



HAL
open science

Des silicites dans le Paléolithique ancien et moyen du Maroc occidental

Jean-Paul Raynal, Paul Fernandes, Rosalia Gallotti, Mathieu Rué, Mohssine El Graoui, Abderrahim Mohib, David Lefèvre

► **To cite this version:**

Jean-Paul Raynal, Paul Fernandes, Rosalia Gallotti, Mathieu Rué, Mohssine El Graoui, et al.. Des silicites dans le Paléolithique ancien et moyen du Maroc occidental. *L'anthropologie*, 2022, pp.103018. 10.1016/j.anthro.2022.103018 . hal-03679225

HAL Id: hal-03679225

<https://hal.science/hal-03679225v1>

Submitted on 22 Jul 2024

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Des silicites dans le Paléolithique ancien et moyen du Maroc occidental.

Of silicites in the Ancient and Middle Paleolithic of Western Morocco.

Jean-Paul Raynal^{1,2,3*}, Paul Fernandes^{4,1,3}, Rosalia Gallotti^{5,6,1}, Mathieu Rué^{4,5},
Mohssine El Graoui³, Abderrahim Mohib^{7,3} et David Lefèvre^{5,6}.

¹ Université Bordeaux 1 UMR 5199 PACEA-PPP, Bâtiment B18 allée Geoffroy Saint-Hilaire CS 50023 F - 33615 Pessac Cedex (France)

² Department of Human Evolution, Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Deutscher Platz 6, 04103 Leipzig (Germany)

³ Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine, Madinat Al Irfane, Angle rue N°5 et rue N°7, Rabat-Institut, BP 6828, Rabat (Morocco)

⁴ SARL Paleotime, 6173 rue Jean Séraphin Achard Picard, 38250 Villard-de-Lans (France)

⁵ Université Paul Valéry Montpellier 3, CNRS, UMR 5140 Archéologie des sociétés méditerranéennes, Campus Saint-Charles, 34199 Montpellier (France)

⁶ LabEx Archimède, Université Paul Valéry Montpellier 3, Campus Saint Charles, 34199 Montpellier, France.

⁷ Centre d'interprétation du Patrimoine du Gharb, Direction provinciale de la Culture, Quartier administratif, Bd Mohamed V, Kenitra (Morocco)

Résumé

Cet article présente ici un premier examen diachronique de l'usage des silicites par les hominines du Paléolithique ancien et moyen en Meseta marocaine. Une étude approfondie des provenances des différents géo-matériaux utilisés a été menée sur les séries de cinq sites ayant fait l'objet de fouilles récentes, dans le nord de la Meseta, à Casablanca — Unité L et Grotte à Hominidés de la carrière Thomas I, Grotte des Rhinocéros et Grotte des Gazelles — et dans le sud de la Meseta dans la grotte du Djebel Irhoud. Elle montre que les silex du Plateau des Phosphates ont été les plus employés au Maroc atlantique, depuis les premiers moments du Paléolithique ancien (1,3 Ma au moins), mais que leur utilisation prépondérante pour la confection des artefacts lithiques coïncide ici avec l'apparition du MSA (0,35 Ma environ).

Mots-clés : Maroc, Meseta marocaine, silicites, Acheuléen, Paléolithique moyen (Middle Stone Age)

Abstract

A first diachronic examination of the use of silicites by Early and Middle Palaeolithic hominins in the Moroccan Meseta is presented. An in-depth study of the origins of the

different geo-materials was carried on series from five recently excavated sites in northern Meseta at Casablanca — Unit L and Grotte à Hominidés at Thomas Quarry I, Grotte des Rhinocéros and Grotte des Gazelles— and in the southern Meseta at Djebel Irhoud cave. They show that flints from the Phosphates Plateau were the most widely used, from the earliest moments of the Early Palaeolithic (at least 1.3 Ma), but their predominant use for lithic artefacts coincides here with the appearance of the MSA (around 0.35 Ma).

Key-words: Morocco, Moroccan Meseta, silicites, Acheulean, Middle Stone Age

INTRODUCTION

Au Maroc occidental - et particulièrement en Meseta marocaine (Gentil, 1912)¹ côtière, entre Chaouia et Doukkala-Abda-Djebilet, soit le bassin du Bou Regreg au Nord et celui du Tensift au sud - s'est patiemment opérée, depuis plus d'un siècle, la construction d'un cadre stratigraphique et chronologique de référence pour la préhistoire ancienne du Maroc (Lefèvre *et al.*, sous presse) et qu'ont été jetées les bases interprétatives d'une longue séquence culturelle paléolithique (Raynal *et al.*, 2017 ; Mohib *et al.*, 2019 ; Gallotti *et al.*, sous presse) (figure 1). C'est au sein d'un processus coopératif pleinement assumé depuis 1978, qu'un programme de recherches archéologiques associant chercheurs marocains et européens perpétue les travaux sur cette séquence dans la région de Casablanca². Assortie de la découverte de plusieurs fossiles de la lignée humaine, l'Homme de Sidi Abderhamane (Arambourg et Biberson, 1956) et surtout les Hominines des différentes carrières Thomas et du Djebel Irhoud (Hublin, 1991 ; Hublin *et al.*, 2017 ; Raynal, sous presse), cette longue archéo-séquence documente : 1) la présence dans la région de la seconde grande culture préhistorique africaine – l'Acheuléen – au cours du Pléistocène inférieur, il y a au moins 1,3 Ma (Gallotti *et al.*, 2021), 2) son évolution buissonnante régionale, conduisant d'abord à l'individualisation d'un *Second Acheuléen Régional* (SAR) (Raynal et Mohib, 2016), déjà bien constitué il y a 0,7 Ma (Daujeard *et al.*, 2020), puis à l'émergence du Paléolithique moyen africain - le *Middle Stone Age* entre 0,4 et 0,3 Ma (Raynal *et al.*, 2017 ; Richter *et al.*, 2017). Ce patrimoine exceptionnel a valeur de modèle, non seulement pour le continent africain, mais bien au-delà.

¹ *Sensu*, Gentil, 1912, raccourci en « Meseta » dans la suite de l'exposé.

² Travaux de la mission archéologique française *Littoral* (Ministère de l'Europe et des affaires étrangères) et de l'Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine (Ministère de la Culture, de la Jeunesse et des sports, Département de la Culture, Royaume du Maroc), autorisation de publier N°01/2021-2022 du 15 septembre 2021.

Figure 1.

Les fouilles des sites majeurs qui sont conduites à Casablanca dans la durée, livrent, année après année, une moisson considérable d'informations de toutes natures permettant d'aborder les questions liées aux espaces parcourus et aux stratégies de subsistance qui sont largement au cœur des problématiques de la préhistoire d'aujourd'hui. De manière générale, ces questions trouvent une partie de leurs réponses dans l'étude des matières premières lithiques et tout particulièrement celles des silicites³. Au Maroc, si cet axe de recherche avait été abordé pour des assemblages du Middle Stone Age récent ou « complexe Moustéro-Atérien » (Bouzzougar, 1997a et b ; Morala et El Hamrani El Hassani, 2012 ; Morala *et al.*, 2012a et b ; Rafi, 2018 ; Wengler *et al.*, 1991), mais demandait un repositionnement méthodologique (Fernandes et Raynal, 2006), il n'avait de toute manière pas été développé pour les industries plus anciennes largement façonnées sur les quartzites et autres roches tenaces du Paléozoïque, le milieu ne fournissant que « quelques très rares silex et en général de mauvaise qualité » (Biberson, 1961, p. 404) : nos récents travaux ont commencé à combler cette lacune (Fernandes *et al.*, 2016 ; Gallotti *et al.*, 2020) et ont bénéficié de la reprise des fouilles dans le site sud-mésétien du Djebel Irhoud⁴ à partir de 2004. Encore fallait-il réaliser avec la méthodologie *ad hoc* une étude d'ampleur des ressources en silicites entre moyen Atlas et littoral mésétien, autorisant un inventaire paléogéographique dynamique des sources, fondé sur une caractérisation approfondie des matériaux bruts et transformés présents dans les séries archéologiques, pour en décrypter toutes les informations génétiques et de gîtologie, mais aussi taphonomiques et en déduire si possible des indications comportementales.

Après un rappel méthodologique et une esquisse du cadre paléogéographique des ressources en silicites, nous présenterons donc brièvement ici quelques résultats récents obtenus par l'étude de quelques sites mésétiens majeurs : à Casablanca, l'Unité L et la Grotte à Hominidés de la carrière Thomas I, la Grotte des Rhinocéros de la carrière Oulad Hamida 1 ; la Grotte des Gazelles à Dar Bouazza et la grotte du Djebel Irhoud à Tleta d'Irhoud. Ils représentent des stades culturels bien différenciés : le Premier Acheuléen, le Second Acheuléen, le début et le plein Middle Stone Age.

³ Silicite : roche hyper-siliceuse (chert, silex, silcrete, silice hydrothermale).

⁴ Le projet Djebel Irhoud est mené conjointement par l'Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine du Maroc et le Département d'Evolution Humaine de l'Institut Max Planck d'Anthropologie Evolutive (MPI-EVA).

1. MÉTHODE D'ÉTUDE DES SILICITES

Pour ce travail, les échantillons géologiques de référence prélevés sur le terrain et le matériel archéologique ont fait l'objet d'une même approche pétrologique. Nous avons fait le choix d'utiliser deux méthodes complémentaires, **1)** l'approche dite classique, largement développée dans les années 1980 en France, en Auvergne (Masson, 1981) et dans le Bassin d'Aquitaine (Séronie-Vivien M. et M.R., 1987) et **2)** une approche dynamique (Fernandes, 2012), intégrant le concept de chaîne évolutive de la silice (Fernandes et Raynal, 2006). Nous avons analysé la totalité des silex aux échelles macroscopiques et mésoscopiques pour en extraire une série de pièces à forte valeur informative (environ 200). Cette sélection a été étudiée avec un protocole permettant de révéler les dimensions temporelles et spatiales des matériaux en intégrant leurs évolutions (Siever, 1962 ; Ernst and Calvert, 1969 ; Knauth, 1992 ; Fernandes et Raynal, 2006 ; Fernandes *et al.*, 2007a, b). L'application de ce protocole nécessite une série de mesures systématiques permettant de comparer les éléments hérités et les transformations rencontrées dans les différents échantillons (géologiques et archéologiques) ; il utilise un nombre raisonnable de paramètres discriminants et invariants et livre des signatures qualitatives et semi-quantitatives robustes.

La mise en œuvre sur le terrain diffère selon la nature des sources, primaires et secondaires. Pour les ressources primaires, on effectue un échantillonnage détaillé des affleurements, en respectant la position et la polarité. Pour les sources secondaires, on procède à une collecte statistiquement significative (50 échantillons par source). Pour chacune, on caractérise la formation superficielle (mode de transport et de dépôt). Les prélèvements en position primaire ont été réalisés à l'ouest de Khouribga, entre Bled Sahel et Mrizig et dans la région de Chichaoua, dans la zone du J'bel Khiyyat ; ceux en position secondaire ont concerné les formations superficielles autour de Chichaoua, en particulier les alluvions de l'Oued Tensift et de ses affluents locaux, les alluvions du bassin de l'Oued Mellah et les plages actuelles et fossiles entre Casablanca et Dar Bouazza.

Au laboratoire, des lames minces (30 μm d'épaisseur) ont été taillées dans des échantillons représentant chaque étape de l'itinéraire naturel, entre Khouribga et Casablanca. Ces sections minces, à forte valeur informative, ont permis de décrypter les degrés d'évolution propres à chaque étape du parcours. Sur les mêmes échantillons, nous avons également réalisé des lames minces de 300 μm d'épaisseur pour la détermination des

bioclastes. Afin d'obtenir des informations supplémentaires au sujet des transformations minéralogiques, une étude de la zone interne a été réalisée au MEB (Jeol JSM-6460 LV) du CRP2A de l'Université Bordeaux 3, équipé d'un spectromètre à dispersion d'énergie INCAx-sight (Oxford industries) sur des surfaces de fractures fraîches ; les grossissements étaient compris entre x 350 et x 20 000. L'interprétation des phases a nécessité l'utilisation de la microsonde EDX (Energy Dispersive X-Ray Analysis).

2. PALEOGÉOGRAPHIE DES RESSOURCES EN SILICITES DE LA MESETA

Les gîtes primaires contenant des silicites n'affleurent que dans l'arrière-pays mésétien (Savornin, 1922, 1931 ; Roch, 1950 ; Gigout, 1951). Ces dernières ont alimenté les dépôts secondaires situés dans le système de drainage vers la côte atlantique.

Au sud et au sud-est de Casablanca, des silex vrais (roches authigènes entourées d'un cortex et formées en milieu marin ou lacustre) sont présents de la région de Kourigba à celle de Chichaoua, dans le Crétacé supérieur (Maestrichtien) et l'Éocène (Thanétien, Yprésien, Lutétien) (Salvan, 1948, 1951, 1963 et 1986 ; El Haddi, 2014) où ils représentent, avec des cherts (roches authigènes aux limites floues avec l'encaissant et formées en milieu marin ou lacustre), les termes post-phosphatés de la séquence lithologique locale (Visse, 1952). La série phosphatée marocaine est connue depuis la région de Meknès au nord jusqu'au Souss et la région de Ouarzazate au sud, mais elle présente son plus grand développement dans les Oulad Abdoun (région de Khouribga), les Ganntour (région de Youssoufia) et les Meskala (région de Chichaoua). De nombreux types de faciès siliceux s'y rencontrent (Cayeux, 1940, 1950 ; Salvan, 1948, 1952, 1955 ; Visse, 1948, 1949, 1950, 1953 ; Boujo, 1976) : silex phosphatés en bancs plus ou moins massifs, silex en bancs minces de quelques centimètres d'épaisseur, cherts en couches massives de plusieurs mètres de puissance, "boulets" de silex, silex de type "ménilite"⁵ et géodes siliceuses. Ils sont particulièrement bien développés dans les Ganntour et les Meskala et forment parfois des niveaux repères : "silex du mur des exploitants" dans les Ganntour, cherts des Meskala.

Dans le Tadla, le Crétacé supérieur (Turonien) est représenté par des « calcaires à silex » et entre Melgou et Oued Zem, trois lignes de « silex » ont été signalées dans le Sénonien (Termier, 1936). Dans l'Atlas, le Crétacé supérieur (Turonien) est également représenté par des « calcaires à silex ». A l'est, dans le Moyen Atlas, les « marnes à silex » de

⁵ Variété d'opale magnésienne.

Feleddi sont datées du Maestrichtien-Danien ; on connaît aussi les calcaires dolomitiques à « silex » du Djebel Hayane et au sud de ce dernier, les calcaires silicifiés et les « marnes à silex » de la plaine d'Aouam (Termier *op. cit.*) ; les « calcaires à silex » de la région de Midelt n'ont probablement alimenté que des gîtes secondaires du réseau de drainage vers la Méditerranée. Au nord-est de Casablanca, dans la région de Rabat, le Dévonien inférieur contient des nodules de « silex » primaires, les oueds fournissent des alluvions à « silex » et les alluvions anciennes du plateau de Rabat ("Moghrebien" des anciens auteurs) fournissent également d'abondants galets de « silex » (Bouzzougar, 1997a et b ; El Hamrani El Hassani et Morala, 2012 ; Morala et El Amrani El Hassani, 2012 ; Morala *et al.*, 2012a et b). Plus au nord-est, les formations du pré-Rif offrent des localisations primaires de silicites dans les marnes blanches du Bartonien-Lutétien (Roch, *op. cit.*).

Une révision de l'ensemble des sources disponibles dans l'arrière-pays de Casablanca a permis de caractériser comme « silex » plusieurs types de silicites présentes sur le Plateau des Phosphates. Du sommet du Maestrichtien au Sélandien (ex-Montien) (figure 2) : les silex MF 15b (riche en grains de phosphate) sont au sommet de l'Yprésien et MF15a (à grains de phosphate peu nombreux) sont présents dans les calcaires gréseux du Lutétien moyen, la silicite MF 4 (géodes de calcédonite) se trouve dans le Lutétien et le silex MF25, (à lumachelles) au toit du Lutétien. Nous avons aussi identifié ces silex, plus ou moins riches en phosphates, dans les régions de l'Oued Erguita à l'est d'Agadir, des Meskala à l'est d'Essaouira, des Oulad-bou-Sbaa autour de Chichaoua et enfin des Ganntour au sud de Youssoufia.

Figure 2.

Nous nous limiterons, ici, à l'étude des silex phosphatés entre Khourigba et Casablanca. L'étude de l'évolution minérale du silex, de sa source au littoral, permet de distinguer des stades évolutifs témoins d'environnements différents. Nous avons suivi plusieurs silex des phosphates marocains, depuis les sources primaires (partie nord-est de l'Oulad-Abdoun, région de Khouribga) jusqu'aux dépôts littoraux autour de Casablanca, situés une centaine de kilomètres à l'ouest. Ces observations permettent de classer les faciès par type d'environnement dans une perspective dynamique (Fernandes, 2012).

2.1. Les silex phosphatés en position primaire

Le plateau entre Khouribga et Mrizig (figure 2) forme l'interfluve entre les bassins de l'Oued Oum-Er-Rbia et celui de l'Oued Mellah. On y rencontre des silex en position primaire et secondaire. Dans le bassin de Khouribga, la subsidence a commencé à apparaître au début du Crétacé supérieur et s'est terminée au Lutétien supérieur. La genèse des phosphates et la sédimentation des carbonates ont atteint ici leur plus grand développement. Les phosphates se sont développés à cause des changements synsédimentaires contrôlés par l'hydrodynamisme marin et les influences des apports du continent. Les couches les plus riches en silex (MF15a) sont présentes autour de Khouribga dans un calcaire sableux rosé, riche en phosphates, daté du Lutétien moyen (Salvan, 1986 ; El Haddi, 2014 ; El Haddi *et al.*, 2014). Ce type est constitué de grands nodules irréguliers à structure fluide avec des pseudo-oolithes de phosphates dispersés dans la matrice (Fig. 2 : 1). La genèse de ces silex s'est opérée par une cimentation siliceuse de sables phosphatés plus ou moins riche en carbonates au cours de périodes pauvres en magnésium et en aluminium. L'analyse de la matrice des silex en position primaire montre la prépondérance de la calcédonite microcristalline par rapport au quartz. Cette composition va évoluer - jusqu'à parfois s'inverser - au cours de la phase post-génétique, notamment au sein des éléments figurés.

Le Maastrichtien affleure sur le bord du plateau (figure 2 : 9). Il est recouvert par des calcaires marneux blancs datés de l'Yprésien (figure 2 : 6, 8). Toujours dans l'Yprésien mais juste au-dessus, des phosphates sableux gris se sont déposés. Ce niveau est caractérisé par des couches sableuses fossilifères grossières (figure 2 : 5) et par son important complexe phosphaté (figure 2 : 4). Au toit de ce dépôt, on trouve des silex (MF15b) qui marquent à la fois le sommet de l'Yprésien et la base du Lutétien (Salvan, *op. cit.*). Le Lutétien dans ce secteur est représenté par des calcaires sableux roses dans lesquels on trouve des poches de phosphates et des nodules de silex bruns de type MF15a (figure 2 : 3). Dans la partie supérieure de cette unité, un calcaire coquillier le plus souvent silicifié est présent par endroits. Associées à ces types de silicifications, on note des géodes décimétriques à pluri-décimétriques de calcédonite (type MF4) ; elles sont nombreuses au Lutétien dans la partie nord du plateau. En remontant, la série se poursuit par des argiles rouges à silex, parfois phosphatés, résultant d'une altération (figure 2 : 2) au cours de laquelle les carbonates ont été dissous et remplacés par des argiles. Les silex présents dans cette unité se présentent, le plus souvent, sous une forme légèrement évoluée du MF15a du Lutétien. Au sommet de la série, le sol moderne contient également des silex avec des stigmates d'altération plus prononcés (figure 2 : 1).

La majorité de ces silex (MF 15a et MF15b) sont caractérisés par leur forte teneur en phosphates. Leur structure présente un aspect homogène à zoné. Ils sont de couleur brun foncé à gris avec une texture riche en pseudo-oolithes phosphatés, débris d'os allongés et coprolithes ; ces pseudo-oolithes sont opaques et le plus souvent gris ou pigmentés en brun rouge. Les éléments flottent dans la matrice et il n'y a pas d'orientation préférentielle. La structure microscopique des phosphates est variable : grains homogènes, grains à structures concentriques, avec ou sans noyau, et enfin cristaux automorphes clivés. Dans certains grains, la calcédonite et le microquartz ont remplacé les phosphates. Les microquartz de 5 à 10 μm représentent la dernière phase de remplissage. On observe des sphérolites flabelliformes de calcédonite et quelques *boxworks* rhomboédriques tapissés de microquartz qui indiquent la présence de carbonates dans la composition originelle. Les mégaquartz sont rares et ciscoscrits aux grands bioclastes (bivalves). La matrice est sombre et translucide à mate, principalement constituée de calcédonite microcristalline à cryptocristalline.

Il faut mentionner l'abondance d'un type de silex en position secondaire (types MF15a2 et MF15a4), dans les formations miocènes et quaternaires au sommet et sur le bord ouest du Plateau des Phosphates. Ces différentes sources secondaires ont été les pourvoyeuses principales de l'alimentation d'une partie de la côte mésétienne par le bassin de l'Oued Mellah, au moins depuis le Miocène (figure 3).

Figure 3.

2.2. Les silex phosphatés dans le réseau hydrographique

Des silex ont été collectés dans les alluvions récentes de l'Oued Zamrina (figure 3), un des affluents de l'Oued Mellah qui longe le versant nord du Plateau des Phosphates : ils appartiennent aux types MF15a, MF15b et MF4 (Fig. 2 : 2). Leur néocortex est siliceux, les surfaces sont irrégulières, contrôlées par une dissolution différentielle ; des phosphates et des tests de bivalves apparaissent en relief et il existe par endroits un film de silice qui donne à la surface un aspect lisse et brillant. La couleur brune d'origine est blanchie par une désoxydation d'origine indéterminée. Ce processus d'altération oblitère les stigmates torrentiels plus anciens. Certains échantillons (MF15a) présentent des cupules thermiques et des plages de dissolution. La matrice est le plus souvent identique à celle des échantillons prélevés en position primaire mais on perçoit une légère augmentation du nombre de mégaquartz en remplissage intraclastique. A ce stade de l'itinéraire, ce sont surtout la surface du silex et les parois des fissures qui ont évolué : les grains de phosphate proches de ces

interfaces sont sensibles à l'altération et ont pour la plupart disparu ou sont remplacés, laissant des lacunes ou faisant place au quartz.

2.3. Les silex phosphatés dans les formations littorales

Plusieurs formations riches en nodules de silex ont été étudiées (figure 3) : un dépôt intertidal à graviers du membre 4 de la *Formation d'Anfa* (MIS 11, Lefèvre et Raynal, 2001) affleurant dans la carrière de Sidi Abderrahmane ("Anfatien" de Biberson, 1961), la plage fossile (*Formation de Dar Bouazza*, MIS 5e, Lefèvre et Raynal, *op.cit.*) et la plage actuelle de Dar Bouazza. Toutes contiennent des formes évoluées de silex yprésiens et lutétiens du Plateau des Phosphates. A ce stade de l'étude, aucun caractère évident ne permet de distinguer ces différents cortèges de galets de silex.

Le degré d'altération des galets centimétriques à façonnage marin se distribue en deux groupes : l'un très transformé et l'autre moins évolué. Tous les silex examinés ont cependant des surfaces fortement altérées et montrent des transformations internes qui ont été contrôlées par des processus sédimentaires et climatiques le long du parcours entre l'hinterland et la côte atlantique. L'évolution tardive en milieu marin oblitère en grande partie les effets des mécanismes liés au transport dans le réseau hydrographique et à ce stade, même la zone interne du silex a été transformée.

On a pu distinguer six catégories de néocortex :

- *Catégorie 1* : la surface est irrégulière avec une patine blanche profonde. Elle porte les traces d'une ancienne phase aquatique (racines de cônes hertziens). Il n'y a pas de trace de choc, ni de dissolution postérieure. Ce faciès est fréquent à proximité du rivage ;
- *Catégorie 2* : la surface est irrégulière, avec des stigmates d'une ancienne phase d'origine fluviatile (racines de cônes hertziens), avec un fort gradient de polissage qui est entaillé par une série de chocs violents d'origine marine (cônes hertziens, cupules), eux-mêmes polis. De rares plages de dissolution sont régulièrement dispersées à la surface. Ce type de surface associé à des matrices très peu recristallisées est fréquent sur les échantillons collectés en bordure du rivage. Parfois, le blanchiment est complet et oblitère la texture initiale. Certaines matrices conservent leur couleur d'origine ;
- *Catégorie 3* : la surface est lisse et propre, généralement dotée d'une épaisse patine blanche uniforme qui homogénéise la périphérie de l'objet et traduit une phase de transport liée au battement des vagues à la base de l'estran. Ce type est fréquent dans la *Formation de Dar Bouazza*. La surface est opaque. On observe la présence de chocs sur la face la plus tardivement exposée, associés à des traces de dissolution alors que des

traces de chocs plus anciennes sont conservées sur l'autre face (face dormante). Aucune dissolution tardive n'a été observée. Ce type cortical fossile est totalement néoformé et plus épais que les types précédents. Il ne reste rien de la texture périphérique d'origine ;

- *Catégorie 4* : la surface est plus ou moins régulière. L'aspect général reste proche de la catégorie 3. La présence de dépôts de silice qui recouvrent des surfaces plus anciennes et l'absence de dissolution permettent d'en faire une catégorie à part entière ;
- *Catégorie 5* : la surface est lisse mais présente de nombreuses plages de dissolution. Comme dans la catégorie 3, l'ancienne surface formée en milieu aquatique a complètement disparu et la surface apparaît mal nettoyée. Le parfait lissage de la catégorie 3 laisse place à une nouvelle surface plus irrégulière. L'échantillon a sans doute évolué hors de la base de l'estran, dans une zone moins impactée par le mouvement des marées.
- *Catégorie 6* : il s'agit de la phase d'altération la plus avancée. Le film siliceux a disparu, la surface est grumeleuse à saccharoïde. C'est un faciès nécrotique : on peut gratter la surface avec l'ongle. La matrice a perdu la quasi-totalité de sa densité. La nécrose est importante et la texture n'est pas identifiable. C'est le seul faciès auquel on ne peut donner une origine précise.

Deux types de matrices sont observables (a et b), révélant des processus distincts en fonction du cadre textural initial des matériaux et des environnements dans lesquels ils ont successivement résidé :

- Le type a, minoritaire, pour lequel le rapport quartz/calcedonite reste inchangé ;
- Le type b, pour lequel le rapport quartz/calcedonite est modifié.

On note toutefois des points communs : les grandes sphérolites de calcédonite évoluent vers des mégaquartz pétaloïdes (figure 4 : 3) et les plages de micro-calcedonite désordonnées semblent évoluer vers une texture faite de microquartz en mosaïque (figure 4 : 4). Ces remplacements ou réorganisations préservent partiellement les microstructures antérieures et des formes fibreuses de silice se développent d'abord, puis se sont des formes cristallisées.

Les plages de mégaquartz font partie de la composition du type b (figure 4 : 5, 6). Ce type de texture est quasi-absent dans les sources de silex primaires et sub-primaires (figure 4 : 1, 2). Les sphérolites sont minoritaires et les formes minérales anciennes (phosphates, carbonates et fluorapatite) sont majoritairement pseudomorphosées en silice. Ce microfaciès est proche de celui des silex résidant dans le réseau hydrographique mais s'en distingue par un appauvrissement en calcédonite. L'évolution minéralogique du MF15a, par exemple, est marquée par une augmentation des microquartz au sein de la matrice et des mégaquartz en

remplissage des éléments figurés et des fissures ; les boxworks sont plus nombreux et leurs parois sont tapissées de cristaux de microquartz entourant les mégaquartz au centre. Il s'agit là d'un autre trait discriminant pour reconnaître les silex ayant transité en milieu marin de ceux collectés dans les colluvions où les boxworks restent complètement vides et de ceux collectés en alluvions où ces derniers sont seulement tapissés de microquartz. Du point de vue archéologique, la présence systématique de mégaquartz est donc un marqueur pertinent pour distinguer les silex collectés sur le littoral mésétien de ceux collectés dans des sources sub-primaires ou colluviales de l'hinterland.

Figure 4 :

3. APPLICATIONS À LA PRÉHISTOIRE ANCIENNE DE LA MESETA

Le travail de caractérisation des échantillons géologiques a permis de replacer dans l'espace et le temps les différents faciès gîtologiques des silex phosphatés du plateau de Khouribga et sert de référentiel pour l'analyse pétroarchéologique du mobilier des sites mésétiens. Cinq séries issues de sites majeurs pour la préhistoire régionale ont été abordées avec ce référentiel.

3.1. L'Unité L de la Carrière Thomas I à Casablanca

Les premiers témoins incontestables d'une présence humaine ancienne dans la région appartiennent à l'Acheuléen ancien africain que nous appelons le *Premier Acheuléen Régional* (PAR) (Raynal et al., 2017) et datent d'environ 1,3 Ma (Gallotti et al., 2021). Cette trouvaille de l'Acheuléen le plus ancien de Casablanca n'est intervenue qu'en 1985 (Raynal et Texier, 1989), dans des dépôts de la carrière Thomas I, dénommés alors L, formés de sables à stratification entrecroisée, déposés dans une dépression littorale formant un plan d'eau plus ou moins pérenne et surmontés de sables éoliens traduisant une possible aridification, à tout le moins locale, suivie d'une phase de développement d'un sol rubéfié. Ces dépôts présentent une extension reconnue de plusieurs milliers de mètres carrés (figure 5). Les très rares restes fauniques appartiennent principalement à *Hippopotamus*, *Elephas* et *Equus*. Une dent de *Kolpochoerus*, probablement *K. maroccanus*, s'accorde avec l'âge Pléistocène ancien. Quelques dents de rongeurs (*Paraethomys* et *Gerbillus*) ont été recueillies (Geraads, 2002).

Figure 5.

L'outillage de pierre associé aux restes animaux a été trouvé dans les sous-unités stratigraphiques L1 et L5. Les artefacts lithiques de l'unité L sont composés de roches tenaces paléozoïques (3373 pour L1 et 1228 pour L5), principalement des quartzites disponibles en abondance dans les sources locales primaires et secondaires, et des silicites (472 pour L1 et 60 pour L5) disponibles dans les sources secondaires proches du site. Les deux sous-unités ont aussi livré des galets naturels (562 galets pour L1 et 27 pour L5 en silicites ; 3115 galets pour L1 et 159 galets pour L5 en roches tenaces). Un échantillon de 95 objets en silicites de L1⁶ a fait l'objet d'une étude approfondie des surfaces et des zones internes qui a permis de les rapporter à quatre types de silex du plateau de Khouribga (MF 15a, MF 15b, MF 25 et MF 4). Tous ont été transportés sous des régimes différents et ont été intégrés en milieu marin, probablement à différentes époques. Leurs surfaces ont enregistré des processus d'altération qui oblitérent largement les stigmates mécaniques d'origine fluviatile. Ces objets ont été collectés dans des sources secondaires riches en petits galets (de 40 à 70 mm maximum), avec des indices d'aplatissement, d'émoussé et de dissymétrie similaire. La quasi-totalité a donc été collectée dans une paléozone côtière, lieu d'un brassage de faible à moyenne intensité (intertidal et/ou infratidal). Les aspects préservés sur la face naturelle des objets sont en tous points comparables à ceux des surfaces des galets des plages actuelles, non loin du site.

L'industrie de L1, la plus ancienne, a fait l'objet d'une étude technologique détaillée. Cet assemblage illustre un objectif technique principal de production de *large cutting-tools*, principalement des outils bifaciaux, rarement trifaciaux, en quartzite manufacturés principalement sur de gros galets, mais aussi sur des gros éclats de galet ou de bloc collectés à proximité immédiate. L'assemblage en quartzite comporte également des éclats de petits et moyens modules produits avec plusieurs méthodes de débitage (unifaciaux, bifaciaux, multifaciaux et discoïdes) et des galets avec des traces de percussion. La production en silex est exclusivement issue de l'exploitation de petits galets pour détacher de très petits éclats selon les mêmes méthodes que pour le quartzite, par percussion directe (figure 6 : 1-10, 12) ou par percussion bipolaire longitudinale sur enclume (figure 6 : 11). En parallèle, des petits galets de silex allongés ont été sélectionnés pour la production de pseudo-lamelles, selon un processus bien spécifique. Ces petits galets sont d'abord fendus (« split ») selon leur plan transversal, posés sur l'enclume en utilisant la fracture transversale pour les stabiliser puis débités au long d'une rotation semi-périphérique du nucléus à l'aide de la technique bipolaire afin d'en extraire des éclats laminaires (exploitation semi-périphérique bipolaire sur enclume ;

⁶ L'étude des silicites de L5 est en cours.

figure 6 : 13-23). Ce comportement, pour la première fois signalé dans l'Acheuléen ancien africain (Gallotti *et al.*, 2020), illustre le choix délibéré d'un matériau pour une production spécifique dont l'utilisation reste pour le moment inconnue.

Figure 6.

Les quartzites utilisés proviennent des environs immédiats du site mais les silex retrouvés ont donné quelques indications supplémentaires sur le litho-espace (Delvigne *et al.*, sous presse) des porteurs du PAR : les quatre types de silex trouvés à ThI-L1 révèlent un long stade d'évolution dans le milieu marin dont les traces ont été fortement effacées par une altération postérieure. Cela signifie **1)** que les galets proviennent de dépôts marins aujourd'hui disparus (ou inaccessibles à l'observation) très proches de leur dernier lieu de fossilisation (l'Unité L1) et qu'un transport successif dans des eaux continentales n'a pas laissé de stigmates ou **2)** que l'altération post-dépôt dans le site a effacé les stigmates des différentes phases prédépositionnelles ou **3)** que le préhistorique les a prélevés directement sur des plages marines (non encore localisées) ou dans des dépôts légèrement dérivés restant encore à identifier. Le litho-espace déduit est donc de faible superficie, quelques kilomètres carrés, sans doute bien plus restreint que l'espace réellement parcouru pour les autres activités de subsistance. Ce résultat est en accord avec ce qui a été observé ailleurs pour l'Acheuléen ancien mais ici le site ne peut être relié à aucun autre et rien ne permet d'aller plus avant dans les interprétations en termes de parcours des espaces de subsistance ; les caractères de la sédimentation indiquent des variations de la nappe d'eau du marais tandis que la répartition au sol des vestiges plaide pour des activités temporaires (saisonniers ?) sur ses rives.

3.2. La Grotte des Rhinocéros de la carrière Oulad Hamida 1 à Casablanca

Le Second Acheuléen Régional est déjà pleinement constitué autour de 0,7 Ma selon les datations les plus récentes (Daujeard *et al.*, 2020) et le site de référence en est à ce jour la Grotte des Rhinocéros de la carrière Oulad Hamida 1, révélée en 1991 (Raynal *et al.*, 1993) (figure 7). Elle doit son nom à l'abondance des vestiges de rhinocéros identifiés dès le premier jour des investigations. Divers types de quartzites et de roches tenaces forment l'essentiel des approvisionnements en matière première lithique et leur collecte locale ne fait aucun doute. Le matériel lithique recueilli dans les unités inférieures de la cavité est caractérisé par une production de pièces bifaciales et d'éclats par des méthodes variées (Raynal et Mohib, 2016). La prédétermination du débitage n'est pas encore attestée. Il s'agit

d'une production d'éclats destinés à une utilisation très vraisemblablement expédiente et leur taux de transformation par la retouche est très faible (3,8%). Une autre part résulte du façonnage de grands outils sur galets, blocs ou gros éclats (*large cutting tools* et *heavy duty tools*) et a probablement également donné lieu à utilisation également expédiente. Le nombre d'éclats récoltés suggère qu'une large part du façonnage des objets lourds et de la mise en forme de certains nucléus soit intervenue sur le lieu de collecte de matière ou à proximité de la cavité, voire à l'intérieur mais dans ce cas hors de la zone fouillée. Les quelques remontages réalisés ne sont pas en l'état d'un grand secours cognitif.

Figure 7.

Le matériel en quartzite et roches tenaces est accompagné de manière anecdotique de silicites collectées sous la forme de galets (14) et transformées en nucléus (11), d'éclats (29) et d'éclats retouchés (9). Ces matériaux sont originaires du Plateau des Phosphates dans l'hinterland à 100 km à vol d'oiseau de Casablanca. Mais ils ont connu un transit colluvial et fluvial, puis une reprise par les courants marins et ils ont terminé leur parcours dans des formations littorales. Ils ont été transportés sur les mêmes distances mais par des vecteurs et des régimes différents, et ils montrent des transformations différentes. Ils n'ont pas été intégrés dans le milieu marin à la même période et ces différents facteurs mécaniques et chimiques sont à l'origine des différentes textures rencontrées. Ce sont des silex qui proviennent de gîtes secondaires de même type où se rencontrent des galets de petite taille (de 40 à 70 mm maximum), aux indices d'aplatissement, d'émoussé et de dissymétrie similaire. La quasi-totalité a été collectée en zone littorale, siège en phase terminale d'un brassage peu intense. Nous pouvons en conclusion reconstituer le cheminement suivant pour ces matériaux : un transport des silex en milieu aquatique, le dépôt d'une pellicule siliceuse (première période de stockage), une reprise des activités mécaniques, un nouveau dépôt de silice (seconde période de stockage), l'altération de la pellicule tardive en milieu infratidal / intertidal et enfin la collecte par l'homme dans un faible rayon autour du site. Cet approvisionnement local n'apporte cependant aucune information sur l'extension réelle des espaces occupés/parcourus par les hominines au début du Second Acheuléen Régional.

3.3. L'unité 4 du Complexe continental de la Grotte à Hominidés de la Carrière Thomas I à Casablanca

Des collectes désordonnées de faune et d'industrie ont eu lieu dans cette carrière jusqu'en 1963, date à laquelle une mandibule humaine a été découverte par Philippe Beriro (Ennouchi, 1969). D'autres fossiles humains ont été découverts depuis et sont référencés comme *Homo sapiens* archaïques (Hublin, 1991, 2001). La faune, très bien conservée, est dominée par les carnivores qui sont les premiers agents de l'accumulation d'os dans le site. Dans certaines parties de la grotte, les artefacts, la faune et les fossiles humains ont été mélangés par le ruissellement. Les mesures OSL ont fourni une estimation d'âge d'environ 0,4 Ma (Rhodes et al., 2006) et une datation directe à 0,5 Ma a été obtenue sur une prémolaire d'hominidé (Raynal et al., 2010, 2011). Les études paléomagnétiques récentes (Gallotti et al., 2021) indiquent une polarité normale pour les dépôts de la cavité.

Les observations sur les collections anciennes (Geraads et al., 1980) ont été confirmées par les fouilles modernes : un assemblage lithique du Pléistocène moyen du Second Acheuléen régional a été retrouvé dans les unités 3-4-5. Il est en grande partie réalisé sur des galets de quartzite, principalement orienté vers une production *in situ* d'éclats de taille moyenne réalisés à travers une variabilité de modalités de débitage. Certains nucléus ont été transformés en choppers. De petits galets de silicite ont également été débités par des techniques de percussion directes et bipolaires (figure 8). On note en outre l'introduction dans la cavité d'objets résultant d'une chaîne opératoire bifaciale sur quartzite conduite hors de la grotte (Raynal et al., 2009, 2010, 2011, 2017).

Dans ce niveau, 62 objets lithiques en silicite ont été découverts et 45 ont été caractérisés de manière approfondie. Il s'agit à l'origine de galets de silicite de petites dimensions (30 à 90 mm) dont les indices d'aplatissement, d'émoussé et de dissymétrie présentent de fortes similitudes avec ceux des objets observés dans l'Unité L de la même carrière, beaucoup plus ancienne. Ce sont des silex qui proviennent du plateau de Khouribga, avec les types MF 15b (riche en grains de phosphate), MF 15a (à grains de phosphate moins nombreux), MF 4 (géode de calcédonite) et enfin MF 25 (à lumachelles) présent au toit du Lutétien. Ces silex ont été dégagés de leur roche porteuse et transportés par l'Oued Zamrina jusque dans les formations littorales. Ce parcours colluvial et fluvial a fortement transformé leurs surfaces et leurs matrices. Leurs surfaces sont lisses et portent des patines brunes à beiges ; elles présentent des traces de dissolutions intenses et de forts émoussés. Cette association témoigne d'une origine marine et d'une évolution tardive en milieu continental. Les cônes hertziens générés par les chocs dans le domaine marin sont très discrets et souvent effacés par la dissolution. Les processus d'origine chimique recouvrent de façon systématique les stigmates d'origine mécanique. Ces états de surface traduisent une altération post-

dépositionnelle moindre que celle identifiée sur les surfaces des silex de l'Unité L de la même carrière ; ils sont comparables à ceux observés sur les galets de silicite de la *Formation de Dar Bouazza* du Pléistocène supérieur ou de la *Formation d'Anfa* du Pléistocène moyen mais ils permettent de postuler une collecte dans des formations littorales plus anciennes, sur deux gîtes secondaires multiples⁷ au moins, dans un environnement proche du site archéologique, mais non encore identifiés. Ce choix de gîtes à ressources multiples indique un comportement structuré, fruit d'une bonne connaissance des ressources minérales disponibles.

Figure 8.

3.4. Le premier MSA du Djebel Irhoud à Tleta Irhoud

Cette grotte ouverte dans le Djebel Irhoud (592 m), à l'extrémité occidentale du massif minéralisé des Jebilet (Huvelin, 1966, 1977), a livré les premiers hommes modernes d'Afrique (Hublin *et al.*, 2017), porteurs d'un outillage en silicite rapporté à une phase initiale du Middle Stone Age, vers 315 ka (Richter *et al.*, 2017). Afin d'élargir les premières observations sur les matériaux utilisés réalisées par J. Tixier et R. Bayle des Hermens lors de leurs fouilles de 1967 et 1969 (Hublin *et al.*, 1987), nous avons conduit en 2004 et 2006 une prospection méthodique sur une cinquantaine de kilomètres autour du site intéressant :

- les formations jurassiques qui ceinturent à l'Ouest le massif d'Irhoud ;
- les formations paléogènes des Meskala au Sud (région de Chichaoua) et du Ganntour au Nord-Est (région de Chemaia) ;
- les alluvions des oueds affluents de rive droite de l'Oued Tensift ;
- les alluvions des oueds affluents de rive gauche de l'Oued Tensift ;
- les alluvions de l'Oued Tensift ;
- les glacis plio-quaternaires en rive gauche du Tensift.

Un classement des différentes sources primaires a été effectué en fonction de leur distance minimale par rapport au site : les « jaspes » en filon dans les schistes d'Oulad-Abou, les silicifications secondaires dans le Jurassique d'Ouled-Chaïb (à moins de 5 km), les silicites du Maastrichtien, Sélandien (Montien), Thanétien, Yprésien et Lutétien de Khiyyat (à 30 km environ du site) (figure), les silex maastrichtiens des grands plateaux du Ganntour (à plus de 50 km).

⁷ Gîte secondaire multiple de silicite : formation superficielle dans laquelle des silicites d'origines différentes, sans rapport direct avec leurs roches-mère, forment un cortège pétrographique varié résultant de mécanismes géologiques et/ou géomorphologiques diachrones.

On a ainsi constitué un référentiel de 200 échantillons provenant de 40 gîtes, représentatif de chaque type génétique de silicite à tous les stades de son évolution dans les différents lieux de sa résidence (sub-primaire, glacis, autres formations de versant, alluvial). Ils ont été examinés selon le protocole exposé *supra*, complété d'analyses aux infrarouges qui confirment des transformations minéralogiques épigénétiques contrôlées essentiellement par les processus d'altération post-génétique.

La diagnose de 333 artefacts (sur 657 issus des fouilles récentes selon Mc Pherron *et al.*, 2019) a permis de distinguer un type d'approvisionnement fondé principalement sur l'acquisition de matières premières provenant de sources relativement proches. La source principale utilisée, relativement circonscrite, correspond à la région de Djebel Khiyyat, près de Chichaoua, à 30 km environ au sud du site ; il s'agit d'un gîte multiple avec des silicites en position primaire, sub-primaire et secondaire, provenant des formations paléocènes et éocènes. L'Oued Tensift semble avoir fourni lui aussi régulièrement de la matière première. Les autres matériaux transformés sont strictement locaux, originaires du socle paléozoïque des Djebilet et ne représentent que 15 % du corpus. On note en outre l'absence des silicites présentes localement dans les calcaires jurassiques. Les occupants d'Irhoud délaissent donc les sources proximales et importent des silicites d'origines stratigraphiques distinctes, collectées essentiellement dans des formations superficielles, sur la rive gauche du Tensift, à un ou deux jours de marche au plus.

L'étude des états de surface post-dépositionnels a révélé le bon état de conservation du mobilier lithique et de ce point de vue, nous n'avons pas constaté de différence manifeste entre les unités archéologiques. Dans son ensemble le mobilier est donc peu impacté par les processus naturels post-dépositionnels. Les stigmates habituellement liés aux écarts de température sont absents. Les effets des altérations mécaniques contrôlées par les déplacements (chocs, émoussés ou frottements) sont absents sur les surfaces, rares sur les nervures et peu fréquents sur les bords. Les traces d'altération liées aux cycles associant lessivage/dessiccation sont faibles. Ces indicateurs suggèrent un faible remaniement des objets et un rôle réduit des processus chimiques. La chauffe – *a priori* accidentelle – d'environ un quart des objets en silicite et la réutilisation d'artefacts plus anciens dont un, au moins, porte des retouches postérieures à la chauffe, sont les phénomènes de transformation les plus marquants (figure 9). Ces deux points avaient déjà été mis en exergue lors des travaux antérieurs (Ennouchi, 1966, 1968). En outre, le degré de chauffe de ces silex a pu être caractérisé et a permis une sélection pertinente d'objets pour la production des dates par thermoluminescence (Richer *et al.*, 2017).

Figure 9.

Le site du Djebel Irhoud, situé près du sommet d'un massif dont la morphologie s'impose dans le paysage à plusieurs kilomètres de distance, possédait très probablement un statut particulier au sein du « réseau de lieux » (Delvigne et Raynal, 2021) de ses occupants temporaires. Notre approche, tenant compte de l'évolution des silicites, établit une stratégie d'acquisition privilégiant la zone du Djebel Khiyyat, centrée à 30 km environ au sud du site, où nous avons identifié à Sidi M'Barek (38 km du site) un atelier de débitage avec production Levallois. Ceci explique certainement en partie le déficit en nucléus observé dans les différentes séries provenant du gisement (Mac Pherron *et al.*, 2019).

3.5. Le plein MSA de la Grotte des Gazelles à Dar Bouazza

Les silicites sous leurs différentes variétés sont devenues le matériau-mode du *Middle Stone Age*, dès ses premiers moments (*supra*) et donc ici en Chaouia. La Grotte des Gazelles est située sur la gauche de la route côtière joignant Dar Bouazza à la plage de Al Hajra Al Kahla (plus connue sous le nom de Tamaris) (figure 10). Elle doit son nom à l'abondance des vestiges de gazelles identifiés dès le premier jour des investigations, le 11 juin 2005, au cours d'opérations de surveillance routinière et a fait depuis l'objet de plusieurs interventions archéostratigraphiques (Bougariane *et al.*, 2010 ; Geraads *et al.*, 2010 ; Daujard *et al.*, 2011 ; Rué *et al.*, 2013, 2016a et b).

Figure 10.

Dans la série recueillie en 2007, nous avons caractérisé 63 objets archéologiques en silicite. Trois types génétiques différents de silex ont été identifiés : le MF 15a largement majoritaire, le MF 25 (à lumachelle) et une seule pièce totalement inconnue dans les autres séries, riche en débris de gastéropodes et dont la provenance reste à déterminer. En outre, nous avons distingué sept types de néocortex qui correspondent à autant de points de collecte :

- *Néocortex 1* : la surface est irrégulière et porte les traces d'une phase aquatique ancienne peu ou pas transformée. On note l'absence de traces de chocs hertziens et de plages de dissolution plus récentes. Rien sinon l'étude du référentiel local ne permet de classer cet exemple dans la catégorie des silex marins ;

- *Néocortex 2* : la surface est irrégulière, elle porte les stigmates d'une phase aquatique ancienne à gradient de polissage fort. Cette dernière est entaillée par une série de chocs récents violents, eux-mêmes à gradients de polissage. On remarque, la présence de rares plages de dissolution qui creusent par endroit la pellicule. La patine jaune est sans doute liée à la phase aquatique la plus ancienne. On peut rattacher ce type à la catégorie 2 définie à partir des échantillons géologiques (voir infra) ;
- *Néocortex 3* : la surface est lisse et propre, elle porte le plus souvent une patine blanche forte. Elle est recouverte par une pellicule épaisse et uniforme qui homogénéise la périphérie de l'objet. On note la présence très discrète d'une phase de transport aquatique ancienne entaillée par de rares traces de chocs récents. Ce type est fréquent dans le conglomérat induré présent sur les plages de Dar-Bouazza. Il s'agit donc, d'un faciès fossilisé depuis la formation de ce dépôt superficiel récent. Ce type est similaire aux échantillons géologiques classés dans la catégorie 3 (voir infra) ;
- *Néocortex 4* : la surface est plus ou moins régulière. L'aspect général reste proche de la surface 3. L'élément discriminant est la présence de dépôts de silice qui recouvrent les surfaces plus anciennes. Outre les mêmes types de stigmates diachroniques présents en surface 3, on note la quasi-absence des surfaces de dissolution. Le type a été rattaché de la catégorie 4 (voir infra) ;
- *Néocortex 5* : la surface est lisse mais porte de nombreuses plages de dissolution. Il s'agit de néocortex de surface 3 ayant subi une hydrolyse importante. Comme pour la catégorie 3 la surface aquatique ancienne a entièrement disparue. Les échantillons de ce groupe ont acquis une morphologie périphérique quasi homogène mais l'altération transforme progressivement cette surface. Le lissage parfait antérieur laisse la place à une nouvelle surface plus irrégulière. Le type a été rattaché de la catégorie 5 (voir infra) ;
- *Néocortex 6* : il s'agit de la phase d'altération la plus avancée, la pellicule siliceuse a disparu, la surface est grumeleuse à saccharoïde. Nous sommes en présence d'un faciès nécrosé à très nécrosé, le glaçage, ou plutôt la quartzification périphérique a totalement disparu. On raye la surface avec l'ongle. La matrice a perdu la quasi-totalité de sa densité. La nécrose est importante à totale et la texture est non identifiable. Il s'agit du seul faciès auquel on ne peut pas donner une origine, il correspond à notre catégorie géologique 6 (voir infra) ;
- *Néocortex 7* : la surface de ces silex est peu modifiée ; seules les parties saillantes portent des traces de chocs liés au déplacement et l'on n'observe aucun stigmatisme lié au transport

dans un réseau hydrographique. Ce type est absent de la série d'échantillons collectée par nos soins au sein des formations littorales.

Ces silex (sauf le groupe néocortical 7) ont subi des transformations importantes en milieu continental et surtout en milieux aquatiques. Tous ont été transportés sur les mêmes distances mais par des agents et des régimes différents. Ils n'ont pas non plus été intégrés au milieu marin à la même période. Ces facteurs mécaniques, chimiques et chronologiques sont à l'origine des différentes textures rencontrées.

La grande majorité des silex abandonnés dans la grotte ont donc des origines locales. Les plages au sud de Casablanca contiennent un grand nombre de galets de silex de petite ou moyenne dimension (de 2 à 10 cm) et plusieurs types de surfaces correspondant à plusieurs stades évolutifs et diachroniques y sont réunis dans une même zone de collecte potentielle : cette situation actuelle constitue un référentiel transposable aux situations fossiles. Mais, associé à ces catégories à façonnage marin, nous avons reconnu un néocortex de surface et /ou de glaciaire (le n° 7) qui indique une collecte lointaine en direction des plateaux phosphatés, 100 km à vol d'oiseau vers l'est dans la région de Khouribga (Fernandes et Raynal, 2014).

L'essentiel des silex utilisés à Dar Bouazza ont donc été collectés principalement non loin de la grotte, sur une zone supratidale à infratidale, cependant une source en position primaire ou sub-primaire a été prélevée au sein du Plateau des Phosphates. Ceci confirme la mobilité des hommes du Middle Stone Age et apporte des éléments chiffrables sur leurs déplacements. Il s'agit, pour les sites du Middle Stone Age de la Meseta, du premier indice avéré de déplacements anthropiques de matière entre l'hinterland et la côte dans un modèle général de subsistance de type logistique au sein d'un vaste espace parcouru.

4 – DISCUSSION

L'espace mésétien offre une structure géologique relativement simple du point de vue des ressources en matériaux disponibles pour la taille des outillages lithiques : d'une part, des roches tenaces variées du socle paléozoïque et d'autre part des silicites rares en provenance du Mésozoïque (Jurassique moyen et Crétacé supérieur), particulièrement abondantes dans le Cénozoïque (domaine de la sédimentation phosphatée du Néogène) et à ses produits de démantèlement plio-quadernaires. En dehors des zones d'affleurement du Cénozoïque, on ne trouve donc que des gîtes secondaires de silicite en provenance de l'hinterland et les séries étudiées en Chaouïa, dans la région de Casablanca, le confirment pleinement.

Si au cours du Premier et du Second Acheuléen, le façonnage des macro-objets et la production d'éclats sont, à Casablanca, réalisés exclusivement sur quartzite, il n'en est pas de même en d'autres régions du Maroc où les sources primaires de silex sont abondantes. En moyenne, à Moulouya par exemple, le substratum mésozoïque du Crétacé supérieur offre une variété de silicite qui a été largement employée et plusieurs sites inscrits dans la séquence stratigraphique locale du Pléistocène ancien et moyen l'attestent (Lefèvre, 1985). Mais au sud du Maroc, sur la marge nord-saharienne, ce sont les quartzites qui constituent comme à Casablanca, le matériau principal des séries acheuléennes et seuls des galets de silicite de petite taille sont débités pour la production d'éclats (Boudad *et al.*, 2019). Dans le Rif oriental, ce sont des roches tenaces, volcaniques cette fois, qui constituent l'essentiel des matériaux utilisés dans l'Acheuléen des sites d'Ammorene avec de rare silicites non sourcées (Jebb-Albaba, 2020). Cependant, l'utilisation des galets de silicite pour la mise en place d'une production pseudo-lamellaire dès 1,3 Ma dans l'Acheuléen ancien de Casablanca, si elle reste à ce jour un comportement technique isolé, est d'une importance cognitive certaine. Cette production est très probablement motivée par des activités spécifiques liées aux propriétés du tranchant des silicites mais qui sont pour l'instant inconnues. Au-delà des implications fonctionnelles, ce processus de production a de larges implications sur la connaissance actuelle des comportements techniques dans l'Acheuléen africain. La principale nouveauté est la production pseudo-lamellaire elle-même dans un techno-complexe acheuléen à forte tendance macrolithique. Une autre innovation est l'adoption de la technique bipolaire sur enclume pour obtenir ces produits allongés. Habituellement, l'utilisation de cette technique a été expliquée comme une réponse aux contraintes des matières premières afin d'exploiter au maximum les petits galets (Hayden, 1980 ; Pargeter and Shea, 2019) et elle est parfois considérée comme l'expression d'une moindre habileté technique (Devriendt, 2011).

Dans le premier Acheuléen casablançais, *a contrario*, l'adoption d'une technique bipolaire sur enclume pour un processus technique spécifique et à partir d'une matière première tout autant spécifique, a nécessité le respect de prérequis géométriques et techniques et un savoir-faire plus avancé qu'attendu. La production pseudo-lamellaire de ThI-L1 semble être épisodique à la fin du Pléistocène inférieur et n'est pas suivie d'une production similaire. La première apparition de nouvelles stratégies techniques, quoique sporadiques, n'est pas importante parce qu'elle indique des fonctions cognitives plus complexes, mais parce qu'elle démontre que les hominés possédaient un savoir-faire technique pour inventer de nouvelles solutions lorsqu'ils en avaient besoin. Les stratégies techno-économiques du premier

Acheuléen africain s'avèrent beaucoup plus flexibles et diversifiées que la simple production des LCT semble documenter.

Sous-jacentes à l'usage des matériaux pour la confection des outillages, les questions d'espaces parcourus et de « territoires » trouvent encore peu de réponses pour les différentes périodes considérées en Meseta, les sites étudiés dans cette perspective susceptibles de fournir des réponses étant encore trop peu nombreux.

Pour le Premier Acheuléen, l'aire de collecte des matériaux (le litho-espace) apparaît de faible superficie, probablement quelques kilomètres carrés, sans doute en cohérence avec l'espace de subsistance à un moment donné, mais probablement sans rapport avec la globalité de l'espace vital des hominines. Les caractères de la sédimentation indiquent des variations de la nappe d'eau du marais tandis que la répartition au sol des vestiges plaide pour des activités temporaires (saisonniers ?) sur ses rives. Ce résultat est d'ailleurs en accord avec ce qui a été observé ailleurs pour l'Acheuléen ancien et rien ne permet d'aller plus avant dans les interprétations en termes de parcours des espaces de subsistance.

Il en va de même pour le Second Acheuléen : les acquisitions de matériaux dans la Grotte des Rhinocéros ne caractérisent que des espaces très locaux de récoltes, proches sinon identiques, à ceux du Premier Acheuléen, alors que la diversité de la riche faune mammalienne associée illustre l'abondance des ressources disponibles dans une mosaïque de biotopes locaux incluant le littoral. En matière de comportements, soulignons à nouveau la prise de possession du milieu souterrain (Daujeard *et al.*, 2020), illustrée ici dès 0,7 Ma au moins : munis d'un outillage de pierre caractérisé par une production très diversifiée de pièces bifaciales et d'éclats par des méthodes variées, les hominines fréquentent l'espace souterrain pour différentes activités de subsistance (traitement de carcasses (partage ?) et consommation de viande) ; toutefois, l'usage des cavités par différents autres carnivores laisse planer un sérieux doute quant au statut des grottes comme espaces de protection pour les hominines. Est-ce l'indice d'une appropriation plus marquée d'espaces différenciés de vie et d'activités, l'amorce d'un réseau de lieux au sein d'un territoire perçu comme tel ? Le même attrait pour l'espace troglodyte est peut-être perceptible avec l'occupation de la Grotte à Hominidés de la Carrière Thomas I, mais dans un contexte de partage conflictuel avec les différents carnivores (Daujeard *et al.*, 2016).

Le site du Djebel Irhoud offre une fenêtre sur les comportements des premiers porteurs du MSA au nord de l'Afrique. Il représenterait une occupation courte spécialisée (orientée vers la chasse), dans un système de mobilité logistique (Mc Pherron *et al.*, 2019) ; le nombre élevé de restes humains dans un lieu à potentiel géosymbolique fort questionne cependant

cette interprétation très fonctionnelle. Quoi qu'il en soit, les silicites utilisées dressent la carte d'un litho-espace parcouru selon des déplacements logistiques vraisemblablement courts, mais aucune cependant ne nous renseigne sur les relations à plus grande distance de ces hominines du premier MSA mésétien, *a fortiori* sur l'étendue de leur réseau de lieux, donc de leur territoire réel.

A l'image de la Grotte des Gazelles, les territoires de subsistance des Moustéro-Atériens du MSA récent sont tout autant difficiles à définir, mais on peut inférer qu'ils se superposent, voire dépassent, le litho-espace reconstruit d'après la localisation des sources des matériaux taillés qui, comme à Casablanca, incluent encore les quartzites locaux (El Hank, Antoine, 1932). Le litho-espace est alors englobé dans un territoire de subsistance plus vaste, *a minima* toute la Chaouia, entre Oum-Er-Rbia au sud et à l'est, Oued Cherrat au nord et Tadla au sud-est (figure 2), mais il déborde progressivement sur le plateau continental exondé suite à l'abaissement océanique lors de l'englacement aux hautes latitudes. Lors du maximum glaciaire, vers la fin du MSA et au début de l'Ibéromaurusien, le rivage se trouve en effet à plus de 25 km vers l'ouest (Cirac *et al.*, 1979) mais en Meseta septentrionale (Campmas *et al.*, 2018), comme ailleurs en Afrique (Smith G. M. *et al.*, 2019), le litho-espace fait l'objet d'une exploitation des ressources littorales et c'est sans doute là que se trouvent les sources secondaires de certaines silicites utilisées. Les quelques sites de cette période étudiés à Casablanca ne sont pas des habitats saisonniers, encore moins permanents ; les espaces de subsistance qu'ils permettent de cerner ne sont sans doute pas l'expression de territoires culturels ; ils ne représentent que des points d'arrêt signifiants dans un très vaste dispositif supra-régional de territoires-réseaux dont tout reste à décrypter à l'échelle du Maghreb.

5 – CONCLUSIONS

Les silicites, et particulièrement les silex du Plateau des Phosphates, ont été employées au Maroc atlantique depuis les premiers moments de la longue archéo-séquence du Paléolithique ancien et moyen, mais leur utilisation prépondérante pour la confection des artefacts lithiques n'intervient en Meseta qu'avec le MSA. Connue depuis le début des recherches sur les sites atéro-moustériens en grotte ou en plein air, cet emploi n'avait toutefois fait l'objet d'aucune étude approfondie des provenances des différents géomatériaux utilisés. Cette lacune est désormais en partie comblée grâce aux fouilles récentes conduites dans plusieurs sites majeurs et l'application à la diagnose d'un protocole robuste. Il

est à souhaiter que ces travaux servent d'exemple et incitent à poursuivre l'étude des silicites dans d'autres régions du Maroc et au-delà, mais cela repose sur une méthode et des référentiels partagés.

Remerciements

Nos remerciements s'adressent aux co-responsables du programme international « Préhistoire de Casablanca », mené par Abderrahim Mohib et David Lefèvre, aux co-responsables du projet international *Djebel Irhoud*, mené par Abdelouahed Ben-Ncer et Jean-Jacques Hublin et à la société Paleotime qui a facilité les missions de Paul Fernandes et Mathieu Rué. Ces travaux ont été menés et soutenus par l'Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine (INSAP) du Ministère de la Culture, de la Jeunesse et des Sports/Département de la Culture du Royaume du Maroc, le Ministère de l'Europe et des Affaires Étrangères de France et le Laboratoire d'Excellence Archimède - Programme Investissements d'Avenir ANR-11-LABX-0032-01 - dans le cadre du nouveau projet Origines. Ils ont également bénéficié du soutien du Département de l'évolution humaine de l'Institut Max Planck, d'anthropologie évolutive de Leipzig (Allemagne) et de la Région Aquitaine dans le cadre des projets Origines antérieurs. Nous remercions également Vincent Delvigne et Pascal Tallet pour la PAO des figures 3 et 4.

Références

- Antoine M., 1932. Notes de Préhistoire Marocaine. V. Station moustérienne à quartzites du plateau de la carrière Martin à El-Hank. *Bulletin de la Société de Préhistoire du Maroc*, 6^e année, n°1-2, 23-46.
- Arambourg C. et Biberson P., 1956. The fossil remains from the Paleolithic of Sidi Abderrahman (Morocco), *American Journal of Physical Anthropology*, t. XIV, 467-489
- Biberson P., 1961. *Le Paléolithique inférieur du Maroc atlantique*. Publications du Service des Antiquités du Maroc, 17.
- Boudad L., Arzarello M., Guislain S., Oulmakki N., Lemjidi F., 2019. Le patrimoine préhistorique de la marge nord saharienne. Valorisation et cartographie des sites de plein air. *Hespéris-Tamuda* LIV (3), 89-107

- Bougariane B., Zouhri, S., Ouchaou B., Oujaa A., Boudad L., 2010. Large mammals from the Upper Pleistocene at Tamaris I “Grotte des gazelles” (Casablanca, Morocco): paleoecological and biochronological implications. *Historical Biology*, 22, 1, p. 295-302.
- Boujo A., 1976. *Contribution à l'étude géologique du gisement de phosphate crétacé-éocène des Ganntour (Maroc occidental)*. Strasbourg : Institut de Géologie – Université Louis-Pasteur, Sciences Géologiques, Mémoire 43.
- Bouzouggar A., 1997a. *Matières premières, processus de fabrication et de gestion des supports d'outils dans la séquence atérienne de la grotte d'El Mnasra I (ancienne grotte des Contrebandiers) à Témara (Maroc)*. Thèse de l'Université de Bordeaux 1, n°1681.
- Bouzouggar A., 1997b. Économie des matières premières et du débitage dans la séquence atérienne de la grotte d'El Mnasra 1 (ancienne grotte des Contrebandiers – Maroc). *Préhistoire Anthropologie Méditerranéenne*, 6, 35-52.
- Campmas E., 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 : *Animal symbolisé, animal exploité : du Paléolithique à la Protohistoire* [en ligne]. Paris : Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques, 24 p.
- Cayeux L., 1940. Considérations sur la silice et les silex des phosphates à Diatomées de l'Afrique du Nord. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, t. 211, n° 10, 169-171.
- Cayeux, L., 1950. *Les phosphates de chaux sédimentaires de la France métropolitaine et d'Outre-mer, t.3, Maroc-Afrique noire*. Publications du Service de la Carte Géologique de France, Paris.
- Cirac P., Faugères J.-C., Gayet J., 1979. Résultats préliminaires d'une reconnaissance sédimentaire du plateau atlantique marocain. *Bulletin de l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine*, 25, 69-81.
- Daujeard C., Geraads D., Raynal J.-P., Mohib 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. Évolution, biodiversité, interactions, mythes, symboles*. XXXI^{ème} rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. Sous la direction de J.-P. Brugal, A. Gardeisen, A. Zucker. Éditions APDCA, Antibes, 351-366
- Daujeard C., Geraads D., Gallotti R., Lefèvre D., Mohib A., Raynal J.-P., Hublin J.-J., 2016. Pleistocene Hominins as a Resource for Carnivores: A c. 500.000-Year-Old Human Femur Bearing Tooth-Marks in North Africa (Thomas Quarry I, Morocco). *PlosOne* 11, 4, e015228
- Daujeard C., Falguères C., Shao Q., Geraads D., Hublin J.-J., Lefèvre D., El Graoui M., Rué M., Gallotti R., Delvigne V., Queffelec A., Ben Arous E., Tombret O., Mohib A., et Raynal J.-P.,

2020. Earliest African evidence of carcass processing and consumption in cave at 700 ka, Casablanca, Morocco. *Scientific Reports*, 10:4761
- Delvigne V., Raynal J.-P., 2021. Espaces, areas, routes, sites. Reading Palaeolithic territories. In : Averbouh A., Goutas N et Méry S. dir. *Nomad lives : from Prehistoric Times to the Présent Day (Vies de nomades depuis les périodes préhistoriques jusqu'à nos jours)*, Collection "Natures en Sociétés, vol.4", Publications scientifiques du Museum national d'Histoire naturelle, Paris. p.245-261.
- Delvigne V., Lafarge A., Fernandes P., Pesesse D., Angevin R., Bindon P., Langlais M., Piboule M., Queffelec A., Tufféry C., Raynal J.-P., (sous presse). Quels territoires en Préhistoire ? Une analyse par réseaux de lieux pour penser l'espace au Paléolithique supérieur. In L. Mevel, A. Maier et M.-J. Weber (sous la dir.), *En mouvements. Mobilité des hommes, des objets et des idées entre le DMG et le début de l'Holocène*. Paris: Société Préhistorique Française.
- Devriendt I., 2011. Bipolar pieces. A question of function, raw material availability, or skill? A case study of the Neolithic sites at Swifterbant (The Netherlands). *Lithic Technology* 36, 177–188
- El Amrani 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 de Rabat* 34, 1-14.
- El Haddi H., 2014. *Les silicifications de la série phosphatée des Ouled Abdoun (Maastrichtien-Lutétien, Maroc) : Sédimentologie, Minéralogie, Géochimie et contexte génétique*. Université Hassan II de Casablanca, Faculté des Sciences Ben M'Sik.
- El Haddi H., Benbouziane A., Mouflih M., 2014. Geochemical Siliceous and Silicified Facies of Phosphate Series of Ouled Abdoun Basin (Morocco). *Open Journal of Geology*, 2014, 4, 295-302
- Ennouchi E., 1966. Le site du Djebel Irhoud (Maroc). *Actas del V Congreso Panafricano de Preistoria y de Estudio del Cuaternario*, II, 6, Publicaciones del Museo Arqueológico Santa Cruz de Tenerife, 53-59.
- Ennouchi E., 1968. Le deuxième crâne de l'homme d'Irhoud. *Annales de Paléontologie, vertébrés*, LIV, 117-128.
- Ennouchi E., 1969. Découverte d'un Pithécanthropien au Maroc. C. R. Acad. Sci. Paris, série D, p. 763-765
- Ernst W.G., Calvert S.E., 1969. An experimental study of the recrystallization of porcelanite and its bearing on the origin of some bedded cherts. *American Journal of Science*, 267, 114-133.
- Fernandes P., 2012. Itinéraires et transformations du silex : une pétroarchéologie refondée, application au Paléolithique moyen. Thèse, Université de Bordeaux.
- Fernandes P., Raynal J.-P., 2006. Pétroarchéologie du silex : un retour aux sources. *Comptes rendus Palevol* 5, 829-837.

- Fernandes P., Raynal J.-P., El Graoui M., 2007a. *L'espace minéral des hommes du Djebel Irhoud (Maroc) au Middle Stone Age*. Rapport intermédiaire 2007, 11 p.F
- Fernandes P., Le Bourdonnec F.-X., Raynal J.-P., Poupeau G., Piboule M., Moncel M.-H., 2007b. Origins of prehistoric flints : The neocortex memory revealed by scanning electron microscopy. *Comptes Rendus Palevol* 6, 557-568.
- Fernandes P., Raynal J.-P., 2014. Mobility of lithic raw materials in the Middle Stone Age of Morocco. *XVII World UISPP Congress, Burgos, 1-7 September 2014, session B51 Reconstructing human mobility in the Palaeolithic: building new frameworks*, Abstracts Book, 991.
- Fernandes P., Raynal J.-P., Mohib A., 2016. L'exploitation des ressources minérales par les hommes du Second Acheuléen régional (Grottes des Rhinocéros, Casablanca, Maroc). In : *Préhistoire de Casablanca I - La Grotte des Rhinocéros (fouilles 1991 et 1996)* (eds. Raynal, J.-P., Mohib, A., Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine, VESAM vol. VI, 145-154.
- Gallotti R., Mohib A., Lefèvre D., Raynal J.-P., (sous presse). L'Acheuléen africain vu de l'extrême Maghreb. In : Actes du Congrès Panaf 2018, *Bulletin d'Archéologie Marocaine*, Rabat, INSAP.
- Gallotti R., Mohib, A., Fernandes, P., El Graoui, M., Lefèvre, D., Raynal, J.-P, 2020. Dedicated core-on-anvil production of bladelet-like flakes in the Acheulean at Thomas Quarry I - L1 (Casablanca, Morocco). *Scientific Reports*, 10:9225
- Gallotti R., Muttoni G., Lefèvre D., Degeai J.-P., Geraads D., Zerboni A., Andrieu-Ponel V., Maron M., Perini S., El Graoui M., Sanz-Laliberté S., Daujeard C., Fernandes P., Rué M., Magoga L., Mohib A., Raynal J.-P, 2021. First high resolution chronostratigraphy for the early North African Acheulean at Casablanca (Morocco). *Scientific Reports*, 11 : 15340.
- Gentil L., 1912. *Le Maroc physique*. Paris, Alcan.
- Geraads D., 2002. Quaternary Mammalian Biostratigraphy of Atlantic Morocco. *Quaternaire*, volume 13, n° 1, 43-54
- Geraads D., Bériro P., Roche H. 1980, La faune et l'industrie des sites à *Homo erectus* des carrières Thomas (Maroc). Précisions sur l'âge de ces hominidés. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris 291, série D, 195-198.
- Geraads D., Raynal J.-P., Sbihi-Alaoui F. Z., 2010. Mammalian faunas from the Pliocene and Pleistocene of Casablanca (Morocco), *Historical Biology*, 22, 1, p. 275-285.
- Gigout M., 1951. Etudes géologiques sur la Méséta marocaine occidentale (arrière-pays de Casablanca, Mazagan et Safi). *Notes et mémoires du Service géologique du Maroc* 86, Rabat. Imprimerie Maroc-Matin, tome I : texte, 507 p.
- Hayden B., 1980. Confusion in the bipolar world: bashed pebbles and splintered pieces. *Lithic Technology* 9, 2-7.

- Hublin J.-J., 1991. *L'émergence des Homo sapiens archaïques : Afrique du Nord-Ouest et Europe occidentale*. Thèse, Bordeaux I.
- Hublin J.-J., 2001. Northwestern African Middle Pleistocene hominids and their bearing on the emergence of *Homo sapiens*. In: L. Barham et K. Robson-Brown *Huma Roots. Africa and Asia in the Middle Pleistocene*, Bristol, 99-121.
- Hublin J.-J., Tillier A.-M., Tixier J., 1987. L'humérus d'enfant moustérien (homo 4) du Jebel Irhoud (Maroc) dans son contexte archéologique. *Bulletin et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, t. 4, série XIV, n° 2, 115-142.
- Hublin J.-J., Ben-Ncer A., Bailey S., Freidline S., Neubauer S., Skinner M., Bergmann I., Le Cabec A., Benazzi S., Harvati K. et Gunz P., 2017. New fossils from Jebel Irhoud, Morocco and the pan-African origin of *Homo sapiens*. *Nature*, 8 June 2017, 546, 289-292.
- Huvelin P., 1966. Karsts minéralisés en barytine au Djebel Irhoud (Jebilet, Maroc). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 263 :328-331.
- Huvelin P., 1977. *Étude géologique et gîtologique du massif hercynien des Jebilet (Maroc occidental)*. Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc, 232 bis : 308 p.
- Jebb-Albaba M. D., 2020. *Acheulean in the Rif Mountains: Bifaces and other stone tools from the open-air sites of Ammorene I and Ammorene II*. *Journal of Global Archaeology*, DOI: <https://doi.org/10.34780/joga.v2020i0.1002>
- Knauth L.P., 1992. Origin and diagenesis of cherts: AN isotopic perspective. In: N. Clauer et S. Chaudhuri (Dir.), *Isotopic signatures and sedimentary records*. Berlin, Springer-Verlag (Ed.), p. 123-152.
- Lefèvre D., 1985. *Les formations plio-pléistocènes du bassin de Ksabi (Moyenne Moulouya, Maroc)*. Thèse de l'Université de Bordeaux.
- Lefèvre et Raynal, 2001
- Lefèvre D., El Graoui M., Geraads D., Rué M., Mohib A., Raynal J.P. (sous presse). Les paléolittoraux plio-pléistocènes de Casablanca. Cadre chronostratigraphique et paléogéographique de la Préhistoire ancienne du Maroc. In : Actes du Congrès PANAF 2018, *Bulletin d'Archéologie Marocaine*, Rabat, INSAP.
- Mc Pherron S. P., Režek Z., Ben-Ncer A., Hublin J.-J., 2019. The lithic assemblage old Djebel Irhoud. *Bulletin d'Archéologie Marocaine*, 24, 9-22.
- Masson A., 1981. *Pétoarchéologie des roches siliceuses, intérêt en Préhistoire*. Thèse, Université de Lyon.
- Mohib, A., Raynal, J.-P., Gallotti, R., Daujeard, C., El Graoui, M., Fernandes, P., Geraads, D., Magoga, L., Rué, M., Sbihi-Alaoui, F.-Z., Lefèvre, D., 2019. Forty years of research at Casablanca (Morocco): new insights in the Early/Middle Pleistocene archaeology and geology. *Hespéris-Tamuda*, Rabat, LIV (3), 25-56

- Morala, A., El Amrani El Hassani, I.E., Debénath A., 2012. Lithologie : données générales. In : El Hajraoui, M.-A., Nespoulet R., Debénath A. et Dibble H.L. (Eds.), *Préhistoire de la région de Rabat-Tamara*. V.E.S.A.M., Volume III, Rabat, 249-252.
- Morala A., El Amrani El Hassani I.E., Debenath A., 2012a. Lithologie des sites de la région de Rabat-Témara. In. El Hajraoui M.-A, Nespoulet R., Debénath A et Dibble H. L. (Eds.), *Préhistoire de la région de Rabat-Tamara*. VESAM, Volume III, Rabat, 82- 86.
- Morala A., ElAmrani El Hassani I.E., Debenath A., 2012b. Lithologie : données générales. In. El Hajraoui M.-A, Nespoulet R., Debénath A. et Dibble H. L. (Eds.), *Préhistoire de la région de Rabat-Tamara*. VESAM, Volume III, Rabat, 154-164.
- Niftah S., Debenath A., Miskovsky J.-C., 2005. Origine du remplissage sédimentaire des grottes de Témara (Maroc) d'après l'étude des minéraux lourds et l'étude exoscopique des grains de quartz. *Quaternaire* 16, 73-83.
- Pargeter J. et Shea J.J., 2019. Going big versus going small: Lithic miniaturization in hominin lithic technology. *Evolutionary Anthropology*, 1-14, <https://doi.org/10.1002/evan.21775>.2019.
- Rafi F.-Z., 2018. *Petroarchaeology research into the Aterian lithic raw materials of Bizmoun cave (Essaouira, Morocco)*. Rabat, Insap.
- Raynal J.-P., (sous presse). Lettre de Casablanca où fut trouvé *Homo darelbeidae*. In : Actes du Congrès Panaf 2018, *Bulletin d'Archéologie Marocaine*, Rabat, INSAP.
- Raynal J.-P. et Mohib A. (Eds), 2016. *Préhistoire de Casablanca. I - La Grotte des Rhinocéros (fouilles 1991 et 1996)*. Rabat, Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine, V.E.S.A.M., volume VI.
- Raynal J.-P., Geraads D., Magoga L., El Hajraoui M., Texier J.-P., Lefèvre D., Sbihi-Alaoui F.-Z., 1993. La grotte des Rhinocéros (Carrière OuladHamida 1, anciennement Thomas III, Casablanca), nouveau site acheuléen du Maroc atlantique. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, t. 316, série II, 1477-1483
- Raynal J.-P., Sbihi-Alaoui F.Z., Mohib A., Geraads D., 2009. Préhistoire ancienne au Maroc atlantique : bilan et perspectives régionales. *Bulletin d'Archéologie Marocaine* 21, 9-54.
- 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 at Thomas Quarry I (Casablanca, Morocco): recent findings and their context. *Quaternary International* 223-224, 369-382.
- 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., Schwarcz H.P., Queffelec A. 2011, Contexte et âge des nouveaux restes dentaires humains du Pléistocène moyen de la carrière Thomas I à Casablanca (Maroc). *Bulletin de la Société préhistorique française* 108(4), 645-669.

- Raynal J.-P., Gallotti, R. Mohib, A., Fernandes P., Lefèvre D., 2017. The Western Quest, First and Second Regional Acheuleans at Thomas-Oulad Hamida Quarries (Casablanca, Morocco). In D. Wojtczak, M. Al Najjar, R. Jagher, H. Elsuede, F. Wegmüller, and M. Otte (Eds.), *Vocation préhistoire. Hommage à Jean-Marie Le Tensorer*. Liège, Études et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, ERAUL 148, 309-322
- Rhodes E.J., Singarayer J.S., Raynal J.-P., Westaway K.E., Sbihi-Alaoui F.Z., 2006. New age estimations for the Palaeolithic assemblages and Pleistocene succession of Casablanca, Morocco. *Quaternary Science Reviews* 25, 2569-2585.
- Richter D., Grün R., Joannes-Boyau R., Steele T.E., Amani F., Rué M., Fernandes P., Raynal J.-P., Geraads D., Ben-Ncer A., Hublin J.-J., McPherron S., 2017. The age of the hominin fossils from Jebel Irhoud, Morocco, and the origins of the Middle Stone Age. *Nature*, 546, 293-296.
- Roch E., 1950. Histoire stratigraphique du Maroc. *Notes et mémoires du Service géologique du Maroc* 80, Toulouse
- Rué M., Daujeard C., Geraads D., Lefèvre D., El Graoui M., Fernandes P., Queffelec A., Gallotti R., Mohib A., Raynal J.-P., 2013. New observations in Grotte des Gazelles at Dar Bouazza (Casablanca coastline) : lithostratigraphy, taphonomy and late pleistocene faunal accumulation context. *"Quaternaire du Nord-Ouest de l'Afrique", 7^e Rencontre des Quaternaristes Marocains, Agadir, novembre 2013. Recueil des résumés*, 29-30
- Rué M., Lefèvre D., El Graoui M., Daujeard C., Geraads D., Audibert C., Queffelec A., Fernandes P., Mohib A., Raynal J.-P., 2016a. Remplissages karstiques et dépôts continentaux de la séquence du Pléistocène supérieur de Dar Bouazza (Casablanca, Maroc). *"Paléoclimats et environnements quaternaires, quoi de neuf sous le soleil ?", 10^e colloque Quaternaire, AFEQ - CNF INQUA, Bordeaux, février 2016*, Abstracts on line.
- Rué M., Lefèvre D., El Graoui M., Daujeard C., Geraads D., Audibert C., Queffelec A., Fernandes P., Mohib A., Rayna, J.-P., 2016b. Karst infillings and open-air formations of the Dar Bouazza Pleistocene Sequence (Casablanca, Morocco). *"What past for Africa?" 23rd biennial meeting of the Society of Africanist Archaeologists, Toulouse, juin 2016*, volume posters.
- Salvan H., M., 1948. Les terrains de recouvrement des séries phosphatées de Khouribga (Maroc) et les problèmes qu'ils soulèvent. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc* t. 1, 71, 37-40
- Salvan H., M., 1951. Les terrains de recouvrement des séries phosphatées de Khouribga (Maroc) et les problèmes qu'ils soulèvent. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc* t. 1, 71, 37-40.

- Salvan H., M., 1952. Phosphates. In : Géologie des gîtes minéraux marocains. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, 87, et 19^e Congrès géologique international, Alger, *Monographies régionales 3^{ème} série, Maroc*, n° 1, pp. 283–320.
- Salvan H., M., 1955. A propos des formations siliceuses des phosphates marocains. *Geologische Rundschau*, Stuttgart, Bd. 43, H-2, 503-515.
- Salvan H. M., 1963. Étude préliminaire du gisement des Meskala. Unpublished report. Service Études des gisements, OCP, 5
- Salvan H. M., 1986. Géologie des gîtes minéraux marocains. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, t. 3, 276, 392 p.
- Savornin J., 1922
- Savornin J., 1931. *La géologie algérienne et nord-africaine depuis 1830*. Gouvernement général de l'Algérie, Service de la carte géologique, Alger, Carbonel.
- Seronie-Vivien M. et M. R., 1987. *Les silex du Mésozoïque nord-aquitain. Approche géologique de l'étude des silex pour servir à la recherche préhistorique*. Bordeaux, Société linnéenne de Bordeaux.
- Siever R., 1962. Silica solubility 0°-200° and the diagenesis of siliceous sediments. *Journal of Geology*, 70, p. 127-150.
- Smith G.M., Ruebens K., Gaudzinski-Windheuser S., Steele T. E., 2019. Subsistence strategies throughout the African Middle Pleistocene: Faunal evidence for behavioral change and continuity across the Earlier to Middle Stone Age transition. *Journal of Human Evolution*, 127, 1-20.
- Termier H., 1936. *Etudes géologiques sur le Maroc central et le Moyen Atlas septentrional. Tome I : Les terrains primaires et le Permo-Trias. Tome II : Les terrains post-triasiques. Tome III : Paléontologie, Pétrographie. Tome IV : Atlas des figures et des tableaux hors-texte*. Protectorat de la République française au Maroc, Direction générale des Travaux Publics, Service des Mines et de la Carte Géologique, Notes et Mémoires n° 33.
- Thiry M., Fernandes P., Milnes A, Raynal J.-P., 2014. Driving forces for the weathering and alteration of silica in the regolith: implications for studies of prehistoric flint tools. *Earth-Science Reviews*, 136, 141-154.
- Visse L. D., 1948. Contribution à l'étude pétrographique des phosphates marocains. *Bulletin de la Société géologique de France*, t. 18, fasc. 8-9, 675-684.
- Visse L., 1949. Remarques sur la genèse des pseudo-oolithes phosphatés des minerais nord-africains. *Comptes Rendus sommaires, Société géologique de France*, t.12, 253-255.
- Visse L., 1950. Note préliminaire sur les coprolithes des phosphates de l'Afrique du Nord. *Comptes Rendus sommaires, Société géologique de France*, t.7, 119-121.

- Visse L., 1952. *Genèse des gîtes phosphatés du Sud-Est Algéro-Tunisien*. 19^e Congrès géologique international, Alger. *Monographies régionales*, 1^{ère} série, 27.
- Visse L., 1953. Les faciès phosphatés. Variations physiques, pétrographiques, minéralogiques et chimiques des phosphates de chaux sédimentaires en fonction de leur milieu de genèse ou de dépôt. *Revue de l'Institut Français du Pétrole & A. Combust, liq.*, Paris, numéro spécial, 87-99.
- Wengler, L., 1991. Choix des matières premières lithiques et comportement des hommes au Paléolithique moyen. *25 ans d'études technologiques en Préhistoire : bilan singulier et perspectives*. XI^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. Editions APDCA, Juan-les-Pins, 139-157.

Légende

Figure 1. Contexte géographique mésétien et sites étudiés :

1. Unité L et Grotte à Hominidés, carrière Thomas I, Casablanca ; 2. Grotte des Rhinocéros, carrière Oulad Hamida 1, Casablanca ; 3. Grotte des gazelles à Dar Bouazza ; 4. Grotte du Djebel Irhoud à Tleta Irhoud. (a. principales sources de silicites ; b. zones de dispersion des silicites vers la côte du Mesetien)

Figure 1. The Mesetan geographical context and the studied sites :

1, Unit L and "Grotte à Hominidés", Thomas Quarry I, Casablanca ; 2, "Grotte des Rhinocéros", Oulad Hamida 1 Quarry, Casablanca ; 3, "Grotte des gazelles" at Dar Bouazza ; 4, Djebel Irhoud cave at Tleta Irhoud. (a. main silicites sources; b. silicites dispersal zones towards the Mesetan coast).

Figure 2. Sources primaires et zones de dispersion des silex phosphatés des Oulad-Abdoun et des Oulad Bou Sba.

Figure 2. Primary sources and dispersion areas of phosphated flints from Oulad Abdoun and Oulad Bou Sba.

Figure 3. Itinéraire de dispersion des silicites des Oulad Abdoun jusqu'au rivage mésétien atlantique.

Figure 3. Dispersal itinerary of silicites from Oulad Abdoun Basin to the Atlantic Mésétian shore.

Figure 4 : transformation des textures du type MF15a au cours de son itinéraire naturel entre le plateau de Khouribga et les formations littorales de la Meseta.

1 : échantillon collecté en position sub-primaire ; texture plus ou moins lâche à liant cryptocristallin, à fragments de foraminifères dans une matrice de calcédoine, associée à quelques microquartz et des rhomboèdres de fluoroapatite. 2 : échantillon collecté en position sub-primaire ; rhomboèdres apatitiques (automorphes à clivages) dans une matrice de calcédoine à liant cryptocristallin, présence de fragments osseux et de pores à remplissage de microquartz géodiques. 3 échantillon collecté dans le réseau hydrographique ; texture micro à macrocristalline à grands sphérolithes avec développement de mégaquartz pétales et apparition des mégaquartz dans la matrice. 4 : échantillon collecté dans le réseau hydrographique ; texture microcristalline à porosité intergranulaire (absence de liant cryptocristallin), grain aplati non orienté enrobant un ancien grain de

phosphate (plage de phosphate résiduelle sur le bord droit au centre du grain) à remplissage de mégaquartz. **5** : échantillon collecté dans les formations littorales ; texture micro à macrocristalline sans liant cryptocristallin, le quartz représente souvent la phase majoritaire enrobant ici un grand grain de phosphate conservé. **6** : échantillon collecté dans une formation littorale : texture riche en mégaquartz à liant cryptocristallin à porosité intergranulaire.

Figure 4. Textural transformation of the MF15a type along its itinerary from the Khouribga plateau to the coastal formations of the Moroccan Meseta.

1. sample collected in sub-primary position; more or less loose texture with cryptocrystalline binder, with fragment of foraminifera in a chalcedony matrix, associated with some microquartz and fluoroapatite rhombohedra. 2. sample collected in sub-primary position: apatitic rhombohedra (automorphic with cleavage) in a chalcedony matrix with cryptocrystalline binder; we note the presence of bone fragments and pores with geodic microquartz filling. 3. sample collected in the hydrographic network: micro to macrocrystalline texture with large spherulites with development of petaloid megaquartz; we note at this stage the appearance of megaquartz in the matrix. 4. sample collected in the hydrographic network: microcrystalline texture with intergranular porosity (absence of cryptocrystalline binder), flattened non-oriented grains, embedding an old phosphate grain (residual phosphate patch on the right edge in the center of the grain) with megaquartz filling. 5. sample collected in littoral formations: micro to macrocrystalline texture without cryptocrystalline binder, quartz often represents the major phase coating a large preserved phosphate. 6. sample collected in a littoral formation: texture rich in megaquartz with cryptocrystalline binder with intergranular porosity.

Figure 5. Carrière Thomas I. Vue générale des fouilles dans le niveau L (A) et gros outillage en quartzites caractéristique du PAR (photo J.-P. Raynal, dessins P. Laurent).

Figure 5. Thomas Quarry I. General view of the excavation in Unit L (A) and quartzites heavy duty tools which characterize the First Acheulean (photo J.-P. Raynal, drawings P. Laurent).

Figure 6. Exploitation des silicites dans l'Unité L1 de la carrière Thomas I.

1-3 : nucléus unifaciaux unidirectionnels avec plan de frappe rectifié ; **4, 6, 8** : nucléus bifaciaux partiels alternants ; **5, 9** : nucléus multifacial multidirectionnel orthogonal ; **7** éclat réfléchi avec négatifs multidirectionnels sur la face dorsale ; **10, 12** : éclats avec négatifs unidirectionnels sur la face dorsale ; **11** : nucléus bipolaire longitudinal sur enclume avec traces de percussion ; **13, 16** : nucléus bipolaires semi-périphériques sur enclume : galet fendu (« split ») selon son plan transversal négatifs d'enlèvements allongés ; des traces de percussion sont visibles sur l'extrémité corticale opposée du nucleus n° 13 ; **17-23** : pseudo-lamelles (modifié d'après Gallotti et al., 2020).

Figure 6. Silicites exploitation in Unit L1 of Thomas Quarry I.

1-3: unifacial unidirectional cores with rectified striking platform; 4, 6, 8: bifacial partial alternating cores; 5,9: multifacial multidirectional orthogonal core; 7: hinged flake with multidirectional negative scars on the dorsal face; 10,12: flakes with unidirectional negative scars on the dorsal face; 11: bipolar-on-anvil longitudinal core with percussion marks; 13-16: bipolar-on-anvil semi-peripheral cores showing a split surface along the transversal plane of the pebble and elongated peripheral negative scars. Percussion marks on the opposite cortical side are visible on core 13; 17-23: bladelet-like flakes (modified after Gallotti et al., 2020).

Figure 7. Vue générale des fouilles de la Grotte des Rhinocéros (**A**) et quelques objets caractéristiques du *Second Acheuléen Régional* (**B**) (photo J.P. Raynal, dessins M. Hirbec-Raynal).

Figure 7. General view of the Rhinoceros Cave excavations (A) and some characteristic artefacts of the Second Acheulean period (B) (photo J.P. Raynal, drawings M. Hirbec-Raynal).

Figure 8. Exploitation des silicites dans la Grotte à Hominidés de la carrière Thomas I.

1, 3 : nucléus unifaciaux unidirectionnels à plan de frappe rectifié ; **2** : nucléus multifacial multidirectionnel ; **4** : nucléus unifacial unidirectionnel à plan de frappe cortical ; **5, 6** : nucléus bipolaires ; **7-9** : éclats.

Figure 8. Silicites exploitation at Grotte à Hominidés of Thomas Quarry I.

1, 3: unifacial unidirectional cores with rectified striking platform; 2: multifacial multidirectional core; 4: unifacial unidirectional core with cortical striking platform; 5,6: bipolar cores; 7-9: flakes (photos R. Gallotti).

Figure 9. **1**, Le Djebel Irhoud vu du sud (*a*) pendant les fouilles Tixier-Bayle des Hermens (*b*) en 1969 (archives J.-P. Raynal). **2**, Le litho-espace d'Irhoud : au premier plan, dalle de silex F9 du Sélandien et à l'arrière-plan, une des buttes du Djebel Khyyat (cliché J.-P. Raynal). **3**, Djebel Irhoud, silex Ird2007-1662, type F6, portant des retouches postérieures à la chauffe, soulignées par les trois flèches en haut à gauche de l'objet (cliché P. Tallet ; DAO V. Delvigne).

Figure 9. 1, Djebel Irhoud, a view from the south (a) during Tixier-Bayle des Hermens (b) excavations in 1969 (J.-P. Raynal archives). 2, The Djebel Irhoud litho-space: Seliandian flint F9 massive bank outcropping in the foreground and one of the Djebel Khyyat hills in the background (photo J.-P. Raynal). 3, Djebel Irhoud, retouched heated flint Ird2007-1662, F6 type; underlined by arrows at top left of the artifact (photo P. Tallet; CAD V. Delvigne).

Figure 10. **1**, Grotte des Gazelles (GDG), vue générale lors de la première reconnaissance en 2005 (cliché J.P. Raynal). **2**, chronostratigraphie du remplissage (levés et DAO M. Rué). **3**, pointe en silex phosphaté de la GDG (cliché J.P. Raynal).

Figure 10. 1, Grotte des Gazelles (GDG), general view on discovery day in 2005 (photo J.P. Raynal). 2: chronostratigraphie of the deposits (survey and CAD M. Rué). 3, point in phosphated flint from the GDG (photo J.-P. Raynal).



Océan Atlantique

Rabat

Fez

321

Casablanca

CHAOUÏA

MOYEN ATLAS

DOUKKALA

Khouribga

Oued Oum er Rbia

ABDA

4 DJEBILET

Tensift

Chichaoua



Marrakesh

HAUT ATLAS

O SOUSS

Agadir



-  Sources primaires de silex
-  Zone de dispersion vers l'océan
= litho-espace *a minima*

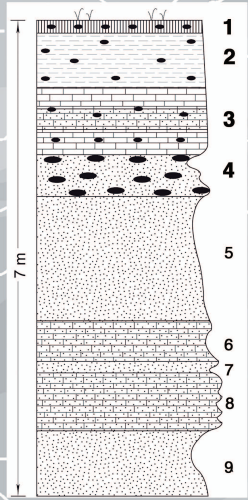
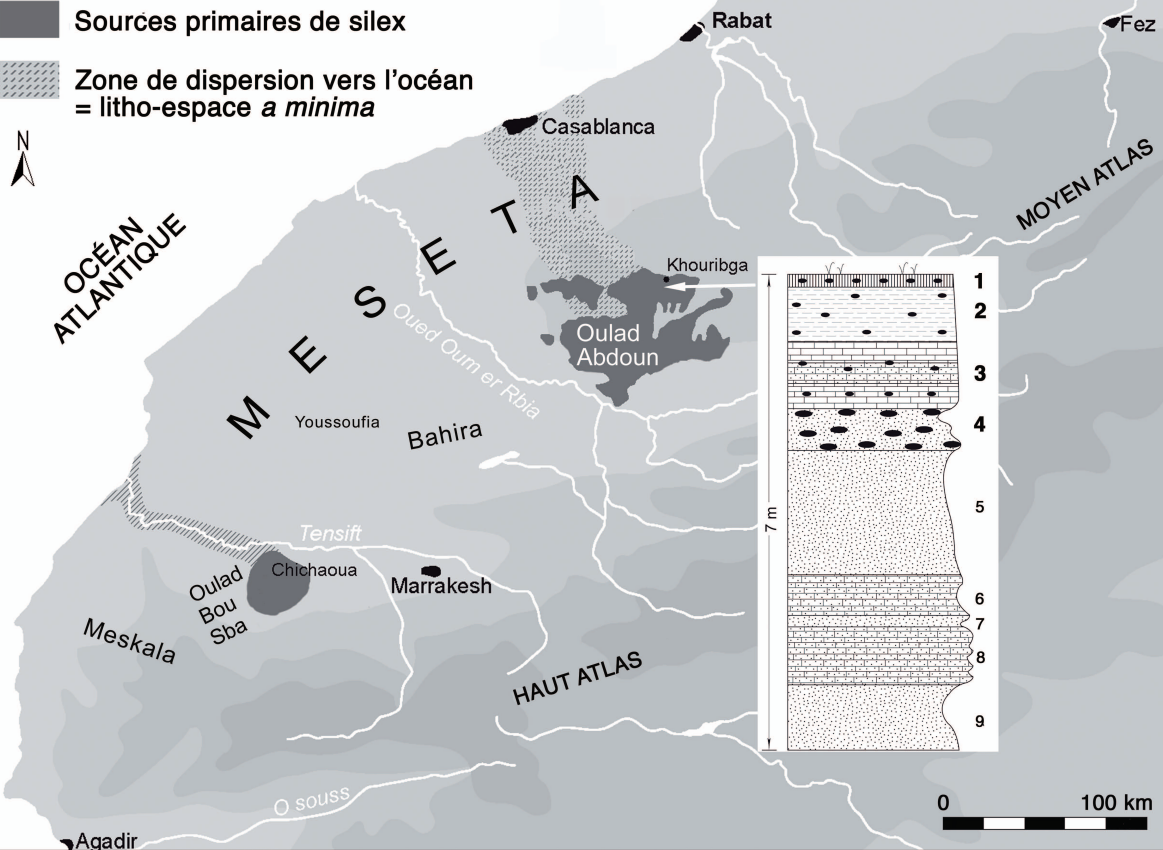


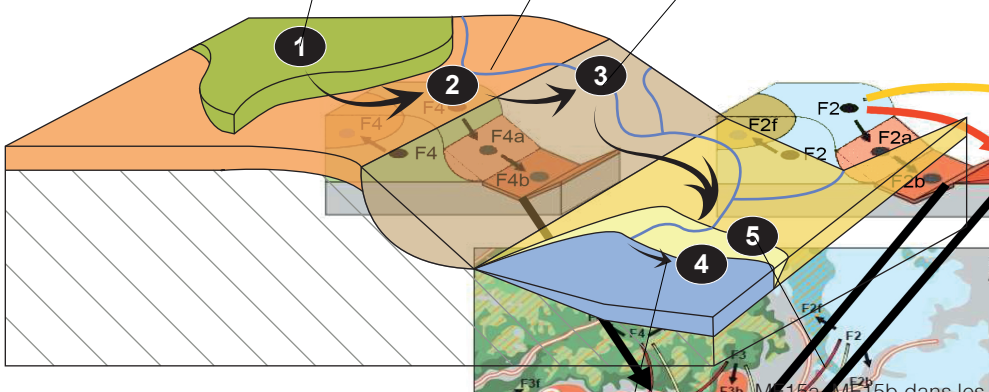
Océan Atlantique

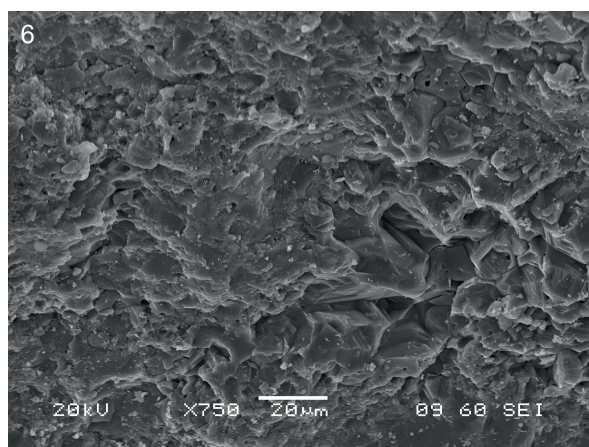
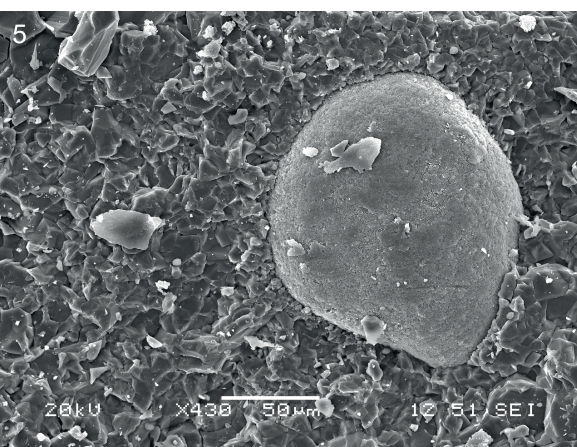
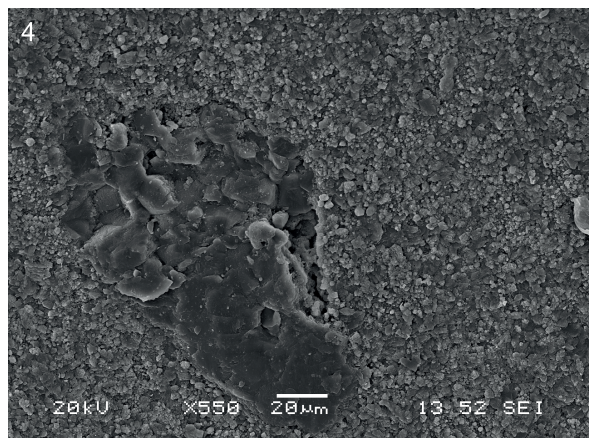
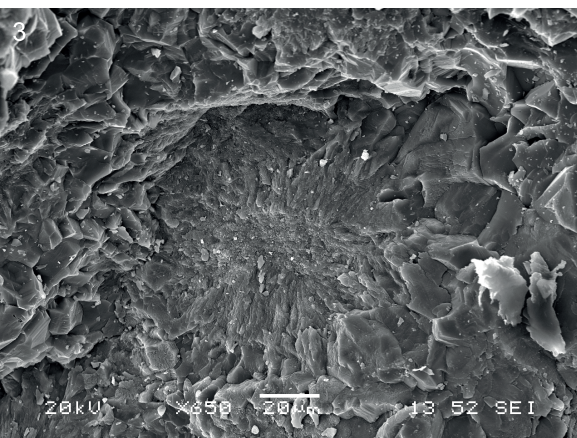
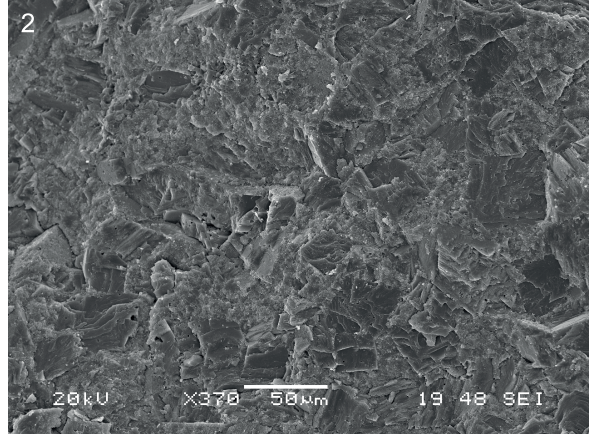
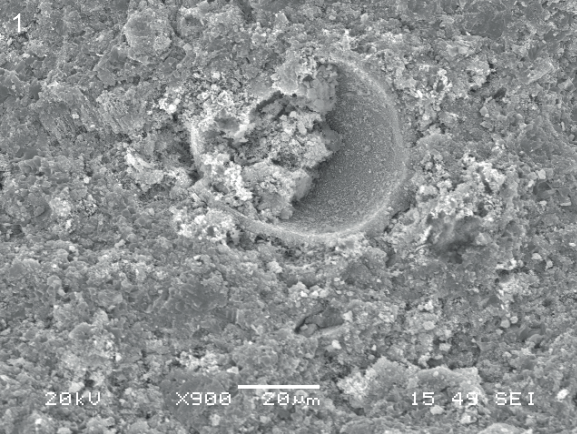
M E S S E T A

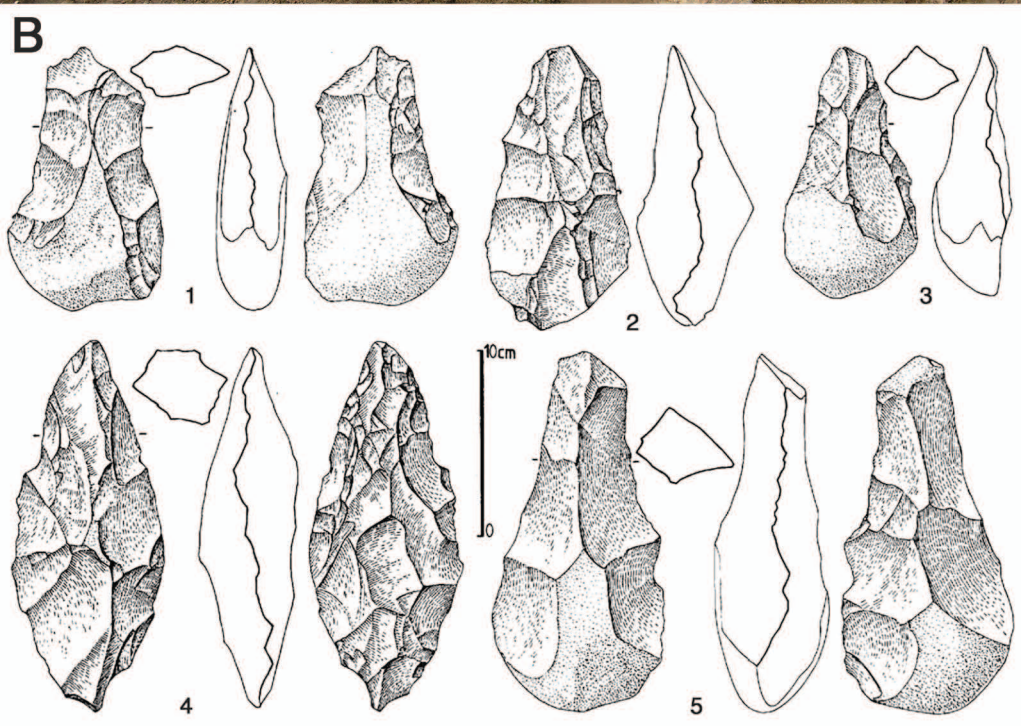
MOYEN ATLAS

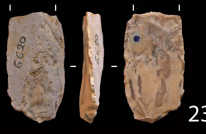
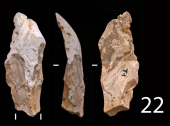
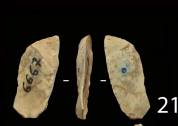
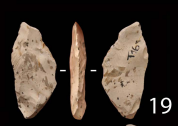
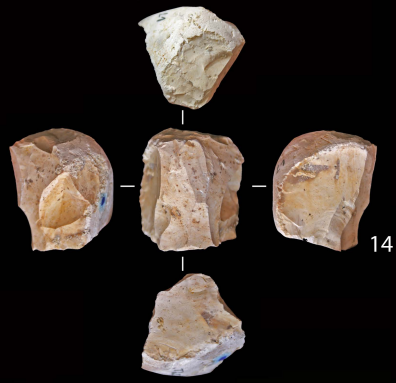
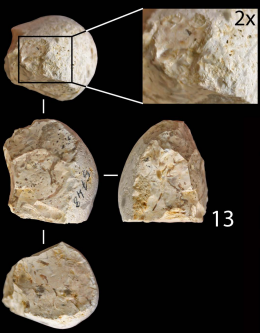
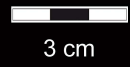
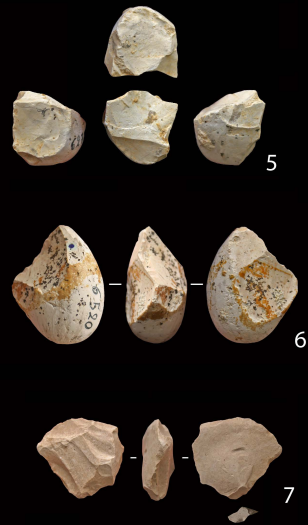
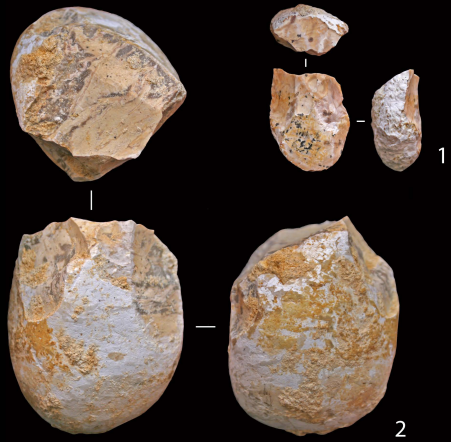
HAUT ATLAS

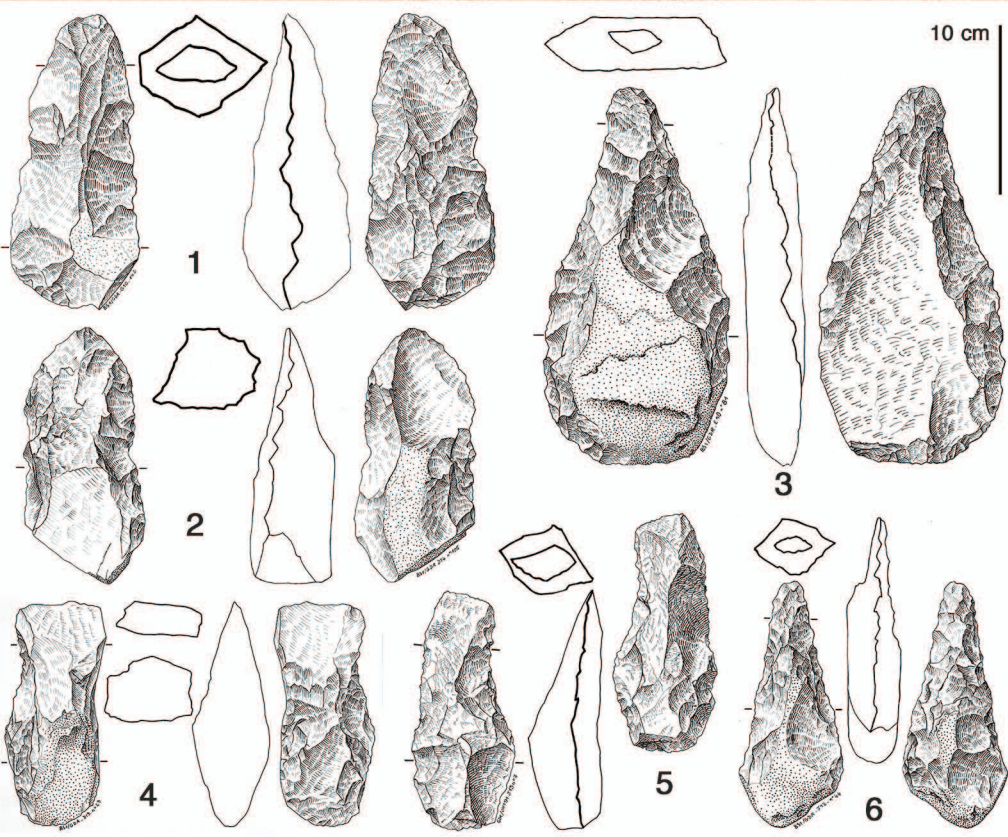


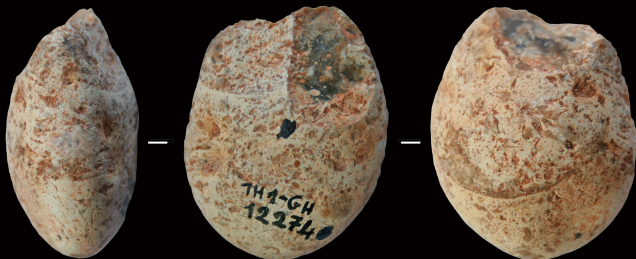








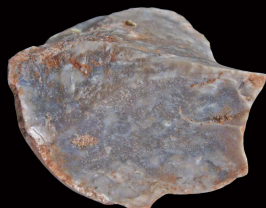




1



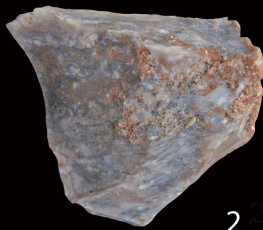
1



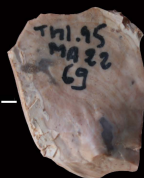
3 cm



3



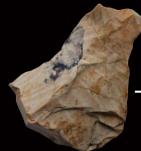
2



7



4



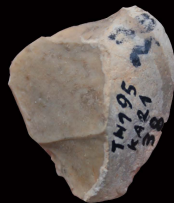
8



5



6



9



1



— 5 m

— 4 m

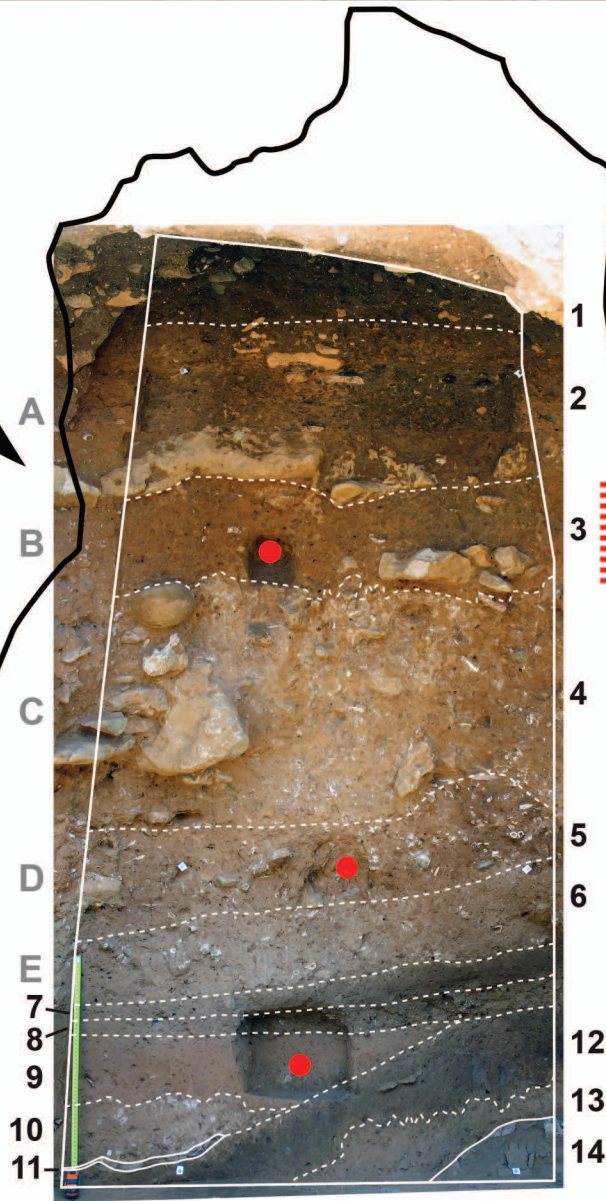
2

OSL sur quartz
California State University,
Long Beach, 2010

33,9 ± 4,4 ka BP
LB804 (GDG1)

51,8 ± 12,2 ka BP
LB805 (GDG2)

54,0 ± 5,1 ka BP
LB806 (GDG3)



14C sur os chauffé
Beta Analytic, Miami, 2016
24,13 ± 0,17 ka cal BP
95 % probability, Beta-438779 (GDG08-B01)

— 3 m

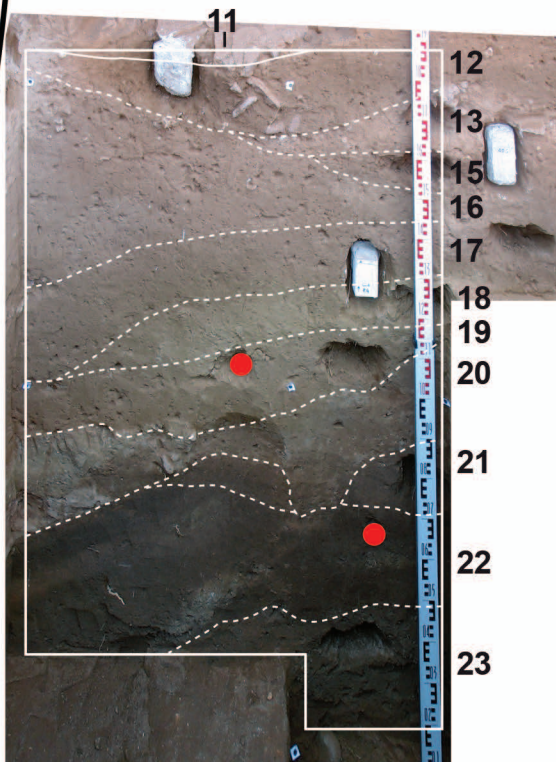
— 2 m

— 1 m

OSL sur quartz
Silesian University
of Technology
GADAM, Gliwice, 2013

74,9 ± 4,6 ka BP
GdTL1779 (GDG12-P10)

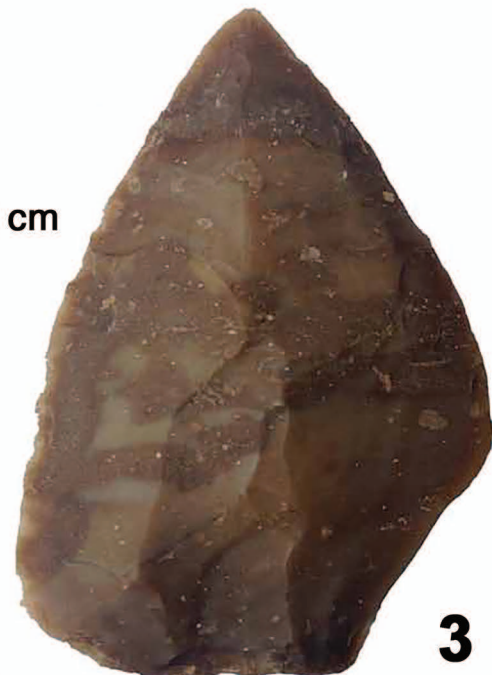
94,3 ± 4,1 ka BP
GdTL1778 (GDG12-P09)



— 0 m
plateforme

3 cm

— -1 m



3