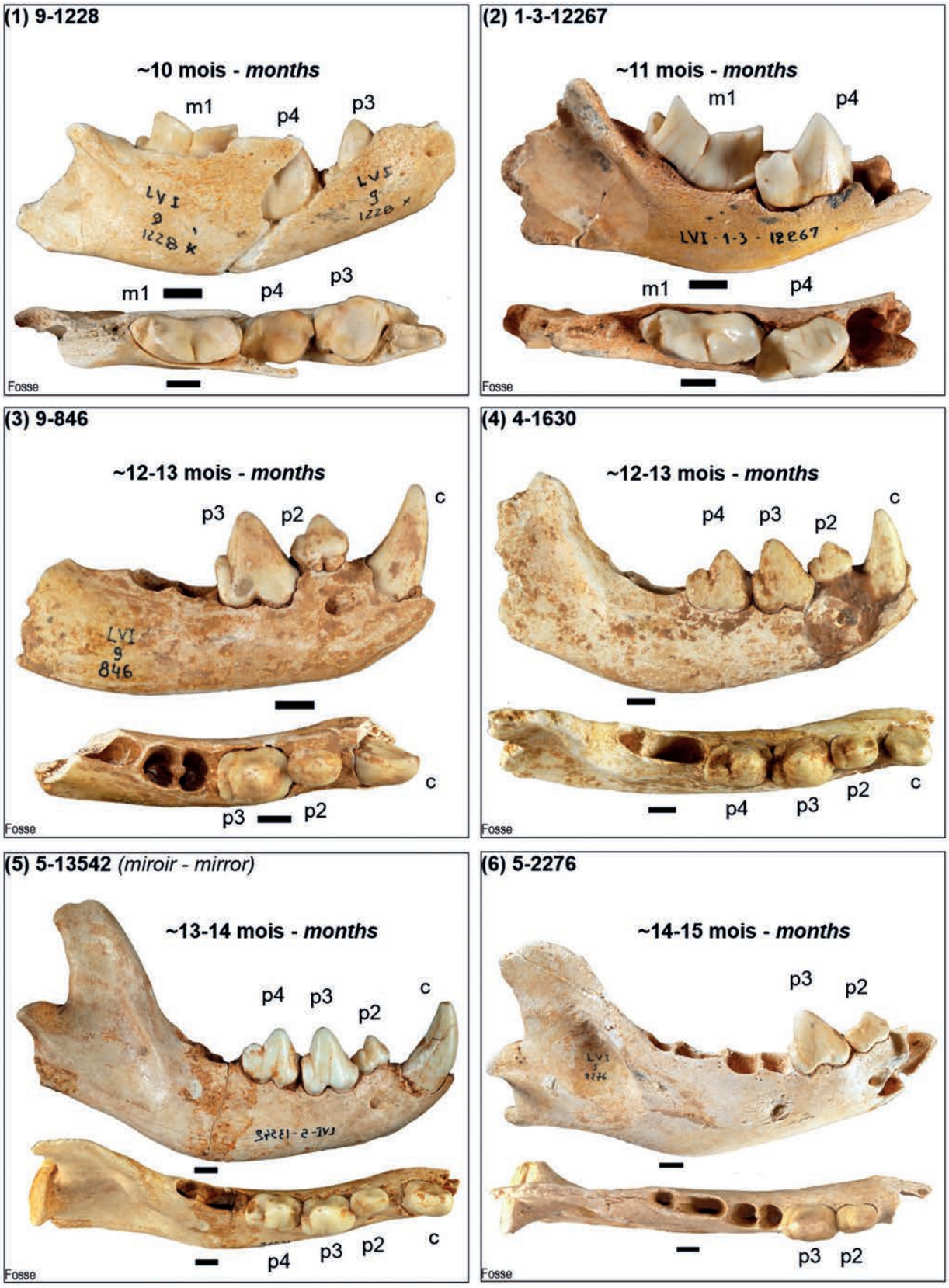
Dans cette collection, 40 autres mandibules (sub)complètes permettent d'estimer des classes d'âge postérieures, pour les individus adultes – séniles (étude photogrammétrique en cours).

DISCUSSION

Cette étude comparative d'échantillons modernes et pléistocènes valide les observations antérieures (Mills 1982) et appelle parallèlement de nouvelles remarques. Un modèle complet des durées d'usage pour chaque dent déciduale (éruption, usure, expulsion) ne peut toutefois être encore présenté ; les mandibules modernes et fossiles étudiées peuvent principalement être rangées dans deux classes d'âge (6-8 mois et 12-15) mois mais ne correspondent pas à l'ensemble des stades de croissance successifs caractérisant les évolutions dentaires. En l'absence de spécimens d'âge réel entre 1 mois et 6 mois, le classement des mandibules (modernes et fossiles) repose sur le degré d'éruption et d'usure de chaque dent, la présence des alvéoles et les longueurs mandibulaires.

Pour l'ensemble des quinze premiers mois de vie, six classes d'âge peuvent être proposées, définies comme suit :
- la classe d'âge 1 est composée des mandibules d'une longueur d'environ 60 mm (hauteur de la branche montante : 20-30 mm), ne comprenant aucune dp sortie ou en cours d'éruption. Ces spécimens (*cf.* LVIV-15154) appartiennent à des nouveau-nés (0-1 mois) ou peut-être à des fœtus ou des mort-nés.
- la classe d'âge 2 rassemble les mandibules sensiblement plus grandes que les précédentes (L infradental – condyle : ~ 90,0 mm), portant des dp sorties mais non usées et/ou l'ouverture de l'alvéole de m1 (*cf.* 9-835). Ces spécimens correspondent à des hyénons d'au moins 3 mois d'âge individuel.
- la classe d'âge 3, qui regroupe de nombreux échantillons de Lunel-Viel, est caractérisé par des mandibules beaucoup plus grandes et robustes que celles des classes précédentes, une m1 présente à tous les stades d'éruption et l'absence systématique de prémolaires permanentes (*cf.* 9-1246). Les mandibules de ce groupe ont une longueur d'environ 135,0 mm. Quelques dents définitives percent (i1, i2, i3) ou arrivent juste sous la gencive (c). Ce stade, caractérisé par des changements alimentaires (lacté *vs* carné), comprend les dp qui s'usent progressivement puis tombent (dp2, dp3). Cette classe rassemble les individus estimés à 8-9 mois d'âge individuel.
- la classe d'âge 4 est individualisée à partir des mandibules qui présentent les éruptions des prémolaires permanentes. Sur ces pièces, dp4 fortement usée est encore présente, mais est vite remplacée par p4. Cette prémolaire sort successivement avant p3 et p2. Cette classe d'âge correspond à des individus de 10-<12 mois.
- la classe d'âge 5 est composée de mandibules qui portent p2, p4 et m1 totalement sorties et c ainsi que p3 en cours d'éruption. Cette classe d'âge correspond à des individus d'environ 1 an (~12 mois).
- la classe d'âge 6 rassemble les mandibules présentant toutes les dents permanentes totalement sorties (*cf.* 5-2276) mais d'une longueur et d'une hauteur (branche horizontale) moindre que pour les spécimens d'âge plus avancé. De légères usures apparaissent déjà sur les protoconides de p4 et p3 (p2 intacte, en raison de sa couronne plus basse que p3).

Ces classes d'âge, qui pourront vraisemblablement être réajustées au fur et à mesure que des spécimens d'âge réel seront pris en compte, permettent d'évaluer les



— PLANCHE 4 —

Mandibules d'hyène des cavernes de la grotte de Lunel-Viel avec remplacements dentaires. Voir texte pour explications. Échelle (barre noire = 1cm).

Cave hyena mandibles from Lunel-Viel cave with tooth replacements. See text for explanations. Scale (black bar = 1cm).

proportions des individus non adultes dans les ensembles paléontologiques et de proposer une esquisse paléo-éthologique : la surreprésentation des jeunes (6-10 mois) et des juvéniles (~12 mois) correspondrait à des *communal dens* (Canyars : Jimenez *et al.* 2019 ; Lunel-Viel), où hyènes adultes et hyénons cohabitent, alors que la prédominance des classes les plus jeunes (0-6 mois) au sein d'une population importante (Caverne Marie-Jeanne : Jimenez *et al.* 2021) pourrait être le reflet d'occupations récurrentes par des hyènes individuelles, suitées (*birth dens*). D'autres approches (dynamiques des populations) et d'autres méthodes (X-ray systématiques) permettraient également de préciser ces observations.

CONCLUSIONS

Les descriptions des échantillons modernes et pléistocènes livrent des informations concernant la séquence et la chronologie des éruptions dentaires. Il ne semble pas y avoir de différences majeures dans la chronologie de sortie et d'usure des dents lactéales et des dents jugales entre les taxons considérés. Malgré le manque de données disponibles sur les âges réels, il est possible de proposer une grille analytique et de préciser les âges individuels des hyénidés dans les collections muséales. Une lecture ontogénétique peut alors être proposée. Ce premier travail sur les mandibules autorise une application au registre fossile (hyène des cavernes *l.s.*).

Les études sur l'ontogénie dentaire se poursuivent, afin de corréler dents inférieures et supérieures, lactéales et définitives (étude photogrammétrique complétée d'une analyse 3D et des calculs de mesures linéaires ou surfaciques pour les hauteurs ou usures de chaque dent (Agisoft Metashape et CloudCompare), travail en cours de finalisation) ainsi que squelette crânien et ossification des éléments appendiculaires (collections Orgnac, Nairobi). Il est d'ores et déjà possible de montrer des tendances globales, et comparables, d'ordre supra-générique et supra-spécifique. La recherche de spécimens d'âge connu est un prérequis à ce type d'analyse. Cette étude ne constitue qu'un premier essai pour affiner les séquences d'éruption et d'usure dentaires existantes. Ces approches ont pour objectif de préciser la structure démographique des populations d'hyènes dans les repaires fossiles, la restitution des âges pour les dents isolées, souvent très nombreuses dans les sites, afin de mieux préciser la quantification des ensembles osseux (ex. NMI). À terme, ces études sur les âges individuels à partir des restes dentaires et osseux pourraient être appliquées pour l'ensemble des hyénidés plio-pléistocènes d'Europe et d'Afrique, et reconstituer notamment la paléoéthologie d'une espèce (*Crocuta*) – particulièrement emblématique des associations pléistocènes en Europe de l'Ouest et souvent en compétition avec les groupes humains paléolithiques.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les organisateurs de ce colloque d'avoir accepté cette contribution originale en hommage à Émilie Campmas. Les auteurs remercient le Musée départemental de Préhistoire d'Orgnac (Lydia Gambéri, Patricia Guillermin), le Musée national de Préhistoire (Jean-Jacques Cleyet-Merle, Nathalie Fourment, Peggy Bonnet-Jacquement), le Muséum national d'histoire naturelle à Paris (Cécile Callou, Joséphine Lesur), l'Institut royal des sciences naturelles à Bruxelles (Mietje Germonpré, Élodie-Laure Jimenez, Carole Paleco), le Musée royal d'Afrique centrale de Tervuren (Emmanuel Jansen), le National Museum of Kenya (M. Kibunjia), le zoo de Beauval (Baptiste Mulot), le zoo de Thoiry (Maxime Collin et Tristan Ningler), Kay Holekamp (Michigan University) pour les autorisations d'étudier différentes collections et/ou les discussions fructueuses sur ce sujet. Les auteurs remercient Françoise Delpech ainsi qu'un relecteur anonyme pour leurs remarques constructives. Ce travail est en partie réalisé dans le cadre du PHC Franco-Kenyan CNRS-NRF PAMOJA (2019-2020) n°43102QA, de l'IRN 0871 CNRS-INEE TaphEN et du projet BETAF-C3 au RBINS (3ème appel SYNTHESYS financé par le H2020 Research Infrastructures Programme).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

BIKNEVICIUS A.R., LEIGH S.R. 1997 - Patterns of growth of the mandibular corpus in spotted hyenas (*Crocuta crocuta*) and cougars (*Puma concolor*). *Zoological Journal of the Linnean Society,* 120, p. 139-161.

BONIFAY M.F. 1971 - Carnivores quaternaires du Sud-Est de la France. *Muséum national d'Histoire naturelle (Paris), série C, Mémoires,* 21, 2, p. 43-377.

BRUGAL J.P., FOSSE PH., GUADELLI J.L. 1997 - Comparative study of bone assemblages made by recent and Plio-pleistocene hyaenids (*Hyaena, Crocuta*). *In:* HANNUS, L.A., ROSSUM, L., WINHAM, R.P. (Éds). *Proceedings of the 1993 Bone modification conference.* Archeology Laboratory Augustana College Sioux Falls, Hot Springs, Occasional publication n° 1, p. 158-187.

BRUGAL J.P. 2016 - Age classes chart from teeth in spotted hyena (*Crocuta crocuta*). *In:* 4th ICAZ Taphonomy Working Group Meeting "General to Specific Quaternary Taphonomy". Paris, France - 7-9th September 2016, Session 1: Methodological developments in Taphonomy, vol. abstr., p. 9.

CLOT A. 1980 - *La grotte de la Carrière (Gerde, Hautes-Pyrénées). Stratigraphie et paléontologie des Carnivores.* Université Toulouse Paul Sabatier, Thèse 3e cycle, 237 p.

DAWKINS B. 1865 - On the dentition of *Hyaena spelaea* and its variety, with notes on the recent species. *Natur. Hist. Review, N.S.*, 5, p. 50-96.

DITTRICH L. 1961 - Milchgebissentwiklung und zahnwechsel beim braunbären (*Ursus arctos*) und anderen Ursiden. *Gegenbaurs morphologisches Jahrbuch*, 101, p. 1-141.

DRIESCH A., von den, (1976) - A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites. *Peabody Museum Bulletins*, 1, 137 p.

EHRENBERG K. 1938 - IV. Die Höhlenhyäne. 1. Schädel und Gebiß. *Abhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien,* 17, 1, p. 24-130.

FRIANT M. 1968 - La dentition temporaire de l'hyène des cavernes. *Anthropologie (Brno)*, 6, 1, p. 37-42.

FRANK L.G. 1986 - Social organisation of the spotted hyaena (*Crocuta crocuta*). I – Demography. *Animal Behaviour*, 34, p. 1500-1509.

HOLEKAMP K.E., SMALE L. 1995 - Rapid change in offspring sex ratios after clan fission in the spotted hyena. *The American Naturalist*, 145, 2, p. 261-278.

JIMENEZ E.-L., GERMONPRÉ M., BOUDIN M. 2021 - New insights into cave hyena ethology and the implications for territorial competition with hominins in Late Pleistocene north-west Europe: the case of Caverne Marie-Jeanne (Belgium). *Journal of Quaternary Science*, 2021, p. 1-19.

JIMENEZ I.J., SANZ M., DAURA J., DE GASPAR I., GARCIA N. 2019 - Ontogenetic dental patterns in Pleistocene hyenas (*Crocuta crocuta* Erxleben, 1777) and their palaeobiological implications. *International Journal of Osteoarchaeology,* 29, p. 808-821.

KRUUK H. 1972 - *The spotted hyena: a study of predation and social behavior.* Chicago University Press, 335 p.

LEWIS M., WERDELIN L. 2022 - A Revision of the genus *Crocuta* (Mammalia, Hyaenidae). *Palaeontographica abt.*, A 322, 1-4, p. 1-115.

LINDEQUE M., SKINNER J.D. 1982 - A seasonal breeding in the spotted hyaena *(Crocuta crocuta,* Erxleben) in southern Africa. *African Journal of Ecology,* 20, p. 271-278.

LINDEQUE M., SKINNER J.D. 1984 - Size frequency analysis of tooth wear in spotted hyaenas *Crocuta crocuta*, *South African Journal of Zoology*, 19, p. 291-294.

MILLS M.G.L. 1982 - Notes on age determination, growth and measurements of brown hyaenas *Hyaena brunnea* from the Kalahari Gemsbok national park. *Koedoe* 25, p. 55-61.

POURNELLE G.H. 1965 - Observations on birth and early development of the spotted hyena. *Journal of Mammalogy*, 46, 3, p. 503.

REYNOLDS S.H. 1902 - A monograph of the British Pleistocene Mammalia: the cave hyaena. *Palaeontological Society,* II, part I, p. 1-25.

STINER M.C. 1994 - *Honor Among Thieves. A Zooarchaeological study of Neandertal Ecology.* Princeton University Press, 447 p.

TURNER A. 1981 - *The palaeoeconomy of British upper Pleistocene large predators and their prey.* PhD, University Sheffield, 421 p.

VAN HORN R.C., MCELHINNY T.L., HOLEKAMP K.E. 2003 - Age estimation and dispersal in the spotted hyena (*Crocuta crocuta*). *Journal of Mammalogy,* 84(3), p. 1019-1030.

VAN JAARSVELD A.S., HENSCHEL J.R., SKINNER J.D. 1987 - Improved age estimation in spotted hyaenas (*Crocuta crocuta*). *J. Zool. London*, 213, p. 758-762.

CARACTÉRISATION TAPHONOMIQUE D'ÉCOSYSTÈMES MODERNES : IMPLICATIONS POUR LA CONNAISSANCE DES ENSEMBLES ARCHÉO-PALÉONTOLOGIQUES LE CAS D'AGA DIMA (ÉTHIOPIE)

Jean-Baptiste Fourvel[a]

a. *LAMPEA - Laboratoire Méditerranéen de Préhistoire Europe Afrique, UMR 7269, MMSH, AMU, 5 rue du Château de l'Horloge, BP647, 13094 Aix-en-Provence - jean-baptiste.fourvel@univ-amu.fr*

RÉSUMÉ

Les ensembles archéo-paléontologiques sont souvent le fruit d'une association voire d'un mélange d'occupations et de dynamiques biologiques aussi nombreuses que variées. La caractérisation de ces assemblages ainsi que de leur dynamique de dépôt repose donc largement sur notre capacité à identifier les différents « *événements* » qui les composent. Reconnaître la diversité de ces « *événements* est donc un enjeu majeur de la recherche en archéologie préhistorique. Le recours au registre moderne et à la sériation de la diversité bioévénementielle est essentiel en vue de produire des modèles actualistes applicables aux ensembles fossiles. L'approche néotaphonomique menée récemment en Éthiopie (colline d'Aga Dima, Ziway) a permis de décrire la multitude de bioévénements se déroulant dans un cadre géographique restreint : occupations humaines, animales, relations inter- et intra-spécifiques. Ainsi, une séquence trophique complète est décrite depuis la mort d'un animal jusqu'à la collecte des restes par le porc-épic, en passant par la consommation par les hyènes. Cette caractérisation d'un écosystème moderne, sur la base d'approches mêlant éco-éthologie et taphonomie, permet de remettre en perspective et de préciser la caractérisation d'ensembles fossiles. Considérant le site plio-pléistocène de Kromdraai (Afrique du Sud), il est possible de reconnaître une multitude de bioévénements et d'agents taphonomiques (carnivores, oiseaux de proie, porcs-épics), similaires à ceux d'Aga Dima. Cependant, le cas d'Aga Dima nous renseigne sur les difficultés à attribuer une chronologie à ces événements passés composant peut-être une même temporalité.

HORS-SÉRIE

Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène

DÉCEMBRE 2022

THÈME 3 | L'apport des approches actualistes à une meilleure perception des relations humain/animal dans le passé

PAGES 332 À 341

MOTS-CLÉS Néotaphonomie, actualisme, modélisation, éco-éthologie, carnivores, Éthiopie

ABSTRACT

Taphonomic characterization of extant ecosystems: implications for the understanding of archaeo-palaeontological sites. The case study of Aga Dima (Ethiopia).

Archaeo-paleontological assemblages are often the result of an association or even a mixture of occupations and biological dynamics as numerous as they are varied. The characterization of these assemblages and their depositional dynamics depends largely on our ability to identify the different "events" that make them up. Recognising the diversity of these "events" is therefore a major challenge for research in prehistoric archaeology. The use of the modern record and the seriation of bio-events is essential in order to produce actualistic models applicable to fossil assemblages. The neo-taphonomic approach recently conducted in Ethiopia (Aga Dima Hill, Ziway) led to the description of the multitude of bio-events taking place in a restricted geographical framework: human and animal occupations, inter and intraspecific relations. Thus, a complete trophic sequence is described, from the death of one animal up to the bone collection by the porcupine, including the meat-bone consumption by the hyenas. This characterisation of a modern ecosystem, based on approaches combining eco-ethology and taphonomy, allows the characterization of fossil assemblages to be put into perspective and clarified. Considering the Plio-Pleistocene site of Kromdraai (South Africa), it is possible to recognise various bioevents (carnivores, birds of prey, porcupines), similar to those of Aga Dima. However, the case of Aga Dima highlights the difficulties to assign a chronology to these past events, which may be part of the same temporality.

KEY-WORDS Neotaphonomy, actualism, modelling, eco-ethology , carnivores, Ethiopia

INTRODUCTION

En archéologie comme en paléontologie, la notion de temps est un enjeu majeur. Cette dernière apparaît comme le fil conducteur des recherches menées sur le terrain lorsqu'il s'agit de démêler les différentes composantes, biologiques et/ou culturelles, formant les ensembles archéo-paléontologiques. Ce constat nous amène à proposer différentes chronologies.

La première étape qui guide la recherche de terrain demeure l'identification d'événements sur la base de l'association du matériel. Ce faisant, l'identification des différents bioévénements (est considérée ici comme bioévénement la multitude d'événements d'origine biologique conditionnant la mise en place ou la modification d'un assemblage archéo-paléontologique voire néo-taphonomique), qu'il s'agisse d'une occupation anthropique, de carnivore ou encore d'un terrier de rongeur, est un aspect fondamental de la dynamique temporelle d'un site. Identifier la(les) fonction(s) d'un site et la succession des événements qui le compose est donc une étape cruciale nous permettant d'inférer une première notion de chronologie au site.

Caractériser cette dynamique bioévénementielle ne peut se faire sans modèles interprétatifs, lesquels se fondent sur des observations modernes. La néotaphonomie remplit ce rôle (e.g. Binford 1981 ; Brain 1981 ; Fourvel *et al.* 2016 ; Cohen, Kibii 2015, 2019). Les écosystèmes modernes sont les réceptacles d'une multitude de bioévénements, qui pourront devenir à terme des gisements archéo-paléontologiques. Étudier ces écosystèmes et les ensembles osseux qu'ils renferment représente une opportunité pour I) caractériser les bioévénements et leur diversité, II) identifier les relations et associations entre les différents bioévénements et III) modéliser ces derniers afin de disposer de clés de lecture ouvrant la voie vers une meilleure compréhension de la complexité des contextes fossiles.

La recherche néotaphonomique entreprise sur la colline d'Aga Dima (Ziway, Éthiopie) est une contribution originale à cette thématique. Basée sur une prospection systématique, elle vise à proposer un modèle de la diversité bioévénementielle du secteur. Les résultats néotaphonomiques et éco-éthologiques obtenus sont mis en perspective et confrontés à un exemple de site archéo-paléontologique d'Afrique australe (Kromdraai Member 2, Gauteng, Afrique du Sud) afin d'évaluer la pertinence dans la reconnaissance de la diversité des bioévénements passés.

1 | AGA DIMA (ZIWAY, ÉTHIOPIE).

Cette étude de la colline d'Aga Dima, menée en 2018, fait suite à une première visite de la zone en 2010 en compagnie de C. Ménard (CFEE). En 2010, Aga Dima est apparue comme un cas tout à fait unique et propice à l'étude des relations Homme-Carnivores (hyène et d'autres espèces) dans un contexte écosystémique moderne, ouvrant sur la possibilité de développer des modèles néotaphonomiques et éco-éthologiques transposables aux ensembles archéo-paléontologiques. Sont observés en effet de très nombreux restes osseux dispersés sur et autour de la colline,

attestant d'une séquence de consommation complète, depuis l'acquisition primaire par les prédateurs jusqu'à la collecte secondaire, puis l'abandon par des collecteurs opportunistes (e.g., porcs-épics). En outre, les tanières d'hyènes et de porcs-épics étaient encore actives puisque occupées. En 2018, avec le soutien de F. Bon (UT2J-UMR 5608 TRACES) et A. Dessie (ARCCH), nous avons eu l'opportunité de participer à la mission de terrain « LSA sequence in Ethiopia », soutenue par le MEAE, afin de développer notre approche sur la colline d'Aga Dima.

Aga Dima est localisée approximativement à 150 km au sud d'Addis Abeba, à environ 10-15 km au sud-ouest du Lac Ziway et de la ville du même nom, voisine d'Adami Tulu (**fig. 1**). Le secteur situé entre Adami Tulu et Bulbula est connu pour sa richesse archéologique, en particulier en gisements Later Stone Age (LSA ; Bon *et al.* 2013). Aga Dima fait partie des zones prospectées et fouillées.

Il s'agit d'une colline de quelque 1 700 mètres d'altitude, d'environ 400 mètres de long (développement est-ouest) pour 300 mètres de large (développement nord-sud), qui couvre une surface approximative de 12,5 hectares. Cette colline est composée de trois petites buttes inter-connectées. Aga Dima, entourée de plaines, s'inscrit dans un environnement aride de savane arborée.

Si la faune sauvage, comprenant hyènes, porcs-épics, oryctéropes, lièvres, rapaces, etc., peuple la colline, la présence humaine est aussi importante. À ce titre, nous trouvons, au sud de la colline, un village d'éleveurs. Le bétail, sans être abondant, mais présent autour d'Aga Dima, est composé d'ânes, de chèvres et de bœufs. Par ailleurs, la richesse minérale de la colline est exploitée depuis quelques années ; la présence d'une carrière a eu un impact sur notre étude puisque le secteur concerné n'a pas pu être prospecté (**fig. 1**).

2 | MÉTHODE

Cette étude se fonde sur la mise en place d'une prospection systématique et d'un enregistrement exhaustif de l'ensemble des données néotaphonomiques et éco-éthologiques observables. La prospection s'est échelonnée sur quatre jours, entre le 13 et le 16 novembre 2018. L'ensemble des données a été géolocalisé via un GPS modèle Etrex 30x (Garmin©), régulièrement utilisé pour la marche à pied.

Afin de décrire au mieux ces bioévénements et de disposer de la donnée la plus fine possible en vue de modéliser les comportements, nous avons croisé et enregistré les données éco-éthologiques et taphonomiques. L'ensemble des informations collectées correspond à deux types

— FIGURE 1 —

Localisation d'Aga Dima (Ziway, Éthiopie) et photos de la zone d'Aga Dima. Carte réalisée par N. Frerebeau et photos de L. Bruxelles et J.-B. Fourvel.

Location of Aga Dima (Ziway, Ethiopia) and pictures of the Aga Dima area. Map generated by N. Frerebeau and pictures by L. Bruxelles and J.-B. Fourvel.

d'observations : les observations directes et les observations indirectes. Chaque observation reconnue comme un bioévénement est classée selon son type.

Les observations directes concernent les faunes vivantes, qu'il s'agisse d'oiseaux ou de mammifères, dans leur milieu naturel. Ces données, notamment lorsque l'identification spécifique est possible, permet le rapprochement entre faune observée et donnée néotaphonomique, ce qui est essentiel à la caractérisation du rôle taphonomique de chaque espèce ou de son incidence sur la mise en place ou la modification d'un assemblage préexistant.

Les observations indirectes regroupent une plus grande diversité de bioévénements. Il s'agit pour l'essentiel d'éléments caractérisant indirectement la présence ou l'impact d'une espèce donnée, comme, par exemple, la présence d'épines de porc-épic signant son passage. Pour l'essentiel, ces observations indirectes s'inscrivent dans quatre principaux sous-types : les éléments osseux isolés, les tanières ou terriers, les empreintes et pistes (mais aussi les épines de porc-épic et les plumes d'oiseau) et enfin les fèces. Lorsque cela a été possible, les données taphonomiques, ostéologiques et biologiques ont fait l'objet d'un enregistrement exhaustif (e.g., fonction, localisation, éléments osseux, espèce, âge, fragmentation, traces de dents, os digérés...). Le matériel osseux n'a pu être collecté en vue d'analyse en laboratoire, cependant chaque pièce a été manipulée *in situ* en vue d'un enregistrement de données exhaustif. De même, les différentes observations effectuées ont alors été rapportées à leur contexte de « mise en place », à savoir s'il s'agissait d'un repaire d'hyène, d'une cache ou tanière de porc-épic ou de petit carnivore, d'un nid (ou d'un pied de nid) de rapace, d'une zone de nourrissage ou simplement de restes osseux dispersés sur la colline, abandonnés après consommation.

3 | RÉSULTATS

Au cours des quatre journées de prospection, nous avons parcouru 17 km à travers la colline d'Aga Dima afin de repérer le maximum de bioévénements. Au total, ce sont 94 « waypoints » (ou points de passage-points remarquables désignant une localisation précise mémorisée dans un récepteur GPS), dont trois observations directes et 91 observations indirectes, qui sont enregistrés, chacun caractérisant un bioévénement (**Tab. 1**). Nous décrivons ci-dessous succinctement les différentes observations que nous avons réalisées et leur apport pour la modélisation de l'écosystème.

3.1. | Observations directes

À Aga Dima, nous avons fait trois observations distinctes reliant des espèces données à des ensembles osseux. Deux nids de rapace occupés ont été observés, nous permettant de relier les nichages avec les restes osseux retrouvés en pied de nid.

Un faucon *Falco* sp. a été observé nichant. Les restes de ses proies ont été identifiés au pied de la paroi (**fig. 2A**). Il s'agit de restes aviaires se limitant à des éléments de la cage thoracique décharnée et des ailes. Ceux-ci, réduits au bréchet, coracoïdes et ailes, présentent des traces d'impact de bec (et de serres ?) avec une morphologie triangulaire telle que déjà décrite pour d'autres oiseaux de proie (e.g., Montalvo *et al.* 2011). Le bréchet présente des marques anguleuses distinctes des traces de dents généralement produites par les prédateurs mammifères. Les faucons crécerelles, incluant pour l'Afrique de l'Est les espèces *Falco naumanni, Falco tinnunculus, Falco rupicoloides* et *Falco alopex*, sont essentiellement connus pour leur régime alimentaire composé d'insectes (e.g., Rodriguez *et al.* 2010 ; Kopij, Liven-Schulman 2012 ; Bijlsma, van Manen 2017), mais pouvant contenir une part non négligeable de proies aviaires (environ 7 % dans les registres modernes d'Afrique du Sud *in* van Zyl 1994 et jusqu'à 35 % pour ceux relevés en Algérie *in* Kaf *et al.* 2015). Une analyse taphonomique plus approfondie des restes aviaires issus de la prédation par les faucons apporterait de nouvelles clés de lecture pour les ensembles fossiles.

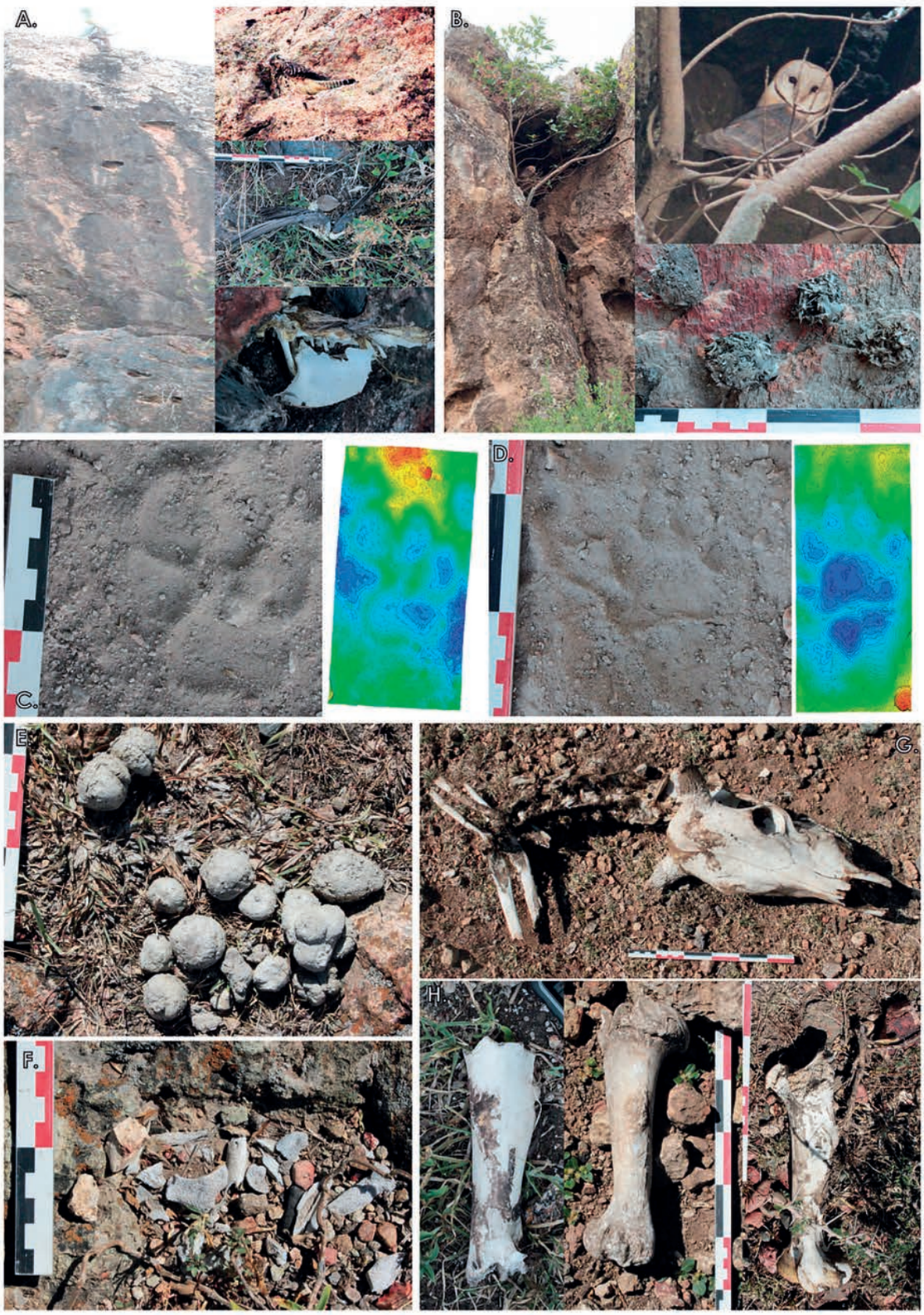
Une chouette effraie (*Tyto alba*) a été observée dans sa zone de nichage, en paroi (**fig. 2B**). Au pied de celle-ci, se trouve une nappe de pelotes de réjection à différents stades de préservation. Une partie des pelotes, les plus anciennes, est complètement désagrégée, entraînant la mise en place d'une réelle nappe d'ossements de rongeurs et de petits passereaux. D'autres pelotes, plus fraîches, sont bien préservées. En dehors de ces restes de micromammifères et de petits oiseaux, aucun autre élément osseux n'a été reconnu. Cette observation concorde parfaitement avec le comportement du rapace et les observations néotaphonomiques et écologiques qui ont déjà été produites (e.g., Pokines, Kerbis-Peterhans 1998 ; Nghipangelua, Lukubwe 2017 ; Denys *et al.* 2017).

Donnée spécifique	N. obs.	Donnée contextuelle	Type	N. obs.
Oiseaux	3	Nid	Nid inoccupé	1
			Nichage	2
Petits carnivores	9	Habitat	Caches	9
		Habitat	Repaire	5
		TOTAL HABITAT		***17***
			Site de nourrissage	33
			Restes abandonnés	21
Hyènes	79	***TOTAL RESTES ISOLES***		***54***
		Bioglyphe	Fécès	12
		Bioglyphe	Régurgitations	2
		Bioglyphe	Empreinte	6
		TOTAL BIOGLYPHE		***20***
Porcs-épics	3	Habitat	Tanière	3
TOTAL	***94***		***TOTAL***	***94***

TABLEAU 1

Diversité des bioévénements observés et enregistrés en lien avec chacune des données spécifiques (oiseau de proie, petit carnivore, hyène, porc-épic) et des données contextuelles.

Diversity of the observed and recorded bioevents related to each specific data (bird of prey, small carnivore, hyena, porcupine) and contextual data.



— FIGURE 2 —

Diversité des bioévénements enregistrés à Aga Dima (Ziway, Éthiopie). A. Nid de faucon et restes de proies ; B. Nid de chouette effraie et pelotes de réjection ; C. Empreinte d'hyène tachetée ; D. Empreinte de porc-épic ; E. Fèces d'hyène tachetée ; F. Régurgitation d'hyène tachetée ; G. Os isolé de type 1 (voir le texte pour plus de détails) ; H. Os isolés (voir le texte pour plus de détails). Photos : J.-B. Fourvel.

Bioevents diversity recorded at Aga Dima (Ziway, Ethiopia). A. Hawk nest and prey remains; B. Barn owl nest and pellets; C. Spotted hyena footprint; D. Porcupine footprint; E. Spotted hyena droppings; F. Spotted hyena regurgitation; G. Isolated bone, type 1 (see text for details); H. Isolated bones (see text for details). Pictures by J.-B. Fourvel.

La dernière observation directe concerne l'occupation effective d'une tanière par les porcs-épics (observation directe d'un adulte et au moins deux juvéniles) où l'on retrouve par la même occasion une importante accumulation osseuse pour laquelle des observations néotaphonomiques ont été réalisées (*cf. infra*).

3.2 | Observations indirectes

Les 91 observations indirectes représentent une importante diversité bioévénementielle. Elles intègrent aussi bien les restes osseux que les déjections et régurgitations, mais aussi les empreintes (ichnologie), reliefs du passage des différents agents.

L'observation et la caractérisation des empreintes sont primordiales à la reconnaissance des espèces occupant les différents espaces d'un écosystème lorsque celles-ci ne sont pas visibles directement. À Aga Dima, les empreintes d'un minimum de quatre espèces ont été reconnues. La majorité d'entre elles est rattachée à l'hyène tachetée *Crocuta crocuta* (**fig. 2C**) et au porc-épic *Hystrix cristata* (**fig. 2D**), tandis que les autres appartiennent à un petit félidé (? *Felis silvestris lybica*) et à un petit canidé, probablement un vulpiné. Les empreintes d'hyène et de porc-épic sont présentes surtout aux entrées de cavités, pour l'hyène essentiellement devant les repaires situés sur la colline ouest et pour le porc-épic au niveau du repaire de la colline est. Les passages d'un secteur à l'autre sont observés par la présence de sentes conservant parfois quelques empreintes, mais qui sont surtout associées à d'autres bioglyphes : des épines de porc-épic d'une part et des déjections d'hyènes (cf. *infra*) d'autre part.

Les déjections et les régurgitations imputables à des grands prédateurs sont attestées par quatorze enregistrements (**fig. 2E et F**). La morphologie des laissés, leur aspect et leur couleur blanchâtre les rapportent sans difficulté à l'hyène. Les régurgitations sont quant à elles constituées d'un petit amas osseux, d'une vingtaine ou d'une trentaine d'esquilles et de gabarits variables, comprises entre 20 et 50 mm et associées à des poils. Au même titre que les restes isolés de sous-type 2 (les os isolés dispersés aléatoirement dans l'espace, cf. *infra*), les déjections et régurgitations sont dispersées sur la colline. Aucune n'a été trouvée sur la zone tampon la séparant du village.

Les restes osseux isolés constituent l'observation indirecte la plus fréquente avec 54 occurrences (**tab. 1**). Il peut s'agir tout aussi bien d'un élément osseux isolé (p.ex. un humérus) ou de portions squelettiques articulées (p.ex. sections de vertèbres et ceinture pelvienne). On peut distinguer deux types de restes isolés en fonction de leur localisation : il s'agit des restes osseux isolés ou portions squelettiques retrouvés au bas de la colline (sous-type 1, n=33) et les vestiges abandonnés dans la colline même (sous-type 2, n=21). Le sous-type 1 correspond à l'ensemble des restes retrouvés au bas de la colline, sur la zone tampon séparant le village de la colline. Pour l'essentiel, il s'agit de faune domestique et de bétail (chèvre, bœuf et âne) qui sont principalement représentés par des restes crâniens ou du squelette axial (**fig. 2G**). Le sous-type 2 comprend l'ensemble des vestiges dispersés au hasard sur la colline. Il couvre une plus grande diversité spécifique incluant du bétail (e.g., âne) mais aussi de la mésofaune (e.g., lagomorphe, chat). Dans ce même groupe, la majeure partie des restes dispersés de faune de grande taille (e.g. âne) correspond à des os longs (**fig. 2H**).

3.3 | Caractéristiques des sites occupés, caches et repaires

Au total ont été identifiés neuf caches de petits carnivores, cinq repaires d'hyène et trois repaires de porc-épic.

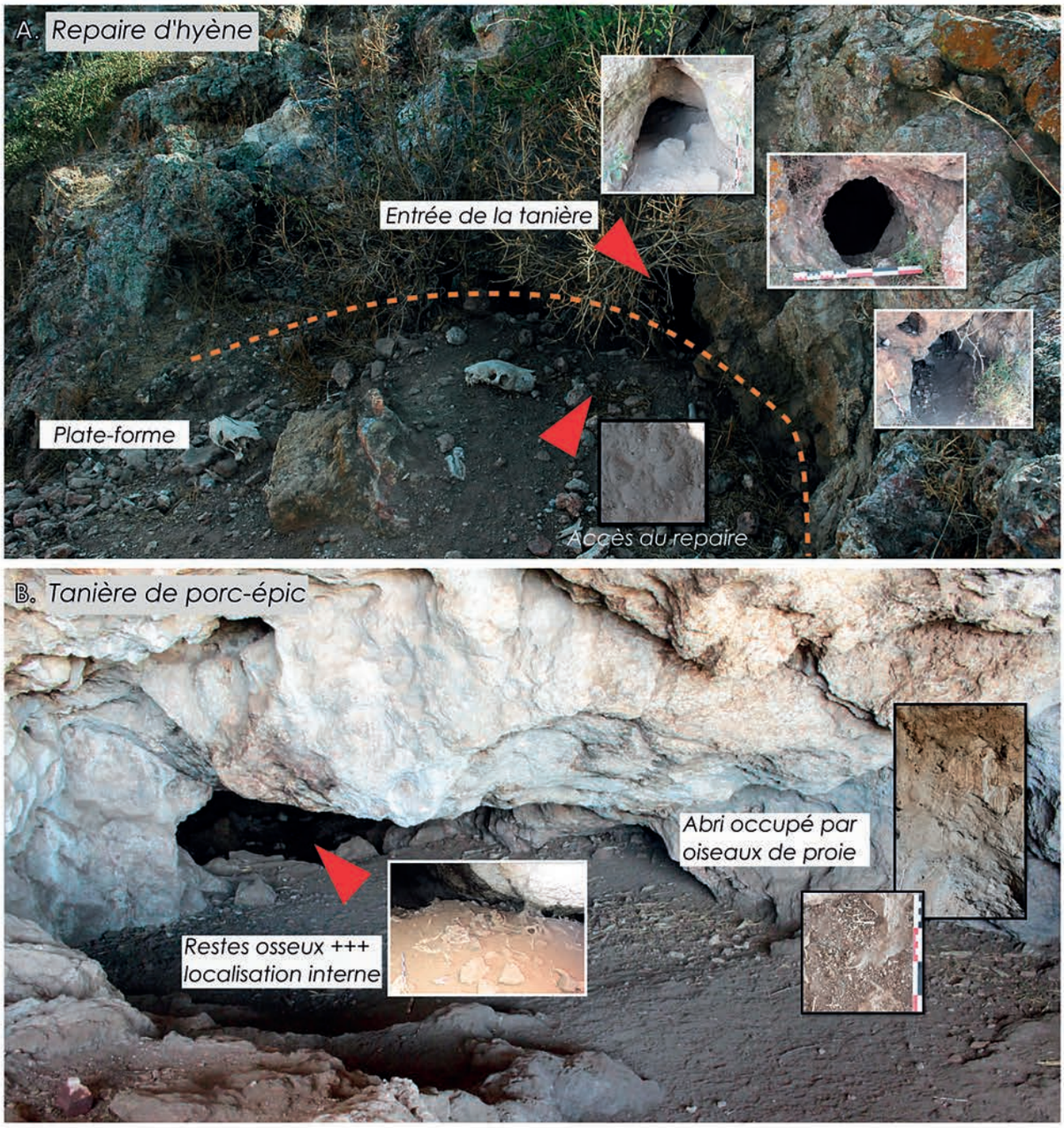
Les neuf caches de petits carnivores correspondent à de petits renfoncements généralement localisés sous des blocs rocheux et n'excédant jamais 1 m^2. Aucun matériel osseux n'y est présent, cependant une litière est systématiquement creusée et les empreintes bordant la cache autorisent l'attribution spécifique. À Aga Dima, les empreintes correspondent pour l'essentiel à du chacal voire plus probablement du renard, et à un petit félidé (*? Felis silvestris lybica*).

Les cinq repaires d'hyène sont tous localisés sur la butte ouest d'Aga Dima. Il s'agit pour l'essentiel de terriers avec de petites entrées (n'excédant pas le mètre de large et de haut). Le matériel osseux est dispersé sur les plates-formes avoisinantes des entrées des tanières (**fig. 3A**). Ces restes présentent systématiquement des traces de dents. Les tanières sont encore actuellement occupées par les prédateurs - comme en attestent les empreintes relevées dans les secteurs d'entrée - nous empêchant l'exploration des secteurs internes.

Les trois tanières de porc-épic sont quant à elles cantonnées à la butte est d'Aga Dima, avec un site en particulier, une cavité profonde renfermant une importante quantité de matériel osseux. L'entrée, large, autorise une exploration aisée de la cavité. Encore occupée par les porcs-épics (cf. supra, 4.1. Observations directes), nous avons limité l'exploration à la première chambre s'ouvrant sur environ dix mètres après l'entrée. On retrouve ici une salle volumineuse comprenant un important matériel osseux, généralement de grande taille, dont des crânes et des portions de colonne vertébrale et de ceintures pelviennes articulées d'âne et de bœuf. Aucun reste accumulé par le porc-épic n'est situé dans le secteur d'entrée (abri sous roche). Ce dernier, distinct du nichage de chouette effraie déjà observé (cf. supra, 4.1. Observations directes) est *a priori* principalement occupé par le rapace comme en attestent les abondantes pelotes de réjection et les traces de nichage (**fig. 3B**). La tanière de porc-épic reflète toute la complexité d'une séquence trophique. Considérant l'accumulation par ce gros rongeur comme la dernière étape de la séquence, nous avons retrouvé régulièrement une association de traces de carnivore et de rongeur sur les mêmes éléments osseux.

3.4 | Aga Dima, ou comment démêler une séquence trophique complète et complexe

La multitude des bioévénements n'est pas uniquement le reflet de la diversité faunique et des comportements au sein d'un écosystème donné. Elle est aussi le reflet des relations et interactions entre des phénomènes biologiques



— FIGURE 3 —

Tanière d'hyène et repaire de porc-épic d'Aga Dima. A. Tanière d'hyène ; B. Repaire de porc-épic. Photos : C. Ménard et J.-B.Fourvel.

Hyena dens and porcupine lair from Aga Dima. A. Hyena den; B. Porcupine lair. Pictures by C. Ménard and J.-B. Fourvel.

multiples à l'origine de la mise en place d'ensembles osseux qui pourraient devenir des gisements archéo-paléontologiques.

Ainsi à Aga Dima, à la lumière de la diversité des bioévénements identifiés, il est possible de restituer une chaîne trophique complète, depuis la mort d'un animal et l'acquisition de tout ou partie de sa carcasse par une espèce donnée, jusqu'à l'abandon définitif des ossements, qui représente l'étape ultime avant l'enfouissement, faisant basculer le matériel dans la thanatocénose et la taphocénose.

Une certaine dynamique bioévénementielle se dégage à Aga Dima concernant les espèces de grande taille (bétail, carnivore, rongeur de grande taille, communauté humaine). Cette dynamique s'articule autour de trois grandes étapes complémentaires, depuis la mort de l'animal jusqu'à son dépôt final (**fig. 4**) :

Étape 1 : La première étape concerne les activités humaines. Les restes des carcasses du bétail (bœuf, âne et chèvre), conséquence de leur exploitation ou d'une mortalité naturelle, sont abandonnés dans la plaine servant de zone tampon entre le village au sud et la colline au nord. L'essentiel du matériel trouvé dans cette zone correspond à des éléments du squelette crânien ou axial.

Étape 2 : Dans un deuxième temps, une partie de ces éléments (principalement des éléments des ceintures et du squelette appendiculaire) est collectée par des prédateurs, principalement des hyènes, comme en attestent les tanières et les relevés ichnologiques. Les restes collectés sont consommés puis abandonnés dans la colline, à proximité de sentes, ou devant la tanière.

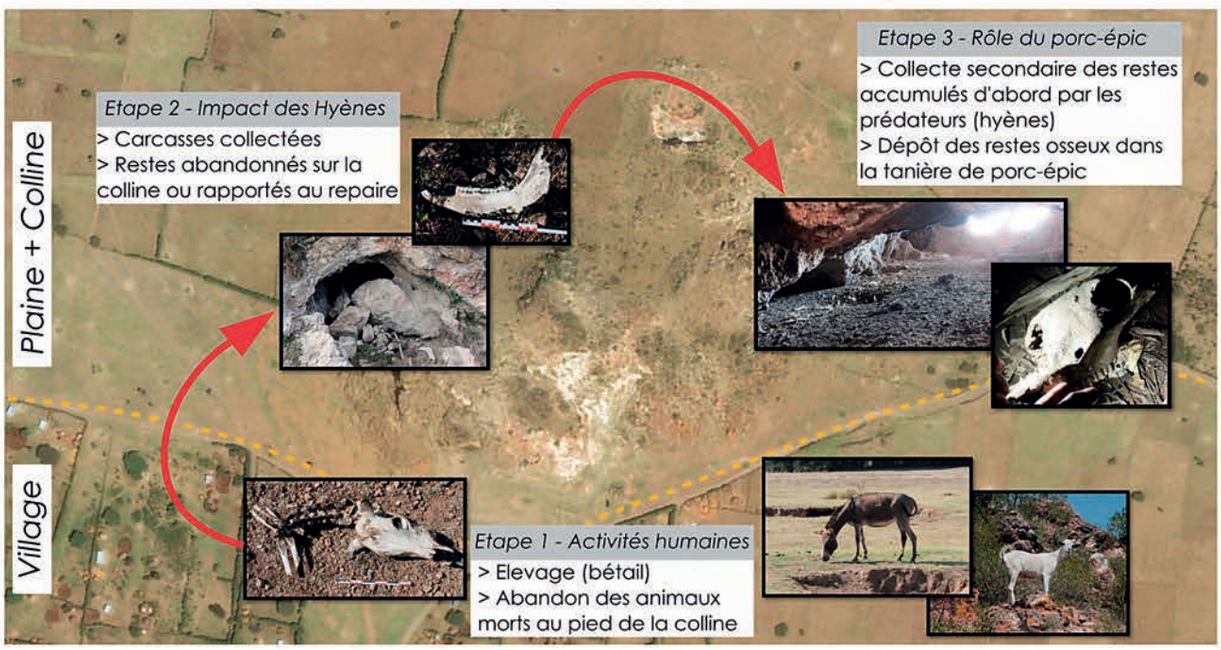
Étape 3 : Enfin, une partie des os abandonnés par les prédateurs est collectée par le porc-épic puis rapportée dans son repaire. Le matériel associe généralement des traces de rongement par le porc-épic et des traces de consommation par les carnivores. Une partie du matériel (crânien et axial) provient directement de la plaine (étape 1), correspondant souvent à des crânes et mandibules d'âne et de bœuf sans autre impact que celui du porc-épic.

4 | MODÉLISATION DES ÉCOSYSTÈMES ACTUELS, IMPLICATIONS POUR LES CONTEXTES FOSSILES

La modélisation d'écosystèmes modernes apparaît comme une clé de compréhension pour la caractérisation des ensembles fossiles, en particulier pour la reconnaissance et la définition de la dynamique trophique à l'origine de la formation des ensembles paléontologiques.

L'exemple développé ici met en perspective le gisement plio-pléistocène de Kromdraai (Gauteng, Afrique du Sud) au regard des observations néotaphonomiques et éco-éthologiques réalisées à Aga Dima. Connu depuis le début du XX^{e} siècle pour renfermer des restes paléoanthropologiques d'australopithécinés (*Paranthropus robustus*), Kromdraai fait l'objet de fouilles et recherches successives menées par Brain dans les années 1950 puis Vrba dans les années 1970, qui y démontrent toute la complexité des dépôts osseux, entre dynamiques naturelles (piégeage naturel) et implications de phénomènes biologiques (prédation, charognage) (Brain 1981 ; Vrba 1981 ; Vrba, Panagos 1982). Les fouilles récentes, menées depuis 2014, ont permis de préciser notre vision du site tout en soulignant sa complexité paléoécologique (Braga, Thackeray 2016 ; Braga *et al.* 2017 ; Fourvel *et al.* 2018).

Les Carnivores du membre 2 de Kromdraai B représentent à eux seuls 17 % de l'assemblage (NISP = 402, MNI = 65 sur un échantillon total de NISP = 2365, MNI = 151, voir Fourvel *et al.* 2018). Cette guilde est documentée par un nombre important de grands prédateurs pouvant occuper des statuts de prédateurs primaires-chasseurs et consommateurs stricts de viande (*Dinofelis barlowi* NISP = 10, MNI = 2 ; *Megantereon whitei* NISP = 48, MNI = 3 ; *Panthera pardus* NISP = 108,



— FIGURE 4 —

Modélisation schématique des trois étapes de la séquence trophique de la zone d'Aga Dima. Photos : J.-B. Fourvel.

Schematic modelling of the three steps of the trophic sequence of Aga Dima area. Pictures by J.-B. Fourvel.

MNI = 10 ; *Chasmaporthetes* cf. *silberbergi* NISP = 4, MNI = 1) ou plus ubiquistes (*Canis hewitti* NISP = 27, MNI = 6), des prédateurs secondaires (*Parahyaena brunnea* NISP = 10, MNI = 3 ; *Hyaena hyaena* NISP = 2, MNI = 2) et des espèces de petite taille au rôle présupposé de collecteurs opportunistes (*Lupulella mesomelas* NISP = 60, MNI = 6). La diversité d'espèces proies (N espèces = 18), depuis les petits Neotragini jusqu'aux Proboscidea, atteste aussi d'une importante biomasse disponible autorisant la coexistence et la coévolution de tous ces prédateurs. L'abondance des traces de dents (107 NISP affectés dont 12 restes osseux digérés, NISP = 9,5 %, N total = 5 %) et la présence de coprolithes (N = 6) sont significatives d'un impact important des carnivores (Fourvel *et al.* 2018). Les études les plus récentes suggèrent un impact des plus grandes espèces, dont le léopard et les machairodontes comme accumulateurs/consommateurs primaires, et les hyénidés (hyène brune en particulier) comme collecteurs/consommateurs secondaires (Fourvel *et al.* 2018 ; Hanon *et al.* 2022). Au regard du comportement de l'espèce actuelle, la présence des petits canidés (*Lupulella* spp.) laisse à penser qu'ils ont pu interagir dans un dernier temps, en tant que collecteurs opportunistes (Walton et Joly, 2003).

Par ailleurs, on ne peut négliger le rôle éventuel du porc-épic dans l'accumulation osseuse. Si aucune trace attribuable à ce gros rongeur n'a été observée, la présence de ce dernier est confirmée par deux restes paléontologiques.

Kromdraai B renferme aussi un important échantillon d'oiseaux (environ 800 restes) attestant d'une forte diversité spécifique (Fourvel *et al.* 2016 ; Pavia 2019, 2020) dont une importante colonie d'ibis. Les restes osseux de ces ibis présentent des traces de dents attestant de la prédation par des carnivores. Si le rôle des carnivores est avéré (Pavia 2020), la présence d'oiseaux de proie dont l'autour noir *Accipiter melanoleucos*, le milan cf. *Milvus* sp. et un faucon *Falco* sp. de taille intermédiaire entre *F. tinnunculus* et *F. rupicoloides* pose clairement la question de leur implication sur la dynamique dépositionnelle des restes aviaires. À la lumière des observations réalisées à Aga Dima, un nouveau regard doit être porté sur les restes aviaires des ensembles fossiles. L'échantillon aviaire de Kromdraai B est tout à fait compatible avec le modèle d'Aga Dima.

La diversité bioévénementielle enregistrée à Kromdraai B ne reflète pas nécessairement des phases chronologiques distinctes. Cette diversité peut apparaître comme le simple reflet de la complexité écosystémique qui a cours dans le secteur du *Cradle of Humankind* il y a près de 2 Ma, entre piégeage naturel, repaire de carnivore, acquisition primaire, collecte opportuniste, implication des rongeurs, nichage et prédation des rapaces, auxquels s'ajoute la présence des hominines. C'est pourquoi, avant même toute interprétation d'ordre chronologique (relative ou absolue), la caractérisation de la diversité bioévénementielle, facteur intrinsèque à tout écosystème et, par extension, moteur des dynamiques dépositionnelles, doit être l'étape fondamentale et préliminaire de toute approche archéo-paléontologique, paléobiologique et taphonomique.

CONCLUSION

Les recherches menées à Aga Dima, la modélisation des dynamiques biologiques et la confrontation de ces données éco-éthologiques et néotaphonomiques avec un cas d'étude (Kromdraai B Mb. 2, Afrique du Sud) ont montré la nécessité du recours au registre actuel pour identifier la diversité des phénomènes biologiques constitutifs des différents cadres écosystémiques et environnementaux. Si la recherche de chronologie toujours plus fine guide souvent nos travaux, la caractérisation des dynamiques et de la diversité bioévénementielle demeure une étape fondamentale. Considérant la diversité et la complexité d'un écosystème donné, il est illusoire de vouloir réduire la dynamique d'un gisement archéo-paléontologique à un événement unique (modalité d'occupation ou de mise en place d'un site par un unique agent) parfois associé à des événements que l'on considérera trop souvent comme secondaires et minoritaires (e.g. collecte opportuniste).

En conséquence, il apparaît que nos approches doivent en premier lieu chercher à identifier la diversité bioévénementielle d'un site pour en décrire la complexité paléo-écosystémique avant même d'envisager toute approche visant à caractériser une chronologie relative entre ces différentes dynamiques biologiques. Aga Dima ne représente qu'un exemple d'écosystème. Des approches similaires devront être conduites afin de disposer de modèles traduisant la diversité des écosystèmes (aussi bien en milieu de savane, que tropical ou encore circumpolaire). Ces modèles pourront alors être transposés aux ensembles fossiles pour mieux cerner la diversité et la complexité des paléo-écosystèmes.

REMERCIEMENTS

Le travail présenté ici n'aurait jamais pu voir le jour sans le soutien de François Bon (UT2J-UMR 5608 TRACES) et d'Asamerew Dessie (ARCCH), qui m'ont permis de participer à la mission de terrain 2018 du projet « LSA Sequence in Ethiopia » (soutenue par le MEAE). J'adresse ici tous mes remerciements à Clément Ménard (directeur du CERP de Tautavel) qui, le premier, m'a fait découvrir la colline d'Aga Dima et m'a montré son potentiel néotaphonomique. Je tiens à remercier Camille Thabard (doctorante, UT2J-UMR5608 TRACES) pour sa relecture attentive. Cette publication a fait l'objet d'une communication orale dans le cadre du Colloque Hommage à Émilie Campmas ; je tiens ici à remercier vivement le comité d'organisation et le comité scientifique pour le travail réalisé. Je tiens à adresser tous mes remerciements à Camille Daujeard, Aurore Val ainsi qu'à un relecteur anonyme pour l'ensemble des commentaires réalisés sur une version précédente du manuscrit, qui auront permis de proposer un travail plus abouti. Enfin, je tiens à dédier ce travail à Émilie Campmas, collègue archéozoologue et taphonome, aux souvenirs de nos discussions et échanges sur la taphonomie des carnivores.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BIJLSMA R. G., VAN MANEN W. 2017 - Local density, behaviour, food and moult of the fox kestrel *Falco alopex*. *Malimbus*, 39, p. 44-55.

BINFORD L.R. 1981 - *Bones: ancient men and modern myths*. New-York: Academic Press.

BON F., DESSIE A., BRUXELLES L., DAUSSY A., DOUZE K., FAUVELLE-AYMAR F.-X., KHALIDI L., LESUR J., MENARD C., MARDER O., MENSAN R., SAINT-SEVER G. 2013 - Archéologie préhistorique de la partie centrale du Main Ethiopian Rift (bassin lacustre de Ziway-Shala) : contribution à l'établissement de la séquence Late Stone Age d'Afrique orientale. *Annales d'Éthiopie*, 28, p. 261-297.

BRAGA J., THACKERAY J.F. (Éds.). 2016 - *Kromdraai, a birthplace of Paranthropus in the Cradle of Humankind*. Johannesburg: Sun Media Metro.

BRAGA J., THACKERAY J.F., BRUXELLES L., DUMONCEL J., FOURVEL J.-B. 2017 - Stretching the time span of hominin evolution at Kromdraai (Gauteng, South Africa): Recent discoveries. *Comptes rendus Palevol*, 16, p. 58-70. DOI:10.1016/j.crpv.2016.03.003

BRAIN C.K. 1981 - *The hunters or the hunted? An introduction to African cave taphonomy*. Chicago: The University of Chicago Press.

COHEN B.F., KIBII J.M. 2015 - Experimental study of bone modification by captive caracal (Caracal caracal): a model for fossil assemblage analysis. *Journal of Archaeological Science*, 62, p. 92-104.

COHEN B.F., KIBII J.M. 2019 - Taphonomy of a novel small carnivore: experimental analysis of honey badger (*Mellivora capensis*.) modifications on leporid prey *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11, p. 2309-2327.

DENYS C., STOETZEL E., ANDREWS P., BAILON S., RIHANE A., HUCHET J.-B., FERNANDEZ-JALVO Y., LAROULANDIE V. 2017 - Taphonomy of Small Predators multi-taxa accumulations: palaeoecological implications, Historical Biology, 30, p. 868-881. DOI:10.1080/08912963.2017.1347647

FOURVEL J.-B., BRINK J., O'REGAN H., BEAUDET A., PAVIA M. 2016 - *Chapter 5. Some preliminary interpretations of the oldest faunal assemblage from Kromdraai B. In*: BRAGA J., THACKERAY J.F. (Éds.) - *Kromdraai, a birthplace of Paranthropus in the Cradle of Humankind*. Johannesburg: Sun Media Metro.

FOURVEL J.-B., THACKERAY J.F., BRINK J.S., O'REGAN H., BRAGA J. 2018 - Taphonomic interpretations of a new Plio-Pleistocene hominin-bearing assemblage at Kromdraai (Gauteng, South Africa). *Quaternary Science Reviews*, 190, p. 81-97. DOI:10.1016/j.quascirev.2018.04.018

HANON R., FOURVEL J.-B., STEININGER C. 2022 - Carnivores and hominins contributions to the Early Pleistocene bone accumulation of Cooper's D, South Africa. *Quaternary Science Reviews*, 291. DOI:10.1016/j.quascirev.2022.107660

KAF A., SAHEB M., BENSACI E. 2015 - Preliminary data on breeding, habitat use and diet of common krestrel, *Falco tinnunculus*, in urban area in Algeria. *Zoology and Ecology*, 25 (3), p. 203-210. DOI:10.1080/21658005.2015.1057989

KOPIJ G. and LIVEN-SCHULMAN I. 2012 - Diet of the Lesser Kestrel, *Falco naumanni*, in Israel. *Zoology in the Middle East*, 55 (1), p. 27-34. DOI:10.1080/09397140.2012.10648914

MONTALVO C.I., TALLADEA P.O., FERNANDEZ F.J., MOREIRA G.J., RAFUSE D.J., DE SANTIS L.J.M 2011 - Bone damage patterns found in the avian prey remains of crested caracara *Caracara plancus* (Aves, Falconiformes). *Journal of Archaeological Science*, 38 (12), p. 3541-3548. DOI:10.1016/j.jas.2011.08.021

NGHIPANGELUA P.N., LUKUBWE M.S. 2017 - Diet of barn Owls (*Tyto alba*) in Katima Mulilo, Zambezi Region, Namibia. *International Science and Technology Journal of Namibia*, 10, p. 82-93.

PAVIA M. 2019 - *Geronticus thackerayi*, sp. nov. (Aves, Threskiornithidae), a new ibis from the hominin-bearing locality of Kromdraai (Cradle of Humankind, Gauteng, South Africa). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 39 (3). DOI:10.1080/02724634.2019.1647433

PAVIA M. 2020 - Palaeoenvironmental reconstruction of the Cradle of Humankind during the Plio-Pleistocene transition, inferred from the analysis of fossil birds from Member 2 of the hominin-bearing site of Kromdraai (Gauteng, South Africa). *Quaternary Science Reviews*, 248. DOI:10.1016/j.quascirev.2020.106532

POKINES J.T., PETERHANS J.C.K 1998 - Barn owl (*Tyto alba*) taphonomy in the Negev desert, Israel. *Journal of Zoology*, 44 (1), p. 19-27. DOI:10.1080/00212210.1998.10688930

RODRIGUEZ C., TAPIA L., KIENY F., BUSTAMANTE J, 2010 - Temporal changes in (*Falco naumanni)* diet during the breeding season in Southern Spain. *Journal of Raptor Research*, 44 (2), p. 120-128. DOI:10.3356/JRR-09-34.1

VAN ZYL A.J. 1994 - A comparison of the diet of the common kestrel *Falcotinnunculus* in South Africa and Europe. *Bird Study*, 41 (2), p. 127-130. DOI:10.1080/00063659409477208

VRBA E. 1981 - The Kromdraai australopithecine site revisited in 1980; recent investigations and results. *Annals of the Transvaal Museum*, 33 (3), p. 17-60.

VRBA E., PANAGOS D.C. 1982 - New perspectives on taphonomy, palaeoecology and chronology of the Kromdraai apeman. Palaeoecology of Africa and the Surrounding Islands, 15, p. 13-26.

WALTON L.R., JOLY D.O. 2003 - Canis mesomelas. *Mammalian species*, 715, p. 1-9.

LE LION D'AFRIQUE *(PANTHERA LEO)* : ÉTUDE EXPÉRIMENTALE SUR LES TRACES DE CONSOMMATION DES CARCASSES DE MULET, BŒUF ET DINDON

Ryma Siziani[a]
Souhila Merzoug[a]

a. *Centre National de Recherches Préhistoriques Anthropologiques et Historiques. 03, rue Franklin Roosevelt, Alger 16 500 Algérie - rymasiziani1803@gmail.com - merzoug@cnrpah.org*

HORS-SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 3 | L'apport des approches actualistes à une meilleure perception des relations humain/animal dans le passé

PAGES 342 À 355

MOTS-CLÉS Néo-taphonomie, expérimentation, Lion *(Panthera leo)*, assemblages osseux, consommation osseuse, marques de dents.

RÉSUMÉ

En raison de la forte compétition entre les populations humaines et les carnivores au Pléistocène, l'étude des traces générées par les activités de ces derniers est indispensable. L'observation de traces d'origine carnivore de grande taille sur les stocks fauniques soulève le problème des rôles respectifs joués par les félins dans l'accumulation, mais également la modification des assemblages osseux des sites préhistoriques. L'identification de leur intervention sur un stock osseux est donc un préalable nécessaire à l'interprétation des ensembles archéologiques. À cet effet, de nombreuses recherches et études expérimentales ont été menées au cours de ces dernières décennies, dans le but d'établir des référentiels propres aux principales familles de carnivores (félidés, canidés, hyénidés, ...). Ce travail s'inscrit dans cette optique.

De façon à combler les lacunes existantes dans le champ de la néotaphonomie, plus précisément celle des traces générées par l'action des lions sur les surfaces osseuses, nous avons mené une étude expérimentale sur les restes de carcasses consommées par des lions d'Afrique (*Panthera leo*) au sein du parc zoologique d'El Hamma (Alger, Algérie). Ces travaux ont permis, non seulement de compléter le faible référentiel disponible sur les traces de lions, telles que les traces de *grooves* doubles spécifiques aux grands félins non signalées auparavant, mais surtout d'établir une fiche typologique et morphologique des différentes traces de dents engendrées par l'action de ce grand félin, classées par âges et selon les différents types d'os consommés.

ABSTRACT

The African lion *(Panthera leo)*: An experimental study of consumption patterns in mule, beef and turkey carcasses

Because of the strong competition in many prehistoric sites between human populations and carnivores, the study of traces generated by the predatory activities of the latter has become indispensable. The observation of large carnivore tracks on faunal stocks raises the problem of the respective roles played by felines in the accumulation, but also the modification of bone assemblages of prehistoric sites. The identification of their intervention on a bone stock is therefore a necessary prerequisite to the interpretation of archaeological assemblages. To this end, numerous research and experimental studies have been carried out in recent decades, with the aim of establishing references specific to the main families of carnivores (felids, canids, hyenids ...). This work is part of this perspective.

To participate in filling real gap in the field of neo-taphonomy, specifically the traces generated by the action of lions found on prehistoric bone surfaces, we conducted an experimental study on the remains of carcasses consumed by African lions (*Panthera leo*) in the zoological park of El Hamma (Algiers, Algeria). This work has allowed us not only to complete the poor reference available on the traces of lions, such as the traces of double grooves specific to big cats not previously reported, but especially to establish a typological and morphological record of the different traces of teeth generated by the action of this big cat, classified by age and according to the different types of bones consumed.

KEY-WORDS Neo-taphonomy, experimentation, Lion *(Panthera leo)*, bone assemblages, bone consumption, tooth marks.

INTRODUCTION

Bien que leurs ossements soient habituellement en nombre inférieur par rapport à ceux des herbivores, les carnivores sont également présents fréquemment dans les assemblages fauniques des sites archéologiques, et dans ceux d'Afrique du Nord en particulier. En plus de leurs restes osseux, ces prédateurs sont également attestés par les différentes traces générées par leurs actions lors de la consommation de leurs proies. Les traces d'activités dans les archives modernes et fossiles sont discernables de diverses manières, comprenant les marques de dents observées sur les surfaces osseuses des carcasses consommées. La reconnaissance de traces particulières ou de fracturations au regard d'un contexte écosystémique où les relations prédateurs-proies sont omniprésentes, nous amène à nous questionner sur le rôle des carnivores dans l'accumulation et la modification des assemblages osseux des sites préhistoriques. L'étude de ces traces est donc indispensable. Bien qu'il existe de nombreux travaux soulignant la difficulté à reconnaître un impact spécifique sur la seule analyse des traces (morphologie, morphométrie, ...), comme c'est le cas des loups (Fourvel et *al.* 2021), pour lesquels il semble moins évident de souligner leur capacité à créer ou perturber un ensemble ostéologique, il n'existe pas, à l'heure actuelle, de grille de lecture taphonomique caractérisant l'impact de ce grand prédateur au même titre que celles développées pour l'hyène des cavernes (traces de dents, morphotypes ou taphotypes, Domínguez-Rodrigo *et al.*, 2015). Plusieurs travaux montrent cependant que dans certains cas l'étude de ces traces nous offre la possibilité de révéler l'identité du ou des carnivores. Ainsi, les os marqués par des dents de prédateurs peuvent potentiellement donner un aperçu de l'écologie, du comportement et de la morphologie fonctionnelle des taxons prédateurs qui les ont produits (Binford 1981 ; Brain 1981 ; Blumenschine 1986, 1988, 1995 ; Erickson, Olson 1996 ; Piqueras 2003 ; Bourdillat 2008 ; Dominguez-Rodriguo 1999 ; Domínguez-Rodrigo, Pickering 2010 ; Dominguez-Rodriguo *et* al. 2003, 2012, 2021 ; Arriaza 2016 ; Arriaza *et al.* 2016 ; Arriaza, Dominguez-Rodrigo 2016). Par exemple, les traces de dents peuvent potentiellement révéler l'identité de carnivores disparus, et nous renseigner sur leurs comportements de mise à mort et d'alimentation, leurs préférences en matière de proies, ou encore sur les degrés de compétition entre les carnivores eux-mêmes et entre ces derniers et l'Homme préhistorique (Pobiner 2008). L'analyse des phénomènes actuels (néotaphonomie), dont l'expérimentation, contribue à mieux déterminer l'origine des accumulations fauniques dans les sites préhistoriques et à retracer les différentes étapes de leurs modifications (Brugal 2017).

Pour identifier ces modifications, la recherche se base sur l'étude des comportements de prédation actuelle et des déchets alimentaires produits par les espèces modernes (néo-taphonomie), soit à partir de données issues du registre naturel-sauvage, soit à partir du registre expérimental (nourrissage).

De nombreux travaux expérimentaux ont été conduits au cours de ces dernières décennies dans le but d'établir des référentiels propres aux traces laissées par les différents carnivores (félidés, canidés, hyénidés, etc.). L'essentiel de ces travaux porte sur les hyènes (Sutcliffe 1970 ; Hill 1977,

1989 ; Richardson 1980 ; Mills 1990 ; Fosse 1994, 1997 ; Brugal et *al.* 1997 ; Bourdillat 2008, Fourvel 2012 ; Camarôs *et* al. 2017 ; Arriaza *et al.* 2017, 2019). Les données néo-taphonomiques propres aux autres grands prédateurs (léopard, lion, ours, loup, ...) sont bien moins fréquentes (loup : Binford 1981 ; Haynes 1982, 1983 ; Castel 2004 ; Campmas, Beauval 2008 ; Fourvel *et al* 2021 ; léopard : Brain 1981 ; canidés et hyénidés : Kolska Horwitz 1990 ; ours : Pinto Llona, Andrews 2004 ; canidés et félidés : Pobiner 2008 ; lion Ginda *et* al. 2013 ; félidés : Porkinsone *et al.* 2015).

Dans le cadre de la thèse de doctorat réalisée par l'une de nous (Siziani 2021), plusieurs travaux expérimentaux ont été réalisés afin d'établir des référentiels propres aux carnivores présents dans les sites préhistoriques d'Afrique du Nord : les canidés, tels que le loup doré *Canis anthus*, le chacal *Vulpes vulpes* et le fennec *Vulpes zerda* ; l'ours brun *Ursus arctos* ; l'hyène rayée *Hyaena hyaena* et les félins, dont le lion *Panthera leo* et la panthère *Panthera pardus*. De plus on a rajouté le tigre du Bengale *Panthera tigris* pour comparer les données avec celles déjà obtenues pour les grands félins. La présente contribution illustre les résultats obtenus pour le lion *Panthera leo*. Cette espèce est l'un des carnivores fréquemment mentionné dans les cortèges fauniques des sites archéologiques d'Afrique du Nord, du Pléistocène inférieur jusqu'au XIX^{e} siècle, à l'instar d'autres grands carnivores comme l'ours brun *Ursus arctos* et les hyènes *Crocuta crocuta* et *Hyaena hyaena* (Hadjouis, Bihan 2013). Les plus anciens vestiges de lion identifiés ont été mis au jour dans des sites du Pléistocène moyen et supérieur du Maroc : Oulad Hamida I (Bernoussi 1997), la grotte des Félins (Daujeard *et al.* 2011), Sidi Abderrahmane (Arambourg 1938), Kifan Belgomari (Mas 1955), Bouknadel, Ahl El-Ghoulam, Doukkala II, El Harhoura 2 (Campmas *et al.* 2017 ; Michel 1990 ; Michel *et* al. 2009), et Témara (Olive 2005). On connaît également des restes de lion dans certains sites holocènes marocains, tels que El Hériga et la grotte de Rhirane (Wengler *et al.* 1989), Kaf teht el-Ghar et Ghar Khal (Ouchaou, Amani 2002 ; Ouchaou, Bougariane 2015), ou encore dans les sites d'Ifri al-Baroud et d'Ifri Nemar (Mouhsine 2003). En Algérie, le plus ancien lion semble faire son apparition dans le site Pléistocène inférieur de Tighennif (Werdelin et Peigné 2010 ; Boulaghraief 2012). Cette espèce est présente aussi dans les sites littoraux du Pléistocène supérieur de la région d'Alger : Ain Benian, les Phacochères (Hadjouis, Le Bihan 2013 ; Siziani 2021) et Columnata (Doumergue *in* Cadenat 1948 ; Chaïd-Saoudi 1987 ; Merzoug 2005 ; Siziani 2021).

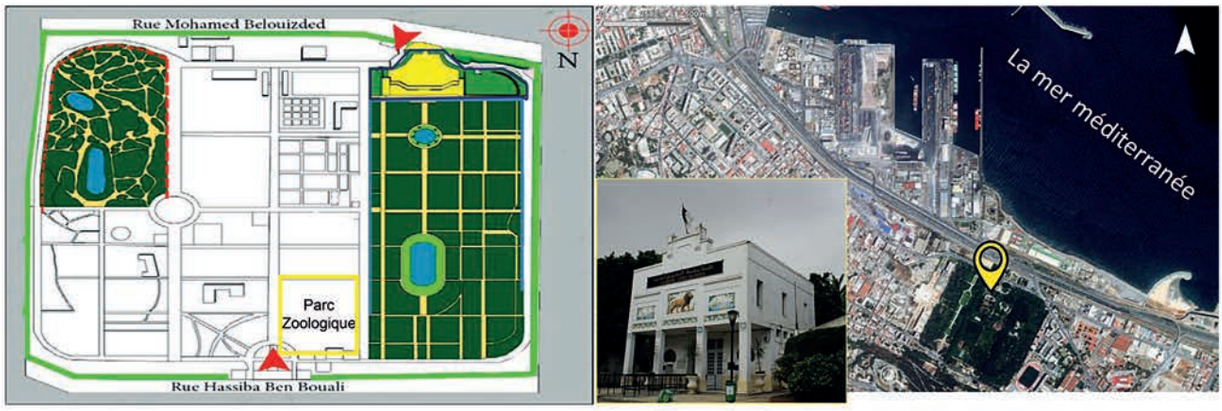
Cette étude vise à établir une fiche typologique et morphologique des différentes marques dentaires engendrées par l'action du lion sur des restes osseux. La caractérisation des traces de consommation du lion pourrait permettre d'identifier, ou du moins de discuter, la présence et le rôle du lion dans les sites préhistoriques. Ce travail expérimental apporte de nouveaux éléments sur la reconnaissance de critères de discrimination du rôle taphonomique des grands prédateurs et du lion en particulier.

1 | MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les restes osseux consommés par les lions proviennent tous du parc zoologique d'El Hamma localisé à l'intérieur du jardin d'essai d'Alger. Ce dernier, créé en 1832, est considéré comme l'un des jardins d'essai et d'acclimatation le plus important et le plus ancien au monde (Laribi et Hadjadj 2012). Situé dans le quartier d'El Hamma à Alger (Algérie), il est classé patrimoine universel par l'UNESCO en 2017. Le parc zoologique, quant à lui, a été créé en 1900 par le Dr Joseph d'Ange, dans l'extrémité nord de l'allée des dragonniers du jardin (Hakem 2017) (**fig. 1**).

Ces restes osseux ont été récoltés dans deux enclos où vivent quatre individus en captivité : un mâle et une femelle adulte dans un même enclos, un mâle jeune adulte seul dans un autre enclos et une femelle juvénile qui était gardée à l'intérieur de la clinique du zoo. Les quatre individus sont âgés entre 5 mois et 14 ans (**fig. 2**).

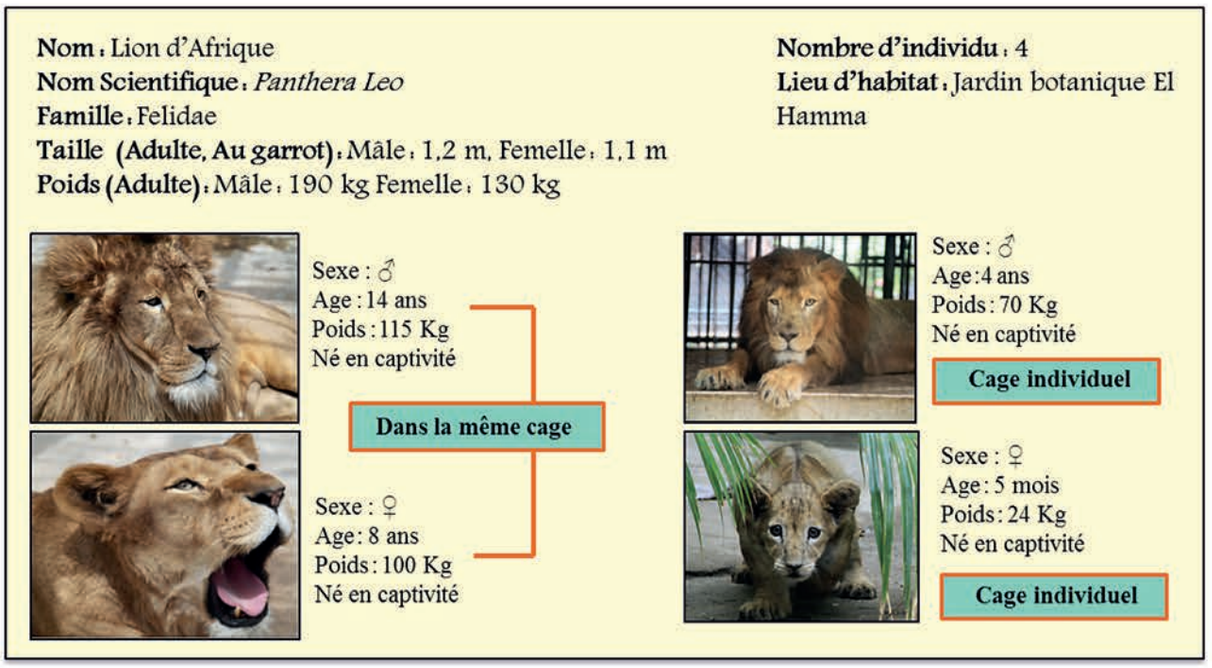
Les restes osseux récoltés sont au nombre de 26, et correspondent au régime alimentaire habituel des lions du parc (mulet, bœuf, dinde). Il se compose généralement de



— FIGURE 1 —

Localisation du parc zoologique d'El Hamma, Alger (Algérie), avec le Plan de masse du jardin d'essai établi par Saidi et Benamara (2018). Infographie R. Siziani.

Location of the Zoological Park of El Hamma, Algiers (Algeria), with the Ground plan of the test garden established by Saidi and Benamara (2018). Computer graphics R. Siziani.



— FIGURE 2 —

Les lions du parc zoologique d'El Hamma (Alger, Algérie).

The lions of the zoological park of El Hamma (Algiers, Algeria).

membres entiers en connexion et parfois de morceaux de viande désossés. Les parties anatomiques offertes aux lions ont été sélectionnées par les soigneurs du zoo. Elles appartiennent à deux bœufs adultes, trois mulets séniles et deux dindes adultes. Les restes n'ont pas séjourné plus de deux jours dans les enclos. Ils ont ensuite été récoltés par le personnel du parc. Le processus de nourrissage et de récolte des ossements a été effectué tous les deux jours pendant trois semaines consécutives. Par la suite, les os de mulet et de bœuf ont été enterrés durant un an et demi puis déterrés et lavés avec de l'eau distillée, afin d'enlever les encroûtements de terre et les quelques racines de plantes collées sur les surfaces osseuses causées par l'enfouissement, limitant la lecture des traces des lions. Quant aux restes de dindon, ils ont été bouillis dans de l'eau contenant des actifs ioniques (liquide vaisselle). Cette dernière méthode a déjà été utilisée par É. Campmas et C. Beauval (2008) sur des ossements consommés par des loups captifs pour éliminer les restes de viande et de graisse. Le séchage des ossements a été ensuite effectué à l'air libre dans une cour ouverte à l'extérieur pendant cinq jours.

Sur les 26 os distribués aux lions, seuls huit portent des traces de consommation (**tabl. 1**). Ceci est inévitablement dû à la non-consommation totale de la viande qui enveloppe l'os distribué. Ainsi, les dents n'atteignent pas l'os. Les traces ont été observées dans un premier temps à l'œil nu, puis avec deux stéréo-microscopes : Zeiss Stemi DV4 et Leica S8 APO. Diverses définitions et descriptions des marques de dents de carnivore sont disponibles (par exemple Haynes 1980 ; Binford 1981; Lyman 1994 ; Fisher 1995 ; Blumenschine 1986). Ici, la classification morphologique des traces a été réalisée telle que mentionnée dans la typologie de Binford (1981), modifiée par Prucca (2003) (d'après Campmas, Beauval 2008) : *pits*, *punctures*, *grooves*. Ces traces sont causées mécaniquement par le mouvement des dents lors du mâchonnement (*chewing*) et du rongement (*gnawing*) de l'os. Les marques laissées par les dents sur la surface osseuse sont liées à la force de l'animal et à la solidité de l'os (Capaldo, Blumenschine 1994). On a utilisé les définitions et les critères d'identification suivants :

- Les *pits* (les cupules) et les impacts de dents sont des dépressions peu profondes de formes circulaires ou ovales non perforantes. La dent frappe la partie externe et compacte de l'os sans pénétrer en profondeur dans l'ossement. On les observe généralement sur les parties compactes de l'os et sur les extrémités où la partie corticale de l'os est très fine. Le nombre de *pits* augmente en début de séquence de destruction puis stagne car les parties qui portaient ce type de traces disparaissent au fur et à mesure de la séquence de consommation et de nouveaux *pits* apparaissent sur les bords de l'extrémité des diaphyses.

- Les *punctures* (les perforations) se forment au moment où la dent traverse la corticale et s'enfonce dans l'os spongieux. On les observe surtout sur les parties spongieuses moins denses où les dents s'enfoncent plus facilement. Elles ont une forme circulaire ou ovalaire. Mais on retrouve aussi des *punctures* tronquées, en forme de demi-lune, sur les épiphyses. Ces dernières sont causées par les dents qui arrachent une petite portion d'os. On les retrouve aussi sur les bords de fracture lorsque la perforation entraîne une fracturation de l'os. Ces traces portent aussi le nom de *lunate-scars* (Binford 1981). Cette action fait apparaître des zones spongieuses.

Prédateurs (*Panthera leo*)		Proies et éléments consommés					Trace de consomation	
Âge	Sexe	Taxon	Âge	Él- anatomique	Latéralité	État	Présente / Absente	
Adulte (8 et 14 ans)	1F- 1M	Bœuf	Adulte	Radius	D	CO		X
		Bœuf	Adulte	Radius	D	CO en connexion		X
		Bœuf	Adulte	Ulna	D			X
		Mulet	Sénile	Ilium	D	CO	X	
		Bœuf	Adulte	Scapula	D	CO	X	
		Mulet	Sénile	Ilium	G	CO en connexion		X
		Mulet	Sénile	Pubis	G			X
		Mulet	Sénile	Ilium	D	CO		X
		Mulet	Sénile	Ilium	D	CO		x
		Mulet	Sénile	Tibia	G	CO en connexion		X
		Mulet	Sénile	Tarse				X
		Mulet	Sénile	Calcanéum				X
		Mulet	Sénile	Coxal	G	Frag (IM)		X
		Mulet	Sénile	Humérus	D	CO		X
Jeune adulte (4 ans)	1M	Mulet	Sénile	Radius	G	CO en connexion		X
		Mulet	Sénile	Ulna				X
		Mulet	Sénile	Col de L'ilium/ Pubis/ Cavité cotyloïde	G	CO	X	
		Mulet	Sénile	Tibia	D	CO en connexion	X	
		Mulet	Sénile	Tarse			X	
		Mulet	Sénile	Calcanéum			X	
		Mulet	Sénile	Fémur	D	CO	X	
		Mulet	Sénile	Fémur	G	CO		X
		Bœuf	Adulte	Humérus	D	CO		X
Juvénile (5 mois)	1F	Dinde	Adulte	Humérus	D	CO	X	
		Dinde	Adulte	Tibia	D	CO		X
		Dinde	Adulte	Humérus	D	CO		X

— TABLEAU 1 —

Les éléments anatomiques portant les stigmates de la consommation par des lions (F= femelle/ M= mâle) (D= droite / G= Gauche / CO = Complet).

Anatomical elements bearing the stigma of consumption by lions (F= female/ M= male) (D= right / G= Left / CO = Complete).

- Les *grooves* (les striations ou sillons) comme les *pits* se forment par la pression d'une cuspide sur la surface corticale, lord du glissement de la dent sur la surface de l'os. Ces traces s'observent aussi sur les surfaces des extrémités des ossements sans les pénétrer en profondeur. Leur nombre augmente considérablement durant la séquence de destruction de l'os (éliminer le tissu osseux, mâchonnement, fracturation, cassure). Ils correspondent à des sillons de mâchonnement sur les diaphyses.

Les traces observées ont été décomptées puis classées morphologiquement selon le type de trace. Les longueurs et largeurs des *pits* et *punctures* ovalaires ont été mesurées. Lorsque les *punctures* étaient de forme circulaire, nous avons mesuré les diamètres. Les largeurs et longueurs des *grooves* ont également été mesurées. Quarante-deux traces ont été décomptées : neuf *pits*, vingt-et-une *punctures* et douze *grooves*. Les mesures ont été réalisées à l'aide d'un pied à coulisse, avec une précision au centième de millimètre. Après avoir étudié les différents types de traces laissées par les lions en captivité du zoo El Hamma, nous avons classé ces traces selon leur morphologie dans une fiche technique (**fig. 7**) inspirée de celle faite par Campmas et Beauval (2008) pour *Canis lupus*.

2 | RÉSULTATS

Les éléments anatomiques portant les stigmates de la consommation sont au nombre de huit (**tabl. 1**). Ils appartiennent à un individu de chaque taxon consommé. Le premier ensemble comprend un ilium de mulet et une scapula de bœuf, consommés par les deux lions adultes. Le second ensemble est composé d'un os coxal partiel, d'un fémur, et d'un tibia en connexion avec un talus et un calcanéum de mulet consommés par le jeune adulte. Enfin, a été collecté un humérus de dindon consommé par un lionceau (individu non sevré de 5 mois). Ces différents restes présentent des traces de mâchonnement.

2.1 |Séquence de consommation des ensembles osseux

Les ossements récoltés dans les enclos des lions captifs du zoo portant des traces de dents dues à la consommation se composent de membres postérieurs en connexion et d'os isolés. Pour les membres postérieurs en connexion distribués au jeune adulte, ils correspondent à la partie allant du tibia au tarse, dont le calcanéum. Après la consommation de la viande, on a observé que le tubercule infra-condylaire de l'épiphyse proximale du tibia et le sommet du calcanéum étaient les deux parties légèrement attaquées dans un premier temps. La rupture des ligaments du tarse, entraînant la désarticulation de la cheville, permet l'accès au calcanéum, ainsi qu'à la partie distale du tibia, qui commence alors à porter des traces. Quant aux restes isolés, l'interprétation du mode de la séquence de consommation a été observée séparément sur les os longs et les os du squelette appendiculaire. Pour les os longs, le fémur de mulet offert au jeune adulte et l'humérus de dindon offert au lion juvénile, ont suivi la même progression de consommation que celle mise en évidence pour les ensembles osseux en connexion. On a observé que les deux lions débutent l'os par les extrémités les plus proéminentes, plus faciles à saisir, et moins denses car spongieuses, et progressent vers le centre de l'os, plus compact, après la consommation de la viande. Enfin, pour les os des ceintures, on a observé que les deux os du bassin (coxal partiel et ilium) du mulet offerts aux lions jeune adulte et adulte, et la scapula de bœuf offert au lion adulte, ont été à leur tour consommés de la même manière. Les lions attaquent en premier ces os par les bords faciles à saisir (moins denses et fins) pour progresser ensuite vers le centre (plus compact). Ils commencent par attaquer la crête iliaque, les épines iliaques et les bords de la branche ischio-pubienne pour les os coxaux. Pour la scapula, la séquence commence par la consommation du cartilage scapulaire (très dense) et des bords crâniaux et caudaux très fins, suivie par la cavité glénoïdale et le tubercule sus-glénoïdal (moins dense). Ceci a pour conséquence l'observation de traces de dents présentes tout autour des bords de ces ossements. D'une façon générale, les parties spongieuses (extrémités), sont plus faciles à détruire que les parties compactes (diaphyses), comme l'avait déjà indiqué Richardson (1980) sur des faunes consommées par des lions africains.

2.2 |Types de traces et dimensions

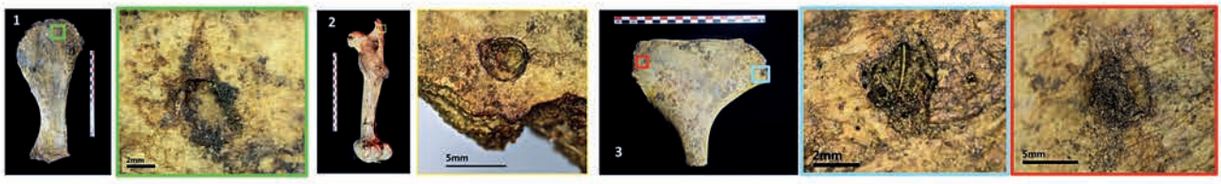
Huit éléments seulement portent des stigmates de la consommation par les lions, soit 30,8 % des 26 restes déposés dans les enclos. Les autres ossements qui ne portent aucune trace de consommation, ont été récoltés avec de la viande restant en surface, cette dernière empêchant les dents du lion d'atteindre les surfaces osseuses, expliquant l'absence totale des traces de dents sur ces ossements.

2.2.1 | Les *pits*

Considérés comme les traces les plus petites observées, tous les *pits* sont de forme ovalaire et se localisent sur les parties compactes et sur les extrémités où la partie corticale de l'os est très fine (**fig. 3**). Ce sont les traces les moins représentées (9 sur 42 : 21,4 %). Sur les 9 *pits* décomptés seuls 4 ont été mesurés. Leur longueur varie entre 3,8 et 7,4 mm et la largeur entre 3,2 et 6,2 mm (**tabl. 2**).

2.2.2 | Les *punctures*

Les *punctures* sont les traces les plus nombreuses (21 sur 42 : 50 %). Ces traces sont plus grandes que celles des *pits*, car la dent traverse la corticale et s'enfonce plus facilement dans l'os. Les *punctures* se localisent surtout sur les parties spongieuses de l'os (sur les épiphyses), moins denses et plus fragiles, et se présentent sous formes circulaires et ovalaires (**fig. 4**). Néanmoins d'autres *punctures* en forme de demi-lune ont été également



— FIGURE 3 —

Traces de *pits* ovalaires laissées par un lion adulte sur une scapula d'un bœuf (1). Traces d'un jeune adulte sur un fémur d'un mulet sénile (2) et d'un lion adulte sur un ilium d'un mulet sénile (3).

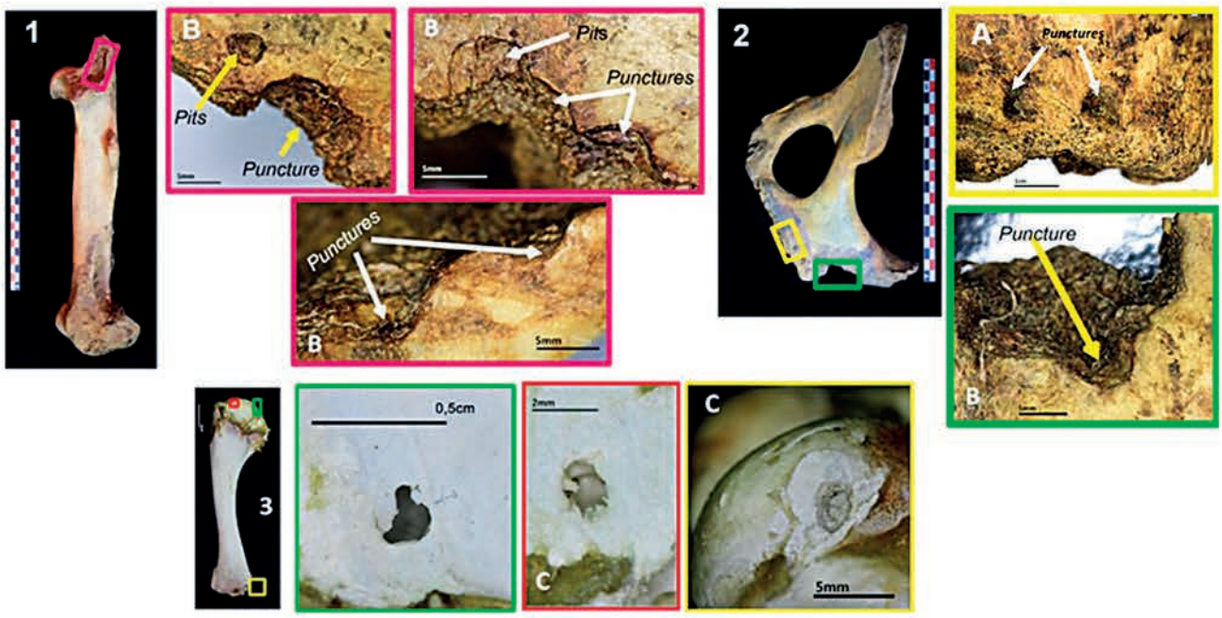
Traces of oval pits *left by an adult lion on a scapula of an ox (1). Trace of a young adult on a femur of a senile mule (2) and of an adult lion on an ilium of a senile mule (3).*

Pits		Longeur	Largeur
Âge	Sexe		
Adulte	M/ F	5	3,6
		7,4	6,2
		3,8	3,2
Jeune adulte	M	4,8	4

TABLEAU 2

Dimensions des *pits* de lion par âge et sexe en mm.

Dimensions of Lion's pits *by age and sex in mm.*



— FIGURE 4 —

Traces de *punctures* d'un lion jeune adulte sur un fémur (1) et sur un ilium (2) de mulet sénile, trace d'un lion juvénile sur un humérus de dindon adulte (3). Formes circulaires (A), tronquées (B), ovalaires (C).

Punctures *marks of a young adult lion on a femur (1) and on an ilium (2) of a senile mule, mark of a juvenile lion on an adult turkey humerus (3). Circular (A), truncated (B), oval (C) shapes.*

observées, ces traces tronquées sont les plus représentées sur les diaphyses des os étudiés et sont causées lorsque les dents arrachent une petite portion d'os en formant des cylindres. Cette action fait apparaître des zones spongieuses (**fig. 4**). Sur les 21 *punctures* décomptées 11 d'entre elles ont été mesurées. Pour les deux *punctures* circulaires générées par le lion jeune adulte, leur diamètre varie entre 9 et 10 mm. Les deux *punctures* ovalaires générées par le lionceau mesurent entre 0,35 et 1,8 mm de longueur et entre 0,28 et 1 mm de largeur. Enfin, sept *punctures* tronquées ont une longueur entre 6 et 11 mm et une largeur entre 2 (1/2) et 7 (1/2) mm. Ces dernières longueurs sont similaires à celles générées par les lions adultes et par le jeune adulte (**tabl. 3**).

2.2.3 | Les *grooves*

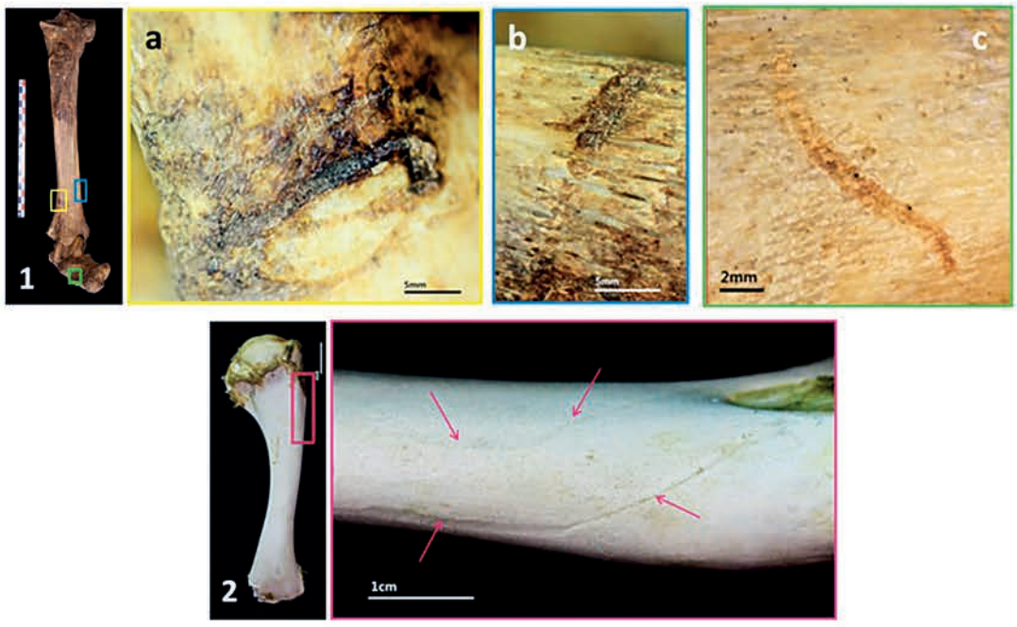
Les *grooves* se forment comme les *pits* par la pression d'une cuspide sur la surface corticale de l'os. Elles correspondent au glissement de la dent à la surface de l'os. Les *grooves*, comme les *pits*, se localisent sur les parties compactes et sur les extrémités des os consommés. Les *grooves* sont les traces les plus présentes après les *punctures* (12 sur 42 : 28,6 %). Elles se présentent en formes allongées, sous forme de marques linéaires qui varient en longueur et ont des sections transversales en forme de U comprenant deux types de fond : celles avec un fond simple (*grooves* simples) et celles avec un fond double (*grooves* doubles) (**fig. 5**). Ces dernières se présentent de la même manière que les *grooves* simples, mais avec un trait au milieu qui les sépare en deux, formant une section transversale en forme de double U (**fig. 6**). Ces *grooves* ont des orientations variées le long des os longs, mais elles

Punctures		Formes	Longeur	Largeur
Âge	Sexe			
Adulte	M/F	Tronquée	11	4 (1/2)
			7	2 (1/2)
Jeune adulte	M	Circulaire	9	9
			10	10
		Tronquée	6	2,8 (1/2)
			8	3 (1/2)
			11	7 (1/2)
			9	5 (1/2)
			7	3 (1/2)
Juvénile	F	Ovalaire	1,8	1
			0,35	0,28

TABLEAU 3

Dimensions des *punctures* de lion par âge et sexe en mm, (1/2 = la largeur de la puncture tronquée qui est de moitié).

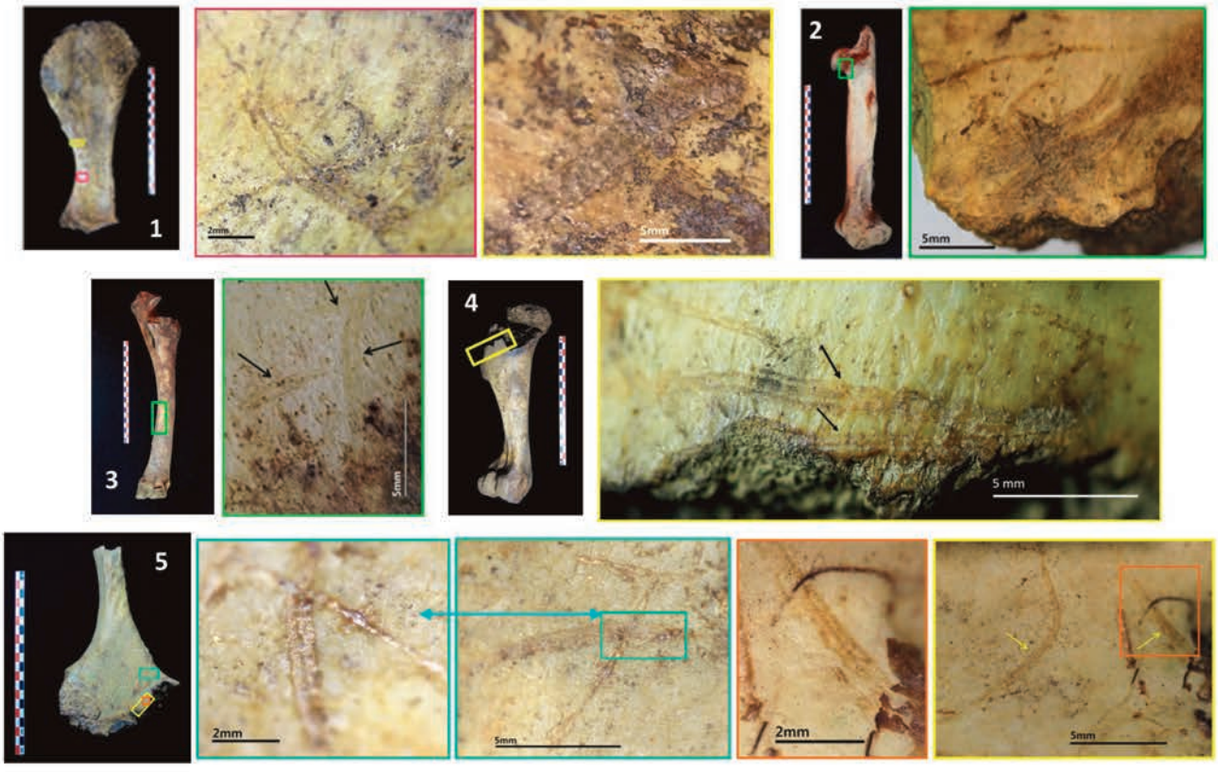
Dimensions of lion punctures *marks by age and sex in mm, (1/2 = the width of the truncated puncture which is half).*



— FIGURE 5 —

Grooves simples laissés par un jeune adulte sur un tibia (a, b) et un calcanéum (c) d'un mulet sénile (1), trace laissée par un lion juvénile sur un humérus d'un dindon adulte (2).

Single groove *left by a young adult on a tibia (a, b) and calcaneus (c) of a senile mule (1), mark left by a juvenile lion on a humerus of an adult turkey (2).*



— FIGURE 6 —

Comparaison de traces de *grooves* doubles laissées par : des individus adultes sur une scapula d'un bœuf adulte (1), par un lion jeune adulte sur un fémur d'un mulet sénile (2), par un tigre adulte sur un radius (3) et un humérus (4) d'un mulet sénile, par une panthère adulte sur un ilium d'un mulet sénile (5).

Comparison of doubled groove *marks left by: adult individuals on a scapula of an adult ox (1), by a young adult lion on a femur of a senile mule (2). By an adult tiger on a radius (3) and a humerus (4) of a senile mule. By an adult panther on an ilium of a senile mule (5).*

sont le plus souvent orientées perpendiculairement à l'axe long. Sur les 12 *grooves* décomptés, seuls 9 ont été mesurés. Les mesures de la largeur des *grooves* doubles laissés par les deux lions adultes et le jeune adulte, sont presque similaires, entre 1,4 et 1,9 mm. Il n'y a pas de grande différence entre les largeurs des *grooves* doubles et des *grooves* simples laissés par ces mêmes individus : entre 1,4 et 2 mm. Contrairement aux seuls *grooves* simples générés par le lion juvénile, plus petits que ceux laissés par le jeune adulte, ils ne dépassent pas 1,1 mm de largeur pour une longueur allant de 35 à 40 mm, ce qui est normal vu la différence des tailles de dents par rapport à l'âge des individus (**tabl. 4**). De plus, d'après la comparaison de ces traces de *grooves* avec celles générées par les autres carnivores dans notre expérimentation (Siziani 2021), on a constaté que morphologiquement les *grooves* doubles sont générés uniquement par les grands félins (lion, panthère et tigre adulte) (**fig. 6**). On ne les trouve pas chez les canidés, ni chez l'ours ou chez l'hyène rayée. Les dimensions des traces de lion ne diffèrent pas trop de celles laissées par le tigre (**tabl. 5**). Par contre, elles sont légèrement plus grandes que celles générées par la panthère, qui mesurent entre 0,7 et 0,9 mm de largeur. La longueur de ces *grooves* doubles de grands félins varie entre 5 et 20 mm (**tabl. 5**).

3 | DISCUSSION

Ce travail expérimental réalisé sur les traces de lion, quoique préliminaire, permet toutefois de mettre en évidence quelques particularités. Les séquences de destruction suivent la même progression, depuis les extrémités saillantes, faciles à saisir après la consommation de la viande, vers le centre des éléments anatomiques, moins accessibles ; qu'il s'agisse d'os isolés ou de membres entiers en connexion. Les lions laissent plus de traces sur les parties les plus fragiles de l'os, dont la partie corticale est fine et moins dense car spongieuse. Ils ne produisent qu'un faible nombre de sillons sur les parties denses et compactes des diaphyses. Aucune fragmentation n'a été observée sur les os consommés. D'après l'expérimentation de É. Campmas et C. Beauval en 2008, les lions captifs fragmentent en effet peu les os et ne produisent qu'un faible nombre de sillons sur les parties denses des diaphyses, à la différence des loups. La destruction des restes par les lions est nettement plus limitée que dans le cas d'une consommation par les hyènes ou les loups captifs, probablement due à la denture des félidés étant inadaptée à la consommation des os. Cependant, le nombre de restes

Grooves		Formes	Longueur	Largeur
Âge	Sexe			
Adulte	M/ F	Double	20	1,9
			11	1,6
Jeune adulte	M	Double	19,2	1,9
			14	1,4
			16	1,5
		Simple	18	1,8
			14	2
Juvénile	F	Simple	35	0,8
			40	1,1

TABLEAU 4

Dimensions des traces de *grooves* de lion par âge et sexe en mm.

Dimensions of lion groove *by age and sex in mm.*

Grooves ou sillons doubles								
Prédateur			Mesure de trace		Elément consommé			
Taxon	Âge	Sexe	Longeur	Largeur	Él- anatomique	Latéralité	Taxon	Âge
Panthera leo (Lion)	Adulte	1M et 1F	20	1,9	Scapula	D	Bœuf	Adulte
			11	1,6				
	Jeune adulte	1M	16	1,5	Fémur	D	Mulet	Sénile
			19,2	1,9				
			14	1,4	Calcanéum			
Panthera tigris (Tigre de Bengale)	Adulte	1M	5	1,3	Radius	G	Mulet	Sénile
			8	1,1				
			18	2,2	Humérus	D	Mulet	Sénile
			17	1,6				
			15,5	1,6				
Panthera pardus (Panthère)	Adulte	1F	6	0,8	Ilium	D	Mulet	Sénile
			14,7	0,7				
			10	0,9				
			14	0,8	Ilium	G	Mulet	Sénile

— TABLEAU 5 —

Comparaison des dimensions de *grooves* ou sillons doubles entre les grands félins (lion, tigre et panthère) (mm).

Comparison of the dimensions of double grooves *between large felids (lion, tiger and panther) (mm).*

anatomiques observés ne permet pas d'aller plus loin dans la comparaison (Campas et Beauval 2008) ; A. Prucca 2003) avait également remarqué que les modifications apportées par les lions et les tigres captifs sur les restes de grands bovidés sont beaucoup moins importantes que celles laissées par les loups captifs et sauvages. D'autre part, le pourcentage de survie des éléments est plus important pour les lions que pour les hyènes ; tandis que les dégâts générés par les lions sur les carcasses d'ongulés de taille moyenne sont similaires à ceux des hyènes sur les carcasses d'ongulés de grande taille (Richardson 1980).

Nous n'avons constaté aucune différence dans le type et la morphologie des *pits* et *punctures* laissées par les lions adultes, les jeunes adultes et les juvéniles. Ils génèrent tous des traces de *pits* ovalaires et des *punctures* ovalaires et/ou circulaires, à l'exception des *punctures* tronquées qui semblent plus apparentes sur les surfaces des os consommés par les individus adultes et le jeune adulte, par rapport à celles laissées par le juvénile, probablement dues à la morphologie des dents et à la faiblesse de l'occlusion des mâchoires (la capacité biomécanique des mâchoires) des juvéniles contrairement à celles des adultes. La force de morsure avec laquelle un animal peut marquer les os varie selon l'âge (Binder, Van Valkenburgh 2000), bien que la relation positive entre la force de morsure prédite et la taille du corps semble claire (Wroe *et al.* 2005). Les différences observées concernent seulement les *grooves,* notamment avec la présence des *grooves* doubles générés uniquement par les individus adultes et le jeune adulte. La forme des cuspides des dents de lait du lionceau et surtout la faiblesse de sa mâchoire ne permettent probablement pas de laisser ce type de *grooves*.

Nous avons également noté que la morphologie générale des différentes traces de *pits*, *punctures* et *grooves* observées reste la même quel que soit l'élément anatomique (scapula, tibia, ilium, ...) et l'espèce consommée, bœuf, mulet et dindon, dont la taille diffère ainsi que la densité des ossements. Quant à l'aspect métrique, on a observé une différence dans les mesures des *pits* laissées par les lions adultes (mâle/femelle). Il est fort possible que la plus grande dimension de *pits* (L 7.4 et l 6.2 mm, voir **tabl. 2**) appartienne au mâle, les canines des lions mâles étant plus grandes que celles des femelles (dimorphisme sexuel : Turner 1984). Cependant, les deux individus vivant dans le même enclos, il est difficile de le vérifier. Les plus petites dimensions de *pits* laissées par les individus adultes ne diffèrent pas de celles du jeune adulte mâle. D'autre part, une différence est notée entre les mesures des *punctures* (**tabl. 3**) et des *grooves* (**tabl. 4**) laissés par les lions adultes et le jeune adulte, et ceux générés par le lionceau, nettement plus petites. La différence de taille des dents en est probablement la cause.

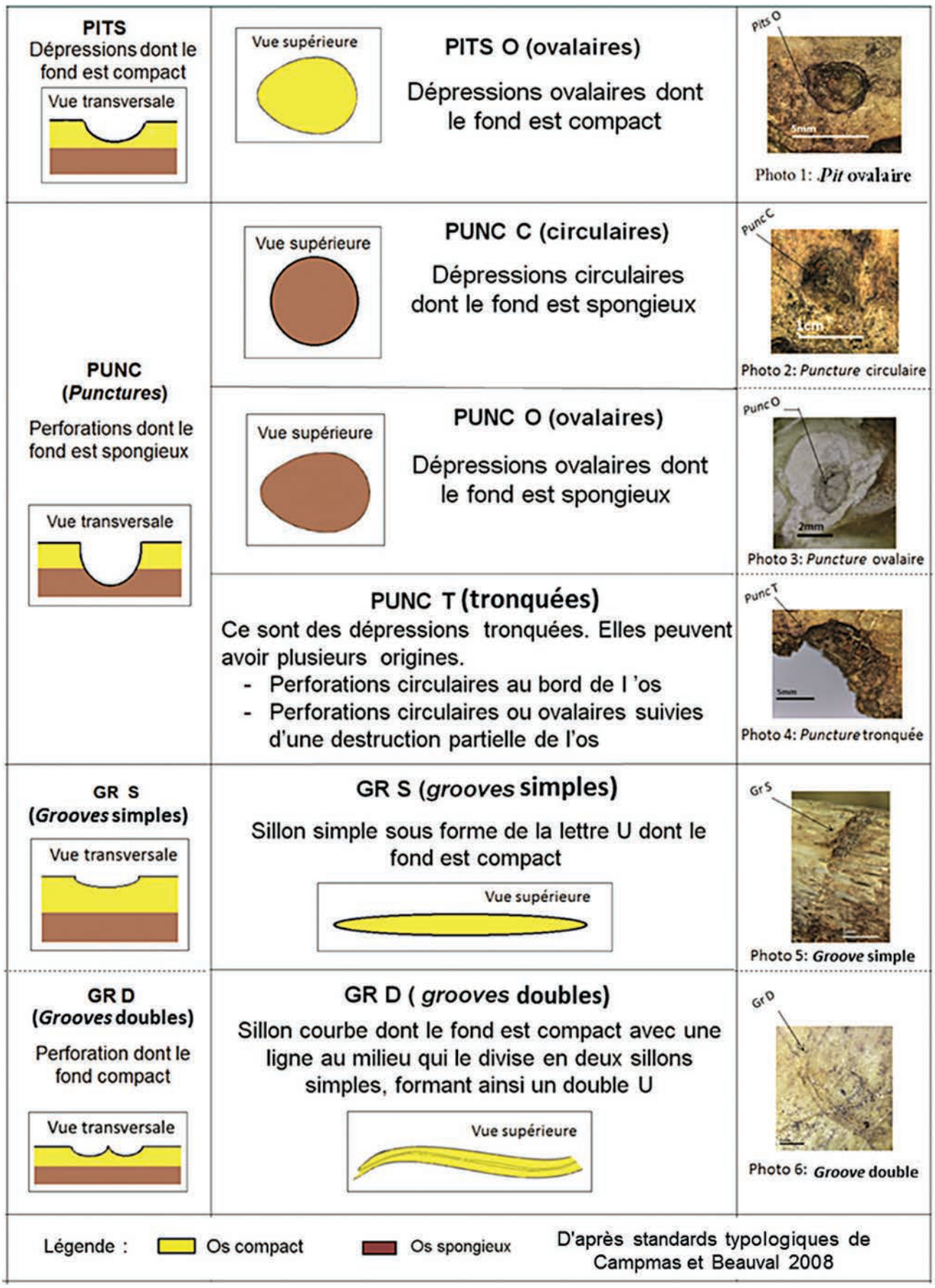
D'après les expérimentations concernant divers carnivores en captivité au zoo d'El Hama : panthères, loups dorés, renards, hyènes, ours, tigre (Siziani 2021) et en comparaison avec d'autres études faites sur les carnivores captifs et sauvages (canidés et félidés captifs : Pobiner 2008 ; loups, lions et hyènes captifs : Campmas et Beauval 2008 ; hyènes sauvages : Bourdillat 2008 ; Fourvel 2012 ; loups, lions et hyène captifs et sauvages : Andrés *et al.* 2012 ; lions captifs et sauvages : Gidna *et al.* 2013 ; canidés et félidés sauvages : Camarós et *al.* 2017 ; lions sauvages : Arriaza *et al.* 2017 ; hyènes sauvages : Arriaza *et al.* 2019 ; canidés captifs : Courtenay *et al.* 2020), les types de traces causées par le lion ne diffèrent pas morphologiquement de celles générées par les autres carnivores. Ces derniers laissent des traces de *pits*, *grooves* et *punctures* durant la consommation de leur proie (**fig. 7**). La différence réside dans la taille de ces traces qui va varier selon la morphologie et la taille des dents du prédateur ainsi que selon la densité des os consommés, liée à la progression de la séquence de destruction et au degré de faim du prédateur (Campmas, Beauval 2008 ; Andrés *et al.* 2012 ; Siziani 2021).

Nous envisageons d'élargir notre panel d'étude expérimentale aux espèces de grands félins sauvages vivants dans des parcs naturels, ainsi que l'a fait A. Gidna, qui confronte dans ses travaux les données morphométriques des traces des lions en contexte de captivité et en contexte sauvage (Gidna *et al.* 2013 ; Gidna *et al.* 2014).

La comparaison de nos observations des traces engendrées par le lion, la panthère et le tigre en captivité dans le parc d'El Hamma, a permis de constater que les *grooves* doubles semblent des traces spécifiques aux grands félins adultes (**fig. 6**). Elles sont en effet absentes chez les autres carnivores de taille moyenne et petite, tels que l'hyène rayée *Hyena hyena*, le loup doré *Canis anthus*, le *renard Vulpes vulpes* et le fennec *Vulpes zerda*. À notre connaissance, ces *grooves* doubles n'ont jamais été signalés auparavant dans les études consacrées aux traces de lion ni des autres grands félins (Capaldo 1997 ; Pobiner 2008 ; Campmas, Beauval 2008 ; Parkinson *et al.* 2015 ; Fernandez-Jalvo, Andrews 2016 ; Arriaza *et al.* 2017).

4 | CONCLUSION

Ce travail préliminaire nous permet de conclure, malgré le peu d'échantillons récoltés lors de notre expérimentation, que les séquences de destruction d'os isolés et des membres entiers, suivent la même progression depuis les extrémités saillantes, vers le centre des éléments, laissant des traces de dents sur les surfaces des os consommés liées à l'action du mâchonnement. De plus, cette recherche a permis d'établir une fiche typologique des traces de dents les plus marquantes : *pits* (dépression dont le fond est de l'os compact), *punctures* (dépression dont le fond est de l'os spongieux) et *grooves* (sillons dont le fond est de l'os compact) laissées par les lions (**fig. 7**), y compris les *grooves* doubles jamais signalés auparavant, et qui semblent spécifiques aux grands félins adultes (lion, panthère et tigre). Bien que l'identification des espèces de carnivores à partir de leurs traces soit ardue, voire impossible (Fourvel *et al.* 2021), les *grooves* doubles seraient probablement des marqueurs spécifiques qui permettraient d'identifier la présence des grands félins au sein des assemblages osseux archéologiques. Des expérimentations futures de traces générées par le guépard *Acinonyx jubatus* et par des lions, panthères et tigres sauvages, pourront confirmer ou non cette observation. Si cette hypothèse se confirme, cela apportera une contribution non-négligeable pour l'identification des prédateurs, notamment les grands félins, et permettra de mieux connaitre le rôle joué par ces derniers dans l'origine des accumulations, ainsi que ses modalités de destruction osseuse dans les assemblages archéologiques.



— FIGURE 7 —

Fiche typologique des principaux types de traces de dents laissées par les lions actuels d'après les standards typologiques de Campmas et Beauval 2008.

Typology of the main types of teeth marks left by modern lions according to Campmas and Beauval 2008 typological standards.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

ANDRES M., GIDNA A. O., YRAVEDRA J. *et al.* 2012 - Une étude des différences dimensionnelles des marques dentaires (puits et rayures) sur les os modifiés par les petits et les grands carnivores. *Archéol Anthropol Sci*, 4, p. 209-219. https://doi.org/10.1007/s12520-012-0093-4

ARAMBOURG C. 1938 - La faune fossile de Tit Mellil (Maroc), *Bulletin de la Société de Préhistoire du Maroc*, 1-4, p. 5.

ARRIAZA M. C. 2016 - *Un estudio neotafonómico de acumulaciones de huesos modificados por félidos y hiénidos*. Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente, Universidad de Alcalá, phD, 138 p.

ARRIAZA M. C., DOMINGUEZ-RODRIGO M. 2016 - When felids and hominins ruled at Olduvai Gorge: A machine learning analysis of the skeletal profiles of the non-anthropogenic Bed I sites. *Quaternary Science Reviews*, 139, p. 43-52.

ARRIAZA M. C., DOMINGUEZ-RODRIGO M., YRAVEDRA J., BAQUEDANO E. 2016 - Lions as bone accumulators? Paleontological and ecological implications of a modern bone assemblage from Olduvai gorge. *PLOS ONE*, 11(5), p. 1-26.

ARRIAZA M. C., ORGANISTA E., YRAVEDRA J., SANTONJA M., BAQUEDANO E., DOMINGUEZ-RODRIGO M. 2019 - Striped hyenas as bone modifiers in dual human-to-carnivore experimental models. *Archaeol. Anthropol. Sci*, 11, p. 3187-3199.

ARRIAZA M. C., YRAVEDRA J., DOMINGUEZ-RODRIGO M., MATE-CONZ0LEZ M. A., GARSIA VARGAS E., PALOMEQUE-CONZ0LEZ J. F., ARAMENDI J., GONZ0LEZ -AGUILLERA D., BOQUEDANO E. 2017 - On applications of micro-photogrammetry and geometric morphometrics to studies of tooth mark morphology: The modern Olduvai Carnivore Site (Tanzania). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol*, 488, p. 103-112.

BERNOUSSI R. 1997 - *Contribution à l'étude paléontologique et observations archéo-zoologiques pour les deux sites du Pléistocène moyen du Maroc atlantique : la grotte à Hominidés de la carrière Thomas I et la grotte des rhinocéros de la carrière Oulad Hamida 1 (Casablanca, Maroc)*. Thèse Univ. Bordeaux 1, 223 p.

BINDER W. J., VAN VALKENBURGH B. 2000 - Development of bitestrength and feeding behavior in juvenile spotted hyenas (*Crocuta crocuta*). *Journal of Zoology*, 252, p. 273-283.

BINFORD L. R. 1981 - *Bones. Ancient men and modern myths*. New-York: Academic Press.

BLUMENSCHINE R. J. 1986 - Early hominid scavenging opportunities; implications of carcass availability in the Serengeti and Ngorongoro ecosystems. *British archaeological Reports*, 283, 163 p.

BLUMENSCHINE R. J. 1988 - An experimental model of timing of hominid carnivore influence on archaeological bone assemblages. *Journal of Archaeological Science*, 15, p. 483-502.

BLUMENSCHINE R. J. 1995 - Marques de percussion, marques de dents et déterminations expérimentales du moment de l'accès des hominidés et des carnivores aux os longs à FLK Zinjanthropus, Gorge d'Olduvai, Tanzanie. *Journal of Human Évolution*. 29, p. 21-51.

BOULAGHRAIEF K. 2012 - *Étude des grands carnivores du site acheuléen de Tighenif Mascara, Algérie Ouest*. Mémoire Master. Universitat Rovira i Virgili (Departament d'Història i Història de l'Art). Tarragona, Spain. Màster en Arqueologia del Quaternari i Evolució Humana. 100 p.

BOURDILLAT V. 2008 - *Hommes – Carnivores ? Caractériser l'action de l'hyène des cavernes : De l'utilisation des données fossiles pour l'interprétation des sites mixtes*. Paris : Muséum national d'Histoire naturelle. Thèse de Doctorat, 292 p.

BRAIN C. K. 1981 - *The hunters or the hunted? An introduction to African cave taphonomy*. Chicago: University of Chicago Press, 368 p.

BRUGAL J. P. 2017 - *Taphonomies*. Groupement de recherches 3591 « Taphonomie, Environnement et Archéologie », CNRS-INEE. Editions des archives contemporaines, Paris, collection « Sciences archéologiques », 536 p.

BRUGAL J. P., FOSSE P., GUADELLI J. L. 1997- Comparative study of bone assemblages made by recent and Plio-Pleistocene Hyaenids. *In:* L. A. HANNUS, L. ROSSUM, R. P. WINHAN (Éds.). Proceedings of the 1993 Bone Modification Conference, Hot Springs, South Dakota, p. 157-187.

CADENAT P. 1948 - La station préhistorique de Columnata, *Bulletin de la Société Géographique et d'Archéologie d'Oran*, 70, p. 3-66.

CAMAROS E., CUETO M., ROSELL J., DIEZ J. C., BLASCO R., DUHIG C., DARLAS ARLA F. A., HARVATI J., JORDA L., MONTES V., VILLAVERDEKET F., RIVALS J. 2017 - Hunted or Scavenged Neanderthals? Taphonomic Approach to Hominin Fossilswith Carnivore Damage. *International Journal of Osteoarchaeology*, 27, 4, p. 606-620.

CAMPMAS É., BEAUVAL C. 2008 - Consommation osseuse des carnivores : résultats de l'étude de l'exploitation de carcasses de boeufs (*Bos taurus*) par des loups captifs. *Annales de Paléontologie*, 94, p. 167-186.

CAMPMAS É., MICHEL P., COSTAMAGNO S., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2017 - Which predators are responsible for faunal accumulations at the Late Pleistocene layers of El Harhoura 2 Cave (Témara, Morocco)? Comptes Rendus *Palevol*, 16 (3), p. 333-350.

CAPALDO S. D. 1997 - Experimental determinations of carcass processing by Plio-pleistocene hominids and carnivores at FLK 22 (Zinjanthropus), Olduvai Gorge, Tanzania. *Journal of Human Evolution*, 33, 5, p. 555-597.

CAPALDO S. D., BLUMENSHINE R. J. 1994 - A Quantitative Diagnosis of Notches made by Hammerstone Percussion and Carnivore Gnawing on Bovid Long Bones, *American Antiquity, vol*, 59, p. 724-748.

CASTEL J. C. 2004 - L'influence des canidés sur la formation des ensembles archéologiques. Caractérisation des destructions dues au loup. *Paléobiologie*, *23*, p. 675-693.

CHAID-SAOUDI Y. 1987 - *Les mammifères holocènes des gisements préhistoriques de Gueldamane-Akbou (Béjaïa), Columnata (Tiaret) et Tin Hanakaten (Djanet) en Algérie,* Thèse de 3e cycle, Université de Claude-Bernard, Lyon I, 233 p.

COURTENAY A. D., HERRANZ-RODRIGO D. *et al.* 2020 - Obtaining new resolutions in carnivore tooth pit morphological analyses: A methodological update for digital taphonomy. *PLoS ONE*, 15, 10, e0240328. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240328

DAUJEARD C., GERAADS D., RAYNAL J. P., MOHB A., GALLOTTI R., SBIHI-ALAOUI F. Z. 2011 - Carnivores et/ou hommes dans deux sites moustéro-atériens de Dar Bouazza (Casablanca, Maroc) : les données de la taphonomie *In: Prédateurs dans tous leurs états. Evolution, Interactions, Mythes, Symboles, XXXIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes,* BRUGAL J.-P., GARDEISEN A. ET ZUCKER A. (Éds.), Antibes, APDCA, p. 351-366.

DOMINGUEZ- RODRIGUO M. 1999 - Disponibilité de la chair et modifications osseuses dans les carcasses consommées par les lions : pertinence paléoécologique dans les modes d'alimentation des hominidés. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 149, p. 373-388.

DOMINGUEZ-RODRIGUO M., GINDA A., BAQUEDANO E., COBO-SANCHEZ L., MORA R., COURTENAY L. A., GONZALEZ-AGUILERA D., MATE-GONZALEZ M. A., PRIETO-HERRAEZ D. 2021 - A 3D taphonomic model of long bone modification by lions in medium-sized ungulate carcasses. *Scientific Reports*, 11, 1, 4944. https://doi.org/10.1038/s41598-021-84246-1

DOMINGUEZ- RODRIGUO M., GIDNA A. O., YARVEDRA J., MUSIBA C. 2012 - A comparative neo-taphonomic study of felids, hyaenids and canids: an analogical framework based on long bone modification patterns. *J. Taphon*, 10, p. 151-170.

DOMINGUEZ- RODRIGUO M., PICKERING T. R. 2010 - A multivariate approach for discriminating bone accumulations created by spotted hyenas and leopards: harnessing actualistic data from East and southern Africa. *J. Taphon*, 8, p. 155-179.

DOMINGUEZ- RODRIGUO M., PIQUERAS A. 2003 - The use of tooth pits to identify carnivore taxa in tooth-marked archaeofaunas and their relevance to reconstruct hominid carcass processing behaviours. *Journal of Archaeological Science*, 30, p. 1385-1391.

DOMINGUEZ-RODRIGO M., YRAVEDRA J., ORGANISTA E., GIDNA A., FOURVEL J. B., BAQUEDANO E. 2015 - A new methodological approach to the taphonomic study of paleontological and archaeological faunal assemblages: a preliminary case study from Olduvai Gorge (Tanzania). *Journal of Archaeological Science*, 59, p. 35-53.

ERICKSON G. M., OLSON K. H. 1996 - Morsures attribuables au Tyrannosaurus rex : description préliminaire et implications. *Tourillon de paléontologie des vertébrés*, 16, 1, p. 175-178.

FERNANDEZ-JALVO Y., ANDREWS P. 2016 - *Atlas of Taphonomic Identifications: 1001+ Images of Fossil and Recent Mammal Bone Modification.* Springer, Dordrecht, 359 p.

FISHER D. C. 1995 - Experiments on subaqueous meat caching. *Curr Res Pleistocene*, 12, p. 77-80.

FOSSE P. 1994 - *Taphonomie paléolithique : les grands mammifères de Soleilhac (Haute-Loire) et de Lunel-Viel (Hérault).* Université de Provence Aix-Marseille. Thèse de Doctorat, 257 p.

FOSSE P. 1997 - Variabilité des assemblages osseux créés par l'hyène des cavernes. *Paleo* 9, p. 15-54.

FOURVEL J. B. 2012 - *Hyénidés modernes et fossiles d'Europe et d'Afrique : taphonomie comparée de leurs assemblages osseux*. Toulouse : Université de Toulouse-Le Mirail, Thèse de Doctorat, 615 p.

FOURVEL J. B., FREREBEAU N., MAGNIEZ P., MOIGNE AM., VEZIAN R. 2021 - Rennes, hommes et loups à la grotte ouest du Portel (Ariège) : Analyse paleoécologique et taphonomique de l'impact des carnivores de l'ensemble F-F3, *Quaternaire, vol,* 32(3), p.183-202.

GIDNA A.O., KISUI B., MABULLA A. Z. P., MUSIBA C., DOMINGUEZ-RODRIGO M. 2014 - An ecological neo-taphonomic study of carcass consumption by lions in Tarangire National Park (Tanzania) and its relevance for human evolutionary biology. *Quaternary International,* 322-323, p. 167-180.

GIDNA A., YRAVEDRA J., DOMINGUEZ-RODRIGO M. 2013 - A cautionary note on the use of captive carnivores to model wild predator behavior: a comparison of bone modification patterns on long bones by captive and wild lions. *Journal of Archaeological Science,* 40, p. 1903-1910.

HADJOUIS D., LE BIHAN P. 2013 - *Atlas des mammifères quaternaires et actuels d'Algérie*. Ministère de la Culture, Travaux CNRPAH, nouvelle série n° 20. Eds Mille-Feuilles, Alger.

HAKEM F. Z. 2017 - Entretien / Abdelkrim Boulahia, directeur général du Jardin d'Essai : « L'expertise nationale avant de passer au commercial avec l'étranger ». https://archive.wikiwix.com/cache/index2.php?url=http%3A%2F%2Fwww.reporters.dz%2Fculture%2Fitem%2F88050-entretien-abdelkrim-boulahia-directeur-general-du-jardin-d-essai-l-expertise-nationale-avant-de-passer-au-commercial-avec-l-etranger#federation=archive.wikiwix.com (octobre 2020).

HAYNES G. 1980 - Evidence of Carnivore Gnawing on Pleistocene and Recent Mammalian Bones. *Paleobiology*, 6, p. 341-351.

HAYNES G. 1982 - Utilization and skeletal disturbance of North American prey carcasses. *Arcti*, 35, p. 266-281.

HAYNES G. 1983 - A guide for differentiating mammalian carnivore taxa responsible for gnaw damage to herbivore limb bones. *Paleobiology*, 9, p. 164-172.

HILL A. 1977 - A modern hyena den in the Amboseli National Park, Kenya. *In:* Proceedings of the Panafrican congress of prehistory and quaternary studies, Nairobi, p. 137-138.

HILL A. 1989 - Bone modification by modern spotted hyenas. *In:* R. BONNICHSEN, M.H. SORG (Éd.), Bone modification. *Center for the study of the first Americans.* University of Maine, Orono, p. 169-178.

KOLSKA HORWITZ L. 1990 - The origin of partially digested bones recovered from archaeological contexts in Israel. *Paléorient*, 16, p. 97-106.

LARIBI G., HADJADJ S. 2012 - Le Jardin d'essai du Hamma : histoire d'un jardin colonial. *In:* A. BOUCHÈNE, J.-P. PEYROULOU, O. SIARI TENGOUR, S. THÉNAULT, Histoire de l'Algérie à la période coloniale : 1830-1962, *La Découverte* et *Barzakh*, p. 120-123.

LYMAN R. L. 1994 - *Vertebrate Taphonomy, Cambridge Manuals in Archaeology*, Cambridge University Press, 500 p.

MAS A. 1955 - Contribution à l'étude des carnivores fossiles de Kifan Bel Ghomari (Taza). *Mrm. Soc. Sci. Nat. et Phy. du Maroc, Rabat*, 2, 1, p. 47.

MERZOUG S. 2005 - *Comportements de subsistance des Ibéromaurusiens d'après l'analyse archéozoologique des mammifères des sites de Tamar Hat, Taza 1 et Columnata (Algérie).* Thèse du Muséum national d'Histoire naturelle. Paris, 414 p.

MICHEL P. 1990 - *Contribution à l'étude paléontologique des Vertébrés fossiles du Quaternaire marocain à partir des sites du Maroc atlantique, central et oriental.* Thèse M.N.H.N. 1152 p.

MICHEL P., CAMPMAS É., STOETZEL E. et *al.* 2009 - La macrofaune du Pléistocène supérieur d'El Harhoura 2 (Témara, Maroc) : Données préliminaires. *L'Anthropologie*, 113 (2), p. 283-312.

MILLS M. G. L. 1990 - *Kalahari hyenas. The comparative behavioural ecology of two species.* Unwin Hyman, London, 304 p.

MOUHSINE T. 2003 - *Contribution à la connaissance de la faune du Pléistocène supérieur du Rif oriental : la grotte Ifri N'Ammar. Paléontologie, Archéozoologie, Paléoécologie, Biochronologie et Biogéographie.* Thèse de 3e Cycle, Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine, Rabat, 305 p.

OLIVE F. 2005. - *Évolution des grands Carnivores pliocènes et pléistocènes de l'ancien monde. Systématique, biochronologie, paléobiogéographie et paléoécologie.* Thèse du Muséum national d'Histoire naturelle. Paris. 390 p.

OUCHAOU B., AMANI F. 2002 - Les Carnivores des gisements néolithiques et protohistoriques du nord du Maroc. *Quaternaire*, 13, 1, p. 79-87.

OUCHAOU B., BOUGARIANE B. 2015 - Les extinctions totales et régionales des grands mammifères durant le Quaternaire terminal au Maroc. *Travaux de l'Institut Scientifique, Série Générale*, 8, p. 5-20.

PARKINSON J. A., PLUMMER T., HARTSTONE-ROSE A. 2015 - Characterizing felid tooth marking and gross bone damage patterns using GIS image analysis: an experimental feeding study with large felids. *Journal of Human. Evolution* 80, p. 114-134.

PINTO LLONA A. C., ANDREWS P. J. 2004 - Scavenging behaviour patterns in cave bears *Ursus spelaeus*. *Paléobiologie*, 23, p. 845-853.

PIQUERAS A. 2003 - The use of tooth pits to identify carnivore taxa in tooth-marked archaeofaunas and their relevance to reconstruct hominid carcass processing behaviours. *Journal of Archaeological Science*, 30, p. 1385-1391.

POBINER B. L. 2008 - Paleoecological information in predator tooth marks. *Journal of Taphonomy*, 6, p. 373-397.

PRUCCA A. 2003 - *Caractérisation de l'impact des loups sur des ossements d'herbivores (cerfs de Virginie, orignaux, bisons) : étude des modifications infligées par les loups captifs et sauvages Nord-américains.* Provence : Université de Provence, Aix-Marseille, DEA, 77 p.

RICHARDSON P. R. K. 1980 - Carnivore damage to antelope bones and its archaeological implications. *Paleontologica africana,* 23, p.109-125.

SAIDI R., BENAMARA R. 2018 - *Pour la préservation de patrimoine naturel du jardin d'essai : Une cité de biodiversité méditerranéenne.* Tizi-Ouzou : Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, Département d'Architecture, Mémoire du master, 96 p.

SIZIANI R. 2021- *Étude des carnivores et des traces générées par leurs actions sur les restes osseux des sites archéologiques (études taphonomique, archéozoologique et expérimentale) : cas des sites archéologiques algériens.* Algérie : Institut d'archéologie, Université d'Alger-2, Thèse de doctorat (en arabe), 852 p.

SUTCLIFFE A. J. 1970 - Spotted hyena: crusher, gnawer, digester and collector of bones. *Nature (London)*, 227, p.1110-1113.

TURNER A. 1984 - Dental sex dimorphism in European lions (Panthera Leo L.) of the Upper Pleistocene: palaeoecological and palaeoethological implications. *Annales zoologica fennici,* 21, p. 1-8.

WENGLER L., DELIBRIAS G., MICHEL P et *al.* 1989 - Sites néolithiques du Maroc oriental : cadre chronologique, archéologie et milieu naturel. *L'Anthropologie*, 93, 4, p. 507-534.

WERDELIN L., PEIGNE S. 2010 - Chapter 32. Carnivora. *In:* WERDELIN L., SANDERS W. (Éds.) *Cenozoic mammals of Africa.* University of California Press, p. 603-657.

WROE S., MCHENRY C., THOMASON J. 2005 - Bite club : force de morsure comparée chez les gros mammifères piqueurs et prédiction du comportement prédateur chez les taxons fossiles. *Actes de la Royal Society B: Biological Sciences*, 272 (1563), p. 619-625.

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE DES TRAVAUX DES DIX DERNIÈRES ANNÉES EN TAXONOMIE ET TAPHONOMIE DES PETITS VERTÉBRÉS EN AFRIQUE DU NORD-OUEST.

Christiane Denys[a],
Emmanuelle Stoetzel[b],
Émilie Campmas †[c]

a. *Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité (ISYEB) – UMR 7205, Muséum National d'Histoire Naturelle, CNRS, Sorbonne Université, EPHE, Université des Antilles, CP51, 57 Rue Cuvier, FR-75005 Paris - christiane.denys@mnhn.fr*
b. *Histoire Naturelle de l'Homme Préhistorique (HNHP) – UMR 7194, CNRS, Muséum National d'Histoire Naturelle, Sorbonne Université, UPVD, Musée de l'Homme, FR-75006 Paris - emmanuelle.stoetzel@mnhn.fr*
c. *Travaux et Recherches Archéologiques sur les Cultures, les Espaces et les Sociétés (TRACES) – UMR 5608, CNRS, Université Toulouse II Jean-Jaurès, FR-31000 Toulouse.*

HORS-SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 3 | L'apport des approches actualistes à une meilleure perception des relations humain/animal dans le passé

PAGES 356 À 375

MOTS-CLÉS Quaternaire, prédateurs aviens, prédateurs mammaliens, Maghreb, Néotaphonomie, Paléotaphonomie, micromammifères, herpétofaune.

RÉSUMÉ

L'Afrique du Nord a livré de nombreux sites quaternaires riches en microvertébrés. Quelques travaux ont permis l'établissement de référentiels néo- et paléotaphonomiques pour cette région, mais la dernière synthèse remonte à une dizaine d'années. Cette dernière montrait la pauvreté des référentiels et les lacunes géographiques et taxonomiques en matière de proies et de prédateurs analysés. Nous avons pour objectif de mettre à jour cette synthèse en reprenant les données de la littérature de 2011 à 2021. Tout d'abord nous constatons un regain d'études taxonomiques alliant analyses moléculaires, génétiques et morphométriques pour différents taxons actuels de micromammifères terrestres et d'herpétofaune dont la distribution, les limites spécifiques et les caractères morphologiques crânio-dentaires étaient mal connus. Ensuite, la découverte ou la ré-étude récente de sites archéologiques majeurs dans la région a relancé les études paléontologiques concernant les petits vertébrés. Cependant, si les connaissances progressent en ce qui concerne la diversité actuelle et fossile des petits vertébrés ainsi que le régime alimentaire de certains prédateurs, des lacunes subsistent. Ainsi, les oiseaux et les chiroptères restent encore largement sous-étudiés. Nous notons également, malgré l'importance d'une étude taphonomique exhaustive et précise pour l'interprétation des sites paléontologiques et archéologiques, que les référentiels néotaphonomiques et les études paléotaphonomiques restent peu nombreux et/ou peu détaillés. Les rares travaux dans ce domaine montrent des disparités entre les régions couvertes par les référentiels et les études de matériel fossile, ainsi que peu de travaux explorant de manière empirique ou expérimentale les altérations post-prédation typiques des climats et de la végétation d'Afrique du Nord. Ce bilan montre que, malgré le travail restant à accomplir et la nécessité d'une prise de conscience pour les chercheurs travaillant dans la région, la dernière décennie a permis un développement encourageant des travaux de taxonomie et de taphonomie en Afrique septentrionale.

ABSTRACT

Bibliographic review of the last ten years' work in taxonomy and taphonomy of small vertebrates in Northwest Africa.

North Africa has yielded numerous Quaternary sites rich in microvertebrate remains. A few works have allowed the establishment of neo- and palaeotaphonomic referentials for this region, but the last synthesis dates back to about ten years ago. The latter showed the poverty of the referentials and the geographical and taxonomic gaps in terms of prey and predators analysed. Our aim is to update this synthesis with data from the literature from 2011 to 2021. First, we note an increase in taxonomic studies combining molecular, genetic and morphometric approaches for various modern terrestrial micromammals, amphibians and squamates, whose distribution, specific characteristics and cranio-dental morphological characters were poorly known. Secondly, the recent discovery or re-study of major archaeological sites in the region has revived paleontological studies concerning small vertebrates. However, if the knowledge of the present and past diversity of small vertebrates, as well as the diet of certain predators, are developing, several lacks remain. Thus, birds and bats are still largely understudied. We also note, despite the necessity of an exhaustive and precise taphonomic study for the interpretation of paleontological and archaeological sites, that neo-taphonomic referentials and paleotaphonomic studies remain few and/or not very detailed. The few works in this field show disparities between the regions covered by referentials and studies of fossil material, as well as few works exploring empirically or experimentally the post-predation alterations typical of North African climates and vegetation. This review shows that, despite the work that remains to be done and the awareness that needs to be raised among researchers working in the region, the last decade has seen an encouraging development of taxonomic and taphonomic works in northwestern Africa.

KEY-WORDS Quaternary, avian predators, mammalian predators, Maghreb, Neotaphonomy, Palaeotaphonomy, micromammals, herpetofauna

INTRODUCTION

Les microvertébrés terrestres regroupent classiquement les petits mammifères tels que les rongeurs, musaraignes et chiroptères, ainsi que les amphibiens, squamates, petits oiseaux et parfois les petits poissons. Par leur petite taille, leur taux de reproduction élevé, leur restriction à un territoire limité et des exigences écologiques précises, ainsi que leur aptitude à côtoyer l'homme parfois de très près, ces petits animaux constituent une source informative de choix pour reconstituer les paysages et climats du passé, ainsi que l'impact des changements environnementaux sur les faunes et les populations humaines. De plus, les microvertébrés peuvent s'accumuler parfois en grande abondance dans les sites, offrant la possibilité de retracer l'origine des accumulations et des altérations dans le temps et l'espace, et nous permettant ainsi de mieux appréhender la mise en place de certains gisements paléontologiques et archéologiques (e.g., Andrews 1990).

Pour l'Afrique du Nord, la dernière synthèse des travaux effectués en néo- et paléotaphonomie date d'une dizaine d'années (Stoetzel, Denys 2011). Ce travail avait révélé l'existence de lacunes, tant dans la connaissance de la taxonomie des petits vertébrés actuels du Maghreb que dans celle de l'écologie ou de la distribution géographique de ces espèces. Ce bilan montrait que les études taphonomiques étaient encore trop rares en Afrique du Nord et manquaient d'exhaustivité, surtout en ce qui concernait l'herpétofaune, les oiseaux et les poissons. Enfin, en ce qui concernait les rongeurs, l'absence d'Arvicolinés (avec l'exception du genre *Ellobius* au Pléistocène moyen) et la présence de taxons aux dents et squelettes plus robustes qu'en Europe (par exemple *Gerbillinae, Dipodidae*) impliquaient d'affiner la méthode d'étude taphonomique d'Andrews (1990) pour l'adapter aux faunes d'Afrique du Nord.

Le présent travail a pour but de recenser de manière exhaustive les derniers travaux qui ont été réalisés depuis 10 ans à la fois sur la taxonomie et la taphonomie des microvertébrés actuels et fossiles dans les trois pays du Maghreb : Maroc, Algérie, Tunisie. Nous nous focaliserons plus spécifiquement sur les microvertébrés terrestres (rongeurs, soricomorphes, macroscélides, amphibiens, squamates), en excluant chiroptères, oiseaux et mésofaune (lagomorphes, hérissons, tortues). Nous essaierons de synthétiser les apports méthodologiques de ces travaux et leurs apports dans le domaine de l'évolution des faunes et environnements quaternaires depuis la dernière synthèse de 2011.

1 | ÉTUDES TAXONOMIQUES ET INVENTAIRES FAUNISTIQUES ACTUELS (2011-2021)

L'établissement d'inventaires régionaux, nationaux et internationaux actuels a des implications pour la connaissance de la systématique, de l'écologie et de la biogéographie aussi bien des faunes modernes que fossiles quaternaires. Depuis l'avènement des méthodes moléculaires d'analyse de l'ADN (ancien ou récent), plusieurs révisions taxonomiques importantes ont vu le jour dans la littérature. Combinées à des analyses mor-

phologiques et morphométriques, ces dernières apportent des avancées importantes dans la délimitation des espèces de petits vertébrés, dans la connaissance de leur écologie et de leur distribution. L'application de ces méthodes à l'étude des communautés fossiles a notamment permis d'attribuer des restes fossiles à des espèces actuelles sans ambiguïté, et à décrire l'évolution de la taille et de la conformation de leurs molaires au cours du temps, comme par exemple, pour *Mus spretus* et *Meriones shawii* pour le Quaternaire marocain (Guimaraes *et al.* 2017 ; Stoetzel *et al.* 2013, 2017, 2019).

Des publications et ouvrages récents prenant en compte les dernières études de systématique proposent ainsi des listes fauniques à jour pour les mammifères modernes d'Algérie (Ahmim 2019 ; Meunier *et al.* 2020) et du Maroc (Aulagnier *et al.* 2017), et pour les amphibiens (Beukema *et al.* 2013 ; Escoriza, Ben Hassine 2019) et reptiles d'Afrique du Nord (Trape *et al.* 2012 ; Geniez 2015). Par exemple pour les rongeurs d'Algérie, la compilation des données récentes a permis de recenser 31 espèces actuelles contre 26 précédemment listées par le dernier ouvrage de référence datant de 1991 (Meunier *et al.* 2020). Au Maroc, trois nouvelles espèces de chiroptères ont été décrites entre 1986 et 2016, et les compilations récentes confirment la présence de 32 rongeurs au minimum (Aulagnier *et al.* 2017 ; Denys, Bouarakia 2022).

Nous pouvons distinguer les études de taxonomie classique basées sur la morpho-anatomie et la morphométrie crânio-dentaire de petits mammifères (Djelaila *et al.* 2018 ; Ben Salem *et al.* 2017), de celles combinant des analyses moléculaires et morphométriques (Ben Faleh *et al.* 2012a, b, 2013, 2016 ; Nicolas *et al.* 2014a, c, 2015a ; Lalis *et al.* 2016a, b, 2018 ; Ben Salem *et al.* 2018 ; Granjon *et al.* 2018 ; Bouarakia *et al.* 2019a, b, 2021). Ces analyses sont robustes et permettent une application efficace aux taxons fossiles pour lesquels seuls les restes crânio-dentaires sont préservés. Aucune étude de ce type, mêlant génétique et morphométrie ostéologique, n'a été effectuée à notre connaissance sur d'autres groupes de petits vertébrés (oiseaux, herpétofaune) en Afrique du Nord. Des analyses phylogénétiques et phylogéographiques à l'échelle de l'Afrique du Nord (ou à une échelle plus large, mais incluant l'Afrique du Nord) ont également été publiées pour de nombreux taxons (**tabl. 1**). Ainsi, de nouvelles espèces de rongeurs (*Jaculus deserti/hirtipes* : Ben Faleh *et al.* 2010, 2012 ; Boratynski *et al.* 2012 ; Shenbrot *et al.* 2016), d'amphibiens (*Hyla carthaginiensis* : Dufresne *et al.* 2019) et de lézards (*Agama tassiliensis* : Geniez *et al.* 2011 ; Goncalves *et al.* 2012) ont été récemment décrites en Afrique du Nord. Elles restent encore à caractériser plus précisément d'un point de vue ostéologique, afin d'être prises en considération pour les analyses futures de matériel fossile.

Toutes les classes et ordres de microvertébrés sont concernés par ces révisions systématiques et la recherche de caractères morphologiques discriminants, et les rongeurs font l'objet du plus grand nombre de travaux, suivis par l'herpétofaune et les *Eulipotyphla* (**fig. 1**). À l'inverse, certains groupes restent clairement peu ou pas étudiés du point de vue ostéologique, comme les oiseaux, les lagomorphes ou les chiroptères. Certains travaux sont réalisés à l'échelle d'un pays ou du Maghreb, mais seules trois études récentes (sur 65 au total) proviennent spécifiquement de Tunisie (**tabl. 1**). Tous ces travaux confirment la forte diversité taxonomique de l'Afrique du Nord, pour laquelle des efforts restent à accomplir afin d'obtenir une connaissance approfondie de la biodiversité actuelle des petits vertébrés de cette région.

2 | ÉTUDES D'ASSEMBLAGES DE MICROVERTÉBRÉS FOSSILES DE SITES QUATERNAIRES D'AFRIQUE DU NORD (2011-2021)

Dans le même laps de temps, des études paléontologiques concernant des microvertébrés se sont développées (**fig. 2**) : soit elles se basent sur des approches de morpho-anatomie traditionnelles, soit elles intègrent des analyses plus poussées. Notre recensement compte 53 publications depuis 2011 dont une dizaine en cours (**tabl. 2**). Parmi ces travaux, plusieurs travaux de taxonomie intégrative ont pu retracer les modalités évolutives de certains taxons en validant leur attribution dans le registre fossile et leur évolution au cours du temps, par une analyse d'ADN ancien (Guimaraes *et al.* 2017) ou des analyses de morphométrie géométrique (Cornette *et al.* 2015a, b ; Stoetzel *et al.* 2013, 2017), complétées par des analyses morpho-fonctionnelles (Terray *et al.* 2021). Tous ces travaux appliqués au fossile ont pu être réalisés grâce à des référentiels modernes validés génétiquement.

Cependant, les travaux de paléontologie restent assez peu abondants pour la décennie 2011-2021. Il s'agit en majorité de listes fauniques de microvertébrés dans leur ensemble, et très peu de sites ont été étudiés au travers d'analyses

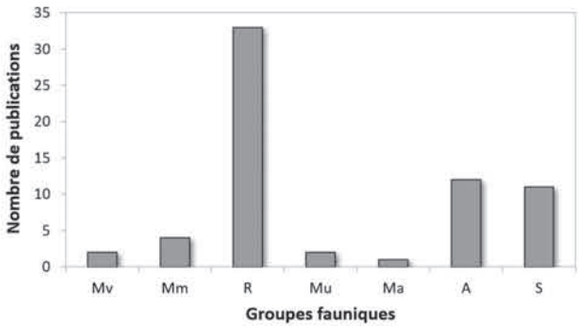


FIGURE 1

Nombre d'études taxonomiques, phylogéographiques et inventaires sur les microvertébrés actuels en Afrique du Nord entre 2011 et 2021. Mv : tous microvertébrés, Mm : tous micromammifères, R : rongeurs, Mu : musaraignes, Ma : Macroscélides, A : amphibiens, S : squamates.

Number of taxonomic, phylogeographic and faunal inventories published on modern microvertebrates in North Africa between 2011 and 2021. Mv: all microvertebrates, Mm: all micromammals, R: rodents, Mu: shrews, Ma: Macroscelidea, A: amphibians, S: squamates.

Pays	Etudes taxonomiques et phylogéographiques sur populations actuelles	Taxons	Inventaires faunistiques actuels	Taxons
Maroc	Bouarakia *et al.* 2018, 2019a,b, 2021	R	Aulagnier *et al.* 2017	Mm
	Lalis *et al.* 2016a,b, 2018	R	Chevalier *et al.* 2012	Mm
	Nicolas *et al.* 2015a	Mu	Denys, Bouarakia 2022	Mm
	Ndiaye *et al.* 2012	R	Denys *et al.* 2015	Mm
			Fahd *et al.* 2015	A
			Mediani *et al.* 2015	A,S
			Stoetzel *et al.* 2010, 2012b	Mv
Algérie	Djelaila *et al.* 2018	R	Adamou-Djerbaoui *et al.* 2015	R
	Meunier *et al.* 2020	R	Ahmim 2019	Mm
	Nicolas *et al.* 2014a Nicolas *et al.* 2014b,c	Mu R	Amrouche-Larabi *et al.* 2015	R
	Beddiaf *et al.* 2013	R	Drouai *et al.* 2018	R
			Meunier *et al.* 2020	R
Tunisie	Ben Faleh *et al.* 2010, 2013, 2016a,b	R	Ouni *et al.* 2017	Mv
	Khemiri *et al.* 2017	R		
Afrique du Nord	Arntzen *et al* 2013	A	Beukema *et al.* 2013	A
	Beddek *et al.* 2018	S	Escoriza, Ben Hassine 2019	A
	Ben Faleh *et al.*2012a,b	R	Geniez 2015	S
	Ben Salem *et al.* 2017, 2018	R	Trape *et al.* 2012	S
	Boratynski *et al.* 2012	R		
	Denzer 2021	S		
	Dufresne *et al.* 2019	A		
	Dumbacher *et al.* 2016	Ma		
	Garcia Porta *et al.* 2012	A		
	Geniez *et al.* 2011	S		
	Goncalves *et al.* 2012	S		
	Martinez-Freira *et al.* 2017	S		
	Merabet *et al.* 2016	A		
	Ndiaye *et al.* 2013, 2014, 2016a,b	R		
	Nicolas *et al.* 2015b, 2018	A		
	Rato *et al.* 2016	S		
	Recuero *et al.* 2012	A		
	Salvi *et al.* 2018	S		
	Shenbrot 2013, Shenbrot *et al.* 2016	R		
	Vences *et al.* 2014	A		

TABLEAU 1

Liste des travaux taxonomiques, de phylogéographie et d'inventaires (2011-2021) portant sur des espèces actuelles. Mv : tous microvertébrés, Mm : tous micromammifères, R : rongeurs, Mu : musaraignes, Ma : Macroscélides, A : amphibiens, S : squamates.

List of taxonomic, phylogeographic and faunal inventories published on modern microvertebrates in North Africa between 2011 and 2021. Mv: all microvertebrates, Mm: all micromammals, R: rodents, Mu: shrews, Ma: Macroscelidea, A: amphibians, S: squamates.

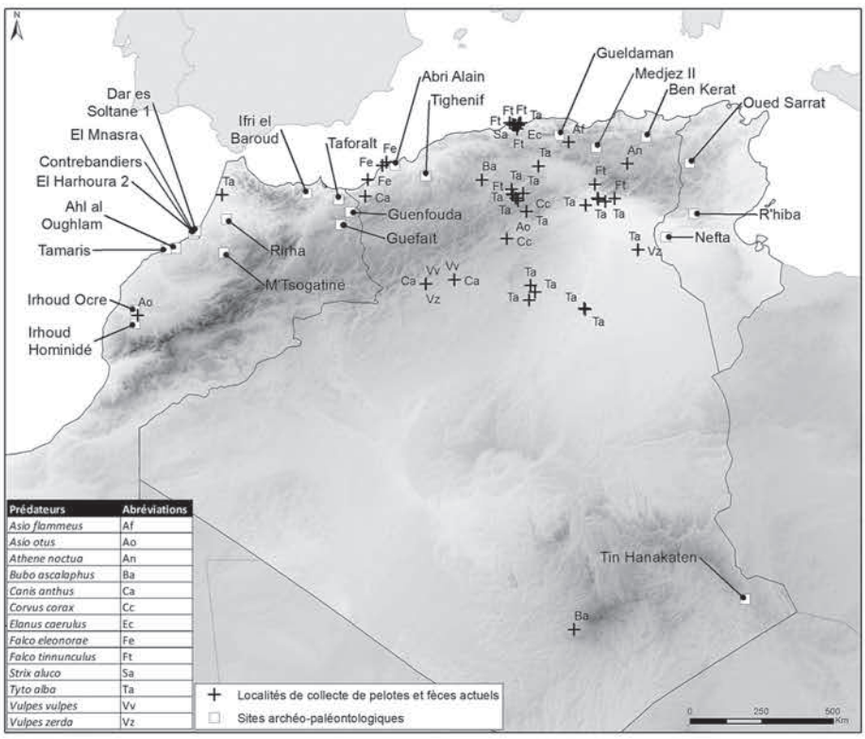


FIGURE 2

Localisation des sites archéologiques et paléontologiques cités dans le texte et des zones de collectes des pelotes de rapaces et fèces de carnivores publiés entre 2011 et 2022.

Location of the archaeological and palaeontological sites mentioned in the text and of the collection areas for raptor pellets and carnivore faeces published between 2011 and 2022.

taxonomiques et/ou taphonomiques détaillées. De plus, la plupart des études paléontologiques récentes ne s'intéressent qu'aux micromammifères terrestres. Ainsi, on trouve 18 travaux publiés concernant ces derniers sur 39 au total, incluant neuf publications plus spécifiques sur les rongeurs et trois sur les musaraignes (**tabl. 2**). Seulement quatre portent spécifiquement sur l'herpétofaune, et aucune sur les oiseaux ou les chiroptères fossiles (**tabl. 2**). Le Maroc est le pays le plus intensément étudié, quelle que soit la période géologique ou culturelle (78 % des travaux, contre 14 % pour l'Algérie et 8 % pour la Tunisie).

Pays	Sites	Âge	Taxons	Études sur matériel fossile
Maroc	Ahl al Oughlam	Plio-Pléistocène	Ché	Gmira *et al*. 2013
	Guefaït 4	Plio-Pléistocène	R	Piñero *et al*. 2020
	Irhoud Ocre	Pléistocène inférieur	S	Taraba 2021 (Master 2 non publié) ; Taraba *et al.* 2022 (com.)
	Jebel Irhoud	Pléistocène moyen	Mm	Geraads *et al*. 2013
	Tamaris (grotte des gazelles)	Pléistocène supérieur	Mm	Geraads *et al*. 2010 ; Stoetzel *et al*. 2017
	Dar es Soltane 1	Pléistocène supérieur - Holocène	Mm	Bouzouggar *et al*. 2018
	El Harhoura 2	Pléistocène supérieur - Holocène	R Mu A, S	Stoetzel *et al*. 2011b, 2013, 2017 ; Terray *et al*. sous presse Cornette *et al*. 2015a,b ; Terray *et al*. 2021 Stoetzel *et al*. 2012a
	El Mnasra	Pléistocène supérieur - Holocène	Mv	Amani *et al*. 2012a ; Stoetzel *et al*. 2011a (com.), 2014a (com.), 2014b, 2017 ; Campmas *et al*. 2016 ; Stoetzel 2017b ; Ben Arous *et al*. 2022
	Contrebandiers	Pléistocène supérieur - Holocène	Mm	Reed, Barr 2010 ; Amani *et al*. 2012b
	M'Tsogatin	Pléistocène supérieur - Holocène	Mv	Sens *et al*. 2016
	Taforalt (grotte des pigeons)	Pléistocène supérieur - Holocène	Mv	Barton *et al*.2020 ; Gleed-Owen, Barton 2020
	Rhafas	Pléistocène supérieur - Holocène	Mv	Stoetzel *et al*. 2018 (com.) ; Stoetzel 2021 (com.)
	Ifri el Baroud	Pléistocène supérieur - Holocène	Mv	Poti *et al*. 2019
	Guenfouda	Holocène	R	Lopez Garcia *et al*. 2013 ; Stoetzel *et al*. 2017 ; Mhamdi *et al*. 2022 ; Mhamdi (thèse en cours)
	Rirha	Holocène (antique)	R	Oueslati *et al*. 2020
	Synthèse multi-sites	Quaternaire	A, S	Bailon *et al*. 2011, 2017
Algérie	Tighennif	Pléistocène inférieur - moyen	Mm	Saidani (thèse en cours)
	Ben Kerat	Pléistocène moyen	Mv	Stoetzel, Pickford 2022
	Gueldaman	Pléistocène supérieur - Holocène	Mv	Saidani *et al*. 2016
	Medjez I et II	Pléistocène supérieur - Holocène	Mv	Merzoug *et al*. 2020.
	Abri Alain	Pléistocène supérieur	Mv	Campmas *et al*. 2016
	Tin Hanakaten	Holocène	Mv	Chaid Saoudi 2012 ; Stoetzel 2021 (com.)
Tunisie	Oued Serrat	Pléistocène moyen	Mv	Martinez-Navarro *et al*. 2014 ; Mtimet 2021 (thèse non publiée)
	Neftah	Pléistocène supérieur	Mv	Aouadi *et al*. 2018 (com)
	R'hiba + divers autres sites	Holocène	Mv	Dridi 2015 ; Stoetzel 2017a (com.) ; Stoetzel 2021 (com.)

TABLEAU 2

Liste des travaux (2011-2021) ayant porté sur des assemblages de microvertébrés fossiles quaternaires nord-africains. Mv : tous microvertébrés, Mm : tous micromammifères, R : rongeurs, Mu : musaraignes, Chi : chiroptères, A : amphibiens, S : squamates, Ché : chéloniens.

Listing of palaeontological studies performed between 2011 and 2021 on North African Quaternary fossil microvertebrates. Mv: all microvertebrates, Mm: all micromammals, R: rodents, Mu: shrews, Ma: Macroscelidea, A: amphibians, S: squamates, Ché: chelonians.

3 |ÉTUDES TAPHONOMIQUES EN AFRIQUE DU NORD (2011-2021)

3.1 |Études néotaphonomiques

Régime alimentaire

Bien que les études sur le régime alimentaire ne s'intéressent généralement pas à la représentation osseuse, à la fragmentation, ou à d'autres altérations pré- et post-prédation, ils présentent tout de même une certaine dimension taphonomique, dans le sens où ils apportent des informations sur le type de proies chassées, leur taille, et le comportement opportuniste ou sélectif du prédateur, qui peut impacter le spectre faunique dans les assemblages fossiles.

Des travaux portant sur le régime alimentaire de différents prédateurs aviens et carnivores peuvent être recensés en ce qui concerne les trois pays du Maghreb (**tabl. 3**). Ils présentent un intérêt en paléontologie car ils renseignent sur le type de proies chassées par ces différents prédateurs, leur mode de vie (diurnes, nocturnes, crépusculaires), leurs habitudes de chasse et les variations saisonnières de leur régime alimentaire. Ces travaux indiquent également les habitats de nidification et de chasse qui peuvent différer selon les espèces (Fernández-Jalvo *et al.* 2016 ; Andrews, Fernández Jalvo 2018).

Certains prédateurs sont plus étudiés, et dans plus de zones géographiques que d'autres : *Tyto alba* est toujours le rapace le plus étudié et il a fait l'objet de neuf études entre 2011 et 2021 (35 % des travaux). Il existe également des données sur d'autres rapaces nocturnes dans 27 % des travaux (*Asio* spp., *Strix aluco, Bubo ascalaphus*), sur plusieurs rapaces diurnes (*Falco* spp., *Elanus caerulus*) (15 %), très peu sur des petits carnivores mammaliens (*Vulpes* spp. et *Canis anthus*) (19 %) et les corvidés (*Corvus*, 4 %), un prédateur de catégorie taphonomique indéterminée et jusqu'ici peu étudié (**fig. 3**). À noter également que la grande majorité de ces travaux ont été effectués en Algérie (22), alors que seuls deux concernent le Maroc et un seul la Tunisie (**tabl. 3**).

Étude taphonomique du matériel squelettique

Seules trois études se sont intéressées aux effets de la prédation sur les ossements de petits vertébrés-proies (*Elanus caeruleus*, Souttou *et al.* 2012 ; *Tyto alba*, Denys *et al.* 2018 ; petits mammifères carnivores, Campmas *et al.* 2018) (**tabl. 4**). Aucun travail n'a porté sur les autres prédateurs potentiels accumulateurs d'assemblages de petits vertébrés.

L'étude néotaphonomique des restes de pelotes d'Élanion blanc (*Elanus caeruleus*) a montré pour la première fois l'importance de ce prédateur avien diurne comme possible source de restes squelettiques fossilisables, en consommant 93 % de petits mammifères (Souttou *et al.* 2012). Ce rapace se classe dans la catégorie 4 ou 5 de modification forte établie par Andrews (1990) et mise à jour dans Fernández-Jalvo *et al.* (2016).

Concernant *Tyto alba* au Maroc (Denys *et al.* 2018), l'étude de pelotes provenant d'un nid confirme le régime alimentaire très varié de ce prédateur au Maghreb (micromammifères, oiseaux, herpétofaune, insectes). Le taux de fragmentation et de digestion des proies dans ce matériel était légèrement plus élevé que dans d'autres lots de pelotes issus d'Europe de l'Ouest. Cela pourrait être mis en relation avec la présence de trois juvéniles dans le nid ; en effet, les juvéniles ont des sucs gastriques plus acides et ont tendance à digérer de façon plus intense que les adultes.

Enfin, la première étude taphonomique de fèces de petits carnivores maghrébins (Campmas *et al.* 2018) (**fig. 4**) permet de détailler les altérations squelettiques dues à l'ingestion et à la digestion par différentes espèces de prédateurs. Ce travail a notamment montré que pour la genette (*Genetta genetta*) et le renard (*Vulpes vulpes*), bien que les micromammifères dominent en termes d'abondance, le spectre alimentaire est très diversifié incluant également amphibiens, squamates, poissons, oiseaux, insectes et fruits. Ces deux prédateurs représentent donc de bons accumulateurs potentiels de microvertébrés (diversité et abondance de proies vertébrées, bonne représentation des espèces proies dans l'environnement proche), dont il faut tenir compte lors des interprétations en contexte archéologique en Afrique du Nord. Les taux de fragmentation et de digestion du matériel sont très élevés, correspondant bien à une catégorie 4 ou 5 selon Andrews (1990). Mais au sein même des différentes proies, des variations dans les schémas de fragmentation et de digestion ont été observées. Ainsi, pour les micromammifères, l'impact de la digestion est particulièrement visible sur les dents et les surfaces articulaires, avec une fragmentation moins forte et un nombre restreint d'éléments en connexion. Pour la mésofaune (lagomorphes), la fragmentation est plus intense, la digestion touche peu les dents et est surtout visible à la base et autour des surfaces articulaires des os longs. Ces différences sont en grande partie liées à des différences de taille et de robustesse des éléments osseux. Par exemple le Goundi (*Ctenodactylus gundi*), rongeur rupicole habituellement classé avec les microvertébrés, présente des patrons de fragmentation et de digestion plus proches de ceux des lagomorphes (mésofaune). Ce travail a ainsi mis en évidence la nécessité d'utiliser des référentiels adaptés selon les groupes considérés et la taille des taxons.

Analyses de la diagénèse précoce et post-digestion

De rares travaux se sont intéressés à l'étude des effets de la digestion et de la diagenèse précoce sur la structure et la composition chimique des os et dents de petits mammifères. Ainsi, Dauphin *et al.* (2015) ont mis en évidence les changements subis par les dents de rongeurs (*Meriones*) issus de pelotes de régurgitation d'une chouette effraie provenant du Maroc. Dans une autre étude, appliquée au fossile cette fois, Dauphin *et al.* (2012, 2018) et Farre *et al.* (2014) ont montré que les modifications de structure et de composition chimique, mais aussi de couleur, peuvent varier en fonction des niveaux stratigraphiques au sein d'un même site (El Harhoura 2, Maroc). Ces changements seraient plus en lien avec la nature des sédiments encaissants qu'avec les changements climatiques observés le long de la séquence.

Pays	Etudes de régime alimentaire	Prédateurs	Localités
Maroc	Dupuy 2012	*Asio otus*	Sidi Chiker (31.75974 : -8.70259)
	Rihane *et al*. 2015	*Tyto alba*	Lalla Mimouna, Gharb (34°55'42.17" N, 6° 3'24.37" W)
Algérie	Alia *et al*. 2012	*Tyto alba*	Oued Souf (33-34° N, 6-8° E)
	Bakour, Moulai 2019	*Falco eleonorae*	Côte ouest d'Oran : Plane Island (35°46'15.65" N, 00°54'06.76" W), Ronde Island (35°41'00.52" N, 01°01'16.49" W), Rachgoun Island (35°19'18.58" N, 01°28'49.20" W)
	Benamane *et al*. 2019	*Tyto alba*	Région de Ouargla : Mekhadma (31.95604 : 5.31502), Rouissat (31.92259 : 5.34897)
	Benamor *et al*. 2021	*Bubo ascalaphus*	Rechaïga, région de Tiaret (35°19' N, 02°06' E)
	Bounaceur *et al*. 2016	*Bubo ascalaphus*	Région d'Outoul, Ahaggar (23°00' N, 5°00' E)
	Brahmi *et al*. 2012	*Vulpes zerda*	Oued Souf (33-34° N, 6-8° E)
	Chenchouni 2014	*Athene noctua*	Boulhilet (Batna, 35.72869 : 6.66181)
	Djilali *et al*. 2016	*Asio flammeus*	Hasi El Gara (El Golea, 36.28221 : 4.82304)
	Eddine *et al*. 2017	*Canis anthus*	Réserve de chasse de Tlemcen, 25km à l'Ouest de Tlemcen *(pas de coordonnées GPS dans l'article)*
	Fahri *et al*. 2016	*Tyto alba*	Région de Biskra : Oued Sidi Zerzour (34°49'8.39"N, 5°45'23.02"E), Jardi London (34°50'46.03"N, 5°44'0.14"E), Lioua (34°40'2.04"N, 5°21'41.29"E), Université Khider M. (34°50'45.46"N, 5°44'54.14"E), Guertta (34°45'46.48"N, 5°59'1.60"E)
	Guerzou *et al*. 2017	*Corvus corax*	Djelfa (34°11'-34°54'N, 3°15'-3°46 E), Laghoaut (33°48'N, 2°53' E)
	Idouhar-Saadi *et al*. 2014	*Strix aluco*	El Harrach (03°08' E, 36°43' N)
	Manaa *et al*. 2013	*Elanus caerulus*	Alger-Meftah, entre El Harrach et Larbaa (36°42' N, 3°15' E)
	Ouarab, Doumandji 2017	*Tyto alba*	Reghaia (36°46'-36°47' N, 3°19'-3°20' E)
	Sekour *et al*. 2014	*Tyto alba*	M'Sila (Ain El-Hadjel, Longitude : 3.88 Latitude : 35.67), Djelfa (Garden of conservation of the forests JCF, 34° 58' N ; 3° 24' E), Bahrara (34° 47' N ; 3° 14' E) , El-Massrane (34° 56' N ; 3° 05' E), Barraka (34° 51' N ; 3° 10' E), Hassi Bahbah (35° 08' N ; 38° 01' E)
	Souilem *et al.* 2018	*Tyto alba*	Ghardaia (El-Atteuf, 32.38789 : 3.76940), Sebseb (32.16592 : 3.58311), Daïa Ben Dahoua (32.56125 : 3.63567)
	Souttou *et al*. 2015a,b	*Tyto alba, Asio otus*	El Mâalba, Djelfa (34°40' N, 3°20' E)
	Souttou *et al*. 2018 ; Souttou, Doumandji 2017	*Falco tinnunculus*	El Harrach (oriental Mitidja, 36°43'N, 3°08'E), Bab Ezzouar (oriental Mitidja, 36°42'N, 3°10'E), Beni Messous (coastal Algiers, 36°46'N, 2°59'E), El Anassers (coastal Algiers, 36°44'N, 3°04'E), Dergana (oriental Mitidja, 36°45'N, 3°16'E), Meftah (oriental Mitidja, 36°37'N, 3°13'E), El Mesrane (Djelfa, 34°57'N, 3°03'E), Meziraa (Biskra, 34° 50'N, 6°16'E), El Kantara (Biskra, 35°12'N, 5°39'E)
	Tergou *et al*. 2014, 2016	*Strix aluco, Tyto alba*	El Harrach (36°43'N, 3°08' E), Jardin d'essai (36°43'N, 3°05' E)
Tunisie	Karssene *et al*. 2019	*Vulpes zerda, Vulpes vulpes, Canis anthus*	Sidi Toui National Park (entre latitudes 32°40'6" N et 32°45'8" N et longitudes 11°11'60" E et 11°18'21" E), Oued Dekouk Natural Reserve (entre latitudes 32°38'0" N et 32°34'43" N et longitudes 10°19'10" E et 10°22'7" E)

TABLEAU 3

Liste et position géographique des études (2011-2021) de régime alimentaire de prédateurs de microvertébrés au Maghreb.

Listing and geographic position of studies on the diet of different North-African predators of microvertebrates published between 2011 and 2021.

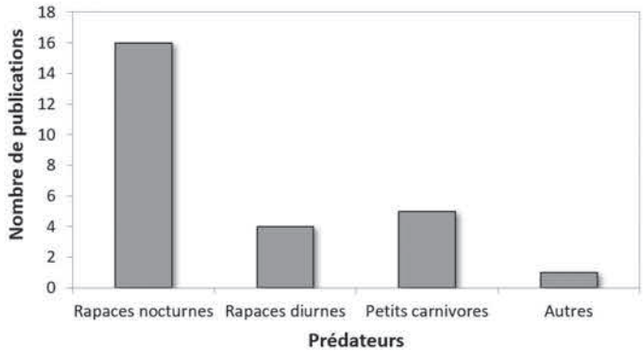


FIGURE 3

Répartition des travaux concernant le régime alimentaire de différents prédateurs publiés entre 2011 et 2021.

Distribution of diet studies by type of predator published between 2011 and 2021.

FIGURE 4

Émilie Campmas au Musée de l'Homme à Paris en Mars-Avril 2016 dépouillant des fèces de petits carnivores marocains pour l'acquisition des données de l'article de 2018 publié dans *International Journal of Osteoarchaeology* (photo E. Stoetzel).

Émilie Campmas at the Musée de l'Homme in Paris in March-April 2016, working on faeces produces by Moroccan small carnivores to acquire data for the paper published in 2018 in International Journal of Osteoarchaeology (photo E. Stoetzel).

Pays	Etudes néotaphonomiques	Prédateurs	Localités
Maroc	Denys *et al.*2018	*Tyto alba*	Oued Nfifikh
	Campmas *et al.*2018	cf. *Genetta*	Mechra Bennabou (32°39'37.6877'' N, 7°46'35.6866'' W)
		cf. *Vulpes vulpes*	Errachidia (32°05'55''N, 3°47'04''W)
		cf. *Canis anthus*	Errachidia (32°05'55''N, 3°47'04''W)
Algérie	Souttou *et al.*2012	*Eleanus caerulus*	Meftah (36°42'N, 3°15'E)
Tunisie	Campmas *et al.*2018	cf. *Vulpes vulpes*	R'Hiba (34°29'8.80'' N, 8°43'41.19'' E), El Mekta (34°31'43.70'' N, 8°43'51.70'' E)

TABLEAU 4

Résumé des études néotaphonomiques de prédateurs accumulateurs de petits vertébrés effectuées au Maghreb entre 2011 et 2021.

Listing of the neotaphonomic studies on different North-African predators of small vertebrates published between 2011 and 2021.

Dans un autre registre, une étude a été menée pour tester la préservation de l'ADN dans les ossements de taxons-proies ayant été ingérés et digérés par des rapaces (Guimaraes *et al.* 2016) et s'assurer ainsi de la possibilité de rechercher de l'ADN ancien dans du matériel archéologique issu de coprocoenoses (Guimaraes *et al.* 2017).

3.2 | Études paléotaphonomiques

Études détaillées avec données quantitatives

En ce qui concerne les études taphonomiques sur accumulations de vertébrés fossiles, peu se sont intéressées spécifiquement aux assemblages de microvertébrés, et beaucoup se limitent à des observations générales. Les auteurs s'intéressent principalement à une origine par

prédation en recherchant les traces de digestion (en délaissant les processus post-dépositionnels), et seules six études effectuées sur cinq sites basent leurs hypothèses sur des données quantifiées (**tabl. 5, fig. 2**).

L'étude taphonomique détaillée des Amphibiens et Squamates d'El Harhoura 2 (Maroc atlantique, Pléistocène supérieur-Holocène, Stoetzel *et al.* 2012a) a montré l'action de prédateurs de catégorie 1-2 dans tous les niveaux du site. Cependant, les taux de digestion observés apparaissent plus forts que pour *Tyto alba,* et certains « taxons-proies » peuvent correspondre à des individus qui ont pu fréquenter le site et y mourir naturellement. Faute de référentiels adéquats concernant l'herpétofaune, il est difficile d'aller plus loin dans l'interprétation de l'origine des accumulations d'amphibiens et de squamates du site. En comparaison, les micromammifères du même site (Stoetzel *et al.* 2011b) auraient été accumulés par des prédateurs de catégories plus élevées (catégorie 2-3 type grand-duc, voir catégorie 3-4 type rapaces diurnes/petits carnivores selon les niveaux). Différents types d'altérations post-dépositionnelles ont également été observées et quantifiées (intempérisation, oxydes de manganèse, piétinement, traces de racines...).

Concernant toujours l'herpétofaune, un travail sur les restes de serpents du site d'Irhoud Ocre (Maroc, Pléistocène inférieur) inclus une analyse de la fragmentation, de la digestion et d'autres altérations sur les vertèbres, avec des schémas différents selon les espèces (Taraba 2021 ; Taraba *et al.* 2022).

Dans le site de Guenfouda (Maroc oriental, niveaux Holocène), des observations préliminaires sur la représentation anatomique des petits mammifères ont montré une abondance relative élevée, peu de fragmentation et des traces de digestion légère à modérée (Lopez Garcia *et al.* 2013). Les auteurs en concluent que l'accumulation serait due à un rapace nocturne, sans aller plus loin dans l'identification du prédateur ; une interprétation reposant en partie sur l'observation en 2010 d'un grand-duc ascalaphe (*Bubo ascalaphus*) sur les falaises surplombant la grotte. Une analyse taphonomique plus poussée des restes de gerbilles de Guenfouda a été récemment effectuée par Mhamdi *et al.* (2022). Bien que des traces de bioturbation actuelle (terriers de gerbilles) existent à Guenfouda, elles restent très localisées et bien caractérisées à la fouille ; les accumulations et les dépôts encaissants ne semblent ainsi pas avoir connu de perturbation majeure. Cette même étude a montré que les faibles pourcentages et grades de digestion observés sur les têtes fémorales, incisives et molaires de rongeurs argumentent plutôt en faveur d'un prédateur de catégorie 1 ou 2, de type *Tyto alba* (Mhamdi *et al.* 2022).

L'analyse préliminaire des microvertébrés de Gueldaman (Algérie, Holocène, Saidani *et al.* 2016) montre des traces de digestion sur une grande partie des taxons étudiés (rongeurs, squamates, chiroptères). Le spectre faunique, les pourcentages et grades de digestion observés sur les têtes fémorales et incisives de rongeurs indiquent l'action d'un prédateur de catégorie 2-3 de type *Bubo ascalaphus.* Cependant, des différences sont observées entre les niveaux archéologiques et pourraient refléter l'action de prédateurs différents, mais l'étude d'un matériel plus abondant dans chaque niveau serait nécessaire pour affiner ces observations.

Sur le site antique de Rirha (Maroc, Oueslati *et al.* 2020), les auteurs mentionnent l'existence d'un taux de fragmentation et de digestion important pour les rongeurs (notamment les souris), mais aussi pour d'autres taxons présents dans le site comme les musaraignes, amphibiens et petits reptiles. Les auteurs fournissent quelques données chiffrées et des illustrations, argumentant en faveur d'une accumulation par un petit mammifère carnivore. À l'inverse, les restes de rats apparaissent intacts et correspondraient plutôt à des individus intrusifs.

Observations taphonomiques générales

Outre ces six études ayant fourni quelques données quantifiées, d'autres travaux abordent la question du contexte taphonomique par le biais d'observations générales non quantifiées.

Pour le site de plein air de Neftah (Tunisie, Pléistocène supérieur, Aouadi *et al.* 2018), les restes de microvertébrés sont peu abondants, se prêtant mal à une analyse taxonomique et taphonomique poussée. Des restes de rongeurs, crapaud, serpents, petits oiseaux et poissons ont été observés, et présentent des traces de corrosion, très peu de traces d'intempérisation, d'oxydes de manganèse, ou des concrétions. Les rares traces de digestion (principalement sur les vertèbres de serpents) indiqueraient l'action partielle d'un prédateur. La grande faune présente des indices d'action de l'eau (aspect roulé et poli caractéristique), cohérent avec le contexte fluviatile en bordure de chott du site. Cependant, aucun élément de micro-mésofaune ne montre ce type d'atteinte. Cela peut impliquer une origine différente (locale sans transport), mais l'absence de polissage par l'eau (caractéristique d'une immersion

Pays	Sites	Age	Taxons	Etudes paléotaphonomiques
Maroc	El Harhoura 2	Pléistocène supérieur - Holocène	Micromammifères Amphibiens, Squamates	Stoetzel *et al.* 2011 Stoetzel *et al.* 2012a
	Guenfouda	Holocène	Rongeurs	Mhamdi *et al.* 2022
	Rirha	Holocène (antique)	Rongeurs	Oueslati *et al.* 2020
Algérie	Gueldaman	Holocène	Microvertébrés	Saidani *et al.* 2016

TABLEAU 5

Résumé des études paléotaphonomiques sur petits vertébrés (avec données quantifiées) effectuées au Maghreb entre 2011 et 2021.

Listing of the palaeotaphonomic studies (including quantified data only) performed on fossil small vertebrate assemblages between 2011 and 2021.

prolongée dans un flux d'eau dynamique) sur les restes de microvertébrés ne veut pas forcément dire absence d'action de l'eau (p. ex. flux d'eau temporaire entraînant une dispersion des ossements ou des pelotes de rapace).

Geraads *et al.* (2013) reconnaissent à Jebel Irhoud (Maroc, Pléistocène moyen) l'existence de traces de digestion légère, reflétant selon eux l'action d'une chouette, mais ils mentionnent que les anciennes collections ne sont plus disponibles pour une analyse taphonomique approfondie.

À M'Tsogatin (Maroc central, Pléistocène supérieur-Holocène, Sens *et al.* 2016), des traces de digestion ont été observées sur plusieurs ossements de micromammifères, amphibiens, squamates et oiseaux, argumentant en faveur d'une accumulation *in situ* par un prédateur opportuniste. D'autres types d'altérations ont également été observées, telles que des traces d'intempérisation et de rognage par des insectes sur certains ossements. Cependant, là encore, la faible quantité de matériel mis au jour dans les sondages ne permet pas d'analyse plus poussée.

Pour la grotte des Pigeons à Taforalt (Maroc oriental, niveaux LSA), Barton *et al.* (2020) et Gleed-Owen, Barton (2020) posent l'hypothèse que les microvertébrés ont probablement été accumulés en grande partie par des prédateurs non humains (grands rapaces nocturnes ou petits carnivores), mais que certains individus (reptiles notamment) ont également pu fréquenter le site. Une analyse plus poussée des assemblages des niveaux MSA est en cours.

Pour le site de Dar-es-Soltane 1 (Maroc atlantique, Pléistocène supérieur), Bouzouggar *et al.* (2018) indiquent que l'interprétation taphonomique est limitée par le faible nombre d'ossements. Les auteurs mentionnent cependant des traces de digestion nombreuses dans le niveau F de la grotte et moins fréquentes dans les autres niveaux, indiquant potentiellement l'intervention de différents prédateurs dans les différents niveaux.

Dans les sites de Medjez I et II (Algérie, Holocène, Merzoug *et al.* 2020), les assemblages de microvertébrés sont dominés par les lézards (Scincidae notamment), mais ont également livré des restes de serpents, amphibiens, rongeurs, petits oiseaux et poissons. Les listes fauniques et les caractéristiques taphonomiques des deux sites sont très similaires. La présence de traces de digestion, notamment sur des restes de lézards et rongeurs, indique l'action au moins partielle d'un prédateur (probablement de catégorie 2-3). Mais la dominance de restes de lézards reste encore difficile à expliquer.

D'autres études, incluant une analyse taxonomique et taphonomique détaillée des assemblages, sont en cours sur les sites du Rhafas (Pléistocène supérieur-Holocène, Stoetzel *et al.* 2018 ; Stoetzel 2021) et El Mnasra (Pléistocène supérieur-Holocène, Stoetzel *et al.* 2011a, 2014a) au Maroc, de Tin Hanakaten en Algérie (Holocène, Stoetzel 2021) et de R'Hiba en Tunisie (Holocène, Stoetzel 2017, 2021).

Enfin, notons que les indices de consommation de microvertébrés par les hommes sont rares mais existent, notamment au travers de traces de découpes (crapaud, El Harhoura 2, Stoetzel *et al.* 2012a) ou des schémas de brûlures particuliers sur les os de rongeurs (Rirha, Oueslati *et al.* 2020 ; Stoetzel et Oueslati 2020) ou de reptiles (Taforalt, Gleed-Owen, Barton 2020 ; Tin Hanakaten, Stoetzel 2021).

4 | DISCUSSION

4.1 | Avancées méthodologiques

Le développement d'approches intégratives, combinant analyses génétiques et phylogéographiques sur populations actuelles, recherche d'ADN ancien dans des restes fossiles, et analyses de morphométrie géométrique sur spécimens actuels et fossiles ont permis des apports majeurs dans la connaissance de l'évolution des faunes et environnements quaternaires (Stoetzel *et al.* 2019).

Les analyses taphonomiques restent quant à elles encore très marginales, bien qu'un certain développement soit visible depuis quelques années notamment grâce à la mise en place d'une méthodologie « allégée » et plus facilement applicable par les paléontologues et taxonomistes (Fernández-Jalvo *et al.* 2016). Contrairement à la plupart des travaux précédents qui se focalisaient principalement sur les *Arvicolinae*, cette étude inclut également des *Gerbillinae*, des *Murinae* et des soricomorphes, permettant une application plus facile aux assemblages d'Afrique du Nord (Stoetzel 2009 ; Fernández-Jalvo *et al.* 2016). Des développements méthodologiques concernant l'analyse néotaphonomique de restes de poissons, d'amphibiens et de squamates ont récemment été publiés et pourront prochainement être appliqués aux assemblages actuels et fossiles du Maghreb (Guillaud *et al.* 2018 ; Lebreton *et al.* 2020).

Dans les trois études néotaphonomiques recensées, la notion d'approche multi-taxons est mise en avant. En effet, considérer en même temps différents groupes de microvertébrés (rongeurs, insectivores *s.l.*, amphibiens, reptiles *s.l.*, oiseaux) permet une meilleure appréhension des processus d'accumulation en contexte archéologique ou paléontologique et, à terme, des reconstitutions paléoenvironnementales plus précises (Campmas *et al.* 2018 ; Denys *et al.* 2018). Ce type d'approche incluant également d'autres petits et méso-mammifères se développe pour différents prédateurs européens ayant un régime alimentaire éclectique comme le Grand duc (*Bubo bubo*) (Lebreton *et al.* 2020) ou l'aigle royal (*Aquila chrysaetos*) (Lloveras *et al.* 2018). Cette approche reste à développer plus globalement à tout type de prédateur pouvant potentiellement être à l'origine d'accumulations de petits vertébrés, et pour des régions où les travaux restent encore beaucoup moins développés qu'en Europe, comme c'est le cas au Maghreb.

4.2 | Perspectives futures et nécessités

Par taxon

Si les micromammifères, et surtout les rongeurs, sont assez bien représentés dans les différents types d'études recensés, il est intéressant de noter une grande disparité entre la forte dynamique de recherche sur la taxonomie/phylogéographie

des amphibiens et reptiles *s.l.* actuels d'Afrique du Nord (**tabl. 1**) et la rareté des études consacrées à ces taxons dans le registre fossile (**tabl. 2**).

Un travail similaire à la présente synthèse serait également à envisager pour les autres taxons trop souvent mis de côté, comme les chiroptères, les oiseaux et la mésofaune (lagomorphes, hérissons, tortues), afin d'appréhender les lacunes et perspectives de recherche dans leur ensemble.

Par prédateur

Dans l'ensemble, *Tyto alba* et *Falco tinnunculus* sont assez bien représentés dans les travaux sur les régimes alimentaires, mais l'état des connaissances pour les autres prédateurs (aussi bien rapaces que carnivores) reste lacunaire et ne permet pas d'obtenir un référentiel suffisant pour interpréter les assemblages fossiles en termes de prédation et de paysage de chasse du prédateur incriminé. Les quelques travaux effectués en néotaphonomie ont cependant contribué à dresser les caractéristiques taphonomiques de plusieurs rapaces (*Tyto alba, Elanus caerulus*) et carnivores (*Genetta genetta, Vulpes vulpes, Canis* sp.). Ces données viennent compléter des travaux antérieurs ayant porté sur *Vulpes rueppelli* (Denys *et al.* 1992) en Égypte, *Falco tinnunculus* en Algérie (Denys, Mahboubi 1992) et *Tyto alba* en Mauritanie (Bruderer, Denys 1999), mais sont encore insuffisants pour rendre compte de la variabilité des modifications osseuses induites par les prédateurs (variabilité inter-individuelle, saisonnière, géographique, etc.). En effet, ces travaux ne sont basés que sur des échantillons relativement faibles, contrairement aux référentiels établis en Europe, et demandent à être approfondis par des études plus systématiques. À ce jour au Maghreb il existe encore des lacunes importantes pour des prédateurs reconnus en Europe comme grands accumulateurs de microvertébrés, comme *Bubo* spp. (incluant *Bubo ascalaphus*), *Strix aluco* ou *Vulpes* spp. (Andrews 1990 ; Denys 2011 ; Stoetzel, Denys 2011). Au vu de la forte biodiversité de prédateurs et de microvertébrés-proies dans ces régions, les efforts doivent être poursuivis afin de dresser des référentiels plus complets et multi-taxons suivant les derniers développements de la systématique.

Par zone géographique

Il existe une grande disparité entre les trois pays du Maghreb selon le type de travaux. Nous pouvons notamment observer un très fort dynamisme de recherche en ce qui concerne le régime alimentaire de différents types de prédateurs en Algérie, alors que la majorité des travaux sur les microvertébrés fossiles porte sur des sites marocains. Concernant les analyses taphonomiques détaillées d'assemblages de microvertébrés fossiles, seuls cinq travaux portent sur le Maroc et l'Algérie, et aucun n'a encore été publié sur la Tunisie. Or ces trois pays présentent des contextes géographiques, climatiques et de végétation très différents, se caractérisant *in fine* par des associations fauniques distinctes, voire des espèces de prédateurs différentes. Par exemple, des pelotes collectées dans les zones humides et sub-humides du Maroc, d'Algérie ou de Tunisie n'auront pas la même liste faunique et signature écologique, avec plus de rongeurs *Murinae*, que celles collectées pour les mêmes prédateurs en zone semi-aride ou aride, dominées par les rongeurs *Gerbillinae* (Meunier *et al.* 2020). En Algérie, l'échantillonnage semble couvrir toutes ces régions bioclimatiques, ce qui est loin d'être le cas au Maroc ou en Tunisie. Étant donné que le Sahara actuel a connu plusieurs phases d'expansion et de régression, des données exhaustives sur les petits vertébrés de chacune de ces zones permettraient de suivre son évolution au cours du temps.

Plusieurs causes peuvent expliquer les disparités observées entre les trois pays du Maghreb selon la discipline. Il est bien sûr évident que d'un point de vue général le manque de spécialistes en petits vertébrés pour cette zone impacte directement le nombre d'études publiées, aussi bien sur les assemblages actuels que fossiles. De plus, selon les pays, les types de formations à la recherche privilégient par exemple l'agronomie et l'agroécologie en Algérie et en Tunisie, alors que l'écologie générale et le fonctionnement des écosystèmes apparaissent plus développés au Maroc. Pour ce dernier, les formations à l'archéologie et à la paléontologie sont dynamiques et mises en lumière par les découvertes récentes d'*Homo sapiens* très anciens comme dans le site de Djebel Irhoud (Hublin *et al.* 2017 ; Richter *et al.* 2017). Le même phénomène peut être observé en Algérie, avec notamment les sites plus anciens de Tighennif, Aïn Boucherit et El Kherba (Sahnouni *et al.* 2013, 2018). Mais les études sur les microvertébrés restent encore rares en Algérie et plutôt ciblées sur des sites de la fin du Pléistocène ou de l'Holocène. Les découvertes effectuées en Tunisie sont pour le moment moins médiatisées et les formations aux disciplines de la Préhistoire globalement moins développées, en raison notamment d'un nombre de chercheurs préhistoriens en poste plus réduit. De plus, en Tunisie, les sites préhistoriques en grotte sont plus rares qu'en Algérie et qu'au Maroc ; or les sites de plein air sont moins propices à l'accumulation et à la préservation d'assemblages microfauniques (Stoetzel 2017a).

Par type d'altération

Les auteurs s'intéressent principalement à une origine par prédation en recherchant les traces de digestion, et ceux considérant la représentation anatomique, la fragmentation ou d'autres types d'altérations, et notamment les processus post-dépositionnels, sont rares. Or ces derniers peuvent renseigner sur l'histoire taphonomique d'un site, l'existence d'altérations climatiques (intempérisation), d'éventuel impact lié à des processus fluviatiles, de remaniements (*time averaging* ou *spatial averaging*) ou l'existence d'actions anthropiques (Olsen, Shipman 1988 ; Lyman 1994 ; Fernández-Jalvo *et al.* 1998, 1999 ; Denys et Patou-Mathis 2014). Ces informations sur l'intégrité d'un assemblage et sur les éventuels biais de représentation osseuse ou faunique sont essentielles pour la pertinence des interprétations paléoenvironnementales (e.g., Behrensmeyer 1978 ; Behrensmeyer, Hill 1980 ; Fernández-Jalvo *et al.* 2011, 2016 ; Fernández-Jalvo, Andrews 2016), et ce d'autant plus dans des régions comme celles du Maghreb, qui sont marquées par des contrastes importants en termes de températures, d'humidité, de précipitations, de vent et de végétation (du désert aux zones littorales humides). Une végétation de type méditerranéen ou des sols parfois très pauvres en matière organique, inondables (ex : sebkhas très

salées ou sols riches en phosphates du Maroc) vont engendrer des types d'altérations squelettiques parfois différents de ceux rencontrés en Europe (voir par exemple Denys *et al.* 2007). Or, jusqu'à présent, il n'existe aucun travail de taphonomie expérimentale sur ces aspects développés pour le Maghreb. De telles approches expérimentales permettront de mieux comprendre certains processus, comme les actions anthropiques sur les ossements de petits vertébrés ou l'effet du feu, de la sécheresse prolongée ou la diagénèse dans les sites fossiles, de façon analogue à celles développées pour d'autres régions (e.g., Andrews 1995 ; Denys 2002 ; Fernández-Jalvo, Andrews 2003 ; Fernández-Jalvo *et al.* 2022).

CONCLUSION

La décennie 2010-2021 a vu les travaux de taxonomie et de systématique progresser pour de nombreuses régions, et notamment pour l'Afrique du Nord. L'intensification des travaux et la découverte ou la ré-étude de sites d'intérêts majeurs pour la connaissance de l'évolution biologique et culturelle des hominines a relancé les travaux portant sur la paléontologie des petits vertébrés. De nouvelles études en taphonomie ont vu le jour et certaines sont encore en cours. Ces travaux développent une méthodologie alliant la taxonomie intégrative et la prise en compte de la morphologie spécifique de différents ordres de microvertébrés. Ces travaux favorisent l'obtention de résultats plus précis concernant la paléobiodiversité de la région, l'évolution de certains taxons, ainsi que l'origine et l'histoire taphonomique de certains sites. Des analyses taphonomiques poussées des assemblages fossiles, se basant notamment sur des référentiels actualistes, avec une approche multitaxons et expérimentale, apparaissent cruciales pour la compréhension des assemblages et des dépôts encaissants, de leur origine, et des biais pouvant potentiellement perturber le signal paléoenvironnemental.

À ce jour, les publications restent encore trop souvent vagues sur les données de digestion sur les microvertébrés, sans caractérisation de cette dernière ni quantification, en raison d'un matériel trop peu abondant, de mauvaises conditions de préservation, d'échantillonnage difficile (p. ex. brèches consolidées), ou par la conduite d'une étude trop superficielle (notamment en raison d'un nombre encore trop restreint de microfaunistes formés à la taphonomie). Ces observations conduisent à des hypothèses sans fondement concernant l'origine des assemblages, et les interprétations paléoenvironnementales peuvent être critiquables, car reposant trop souvent uniquement sur les listes fauniques, sans vérifier l'origine et l'homogénéité des assemblages de petits vertébrés, les altérations post-prédation et le degré d'opportunisme du prédateur accumulateur ou son milieu de chasse.

Ainsi, les travaux néo- et paléotaphonomiques ont besoin d'être fortement développés, 1) en mettant en place des référentiels taphonomiques adéquats, notamment à partir d'études de pelotes de réjection et de fèces d'une diversité de prédateurs nord-africains, 2) en développant les études expérimentales actualistes, 3) en multipliant ces études en contexte fossile ou sub-fossile afin de mieux cerner les biais taphonomiques (altérations climatiques particulières, chimiques, mécaniques, absence de certains taxons, etc.) propres à cette région, et 4) en considérant également les processus post-dépositionnels dans les analyses taphonomiques, trop souvent réduites à l'observation des traces de digestion.

C'est à ce prix, que des études plus complètes des paléoenvironnements et de la paléobiogéographie des faunes et hominines pléisto-holocènes dans la partie septentrionale de l'Afrique permettront de répondre aux questions concernant leur habitat et leur dispersion.

Un travail titanesque reste donc encore à effectuer, en favorisant une approche multi-taxons et une prise de conscience globale des chercheurs (biologistes, archéozoologues et paléontologues) travaillant au Maghreb.

REMERCIEMENTS

Nous dédicaçons ce travail à Émilie Campmas et son attrait indéfectible pour les déjections de carnivores et les carcasses en décomposition, mais aussi pour les différentes approches expérimentales qu'elle a développées en taphonomie et en archéozoologie. Nous remercions les organisateurs et le comité scientifique du colloque « Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène » (Toulouse et distanciel, 8 et 9 mars 2021). Un grand merci à Maxime Cammas pour son aide avec la carte de localisation des sites. Enfin, nous remercions vivement les deux rapporteurs, Aurélien Royer et Corentin Bochaton, pour leurs corrections et commentaires sur ce manuscrit, ainsi que le comité éditorial de la revue *Paleo*, et particulièrement Peggy Bonnet, pour son suivi.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

ADAMOU-DJERBAOUI M., LABDELLI F., DJELAILA Y., OULBACHIR K., ADAMOU M.S., DENYS C. 2015 - Inventaire des rongeurs dans la région de Tiaret (Algérie). *Approche intégrative de la 6e extinction : Influence de l'installation des hommes modernes au Maroc sur l'évolution de la biodiversité des petits vertébrés terrestres. Travaux de l'Institut Scientifique, Série Générale*, 8, p. 105-112.

AHMIM M. 2019 - *Les Mammifères sauvages d'Algérie. Répartition et Biologie de la Conservation*. Les Editions du Net, 289 p.

ALIA Z., SEKOUR M., OULD El HADJ M.D. 2012 - Importance des rongeurs dans le menu trophique de *Tyto alba* (Scopoli, 1759) dans la région de Souf (Algérie). *Revue des BioRessources*, 2 (2), p. 37-47.

AMANI F., BOUGARIANE B., STOETZEL E., 2012a - Partie 3 : grotte d'El Mnasra. Chapitre XVI : faunes et paléoenvironnements. *In*: M.A. EL HAJRAOUI, R. NESPOULET, A. DEBÉNATH, H. DIBBLE (Éd.), *Préhistoire de la région de Rabat-Témara*, éd. Villes et Sites Archéologiques du Maroc (VESAM), Volume III, p. 110-117.

AMANI F., REED K., HALLETT-DESGUEZ E., BOUGARIANE B., REED D. 2012b - Partie 4 : grotte des Contrebandiers. Chapitre XXIX : faunes et paléoenvironnements. *In*: M.A. EL HAJRAOUI, A. DEBÉNATH, R. NESPOULET, H. DIBBLE (Éd.), *Préhistoire de la région de Rabat-Témara*, ed. Villes et Sites Archéologiques du Maroc (VESAM), Volume III, p. 211-222.

AMROUCHE-LARABI L., DENYS C., OUKHEMZA M., BENSIDHOUM M., HAMANI A., NICOLAS V., KHIFER L., MAMOU R. 2015 - Inventaire des petits vertébrés terrestres de quelques localités du Nord Algérien. *Approche intégrative de la 6e extinction : Influence de l'installation des hommes modernes au Maroc sur l'évolution de la biodiversité des petits vertébrés terrestres. Travaux de l'Institut Scientifique, Série Générale*, 8, p. 85-95.

ANDREWS P. 1990 - *Owls, Caves and Fossils*. Natural History Museum Publications, London., 239 p.

ANDREWS P. 1995 - Experiments in taphonomy. *Journal Archaeological Science*, 22, p. 147-153.

ANDREWS P., FERNANDEZ JALVO Y. 2018 - Seasonal variation in prey composition and digestion in small mammal predator assemblages. *International Journal of Osteoarchaeology*, 28, p. 318-331.

AOUADI N., DRAKE N., BELHOUCHET L., HELA M., GASMI N., MHAMDI M., CANDY I., BARTON N., PEAT D., SCHWENNINGER J.L., STOETZEL E. 2018 - Nafta: A Middle Paleolithic site fromSouth West of Tunisia. Paleoenvironmental changes and Human subsistence. Communication orale, *XVIIIe Congrès mondial de l'UISPP, Session XXIII-1*, Paris, 04-09 juin 2018.

ARNTZEN J.W., RECUERO E., CANESTRELLI D., MARTINEZ-SOLANO I. 2013 - How complex is the *Bufo bufo* species group? *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 69, p. 1203-1208.

AULAGNIER S., CUZIN F., THEVENOT M. 2017 - *Mammifères sauvages du Maroc : peuplement, répartition, écologie*. Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, 340 p.

BAILON S., HOSSINI S., RAGE J.C. 2017 - Amphibians and lepidosaurians from the Cenozoic of Morocco. *In*: S. ZOURI (Éd.), *Paléontologie des vertébrés du Maroc : état des connaissances*. Mémoires de la Société Géologique de France, Volume 180, Paris, p. 453-484.

BAILON S., RAGE J.C., STOETZEL E. 2011 - First extinct representative of the salamander crown-group from a Gondwanan continent: *Pleurodeles* cf. *waltl* from the Quaternary of Morocco. *Amphibia-Reptilia,* 32 (2), p. 245-252.

BAKOUR S., MOULAÏ R. 2019 - Dietary analysis across breeding seasons of Eleonora's Falcon *Falco eleonorae* on the western coast of Algeria. *Ostrich,* 90, p. 63-72.

BARTON N., BOUZOUGGAR A., COLLCUTT S.N., HUMPHREY L.T. 2020 - 11. Other faunal remains. 11.1. Micromammals. *In*: N. BARTON, A. BOUZOUGGAR, S.N. COLLCUTT, L.T. HUMPHREY (Éd.), *Cemeteries and sedentism in the Later Stone Age of NW Africa: excavations at Grotte des Pigeons, Taforalt, Morocco*, Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Mainz, p. 331.

BEDDEK M., ZENBOUDJI-BEDDEK S., GENIEZ P., FATHALLA R., SOUROUILLE P., ARNAL V., DELLAOUI B., KOUDACHE F., TELAILIA S., PEYRE O., CROCHET P.A. 2018 - Comparative phylogeography of amphibians and reptiles in Algeria suggests common causes for the east-west phylogeographic breaks in the Maghreb. *PLoS ONE* 13 (8), e0201218.

BEDDIAF R., SEKOUR M., BISSATI-BOUAFIA S., SOUTTOU K. 2013 - Inventaire des rongeurs par piégeage direct dans la région de Djanet (Tassili N'ajjer-Sahara Central). *Revue des BioRessources,* 3 (1), p. 41-49.

BEHRENSMEYER A.K. 1978 - Taphonomic and ecologic information on bone weathering. *Paleobiology,* 4, p. 150-162.

BEHRENSMEYER A.K., HILL A.P. 1980 - *Fossils in the making: vertebrate taphonomy and paleoecology*. Univ. Chicago Press, Chicago, 338 p.

BENAMANE A.H., BISSATI-BOUAFIA S., AMRANI K., PANSU J., POMPANON F., DOUMANDJI S., SEKOUR M. 2019 - Diet of Barn Owl (*Tyto alba*) determination from regurgitated pellets in southeastern Algeria, coupling the classical approach with the eDNA analysis. *Ponte Italian Journal of Sciences and Research*, 75 (2/1), p. 62-78.

BENAMOR N., GUETOUACHE T., BOUNACEUR F. 2021 - Diet composition of the Pharaoh Eagle Owl, (Strigiformes, Strigidae) in a Steppe region of Algeria. *Ornis Hungarica*, 29 (2), p. 177-182.

BEN AROUS E., PHILIPPE A., SHAO Q., TOMBRET O., MERCIER N., RICHARD M., RICHTER D., LENOBLE A., STOETZEL E., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R., FALGUERES C. 2022 - An improved chronology for the Middle Stone Age at El Mnasra cave, Morocco. *PlosOne*, 17 (2), e0261282.

BEN FALEH A., ALLAYA H., QUIGNARD J.P., SHAHIN A.A.A.B., TRABELSI M. 2016a - Patterns of skull shape variation in relation to some geoclimatic conditions in the greater jerboa *Jaculus orientalis* (Rodentia, Dipodidae) from Tunisia. *Turkish Journal of Zoology*, 40, p. 1-10.

BEN FALEH A., ALLAYA H., SHAHIN A.A.A.B. 2016b - Geographic patterns of genetic variation in the greater Egyptian jerboa *Jaculus orientalis* (Dipodidae, Rodentia) from Tunisia. *Biochemical Systematics and Ecology*, 68, p. 15-22.

BEN FALEH A., CORNETTE R., ANNABI A., SAÏD K., DENYS C. 2013 - Patterns of size and skull shape variability in Tunisian populations of *Jaculus jaculus* (Rodentia:Dipodidae). *Acta Zoologica Bulgarica*, 65 (2), p. 217-223.

BEN FALEH A., COSSON J.F., TATARD C., BEN OTHMEN A., SAID K., GRANJON L. 2010 - Are there two cryptic species of the lesser jerboa *Jaculus jaculus* (Rodentia: Dipodidae) in Tunisia? Evidence from molecular, morphometric, and cytogenetic data. *Biological Journal of the Linnean Society*, 99, p. 673-686.

BEN FALEH A., GRANJON L., TATARD C., BEN OTHMEN A., SAID K., COSSON J.F. 2012a - Phylogeography of the Greater Egyptian Jerboa (*Jaculus orientalis*) (Rodentia: Dipodidae) in Mediterranean North Africa. *Journal of Zoology,* 286(3), p. 208-220.

BEN FALEH A., GRANJON L., TATARD C., BORATYŃSKI Z., COSSON J.F., SAID K. 2012b - Phylogeography of two cryptic species of African desert jerboas (Dipodidae: *Jaculus*). *Biological Journal of the Linnean Society*, 107 (1), p. 27-38.

BEN SALEM I., IBRAHIM A.B., CHETOUI M.B., NOUIRA S. 2017 - Morpho-geometric analysis of eight grass mouse species of the genus *Lemniscomys* (Rodentia: Muridae). *Pakistan Journal of Zoology*, 49 (1), p. 351-354.

BEN SALEM I., IBRAHIM A.B., CHETOUI M.B., NOUIRA S. 2018 - Contribution to the study of the genus *Lemniscomys* (Rodentia: Muridae). Morphometric and molecular approaches. *Biologia,* 73(4), p. 339-349.

BEUKEMA W., DE POUS P., DONAIRE-BARROSO D., BOGAERTS S., CARCIA-PORTA J., ESCORIZA D., ARRIBAS O.J., EL MOUDEN E.H., CARRANZA S. 2013 - *Review of the systematics, distribution, biogeography and natural history of Moroccan amphibians.* Zootaxa, Volume 3661, Magnolia Press, Auckland, New Zealand, 60 p.

BORATYNSKI Z., BRITO J.C., MAPPES T. 2012 - The origin of two cryptic species of African desert jerboas (Dipodidae: *Jaculus*). *Biological Journal of the Linnean Society*, 105, p. 435-445.

BOUARAKIA O., DENYS C., NICOLAS V., BENAZZOU T., BENHOUSSA A. 2019a - Biogeographic history of *Gerbillus campestris* (Rodentia, Muridae) in Morocco as revealed by morphometric and genetic data. *Bonn Zoological Bulletin*, 68(1), p. 97-124.

BOUARAKIA O., DENYS C., NICOLAS V., BENAZZOU T., BENHOUSSA A. 2019b - First molecular identification of *Gerbillus amoenus* (Rodentia, Muridae) in Morocco. *Zoology and Ecology* 29 (2), p. 106-112.

BOUARAKIA O., DENYS C., TIFAROUINE L., NICOLAS V., BENAZZOU T., BENHOUSSA A. 2018 - Notes on the distribution and phylogenetics of two rare small Gerbillinae (Rodentia, Muridae) in Morocco: *Gerbillus simoni* and *Gerbillus henleyi*. *Comptes-Rendus Biologies*, 341, p. 398-409.

BOUARAKIA O., LALIS A., BENHOUSSA A., BENAZZOU T., DENYS C. 2021 - Range extension and first genetic identification in Morocco of Sundevall's jird *Meriones crassus* (Rodentia, Muridae). *Arxius de Miscellania Zoologica,* 19, p. 83-98.

BOUNACEUR F., BISSAAD F.Z., MARNICHE F., BOUTHELDJA H., ABAITER N., KHELLIL K., SAAD A. 2016 - Écologie trophique du hibou Grand-Duc du désert *Bubo Ascalaphus* (Savigny, 1809) dans la région de l'Ahaggar, sud algérien. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 27, p. 175-189.

BOUZOUGGAR A., HUMPHREY L.T., BARTON N., PARFITT S.A., CLARK BALZAN L., SCHWENNINGER J.-L., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R., BELLO S.M. 2018 - 90,000 year-old specialised bone technology in the Aterian Middle Stone Age of North Africa. *PLoS ONE* 13 (10), e0202021.

BRAHMI K., KHECHEKHOUCHE E.A., MOSTEFAOUI O., DOUMANDJI S., BAZIZ B., AULAGNIER S. 2012 - First quantitative data on the diet of the fennec fox, *Vulpes zerda* (Canidae, Carnivora) in Algeria, *Folia Zoologica,* 61 (1), p. 61-70.

BRUDERER C., DENYS C. 1999 - Inventaire taxonomique et taphonomique d'un assemblage de pelotes d'un site de nidification de *Tyto alba* de Mauritanie. *Bonner zoologische Beiträge*, 48 (3-4), p. 245-257.

CAMPMAS É., CHAKROUN A., MERZOUG S. 2016 - Données préliminaires sur l'exploitation de la malacofaune marine par les groupes ibéromaurusiens de l'abri Alain (Oran, Algérie). *Paleo*, 27, p. 83-104.

CAMPMAS É., STOETZEL E., DENYS C. 2018 - African carnivores as taphonomic agents: Contribution of modern coprogenic sample analysis to their identification. *International Journal of Osteoarcheology*, 28, p. 237-263.

CHAID SAOUDI Y. 2012 - Contribution à la connaissance des faunes préhistoriques d'Algérie. *Ikosim*, 1, p. 7-23.

CHENCHOUNI H. 2014 - Diet of the Little Owl (*Athene noctua*) during the pre-reproductive period in a semi-arid Mediterranean region. *Zoology and Ecology*, 24 (4), p. 314-323.

CHEVALIER F., THEVENOT M., BERGIER P. 2012 - Notes sur quelques mammifères terrestres observés près de Dakhla, Oued Ad-Deheb. *Go-South Bulletin*, 9, p. 1-6.

CORNETTE R., HERREL A., STOETZEL E., MOULIN S., HUTTERER R., DENYS C., BAYLAC M. 2015a - Specific information levels in relation to fragmentation patterns of shrew mandibles: do fragments tell the same story? *Journal of Archaeological Science*, 53, p. 323-330.

CORNETTE R., STOETZEL E., BAYLAC M., MOULIN S., HUTTERER R., NESPOULET R., EL HAJRAOUI M.A., DENYS C., HERREL A. 2015b - Shrews of the genus Crocidura from El Harhoura 2 (Témara, Morocco): The contribution of broken specimens to the understanding of Late Pleistocene-Holocene palaeoenvironments in North Africa. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 436, p. 1-8.

DAUPHIN Y., CASTILLO-MICHEL H., DENYS C., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R., STOETZEL E. 2018 - Diagenetic alterations of *Meriones* incisors (Rodentia) of El Harhoura 2 cave, Morocco (Late Pleistocene - Middle Holocene). *Paläontologische Zeitschrift*, 92(1), p. 163-177.

DAUPHIN Y., CASTILLO-MICHEL H., FARRE B., MATAAME A., RBII K., RIHANE A., STOETZEL E., DENYS C. 2015 - Identifying predation on rodent teeth through structure and composition: a case from Morocco. *Micron*, 75, p. 34-44.

DAUPHIN Y., NESPOULET R., EL HAJRAOUI M.A., STOETZEL E., DENYS C. 2012 - Can color be used as a proxy for paleoenvironmental reconstructions based on archaeological bones? El Harhoura (Morocco) case study. *Journal of Taphonomy*, 10(2), p. 69-84.

DENYS C. 2002 - Taphonomy and experimentation. *Archaeometry*, 44, p. 469-484.

DENYS C. 2011 - Des référentiels en taphonomie des petits vertébrés : bilan et perspectives. *In*: V. LAROULANDIE, J.B. MALLYE, C. DENYS (Éd.), *Taphonomie des Petits Vertébrés : Référentiels et Transferts aux Fossiles*. Table Ronde du RTP Taphonomie à Talence (20-21 octobre 2009), *British Archaeological Reports,* S2269 2011, p. 7-22.

DENYS C., BOUARAKIA O. 2022 - Les petits mammifères terrestres du Maroc, une biodiversité riche et méconnue. *Travaux de l'Institut Scientifique, série Zoologie*, 61, p. 1-100.

DENYS C., KOWALSKI K., DAUPHIN Y. 1992 - Mechanical and chemical alterations of skeletal tissues in a recent Saharian accumulation of faeces from *Vulpes rueppelli* (Carnivora, Mammalia). *Acta zoologica Cracoviensia,* 35 (2), p. 265-283.

DENYS C., MAHBOUBI M. 1992 - Altérations structurales et chimiques des éléments squelettiques de pelotes de régurgitation d'un rapace diurne. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Série A,* 14 (1), p. 229-249.

DENYS C., PATOU-MATHIS M. 2014 - *Manuel de Taphonomie*. Éditions Errance, Collection Archéologiques, Arles, France, 284 p.

DENYS C., SCHUSTER M., GUY F., MOUCHELIN G., VIGNAUD P., VIRIOT L., BRUNET M., DURINGER P., FANONE F., DJIMDOU-MALBAYE A., LIKIUS A., MACKAYE H.T., SUDRE J. 2007 - Taphonomy in present day desertic environment: the case of the Djourab (Chad) Plio-Pleistocene deposits. *Journal of Taphonomy*, 5 (4), p. 177-203.

DENYS C., STOETZEL E., ANDREWS P., BAILON S., RIHANE A., HUCHET J.B., FERNANDEZ-JALVO Y., LAROULANDIE V. 2018 - Taphonomy of small predators multi-taxa accumulations: palaeoecological implications. *Historical Biology*, 30 (6), p. 868-881.

DENYS C., STOETZEL E., LALIS A., NICOLAS V., DELAPRE A., MATAAME A., TIFRAOUINE L., RIHANE A., EL BRINI H., LIEFRID S., FAHD S., OUAROUR A., CHERKAOUI A., FEKHAOUI M., BENHOUSSA A., EL HASSANI A., BENAZZOU T. 2015 - Inventaire des petits mammifères de milieux anthropisés et naturels du Maroc septentrional. *Approche intégrative de la 6e extinction : Influence de l'installation des hommes modernes au Maroc sur l'évolution de la biodiversité des petits vertébrés terrestres, Travaux de l'Institut Scientifique, Série Générale*, 8, p. 113-126.

DENZER W. 2021 - The correct name for the North African rock lizard is *Agama bibronii* A. Duméril in Duméril & Duméril, 1851, not *Agama impalearis* Boettger, 1874 (Reptilia, Squamata). *Bionomina*, 25, p. 76-80.

DJELAILA Y., DENYS C., STOETZEL E., CORNETTE R., LALIS A., ADAMOU-DJERBAOUI M., BOUKHEMZA, M. 2018 - Étude craniométrique du complexe d'espèces *Meriones shawii-grandis* (Mammalia: Rodentia) au Maroc, en Algérie et en Tunisie. *Comptes Rendus Biologies*, 341, p. 28-42.

DJILALI K., SEKOUR M., SOUTTOU K., ABABSA L., GUEZOUL O., DENYS C., DOUMANDJI S. 2016 - Diet of Short-eared Owl *Asio flammeus* (Pontoppidan, 1763) in desert area at Hassi El Gara (El Golea, Algeria). *Zoology and Ecology,* 26 (3), p. 15-165.

DRIDI Y. 2015 - *La faune holocène en Tunisie : études paléontologique, archéozoologique, taphonomique et paléoenvironnements.* Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille, France, 457 p.

DROUAI H., BELHAMRA M., MIMECHE F. 2018 - Inventory and distribution of the rodents in Aurès Mountains and Ziban oasis (Northeast of Algeria). *Annales de Biología*, 40, p. 47-55.

DUFRESNES C., STRACHINIS I., SURIADNA N., MYKYTYNETS G., COGALNICEANU D., SZEKELY P., VUKOV T., ARNTZEN J.W, WIELSTRA B., LYMBERAKIS P., GEFFEN E., GAFNY S., KUMLUTAS Y., ILGAZ Ç., CANDAN K., MIZSEI E., SZABOLCS M., KOLENDA K., SMIRNOV N., GENIEZ P., LUKANOV S., CROCHET P.A., DUBEY S., PERRIN N., LITVINCHUK S.N., DENOËL M. 2019 - Phylogeography of a cryptic speciation continuum in Eurasian spadefoot toads (*Pelobates*). *Molecular Ecology*, 28, p. 3257-3270.

DUMBACHER J.P., CARLE E.J., RATHBUN G.B. 2016 - *Petrosaltator* gen. nov., a new genus replacement for the North African sengi *Elephantulus rozeti* (Macroscelidea; Macroscelididae). Zootaxa 4136 (3), p. 567-579.

DUPUY H. 2012 - *Régime alimentaire du Hibou moyen duc (Asio otus), à Sidi Chiker (Maroc).* Mémoire de Licence, Université Paul Sabatier, Toulouse, France, 18 p.

EDDINE A., MOSTEFAI N., DE SMET K., KLEES D., ANSORGE H., KARSSENE Y., NOWAK C., VAN DER LEER P. 2017 - Diet composition of a newly recognized canid species, the African golden wolf (*Canis anthus*) in northern Algeria. *Annales Zoologici Fennici,* 54, p. 347-356.

ESCORIZA D., BEN HASSINE J. 2019 - *Amphibians of North Africa*. Academic Press, 350 p.

FAHD S., MEDIANI M., OHLER A.-M., DENYS C., SANTOS X. 2015 - Diversité et conservation de la faune batrachologique du Bassin Versant d'Oued Laou (Rif, nord-ouest du Maroc). *Approche intégrative de la 6e extinction : Influence de l'installation des hommes modernes au Maroc sur l'évolution de la biodiversité des petits vertébrés terrestres. Travaux de l'Institut Scientifique, Série Générale*, 8, p. 69-84.

FARHI Y., HANI K., AHMAT M.L., BAMBRA K.E., RADJAH T., ABSIK K., SOUTTOU K., BELHEMRA M., 2016 - Premières données sur le comportement trophique de la chouette effraie (*Tyto alba* Scopoli, 1769) dans la région de Biskra (Sahara septentrional algérien). *Journal Algérien des Régions Arides (JARA),* 13, p. 113-120.

FARRE B., MASSARD P., NOUET J., DAUPHIN Y. 2014 - Preservation of rodent bones from El Harhoura 2 cave (Morocco, Neolithic – Middle Palaeolithic): Microstructure, mineralogy, crystallinity and composition. *Journal of African Earth Sciences*, 92, p. 1-13.

FERNÁNDEZ-JALVO Y., ANDREWS P. 2003 - Experimental effects of water abrasion on bone fragments. *Journal of Taphonomy*, 1, p. 147-163.

FERNÁNDEZ-JALVO Y., ANDREWS P. 2016 - *Atlas of Taphonomic identifications. 1000+Images of fossil and recent mammal bone modification*. Springer, 359 p.

FERNÁNDEZ-JALVO Y., ANDREWS P, DENYS C. 1999 - Cut-marks on small mammals at Olduvai Gorge Bed-I. *Journal of Human Evolution,* 36, p. 587-589.

FERNÁNDEZ-JALVO Y., ANDREWS P., DENYS C., SESE C., STOETZEL E., MARIN MONFORT D., PEQUERO D. 2016 - Taphonomy for taxonomists, implications in small mammal studies. *Quaternary Science Reviews,* 139, p. 138-157.

FERNÁNDEZ-JALVO Y., DENYS C., ANDREWS P., WILLIAMS T., DAUPHIN Y., HUMPHREY L. 1998 - Taphonomy and palaeoecology of Olduvai Bed-I (Pleistocene, Tanzania). *Journal of Human Evolution*, 34, p. 137-172.

FERNANDEZ-JALVO Y., RUEDA L., FERNANDEZ F.J., GARCIA-MORATO S., MARIN-MONFORT M.D., MONTALVO C.I., TOMASSINI R., CHAZAN M., HORWITZ L.K., ANDREWS P. 2022 - Understanding the Impact of Trampling on Rodent Bones. *Quaternary*, 5(11), https://doi.org/10.3390/quat5010011.

FERNÁNDEZ-JALVO Y., SCOTT L., ANDREWS P. 2011 - Taphonomy in palaeoecological interpretations. *Quaternary Science Reviews*, 30, p. 1296-1302.

GARCIA PORTA J., LITVINCHUK S.N., CROCHET P.A., ROMANO A., GENIEZ P., LO-VALVO M., LYMBERAKIS P., CARRANZA S. 2012 - Molecular phylogenetics and historical biogeography of the west-palearctic common toads (*Bufo bufo* species complex). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 63 (1), p. 113-130.

GENIEZ P. 2015 - *Serpents d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient*. Delachaux et Niestlé, 384 p.

GENIEZ P., PADIAL J.M., CROCHET P.A. 2011 - Systematics of north African *Agama* (Reptilia: Agamidae): a new species from the central Saharan mountains. *Zootaxa*, 3098, p. 26-46.

GERAADS D., AMANI F., BEN-NCER A., McPHERRON S., RAYNAL J.P., HUBLIN J.J. 2013 - The rodents from the late Middle Pleistocene hominid-bearing site of J'bel Irhoud, Morocco, and their chronological and paleoenvironmental implications. *Quaternary Research*, 80, p. 552-561.

GERAADS D., RAYNAL J.P., SBIHI-ALAOUI F.Z. 2010 - Mammalian faunas from the Pliocene and Pleistocene of Casablanca (Morocco), *Historical Biology*, 22 (1-3), p. 275-285.

GLEED-OWEN C., BARTON N. 2020 - 11. Other faunal remains. 11.2. Amphibians and Reptiles. *In*: N. BARTON, A. BOUZOUGGAR, S.N. COLLCUTT, L.T. HUMPHREY (Éd.), *Cemeteries and sedentism in the Later Stone Age of NW Africa: excavations at Grotte des Pigeons, Taforalt, Morocco*, Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Mainz, p. 332-334.

GMIRA S., DE LAPPARENT DE BROIN F., GERAADS D., LEFEVRE D., MOHIB A., RAYNAL J.P. 2013 - Les tortues du Pliocène d'Ahl al Oughlam (Casablanca, Maroc) et de localités mio-pliocènes avoisinantes. *Geodiversitas*, 35 (3), p. 691-733.

GONCALVES D.V., BRITO J.C., CROCHET P.A., GENIEZ P., PADIAL J.M., HARRIS D.J. 2012 - Phylogeny of North African *Agama* lizards (Reptilia: Agamidae) and the role of the Sahara desert in vertebrate speciation. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 64, p. 582-591.

GRANJON L., DOBIGNY G., CHEVRET P., NDIAYE A. 2018 - Histoire évolutive et taxonomie intégrative dans le genre *Gerbillus* (Rodentia : Muridae). 1er Colloque International d'Ecophysiologie Animale et Biodiversité, 22-23 Novembre 2016, USTHB, Alger, Algérie. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, 74, p. 43-55.

GUERZOU A., SOUTTOU K., DERDOUKH W., GUERZOU M., DOUMANDJI S. 2017 - *Role of common raven, Corvus corax, in reducing crop pests population in some agricultural areas in Algeria. Journal of Environmental Biology*, 38 (4), p. 539-542.

GUILLAUD E., LEBRETON L., BEAREZ P. 2018 - Taphonomic signature of Eurasian eagle owl (*Bubo bubo*) on fish remains. *Folia Zoologica*, 67 (3-4), p. 143-154.

GUIMARAES S., FERNANDEZ-JALVO Y., STOETZEL E., GORGE O., BENNETT E.A., DENYS C., GRANGE T., GEIGL E.-M. 2016 - Owl pellets: a wise DNA source for small mammals genetics. *Journal of Zoology*, 298 (1), p. 64-74.

GUIMARAES S., PRUVOST M., DALIGAULT J., STOETZEL E., CÔTÉ N., NESPOULET R., NICOLAS V., LALIS A., DENYS C., GEIGL E.M., GRANGE T. 2017 - A cost-effective high-throughput metabarcoding approach powerful enough to genotype ~44 000 year-old rodent remains from Northern Africa. *Molecular Ecology Resources*, 17 (3), p. 405-417.

HUBLIN J.J., BEN-NCER A., BAILEY S.E., FREIDLINE S. E., NEUBAUER S., SKINNER M. W., BERGM ANN I., LE CABEC A., BENAZZI S., HARVATI K., GUNZ P. 2017 - New fossils from Jebel Irhoud, Morocco and the pan-African origin of Homo sapiens. *Nature*, 546, p. 289-292.

IDOUHAR-SAADI H., MOULAI R., SOUTTOU K., BAZIZ-NEFFAH F., SMAI A., ZENIA S., DOUMANDJI S. 2014 - Diet comparison between fledgling and adult Tawny Owl *Strix aluco* Linné, 1758 (Aves; Strigidae) in suburban area of El Harrach (Algiers, Algeria). *International Journal of Zoology and Research*, 4 (4), p. 59-66.

KAPLI P., LYMBERAKIS P., CROCHET P.A., GENIEZ P., BRITO J.C., ALMUTAIRI M., AHMADZADEH F., SCHMITZ A., WILMS T., POUYANI N.R., POULAKAKIS N. 2015 - Historical biogeography of the lacertid lizard *Mesalina* in North Africa and the Middle East. *Journal of Biogeography*, 42, p. 267-279.

KARSSENE Y., CHAMMEM M., LI F., EDDINE A., HERMANN A., NOUIRA S. 2019 - Spatial and temporal variability in the distribution, daily activity and diet of fennec fox (*Vulpes zerda*), red fox (*Vulpes vulpes*) and African golden wolf (*Canis anthus*) in southern Tunisia. *Mammalian Biology*, 95, p. 41-50.

KHEMIRI H., PIMENTA J., AMORIM A., CHEVRET P., NOUIRA S., LOPES A. M. 2017 - Genetic diversity within two Tunisian wild jirds: *Meriones shawi* and *Meriones libycus* (Rodentia, Gerbillinae). *African Zoology*, 52(1), p. 9-20.

LALIS A., LEBLOIS R., LIEFRIED S., OUAROUR A., BEERAVOLU C., MICHAUX J., HAMANI A., DENYS C., NICOLAS V. 2016a - New molecular data favour an anthropogenic introduction of the wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) in North Africa. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 54 (1), p. 1-12.

LALIS A., LEBLOIS R., STOETZEL E., BENAZZOU T., SOUTTOU K., DENYS C., NICOLAS V. 2016b - Phylogeography and demographic history of the Shaw's Jird (*Meriones shawii* complex) in North Africa. *Biological Journal of the Linnean Society*, 118 (2), p. 262-279.

LALIS A., MONA S., STOETZEL E., BONHOMME F., SOUTTOU K., OUAROUR A., AULAGNIER S., DENYS C., NICOLAS V. 2018 - Out of Africa: demographic and colonization history of the Algerian mouse (*Mus spretus* Lataste). *Heredity*, 122, p. 150-171.

LEBRETON L., BAILON S., GUILLAUD E., TESTU A., PERRENOUD C. 2020 - Multi-taxa referential of a modern Eurasian Eagle-Owl (*Bubo bubo*) aerie. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 32, 102417.

LLOVERAS L., COSSO A., SOLE J., CLARAMUNT-LOPEZ B., NADAL J. 2018 - Taphonomic signature of golden eagles (*Aquila chrysaetos*) on bone prey remains. *Historical Biology*, 30 (6), p. 835-854.

LOPEZ-GARCIA J.M., AGUSTI J., AOURAGHE H. 2013 - The small mammals from the Holocene site of Guenfouda (Jerada, Eastern Morocco): chronological and paleoecological implications. *Historical Biology*, 25 (1), p. 51-57.

LYMAN R.L. 1994 - *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 524 p.

MANAA A., SOUTTOU K., SEKOUR M., BENDJOUDI D., GUEZOUL O., BAZIZ-NEFFAH F., DOUMANDJI S., STOETZEL E., DENYS C. 2013 - Diet of Black-shouldered Kite *Elanus caeruleus* in a farmland area near Algiers, Algeria. *Ostrich: Journal of African Ornithology*, 84 (2), p. 113-117.

MARTINEZ-FREIRIA F., CROCHET P.-A., FAHD S., GENIEZ P., BRITO J.C., VELO-ANTON G. 2017 - Integrative phylogeographical and ecological analysis reveals multiple Pleistocene refugia for Mediterranean *Daboia* vipers in north-west Africa. *Biological Journal of the Linnean Society*, 122(2), p. 366-384.

MARTINEZ-NAVARRO B., KAROUI-YAAKOUB N., OMS O., AMRI L., LOPEZ-GARCIA J.M., ZERAI K., BLAIN H.A., MTIMET M.S., ESPIGARES M.P., BEN HAJ ALI N., ROS-MONTOYA S., BOUGHDIRI M., AGUSTI J., KHAYATI-AMMAR H., MAALAOUI K., EL KHIR M.O., SALA R., OTHMANI A., HAWAS R., GOMEZ-MERINO G., SOLE A., CARBONELL E., PALMQVIST P. 2014 - The early Middle Pleistocene archeopaleontological site of Wadi Sarrat (Tunisia) and the earliest record of *Bos primigenius*. *Quaternary Science Reviews*, 90, p. 37-46.

MEDIANI M., BRITO J.C., FAHD S. 2015 - Atlas of the amphibians and reptiles of northern Morocco: updated distribution and patterns of habitat selection. *Basic and Applied Herpetology*, 29, p. 81-107.

MERABET K., SANCHEZ E., DAHMANA A., BOGAERTS S., DONAIRE D., STEINFARTZ S., JOGER U., VENCES M., KARAR M., MOALI A. 2016 - Phylogeographic relationships and shallow mitochondrial divergence of Algerian populations of *Salamandra algira*. *Amphibia-Reptilia*, 37, p. 1-8.

MERZOUG S., AOUIMEUR S., DJELLID A., AOUDIA L., MORALES J., MAMERI M., CARRION MARCO Y., EDDARGACH W., SAIDANI N., STOETZEL E., AOUICHA M. 2020 - Données préliminaires sur la présence d'une occupation néolithique à Medjez II (Sétif, Algérie). *Libyca*, 36, p. 51-76.

MEUNIER M., STOETZEL E., SOUTTOU K., SEKOUR M., MOUSSA H., BOUKHEMZA M., DOUMANDJI S., DENYS C. 2020 - Mise à jour de la liste des Rongeurs d'Algérie, biogéographie et implications paléontologiques. *Bulletin Société Zoologique de France*, 145 (4), p. 413-474.

MHAMDI H., STOETZEL E., BOUARAKIA O., AOURAGHE H., SOUHIR M. 2022 - Morphological, biometric and taphonomic analysis of Holocene gerbils from Guenfouda (Eastern Morocco) and first mention of *Gerbillus henleyi* in a fossil record. *Historical Biology*. https://doi.org/10.1080/08912963.2022.2057227

MTIMET M. 2021 - *The microvertebrates (Micrommamals, Amphibians, Reptiles, Aves and Fishes) from the archeopaleontological site of Wadi Sarrat (NW Tunisia) Bio-geochronology, Paleobiogeography and Paleoenvironmental reconstruction*. Thèse de Doctorat, Programme Erasmus Mundus IDQP, Universitat Rovira I Virgili, Espagne, 150 p.

NDIAYE A., BÂ K., ANISKIN V., BENAZZOU T., CHEVRET P. KONEČNÝ A., SEMBÈNE M., TATARD C., KERGOAT G.J., GRANJON L. 2012 - Evolutionary systematics and biogeography of endemic gerbils (Rodentia, Muridae) from Morocco: an integrative approach. *Zoologica Scripta*, 41 (1), p. 11-28.

NDIAYE A., CHEVRET P., DOBIGNY G. ETGRANJON L. 2016a - Evolutionary systematics and biogeography of the arid habitat-adapted rodent genus *Gerbillus* (Rodentia, Muridae): a mostly Plio-Pleistocene African history. *J. Zool. Syst. Evol. Res.*, 54, p. 299-317.

NDIAYE A., HIMA K., DOBIGNY G., SOW A., DALECKY A., BÂ K., THIAM M., GRANJON L. 2014 - Integrative taxonomy of a poorly known Sahelian rodent, *Gerbillus nancillus* (Muridae, Gerbillinae). *Zoologischer Anzeiger-A Journal of Comparative Zoology*, 253(5), p. 430-439.

NDIAYE A., SHANAS U., CHEVRET P., GRANJON L. 2013 - Molecular variation and chromosomal stability within *Gerbillus nanus* (Rodentia, Gerbillinae): taxonomic and biogeographic implications. *Mammalia*, 77(1), p. 105-111.

NDIAYE A., TATARD C., STANLEY W., GRANJON L. 2016b – Taxonomic hypotheses regarding the genus *Gerbillus* (Rodentia, Muridae, Gerbillinae) based on molecular analyses of museum specimens. *ZooKeys*, 566, p. 145-155.

NICOLAS V., HAMANI A., AMROUCHE L., BENSIDHOUM M., BOUKHEMZA M., DOUMANDJI S., DENYS C. 2014a - First molecular evidence for the presence of *Crocidura pachyura* (Mammalia, Soricidae) in Kabylie (Algeria). *Mammalia*, 78 (2), p. 245-249.

NICOLAS V., JACQUET F., STOETZEL E., LALIS A., DELAPRE A., EL BRINI H., MATAAME A., RIHANE A., LIEFRIED S., OUAROUR A., DENYS C. 2015a - Identification moléculaire et histoire phylogéographique et démographique des musaraignes du Maroc septentrional. *Approche intégrative de la 6e extinction : Influence de l'installation des hommes modernes au Maroc sur l'évolution de la biodiversité des petits vertébrés terrestres. Travaux de l'Institut Scientifique, Série Générale*, 8, p. 141-150.

NICOLAS V., MATAAME A., CROCHET P., GENIEZ P., FAHD S., OHLER A. 2018 - Phylogeography and ecological niche modeling unravel the evolutionary history of the African green toad, *Bufotes boulengeri boulengeri* (Amphibia: Bufonidae), through the Quaternary. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 56, p. 102-116.

NICOLAS V., MATAAME A., CROCHET P.-A.,. GENIEZ P., OHLER A. 2015b - Phylogeographic patterns in North African water frog *Pelophylax saharicus* (Anura: Ranidae). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research,* 53 (3), p. 239-248.

NICOLAS V., NDIAYE A., BENAZZOU T., SOUTTOU K., DELAPRE A., COULOUX A., DENYS C. 2014b - Phylogeography of the North African Dipodil (Rodentia: Muridae) Based on Cytochrome b Sequences. *Journal of Mammalogy*, 95 (2), p. 241-253.

NICOLAS V., SOUTTOU K., GOUISSEM K., DOUMANDJI S., DENYS C. 2014c - First molecular evidence for the presence of *Gerbillus latastei* (Rodentia, Muridae) in Algeria. *Mammalia*, 78 (2), p. 267-271.

OLSEN S.L., SHIPMAN P. 1988 - Surface modification on bone: Trampling versus butchery. *Journal of Archaeological Science*, 15, p. 535-553.

OUARAB S., DOUMANDJI S. 2017 - Écologie trophique de la chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1769) dans la réserve naturelle de la zone humide de Réghaïa. *Bulletin de la Société zoologique de France,* 142(1), p. 13-28.

OUESLATI T., KBIRI ALAOUI M., ICHKHAKH A., CALLEGARIN L., DE CHAZELLE C.A., ROCCA E., CARRATO C. 2020 - 1st century BCE occurrence of chicken, house mouse and black rat in Morocco: Socio-economic changes around the reign of Juba II on the site of Rirha. *Journal of Archaeological Science: Reports,* 29, 102162.

OUNI R., DALHOUMI R., NEFLA A., HMIDA G., OUESLATI W., GMATI R., BEN ABA W., BEN MARZOU A., NOUIRA S. 2017 - *Biodiversity survey in the Medjerda river at the mouth of the articial lake "Sidi Salem dam".* Exploralis, Tunis, 88 p.

PIÑERO P., AGUSTI J., HADDOUMI H., EL HAMMOUTI K., CHACON M.G., SALA-RAMOS R. 2020 - *Golunda aouraghei*, sp. nov., the last representative of the genus *Golunda* in Africa, *Journal of Vertebrate Paleontology*, e1742726.

POTI A., KEHL M., BROICH M., CARRION MARCO Y., HUTTERER R., JENTKE T., LINSTADTER J., LOPEZ-SAEZ J.A., MIKDAD A., MORALES J., PEREZ-DIAZ S., PORTILLO M., SCHMID C., VIDAL-MATUTANO P., WENIGER G.C. 2019 - Human occupation and environmental change in the western Maghreb during the last glacial maximum (LGM) and the late glacial. New evidence from the Iberomaurusian site Ifri el Baroud (northeast Morocco). *Quaternary Science Reviews,* 220, p. 87-110.

RATO C., HARRIS D.J., CARRANZA S., MACHADO L., PERERA A. 2016 - The taxonomy of the *Tarentola mauritanica* species complex (Gekkota: Phyllodactylidae): Bayesian species delimitation supports six candidate species. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 94, p. 271-278.

RECUERO E., CANESTRELLI D., VÖRÖS J., SZABO K., POYARKOV N.A., ARNTZEN J.W., CRNOBRNJA-ISAILOVIC J., KIDOV A.A., COGALNICEANU D., CAPUTO F.P., NASCETTI G., MARTINEZ-SOLANO I. 2012 - Multilocus species tree analyses resolve the radiation of the widespread *Bufo bufo* species group (Anura, Bufonidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution,* 62, p. 71-86.

REED D., BARR, W.A. 2010 - A preliminary account of the rodents from Pleistocene levels at Grotte des Contrebandiers (Smuggler's Cave), Morocco. *Historical Biology*, 22 (1), p. 286-294.

RICHTER D., GRÜN R., JOANNES-BOYAU R., STEELE T.E., AMANI F., RUE M., FERNANDES P., RAYNAL J.P., GERAADS D., BEN-NCER A., HUBLIN J.J., MC PHERRON S.P. 2017 - The age of the hominin fossils from Jebel Irhoud, Morocco, and the origins of the Middle Stone Age. *Nature,* 546, p. 293-296.

RIHANE A., LAHROUZ S., HAMOUMI R. 2015 - Étude du régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* (Strigiforme, Tytonidae) dans la région de Lalla Mimouna dans la plaine du Gharb, plaine du Maroc atlantique. *Afrique SCIENCE*. 11 (2), p. 116-126.

SAHNOUNI M., PARES J.M., DUVAL M., CACERES I., HARICHANE Z., VAN DER MADE J., PEREZ-GONZALEZ A., ABDESSADOK S., KANDI N., DERRADJI A., MEDIG M., BOULAGHRAIF K., SEMAW S. 2018 - 1.9-million- and 2.4-million-year-old artifacts and stone tool cutmarked bones from Ain Boucherit, Algeria. *Science*, 362 (6420), p. 1297-1301.

SAHNOUNI M., ROSELL J., VEN DER MADE J., VERGES J.M., OLLE A., KANDI N., HARICHANE Z., DERRADJI A., MEDIG M. 2013 - The first evidence of cut marks and usewear traces from the Plio-Pleistocene locality of El-Kherba (Ain Hanech), Algeria: implications for early hominin subsistence activities circa 1.8 Ma. *Journal of Human Evolution*, 64, p. 137-150.

SAIDANI N., MERZOUG S., KHERBOUCHE F., STOETZEL E. 2016 - Nouvelles données sur le contexte taphonomique et environnemental des occupations néolithiques de la grotte de Gueldaman GLD1 (Algérie) d'après l'étude des microvertébrés. *Journal of Materials and Environmental Science*, 7 (10), p. 3800-3817.

SALVI D., PERERA A., SAMPAIO F.L., CARRANZA S., HARRIS D.J. 2018 - Underground cryptic speciation within the Maghreb: Multilocus phylogeography sheds light on the diversification of the checkerboard worm lizard *Trogonophis wiegmanni*. *Molecular Phylogenetics and Evolution,* 120, p. 118-128.

SEKOUR M., SOUTTOU K., GUERZOU A., BENBOUZID N., GUEZOUL O., ABABSA L., DENYS C., DOUMANDJI S. 2014 - Importance de la Mérione de Shaw *Meriones shawii* au sein des composantes trophiques de la Chouette effraie *Tyto alba* en milieux steppiques de l'Algérie. *Comptes Rendus Biologies*, 337 (6), p. 405-415.

SENS X., OUJAA A., GRIMAUD-HERVE D., ZAZZO A., LEBON M., TOMBRET O., CAMPMAS E., STOETZEL E., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2016 - Premiers résultats de l'étude anthropologique des restes humains de la grotte de M'Tsogatin 1 (région d'Oulmes, Maroc). *Journal of Materials and Environmental Science*, 7 (10), p. 3746-3762.

SHENBROT G. 2013 - Geographic range, morphometric variation and niche differentiation in greater Egyptian jerboa, *Jaculus orientalis*. *Mammalia*, 77 (3), p. 317-328.

SHENBROT G., FELDSTEIN T., MEIRI S. 2016 - Are cryptic species of the Lesser Egyptian Jerboa, *Jaculus jaculus* (Rodentia, Dipodidae), really cryptic? Re-evaluation of their taxonomic status with new data from Israel and Sinai. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 54 (2), p. 148-159.

SOUILEM Z., GUEZOUL O., SEKOUR M., ABABSA L. 2018 - Place des espèces proies dans le menu trophique des rapaces nocturnes dans les milieux phoenicicoles. *Revue des Bioressources*, 8 (2), p. 59-70.

SOUTTOU K., DOUMANDJI S. 2017 - *Comportement, régime alimentaire et reproduction du Faucon crécerelle*. Éditions universitaires européennes, 236 p.

SOUTTOU K., MANAA A., BAZIZ-NEFFAH F., GUEZOUL O., ABABSA L., SEKOUR M., DENYS C., DOUMANDJI S. 2018 - Geographic variation of the diet of the common kestrel *Falco tinnunculus* Linné, 1758 (Aves, Falconidae) in Algeria. *Vie et milieu - Life and environment*, 68(2-3), p. 127-143.

SOUTTOU K., MANAA A., SEKOUR M., ABABSA L., GUEZOUL O., BAKRIA M., DOUMANDJ S., DENYS C. 2015a - Sélection des proies par la chouette effraie *Tyto alba* et le hibou moyen-duc *Asio otus* dans un milieu agricole à El Mâalba (Djelfa, Algérie). *Lebanese Science Journal*, 16 (2), p. 3-17.

SOUTTOU K., MANAA A., SEKOUR M., HAMANI A., DENYS C., DOUMANDJI S. 2015b - Importance de la prédation de trois rapaces sur la biodiversité dans des milieux steppiques à Djelfa (Algérie). *Approche intégrative de la 6e extinction : Influence de l'installation des hommes modernes au Maroc sur l'évolution de la biodiversité des petits vertébrés terrestres. Travaux de l'Institut Scientifique, Série Générale*, 8, p. 97-103.

SOUTTOU K., MANAA A., STOETZEL E., SEKOUR M., HAMANI A., DOUMANDJI S., DENYS C. 2012 - Small mammals bone modifications in Black-shouldered Kite *Elanus caeruleus* pellets from Algeria: implications for archaeological sites. *Journal of Taphonomy*, 10(1), p. 1-19.

STOETZEL E. 2009 - Les microvertébrés du site d'occupation humaine d'El Harhoura 2 (Pléistocène supérieure-Holocène, Maroc) : systématique, évolution, taphonomie et paléoécologie. Thèse de Doctorat, *Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, France, 432 p.

STOETZEL E. 2017a. Implications paléoenvironnementales de l'étude des microvertébrés quaternaires en Afrique du Nord et état des lieux des collections tunisiennes. Communication orale, *7e Journées Géographiques Régionales de l'AGT en hommage à feu Amor BKHAIRI*, Sbeitla, Tunisie, 02-04 novembre 2017.

STOETZEL E. 2017b - Adaptations and dispersals of anatomically modern humans in the changing environments of North Africa: the contribution of microvertebrates. *African Archaeological Review*, 34(4), p. 453-468.

STOETZEL E. 2021 - Passages de faunes de rongeurs entre le Sud et le Nord du Sahara lors de périodes humides : études de cas et implications archéologiques. Communication orale, Colloque *Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène*, organisé en hommage à Emilie Campmas (1983-2019), Toulouse, 8-9 mars 2021.

STOETZEL E., BAILON S., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2014a - New herpetofaunal data from Temara's caves (Morocco): archaeological and palaeoecological implications. Communication orale, *12e colloque de l'International Council for Archaeozoology (ICAZ)*, San Rafael, Argentine, 22-27 septembre 2014.

STOETZEL E., BOUZOUGGAR A., MCPHERRON S., HUBLIN J.J. 2019 - First data on the Late Quaternary microvertebrate faunas from Rhafas Cave (Morocco): palaeoenvironmental and palaeobiogeographic implications. Communication orale, *XVIIIe Congrès mondial de l'UISPP, Session XXIII-1*, Paris, 04-09 juin 2018.

STOETZEL E., CAMPMAS É., MICHEL P., BOUGARIANE B., OUCHAOU B., AMANI F., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2014b - Context of modern human occupations in North Africa: contribution of the Témara caves data. *Quaternary International*, 320, p. 143-161.

STOETZEL E., CORNETTE R., LALIS A., NICOLAS V., CUCCHI T., DENYS C. 2017 - Systematics and evolution of the *Meriones shawii/grandis* complex (Rodentia, Gerbillinae) during the Late Quaternary in northwestern Africa: exploring the role of environmental and anthropogenic changes. *Quaternary Science Reviews*, 164, p. 199-216.

STOETZEL E., DENYS C. 2011 - Les microvertébrés d'Afrique du Nord : synthèse des travaux en néo- et paléotaphonomie. *In*: V. LAROULANDIE, J.B. MALLYE, C. DENYS (Éd.), *Taphonomie des Petits Vertébrés : Référentiels et Transferts aux Fossiles*. Table Ronde du RTP Taphonomie à Talence (20-21 octobre 2009), *British Archaeological Reports*, S2269 2011, p. 23-32.

STOETZEL E., DENYS C., BAILON S., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2012a - Taphonomic analysis of Amphibian and Squamate remains from El Harhoura 2 (Rabat-Témara, Morocco): contributions to palaeoecological and archaeological interpretations. *International Journal of Osteoarchaeology*, 22, p. 616-635.

STOETZEL E., DENYS C., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2011a - Données préliminaires sur les microvertébrés de la grotte d'El Mnasra : contribution au cadre paléoenvironnemental de l'Atérien du littoral atlantique de Rabat-Témara (Maroc). Communication orale, *6e Rencontre des Quaternaristes Marocains*, Tanger, Maroc, 15-17 novembre 2011.

STOETZEL E., DENYS C., MICHAUX J., RENAUD S. 2013 - *Mus* in Morocco: a Quaternary sequence of intraspecific evolution. *Biological Journal of the Linnean Society*, 109, p. 599-621.

STOETZEL E., EL AGBANI M.A., QNINBA A., MOUNA M., MATAAME A., EL BRINI H., DENYS C. 2010 - Inventaire taxonomique préliminaire des petits vertébrés terrestres du Nord du Maroc. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 32(1), p. 17-24.

STOETZEL E., LALIS A., NICOLAS V., AULAGNIER S., BENNAZOU T., DAUPHIN Y., EL HAJRAOUI M.A., EL HASSANI A., FAHD S., FEKHAOUI M., GEIGL E.M., LAPOINTE F.J., LEBLOIS R., OHLER A.M., NESPOULET R., DENYS C. 2019 - Quaternary terrestrial microvertebrates from northwestern Africa: state-of-the-art focused on recent multidisciplinary studies. *Quaternary Science Reviews*, 224, 105966.

STOETZEL E., MARION L., NESPOULET R., EL HAJRAOUI M.A., DENYS C. 2011b - Taphonomy and palaeoecology of the late Pleistocene to middle Holocene small mammal succession of El Harhoura 2 cave (Rabat-Témara, Morocco). *Journal of Human Evolution*, 60 (1), p. 1-33.

STOETZEL E., OHLER A.M., DELAPRE A., NICOLAS V., JACQUET F., RIHANE A., MATAAME A., FEKHAOUI M., BENAZZOU T., DENYS C. 2012b - Inventaire des petits vertébrés terrestres du Maroc Central. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 34 (1), p. 45-56.

STOETZEL E., OUESLATI T. 2020 - Les micromammifères indicateurs de changements climatiques et de mobilité humaine à l'Holocène en Afrique du Nord. Communication orale, Journée Scientifique de l'IRN Decapan : *Populations en mouvement au Maghreb et dans les îles alentours à l'Holocène ; biologie et culture*, Nanterre, 15 février 2019.

STOETZEL E., PICKFORD M. 2022 - Étude d'un assemblage original de microvertébrés du Pléistocène moyen du nord-est de l'Algérie (Ben Kerat, Oued Zenati) et descriptions de deux nouveaux muridés. *Geodiversitas*, 44(8), p. 237-263.

TARABA P.M. 2021 - *Les Serpents (Reptila, Squamata) du Pléistocène inférieur d'Irhoud-Carrière « Ocre » (Maroc) : systématique et taphonomie, implications paléoenvironnementales, paléoclimatiques et paléobiogéographiques*. Mémoire de Master 2, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 42 p.

TARABA P.M., BAILON S., JALIL N.E. 2022 - Snakes (Reptilia, Squamata) from the Lower Pleistocene of Irhoud-Carrière « Ocre » (Morocco): systematics and taphonomy, paleoenvironmental, paleoclimatic and paleobiogeographic implications. Communication orale, *2nd Virtual Conference for Women, Archaeologists and Palaeontologists*, en ligne, 07-08 mars 2022.

TERGOU S., BENDOUMIA H., DOUMANDJI S. 2016 - Place of vertebrates found in the balls of rejection in two strigiformes Mitija (Algeria). *Advances in Environmental Biology*, 10 (10), p. 195-202.

TERGOU S., BOUKHEMZA M., MARNICHE F., MILLA A., DOUMANDJI S. 2014 - Dietary distinctive features of Tawny Owl, *Strix aluco* (Linn 1758) and Barn Owl, *Tyto alba* (Scopoli 1759) in gardens of Algerian Sahel, El Harrach, Jardin d'Essai du Hamma. *Pakistan Journal of Zoology*, 46 (4), p. 1013-1022.

TERRAY L., STOETZEL E., HERREL A., CORNETTE R. 2021 - Contribution of functional traits for the understanding of palaeo-environmental changes. *Biological Journal of the Linnean Society,* 133 (4), p. 1110-1125.

TERRAY L., STOETZEL E., NERINI D., CORNETTE R. (Sous presse 2022) - How to characterize phenotypic evolution over time and through environmental changes? *Journal of Mammalian Evolution*. https://doi.org/10.1007/s10914-022-09620-w

TRAPE J.F., TRAPE S., CHIRIO L. 2012 - *Lézards, crocodiles et tortues d'Afrique occidentale et du Sahara*. IRD Éditions, Marseille, France, 503 p.

VENCES M., DE POUS P., NICOLAS V., DIAZ-RODRIGUEZ J., DONAIRE D., HUGEMANN K., HAUSWALDT J.S., AMAT F., BARNESTEIN J.A.M., BOGAERTS S., BOUAZZA A., CARRANZA S., GALAN P., GONZALEZ DE LA VEGA J.P., JOGER U., LANSARI A., EL MOUDEN E.H., OHLER A., SANUY D., SLIMANI T., TEJEDO M. 2014 - New insights on phylogeography and distribution of painted frogs (*Discoglossus*) in northern Africa and the Iberian Peninsula. *Amphibia-Reptilia*, 35, p. 305-320.

DES COQUILLAGES COMME OUTILS DE BOUCHERIE ? APPROCHE EXPÉRIMENTALE ET AMORCE DE RÉFLEXION SUR LA QUESTION DES PRATIQUES DE BOUCHERIE AU PALÉOLITHIQUE MOYEN EN CONTEXTE LITTORAL DE L'AFRIQUE DU NORD

Émilie CAMPMAS†, Sandrine COSTAMAGNO[a], Antoine SOURON[b], Vittorio FACINCANI[a,c], Martina ARBOSTI[d], Marine GARDEUR[a], Thomas LAVIDALIE[b], Alexandre NAPIAS[b], Jennifer PARKINSON[e], Frédéric SANTOS[b], Francesca ROMAGNOLI[f]

a. *TRACES – UMR 5608, CNRS, Université Toulouse - Jean Jaurès, 5 allées Antonio Machado, 31058 Toulouse cedex 9, France*
b. *Université de Bordeaux, CNRS, MCC, PACEA, UMR 5199, Bâtiment B2, Allée Geoffroy St. Hilaire, CS 50023, 33600 Pessac, France*
c. *Département des Humanités – Section des Sciences préhistoriques et anthropologiques, Université de Ferrare, Corso Ercole I d'Este 32, 44121 Ferrare, Italie*
d. *Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, Dipartimento di Storia Culture Civiltà, Via Zamboni, 33, 40126 Bologna, Italie*
e. *Department of Anthropology, University of San Diego, 5998 Alcalá Park, San Diego, CA 92110, États-Unis.*
f. *Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad Autónoma de Madrid, Ciudad Universitaria de Cantoblanco - 28049 Madrid, Espagne*

HORS-SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 3 | L'apport des approches actualistes à une meilleure perception des relations humain/animal dans le passé

PAGES 376 À 395

MOTS-CLÉS Archéozoologie, Archéologie expérimentale, Boucherie, Outil, Coquille, Efficacité, Stries, Micromorphologie

RÉSUMÉ

Dans le cadre d'une expérimentation coordonnée par Émilie Campmas et Francesca Romagnoli en 2016, des coquilles de bivalve et de gastéropode (moule, patelle, vernis) ont été utilisées pour découper une carcasse de mouton. Elles ont été choisies car elles figurent parmi les espèces les plus abondantes dans les sites archéologiques des régions méditerranéennes d'Europe et d'Afrique du Nord et certaines d'entre elles ont été identifiées comme des outils dans des sites moustériens. Ces expériences complètent le référentiel « Des Traces et des Hommes » sur les stries de boucherie. Les tests en aveugle réalisés à partir de l'observation de l'emplacement des stries montrent également la pertinence de ce référentiel pour l'interprétation des stries en termes d'opérations de boucherie (dépouillement, décharnement, etc.). Les résultats indiquent que les patelles (*Patella* sp.) sont peu propices à ce type d'activités alors que les coquilles de moule (*Mytilus* sp.) et de vernis (*Callista chione*) peuvent être utilisées pour l'ensemble des opérations nécessitant un outil tranchant. En raison de leur forme différente, leur performance est en revanche très variable. *Mytilus* sp. est plus efficace pour le dépouillement et le décharnement tandis que *Callista chione* est plus opérant pour la désarticulation et le prélèvement des tendons. À l'exclusion du décharnement avec des coquilles de *Mytilus* sp., toutes les opérations de boucherie sont plus difficiles à mener avec des coquilles qu'avec des outils en silex. Une approche préliminaire sur la micromorphologie des stries de boucherie à partir d'observations au microscope confocal montre que ces traces entrent dans la variabilité des traces de boucherie obtenues à partir d'outils lithiques. Des différences micromorphologiques selon le taxon utilisé et l'activité menée ont pu être observées mais un référentiel plus conséquent serait nécessaire pour conforter ces résultats préliminaires. La question d'une potentielle utilisation de coquilles sur le littoral d'Afrique du Nord durant le Paléolithique moyen pouvant expliquer la faible fréquence des stries de boucherie sur les ossements de grands ongulés n'a pu être tranchée à partir des résultats obtenus.

ABSTRACT

Shells as butchery tools? An experimental approach and a first step toward discussing open issues on butchery practices in the Middle Paleolithic in the coastal context of North Africa

In 2016, during an experiment leaded by Émilie Campmas and Francesca Romagnoli, the carcass of a sheep was processed applying prehistoric butchery practices implementing the complete sequence of carcass-processing activities (skinning, disarticulation, defleshing, and removal of tendons). For the experiment, three taxa of marine shells were used (*Patella* sp., *Mytilus* sp., and *Callista chione*). The taxa were selected because they have been identified as tools in different Pleistocene sites and are among the most abundant species in archaeological sites in the Mediterranean regions across Europe and northern Africa. The experiment complemented the information and the reference collection produced in the framework of the project "Des Traces et des Hommes" to describe and interpret the butchery marks. During the project, blind tests were conducted to observe the cut marks produced during butchery experiments. These tests have shown the reliability of this variable in identifying the different activities carried out during complete carcass processing. The results of the 2016 experiments showed that not all the selected taxa were effective in the same way and for the same activity. The *Patella* sp. shells were not favourable to butchery, whereas *Mytilus* sp. and *Callista chione* shells could be used during all the butchery operations. Due to morphological differences in the edge of the valves, *Mytilus* sp. shells were more effective for skinning and defleshing while *Callista chione* valves were more effective for disarticulation and removal of tendons. According to this experiment, butchery activities were generally more difficult to achieve with shells than with stone tools, excluding defleshing with mussel shells. The micromorphological study of the butchery marks on the bones using a confocal microscope showed that, although within the variability of marks made with the active edges of stone tools, they could be differentiated according to the species used and the specific butchery activity. Further analysis and an expanded experimental sample are needed to strengthen these results about both shell effectiveness and micromorphological characterisation of cut marks. In this paper, the results are discussed in the framework of the subsistence activities during the Middle Palaeolithic in northern Africa. Rich archaeomalacological assemblages have been identified during this period, suggesting the consumption of marine molluscs. These assemblages are associated with macromammal remains, usually showing a low frequency of butchery marks, and the use of shell tools as cause of this scarcity was previously proposed. The results of the 2016 experiment did not solve this matter and further experiments are needed. However, the results clearly highlight the lack of detailed knowledge of shell as raw material and open perspectives for further research in this field.

KEY-WORDS Archaeozoology, Experimental archaeology, Butchery, Tool, Shell, Effectiveness, Cut marks, Micromorphology

INTRODUCTION

De nombreux exemples ethnologiques ou ethnohistoriques témoignent de l'utilisation de coquilles de mollusques soit comme outils passifs (i.e. outils ne servant pas à modifier d'autres matériaux), soit comme outils actifs (i.e. outils dont la fonction est de modifier la matière) – selon la définition de Prous 1986/1990. Parmi les groupes humains occupant les territoires côtiers, les coquilles faisaient l'objet d'usages variés (cf. Cuenca Solana *et al.* 2011 pour une revue). Par exemple, chez les Indiens vivant en Terre de Feu (Yamana, Kwakliutl), le couteau-grattoir en coquille de moule était l'outil par excellence servant à de multiples usages : couper, racler, raboter, creuser, entailler (Haydes, Deniker 1885 ; Lothrop 1928 ; Bird 1946 ; Cooper 1946b ; Mansur, Clemente 2009). En tant qu'outils passifs, les coquilles sont utilisées comme lampes (e.g. les Eyak d'Alaska : Stratton 1989 - p. 15 ; les Indiens de la côte Nord-Ouest de l'Amérique : Drucker 1950 - p. 269), cuillères (e.g. les Yamana en Terre de Feu : Lothrop 1928 - p. 154 ; les Kwakiutl sur les îles de Vancouver : Boas 1905), ou encore comme récipients (e.g. la tribu des Kwakwaka'wakw sur la côte Nord-Ouest de l'Amérique : Deur *et al.* 2015 ; les Yamana : Mansur, Clemente 2009). Les coquilles (outils actifs) sont aussi souvent employées pour le travail des végétaux, en particulier pour récupérer ou racler l'écorce des arbres (e.g. les Chugach en Alaska : Stratton 1989 ; les Kwakiutl : Boas 1905 ; les Yamana : Lothrop 1928 - p. 144), ou encore pour le façonnage d'outils (les Powhatan de Virginie : Speck 1928 ; les Yamana : Lothrop 1928 ; les aborigènes d'Australie : Taplin, Woods 1879). L'utilisation de racloirs en coquilles pour le traitement des peaux (écharnage, épilage, tannage) est fréquemment mentionnée dans la littérature ethnographique (e.g. les Kwakiutl : Boas 1905 ; les Ammassalik du Groenland : Thalbitzer 1914 - p. 43 ; les Yamana : Cooper 1946b ; certaines tribus d'indiens du Sud-Est de l'Amérique : Lawson 1860 cité dans Swanton 1946 - p. 444 ; les Chugach d'Alaska : Stratton 1989 - p. 20 ; la tribu des Kwakwaka'wakw : Deur *et al.* 2015). Le bord tranchant, brut ou retouché de certaines coquilles peut aussi servir à découper de la viande soit lors de la boucherie (les Kamiagrute d'Alaska : Dupont 2006 cité dans Cuenca Solana *et al.* 2011 ; les Yamana) soit lors de la consommation comme chez les Chono (archipels de Patagonie, partie nord) qui utilisent leur couteau pour couper de la viande crue de phoque lorsqu'elle est portée à leur bouche (Cooper 1946a - p. 51).

En contexte archéologique, l'utilisation de coquilles comme outils actifs est documentée sur quelques sites paléolithiques, depuis le Paléolithique ancien (Joordens *et al.* 2014) jusqu'au Paléolithique récent (Szabó *et al.* 2007 ; Douka 2011 ; Cuenca Solana *et al.* 2016). Au Paléolithique moyen, sur les côtes nord-orientales de la Méditerranée, en Italie et en Grèce, des coquilles retouchées de *Callista chione* (Linnaeus 1758) documentent une industrie moustérienne originale (e.g. Cristiani *et al.* 2005 ; Douka, Spinapolice 2012 ; Romagnoli *et al.* 2015, 2016). Les analyses tracéologiques menées sur les restes de malacofaune issus de contextes paléolithiques restent rares, mais ont révélé des utilisations variées : traitement de pigments minéraux, action sur des végétaux (bois, fibres), traitement de peaux fraîches ou sèches (Cuenca Solana 2013 ; Cuenca Solana *et al.* 2017 ; Szabó, Koppel 2015). Les expériences réalisées par F. Romagnoli et collaborateurs (2017) ont

aussi montré l'efficacité et la grande polyvalence des coquilles de vernis retouchées tandis que N. Toth et M. Woods (1989) ont démontré l'efficacité des coquilles retouchées d'huître pour les opérations de boucherie. Dans des contextes archéologiques du Paléolithique ancien à Java, la morphologie de stries de boucherie sur des ossements suggère l'utilisation de coquilles pour la boucherie (Choi, Driwantoro 2007).

L'étude micromorphologique des stries de boucherie dans l'objectif d'identifier la matière première des outils utilisés a fait l'objet de nombreux développements méthodologiques (Bello, Soligo, 2008 ; Domínguez-Rodrigo *et al.* 2009 ; Boschin, Crezzini 2012 ; Moretti *et al.* 2015 ; Harris *et al.* 2017 ; Palomeque-González *et al.* 2017 ; Pante *et al.* 2017 ; Val *et al.* 2017 ; Maté-González *et al.* 2018 ; Otárola-Castillo *et al.* 2018 ; Souron *et al.* 2019). Peu d'entre eux ont porté sur la caractérisation des stries produites par des coquilles de mollusque (Toth, Woods 1989 ; Choi, Driwantoro 2007 ; Buc *et al.* 2010) et aucune approche quantitative n'a jamais été menée sur ce type de stries. Dans les différents référentiels disponibles, qu'ils soient tracéologiques ou qu'ils portent sur l'efficience des outils (Toth, Woods 1989 ; Choi, Driwantoro 2007 ; Mansur, Clemente 2009 ; Buc *et al.* 2010 ; Tumung *et al.* 2012 ; Cuenca Solana 2013 ; Szabó, Koppel 2015 ; Manca 2016 ; Romagnoli *et al.* 2017), les activités de boucherie ont rarement été mises en œuvre et lorsqu'elles l'ont été, elles concernent quasi exclusivement des opérations en lien avec la découpe de la viande. Pourtant, les opérations de boucherie sont diverses (Lyman 1987) et, du fait de la conformation des ossements et des différentes matières à découper, elles nécessitent l'utilisation d'outils aux propriétés variées (tranchants, résistants) avec une ergonomie et des formes particulières, notamment pour les opérations de désarticulation. Le degré de visibilité des stries de boucherie faites avec des coquilles et leur taux d'incidence sur les ossements constituent une autre source d'interrogation. La caractérisation de ces stries de boucherie pourrait compléter l'analyse fonctionnelle et technologique des ensembles malacologiques. Afin d'avancer sur ces questions liées à la compréhension des comportements humains pendant le Pléistocène dans les régions côtières de la Méditerranée, une expérience de boucherie a été menée en utilisant différentes coquilles. Les objectifs étaient de :

1) tester l'efficacité de ces outils pour le traitement des carcasses,
2) caractériser la fonctionnalité des différentes coquilles,
3) caractériser la morphologie des traces de découpe et leur taux d'incidence sur les ossements.

1. | PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

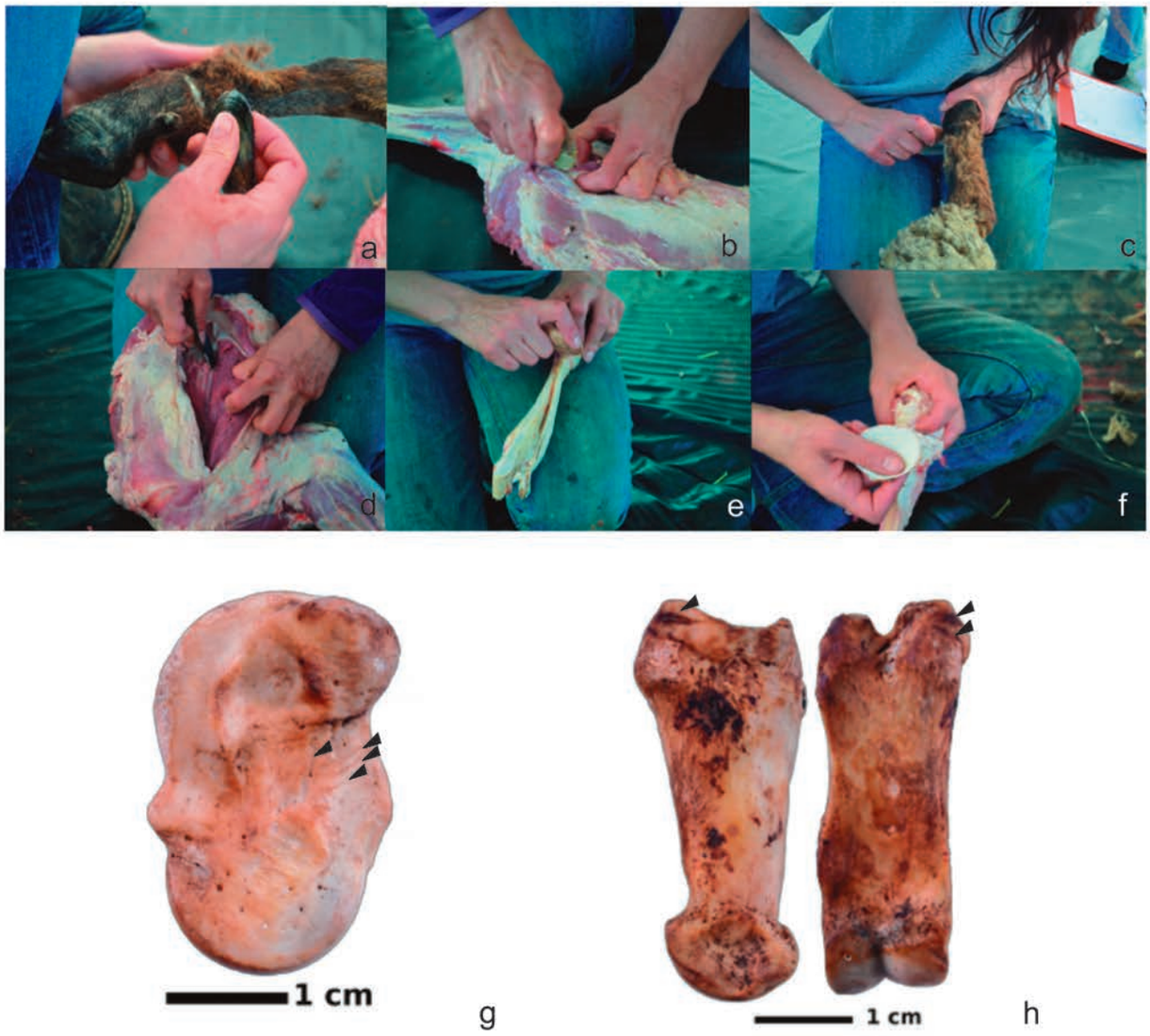
La boucherie a été réalisée sur la carcasse éviscérée d'un mouton abattu deux jours auparavant. Les opérations de boucherie, menées exclusivement sur les membres, ont été identiques et ont été réalisées par une seule personne (SC). La carcasse a été dépouillée en réalisant les entames circulaires en partie distale de la diaphyse des métapodes. Elle a ensuite été démembrée (pour le membre antérieur : séparation du membre entier, scapula comprise, du reste du tronc ; pour le membre postérieur : désarticulation entre le fémur et l'os coxal au niveau de l'acétabulum). Les membres, après avoir été décharnés, ont été désarticulés au niveau des épaules, des coudes, des poignets, des genoux et des chevilles. Les tendons extenseurs et fléchisseurs courant le long des métapodes ont été prélevés : ils ont d'abord été sectionnés au niveau de l'extrémité proximale puis en partie distale de la diaphyse des métapodes. Les extrémités des pattes ont été dépouillées à leur tour puis désarticulées au niveau des métapodes et des phalanges proximales et mésiales (**fig. 1**).

La boucherie de chaque membre a été réalisée avec des outils différents (**fig. 2**) : des patelles (*Patella* sp.) pour le membre antérieur droit, des moules (*Mytilus* sp.) pour le membre antérieur gauche, des vernis (*Callista chione*) retouchés pour le membre postérieur droit et des lames de silex pour le membre postérieur gauche. Les patelles ont été collectées fraîches sur les côtes marocaines (*Patella depressa* Pennant, 1777 ou *Patella ullyssiponensis* Gmelin, 1791) et vendéennes (*Patella ullyssiponensis*). Les moules provenaient d'un élevage mytilicole français ; elles pourraient correspondre à l'espèce *Mytilus galloprovencialis* Lamarck, 1819. Les vernis venaient aussi d'un élevage de Méditerranée. Les coquilles de vernis ont été retouchées selon une retouche scalariforme similaire à celle observée sur les sites moustériens italiens et ont été utilisées sans être chauffées, les études ayant montré que leur collecte est disjointe de la sphère alimentaire (Romagnoli *et al.* 2015, 2016). Les patelles et les moules ont en revanche été bouillies avant d'être utilisées. En contexte paléolithique, ces taxons présentent en effet fréquemment des altérations thermiques liées à leur consommation. Des études ont montré que la microstructure interne et la composition chimique des coquilles bouillies ou rôties n'étaient pas modifiées par la cuisson (Milano *et al.* 2016). Dans l'attente d'études complémentaires sur la question, nous postulons que la performance de coquilles cuites est similaire à celle de coquilles non chauffées.

Afin de caractériser les traces d'usure liées à une étape de boucherie particulière, un même outil a servi pour un seul type d'opération. Durant chaque étape, l'expérimentatrice pouvait changer d'outil lorsqu'elle considérait qu'il était inefficace. La durée d'usage de chaque outil a été enregistrée ainsi que son éventuelle fracturation en notant l'action en cours. Pour chaque opération de boucherie ont été décrits la direction et le mouvement des gestes (uni/bidirectionnel, longitudinal/transversal, linéaire/convexe). La durée et le nombre d'outils employés par opération de boucherie ont été notés. Ces données ainsi que les difficultés rencontrées par l'expérimentatrice pour mener à bien une opération donnée ont permis d'évaluer l'efficacité des différentes coquilles.

2. | CORPUS ET MÉTHODE D'ÉTUDE

Une fois nettoyés, tous les ossements des membres ont été observés avec une loupe (grossissement x 10) sous lumière rasante afin de relever les stries de boucherie. Ces stries ont été reportées sur des planches anatomiques par deux d'entre nous (VF dans le cadre de son Master (Facincani 2021) puis SC pour vérification). Elles ont ensuite été interprétées en aveugle sur la base du référentiel de stries constitué dans le cadre du projet « Des Traces et des Hommes » (T&H) résultant de l'utilisation de différents



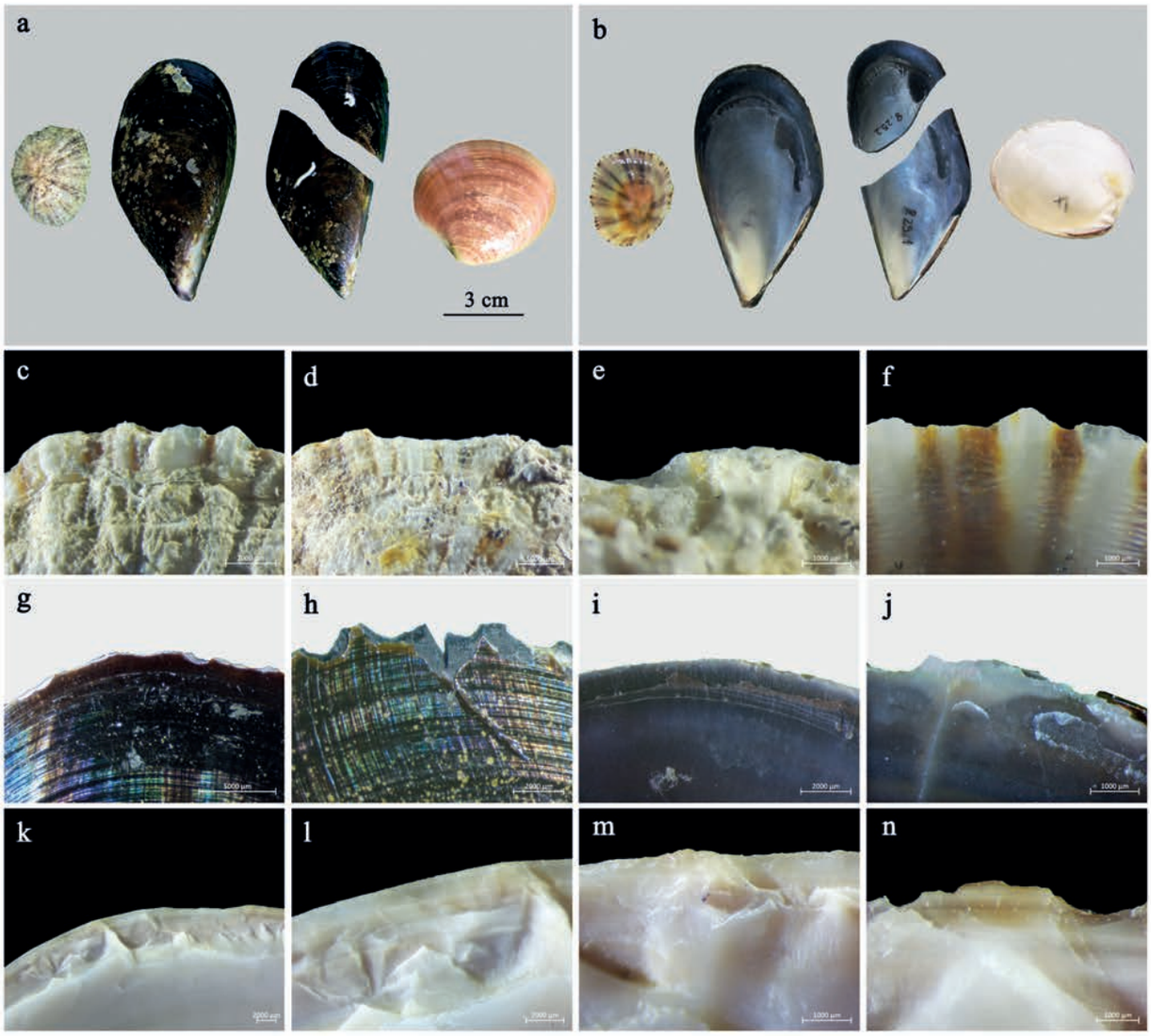
— FIGURE 1 —

Exemples d'opérations de boucherie réalisées sur la carcasse de mouton à Toulouse en 2016 : a- entame circulaire de la peau avec une coquille de moule, b- décharnement de l'épaule avec une coquille de patelle, c-entame circulaire de la peau avec une coquille de vernis, d- décharnement de l'épaule avec une coquille de moule, e- prélèvement des tendons du métatarsien avec une coquille de vernis, f- désarticulation du genou avec une coquille de vernis, g- stries de désarticulation sur un talus, h- stries de désarticulation sur une phalange proximale. Crédits : Guilhem Constans (sauf g et h) Marine Gardeur.

Examples of butchery operations carried out on sheep carcasses in Toulouse in 2016. a- circular cut of the skin of the limb with a mussel shell, b- defleshing of the sheep's shoulder with a limpet shell, c- circular cut of the skin of the limb with a smooth clam valve, d- defleshing of the sheep's shoulder with a mussel shell, e- removal of the metatarsal tendons with a smooth clam valve, f- disarticulation of the sheep's knee with a smooth clam valve, g- disarticulation marks on a talus, h- disarticulation marks on a proximal phalanx. Credits: Guilhem Constans (except g and h) Marine Gardeur.

types d'outils lithiques moustériens (Soulier, Costamagno 2017 ; Costamagno, Soulier 2019 ; Soulier *et al.* 2022). Dans un second temps, ces interprétations sur les activités de boucherie ont été confrontées aux enregistrements expérimentaux réels.

Un échantillon de 30 stries de découpe a été sélectionné pour caractériser de manière quantitative la micromorphologie des marques produites par les différentes coquilles. Un jeu de données comparatives constitué de stries de découpe laissées par des outils en pierre taillée inclut 52 stries (**tabl. 1**). Chaque trace a été moulée avec un élastomère polyvinylsiloxane (Coltene President). Des modèles tridimensionnels haute résolution de chaque trace ont été numérisés avec un microscope confocal Sensofar S neox piloté par le logiciel SensoSCAN 6.6 (Sensofar, Barcelona) au laboratoire PACEA, Université de Bordeaux. L'objectif x 20 permet une résolution latérale de 0,645 mm, une reproductibilité verticale de 8 µm, et une résolution optique de 0,31 mm. Les surfaces ont été analysées avec le logiciel SensoMAP 7.4 (Sensofar, Barcelona) en utilisant le même protocole que Souron *et al.* (2019) : 10 profils transverses équidistants extraits le long de la trace (tous les 10 %) et exportés au format .txt. Pour un test préliminaire de la variabilité des profils des traces de découpe par coquillages, nous avons utilisé un



— FIGURE 2 —

Exemples de coquilles après l'expérimentation : a, b- exemples de *Patella* sp., *Mytilus* sp. (entières ou cassées durant l'expérience) et de *Callista chione*, c à f- détails des bords actifs des coquilles de *Patella* (c-e : surface externe, f : surface interne), g à j- détail des bords actifs des coquilles de *Mytilus* (g-h : surface externe, i-j : surface interne), k à n- détail des bords actifs des coquilles de *Callista chione* (surface interne). Échelle : e-f, j, m-n : 1 mm ; c, h, k-l : 2 mm et d, g : 5 mm.

Sample of shells after use: a, b- sample of Patella *sp.,* Mytilus *sp. (complete and broken during the experiment), and* Callista chione*, c to f- details of the active edges of* Patella *shells (c-e: external surface, f: internal surface), g to j- details of the active edges of* Mytilus *shells (g-h: external surface, I-j: internal surface), k to n- details of the active edges of* Callista chione *valves (internal surface). Scale bar: e-f, j, m-n: 1 mm; c, h, k-l: 2 mm; d, g: 5 mm.*

protocole de morphométrie traditionnelle. Pour chaque profil transverse (**fig. 3**) ont été calculés la profondeur et la largeur maximales (en mm) ainsi que le ratio de la profondeur sur la largeur et le degré d'asymétrie (exprimés en %). Ces calculs ont été effectués automatiquement à partir du fichier .txt en utilisant un code R développé par FS[1]. Pour chacune de ces variables, la valeur médiane de chaque trace a ensuite été calculée d'après les 10 profils extraits. Ces données inédites sur les traces de découpe par coquilles ont été comparées aux données publiées des profils moyens calculés automatiquement sur SensoMAP pour les traces de découpe produites par des outils en pierre taillée (Souron *et al.* 2019).

3. | RÉSULTATS

3.1 | Durée des différentes opérations de boucherie et efficacité des outils

Les données sont en cours de publication dans un autre article (Campmas *et al.* en préparation) et, de ce fait, ne sont présentées que succinctement ici.

[1] https://gitub.u-bordeaux.fr/fsantos/r-code-campmas-et-al-2022

	Patella sp.	*Mytilus* sp.	*Callista chione*	RVGF brut	Quartzite brut	Denticulé silex	Denticulé quartzite
Désarticulation	0	3	7	0	0	0	0
Décharnement	9	7	4	19	11	10	12
Total	9	10	11	19	11	10	12

— TABLEAU 1 —

Échantillon utilisé pour l'approche quantitative de la micromorphologie des stries. Les valeurs correspondent au nombre de stries analysées par outil utilisé et par opération de boucherie. Les descriptions détaillées des expérimentations de boucherie et des outils en pierre taillée utilisés comme référentiel de comparaison sont disponibles dans C. Thiébault et collaborateurs (2019) et A. Souron et collaborateurs (2019). RVGF : roches volcaniques à grains fins [désignées de manière erronée comme basaltes dans Souron et collaborateurs (2019)].

Sample used for the quantitative analysis of micromorphology of cut marks. The values refer to the number of marks for each tool analyzed and for each carcass-processing activity. See Thiébault et al. *(2019) and Souron* et al. *(2019) for the detailed description of the butchery experiments and the stone tools used. RVGF: fine grained volcanic rocks [mistakenly designated as basalts in Souron et al. (2019)].*

La durée des différentes opérations de boucherie est reportée dans le tableau 2. De manière générale, l'expérimentatrice a eu beaucoup de difficultés à inciser la peau avec les coquilles des trois taxons employés. Toutes les moules se sont fracturées au cours de cette opération mais certains fragments, dont l'ergonomie a été considérée suffisante, ont été utilisés pour poursuivre les opérations. L'incision circulaire au niveau des métapodes à l'aide des coquilles de vernis a été une opération longue du fait de la difficulté rencontrée pour transpercer la peau. Pour les mêmes raisons, l'incision longitudinale de la peau des membres a été particulièrement délicate. La peau des extrémités étant beaucoup plus épaisse que celle du haut des membres, l'incision longitudinale a dû être réalisée du proximal vers le distal. Pour les trois membres, l'incision de la peau à proximité du tronc a dû être réalisée avec un outil en silex car, du fait de la présence d'une couche épaisse de laine, les coquilles se sont révélées totalement inefficaces. Le démembrement a pu être conduit à son terme avec les moules et les vernis. Avec les patelles, il a été nécessaire de s'aider d'un outil lithique pour arriver au terme de l'opération.

Concernant le décharnement, l'expérimentatrice a souligné les difficultés rencontrées pour pénétrer dans les couches de graisse puis dans les masses de chair avec les patelles. Selon l'expérimentatrice, les outils en coquille de moule sont faciles à utiliser, avec une bonne prise en main et une pénétration dans la viande similaire à celle des outils lithiques. Les coquilles de vernis ont un faible pouvoir de pénétration. Les patelles se sont révélées inefficaces pour la désarticulation des os longs et des phalanges (**tabl. 2**). Les coquilles de moule ont été systématiquement cassées lors de cette étape. Au niveau des extrémités des pattes, il a été possible de séparer les métapodes des phalanges proximales avec les coquilles de moule et de vernis. La désarticulation des phalanges proximales et mésiales n'a pu aboutir. Enfin, le prélèvement des tendons a pu être mené à son terme avec les coquilles de moule et de vernis.

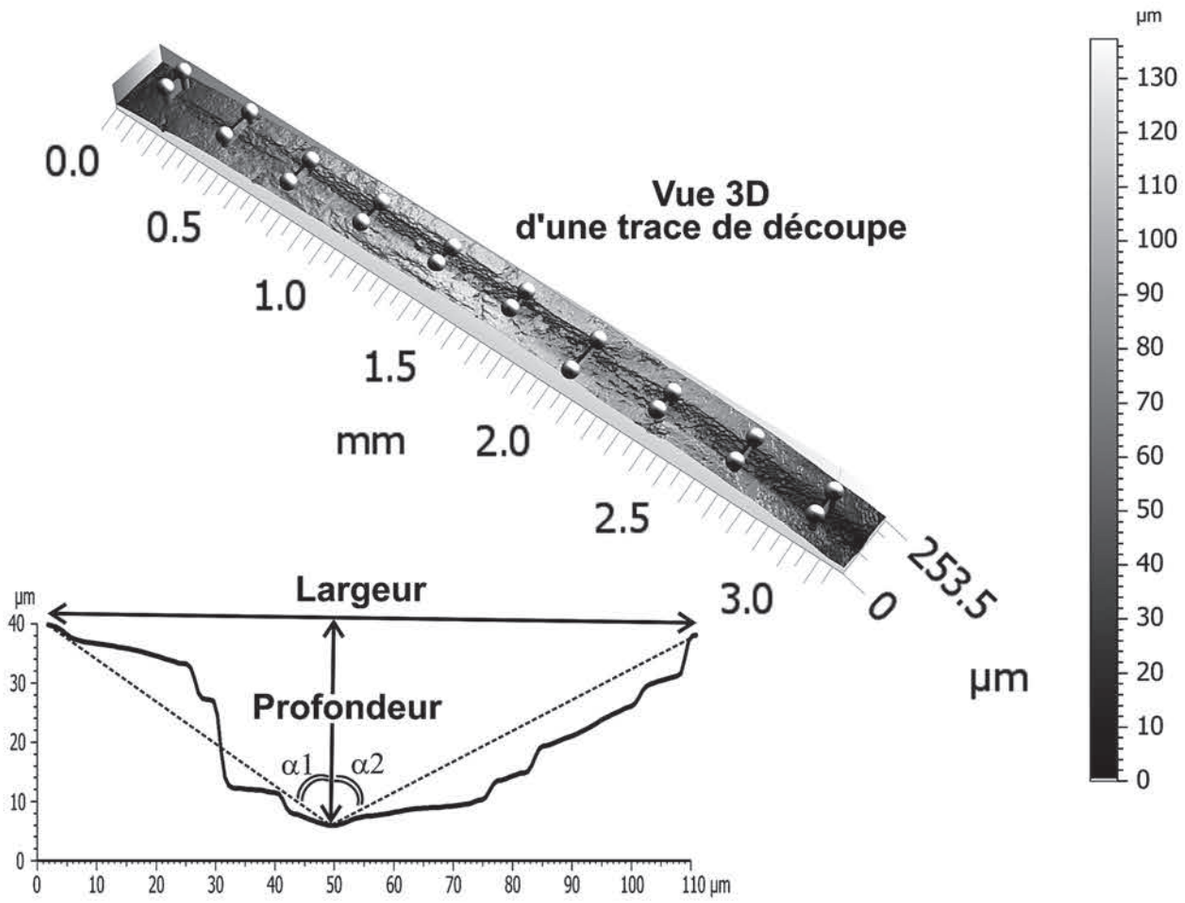
3.2 | Interprétation en aveugle des stries de boucherie relevées sur les ossements sur la base du référentiel « T&H »

Les stries observées sur les membres et les ceintures ont d'abord été interprétées en aveugle sur la base du référentiel « T&H ». Les activités ainsi déduites ont ensuite été comparées à celles mises en œuvre lors de l'expérimentation. Sur les 79 stries ou lots de stries enregistrés, 14 ne sont pas documentés dans le référentiel. Ces traces documentent plus précisément la désarticulation des extrémités des pattes (désarticulation métapode/phalange 1 et phalange 1/phalange 2), ces opérations ayant rarement été menées sur les carcasses de cerf dépecées dans le cadre du PCR. Sur les autres traces (n = 65), les opérations documentées sont concordantes, à l'exception d'une strie transversale présente sur le capitato-trapézoïde gauche, qui d'après le référentiel « T&H » correspond à une désarticulation des deux rangées du carpe alors que, dans l'expérimentation, elle documente la désarticulation carpo-métacarpienne.

3.3 | Relevé des stries de boucherie en fonction des opérations effectuées lors de l'expérimentation

Stries de dépouillement

Des stries de dépouillement en lien avec l'incision circulaire de la peau au niveau des métapodes ont été observées en face médiale des métacarpiens droit et gauche (*Mcs-a''* ; *Mc-a*), en face latérale du métacarpien droit (*Mcs-b''*) (**fig. 4d** et **5d**), en faces médiale (*Mts-a''*), antérieure (*Mts-d*) et latérale (*Mts-b''*) du métatarsien droit (**fig. 6b**) et en face médiale du métatarsien gauche (*Mts-a''*) (**fig. 7d**). Deux phalanges mésiales, l'une provenant de la patte antérieure gauche (**fig. 5e**), l'autre provenant de la patte postérieure gauche (**fig. 7h**), portent des stries transversales et obliques sur leur face abaxiale (*Ph2-e*) en lien avec l'entame circulaire réalisée au niveau des extrémités des pattes.



— FIGURE 3 —

En haut : vue 3D d'un modèle de surface d'une strie de décharnement laissée par une coquille de *Mytilus* sp. (Hs-a). Les variations topographiques sont représentées par les valeurs de gris avec les points les plus sombres correspondant aux points bas et les points les plus clairs aux points élevés. Les paires de sphères reliées par des lignes noires indiquent la position des 10 profils transverses extraits. En bas : un exemple de profil transverse extrait sur la même trace et le protocole de morphométrie traditionnelle utilisé. La largeur maximale est calculée comme la distance entre les deux extrémités du profil. La profondeur maximale est calculée comme le plus long segment pris perpendiculairement au segment de largeur maximale et atteignant le point le plus profond du profil. La proportion de chaque profil est quantifiée par le ratio profondeur/largeur multiplié par 100 pour exprimer la profondeur comme un pourcentage de la largeur. Le degré d'asymétrie est calculé comme la valeur absolue de la différence entre les deux demi-angles $\alpha 1$ et $\alpha 2$, mesurés de part et d'autre du segment de profondeur maximale, divisée par l'angle d'ouverture (= $\alpha 1 + \alpha 2$), et multipliée par 100 pour l'exprimer comme un pourcentage.

Top: 3D view of a surface model of a defleshing cut mark from a Mytilus *sp. shell (Hs-a). Topographic variations are represented by grey values with dark indicating low points and light indicating high points. Pairs of spheres linked by dark lines indicate the position of 10 extracted cross-section profiles. Bottom: An example of cross-section profile extracted from the same cut mark and traditional morphometric protocol. Width is compiled as the maximal distance between the two extremities of each profile. Depth is compiled as the longest segment taken perpendicularly to the segment that corresponds to the maximal width and reaching the deepest point of the profile. Proportion of each profile is quantified using the ratio Depth/Width multiplied by 100 to express depth as a relative percentage of width. Degree of asymmetry of each profile is compiled as the absolute difference between half-angles $\alpha 1$ and $\alpha 2$, measured each side of the deepest segment, divided by the opening angle (= $\alpha 1 + \alpha 2$), and multiplied by 100 to express it as a percentage.*

	Patella sp.	*Mytilus* sp.	*Callista chione*	Silex
Dépouillement	27 min	15 min	6 min	4 min
Décharnement	33 min	17 min	15 min	7 min
Séparation tronc	inefficace	2 min	6 min	4 min
Désarticulation mb sup	inefficace	9 min	7 min	4 min
Désarticulation met/ph1	inefficace	8 min	3 min	2 min
Désarticulation ph1/ph2	inefficace	inefficace	inefficace	5 min
Prélèvement des tendons	inefficace	11 min	6 min	4 min

— TABLEAU 2 —

Durée des différentes opérations de boucherie selon les outils utilisés.

Duration of the butchery activities according to the tools used.

Stries de décharnement

Sur le membre antérieur droit, des stries de décharnement obliques ou transversales ont été observées sur la face médiale (*Sc-d*) de la scapula et de l'humérus (*Hs-a*) (**fig. 4a et 4b**). Les faces antérieures de l'humérus et du radius montrent des stries longitudinales (*Hs-a'*) (**fig. 4b**) ou sublongitudinales (*RS-a'*) (**fig. 4c**). Sur le membre avant gauche, des stries de décharnement obliques ou transversales ont été relevées sur la face latérale de l'humérus (*Hs-a*), sur la face latérale de l'ulna (*Up-b*) et sur les faces antérieure (*Rs-c''*) et latérale du radius (*Rs-a*) (**fig. 5b et 5c**). Des stries sublongitudinales se trouvent aussi sur la face médiale de l'ulna (*Up-b'* ; *Us-a'*) ainsi que sur la face antérieure de la scapula à la base de l'épine (*Sc-e'*) (**fig. 5a et 5c**).

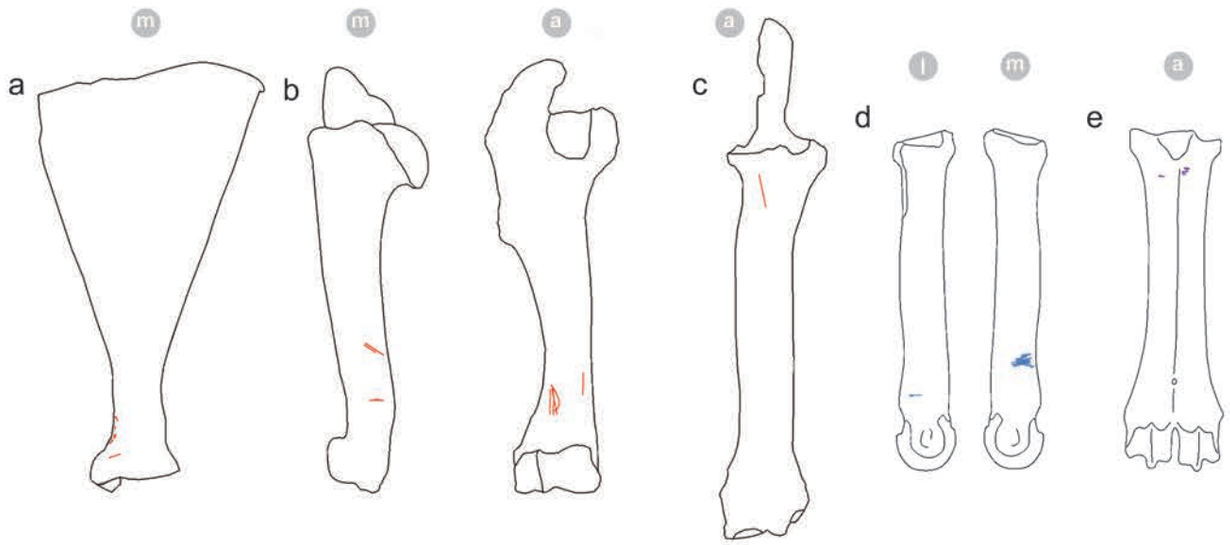
Des stries très courtes, transversales ou subtransversales, sont présentes sur les faces latérale, antérieure et postérieure (*Fs-a*) du fémur droit décharné avec des coquilles de vernis. Des stries longitudinales ont également été observées sur la face postérieure du condyle latéral (*Fd-c'*) et sur la face antérieure du grand trochanter (*Fp-e'*) (**fig. 6a**). Quelques rares stries longitudinales courtes, mais aussi transversales, ont été relevées sur le fémur gauche (*Fs-a'*) (**fig. 7a**). Des stries transversales ou obliques ont aussi été notées sur les faces antérieure (*Ts-c*) et médiale (*Ts-b* ; *Tp-f*). Des stries sublongitudinales ont été observées au niveau de la fosse du tibia ainsi que plus bas sur la diaphyse (*Ts-c'*) (**fig. 7b**).

Stries de désarticulation

Deux stries en lien avec la désarticulation du poignet ont été identifiées sur les carpiens (*Unc-b* ; *ctt-a*). Une strie oblique sur la face antérieure de la tête fémorale droite (*Fp-a*) atteste de la séparation du membre postérieur et du tronc (**fig. 6a**). Des stries sur les deux talus et les deux calcanéums sont relatives à la désarticulation du tibia et du massif tarsien (**fig. 6e, 6f, 7g et 7h**). Sur le talus, ces stries sont présentes en faces latérale (*Tal-c*), antérieure (*Tal-a*) et postérieure ; sur le calcanéum, elles s'observent sur les faces latérale (*cal-e*, *cal-e'*, *cal-k*) et médiale (*cal-g*). Le cubonaviculaire droit porte des stries obliques (*Cbn-a*). Les autres stries relevées sur les ossements correspondent à la désarticulation des extrémités des pattes. Des traces liées à la désarticulation des métapodes et des phalanges ont été notées sur la face latérale du condyle du métatarsien droit et sur la face médiale du métatarsien gauche (*Mtd-a*) (**fig. 6d et fig. 7f**). Sur les phalanges proximales, elles sont visibles sur les faces abaxiale (*Ph-1b*) et postérieure des deux doigts du membre antérieur gauche (**fig. 5g**). Des stries ont été relevées sur des sésamoïdes latéraux (*Ses-f*). Pour la désarticulation des phalanges proximales et mésiales, sur cette patte, des stries similaires ont été notées sur l'articulation distale des phalanges mésiales (*Ph2-b*) (**fig. 5g**). Sur le membre postérieur droit, une strie sur la face antérieure à proximité de l'articulation proximale atteste aussi de ce geste (**fig. 6g**). Des stries transversales sur la face abaxiale d'une des phalanges proximales provenant de ce membre se réfèrent également à ce geste (**fig. 6f**). Ce type de stries est aussi présent sur les faces abaxiale et postérieure des phalanges proximales du membre antérieur gauche (**fig. 5g**) et sur les faces abaxiale et antérieure des phalanges proximales du membre postérieur gauche (**fig. 7h**).

Stries de prélèvement des tendons

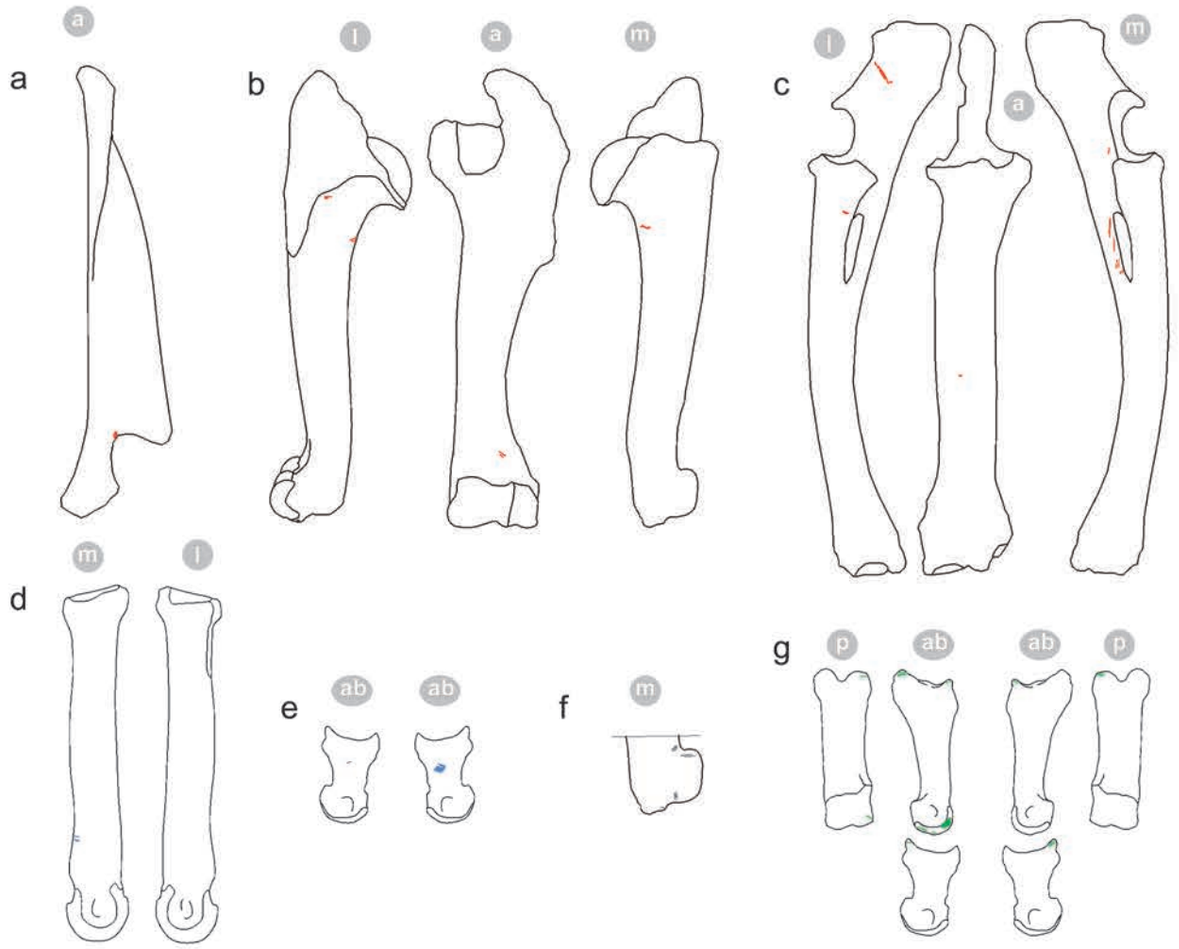
Le métacarpien droit porte des stries résultant du prélèvement du tendon antérieur (*Mcs-c*) (**fig. 4e**). Sur les deux métatarsiens, des stries s'observent sur la partie



— FIGURE 4 —

Relevé des stries observées sur le membre antérieur droit du mouton dépecé avec des coquilles de patelle : a- stries de décharnement sur la scapula, b- stries de décharnement sur l'humérus, c- stries de décharnement sur le radio-ulna, d- stries de dépouillement sur le métacarpien, e- stries en lien avec le prélèvement des tendons (a : face antérieure, m : face médiale, p : face postérieure, l : face latérale).

Cut marks identified on the sheep right forelimb butchered with limpet shells: a- cut marks on the scapula made during defleshing, b- cut marks on the humerus made during defleshing, c- defleshing marks on the radio-ulna, d- skinning marks on the metacarpal, e- cut marks made during tendon removal (a: anterior surface, m: medial surface, p: posterior surface, l: lateral surface).



— FIGURE 5 —

Relevé des stries observées sur le membre antérieur gauche du mouton dépecé avec des coquilles de moule : a- stries de décharnement sur la scapula, b- stries de décharnement sur l'humérus, c- stries de décharnement sur le radio-ulna, d- stries de dépouillement sur le métacarpien, e- stries de dépouillement sur les phalanges mésiales, f- stries ubiquistes sur l'extrémité distale de l'humérus (désarticulation ou décharnement), g- stries de désarticulation sur les phalanges proximales et mésiales (a : face antérieure, m : face médiale, p : face postérieure, l : face latérale, ab : face abaxiale).

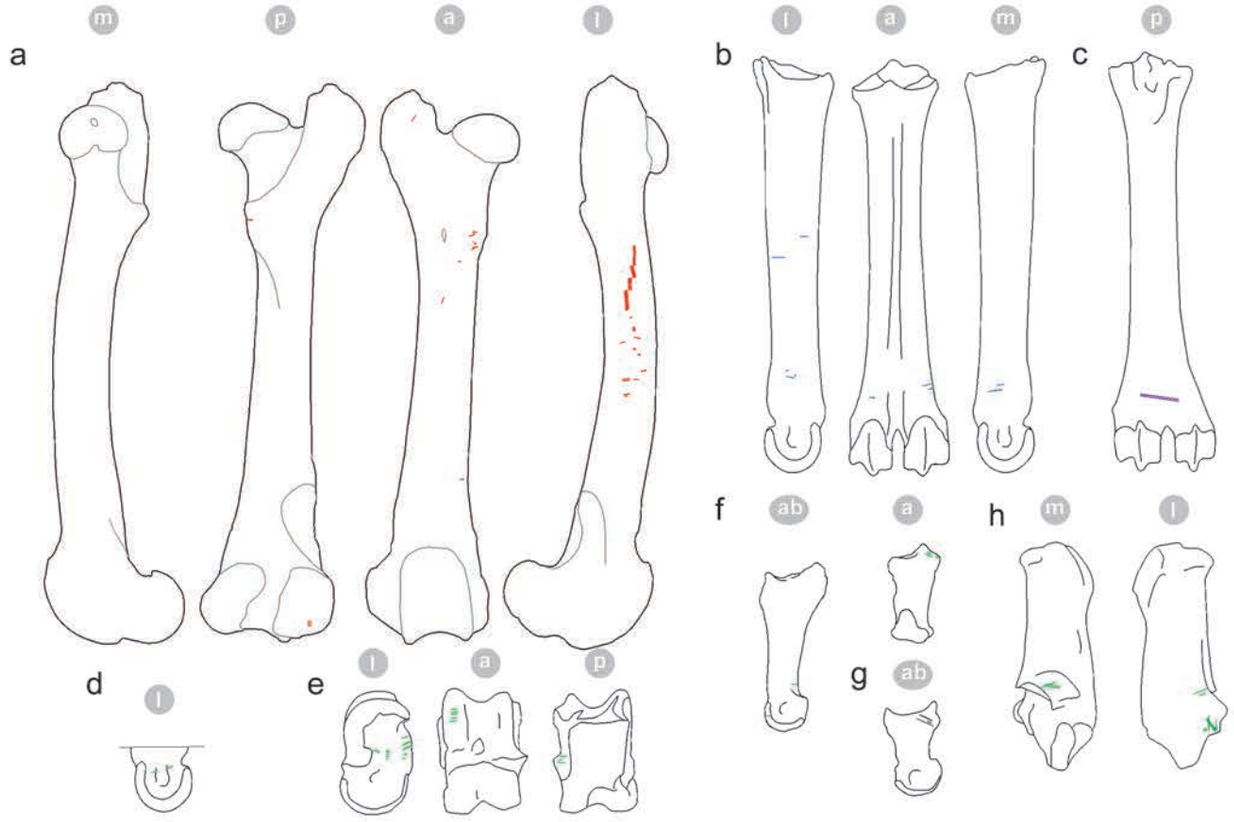
Cut marks observed on the sheep left forelimb butchered with mussel shells: a- defleshing marks on the scapula, b- defleshing marks on the humerus, c- defleshing marks on the radio-ulna, d- skinning marks on the metacarpal , e- skinning marks on the mesial phalanges, f- ubiquitous cut marks on the distal extremity of the humerus (disarticulation or defleshing), g- cut marks on the proximal and mesial phalanges done during disarticulation (a: anterior surface, m: medial surface, p: posterior surface, l: lateral surface, ab: abaxial surface).

distale de la diaphyse en face postérieure, et sont le reflet du sectionnement des tendons postérieurs (**fig. 6c et fig. 7c**). Sur le métatarsien gauche, toujours sur la face postérieure, quelques rares stries transverses et courtes sont notées en partie proximale de diaphyse (*Mts-f*) (**fig. 7c**).

3.4 | Micromorphologie des stries de boucherie (fig.8)

Comparaisons outils en pierre taillée versus outils en coquilles

Seules les stries de décharnement sont considérées pour la comparaison entre traces de découpe par outils en pierre taillée et traces de découpe par coquilles. Ces dernières (n = 20) présentent des profils transverses avec des valeurs de profondeur allant de 4 à 90 µm (médiane = 16 µm ; **fig. 9a** et **9b**). Leurs valeurs de largeur varient de 72 à 347 µm (médiane = 152 µm ; **fig. 9a** et **9c**). Leurs ratios profondeur/largeur (exprimés en pourcentages) varient de 2 à 33 % (médiane = 11 % ; **fig. 9d**). Les stries par outils en pierre taillée (n = 52) montrent des profils avec des valeurs de profondeur allant de 2 à 105 µm (médiane = 13 µm ; **fig. 9a** et **9b**). Leurs valeurs de largeur varient de 39 à 637 µm (médiane = 178 µm ; **fig. 9a** et **9c**) et les ratios profondeur/largeur de 2 à 29 % (médiane = 10 % ; **fig. 9d**). Lorsque l'on considère les médianes des groupes, les stries de décharnement les moins profondes sont celles qui résultent des outils en quartzite (éclats bruts : médiane = 6 µm ; denticulés : médiane = 8 µm) suivies par celles produites par les patelles (médiane = 13 µm), les denticulés en silex (médiane = 16 µm), les vernis (médiane = 16 µm) et les moules (médiane = 21 µm). Les traces les plus profondes sont celles produites par les éclats bruts en roches volcaniques à grains fins (RVGF ; médiane = 49 µm) (**fig. 9b**). Les stries de décharnement les plus étroites proviennent des éclats bruts en quartzite (médiane = 99 µm) et des patelles (médiane = 124 µm),



— FIGURE 6 —

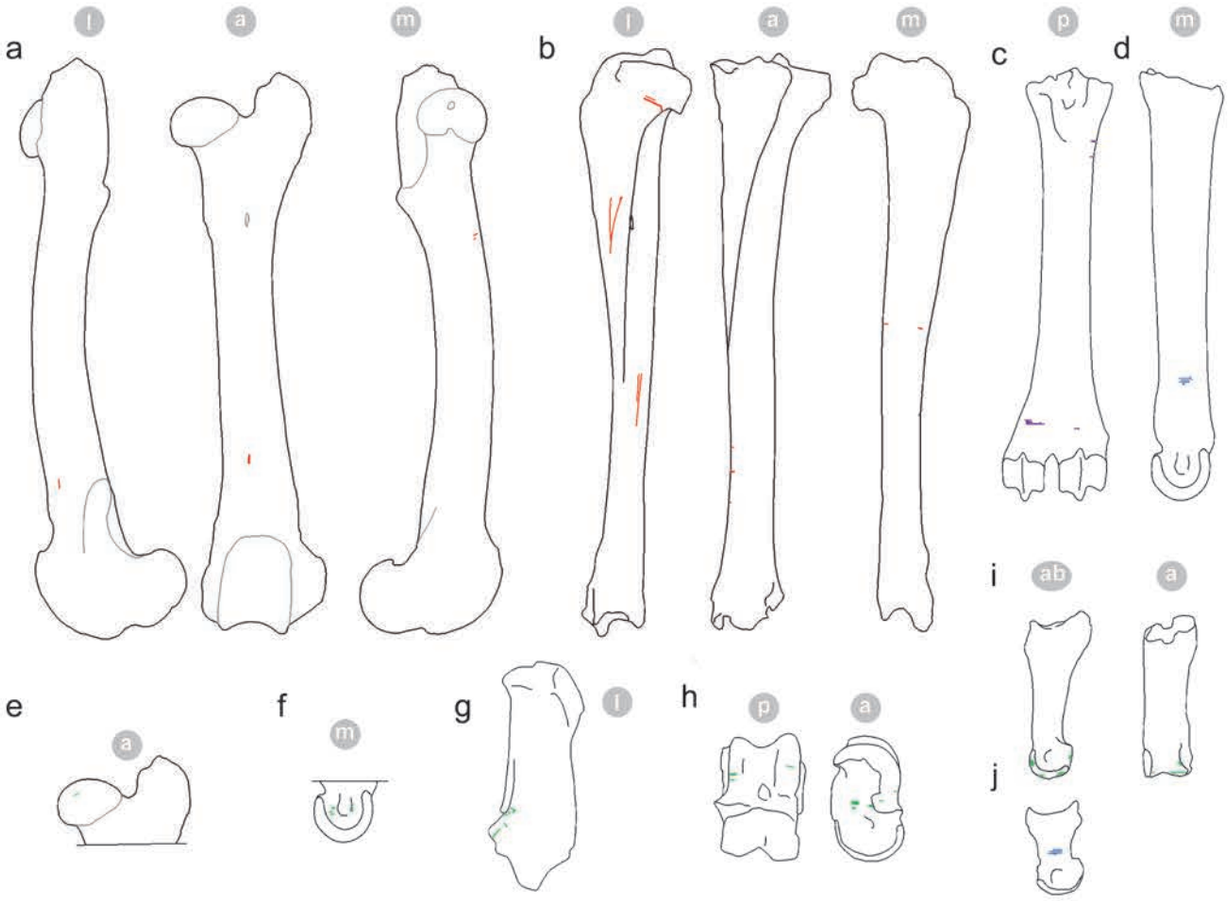
Relevé des stries observées sur le membre postérieur droit du mouton dépecé avec des coquilles de vernis : a- stries de décharnement sur le fémur, b- stries de dépouillement sur le métatarsien, c- stries en lien avec le prélèvement des tendons, d- stries de désarticulation sur l'extrémité distale du métatarsien, e- stries de désarticulation sur le talus, f- stries de désarticulation sur les phalanges proximales et mésiales, g- stries ubiquistes sur une phalange mésiale (dépouillement ou désarticulation), h- stries de désarticulation sur le calcanéum (a : face antérieure, m : face médiale, p : face postérieure, l : face latérale, ab : face abaxiale).

Cut marks observed on the sheep right hind limb butchered with smooth clam shells: a- defleshing marks on the femur, b- skinning marks on the metatarsal bone, c- cut marks done during the removal of tendons, d- disarticulation marks on the distal end of the metatarsal bon, e- disarticulation marks on the talus , f- disarticulation marks on the proximal and mesial phalanges, g- ubiquitous cut marks on a mesial phalanx (skinning or disarticulation), h- disarticulation marks on the calcaneum (a: anterior surface, m: medial surface, p: posterior surface, l: lateral surface, ab: abaxial surface).

suivies par celles laissées par les moules (médiane = 140 µm), les denticulés (quartzite : médiane = 162 µm ; silex : médiane = 174 µm), et les vernis (médiane = 184 µm). Les traces de découpe les plus larges sont dues aux éclats bruts en roches volcaniques à grains fins (RVGF ; médiane = 308 µm) (**fig. 9c**). Lorsqu'on considère les ratios profondeur/largeur, les stries de décharnement les moins profondes relativement à leur largeur (valeurs faibles du ratio) résultent des denticulés en quartzite (médiane = 5 %), suivis des éclats bruts en quartzite (médiane = 8 %), des vernis (médiane = 9 %), des denticulés en silex (médiane = 11 %), et des patelles (médiane = 11 %). Les traces de découpe les plus profondes relativement à leur largeur sont celles résultant de l'utilisation des moules (médiane = 16 %) et des éclats bruts en RVGF (médiane = 17 %) (**fig. 9d**).

Comparaisons entre différentes actions de boucherie par outils en coquilles

La comparaison des stries de décharnement et de désarticulation n'est possible que pour les vernis et les moules. Les stries de décharnement apparaissent moins profondes que les stries de désarticulation. Les profondeurs médianes des stries de décharnement laissées par les vernis et les moules sont respectivement de 16 µm et 21 µm alors que les stries de désarticulation ont des profondeurs médianes de 56 µm pour *Callista chione* et 103 µm pour *Mytilus* sp. De même, les stries de décharnement sont moins larges que les stries de désarticulation. Les largeurs médianes des stries de décharnement résultant de l'utilisation des vernis et des moules sont respectivement de 184 µm et 140 µm, alors que les stries de désarticulation ont des largeurs médianes de 280 µm pour les vernis et 323 µm pour les moules. Les stries de décharnement ont des ratios profondeur/largeur moins élevés que ceux des stries de désarticulation. Les ratios profondeur/largeur médians des stries de décharnement dues aux coquilles de *Callista chione* et *Mytilus* sp. sont respectivement de 9 % et 16 %, alors que les stries de désarticulation ont des ratios médians de 20 % pour *Callista chione* et 32 % pour *Mytilus* sp. (**fig. 9d**). Enfin, les stries de décharnement ont des degrés d'asymétrie moins élevés que ceux des stries de désarticulation. Les degrés d'asymétrie médians des stries de décharnement par coquilles de *Callista chione* et



— FIGURE 7 —

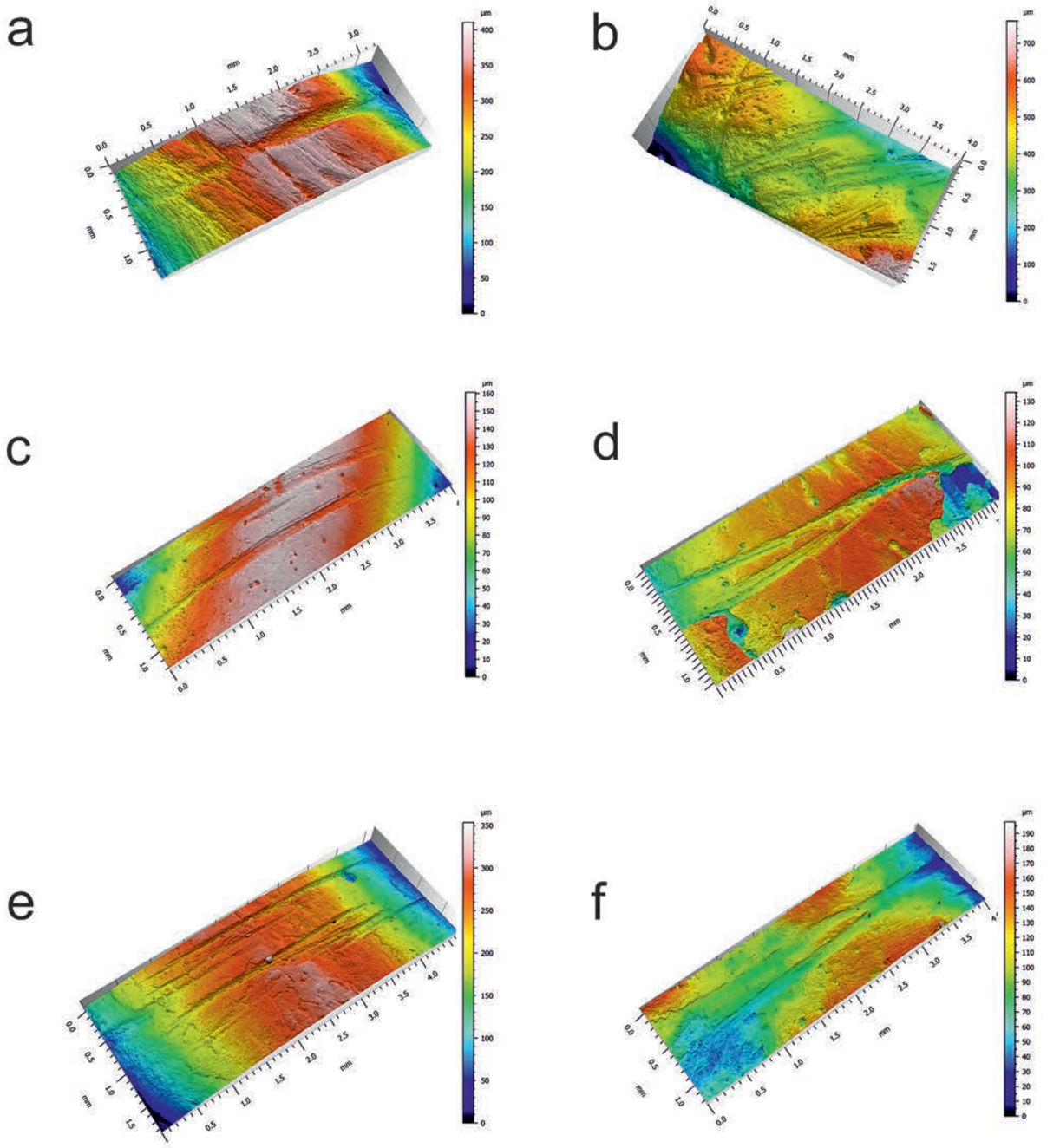
Relevé des stries observées sur le membre postérieur gauche du mouton dépecé avec des lames en silex : a- stries de décharnement sur le fémur, b- stries de décharnement sur le tibia, c- stries en lien avec le prélèvement des tendons, d- stries de dépouillement sur le métatarsien, e- stries de désarticulation sur la tête fémorale, f- stries de désarticulation sur l'extrémité distale du métatarsien, g- stries de désarticulation sur le calcanéum, h- stries de désarticulation sur le talus, i- stries de désarticulation sur une phalange proximale, j- stries de dépouillement sur une phalange mésiale (a : face antérieure, m : face médiale, p : face postérieure, l : face latérale, ab : face abaxiale).

Cut marks observed on the sheep left hind limb butchered with flint blades: a- defleshing marks on the femur, b- defleshing marks on the tibia, c- cut marks produced during removal of tendons, d- skinning marks on the metatarsal bone, e- disarticulation marks on the femoral head, f- disarticulation marks on the distal end of the metatarsal bone, g- disarticulation marks on the calcaneus, h- disarticulation marks on the talus, i- disarticulation marks on a proximal phalanx, j- skinning marks on a mesial phalanx (a: anterior surface, m: medial surface, p: posterior surface, l: lateral surface, ab: abaxial surface).

Mytilus sp. sont respectivement de 2 % et 3 %, alors que les stries de désarticulation ont des ratios médians de 6 % pour *Callista chione* et 11 % pour *Mytilus* sp. (**fig. 9e**). Les stries de décharnement laissées par les patelles présentent des degrés d'asymétrie faibles avec une valeur médiane de 3 % similaire à celle des autres types de coquilles (**fig. 9e**).

4. | DISCUSSION

Ce nouveau référentiel de stries de boucherie contribue à l'enrichissement du référentiel du PCR « Des Traces et des Hommes » (T&H) sur l'orientation et l'emplacement des traces en fonction des activités et des gestes de boucherie réalisés (Costamagno 2012 ; Soulier, Costamagno 2017 ; Costamagno, Soulier 2019). La prise en compte des stries de boucherie observées sur une carcasse de bison découpée en 2011 dans le cadre de ce PCR avait déjà permis de compléter le référentiel, en particulier pour le crâne et les extrémités des pattes (Soulier *et al.* 2022). De nouveaux codes se référant à des stries non documentées par ces référentiels antérieurs sont ainsi indiqués dans le tableau 3 et sur la figure 10. Ils correspondent à des traces ayant trait à la désarticulation des phalanges et au prélèvement des tendons postérieurs sur le métatarsien. On peut remarquer une parfaite adéquation entre les gestes et les opérations réalisés dans le cadre de cette expérimentation et l'interprétation qui aurait pu en être faite à partir des deux référentiels T&H (**tabl. 3**). Ceci témoigne de la robustesse de ce référentiel pour l'interprétation des gestes bouchers même lorsque la boucherie est réalisée avec des outils très différents. La taille du taxon semble également avoir peu d'influence sur l'emplacement et l'orientation des stries en lien avec les activités de boucherie menées. Le cerf, le bison et désormais le mouton montrent en effet des résultats tout à fait comparables. Quelques différences sont néanmoins à noter et elles sem-

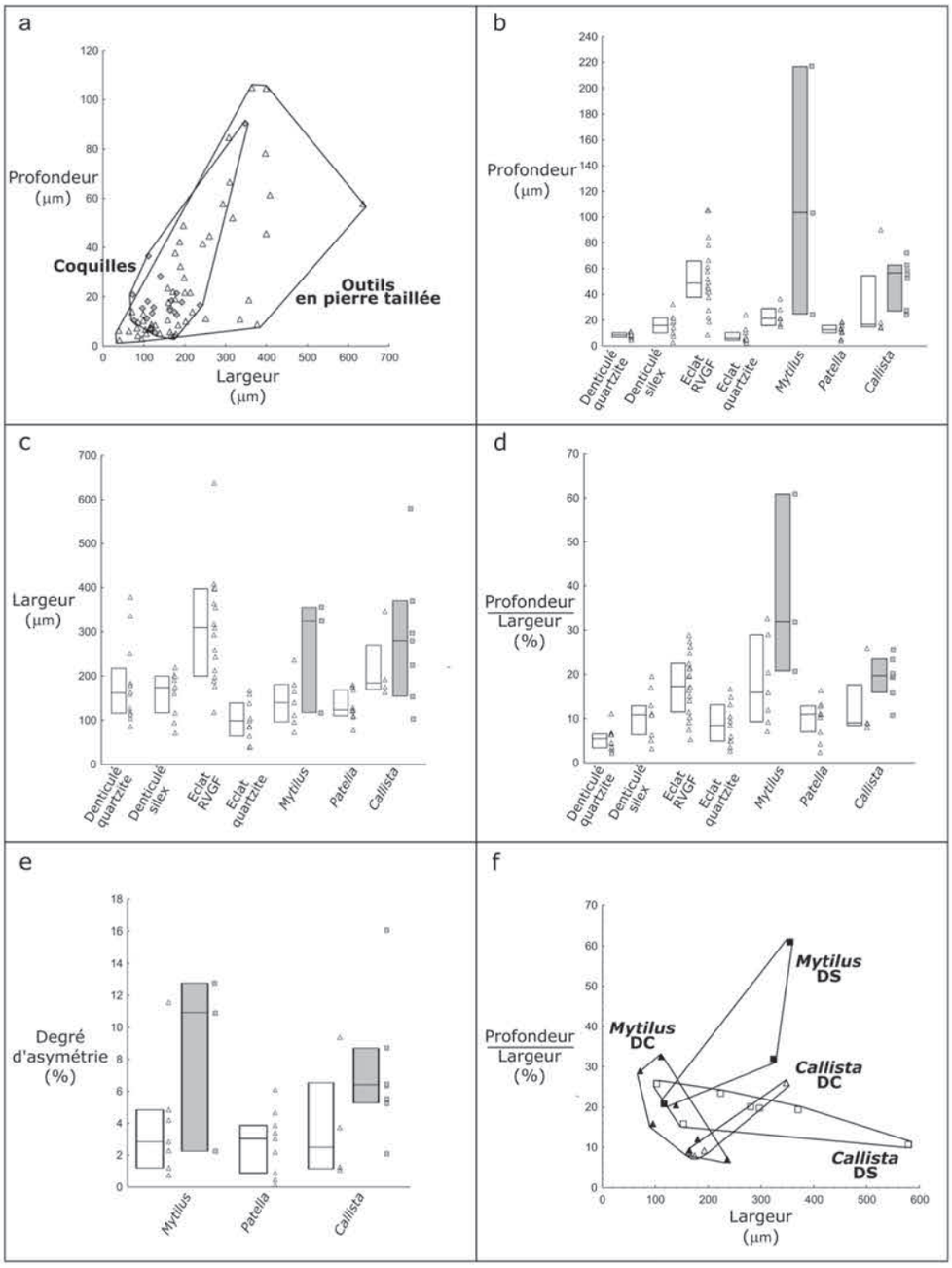


— FIGURE 8 —

Visualisations 3D en fausses couleurs (couleurs chaudes = points hauts, couleurs froides = points bas) d'une sélection de traces de découpe résultant d'activités de boucherie avec des outils en coquille. a- Cal-e (DS, *Callista chione*), b- Tal-c (DS, *Callista chione*), c- Hs-a_mold2 (DC, *Patella* sp.), d- Hs-a_mold3 (DC, *Patella* sp.), e- Hs-a_mold6 (DC, *Mytilus* sp.), f- Sc-e' (DC, *Mytilus* sp.). DS : strie de désarticulation ; DC : strie de décharnement.

3D visualizations in false colors (warm colors = high points, cold colors = low points) of a selection of cut marks resulting of butchery activities carried out with shell tools. a- Cal-e (DS, Callista chione*), b- Tal-c (DS,* Callista chione*), c- Hs-a_mold2 (DC,* Patella *sp.), d- Hs-a_mold3 (DC,* Patella *sp.), e- Hs-a_mold6 (DC,* Mytilus *sp.), f- Sc-e' (DC,* Mytilus *sp.). DS: disarticulation striae; DC: defleshing striae.*

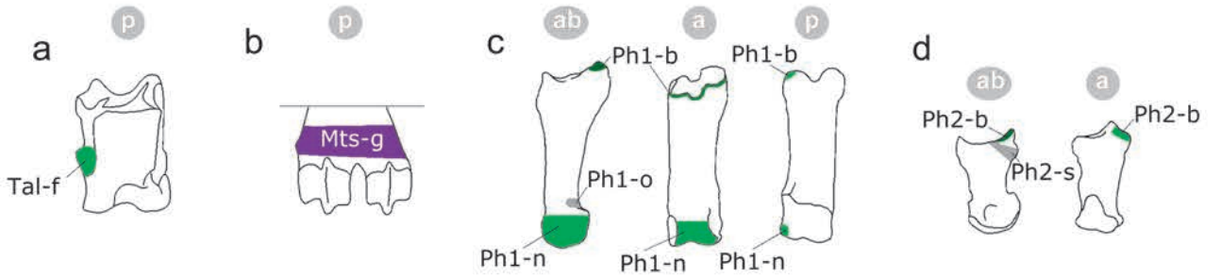
blent, pour certaines, imputables à l'anatomie des cervidés et des bovidés. Les disparités les plus notables sont observées sur les métapodes. Les stries longitudinales, très fréquentes sur les faces latérale et médiale des os de cerf (Soulier, Costamagno 2017 ; Costamagno, Soulier 2019), ne sont présentes ni sur les métapodes de bison (Soulier *et al.* 2022), ni sur ceux de mouton. L'étroitesse de ces faces, en particulier au niveau des métacarpiens, pourrait être un facteur explicatif. Sur ces taxons, l'absence de stries longitudinales n'est donc pas forcément le signe d'une incision longitudinale de la peau sur les faces antérieure ou postérieure. La même



— FIGURE 9 —

Analyses morphométriques des profils transverses extraits le long des traces de découpe laissées par des outils en pierre taillée et en coquille. a- graphique bivarié des profondeurs et des largeurs de profils des stries de décharnement (losanges grisés : outils en coquillage ; triangles vides : outils en pierre taillée). Les polygones convexes illustrent le recoupement important en termes de taille et de proportions entre ces deux groupes de traces de découpe. b-c-d-e- graphiques univariés (diagrammes de dispersion unidimensionnels des données brutes combinées aux médianes et aux écarts interquartiles) des profondeurs (b), largeurs (c), ratios profondeur/largeur (d), et degrés d'asymétrie (e) des profils transverses. Les différentes sortes de stries de décharnement par outils en pierre taillée sont comparées aux trois types de traces de découpe par coquille (à la fois des stries de décharnement et de désarticulation). Les données brutes sont des triangles vides pour les stries de décharnement (outils en pierre taillée et en coquille) et des carrés grisés pour les stries de désarticulation (seulement pour les coquilles). f- graphique bivarié du ratio profondeur/largeur et de la largeur des profils transverses, illustrant la différence entre les stries de désarticulation et de décharnement laissées par des coquilles de *Callista chione* et de *Mytilus* sp. DS : stries de désarticulation ; DC : stries de décharnement ; RVGF : roches volcaniques à grains fins.

Morphometric analyses of cross-section profiles extracted along the length of cut marks inflicted by stone tools and shell tools. a- Bivariate plot of profile depth versus profile width of cut marks (grey diamonds: shell tools; white triangles: stone tools). Convex hull polygons highlight the large overlap in size and shape between the two groups of cut marks. b-c-d-e- Univariate plots (strip plots of raw data along with medians and interquartile ranges) of cross-section profile depth (b), width (c), depth/width ratio (d), and asymmetry (e). Various types of stone tool-induced defleshing marks are compared to the three types of shell tool-induced cut marks (including both defleshing and disarticulation marks). Raw data are white triangles for defleshing marks (both for stone tools and shells) and grey squares for disarticulation marks (only shells). f- Biplot of cross-section profile depth/width ratio versus width with convex hull polygons highlighting the differences between defleshing and disarticulation marks inflicted with Callista chione *and* Mytilus *sp. shells. DS: disarticulation striae; DC: defleshing striae; RVGF: fine grained volcanic rocks.*



— FIGURE 10 —

Nouvelles zones touchées par des stries de boucherie lors de cette expérience et codes correspondants (cf. tabl. 3) : a- talus, b- extrémité distale de métatarsien, c- phalange proximale, d- phalange mésiale. En vert : stries de dépouillement, en violet : stries de prélèvement des tendons, en gris : stries ubiquistes. Les codes Ph1-b et Ph2-b avaient déjà été définis lors des expériences menées dans le cadre du PCR T&H mais ici de nouvelles faces ont été affectées : ces nouvelles plages sont figurées en vert plus clair que les plages initiales. (a : face antérieure, p : face postérieure, ab : face abaxiale).

New areas affected by butchery marks during this experiment and corresponding codes (see table 3): a- talus, b- distal end of metatarsal bone, c- proximal phalanx, d- mesial phalanx. In green: skinning marks, in purple: cut marks produced during removal of tendons, in grey: ubiquitous cut marks. The Ph1-b and Ph2-b codes have been defined during the T&H experiments but new surfaces have been affected during the experiment as shown in lighter green (a: anterior surface, p: posterior surface, ab: abaxial surface).

prudence est de mise pour les stries en lien avec le prélèvement des tendons, en particulier postérieurs. Non insérés dans une gouttière chez les bovidés, leur prélèvement ne nécessite pas les mêmes gestes bouchers que pour le cerf et laisse donc des traces plus ténues et plus rares sur les ossements (cf. **fig. 6** et **7** et Soulier *et al.* 2022). Ainsi, sur ce référentiel, alors que les tendons antérieurs et postérieurs ont été prélevés sur trois des quatre métapodes, cette activité n'est perceptible que dans trois cas sur six. Leur récupération pourrait donc être potentiellement plus difficile à documenter chez les bovidés que chez les cervidés. Ces différences interrogent nécessairement sur la pertinence de ces référentiels pour l'interprétation des activités de boucherie menées sur des carcasses de périssodactyles du fait de différences morphologiques encore plus importantes. La réalisation de nouvelles expériences sur des chevaux pourrait permettre d'apporter des réponses à ces interrogations. Une autre différence notable est l'absence de stries en lien avec le détachement de la peau sur les quatre métapodes de mouton dépouillés dans le cadre de cette expérience. Le type d'outils utilisé pourrait être un facteur explicatif mais le membre postérieur gauche, pourtant dépouillé avec des lames en silex, ne présente aucune trace non plus. La prise en compte des carcasses de cerfs du PCR T&H n'indique pas de tendances très claires du fait des nombreux paramètres ayant varié au cours de ces boucheries expérimentales (bouchers, type d'outils et matières premières) (Chong *et al.* 2019). De nouvelles expériences plus standardisées seraient nécessaires pour tester cette hypothèse.

Comme déjà noté pour les tendons, le type d'activités est plus ou moins détectable sur ce référentiel, les stries étant des épiphénomènes. Les incisions circulaires en lien avec le dépouillement ont créé systématiquement des stries caractéristiques tant au niveau des métapodes que des phalanges mésiales. La seule exception est l'entame circulaire réalisée au niveau des deuxièmes phalanges sur la patte arrière droite, qui n'a pas laissé de stigmates vraiment caractéristiques. Les stries obliques présentes sur la face abaxiale d'une des deux phalanges pourraient se rapporter à cette étape de la boucherie (**fig. 6g**), mais relativement aux autres traces caractéristiques du dépouillement, elles sont beaucoup plus proches de l'extrémité articulaire proximale, pouvant aussi renvoyer à de la désarticulation. La séparation des os longs des membres n'a laissé aucune trace quel que soit l'outil utilisé. Il est donc délicat d'imputer cette absence à l'utilisation de couteaux en coquille, d'autant plus que les traces de désarticulation sont nombreuses au niveau des extrémités des pattes (extrémité distale des métapodes, carpiens, tarsiens, phalanges proximales et mésiales, sésamoïdes) et documentent donc parfaitement cette étape de la boucherie quel que soit l'outil utilisé (à l'exception des patelles, inefficaces pour ce type de découpe). Pour ce qui est du décharnement, seul le tibia découpé avec des vernis ne porte aucune strie relative à cette action. Tous les os charnus montrent en revanche très peu de stries, y compris les ossements dépecés avec des lames en silex (**tabl. 4**). Les ossements portent entre zéro et 20 stries de décharnement. Le fémur décharné avec des coquilles de vernis fait figure d'exception puisque plus de 70 stries y ont été relevées, contrastant avec le tibia sur lequel aucune strie n'a été observée. De manière générale, cette rareté des traces de décharnement diverge fortement de ce qui a été observé sur la carcasse de bison du référentiel T&H pour laquelle le nombre de stries de décharnement varie entre 46 et 119 selon les ossements (Soulier *et al.*, 2022). Pour les carcasses de cerf, le décompte par élément squelettique n'est pas disponible, mais en prenant en compte le nombre de stries de décharnement par côté et par carcasse, les conclusions semblent aller dans le même sens puisque leur nombre varie entre 91 et 589 alors que, pour le mouton, il oscille entre 38 et 113. La taille de la carcasse pourrait expliquer ces disparités. Un autre facteur explicatif pourrait être lié à la distinction animal domestique/animal sauvage, les attaches musculaires étant potentiellement plus robustes sur les espèces sauvages. Ici encore de nouvelles expériences seraient nécessaires pour éclairer et mieux interpréter ces disparités.

Cette étude représente la première caractérisation morphométrique à l'échelle microscopique des stries de découpe produites par des coquilles de mollusques.

Os	code[a]	orien-tation[b]	Localisation	portion[c]	face[d]	T & H cerf[e]	T & H bison[f]	Droit[g]	Gauche[h]
Scapula	Sc-d	O	col		Med.		DC	DC	
	Sc-e'	SL	lame		toutes	DC	DC		DC
Humérus	Hs-a	T/O	diaphyse	2 à 5	toutes	DC	DC	DC	DC
	Hs-a'	L	diaphyse	2 à 5	toutes	DC	DC	DC	
	Hd-c	T/O	trochlée	6	Med.	DC			DS (tat.) ou DC
	Hd-d'	L	trochlée	6	Med.	DS+DC	?		DS ou DC
	Hd-e	T/O	trochlée	6	Med.	DS+DC			DS ou DC
Radius	Rs-a	T/O	diaphyse	2 + 3	toutes	DC	DC		DC
	Rs-a'	L	diaphyse	2 + 3	toutes	DC	DC	DC	
	Rs-c"	T	diaphyse	4 + 5	Ant.	DS(+DP?)	DC		DC
Ulna	Up-b	T/O	olécrâne	1	Med., Lat.	DC	DC		DC
	Up-b'	T/O	olécrâne	1	Med., Lat.	DC	DC		DC
	Us-a	T/O	diaphyse	2 à 4	Med., Lat., Post.	DC	DC		DC
	Us-a'	SL	diaphyse	2 à 4	Med., Lat., Post.	DC			DC
Carpiens	Unc-b	T/O			Ant., Lat., Post.	DS	?		DS
	Ctt-a	T/O			Ant., Med., Post.	DS	?		DS
Métacarpien	Mcs-a	O	diaphyse	2 à 5	Med.	DP	DP	DP	
	Mcs-a"	T	diaphyse	2 à 5	Lat.	DP			DP
	Mcs-b"	T	diaphyse	2 à 5	Lat.	DP	DP	DP	
	Mcs-c	T	diaphyse	2 + 3	Ant.	TN		TN	
Fémur	Fp-a	T/O	tête fémorale	1	toutes	DS	DS		DS
	Fp-e'	L	grand trochanter	1	Ant., Lat., Post.	DC		DC	
	Fs-a	T/O	diaphyse	2 to 5	toutes	DC	DC	DC	DC
	Fs-a'	L	diaphyse	2 to 5	toutes	DC	DC		DC
	Fd-c'	L	condyles	6	Post.	DS+DC	DC	DC	
Tibia	Tp-f	T/O	diaphyse	1	toutes	DC			DC
	Ts-a	T/O	diaphyse	2	toutes	DC	DC		DC
	Ts-b	T/O	diaphyse	3 à 5	Med.	DC	DC		DC
	Ts-c'	SL	diaphyse	3 + 4	Lat.	DC	DC		DC
Talus	Tal-a	T/O	articulation prox.		Ant.	DS	DS	DS	DS
	Tal-c	O	partie moyenne		Med.	DS	DS	DS	DS
	Tal-f	**T**	**partie moyenne**		**Post.**			**DS**	
Calcanéum	Cal-e	O	proche de l'articulation de l'os malléolaire		Lat.	DS		DS	DS
	Cal-e'	L	proche de l'articulation de l'os malléolaire		Lat.	DS	DS	DS	
	Cal-g	O	sustentaculum tali		Med.	DS		DS	
	Cal-k	T/O	au dessus de Cal-e		Lat.		DS	DS	
Cubonaviculaire	Cbn-a	T/O			Lat.		DS	DS	
Métatarsien	Mts-a"	T	diaphyse	2 à 5	Med.	DP		DP	DP
	Mts-b"	T	diaphyse	2 à 5	Lat.	DP		DP	
	Mts-d	O	diaphyse	2 à 5	Ant.	DP		DP	
	Mts-f	T/O	diaphyse dist.	2 à 5	Post.	TN			TN
	Mts-g	**ST**	**diaphyse**	**5**	**Post.**			**TN**	**TN**
	Mtd-a	O	condyles	6	Med., Lat.	DS		DS	DS
Sésamoïde	Ses-f	O			Ext.	DS			DS
Phalange 1	Ph1-b	T/O	en contact avec l'extrémité prox.		Ant., Ab., **Post**	DS	DP		DS
	Ph1-n	**T**	**articulation dist.**		**Ant., Ab., Post.**				**DS**
	Ph1-o	**T**	**diaphyse dist.**		**Ab.**				**DP ou DS**
Phalange 2	Ph2-b	O	en contact avec l'extrémité prox.		**Ant.,** Ab.	DS	DS		DS
	Ph2-e	O/T	diaphyse		Ab.		DP		DP
	Ph2-s	**O**	**proche extrémité prox.**		**Ab.**				**DP ou DS**

— TABLEAU 3 —

Opérations de boucherie en lien avec les différentes stries observées sur les ossements. a- Codes définis sur la base des expériences réalisées dans le cadre du PCR T&H (Soulier, Costamagno 2017 ; Soulier *et al.* 2022). Les codes en gras correspondent à des stries qui n'avaient pas été observées lors de ces expériences. b- Orientation des stries (O : oblique, T : transversale, ST : subtransversale, L : longitudinale, SL : sublongitudinale). c- Portion des ossements : les os longs sont divisés en 6 portions de 1 à 6, du proximal au distal (voir Soulier, Costamagno 2017). d- Face des ossements (Med. : médiale, Ant. : antérieure, Post. : postérieure, Lat. : latérale, ab. : abaxiale). e- Activités correspondant aux stries de boucherie observées lors des boucheries expérimentales menées sur les carcasses de cerf du référentiel T&H (DC : décharnement, DS : désarticulation, DP : dépouillement, TN : prélèvement des tendons). f- Activités correspondant aux stries de boucherie observées lors de la boucherie expérimentale menée sur la carcasse de bison du référentiel T&H. g- Activités correspondant aux stries de boucherie observées lors de la boucherie expérimentale du côté droit du mouton découpé dans le cadre de cette étude. h- Activités correspondant aux stries de boucherie observées lors de la boucherie expérimentale du côté gauche du mouton découpé dans le cadre de cette étude.

Butchery activities and the related cut marks observed on the bones. a- Codes defined based on the experiments carried out in the framework of T&H PCR (Soulier, Costamagno 2017; Soulier et al. *2022). The codes in bold correspond to cut marks that had not been observed during these experiments. b- Orientation of the cut marks (O: oblique, T: transversal, ST: subtransversal, L: longitudinal, SL: sublongitudinal). c- Portion of bones: the long bones are divided into 6 portions from 1 to 6, from proximal to distal (see Soulier, Costamagno 2017). d- Surface of bones (Med.: medial, Ant.: anterior, Post.: posterior, Lat. lateral, ab.: abaxial). e- Activities corresponding to the butchery marks observed during experimental butcheries in the T&H reference system (DC: defleshing, DS: disarticulation, DP: skinning, TN: removal of tendons). f- Activities corresponding to butchery marks observed during experimental butchery carried out on bison carcasse from the T&H repository. g- Activities corresponding to the butchery marks of the right side of the sheep carcass observed during the experimental butchery presented in of this study. h- Activities corresponding to the butchery marks of the left side of the sheep observed during the experimental butchery presented in this study.*

Membre antérieur	*Patella* sp.	*Mytilus* sp.
scapula	16	6
humérus	9	14
radio-ulna	1	20
Membre postérieur	*Callista chione*	Silex
fémur	72	5
tibia	0	15

TABLEAU 4

Nombre de stries par élément squelettique en fonction des outils utilisés pour la boucherie des membres.

Number of cut marks per skeletal element according to the tools used for limb butchery.

Les effectifs étant faibles, les tendances perçues devront être confirmées par des études plus approfondies. En se basant sur la morphométrie traditionnelle, il ne semble pas y avoir de différences majeures entre les deux catégories de stries de décharnement (outils lithiques versus coquilles cf. **fig. 9a à 9d**). Les traces laissées par les coquilles ne semblent pas moins visibles ou plus difficiles à détecter que celles produites par des pièces lithiques. Selon les types d'outils utilisés, des différences plus ou moins importantes sont perceptibles au niveau des stries de décharnement. Les stries produites par les éclats bruts en RVGF se distinguent des autres traces : elles sont plus profondes et plus larges et ont tendance à présenter des ratios profondeur/largeur élevés qui se recoupent néanmoins avec ceux des stries liées à l'utilisation de *Mytilus* sp. Les traces dues à l'emploi d'éclats bruts en quartzite ont aussi tendance à différer des marques laissées par les coquilles par des profondeurs et des largeurs plus faibles. Les stries résultant de l'utilisation de denticulés en quartzite sont caractérisées par des profondeurs et des ratios profondeur/largeur faibles par rapport aux coquilles. Les stries les plus proches morphométriquement des traces de décharnement produites par les coquilles sont celles liées à l'emploi de denticulés en silex : profondeurs similaires à celles laissées par *Patella* sp., largeurs similaires à celles résultant de l'emploi de *Patella* sp. et *Mytilus* sp. et ratios profondeur/largeur similaires à celles produites par *Patella* sp. et *Callista chione*. Des comparaisons plus fines sont rendues compliquées du fait de légères différences au niveau des protocoles d'études (profil médian versus profil moyen) et par des effectifs faibles et variables selon les groupes.

Au sein des traces de découpe liées à l'utilisation des coquilles, des tendances apparaissent également. Les stries de décharnement par *Patella* sp. sont peu profondes, étroites et symétriques, et elles montrent des ratios profondeur/largeur faibles. Elles sont également caractérisées par des microstriations internes très fortement marquées au sein du sillon principal de la trace. Cette caractéristique, unique parmi les traces de découpe étudiées jusqu'à présent, résulte vraisemblablement de la marge fortement crénelée de la coquille. Les stries de décharnement produites avec des coquilles de *Callista chione* sont plus profondes que celles résultant de l'utilisation des *Patella* sp., plus larges que celles laissées par *Patella* sp. et *Mytilus* sp., et ont des ratios profondeur/largeur faibles, similaires à ceux de *Patella* sp. Les stries de décharnement par *Mytilus* sp. sont caractérisées par des ratios profondeur/largeur plus élevés que ceux des autres types de coquilles mais leurs valeurs de profondeur et largeur sont globalement similaires. Leurs profils se distinguent donc essentiellement par leurs proportions. Les trois types de stries de décharnement se ressemblent quant au degré d'asymétrie. Les stries de désarticulation diffèrent des stries de décharnement par des profils relativement plus profonds, plus larges (ratios profondeur/largeur élevés), et plus asymétriques. Une strie de décharnement par coquille de *Callista chione* (*Fs-a mold10*) est cependant plus proche morphométriquement des stries de désarticulation, ce qui suggère une variabilité au sein de chaque catégorie, qui n'est encore que peu documentée dans cette première étude.

En ce qui concerne les outils en coquille, les traces d'utilisation induites par les activités de boucherie sont bien décrites dans la littérature (voir Cuenca-Solana 2013 ; Manca 2013 ; Cuenca-Solana *et al.* 2017). En revanche, d'autres aspects tels que la résistance et l'efficacité lors des différentes activités n'ont pas été explorés. L'économie des matières premières en coquilles et la question de la complémentarité avec des outils lithiques pendant la Préhistoire restent également à approfondir. Dans le cadre de cette expérimentation, l'utilisation de coquilles tout au long de la séquence de boucherie a permis d'interroger leur efficacité en fonction des étapes du dépeçage (Campmas *et al.* en préparation). La durée des opérations est un des paramètres pouvant être mobilisé pour discuter de cette question. Les membres postérieurs et antérieurs ayant des morphologies différentes, les données ne peuvent être comparées que deux à deux, patelle/moule d'une part et vernis/silex d'autre part, à l'exception des opérations ayant concerné les extrémités des pattes. Les étapes réalisées sur le membre postérieur avec des coquilles de vernis ont duré beaucoup plus longtemps que celles menées avec des lames en silex, témoignant d'une moindre efficacité de ces coquilles de bivalve (**tabl. 2**). Néanmoins, pendant l'expérimentation, les coquilles se sont avérées globalement efficaces pour toutes les étapes de la chaîne opératoire de boucherie. Pour autant, la désarticulation des phalanges n'a pu être menée à son terme avec les coquilles de vernis. Par ailleurs, avec les patelles, il n'a été possible de mener à leur terme que le dépouillement et le décharnement. Ces opérations ont duré respectivement 77 % et 97 % de plus que celles réalisées avec des coquilles de moule. Sur la base de cette expérience, il apparaît donc que les patelles sont peu (voire pas du tout) efficaces pour la boucherie. En revanche, les moules et les vernis peuvent être utilisés en substitution aux outils en silex pour la plupart des opérations de boucherie pour des animaux de petite taille. Leur efficacité pour des taxons plus grands pose évidemment question et devra être testée par de nouvelles expériences. Dans le cas des moules, la fragmentation fréquente des valves n'a pas constitué un problème pour poursuivre les activités. Les grandes dimensions des valves (et donc des fragments) et la présence d'un tranchant naturellement coupant en font des outils très efficaces pour pénétrer les masses

charnues, une efficacité se rapprochant de celle d'un outil en silex. En revanche, du fait d'un tranchant beaucoup plus épais, les performances des coquilles de vernis sont relativement faibles pour ce type d'action. Extrêmement résistantes, elles sont cependant plus efficaces que les moules pour la désarticulation. La fragmentation différentielle de ces deux taxons est due à une résistance à la compression différente, en partie déterminée par leur microstructure interne et leur composition (Vasconcelos *et al.* 2011). La forme du tranchant et, dans une moindre mesure, la fragilité ou encore la prise en main de ces coquilles sont autant de facteurs qui influent sur le degré d'efficacité de ces outils dans la réalisation de telle ou telle opération.

Cette expérience a donc montré que certains types de coquilles pouvaient être utilisés pour mener à bien différentes opérations de boucherie, rejoignant les conclusions de N. Toth, M. Woods (1989) sur les coquilles d'huîtres retouchées. Concernant les coquilles de moules non retouchées, nos résultats divergent des données précédentes puisqu'elles apparaissent efficientes pour plusieurs activités de boucherie. Bien que dans l'ensemble moins efficaces que le silex, les coquilles de bivalve peuvent donc remplacer les outils lithiques dans la plupart des opérations de boucherie en contexte littoral pour des ongulés de petite ou moyenne taille. Les coquilles, de par leur variété morphologique, sont presque aussi polyvalentes que le silex. Présentes en grand nombre et facilement accessibles en contexte côtier, elles pourraient donc avoir été utilisées comme outils de boucherie. En Afrique du Nord, de nombreux sites du Paléolithique moyen attestent d'une consommation de mollusques (e.g. Campmas 2012 ; Steele, Alvarez-Fernandez 2011 ; Stoetzel *et al.* 2014) mais aucune étude tracéologique n'a été initiée afin de tester si certaines de ces coquilles avaient été utilisées comme outils. Comparativement à ce qui est observé dans les assemblages moustériens en Europe, les ossements présentent relativement peu de stries de boucherie (Klein, Scott 1986 ; Campmas 2012 ; Campmas *et al.* 2016), ce qui a conduit Klein et Scott (1986) à émettre l'hypothèse de pratiques de boucherie différentes. À notre connaissance, les facteurs potentiellement responsables de ces disparités n'ont jamais été discutés. Le parallèle entre ces données archéologiques et l'expérience réalisée sur la carcasse de mouton est tentant et pourrait suggérer l'emploi, dans ces contextes littoraux, de coquilles de mollusque pour la découpe. Néanmoins, le membre dépecé avec des outils en silex montre également peu de traces. Ces observations contrastent fortement avec ce qui a été remarqué sur les carcasses de cerf et de bison du référentiel T&H (Chong *et al.* 2019 ; Soulier *et al.* 2022). La poursuite des expériences avec un protocole plus strict faisant varier moins de paramètres serait nécessaire pour mieux apprécier ces disparités. Un décharnement moins minutieux ou une cuisson de la viande avant prélèvement des chairs pourraient aussi expliquer la rareté des stries de boucherie dans les ensembles osseux d'Afrique du Nord.

CONCLUSION

Les exemples ethnographiques montrent que les coquilles peuvent être utilisées efficacement dans une variété d'activités, y compris la boucherie (voir Cuenca Solana *et al.* 2011). Récemment, les preuves archéologiques attestant l'utilisation de coquillages comme outils se sont multipliées (Pawlik *et al.* 2015 ; Cuenca Solana *et al.* 2016, 2017 ; Manca 2016 ; Manca *et al.* 2018 ; Perttula 2020 ; Romagnoli 2021). Il s'agit donc d'un axe de recherche qui peut apporter des informations importantes pour la compréhension des modes de vie dans le passé. Cette expérimentation visait principalement l'étude des stries sur les os. Elle indique que l'utilisation des coquilles dans le traitement des carcasses animales mériterait d'être étudiée plus en détail. En particulier, des recherches supplémentaires devraient être menées sur la préhension et l'efficacité des coquilles en fonction de la taille de l'animal et de l'étape de la boucherie, ainsi que sur la compréhension des possibles rôles intégrés des outils en pierre et en coquille. Les résultats obtenus sur la micromorphologie des traces sont également prometteurs étant donné les faibles effectifs et la simplicité du protocole de morphométrie traditionnelle. S'ils étaient confirmés sur des effectifs plus larges et avec des analyses plus détaillées, la quantification de la taille et des proportions des traces de découpe par microscopie confocale et par morphométrie pourrait améliorer la discrimination des traces de découpe laissées par les outils en pierre taillée et en coquille et, au sein de chaque catégorie, en fonction des matières premières et des types de tranchants. Les différences selon les actions de boucherie menées (décharnement versus désarticulation) pourraient aussi être mieux quantifiées. Les futurs efforts devraient viser à : (1) construire des référentiels expérimentaux de plus grande taille, (2) tester des types supplémentaires de coquilles et d'actions de boucherie (dépouillement, prélèvement des tendons), (3) utiliser des analyses de forme plus sensibles se basant sur la morphométrie géométrique (e.g. Courtenay *et al.* 2019 ; Souron *et al.* 2019), (4) appliquer des méthodes statistiques de classification comme l'Intelligence Artificielle (e.g. Courtenay *et al.* 2020), (5) confronter ces résultats aux ensembles osseux provenant de sites côtiers, et (6) réaliser en parallèle des analyses fonctionnelles des outils lithiques et des coquilles.

REMERCIEMENTS

Le projet a été financé grâce aux fonds d'amorçage du laboratoire TRACES – UMR 5608. Nous remercions les étudiants du Master ASE2P, promotion 2015-2016 pour leur participation et leur aide logistique durant la session expérimentale, ainsi que Guilhem Constans pour la couverture photographique. Les expérimentations ont bénéficié des infrastructures de la plate-forme ArchéoSciences. Nous remercions les collègues Valentine Arnaud, Lloyd Courtenay, et Alain Queffelec qui ont facilité la collecte des données, les analyses, et l'accès aux équipements et logiciels nécessaires pour l'étude morphométrique des traces, et qui ont fait des commentaires utiles sur les méthodes et les interprétations. Le Master 1 de Vittorio Facincani s'est déroulé dans le cadre du pro-

gramme « Double Diploma Laurea Magistrale in Quaternario, Preistoria e Archeologia interateneo tra Universtà di Ferrara, Modena e Reggio, Trento e Verona - MASTER Arts, Sociétés et Environnements de la Préhistoire et de la Protohistoire : Europe, Afrique, Mention Archéologie, sciences pour l'archéologie, Université de Toulouse - Jean Jaurès » entre l'Université de Ferrare et l'Université Toulouse - Jean Jaurès, financé par l'Université Franco-Italienne (Programme Vinci). Nous remercions le Cuzoul de Gramat et Nicolas Valdeyron pour le prêt du matériel de prise d'empreintes. L'article a bénéficié des commentaires précieux de trois rapporteurs (D. Cuenca Solana, C. Dupont, V. Laroulandie) que nous remercions.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BELLO S., SOLIGO C. 2008 - A new method for the quantitative analysis of cutmark micromorphology. *Journal of Archaeological Science*, 35, p. 1542-1552.

BIRD J. 1946 - The Alacaluf. *In*: *Handbook of South American Indians. The Marginal Tribes*. Washington: Government Printing Office (Bureau of American Ethnology Bulletin 43), p. 55-79.

BOAS F. 1905 - *The Kwakiutl of Vancouver Island*. Leiden E. J. : Brill, 292 p.

BOSCHIN F., CREZZINI J. 2012 - Morphometrical analysis on cut marks using a 3D digital microscope. *International Journal of Osteoarchaeology*, 22, p. 549-562.

BUC N., SILVESTRE R., LOPONTE D. 2010 - What about shells? Analysis of shell and lithic cut-marks. The case of the Paraná's wetland, Argentina. *Munibe* (Suplemento), 31, p. 252-261.

CAMPMAS É. 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*. Université Bordeaux 1, thèse de doctorat.

CAMPMAS É., AMANI F., MORALA A., DEBÉNATH A., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2016 - Initial insights into Aterian hunter-gatherer settlements on coastal landscapes: the example of unit 8 of El Mnasra Cave (Témara, Morocco). *Quaternary International*, 78, p. 122-143.

CAMPMAS É., ROMAGNOLI F., COSTAMAGNO S. (en préparation) - Mollusk shells as tools, a proxy for human coastal adaptation: Evaluating their performance for carcass processing activities.

CHOI K., DRIWANTORO D. 2007 - Shell tool use by early members of *Homo erectus* in Sangiran, central Java, Indonesia: Cut-mark evidence. *Journal of Archaeological Science*, 34, p. 48-58.

CHONG S., COSTAMAGNO S., SOULIER M.-C. 2019 - Analyse de la récurrence des stries de boucherie : l'apport des Systèmes d'Informations Géographiques. *In*: C. THIÉBAUT, É. CLAUD, S. COSTAMAGNO (Éds.), *L'acquisition et le traitement des matières végétales et animales par les néandertaliens : quelles modalités et quelles stratégies ? Résultats d'une enquête fondée sur l'approche expérimentale et l'étude archéologique de plusieurs sites d'Europe occidentale, menée dans le cadre du PCR « Des Traces et des Hommes »*. *Palethnologie*, 10, p. 250-289.

COOPER J.M. 1946a - The Chono. *In*: *Handbook of South American Indians. The Marginal Tribes*. Washington: Government Printing Office (Bureau of American Ethnology Bulletin 43), p. 47-54.

COOPER J.M. 1946b - The Yahgan. *In*: *Handbook of South American Indians. The Marginal Tribes*: Washington, Government Printing Office (Bureau of American Ethnology Bulletin 43), p. 81-106.

COSTAMAGNO S. 2012 - *Des stries de boucherie au sous-système technique d'exploitation de l'animal : apports de l'approche expérimentale*. Université Bordeaux 1, Habilitation à diriger des recherches, Bordeaux.

COSTAMAGNO S., SOULIER M.-C. 2019 - Analyse de l'emplacement des stries de boucherie : lier les stries aux activités et aux gestes du boucher. *In*: C. THIÉBAUT, E. CLAUD, S. COSTAMAGNO (Éd.), *L'acquisition et le traitement des matières végétales et animales par les néandertaliens : quelles modalités et quelles stratégies ? Résultats d'une enquête fondée sur l'approche expérimentale et l'étude archéologique de plusieurs sites d'Europe occidentale, menée dans le cadre du PCR « Des traces et des Hommes »*. *Palethnologie*, 10, p. 220-250.

COURTENAY L.A., HUGUET R., GONZÁLEZ-AGUILERA D., YRAVEDRA J. 2020 - A hybrid geometric morphometric Deep Learning approach for cut and trampling mark classification. *Applied Sciences*, 10, p. 150.

COURTENAY L.A., YRAVEDRA J., MATE-GONZÁLEZ M.Á., ARAMENDI J., GONZÁLEZ-AGUILERA D. 2019 - 3D analysis of cut marks using a new geometric morphometric methodological approach. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11, p. 651-665.

CRISTIANI E., LEMORINI C., MARTINI F., SARTI L. 2005 - Scrapers of *Callista chione* from Grotta del Cavallo (Middle Palaeolithic cave in Apulia): Evaluating use-wear potential. *In*: H. LUIK, A. H. BATEY, C. BATEY, L. LOUGAS (Éds.), *From Hooves to Horns, From Mollusc to Mammoth: Manufacture and Use of Bone Artefacts from Prehistoric Times to the Present*. Muinasaja teadus: Tallinn Book Printers, p. 319-324.

CUENCA-SOLANA D. 2013 - *Utilización de instrumentos de concha para la realización de actividades productivas en las formaciones económico-sociales de cazadores-recolectores-pescadores y primeras sociedades tribales de la fachada atlántica europea*. Universidad de Cantabria, thèse de doctorat.

CUENCA SOLANA D., ZUGASTI I., CLEMENTE CONTE I. 2011 - The use of mollusc shells as tools by coastal human groups. The contribution of ethnographical studies to research on Mesolithic and Early Neolithic technologies in Northern Spain. *Journal of Anthropological Research*, 67, p. 77-102.

CUENCA-SOLANA D., GUTIÉRREZ-ZUGASTI I., GONZÁLEZ-MORALES M.R. 2017 - Use-wear analysis: an optimal methodology for the study of shell tools. *Quaternary International*, 427 (Part A), p. 192-200

CUENCA-SOLANA D., GUTIÉRREZ-ZUGASTI I., RUIZ-REDONDO A., GONZÁLEZ-MORALES M.R., SETIÉN J., RUIZ-MARTÍNEZ E., PALACIO-PÉREZ, E., DE LAS HERAS-MARTÍN C., PRADA-FREIXEDO A., LASHERAS-CORRUCHAGA J.A. 2016 - Painting Altamira Cave? Shell tools for ochre-processing in the Upper Palaeolithic in northern Iberia. *Journal of Archaeological Science*, 74, p. 135-151.

DEUR D., DICK A., RECALMA-CLUTESI K., TURNER N.J. 2015 - Kwakwaka'wakw « Clam Gardens » motive and agency in traditional Northwest Coast Mariculture. *Human Ecology*, 43, p. 201-212.

DOMÍNGUEZ-RODRIGO M., DE JUANA S., GALÁN A.B., RODRÍGUEZ M. 2009 - A new protocol to differentiate trampling marks from butchery cut marks. *Journal of Archaeological Science*, 36, 12, p. 2643-2654.

DOUKA K. 2011 - An Upper Palaeolithic shell scraper from Ksar Akil (Lebanon). *Journal of Archaeological Science*, 38, p. 429-437.

DOUKA K., SPINAPOLICE E. 2012 - Neanderthal shell tool production: Evidence from Middle Palaeolithic Italy and Greece. *Journal of World Prehistory,* 25, p. 45-79.

DRUCKER P. 1950 - *Northwest Coast*. Berkley: University of California press, 152 p.

FACINCANI V. 2021 - *Caractérisation micromorphologique et morphométrique des stries issues d'une boucherie expérimentale réalisée avec des outils en coquillage*, Université Toulouse - Jean Jaurès/Université de Ferrare, Toulouse, Mémoire de Master 1.

HARRIS J.A., MAREAN C.W., OGLE K., THOMPSON J. 2017 - The trajectory of bone surface modification studies in paleoanthropology and a new Bayesian solution to the identification controversy. *Journal of Human Evolution*, 110, p. 69-81.

HYADES P.D., DENIKER Y.J. 1885 - *Mission scientifique du cap Horn, 1882-1883*. Paris : Gauthier-Villars, 554 p.

JOORDENS J.C.A., D'ERRICO F., WESSELINGH F.P., MUNRO S., DE VOS J., WALLINGA J., ANKJÆRGAARD C., REIMANN T., WIJBRANS J.R., KUIPER K.F., MÜCHER H.J., COQUEUGNIOT H., PRIÉ V., JOONSTEN I., VAN OS B., SCHULP A.S., PANUEL M., VAN DER HAAS V., LUSTENHOUWER W., REIJMER J.J.G., ROEBROEKS W. 2014 - *Homo erectus* at Trinil on Java used shells for tool production and engraving. *Nature*, 518, p. 228-231.

KLEIN R.G., SCOTT K. 1986 - Re-analysis of faunal assemblages from the Haua Fteah and other late Quaternary archaeological sites in Cyrenaican Libya. *Journal of Archaeological Science*, 13, p. 515-542.

LOTHROP S.K. 1928 - *The Indians of Tierra del Fuego*. New York: Museum of the American Indian, Heye foundation, 292 p.

LYMAN R.L. 1987 - Archaeofaunas and butchery studies: A taphonomic perspective. *In*: M.B. SCHIFFER (Éd.), *Advances in Archaeological Method and Theory*. Orlando, FL, p. 249-337.

MANCA L. 2013 - *Fonctionnement des sociétés de la fin du Néolithique au début de l'âge du Cuivre en Sardaigne. Une approche inédite à partir de l'étude des productions en matières dures animales.* Université Aix-Marseille, Thèse de doctorat, Aix-en-Provence.

MANCA L. 2016 - The shell industry in Final Neolithic societies in Sardinia: Characterizing the production and utilization of *Glycymeris* da Costa 1778 valves. *Anthropozoologica*, 51, p. 149-171.

MANCA L., MASHKOUR M., SHIDRANG S., AVERBOUH A., BIGLARI F. 2018 - Bone, shell tools and ornaments from the Epipalaeolithic of Ali Tappeh, East of Alborz Range, Iran. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 21, p. 137-157.

MANSUR M.E., CLEMENTE I. 2009 - ¿Tecnologías invisibles? Confección, uso y conservación de instrumentos de valva en Tierra del Fuego. *In*: F. OLIVA, N. DE GRANDIS, J. RODRÍGUEZ (Éds.), *Arqueología Argentina en los inicios de un nuevo siglo*. XIV Congreso Nacional de Arqueología Argentina, Universidad Nacional de Rosario, Tomo II, p. 359-367.

MATÉ-GONZÁLEZ M.Á., PALOMEQUE-GONZÁLEZ J.F., YRAVEDRA J., GONZÁLEZ-AGUILERA D., DOMÍNGUEZ-RODRIGO M. 2018 - Micro-photogrammetric and morphometric differentiation of cut marks on bones using metal knives, quartzite, and flint flakes. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 10, p. 805-816.

MILANO S., PRENDERGAST A.L., SCHÖNE B.R. 2016 - Effects of cooking on mollusk shell structure and chemistry: Implications for archeology and paleoenvironmental reconstruction. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 7, p. 14-26.

MORETTI E., ARRIGHI S., BOSCHIN F., CREZZINI J., AURELI D., RONCHITELLI A. 2015 - Using 3D microscopy to analyze experimental cut marks on animal bones produced with different stone tools. *Ethnobiology Letters*, 6, p. 267-275.

OTÁROLA-CASTILLO E., TORQUATO M.G., HAWKINS H.C., JAMES E., HARRIS J.A., MAREAN C.W., MCPHERRON S.P., THOMPSON J.C. 2018 - Differentiating between cutting actions on bone using 3D geometric morphometrics and Bayesian analyses with implications to human evolution. *Journal of Archaeological Science*, 89, p. 56-67.

PALOMEQUE-GONZÁLEZ J.F., MATÉ-GONZÁLEZ M.Á., YRAVEDRA J., JUAN-BLAZQUEZ M.S., VARGAS E.G., MARTÍN-PEREA D.M., ESTACA-GÓMEZ V., GONZÁLEZ-AGUILERA D., DOMÍNGUEZ-RODRIGO M. 2017 - Pandora: A new morphometric and statistical software for analysing and distinguishing cut marks on bones. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 13, p. 60-66.

PANTE M.C., MUTTART M.V., KEEVIL T.L., BLUMENSCHINE R.J., NJAU J.K., MERRITT S.R. 2017 - A new high-resolution 3-D quantitative method for identifying bone surface modifications with implications for the Early Stone Age archaeological record. *Journal of Human Evolution*, 102, p. 1-11.

PAWLIK A.F., PIPER P.J., WOOD R.E., LIM K.K.A., FAYLONA M.G.P.G., MIJARES A.S.B., PORR M. 2015 - Shell tool technology in Island Southeast Asia: An early Middle Holocene *Tridacna* adze from Ilin Island, Mindoro, Philippines. *Antiquity*, 86, p. 292-308.

PERTTULA T.K. 2020 - Bone and shell tools and ornament from the feature 2 midden mound at the A. C. Saunders Site (41AN19), Anderson County, Texas. *Journal of Northeast Texas Archaeology*, 84, p. 91-99.

PROUS A. 1986/1990 - Os moluscos e a arqueologia brasileira. *Arquivos do Museu de História Natural*, 11, p. 241-298.

ROMAGNOLI F. 2021 - Changes in raw material selection and use at 400,000 years BP: A novel, symbolic relationship between humans and their world. Discussing technological, social and cognitive arguments. *Cambridge Archaeological Journal*, 31, p. 325-336.

ROMAGNOLI F., BAENA J., PARDO NARANJO A.I., SARTI L. 2017 - Evaluating the performance of the cutting edge of Neanderthal shell tools: A new experimental approach. Use, mode of operation, and strength of *Callista chione* from a behavioural, Quina perspective. *Quaternary International*, 427, p. 216-228.

ROMAGNOLI F., BAENA J., SARTI L. 2016 - Neanderthal retouched shell tool and Quina economic and technical strategies: An integrated behaviour. *Quaternary International*, 407 (Part B), p. 29-44.

ROMAGNOLI F., MARTINI F., SARTI L. 2015 - Neanderthal use of *Callista chione* shells as raw material for retouched tools in south-east Italy. Analysis of Grotta del Cavallo Layer L assemblage by a new methodology. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22, p. 1007-1037.

SOULIER M.-C., COSTAMAGNO S. 2017 - Let the cutmarks speak! Experimental butchery to reconstruct carcass processing. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 11, p. 782-802.

SOULIER M.-C., COSTAMAGNO S., CLAUD É., DESCHAMPS M. 2022 - Tracing the past: Butchering a bison with Middle Palaeolithic stone tools. *In*: M. MĂRGĂRIT, A. BORONEANȚ (Éds.), *Recreating Artefacts and Ancient Skills: From Experiment to Interpretation*. Târgovişte : Cetatea de Scaun Publishing, p. 13-31.

SOURON A., NAPIAS A., LAVIDALIE T., SANTOS F., LEDEVIN R., CASTEL J.-C., COSTAMAGNO S., CUSIMANO D., DRUMHELLER S., PARKINSON J., ROZADA L., COCHARD D. 2019 - A new geometric morphometrics-based shape and size analysis discriminating anthropogenic and non-anthropogenic bone surface modifications of an experimental data set. *In*: *2019 IMEKO TC-4 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage*, Florence, Italy, p. 560-565.

SPECK F.G. 1928 - *Chapters on the ethnology of the Powhatan tribes of Virginia*. New-York: Museum of the American Indian, Heye Foundation, 252 p.

STEELE T.E., ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ E. 2011 - Initial investigations into the exploitation of coastal resources in North Africa during the Late Pleistocene at Grotte des Contrebandiers, Morocco. *In:* N.F. Bicho, J.A. Haws, L.G. Davis (Éds.), *Trekking the Shore: Changing Coastlines and the Antiquity of Coastal Settlement*. New-York: Springer (Interdisciplinary Contributions to Archaeology), p. 383-403.

STOETZEL E., CAMPMAS É., MICHEL P., BOUGARIANE B., OUCHAOU B., AMANI F., EL HAJRAOUI M.A., NESPOULET R. 2014 - Context of modern human occupations in North Africa: Contribution of the Témara caves data. *Quaternary International*, 320, p. 143-161.

STRATTON L. 1989 - *Resource Uses in Cordova, a Coastal Community of Southcentral Alaska*, Report Alaska. Department of Fish and Game.

SWANTON J.R. 1946 - *Indians of the Southeastern United States*. U.S. Government Printing Office, 1106 p.

SZABÓ K., BRUMM A., BELLWOOD P. 2007 - Shell artefact production at 32 000-28 000 BP in Island Southeast Asia. *Current Anthropology*, 48, p. 701-723.

SZABÓ K., KOPPEL B. 2015 - Limpet shells as unmodified tools in Pleistocene Southeast Asia: An experimental approach to assessing fracture and modification. *Journal of Archaeological Science,* 54, p. 64-76.

TAPLIN G., WOODS J.D. 1879 - *The Native Tribes of South Australia:* E.S. Wigg, 368 p.

THALBITZER W.C. 1914 - *The Ammassalik Eskimo: Contributions to the ethnology of the East Greenland natives*. Copenhagen: B. Luno, 890 p.

THIÉBAUT C., CLAUD É., COSTAMAGNO S. (Éds.) 2019 - *L'acquisition et le traitement des matières végétales et animales par les néandertaliens : quelles modalités et quelles stratégies ? Résultats d'une enquête fondée sur l'approche expérimentale et l'étude archéologique de plusieurs sites d'Europe occidentale, menée dans le cadre du PCR « Des Traces et des Hommes »*, Palethnologie, 10.

TOTH N., WOODS M. 1989 - Molluscan shell knives and experimental cut-marks on bones. *Journal of Field Archaeology*, 16, p. 250-255.

TUMUNG L., BAZGIR B., AHMADI K., SHADMEHR A. 2012 - Understanding the use-wears on non-retouched shells *Mytilus galloprovincialis* and *Ruditapes decussatus* by performing wood working experiment: An experimental approach. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 37.

VAL A., COSTAMAGNO S., DISCAMPS E., CHONG S., CLAUD É., DESCHAMPS M., MOURRE V., SOULIER M.C., THIÉBAUT C. 2017 - Testing the influence of stone tool type on microscopic morphology of cut-marks: Experimental approach and application to the archaeological record with a case study from the Middle Palaeolithic site of Noisetier Cave (Fréchet-Aure, Hautes-Pyrénées, France). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 11, p. 17-28.

VASCONCELOS P., MORGADO-ANDRÉ A., MORGADO-ANDRÉ C., GASPAR M.B. 2011 - Shell strength and fishing damage to the smooth clam (*Callista chione*): Simulating impacts caused by bivalve dredging. *ICES Journal of Marine Science*, 68, p. 32-42.

TAPHONOMIC EFFECTS IN ARCHAEOLOGICAL CONTEXTS: AN ANALYTICAL EXPERIMENTAL PROTOCOL TO IMPROVE RESEARCH IN ARCHAEOMALACOLOGY

David Cuenca-Solana[a,b], Laura Manca[c], Francesca Romagnoli[d], Émilie Campmas †[e]

a. *Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de Cantabria. (Universidad de Cantabria, Gobierno de Cantabria, Grupo Santander), Universidad de Cantabria. Edificio Interfacultativo, Avda. Los Castros n° 52. 39005 Santander (Spain). cuencad@unican.es; david.cuencasolana@gmail.com*
b. *Centre de Recherche en Archéologie, Archéosciences, Histoire (CReAAH), UMR-6566, Rennes (France).*
c. *Archéozoologie, Archéobotanique : Sociétés, Pratiques et Environnements (UMR 7209), Muséum national d'Histoire Naturelle, CNRS, CP56-57, 55 rue Buffon, 75005 Paris (France) - laurarch78@gmail.com*
d. *Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad Autónoma de Madrid (UAM), Ciudad Universitaria de Cantoblanco, 28049 Madrid (Spain) - francesca.romagnoli@uam.es ; f.romagnoli2@gmail.com*
e. *TRACES (UMR 5608) CNRS, Université Toulouse-Jean Jaurès, Maison de la Recherche 5, allées Antonio Machado, 31058 Toulouse cedex (France).*

ABSTRACT

Today, it is clear that the study of malacological remains in archaeology has a great potential to reconstruct techno-economic, social, and territorial patterns in the past. In recent years, pioneering research has set a methodological basis for the study of shells from a behavioural perspective. However, taphonomic bias is still poorly understood. In this paper, we present the results of the first phase of the ArchaeoENHANCE project developed within the International Research Network of Taphen (CNRS). A long-term experimental protocol was designed and implemented to improve the systemic comprehension of the malacological collections in archaeological contexts, especially focusing on taphonomic causes and effects in macro and microscopic analyses. The results of the analysis after eighteen months of shell burial show an unequal development of alterations among the different taxa selected for the project (*Patella*, *Mytilus*, *Glycymeris* and *Callista chione*). Among taphonomic alterations, mechanical processes are significant, as is dissolution. Although the experimental protocol is still in its first phase, the results show the need for similar long-term projects. We expect that the extension of the experimental protocol will improve the understanding of the effects of taphonomic modifications on archaeomalacological assemblages, which is of interest for elucidating assemblage formation processes and their interpretation.

HORS-SÉRIE
Colloque hommage à Émilie Campmas (1983-2019)
Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au début de l'Holocène
DÉCEMBRE 2022

THÈME 3 | L'apport des approches actualistes à une meilleure perception des relations humain/animal dans le passé

PAGES 396 À 413

KEY-WORDS Archaeomacology, taphonomy, use-wear, research methods, experimental archaeology, shell tools.

RÉSUMÉ

Effets taphonomiques en contextes archéologiques : un protocole expérimental analytique pour améliorer la recherche en archéomalacologie.

Il est désormais démontré que l'étude des vestiges malacologiques présente un grand potentiel pour la reconstitution des aspects techno-économiques, sociaux et territoriaux des communautés préhistoriques. Ces dernières années, des recherches pionnières ont posé les bases méthodologiques de l'étude des coquillages pour la compréhension des aspects comportementaux des communautés anciennes. Cependant, les aspects taphonomiques sont encore peu compris. Dans cet article, nous présentons les résultats de la première phase de réalisation du projet ArchaeoENHANCE, développé dans le cadre du Réseau International de Recherche de Taphen (CNRS). Un protocole expérimental a été créé et réalisé dans l'objectif d'améliorer la compréhension systémique des collections malacologiques dans les contextes archéologiques, en se concentrant notamment sur les causes et les effets taphonomiques dans l'analyse macro et microscopique. Les résultats de l'analyse après dix-huit mois d'enfouissement ont montré un développement inégal des altérations parmi les différents taxons sélectionnés pour le projet (*Patella*, *Mytilus*, *Glycymeris* et *Callista chione*). Parmi les altérations taphonomiques, les processus mécaniques et la dissolution sont les plus fréquemment attestés. Bien que le protocole expérimental soit encore dans sa première phase, les résultats ont montré la nécessité de projets similaires sur le long terme. Nous espérons que le développement du protocole expérimental améliorera la compréhension des effets des modifications taphonomiques sur les assemblages archéomalacologiques, qui est de première importance pour la compréhension des processus de formation des séries et leur interprétation.

MOTS-CLÉS Archéomacologie, taphonomie, traces fonctionnelles, méthodes de recherche, archéologie expérimentale, outils en coquillage.

INTRODUCTION

The presence of shells in archaeological contexts is usually interpreted in the sphere of subsistence (e.g., Colonese *et al.* 2011; Cortés-Sánchez *et al.* 2011; Dupont 2012; Jerardino and Marean 2010; Steele 2010) and symbolic behaviours, including ornaments (e.g. Balme *et al.* 2018; Bar-Yosef Mayer and Bosch 2019; Cristiani and Borić 2017; Hohmann *et al.* 2018; Hutterer *et al.* 2021; Kurzawska *et al.* 2020; Manca *et al.* 2018; Perlès and Rigaud 2020; Vanhaeren *et al.* 2019; Wei *et al.* 2017), other non-functional unspecified elements (Peresani *et al.* 2013; Zilhão *et al.* 2010), and objects attesting to complex social interactions (Mitchell 1996; Paulsen 1974). Beyond their value as a source of subsistence, rituality, symbolism, and currency, shells can also be an effective resource for shaping tools and undertaking daily activities, as supported by a rich body of evidence in ethnographical studies (see bibliography in Cuenca Solana *et al.* 2011). Shell has most probably been used as raw material for approximately 400,000 years (Joordens *et al.* 2015) and became frequent in Mediterranean Neanderthal sites, where retouched shell tools have been identified in several coastal sites (Romagnoli *et al.* 2015, 2016; Villa *et al.* 2020). Moreover, shell tools have been clearly identified in Holocene archaeological contexts (e.g., Davidson *et al.* 2011; Lucero and Donald 2005; Pawlik *et al.* 2015; Perttula 2020; Szabó 2019).

Whereas modified valves, as is the case of retouched artefacts, are easily identified as tools, unmodified specimens (e.g., Theler and Hill 2019), also referred to as expedient tools (O'Day and Keegan 2001), are not easily distinguishable from any other malacological remain that is preserved in an archaeological layer because they were a source of subsistence. The vast majority of archaeological shell tool assemblages have been identified only through the systematic application of the use-wear microscopic approach and experimental archaeology (Cuenca-Solana *et al.* 2016, 2017, 2021; Manca 2013, 2016; Manca *et al.* 2018). This research line is fairly new, and although it has clearly shown great potential to improve knowledge of past technological and social behaviours, it is still in an early stage, and several methodological issues must be properly and deeply addressed.

One relevant aspect that is still poorly investigated is the characterisation of how taphonomic processes can alter anthropogenic traces of modification and the use of shell tools. The term taphonomy was coined in the 1940s to identify a branch of paleontological studies aimed at understanding the physical, chemical, and biological patterns that affect the processes of fossilisation (Efremov 1940). The discipline has grown significantly since then. Currently, it includes many different topics and methods and is an essential part not only in the study of archaeozoological and bioanthropological remains (e.g., Blasco *et al.* 2020; Campmas *et al.* 2018a; Fernández-Jalvo and Andrews 2016; Gutiérrez *et al.* 2021; Maureille *et al.* 2017; Saladié *et al.* 2021; Souron *et al.* 2019; Stiner *et al.* 2022; Yeshurun and Meier 2021) but also of other archaeological records (e.g. Bordes 2003; Borrazzo 2016, 2020; Mallol and Bertran 2010; Mallol *et al.* 2019; Romagnoli and Vaquero 2016, 2018), as it allows the understanding of the processes

that affect the formation of sites and assemblages beyond organic materials. Actualistic taphonomy, frequently applied in recent studies, as shown in the literature cited above, is the study of alterations in contemporary settings to understand the relationships between taphonomic processes and effects and thus improve the interpretation of archaeological contexts. This approach has made archaeologists much more aware of the importance of local and regional differences in taphonomic processes and the need to build solid experimental references to investigate different sedimentary contexts and categories of archaeological remains.

Malacological actualistic taphonomy has mainly been developed to distinguish processes and effects between the natural and anthropogenic formation of shell accumulations in archaeological contexts. This is especially informative in interpreting shell middens (e.g., Jerardino 2016; Ruiz *et al.* 2020) and is a research line particularly developed in southern America (see the bibliography in Beovide and Martínez 2020; De Francesco *et al.* 2020). However, experimental actualistic projects aimed at investigating taphonomic processes and effects on shell tools are lacking. This is especially due to two main factors. One is the need for long-term controlled experiments to achieve reliable data useful for interpreting archaeological contexts. Today, it is extremely difficult for archaeologists to start such long-term projects, at least in Europe, because of the usually short-term research contracts, the difficulties in professional stabilisation, and the challenges of planning research funding during several consecutive years for cyclical and regular analyses needed to accomplish the experimental goals. Furthermore, international research policies and evaluation systems are forcing researchers to prioritise projects that can quickly result in publications; thus, exploratory investigations and projects that require several years of observations are most frequently neglected. A second factor is the limited development of studies focused on shell tools from a technological and functional perspective, which has until now give emphasis on the study of archaeological malacological assemblages to paleoclimate reconstruction (e.g., Escobar *et al.* 2010; García-Escárzaga *et al.* 2020), seasonal studies (e.g., Branscombe *et al.* 2020; Colonese *et al.* 2012, 2017; García-Escárzaga *et al.* 2019; Padilla Vriesman *et al.* 2022), and subsistence (e.g., Campmas 2017; Campmas *et al.* 2018b; Jerardino 2021; Zilhão *et al.* 2020).

In this paper, we present a novel experimental taphonomic project (ArchaeoENHANCE) aimed at systematising the characterisation and degree of post-depositional processes and effects that could affect shell items. In particular, the project is focused on the investigation of the development of taphonomic alterations on fracture planes and natural edges of unused shells and on understanding the possible effects of these alterations of use-wear traces on shell tools. The project will allow researchers to better understand the effects of taphonomic processes on shells and the influence of different processes on the preservation of shells in archaeological contexts, including sediment pressure, bioturbation, and fragmentation. It is designed to cyclically and regularly perform macro- and microscopic analyses of shells after three 18-month periods of burial to describe the progress modifications on four marine mollusc specimens. The taxa were selected because they are frequently attested in archaeological deposits in coastal sites, both in Pleistocene and Holocene chronologies. In this paper, we present the experimental and analytical protocols, as well as the results after the first burial period. The data are discussed in the framework of malacological and use-wear analyses to improve methodological issues in archaeomalacological research.

1. | MATERIAL AND METHODS

The experimental protocol was organised in six different phases (**fig. 1**): 1) selection and preparation of the experimental corpus of shells; 2) macroscopic and microscopic description of the selected shells (natural surfaces and edges); 3) use of some of these shells as tools for processing different materials; 4) use-wear analysis of the experimental shell tools; 5) burial of all the experimental pieces and excavation after eighteen months; and 6) macro- and microscopic analyses of the taphonomic alterations on the shells after burial (shell surfaces, natural edges, and use-wears). Observations during each phase of the experimental protocol were recorded in a single database for data comparison.

1.1 | Selection and preparation of the shells

Four taxa were selected for the project, including bivalves and gastropods, which are frequently identified in archaeological deposits throughout prehistory, both as food debris and also as tools: *Patella* sp., *Mytilus* sp., *Callista chione*, and *Glycymeris* sp. All the shells of *Patella* sp., *Mytilus* sp. and *Callista chione* were collected alive (the state of shells was fresh), while the *Glycymeris* shells were collected as *postmortem* beach drift (the state of shells was dry) (**table 1**). These species have various mechanical and physic properties that affect their density, resistance to deformation, rigidity and hardness (e.g., Barthelat *et al.* 2009; Li *et al.* 2017; Taylor and Layman 1972) and therefore, could have influenced their response to different post-depositional agents. The shell's properties are related to the internal microstructure and the type and organisation of the crystal. *Patella* sp. shells are composed of a variable number of layers with different composition and structure (calcite or aragonite) and different orientation and arrangement, including prismatic and lamellar arrangements of crystal units (Ortiz *et al.* 2015). *Mytilus* sp. shell microstructure consists of aragonite nacre and prismatic fibrous calcite layers with a ragged interface zone between the polymorphs (Griesshaber *et al.* 2013). *Callista chione* shell, principally consisting of aragonite and secondary calcite (Keller *et al.* 2002), has a microstructure composed of prismatic and cross-lamellar layers. *Glycymeris* sp. shell includes four different microstructures and textures from outer to inner shell surfaces: crossed-lamellar, myostracal, complex crossed-lamellar and fibrous prismatic (Crippa *et al.* 2020a, 2020b). These shells are made of aragonite crystals.

Twenty shells were buried to be monitored for taphonomic modifications during the running of the project (**table 1**). The presence, abundance, and widespread presence of *Mytilus* sp. and *Glycymeris* sp. in numerous Pleistocene

— FIGURE 1 —

Phases of the ArchaeoENHANCE project: 1) selection and preparation of the shells; 2) macroscopic and microscopic description of the shells; 3) analytical experimentation; 4) use-wear analysis of experimental shell tools; 5) burial and excavation after eighteen months; 6) analysis and documentation of the taphonomic modifications after burial.

Phases du projet ArchaeoENHANCE : 1) sélection et préparation des coquilles ; 2) description macroscopique et microscopique des surfaces naturelles des coquilles ; 3) expérimentation analytique avec les outils en coquille ; 4) analyse de l'usure de ces outils en coquille ; 5) enfouissement et excavation après dix-huit mois ; 6) analyse et documentation des modifications taphonomiques après cette période d'enfouissement.

Id	Taxa	State of shells	Fracturing	Weight (gr)	Length (mm)	Width (mm)
1	*Patella* sp.	fresh		3.13	33.1	29.6
4	*Patella* sp.	fresh	x	0.53	22.1	11.1
11	*Callista chione*	fresh		11.62	61.1	46.2
14	*Callista chione*	fresh	x	2.23	37.5	21.7
21	*Mytilus* sp.	fresh		9.18	85.9	45.9
23	*Mytilus* sp.	fresh	x	1.67	43.2	29.6
25	*Mytilus* sp.	fresh		10.98	96.5	46
26	*Mytilus* sp.	fresh		10.69	96.4	46.5
27	*Mytilus* sp.	fresh		7.98	95.3	46.3
28	*Mytilus* sp.	fresh	x	4.03	6.93	33
29	*Mytilus* sp.	fresh	x	3.31	73.2	21.1
30	*Mytilus* sp.	fresh	x	3.14	67.6	35.4
32	*Glycymeris* sp.	dry		14	48.9	46.8
34	*Glycymeris* sp.	dry	x	5.85	47	31.2
35	*Glycymeris* sp.	dry		20.27	53.7	50.5
36	*Glycymeris* sp.	dry		9.95	45.6	43.4
37	*Glycymeris* sp.	dry		11.59	46.5	42.9
38	*Glycymeris* sp.	dry	x	5.29	45.3	33.4
39	*Glycymeris* sp.	dry	x	7.77	45.2	30.7
40	*Glycymeris* sp.	dry	x	3.34	31.8	27

— TABLE 1 —

Experimental pieces buried during the development of the project.

Pièces expérimentales enterrées pendant le projet.

and Holocene archaeological sites justified the main selection of these taxa to develop this first phase of the experimental protocol. Prior to the experimental sessions, all the pieces were photographed using a Nikon D5500 camera equipped with a Nikon DX AF-S NIKKOR 105 mm 1:3.5-56G ED objective. The photographic documentation was performed using EOS Utility and Helicon Focus 7.5.6 software.

1.2 | Documentation and description of the experimental corpus of shells before and after burial

The macroscopic and microscopic analyses were conducted with magnifications between 10× and 200×. A Stemi305-N ZEISS stereoscopic microscope equipped with an AxioCam ERc5s ZEISS camera was used for the analyses. We also used a Leitz DMRX Leica microscope equipped with an AxioCam 208 colour camera. In both cases, ZEN 2 Core V2.7 software was used to produce the photographic documentation. Several points along the natural edge and the fracture planes of the shells were photographed, as well as the prominent area of the external convex surface and the concave part of the internal surface of each experimental piece. The photographic documentation was oriented towards registering the state of preservation of each shell before the experimental protocol to enable the later discrimination of the post-depositional alterations produced on these pieces during the burial period. All documented alterations on the shell surfaces were registered photographically at both the macroscopic and microscopic scales before the experimental protocol.

1.3 | The use of shell tools

Six shells of each taxon (3 fragments and 3 complete shells; 24 shells in total) were used for 30 minutes to scrape dry pine wood, soften tanned skins[1] for conversion into leather, and to separate fresh meat from bone. Although shells of each taxon were used, only those of *Mytilus* sp. and *Glycymeris* sp. were described and subsequently buried in this first phase of the experimental protocol (**table 2**) being the taxa more frequently and abundantly attested in archaeological contexts in Late Pleistocene and Holocene.

1.4 | Use-wear analysis

During the functional experiments, we monitored (i) the kinematic action (transverse, oblique, or longitudinal), (ii) the inclination of the active edge during the action, (iii) the working time, and (iv) the state of the material (dry and fresh). In scraping dry pine wood (**fig. 4a**), softening tanned skins (**fig. 4b**), and separating fresh meat from bone (**fig. 4 c**), the tool movement was bidirectional, and the inclination of valves in relation to the worked surface was oblique (45° to 90°). Although shells of each taxon were used, only those of *Mytilus* sp. (**fig. 4d-l**) and *Glycymeris* sp. (**fig. 5**) were described and subsequently buried in this first phase of the experimental protocol (**table 2**).

After processing each worked material, the tools were cleaned using an ultrasonic cleaning bath, JP Selecta. The pieces were cleaned in a solution of water (50 %), alcohol (50 %), and TWEEN 20 (neutral pH cleaner). The shell tools used to process meat were kept in this mixture for twenty minutes, while those used to process hides and wood were kept for ten minutes. After cleaning, the use-wear traces developed on the active zones of the tools were observed and photographed both at macroscopic and microscopic scales (magnification between 10× and 200×). The same equipment was used as in the previous phase (Section 1.2). Use-wear traces were described and recorded in the database by applying the terminology and variables well known in the literature and developed in the framework of previous studies (see Cuenca-Solana 2013; Cuenca-Solana *et al.* 2017; Manca 2013, 2016). Thus, the database included the characterisation of the micro and macro use-wear traces, mainly the micro-polish, the macro and micro-striations, scars, and rounding of the active edge.

1.5 | Natural surfaces before anthropic transformation

Except for the *Glycymeris* sp. valves, which were collected beached in a rounded state, all other shells (*Patella* sp., *Mytilus* sp., and *Callista chione*) were processed, used, and then buried in fresh forms. Therefore, they did not show any important changes of natural origin, except for tiny detachments in the edges (**fig. 2a**) and the classical rounding of the most elevated portions of the shells, such as the apex in the limpets (**fig. 2b**). Beached *Glycymeris* showed rare long and isolated macro-striations with a U-shaped bottom (**fig. 2c**), and areas pockmarked by dissolution and characterised by rounded depressions (**fig. 2d**). All these modifications have already been described as characteristics of *thanatocoenosis* on beached *Glycymeris* (Manca 2013, 2016, 2018). During the present study, several new observations of macro removals of non-anthropic origin on *Callista chione* valves were made to distinguish them from anthropic retouching (Romagnoli *et al.* 2016). A single author systematically described the natural surface of the shells before experiments (*Ostrea* sp., *Patella* sp., and *Mytilus* sp.; Cuenca-Solana 2013; Cuenca-Solana *et al.* 2010), as well as the traces due to the post-excavation treatment of archaeological finds (sieving), which can hinder the reading of anthropogenic functional traces (Cuenca-Solana 2010). This information, together with other data obtained from the scientific literature about fragmentation due to anthropogenic activities (*fracturation* in French literature) or to other mechanical and chemical taphonomic agents (*fragmentation* in French literature) (e.g., Driscoll and Weltin 1973; Kotzian and Simoes 2006; Manca 2018; Parsons and Brett 1991; Weston *et al.* 2015), was taken into account during the observation of technical stigmata, use-wear and post-depositional analyses.

1.6 | Anthropic macro- and micro-traces before burial

As shown earlier, part of the experimental corpus was buried after fracturing the shell valve (NR 10; **table 1; fig. 3**) and processing the different materials (NR 12; **table 2; fig. 4**).

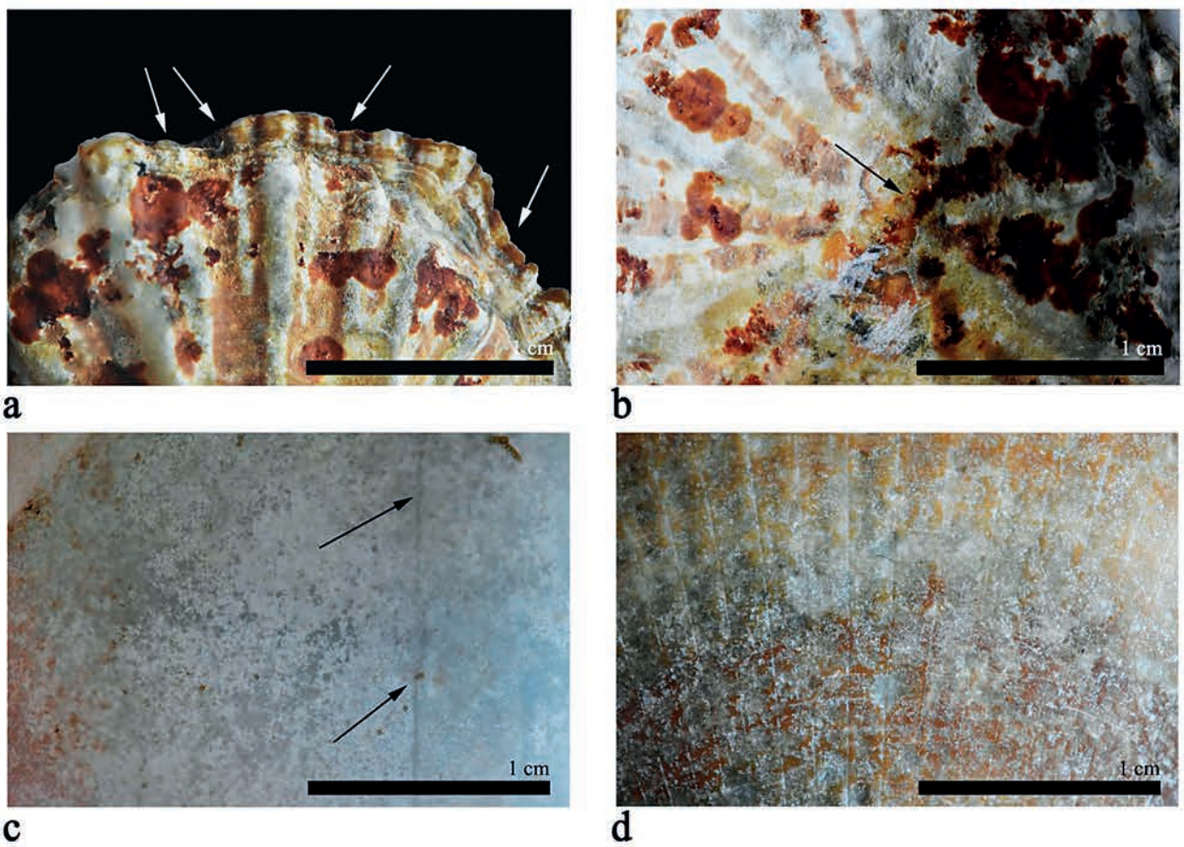
[1] The leather was recovered already tanned by an Iranian craftsman who does not use any chemicals products.

Id.	Taxa	State of shells	Use	Worked material	State of material	Time of use (minutes)
25	*Mytilus* sp.	fresh	scraping	wood	dry	30
26	*Mytilus* sp.	fresh	scraping	leather	dry	30
27	*Mytilus* sp.	fresh	sawing	meat	fresh	30
28	*Mytilus* sp.	fresh	scraping	wood	dry	30
29	*Mytilus* sp.	fresh	scraping	leather	dry	30
30	*Mytilus* sp.	fresh	sawing	meat	fresh	30
35	*Glycymeris* sp.	dry	scraping	wood	dry	30
36	*Glycymeris* sp.	dry	scraping	leather	dry	30
37	*Glycymeris* sp.	dry	sawing	meat	fresh	30
38	*Glycymeris* sp.	dry	scraping	wood	dry	30
39	*Glycymeris* sp.	dry	scraping	leather	dry	30
40	*Glycymeris* sp.	dry	sawing	meat	fresh	30

— TABLE 2 —

Shell tools used and buried.

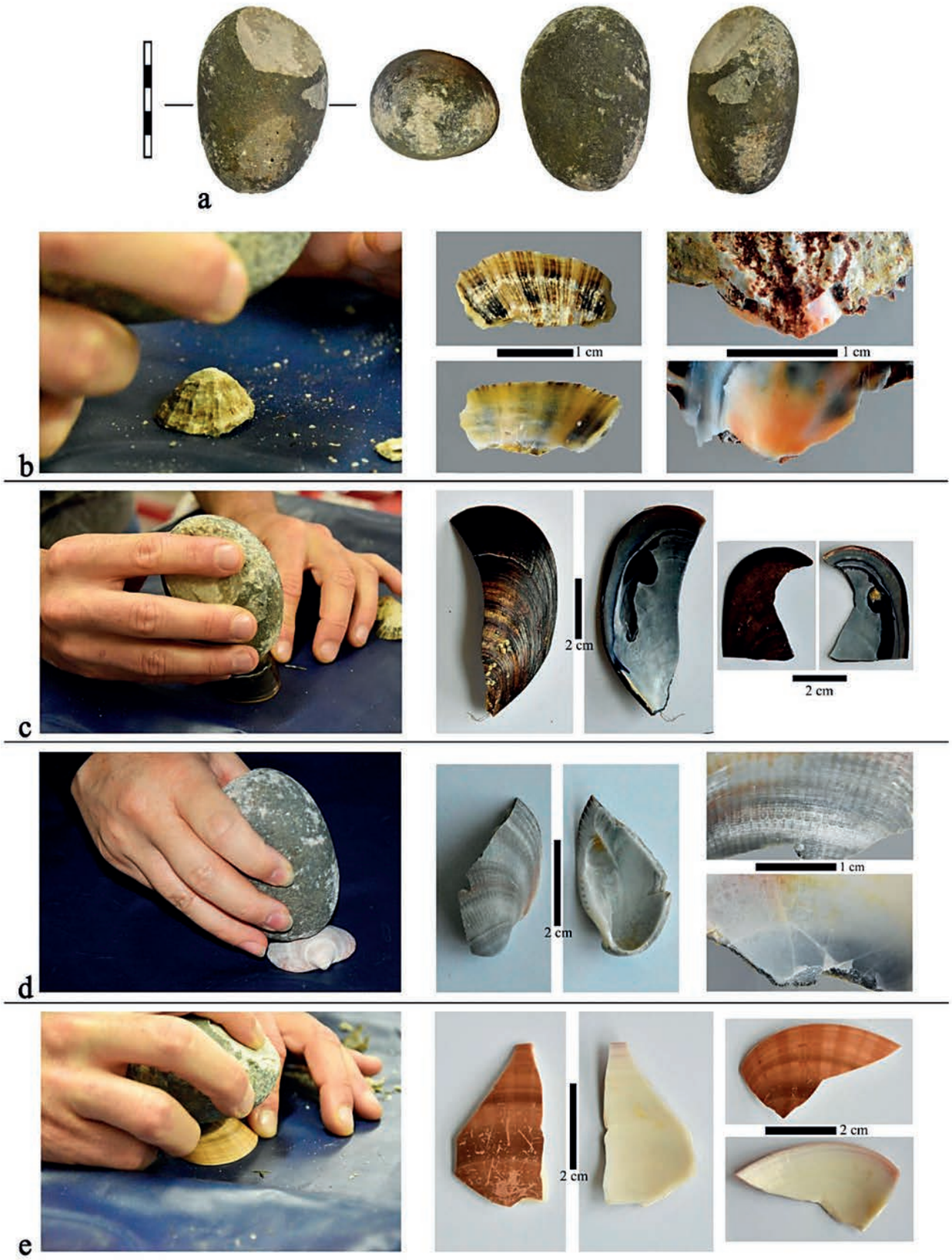
Outils sur coquille utilisés et enterrés.



— FIGURE 2 —

Natural surfaces before anthropic transformation: a) detachments, edge of *Patella* sp. (#id 1); b) rounding, apex of *Patella* sp. (#id 1); c) macro-striations, ventral side of *Glycymeris* sp. (#id 31); d) dissolution area, dorsal face of *Glycymeris* sp. (#id 35).

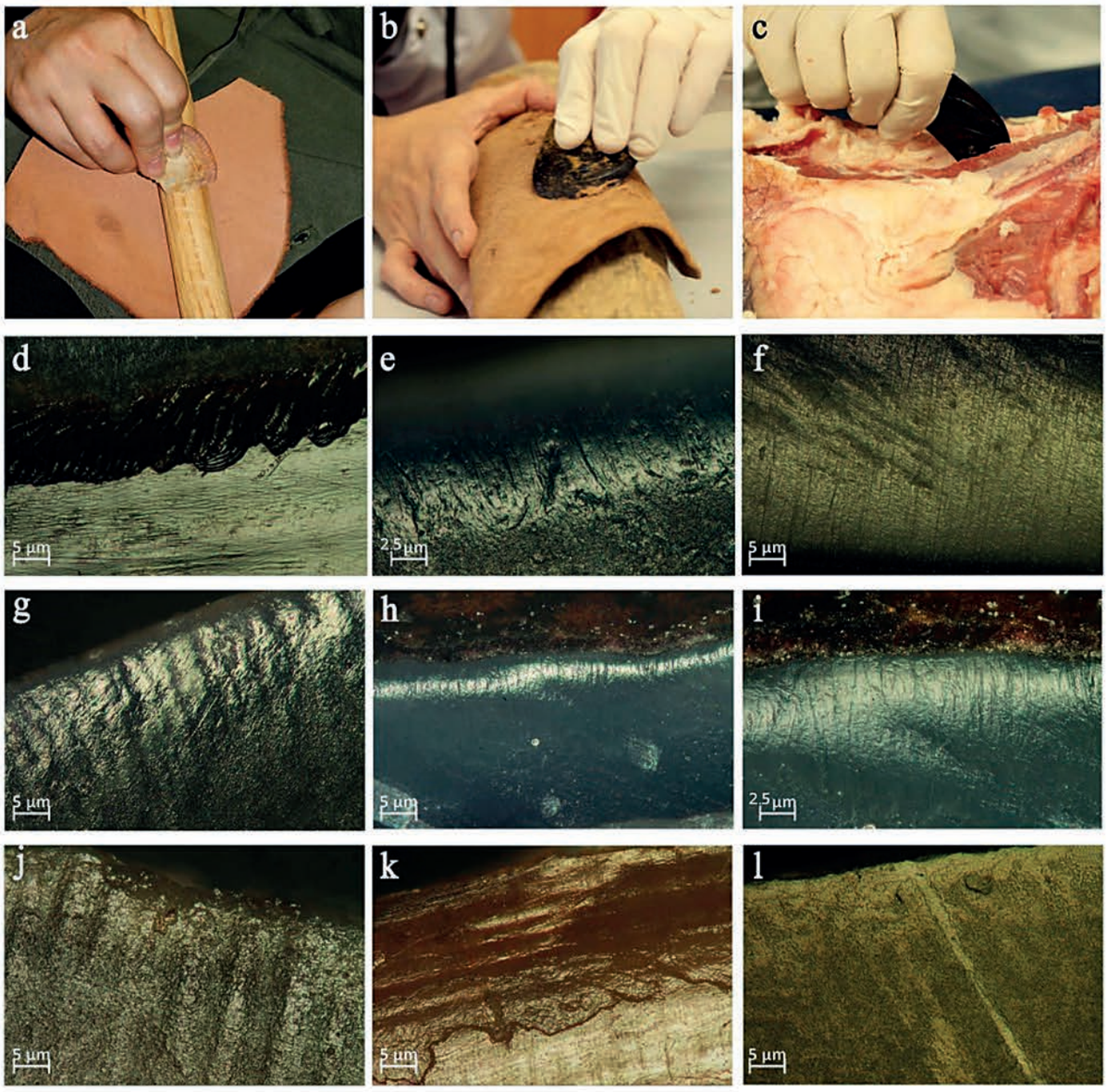
Surfaces naturelles avant transformation anthropique : a) enlèvements sur les bords de Patella *sp. (# id 1) ; b) arrondissement apex de* Patella *sp. (# id 1) ; c) macro-stries sur la face ventrale de* Glycymeris *sp. (# id 31) ; d) zone de dissolution sur une face dorsale de* Glycymeris *sp. (# id 35).*



— FIGURE 3 —

The fracturing of the shells and the technical marks obtained: a) pebble used for fracturing shells; b–e) fracture planes and impact points on the valves of *Patella* sp. (b; #id 4 and 9), *Mytilus* sp. (c; #id 30 and 23), *Glycymeris* sp. (d; #id 33 and 34), and *Callista chione* (e; #id 14 and 20). #IDs are described from left to right.

La fracturation des coquilles et les stigmates techniques obtenus : a) galet utilisé pour la fracturation des coquilles ; b-e) pans de fracture et points d'impact sur les valves de Patella *sp. (b ; # id 4 et 9),* Mytilus *sp. (c ; # id 30 et 23),* Glycymeris *sp. (d ; id 33 et 34) et* Callista chione *(e ; # id 14 et 20). #IDs sont décrits de gauche à droite.*



— FIGURE 4 —

Mytilus sp., experimental activities and use-wear traces: a) scraping of dry pine wood; b) scraping of soften tanned skins; c) cutting fresh meat; d–f) use-wear traces due to scraping of wood (#id 25, 25, and 28); g–i) use-wear traces due to scraping soften skin (#id 26, 26, and 29); j–l) use-wear traces due to cutting fresh meat (#id 27, 27, and 30). #IDs are described from left to right.

Activités expérimentales et traces d'usure obtenues sur Mytilus *sp. : a) raclage de bois de pin sec ; b) raclage de peaux tannées pour leur transformation en cuir ; c) découpe de viande fraîche ; d-f) traces d'usure produites par le raclage du bois (# id 25, 25 et 28) ; g-i) traces d'usure produites par le raclage de la peau (# id 26, 26 et 29) ; j-l) traces d'usure produites par la découpe de viande fraîche (# id 27, 27 et 30). #IDs sont décrits de gauche à droite.*

1.6.1 | Fracturing

The fracturing of the shells (**table 1**) was carried out by direct percussion on the dorsal face using a 410.3 gr pebble 93 mm long, 62 mm wide, and 53 mm thick (**fig. 3a**). The fracture planes had sharp edges with a straight, more or less segmented profile (**fig. 3c-e**). In *Patella* sp., fractures developed along the growth lines of the shells (**fig. 3b**). Their orientation with respect to the main axis of the shells (in the anatomical position) was transverse, oblique, or longitudinal, and their cross-sections were straight, oblique, flap-shaped, or hinge-shaped. The impact points, marked by concavities and radial flexures, were associated with V-shaped edges or the presence of striations, and in many cases, were accompanied by micro-fissures (**fig. 3b-d**).

1.6.2 | Use-wear traces

As explained in section 1.3, different activities were done during the experimental phase such as scraping dry pine wood (**fig. 4a**), softening tanned skins (**fig. 4b**), and separating fresh meat from bone (**fig. 4c**).

***Mytilus* sp.**

Wood (#id 25 and 28; **table 2, fig. 4d-f**). The observation at 30× to 40× magnification showed the presence of rounding and flattening of the surface with marginal extension and a vertical to oblique incidence on the active part of the shell. The disappearance of the natural asperities of the valve in the active zone was also documented. Short, fine striations were visible at 30×. The microscopic use-wear traces (observation 100× to 200×) were micro-polish, striations, and micro-removals visible in the bifacial position.

Leather (#id 26 and 29; **table 2, fig. 4g-i**). The rounding of the edge and erasure of the natural striations of valves were observed at 20× magnification. These macro-traces were visible in the bifacial position, with a vertical incidence and a marginal extension. The micro-traces were located on the ventral face and on the edge.

Fresh meat (#id 27 and 30; **table 2, fig. 4j-l**). Small removals were visible in the active part of one valve (#id 27) at 40× magnification. These macro-traces were marginal with a vertical to oblique incidence. Scraping fresh meat resulted in the formation of a micro-polish that was localised along the edge and extended slightly onto the lower face.

***Glycymeris* sp.**

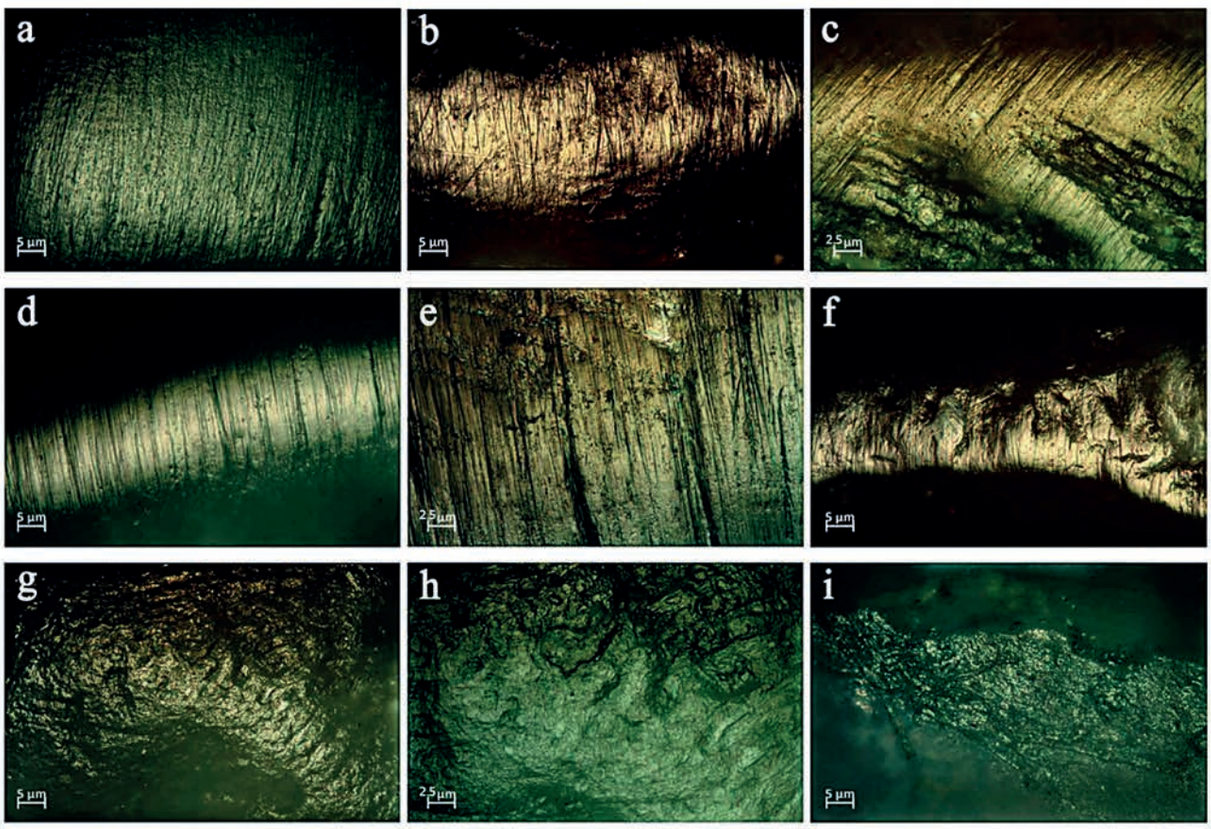
Wood (#id 35 and 38; **table 2, fig. 5a-c**). The observation of the surface at 20× and 30× allowed for the identification of the rounding and flattening of the edge. The extension of micro-traces (micro-polishes and scratches) was marginal, with a vertical to oblique incidence. Short and fine scratches, localised on elevations, were visible at 40×.

Leather (#id 36 and 39; **table 2, fig. 5d-f**). The rounding and flattening of the surface were visible at 20× to 40× magnification. The scratches, observed at 40×, were short and fine. The micro-polish, which developed on the edge and partially on the dorsal face, was localised in a in a marginal area of the edge.

Fresh meat (#id 37 and 40; **table 2, fig. 5g-i**). The polish of the surface was observed at 30× in one valve (#id 37). The use-wear traces were the polish, but very poorly developed, and scratches, with absence of striations.

1.7 | Burial, soil analysis, and excavation

After the description and photographic documentation, twenty used and unused shells and shell fragments were buried in an open space at the Universidad Autónoma de



— FIGURE 5 —

Glycymeris sp., experimental activities and use-wear traces: a–c) use-wear traces due to scraping of wood (#id 35, 35, and 38); d–f) use-wear traces due to scraping soften skin (#id 36); g–i) use-wear traces due to cutting fresh meat (#id 37, 37, and 40). #IDs are described from left to right.

Activités expérimentales et traces d'usure obtenues sur Glycymeris *sp. : a-c) traces d'usure produites par le raclage du bois (# id 35, 35 et 38) ; d-f) traces d'usure produites par le raclage de la peau (# id 36) ; g-i) traces d'usure produites par la découpe de viande fraîche (# id 37, 37 et 40). #IDs sont décrits de gauche à droite.*

Madrid (UAM) (**table 1**). The spatial distribution was recorded using a Leica TS06 Plus total station. During the shell burial period, analyses of the sediment were performed using X-ray fluorescence spectrometers in the PACEA-Transfert Sédimentologie & Matériaux-UMR5199 laboratory (presence and quantity of organic material, measurement of pH, and granulometry). The experimental corpus of shells was buried in sediments with a pH of 7.996, which corresponds to slightly alkaline soils. After an eighteen month burial period, the entire set of experimental pieces was dug up using microstratigraphic archaeological methodology and applying wood digging tools to avoid possible alterations on the shells due to contact with metal instruments.

1.8 | Documentation and description of taphonomic alterations

After excavation, the experimental shells were cleaned using the same equipment and methodology described in Section 1.4. In this case, ten minutes of cleaning enabled the correct observation of the surface. We then analysed the same variables that were registered in the database before burial (see section 1.2). Thus, for each shell, we observed and characterised the same points on the edge and the fracture planes, along with the most prominent area on the external convex surface and the most concave part on the internal surface. This analytical protocol enabled us to monitor the taphonomic alterations after eighteen months of burial. The alterations were described, photographed macro- and microscopically, and recorded in the database. For this observation and documentation of the shells, the same equipment and methodology were used as in the previous phases of the experimental protocol.

2 | RESULTS: TAPHONOMIC ALTERATIONS AFTER BURIAL

Patella *sp.*

Macroscopic observation of the shells showed the formation of isolated, long, and thick scratches located in the lower face of the shell and scratches and fissures accompanying the detachments already present in the edge of the shell (#id 4; **fig. 6a-b**). Microscopic observations attested to the formation of polished portions of the surface located in the elevations of the shells on the ventral face. The micro-traces were characterised by a homogeneous microtopography, a regular and flat micro-relief with a soft texture, and a compact to united fabric (**fig. 6c-d**).

Callista chione

These valves retained the outer protein layer (conchiolin), which is the part of the shell most affected by dissolution. At a macroscopic level, striations located on the dorsal face were observed. They had the classic appearance of alterations caused by roots, described in the literature for other organic materials, such as bone (Fernández-Jalvo and Andrews 2016). The striations had an elongated shape with a sinuous profile, irregular edges, and a bottom characterised by fissures (**fig. 6 e-f**). The surface alterations visible microscopically were localised on the dorsal face. In one shell, a superficial cracking appeared (**fig. 6g**). Scratches of random morphology were also present in the same area but were not likely to be caused by the same phenomenon because they formed posteriorly. Abrasion spots characterised by fine parallel striations were observed on the higher parts of the shells (**fig. 6h**). Their nature (natural or post-depositional) will be clarified as the experiment proceeds.

Mytilus *sp.*

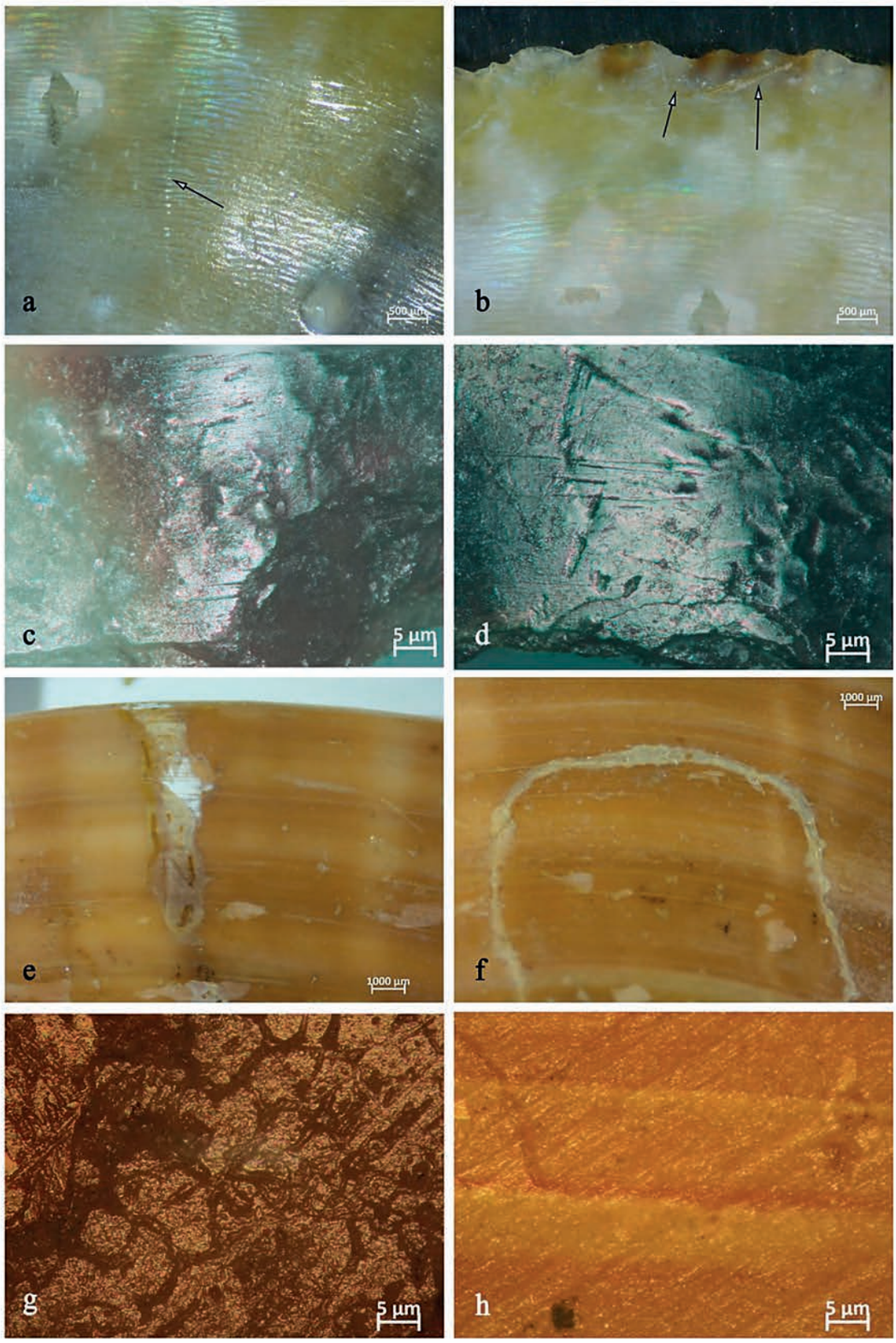
The outer protein layer of the *Mytilus* sp. valves underwent the most invasive modification due to the loss of organic material and consequent shrinkage of the matter or dissolution caused by the roots. Macroscopic observation showed the presence of fissures (#id 23; **fig. 7a-b**), sometimes resulting in the loss of whole portions of conchiolin or in detachments (#id 25 and 26; **fig. 7c**). Striations (#id 21, 23 and 29; **fig. 7d**) or larger areas of dissolution (#id 21, 23 and 29; **fig. 7e**) by roots were also present on the surface. During the microscopic observation of the surfaces, we noted that, overall, there were no substantial changes. The presence of wide, rectilinear striations with irregular edges and a black, rough background, probably due to rubbing against the ground, was noteworthy (#id 27; **fig. 7g**). A portion of the active part in one valve suffered detachments with partial preservation of previously documented traces of use (#id 26; **fig. 7 g-h**). These detachments probably occurred on a portion of the rim already fragilised during use.

Glycymeris *sp.*

Glycymeris valves showed striations and larger areas affected by root dissolution (#id 32, 37, 39–40; **fig. 8a-c**). These macro-traces, located on the dorsal and ventral faces of the valves, had a weak density and a small extension. The burial and subsequent excavation of the shells caused the detachment of some portions of the shells at the impact points caused by fracturing (#id 32, 37–38; **fig. 8d-e**). One valve showed an increase in the dissolution phenomenon already present on the ventral face before burial. This was visible by observing the alterations on the detachment negatives that were developed during the eighteen-month period of burial (#id 38; **fig. 8e**). One valve was fractured during the excavation. The observation of the surfaces used at the macroscopic level did not reveal any changes. At the microscopic level, the surfaces appear unaltered. Of note, however, was the appearance of micro-areas of abrasion associated with striations, which was not observed prior to digging (#id 37; **fig. 8f**).

3 | DISCUSSION AND CONCLUSIONS

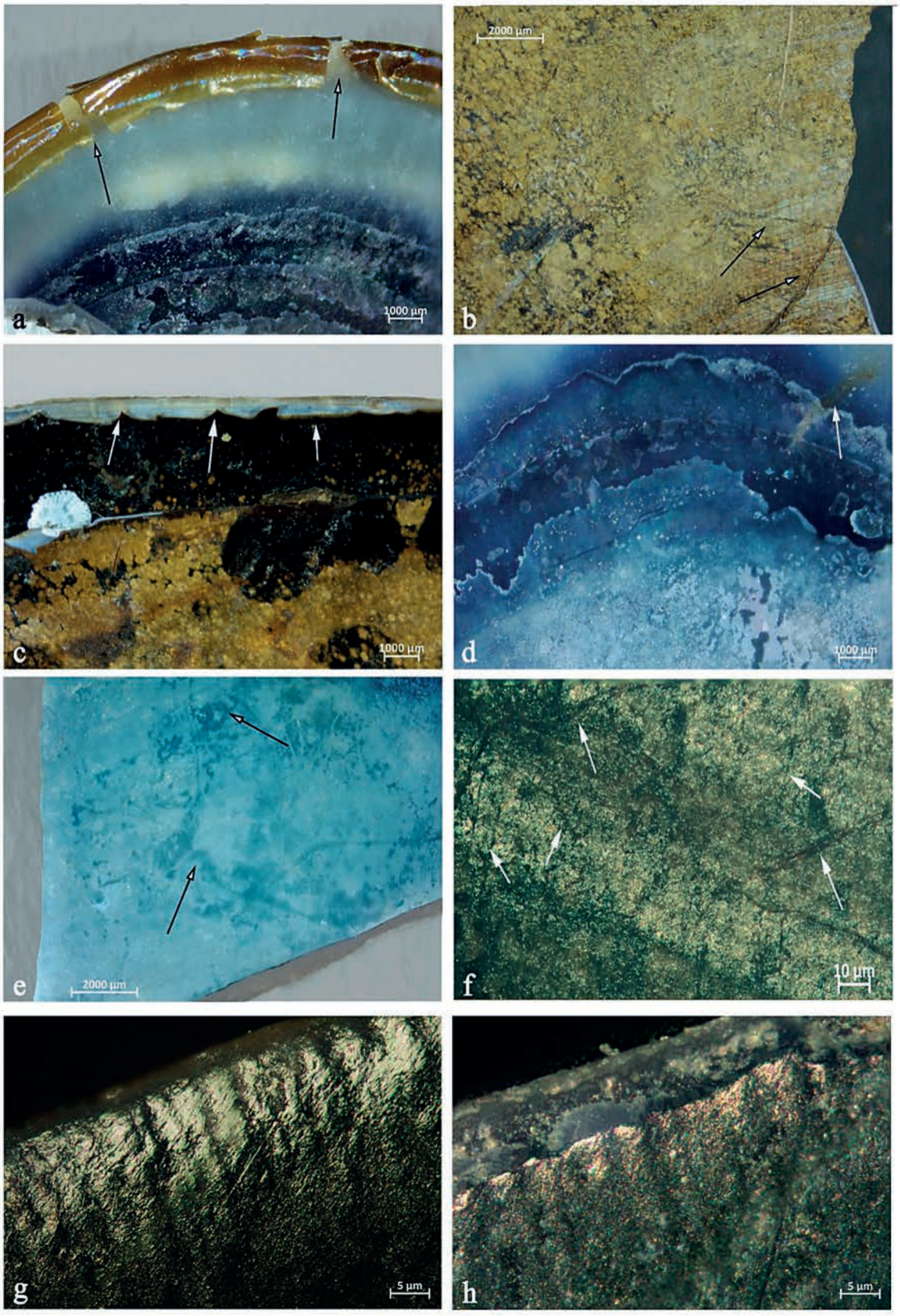
After eighteen months of burial, taphonomic alterations in the shells were poorly developed. Two types of alterations were identified at the macroscopic level: (i) striations and grooves caused by the growth of roots and soil abrasion, and (ii) fragmentation due to the mechanical action of the sediment and human intervention during the exhumation of the shells. In *Mytilus* sp. and *Callista chione* shells, the most significant alteration was the loss of theouter protein layer.



— FIGURE 6 —

Post-depositional alterations after burial: a) and b) isolated scratches on the lower face of *Patella* sp. (#id 4); c) and d) striations and fissures on the edge of *Patella* sp. (#id 4); e) and f) striations caused by the action of roots on a *Callista chione* valve (#id 11); g) polished and cracked area on the dorsal face of *Callista chione* (#id 11); h) abrasion zones associated with striations on the dorsal face of *Callista chione* (#id 11).

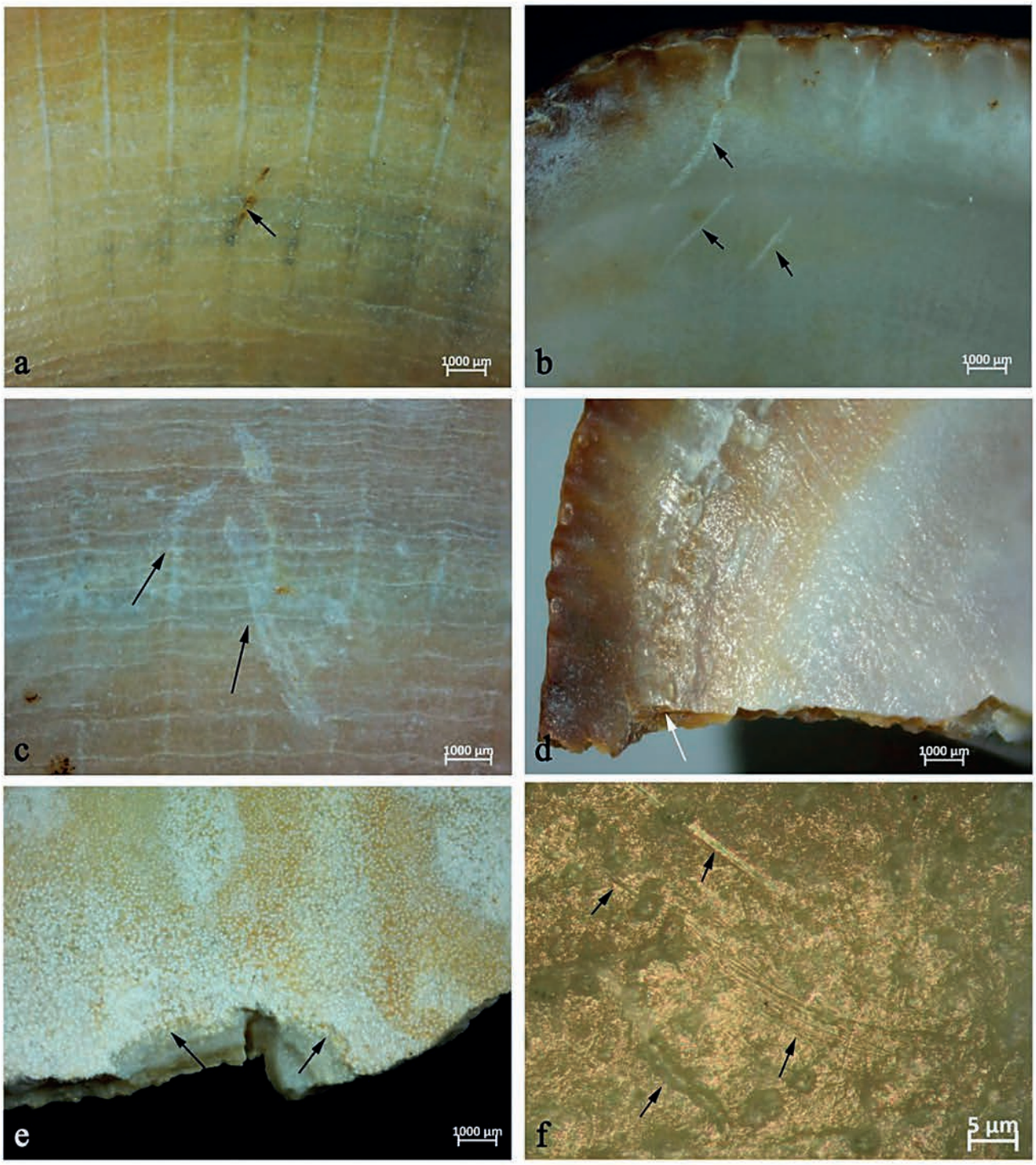
Altérations post-dépositionnelles des coquilles après un an et demi d'enfouissement : a) et b) stries isolées sur la face inférieure de Patella *sp. (# id 4) ; c) et d) stries et fissures sur le bord de* Patella *sp. (# id 4) ; e) et f) stries causées par l'action des racines identifiées sur une valve de* Callista chione *(# id 11) ; g) zone polie et craquelée sur la face dorsale de* Callista chione *(# id 11) ; h) zones d'abrasion associées à des stries sur la face dorsale de* Callista chione *(# id 11).*



— FIGURE 7 —

Post-depositional alterations of *Mytilus* sp. after burial: a and b) fissures of conchiolin in the edge (#id 23); c) detachments of conchiolin (#id 25); d) striations due to roots dissolution on the ventral face (#id 21); e) area of dissolution (#id 25); f) striations on the dorsal face (#id 27); g) and h) detachment on the active part of a valve (#id 23), the same surface after utilisation (g) and after burial (h).

Altérations post-dépositionnelles des coquilles de Mytilus *sp. après un an et demi d'enfouissement : a et b) fissures de la conchioline sur le bord (# id 23) ; c) détachements de conchioline (# id 25) ; d) stries dues à la dissolution des racines situées sur la face ventrale (# id 21) ; e) zone de dissolution (# id 25) ; f) stries sur la face dorsale (# id 27) ; g) et h) enlèvement sur la partie active d'une valve (# id 23), la même surface après utilisation (g) et après enfouissement (h).*



— FIGURE 8 —

Post-depositional alterations of *Glycymeris* sp. after burial: a–c) striations and more large areas caused by roots dissolution (#id 32 and 37); d) detachments near the impact point due to fracturing (#id 32); e) detachments near the impact point due to fracturing and dissolution process (#id 38); f) striations on the dorsal face (#id 37).

Altérations post-dépositionnelles des coquilles de Glycymeris *sp. après un an et demi d'enfouissement : a-c) stries et portions de surface affectées par la dissolution des racines (# id 32 et 37) ; d) négatifs d'enlèvement près d'un point d'impact dus à la fracturation (# id 32) ; e) négatifs d'enlèvement près d'un point d'impact dus à la fracturation et au processus de dissolution (# id 38) ; f) stries sur la face dorsale (# id 37).*

In some *Glycymeris* sp., striations and small isolated fractures were more frequently identified. At the microscopic level, the presence of small polished areas, striations, scratches, and some small edge fractures were documented. In addition to these alterations of mechanical origin, chemical dissolution of surfaces was also documented, probably related to growing roots.

Regarding the different taxa, *Patella* sp. shells showed a low level of alteration. The limpets were only externally affected by the dissolution that damaged their surfaces. This could be due to the location of these shells in the soil in an area less affected by growing roots. *Mytilus* sp. valves showed the highest degree of alteration after eighteen months of burial: they showed a loss of organic material, edge fractures, dissolution surfaces, and striations.

With regard to the shell tools, the presence of alterations was very similar to the rest of the experimental pieces, except for the presence, in some cases, of small fractures on the active edge, probably due to the weakening of the active area during use. The use-wear traces were well identifiable on both macroscopic and microscopic observations. Overall, the post-depositional striations and polishing did not disturb the functional reading. They were clearly distinguished from anthropogenic traces by their location, contour, and morphology. The only problem encountered during functional interpretation after burial was related to the detachments located in the active part of a *Mytilus* valve (#id 26; **fig. 7, 7-8**). In this case, the post-depositional alterations made it impossible to correctly interpret the use-wear traces.

The degree of taphonomic alterations was found to be very similar in fragmented valves and complete shells. The only distinctive alterations between fragments and complete shells were the presence of some small fissures and fractures developed after burial from the point of impact generated by percussion during the experimental protocol to fracture the shells. These alterations were most probably due to the development of zones of brittleness during the experimental percussion, which were progressively extended by sediment pressure. Nevertheless, the presence of these alterations to the surface made it possible to clearly identify the technical stigmata produced by fracturing; the edges did not show post-depositional rounding, and the impact points remained generally intact. Despite the low degree of post-depositional modifications of the sample, the mechanical processes were the main agents generating alterations compared with the chemical processes. According to previous studies (Denys 2002; Fernández-Jalvo 1992), highly alkaline sediments (pH 9–14) and primarily acidic soil attack buried organic materials (bones and teeth) and produce different alterations. In particular, acid attacks have been shown to be very rapidly effective in generating alterations (Fernández-Jalvo *et al.* 2002). The experimental corpus of shells was buried in sediments with a pH of 7.996, which corresponds to slightly alkaline soils. It is possible that the low degree of chemical alterations in the experimental sample was due, at least partially, to soil pH. Possibly, as the experimental protocol progresses, the effects of chemical processes will be enhanced by the extended burial of the specimen, with temperature variations playing a role.

After completing the first phase of the experimental protocol, and considering the degree of alterations of the buried specimens, we estimate that it will be necessary to significantly extend the burial time of the sample, as planned in the ArchaeoENHANCE project. The progress of the experiments will be necessary to document the most significant changes in the conservation state of the shells and possible alterations in the anthropogenic traces that could limit the archaeological interpretation of the sample. Thus, we expect that the development of this research during the next years will contribute to show a greater evolution of the taphonomic processes in our experimental sample and contribute to improve the understanding of the causes and effects of post-depositional alterations in archaeomalacological assemblages. In the next phases of the research, we plan to monitor the changes in the chemical composition of the shells and alterations related to biostratinomic agents (weathering and trampling) during the time of exposure. Finally, we want to emphasise the effort involved in this type of protocol, since it requires rigorous and exhaustive macroscopic and microscopic analyses and documentation of the experimental sample every time the shells undergo a burial process, and the need for a scientific policy that supports such a long-term protocol. The understanding of site and assemblage formation processes is now essential in archaeology and palaeontology, and it should be imperative to devote efforts to improve this research line and related methodologies.

ACKNOWLEDGEMENTS

This paper is dedicated to the memory of our friend and colleague Émilie Campmas, who brought all of us together and started the "ArchaeoENHANCE" project. The project has been funded by the IRN-TaphEN–CNRS (2018–2021). The experimental and analytical phases were developed at the UAM-Universidad Autónoma de Madrid (Spain). We thank the Laboratorio Docente de Prehistoria y Arqueología and the Laboratorio de Arqueología Experimental UAM for providing the equipment. We are grateful to Pedro Muñoz Moro, Corina Liesau, and Javier Baena for assistance with the equipment, and we are especially thankful to Ana Isabel Pardo Naranjo for technical support during the laboratory work. We thank Elena Sanz and Adrián Vázquez Sánchez for assistance during the experiments with shell tools and Guillermo Bustos-Pérez for collaboration during the excavation. We are grateful to the two reviewers whose comments have helped us to improve a previous version of the manuscript. The publication of this paper is supported by the projects SI1/PJI/2019-00488 funded by Comunidad Autónoma de Madrid & UAM, 54.VP51.64662 (Proyecto Puente-UC 2021) financed by Consejeria de Universidades, Igualdad, Cultura y Delporte del Gobierno de Cantabria, and PID2021-124589NA-I00 financed by MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ FEDER, UE.

REFERENCES

BALME J., O'CONNOR S., LANGLEY M. 2018 - Marine shell ornaments in northwestern Australian archaeological sites: different meanings over time and space. *In:* M. LANGLEY, M. LITSTER, D. WRIGHT, S. MAY (Éds.), *The Archaeology of Portable Art: Southeast Asian, Pacific and Australian Perspectives*. Routledge, 1 éd., p. 258-273.

BAR-YOSEF MAYER D.E., BOSCH M.D. 2019 - Humans' earliest personal ornaments: an introduction. *Paleo Anthropology*, 2019, p. 19-23.

BARTHELAT F., RIM J.E., ESPINOSA H.D. 2009 - A review on the structure and mechanical properties of mollusk shells: perspectives on synthetic biomimetic materials. *Applied scanning probe methods*, 13, p. 17-44.

BEOVIDE L., MARTÍNEZ S. 2020 - Natural shell deposits from a Río de la Plata Estuarine Beach, Uruguay: Formation processes and archaeological implications. *In:* S. MARTÍNEZ, A. ROJAS, F. CABRERA (Éds.), *actualistic taphopnomy in South America*. Springer, Switzerland, p. 151-168 (Topics in geobiology 48).

BLASCO R., ARILLA M., DOMÍNGUEZ-RODRIGO M., ANDRÉS M., RAMÍREZ-PEDRAZA I., RUFÁ A., RIVALS F., ROSELL J. 2020 - Who peeled the bones? An actualistic and taphonomic study of axial elements from the toll Cave level 4, Barcelona, Spain. *Quaternary Science Review*, 250, 106661.

BORDES J.-G. 2003 - Lithic taphonomy of the Châtelperronian/Aurignacian interstratifications in Roc de Combe and Le Piage (Lot, France). *In:* J. ZILHÃO, F. D'ERRICO (Éds.), *The chronology of the Aurignacian and the transitional technocomplexes. Dating, stratigraphies, cultural implications*. Instituto Português de Arqueologia, Lisboa, *Trabalhos de Arqueologia 3*, p. 223-244.

BORRAZZO K. 2016 - Lithic taphonomy in desert environments: contributions from Fuego-Patagonia (Argentina). *Quaternary International*, 422, p. 18-29.

BORRAZZO K. 2020 - Expanding the scope of actualistic taphonomy in archaeological research. *In:* S. MARTÍNEZ, A. ROJAS, F. CABRERA (Éds.), *Actualistic Taphopnomy in South America*. Springer, Switzerland, *48*, p. 221-242 (Topics in geobiology).

BRANSCOMBE T.L., BOSCH M.D., MIRACLE P.T. 2020 - Seasonal shellfishing across the east Adriatic Mesolithic-Neolithic transition: oxygen isotope analysis of *Phorcus turbinatus* from Vela Spila (Croatia). *Environmental Archaeology*, 26, p. 497-510.

CAMPMAS É. 2017 - Integrating human-animal relationships into new data on aterian complexity: a paradigm shift for the North African Middle Stone Age. *African Archaeological Review*, 34, p. 469-491.

CAMPMAS É., CHAKROUN A., CHAHID D., LENOBLE A., BOUDAD L., ABDELJALIL EL HAJRAOUI A., NESPOULET R. 2018b - Subsistance en zone côtière durant le Middle Stone Age en Afrique du Nord : étude préliminaire de l'unité stratigraphique 8 de la grotte d'El Mnasra (Témara, Maroc). *In:* S. COSTAMAGNO, L. GOURICHON, C. DUPONT, O. DUTOUR, D. VIALOU (Éds.), *Animal symbolisé, animal exploité : du Paléolithique à la Protohistoire*. Paris, Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques, p. 112-134.

CAMPMAS É., STOETZEL E., DENYS C. 2018a - African carnivores as taphonomic agents: Contribution of modern coprogenic sample analysis to their identification. *Journal of Osteoarchaeology*, 28 (3), p. 237-263.

COLONESE A.C., CLEMENTE I., GASSIOT E., LÓPEZ-SÁEZ J.A. 2017 - Oxygen isotope seasonality determinations of marsh clam shells from prehistoric shell middens in Nicaragua. *In:* G.G. MONKS (Éd.), *Climate, change and human responses: a zooarchaeological perspective*. vertebrate paleobiology and paleoanthropology, Springer, Dordrecht, p. 139-152.

COLONESE A.C., MANNINO M.A., BAR-YOSEF MAYER D.E., FA D.A., FINLAYSON J.C., LUBELL D., STINER M.C. 2011 - Marine mollusc exploitation in Mediterranean prehistory: an overview. *Quaternary International*, 239, p. 86-103.

COLONESE A.C., VERDÚN-CASTELLÓ E., ÁLVAREZ M., GODINO I.B., ZURRO D., SALVATELLI L. 2012 - Oxygen isotopic composition of limpet shells from the Beagle Channel: Implications for seasonal studies in shell middens of Tierra del Fuego. *Journal of Archaeological Science*, 39, p. 1738-1748.

CORTÉS-SÁNCHEZ M., MORALES-MUÑIZ A., SIMÓN-VALLEJO M. D., LOZANO-FRANCISCO M.C., VERA-PELÁEZ J.L., FINLAYSON C., RODRÍGUEZ-VIDAL J., DELGADO-HUERTAS A., *et al.* 2011 - Earliest known use of marine resources by Neanderthals. *PLoS ONE*, 6 (9), e24026.

CRIPPA G., GRIESSHABER E., CHECA A.G., HARPER E.M., SIMONET RODA M., SCHMAHL W.W. 2020a - Orientation patterns of aragonitic crossed-lamellar, fibrous prismatic and myostracal microstructures of modern *Glycymeris* shells. *Journal of Structural Biology*, 212 (3), 107653, ISSN 1047-8477.

CRIPPA G., GRIESSHABER E., CHECA A.G., HARPER E.M., SIMONET RODA M., SCHMAHL W.W. 2020b - SEM, EBSD, laser confocal microscopy and FE-SEM data from modern *Glycymeris* shell layers. *Data in Brief*, 33, 106547.

CRISTIANI E., BORIĆ D. 2017 - Personal adornment and personhood among the last mesolithic foragers of the Danube Gorges in the Central Balkans and beyond. *In:* D.E. BAR-YOSEF MAYER, C. BONSALL, A.M. CHOYKE (Éds.), *Not just for show: The archaeology of beads, beadwork, and personal ornaments*. Oxford, Oxbow Books, p. 39-68.

CUENCA-SOLANA D. 2010 - Los efectos del trabajo arqueológico en conchas de *Patella* sp. y *Mytilus galloprovincialis* y su incidencia en el análisis funcional. *Férvedes*, 6, p. 43-51.

CUENCA-SOLANA D. 2013 - Utilización de instrumentos de concha para la realización de actividades productivas en las formaciones económico-sociales de cazadores-recolectores-pescadores y primeras sociedades tribales de la fachada atlántica europea. Editorial Universidad de Cantabria: Santander, 448 p.

CUENCA-SOLANA D., CLEMENTE-CONTE I., GUTIÉRREZ ZUGASTI I. 2010 - Utilización de instrumentos de concha durante el Mesolítico y Neolítico inicial en contextos litorales de la región cantábrica: programa experimental para el análisis de huellas de uso en materiales malacológicos. *Trabajos de Prehistoria*, 67 (1), p. 211-225.

CUENCA-SOLANA D., CLEMENTE-CONTE I., LLOVERAS L., GARCÍA-ARGÜELLES P., NADAL J. 2021 - Shell tools and productive strategies of hunter-gatherer groups: Some reflections from a use-wear analysis at the Balma del Gai site (Barcelona, Spain). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 37, 102955.

CUENCA-SOLANA D., GUTIÉRREZ-ZUGASTI I., GONZÁLEZ-MORALES M.R. 2017 - Use-wear analysis: An optimal methodology for the study of shell tools. *Quaternary International*, 427 (Part A), p. 192-200.

CUENCA-SOLANA D., GUTIÉRREZ-ZUGASTI I., RUIZ-REDONDO A., GONZÁLEZ-MORALES M.R., SETIÉN J., RUIZ-MARTÍNEZ E., PALACIO-PÉREZ E., DE LAS HERAS-MARTÍN C., PRADA-FREIXEDO A., LASHERAS-CORRUCHAGA J.A. 2016 - Painting Altamira Cave? Shell tools for ochre-processing in the Upper Palaeolithic in northern Iberia. *Journal of Archaeological Science*, 74, p. 135-151.

CUENCA SOLANA D., ZUGASTI I., CLEMENTE CONTE I. 2011 - The use of mollusc shells as tools by coastal human groups. The contribution of ethnographical studies to research on Mesolithic and Early Neolithic technologies in Northern Spain. *Journal of Anthropological Research*, 67, p. 77-102.

DAVIDSON J., FINDLATER A., FYFE R., MACDONALD J., MARSHALL B. 2011 - Connections with Hawaiki: The evidence of a shell tool from Wairau Bar, Marlborough, New Zealand. *Journal of Pacific Archaeology*, 2 (2), p. 93-102.

DE FRANCESCO C.G., TIETZE E., CRISTINI P.A., HASSAN G.S. 2020 - Actualistic taphonomy of freshwater mollusks from the Argentine Pampas: An overview of recent research progress. *In:* S. MARTÍNEZ, A. ROJAS, F. CABRERA (Éds.), *Actualistic taphopnomy in South America*. Springer, Switzerland, 48, p. 69-88 (Topics in Geobiology).

DENYS C. 2002 - Taphonomy and experimentation. *Archaeometry*, 44 (3), p. 469-484.

DRISCOLL E.-G., WELTIN T.-P. 1973 - Sedimentary parameters as factors in abrasive shell reduction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 13, p. 275-288.

DUPONT C. 2012 - Ne confondons pas coquilles et coquillages. Vision diachronique de l'archéologie des mollusques le long de la façade atlantique française. Itinéraires de coquillages 4. *Techniques et Culture*, 59, p. 242-259.

EFREMOV J.A. 1940 - Taphonomy: New branch of paleontology. *Pan-American geologist*, 74, p. 81-93.

ESCOBAR J., CURTIS J.H., BRENNER M., HODELL D.A., HOLMES J.A. 2010 - Isotope measurements of single ostracod valves and gastropod shells for climate reconstruction: Evaluation of within sample variability and determination of optimum sample size. *Journal of Paleolimnology*, 43, p. 921-938.

FERNÁNDEZ-JALVO Y. 1992 - Tafonomia de microvertebrados del complejo carstico de Atapuerca (Burgos). Ph.D. thesis, University Computense of Madrid, 559 p.

FERNÁNDEZ-JALVO Y., ANDREWS P. 2016 - *Atlas of taphonomic identifications.* Dordrecht, Springer, 359 p.

FERNÁNDEZ-JALVO Y., SÁNCHEZ-CHILLÓN B., ANDREWS P., FERNÁNDEZ-LÓPEZ S., ALCALÁ MARTÍNEZ L. 2002 - Morphological taphonomic transformations of fossil bones in continental environments, and repercussions on their chemical composition. *Archaeometry,* 44, p. 353-361.

GARCÍA-ESCÁRZAGA A., GUTIÉRREZ-ZUGASTI I., COBO A., CUENCA-SOLANA D., MARTÍN-CHIVELET J., ROBERTS P., GONZÁLEZ-MORALES M.R. 2019 - Stable oxygen isotope analysis of *Phorcus lineatus* (da Costa, 1778) as a proxy for foraging seasonality during the Mesolithic in northern Iberia. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11, p. 5631-5644.

GARCÍA-ESCÁRZAGA A., GUTIÉRREZ-ZUGASTI I., GONZÁLEZ-MORALES M.R., ARRIZABALAGA A., ZECH J., ROBERTS P. 2020 - Shell sclerochronology and stable oxygen isotope ratios from the limpet *Patella depressa* Pennant, 1777: Implications for palaeoclimate reconstruction and archaeology in northern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 560, 110023.

GRIESSHABER E., SCHMAHL W.W., UBHI H.S., HUBER J., NINDIYASARI F., MAIER B., ZIEGLER A. 2013 - Homoepitaxial meso - and microscale crystal co-orientation and organic matrix network structure in *Mytilus edulis* nacre and calcite. *Acta Biomaterialia*, 9 (12), p. 9492-9502.

GUTIÉRREZ A., GUÀRDIA L., NOCIAROVÁ D., MALGOSA A., ARMENTANO N. 2021 - Taphonomy of experimental burials in Taphos-m: The role of fungi. *Revista Iberoamericana de Micología*, 38 (3), p. 125-131.

HOHMANN B., POWIS T.G., HEALY P.F. 2018 - Middle Preclassic Maya shell ornament production: Implications for the development of complexity at Pacbitun, Belize. *In:* M.K. BROWN, G.J. BEY, A.F. CHASE, D.Z. CHASE (Éds.), *Pathways to complexity: A view from the Maya Lowlands*. University Press of Florida, p. 117-146 (Maya Studies Series).

HUTTERER R., SCHRÖDER O., LINSTÄDTER J. 2021 - Food and ornament: Use of shellfish at Ifri Oudadane, a Holocene Settlement in NE Morocco. *African Archaeological Review*, 38, p. 73-94.

JERARDINO A. 2016 - Archaeomalacological observations on white mussel (*Donax serra*) shell middens in Vleesbaai, Southern Cape coast, South Africa. *South African Archaeological Bulletin*, 71, p. 166-172.

JERARDINO A. 2021 - Coastal foraging and transgressive sea levels during the terminal Pleistocene: Insights from the central west coast of South Africa. *Journal of Anthropological Archaeology*, 64, 101351.

JERARDINO A., MAREAN C.W. 2010 - Shellfish gathering, marine paleoecology and modern human behavior: Perspectives from cave PP13B, Pinnacle Point, South Africa. *Journal of Human Evolution*, 59, p. 412-424.

JOORDENS J.C.A., D'ERRICO F., WESSELINGH F.P., MUNRO S., DE VOS J., WALLINGA J., ANKJÆRGAARD C., REIMANN T., WIJBRANS J.R., KUIPER K.F., MÜCHER H.J., COQUEUGNIOT H., PRIÉ V., JOOSTEN I., VAN OS B., SCHULP A.S., PANUEL M., VAN DER HAAS V., LUSTENHOUWER W., REIJMER J.J.G., ROEBROEKS W. 2015 - *Homo erectus* at Trinil on Java used shells for tool production and engraving. *Nature*, 518, p. 228-231.

KELLER N., DEL PIERO D., LONGINELLI A. 2002 - Isotopic composition, growth rates and biological behaviour of *Chamelea gallina* and *Callista chione* from the Gulf of Trieste (Italy). *Marine Biology* 140, p. 9-15.

KOTZIAN C., SIMOES M. 2006 - Taphonomy of recent freshwater molluscan death assemblages, Touro Passo Stream, Southern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 9, p. 243-260.

KURZAWSKA A., SOBKOWIAK-TABAKA I., JAKUBOWSKI G. 2020 - Miocene shells in late Neolithic and Early Bronze Age burials in Poland. *Geoarchaeology*, 35(6), p. 952-973.

LI X.W., JI H.M., YANG W., ZHANG G.P., CHEN D.L. 2017 - Mechanical properties of crossed-lamellar structures in biological shells: A review. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 74, p. 54-71.

LUCERO J.M., DONALD S.J. 2005 - Shell tools in Early-Holocene contexts: Studies of early settlements of the American Pacific coast of Chile. *Current Research in the Pleistocene*, 22, p. 23-25.

MALLOL C., BERTRAN P. (Eds.), 2010 - Geoarchaeology and taphonomy. *Quaternary International*, 214 (1-2), Elsevier, 118 p.

MALLOL C., HERNÁNDEZ C., MERCIER N., FALGUÈRES C., CARRANCHO Á., CABANES D., VIDAL-MATUTANO P., CONNOLLY R., PÉREZ L., MAYOR A., BEN AROUS E., GALVÁN B. 2019 - Fire and brief human occupations in Iberia during MIS 4: evidence from Abric del Pastor (Alcoy, Spain). *Scientific Reports*, 9, 18281.

MANCA L. 2013 - Fonctionnement des sociétés de la fin du Néolithique au début de l'âge du Cuivre en Sardaigne. Une approche inédite à partir de l'étude des productions en matières dures animales. Unpublished PhD, 764 p.

MANCA L. 2016 - The shell industry in Final Neolithic societies in Sardinia: Characterizing the production and utilization of *Glycymeris* da Costa 1778 valves. *Anthropozoologica*, 51 (2), p. 149-171.

MANCA L. 2018 - La fracturation et la fragmentation des coquilles : une problématique partagée entre archéozoologie, taphonomie et technologie. *In:* M. CHRISTENSEN, N. GOUTAS (dir.), *« À coup d'éclats ! » La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue*. Société préhistorique française, Paris, Séances de la Société préhistorique française, 13, p. 43-53.

MANCA L., MASHKOUR M., SHIDRANG S., AVERBOUH A., BIGLARI F. 2018 - Bone, shell tools and ornaments from the Epipalaeolithic of Ali Tappeh, East of Alborz Range, Iran. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 21, p. 137-157.

MAUREILLE B., COSTAMAGNO S., BEAUVAL. C., MANN A.E., GARRALDA M.D., MUSSINI C., LAROULANDIE V., RENDU W., ROYER A., SEGUIN G., VANDERMEERSCH B. 2017 - The challenges of identifying partially digested human teeth: first description of Neandertal remains from the Mousterian site of Marillac (Marillac-le-Franc, Charente, France) and implications for palaeoanthropological research. *Paleo*, 28, p. 201-212.

MITCHELL P.J. 1996 - Prehistoric exchange and interaction in Southeastern Southern Africa: Marine shells and ostrich eggshells. *African Archaeological Review*, 13 (1), p. 35-76.

O'DAY S.J., KEEGAN W.F. 2001 - Expedient shell tools from the northern West Indies. *Latin American Antiquity,* 12 (3), p. 274-290.

ORTIZ J. E., GUTIÉRREZ-ZUGASTI I., TORRES T., GONZÁLEZ-MORALES M., SÁNCHEZ-PALENCIA Y. 2015 - Protein diagenesis in Patella shells: Implications for amino acid racemisation dating. *Quaternary Geochronology* 27, p. 105-118.

PADILLA VRIESMAN V., CARLSON S.J., HILL T.M. 2022 - Investigating controls of shell growth features in a foundation bivalve species: Seasonal trends and decadal changes in the California mussel. *Biogeosciences*, 19, p. 329-346.

PARSONS K.-M., BRETT C.-E. 1991 - Taphonomic processes and biases in modern marine environments: An actualistic perspective on fossil assemblage preservation. *In*: S.K. DONOVAN (Éd.). London, *The Processes of Fossilization. Belhaven Press*, p. 22-65.

PAULSEN A.C. 1974 - The thorny oyster and the voice of god: *Spondylus* and *Strombus* in Andean prehistory. *American Antiquity*, 39 (4), p. 597-607.

PAWLIK A.F., PIPER P.J., WOOD R.E., LIM K.K.A., FAYLONA M.G.P.G., MIJARES A.S.B., PORR M. 2015 - Shell tool technology in Island Southeast Asia: an early Middle Holocene *Tridacna* adze from Ilin Island, Mindoro, Philippines. *Antiquity*, 86, p. 292-308.

PERESANI M., VANHAEREN M., QUAGGIOTTO E., QUEFFELEC A., D'ERRICO F. 2013 - An ochered fossil marine shell from the Mousterian of Fumane Cave, Italy. *PLoS ONE*, 8 (7), e68572.

PERLÈS C., RIGAUD S. 2020 - Reconstruction des identités culturelles au cours de la transition Mésolithique-Néolithique : l'apport de la parure. *In:* H. Alarashi, R.M. Dessì (Éds.), *L'art du paraître : apparences de l'humain, de la Préhistoire à nos jours*. 40e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire de Nice Côte d'Azur. Nice, Éditions APDCA, p. 191-206.

PERTTULA T.K. 2020 - Bone and shell tools and ornament from the Feature 2 Midden Mound at the A. C. Saunders Site (41AN19), Anderson County, Texas. *Journal of Northeast Texas Archaeology*, 84, p. 91-99.

ROMAGNOLI F., BAENA J., SARTI L. 2016 - Neanderthal retouched shell tools and Quina economic and technical strategies: An integrated behaviour. *Quaternary International*, 407, p. 29-44.

ROMAGNOLI F., MARTINI F., SARTI L. 2015 - Neanderthal use of *Callista chione* shells as raw material for retouched tools in South-east Italy: Analysis of Grotta del Cavallo layer L assemblage with a new methodology. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22, p. 1007-1037.

ROMAGNOLI F., VAQUERO M. 2016 - Quantitative stone tools intra-site point and orientation patterns of a Middle Palaeolithic living floor: A GIS multi-scalar spatial and temporal approach. *Quartär*, 63, p. 47-60.

ROMAGNOLI F., VAQUERO M. 2018 - Time uncertainty, site formation processes, and human behaviours: New insights on old issues in High-Resolution Archaeology. *Quaternary International*, 474, p. 99-102.

RUIZ F., GÓMEZ G., GONZÁLEZ-REGALADO M.L., RODRÍGUEZ VIDAL J., CÁCERES L.M., GÓMEZ P., CLEMENTE M.J., BERMEJO J., CAMPOS J., TOSCANO A., ABAD M., IZQUIERDO T., MUÑOZ J.M., CARRETERO M.I., PRUDÊNCIO M.I., DIAS M.I., MARQUES R., TOSQUELLA J., ROMERO V., MONGEM Q. 2020 - A multidisciplinary analysis of shell deposits from Saltés Island (SW Spain): The origin of a new Roman shell midden. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 538, 109416.

SALADIÉ P., RODRIGUEZ-HIDALGO A., DOMÍNGUEZ-RODRIGO M., VALLVERDÚ J., MOSQUERA M., OLLÉ A., HUGUET R., CÁCERES I., ARSUAGA J.L., BERMÚDEZ DE CASTRO J.M., CARBONELL E. 2021 - Dragged, lagged, or undisturbed: Reassessing the autochthony of the hominin-bearing assemblages at Gran Dolina (Atapuerca, Spain). *Archaeological and Anthropological Sciences,* 13, 65.

SOURON A., NAPIAS A., LAVIDALIE T., SANTOS F., LEDEVIN R., CASTEL J.-C., COSTAMAGNO S., CUSIMANO D., DRUMHELLER S., PARKINSON J., ROZADA L., COCHARD D. 2019 - A new geometric morphometrics based shape and size analysis discriminating anthropogenic and non anthropogenic bone surface modifications of an experimental data set. *IMEKO TC-4 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage*, p. 560-565.

STEELE T.E. 2010 - A unique hominin menu dated to 1.95 million years ago. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA,* 107 (24), p. 10771-10772.

STINER M., DIMITRIJEVIĆ V., MIHAILOVIĆ D., KUHN S.L. 2022 - Velika Pécina: Zooarchaeology, taphonomy and technology of a LGM Upper Paleolithic site in the central Balkans (Serbia). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 41, 103328.

SZABÓ K. 2019 - Worked shell from the Northern Moluccas. *In:* P. BELLWOOD (Éd.), *The Spice Islands in Prehistory: Archaeology in the Northern Moluccas, Indonesia*. Canberra, Australia, The Australian National University, p. 121-134.

TAYLOR J.-D., LAYMAN M. 1972 - The mechanical properties of bivalve (mollusca) shell structures. *Palaeontology* 15 (I), p. 73-87.

THELER J.L., HILL M.G. 2019 - Late Holocene shellfish exploitation in the Upper Mississippi River valley. *Quaternary International*, 530-531, p. 146-156.

VANHAEREN M., WADLEY L., D'ERRICO F. 2019 - Variability in Middle Stone Age symbolic traditions: The marine shell beads from Sibudu Cave, South Africa. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 27, 101893.

VILLA P., SORIANO S., POLLAROLO L., SMRIGLIO C., GAETA M., D'ORAZIO M., CONFORTI J., TOZZI C. 2020 - Neandertals on the beach: Use of marine resources at Grotta dei Moscerini (Latium, Italy). PLoS ONE, 15 (1), e0226690.

WEI Y., D'ERRICO F., VANHAEREN M., PENG F., CHEN F., GAO X. 2017 - A technological and morphological study of Late Paleolithic ostrich eggshell beads from Shuidonggou, North China. *Journal of Archaeological Science*, 85, p. 83-104.

WESTON E., SZABÓ K., STERN N. 2015 - Pleistocene shell tools from Lake Mungo lunette, Australia: Identification and interpretation drawing on experimental archaeology. *Quaternary International*, 427 (Part A), p. 229-242.

YESHURUN R., MEIER J.S. 2021 - Introduction to the special issue "contextual taphonomy in zooarchaeological practice". *Journal of Archaeological Science: Reports*, 36, 102845.

ZILHÃO J., ANGELUCCI D.E., ARAÚJO IGREJA M., ARNOLD L.J., BADAL E., CALLAPEZ P., CARDOSO J.L., D'ERRICO F., DAURA J., DEMURO M., DESCHAMPS M., DUPONT C., GABRIEL S., HOFFMANN D.L., LEGOINHA P., MATIAS H., MONGE SOARES A.M., NABAIS M., PORTELA P., QUEFFELEC A., RODRIGUES F., SOUTO P. 2020 - Last Interglacial Iberian Neandertals as fisher-hunter-gatherers. *Science*, 367, eaaz7943.

ZILHÃO J., ANGELUCCI D.E., BADAL-GARCÍA E., D'ERRICO F., DANIEL F., DAYET L., DOUKA K., HIGHAM T.F.G., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ M.J., MONTES-BERNÁRDEZ R., MURCIA-MASCARÓS S., PÉREZ-SIRVENT C., ROLDÁN-GARCÍA R., VANHAEREN M., VILLAVERDE V., WOOD R., ZAPATA J., 2010 - Symbolic use of marine shells and mineral pigments by Iberian Neanderthals. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA,* 107 (3), p. 1023-1028.