



HAL
open science

Contextes et âge des nouveaux restes dentaires humain du Pléistocène moyen de la carrière Thomas I à Casablanca (Maroc)

Jean-Paul Raynal, Fatima-Zohra Sbihi Alaoui, Abderrahim Mohib, Mohssine El Graoui, David Lefèvre, Pierre-Jean Texier, Denis Geraads, Jean-Jacques Hublin, Tanya M. Smith, Paul Tafforeau, et al.

► To cite this version:

Jean-Paul Raynal, Fatima-Zohra Sbihi Alaoui, Abderrahim Mohib, Mohssine El Graoui, David Lefèvre, et al.. Contextes et âge des nouveaux restes dentaires humain du Pléistocène moyen de la carrière Thomas I à Casablanca (Maroc). Bulletin de la Société préhistorique française, 2011, 108 (4), pp.645-669. 10.3406/bspf.2011.14065 . halshs-00649400

HAL Id: halshs-00649400

<https://shs.hal.science/halshs-00649400>

Submitted on 16 Jan 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.

J.-P. RAYNAL, F.-Z. SBIHI-
ALAOUI, A. MOHIB,
M. EL GRAOUI, D. LEFÈVRE,
J.-P. TEXIER, D. GERAADS,
J.-J. HUBLIN, T. SMITH,
P. TAFFOREAU, M. ZOUAK,
R. GRÜN, E. J. RHODES,
S. EGGINS, C. DAUJEARD,
P. FERNANDES, R. GALLOTTI,
S. HOSSINI, H. P. SCHWARCZ
et A. QUEFFELEC

Contextes et âge des nouveaux restes dentaires humains du Pléistocène moyen de la carrière Thomas I à Casablanca (Maroc)

Résumé

Un outillage lithique acheuléen, une riche faune du Pléistocène moyen et quatre dents d'hominidés ont été extraites du remplissage de la cavité de la carrière Thomas I, célèbre depuis la découverte en 1969 d'une hémimandibule humaine. Depuis 1988, des fouilles sont conduites dans ce site dans le cadre du programme franco-marocain « Casablanca ». Une riche faune mammalienne et quelques restes de reptiles et d'oiseaux sont associés à l'industrie lithique dans l'unité stratigraphique 4. La faune, introduite par les carnivores, indique un paysage peu boisé et le stade évolutif des divers taxons suggère un âge plus récent que celui de Tighenif (Algérie). Les marques de découpe sont absentes, ce qui pose la question du rôle des hominidés dans l'accumulation des restes fauniques. Le travail de la pierre était orienté vers la production d'éclats et de rares bifaces ont été introduits dans cette partie du site. Quatre dents humaines ont été exhumées entre 1994 et 2005. La datation ICP-MS par ablation laser combinant l'ESR et les séries de l'Uranium pour modéliser l'enrichissement en Uranium a été appliquée à une prémolaire humaine : elle a fourni un âge de $501 \pm \frac{94}{76}$ ka. De nouvelles mesures d'âge par OSL sur les sédiments encadrant la dent datée ont respectivement donné 420 ± 34 ka au dessus et 391 ± 32 ka en dessous confirmant un âge minimum centré sur une période relativement ancienne du Pléistocène moyen.

Mots-clés

Maroc, Casablanca, Pléistocène moyen, Acheuléen, Hominidés, datation ICP-MS.

Abstract

Contexts and age of the new dental human fossils from Middle Pleistocene deposits at Thomas Quarry I (Casablanca, Morocco) – The Thomas Quarry I locality became famous in 1969 with the discovery of a human half-mandible in a cave. From 1988 onwards, modern controlled excavations took place within the framework of the Franco-Moroccan co-operative project “Casablanca.” The stratigraphy of Thomas I Quarry is complex and represents several major episodes of coastal sedimentation that are dated to the final Lower and early Middle Pleistocene on the basis of a

detailed regional lithostratigraphical and microfaciological study and form the Oulad Hamida Morpho-stratigraphic Unit. Within this MSU, some lithostratigraphic units fossilize a polyphase palaeo-shoreline in which caves have developed. A continental sediment series dated to the Middle and Upper Pleistocene on lithostratigraphical and biochronological evidence and by OSL is preserved in the Hominid Cave (GH).

The top of the GH general stratigraphy shows a red complex with abundant microfauna (stratigraphic unit 1). Below this, a multilayer dripstone floor interbedded with loose red sands (stratigraphic units 2-3) caps the lower stratigraphic units (4 and 5). Stratigraphic unit 4 contains artefacts, fauna and hominid fossils and rests on collapsed eolianite blocks imbedded in coarse sands which form stratigraphic unit 5; this lowermost intertidal unit fossilizes a notch in the polyphase shoreline.

The Acheulean lithic assemblage recovered by recent excavations in GH stratigraphic unit 4 is similar to the series collected at the time of the discovery of the first *Homo* fossil in 1969. It is manufactured mainly on various quartzites available close to the site as pebbles of small to medium size and some blocks as well as a few flint nodules collected in a secondary position from beach deposits. The flint nodules derive from the phosphatic plateau of the Meseta hinterland and were carried to the ocean by wadis. The assemblage consists of chopper-cores (mainly uniface unidirectional cores with a retouched cutting edge) and cores, semi-cortical flakes obtained by direct and bipolar knapping, along with rare handaxes made from large flakes or from flat pebbles, handaxe-like cores, hammerstones and anvils. Stone knapping was mainly oriented towards flake production and a few handaxes were probably imported to the site.

A rich mammalian macrofauna supplemented by the addition of a few reptiles and birds is associated with the lithics in GH stratigraphic unit 4. The abundance and diversity of carnivores attest to their use of the cave. The most common species is a middle-size canid, with enlarged crushing part of the dentition. The fauna indicates an open woodland environment and suggests an age younger than Tighenif in Algeria, but the remoteness of this latter site, its distance from the seashore, and the fact that it is an open-air site may account for some of the differences.

Preliminary taphonomic analysis of the megafauna indicates that the carcasses were processed by carnivores. Cut-marks are still absent from this assemblage despite the association with refitted lithic artefacts, which raises the question of any human role in the bone accumulations. Similar cases of accumulations created by humans, carnivores and porcupines have already been described in the Mediterranean area. However, the studied assemblage comes from inside the cave, whereas any human occupation may well have been concentrated closer to the entrance. Geological studies have demonstrated that unit 4 containing the assemblage results from several sedimentary processes having possibly mixed artefacts with bones previously accumulated by predators.

Between 1994 and 2005, four teeth of *Homo* were recovered in stratigraphic unit 4, a right upper premolar (ThI 94 OA 23-24), another right upper premolar (ThI 95 SA 26 n° 89), a first left upper incisor (ThI 95 SA 26 n° 90) and a left upper premolar (ThI 2005 PA 24 n° 107). The teeth are larger than those of modern humans and show moderate to heavy wear.

Laser ablation ICP-MS dating combining tESR and U-series data for modelling U-uptake has given an US/ESR age of 501 ± 94 ka for a human premolar while new OSL measurements yielded an age of 420 ± 34 ka for sediments immediately above the dated tooth and 391 ± 32 ka below. Nevertheless, biostratigraphy and lithostratigraphy point to greater antiquity, towards the base of the Middle Pleistocene.

Keywords

Morocco, Casablanca, Middle Pleistocene, Acheulean, Hominids, ICP-MS dating.

La contribution de l'Afrique aux premiers peuplements européens lors de la dispersion « Out of Africa I » (Stringer et Gamble, 1993) s'étale sur près d'un million d'années (Aguirre et Carbonell, 2001 ; Bar-Yosef et Belfer-Cohen, 2001) et s'impose par la richesse de son exceptionnel registre d'hominidés. Elle est toutefois en partie balancée par les hypothèses « Out of Asia » (Hemmer, 2000 ; Dennel et Roebroeks, 2005), renforcées par l'interprétation paléoanthropologique des découvertes récentes faites en Espagne (Carbonell *et al.*, 2005 et 2008 ; Parés *et al.*, 2006). Qui plus est, alors que les modalités d'émergence de l'Acheuléen africain ne sont encore pas établies de manière indiscutable (Semaw *et al.*, 2009), son rôle potentiel dans les premiers peuplements européens est souvent discuté et a même parfois été limité à la seule dispersion attestée au début du Pléistocène moyen (Santonja et Villa, 2006). Dans ces processus de diffusion, des routes vers le Levant et l'Europe orientale paraissent toutefois établies par plusieurs jalons, jusqu'à la Géorgie, tandis que le passage de l'ouest, par le franchissement du détroit de Gibraltar, retrouve quelque faveur (Bar-Yosef, 2006). Al Maghreb Al Aqsa, le Maroc, occupe en effet une position-clé à l'extrémité nord-occidentale de l'Afrique du Nord pour explorer l'hypothèse de franchissements anciens du détroit de Gibraltar et leur rôle éventuel dans les premiers peuplements de l'Europe de l'Ouest. Bien qu'une présence très ancienne soit avancée pour l'Algérie sur la foi d'outillages lithiques et d'arguments biostratigraphiques et magnétostratigraphiques (Sahnouni *et al.*, 2002 ; Geraads *et al.*, 2004 ; Chaid-Saoudi *et al.*, 2006 ; Sahnouni, 2006), elle reste pour le moment infondée au Maroc sur la base des témoignages disponibles : présence fréquente de géofacts dans les formations plio-pléistocènes, attribution stratigraphique très discutable pour des industries d'aspect faussement archaïque, stratotypes erronés comme par exemple ceux du Moulouyen et du Salétien, etc. (Raynal et Texier, 1989 ; Texier *et al.*, 1992 ; Raynal *et al.*, 2009). En revanche, le Maroc reste une région du Maghreb tout à fait privilégiée pour étudier les différents moments de l'évolution de l'Acheuléen, au plus loin de sa dispersion vers l'ouest et de ses origines orientales (Raynal *et al.*, 1995, 2001, 2002 et 2009). Qui plus est, le site algérien de Tighenif et les différents sites marocains offrent le plus remarquable registre d'hominidés des Pléistocènes ancien et moyen d'Afrique du Nord et plusieurs de ces fossiles ont été découverts dans les localités préhistoriques de Casablanca, ou Dar El Beida en arabe (Arambourg et Biberson, 1955 ; Ennouchi, 1969 et 1975 ; Raynal *et al.*, 2010b).

Le programme « Casablanca » a débuté en 1978 dans le cadre de la coopération entre le Maroc et la France, établie à l'origine avec le service de l'archéologie du ministère des Affaires culturelles et poursuivie à partir de 1986 avec l'Institut national des sciences de l'archéologie et du patrimoine (Raynal *et al.*, 2010a). Dar El Beida est internationalement connue depuis le siècle dernier pour son très riche patrimoine préhistorique et sa séquence de dépôts littoraux

« quaternaires » particulièrement développée : fig. 1 (Lecointre, 1926 ; Neuville et Ruhlmann, 1941 ; Biberson, 1961a et b).

L'arrière pays de Casablanca se présente comme un vaste système d'unités morphologiques organisées en cordons subparallèles à la côte actuelle (fig. 2a). Ces unités morphologiques présentent une stratigraphie complexe associant des dépôts intertidaux, des systèmes dunaires caractéristiques de séquences régressives, des faciès d'altération (karsts, paléosols) et des dépôts de remaniement ; étagées de 180 m d'altitude jusqu'au rivage actuel, elles constituent classiquement la « séquence quaternaire » de Casablanca (Biberson, 1961a ; Stearns, 1978 ; Lefèvre, 2000) qui débute en fait à la fin du Miocène (Raynal *et al.*, 1999). Pour l'Afrique, cette longue séquence représente un enregistrement tout à fait exceptionnel des variations de l'océan global en relation avec les alternances de glaciations aux hautes latitudes et par son registre paléontologique et archéologique, elle n'a guère d'équivalent à l'échelle du globe. Les âges de ses différentes parties ont été partiellement établis par différentes approches : lithostratigraphie, biostratigraphie, datations absolues (OSL, ESR, U/Th), paléomagnétisme et aminochronologie (Texier *et al.*, 1985, 1987 et 1994 ; Occhietti *et al.*, 1993 et 2002 ; El Graoui, 1994 ; Lefèvre *et al.*, 1994 ; Geraads, 2002 et 2010 ; Lefèvre et Raynal, 2002 ; Rhodes *et al.*, 2006 ; Geraads *et al.*, 2010) et d'autres travaux en cours visent à en préciser le détail, en particulier au sein du dernier million d'années. Les successions et associations de faciès, établies selon les principes énoncés par Walker et James (1992) ont permis de caractériser différents milieux de dépôts et leurs évolutions tandis que l'étude des microfaciès a mis en lumière des transformations diagénétiques syn- et post-dépositionnelles (El Graoui, 1994). Les formations in fine identifiées sont des unités allostratigraphiques (Bhattacharya et Walker, 1991) comprises entre deux discontinuités et correspondant à des séquences sédimentaires unitaires caractérisées par un enchaînement de faciès. Elles montrent le plus souvent une succession verticale et temporelle d'environnements sédimentaires intertidaux associés à un paléorivage, puis supratidaux et dunaires ou continentaux représentatifs de l'évolution des versants. Chaque séquence correspond ainsi à l'enregistrement d'un cycle sédimentaire qui traduit l'installation d'un haut stationnement marin, suivi du retrait de l'océan et de la continentalisation corrélative du littoral ; ces cycles sont généralement l'expression de changements globaux à commande glacio-eustatique, mais des événements catastrophiques ont pu exceptionnellement les générer : tsunamis, fortes tempêtes, tectonique micro-régionale, brèves variations d'un haut stationnement marin...

Le programme mixte de recherches « Casablanca » a ainsi permis la révision stratigraphique des localités classiques de Casablanca et la découverte de nouveaux et importants gisements paléontologiques dans les dépôts pliocènes et miocènes de la base de la séquence sédimentaire littorale, entre 6 et 2,4 Ma (Raynal *et al.*, 1990 et 1999). Plusieurs sondages ou

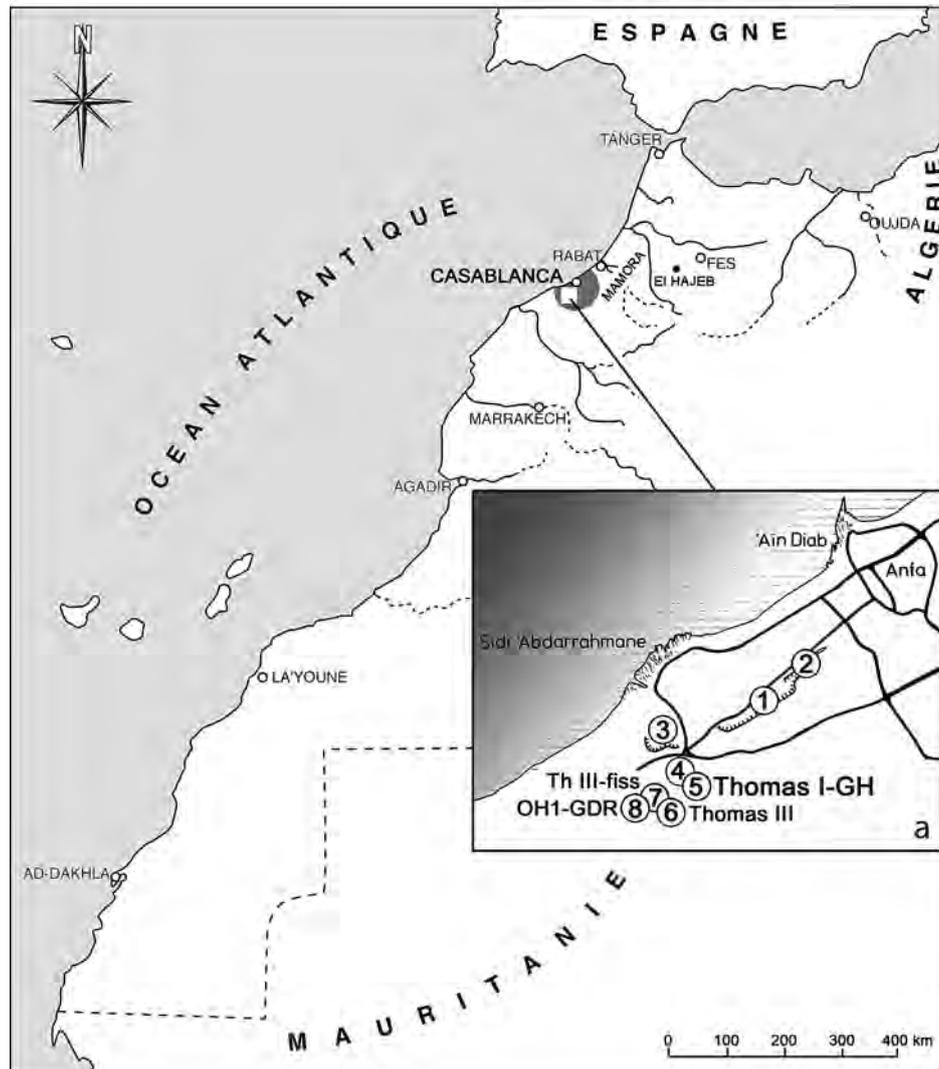


Fig. 1 – Contexte géographique et localisation des principaux sites du Paléolithique ancien fouillés à Casablanca (a). 1 : Sidi Abderrahmane Grande Exploitation; 2 : Sidi Abderrahmane Cunette avec Cap Chatelier et la grotte des Ours; 3 : Sidi Abderrahmane Extension; 4 : Carrière de la STIC; 5 : carrière Thomas I; 6 : grotte de la carrière Thomas III; 7 : fissures de la carrière Thomas III; 8 : grotte des Rhinocéros de la carrière Oulad Hamida 1.

Fig. 1 – Location map and position of the main Lower Palaeolithic sites excavated in Casablanca (a). 1: Sidi Abderrahmane Grande Exploitation; 2: Sidi Abderrahmane-Cunette with Cap Chatelier and Bears' Cave; 3: Sidi Abderrahmane-Extension; 4: STIC Quarry; 5: Thomas Quarry I; 6: Thomas III Cave; 7 Thomas III "cracks"; 8: Oulad Hamida 1 Grotte des Rhinocéros.

chantiers de fouilles ont donc été menés sur les sites préhistoriques anciennement connus et sur ceux nouvellement découverts dans la Wilaya du Grand Casablanca (fig. 1a) : Grotte des Rhinocéros dans la carrière Oulad Hamida 1, système de fissures de l'ancienne carrière Thomas III, Grotte des Ours et Cap Chatelier à Sidi Abderrahmane, gisement de plein air de Sidi Abderrahmane-Extension, carrière Thomas I (niveau L et grotte à Hominidés dénommée GH), grotte des Félines dans la carrière Oulad Hamida 2 et grotte des Gazelles (Raynal et Texier, 1989; Raynal *et al.*, 1993, 1995, 2001, 2002, 2008, 2009, 2010 a et b).

D'abord rapidement explorée par P. Biberson (1961a) et perçue alors comme une variante latérale de la stratigraphie générale décrite à Sidi Abderrahmane, la carrière Thomas I s'est avérée être un point clé de

la séquence casablancaise et sa stratigraphie est particulièrement complexe. Plusieurs formations superposées et/ou emboîtées y ont été identifiées qui appartiennent à l'unité morpho-sédimentaire (UMS) d'Oulad Hamida, quatrième des UMS dans le système de plateformes et « cordons » associés qui s'étage depuis le littoral actuel (fig. 2b). Sur la base d'arguments morpho-lithostratigraphiques et biochronologiques, les formations de l'UMS d'Oulad Hamida, plus anciennes que celles de l'UMS d'Anfa définie à Sidi Abderrahmane, datent du Pléistocène ancien final et du début du Pléistocène moyen (Lefèvre *et al.*, 1994; Texier *et al.*, 1994 et 2002; Lefèvre 2000; Lefèvre et Raynal, 2002). La carrière Thomas avait été réexaminée dès 1985 et les investigations menées alors avaient révélé l'existence d'un outillage de l'Acheuléen ancien contenu dans les calcaires

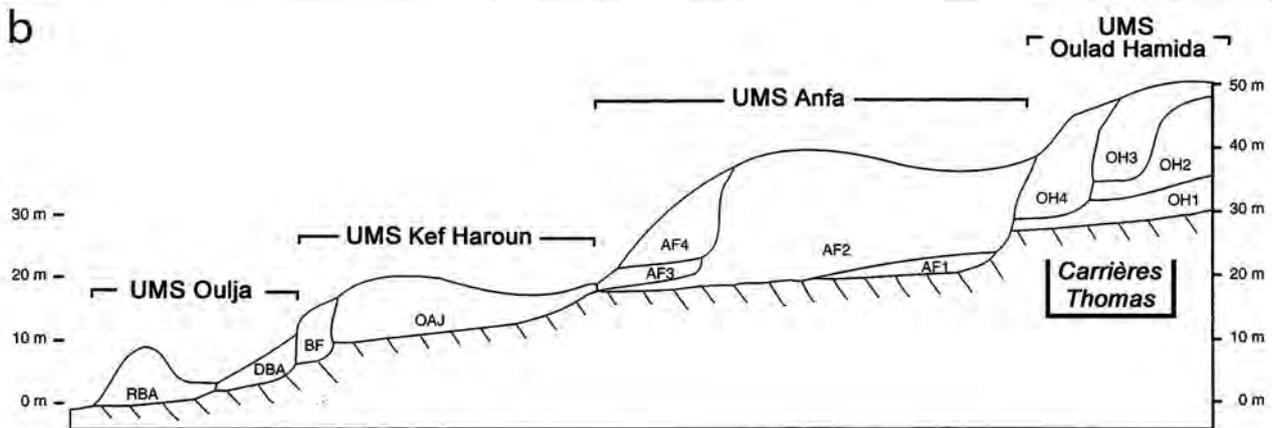
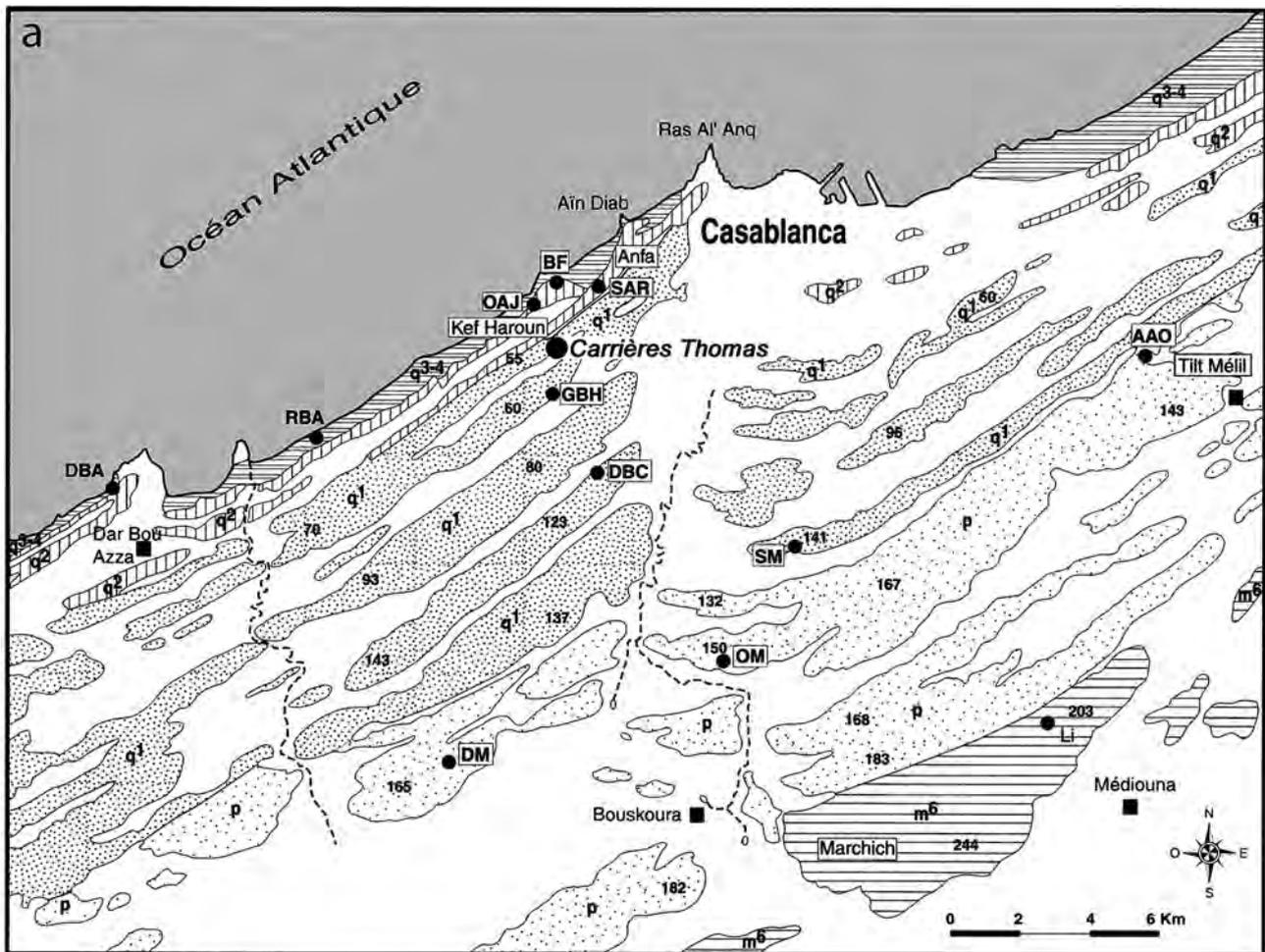


Fig. 2 – a : formations mio-plio-pléistocènes de la région de Casablanca, q^{3-4} : Pléistocène supérieur et Holocène; q^2 : Pléistocène moyen; q^1 : Pléistocène ancien; p : Pliocène; m^6 : Miocène (Messinien). Sites signalés : carrières « Thomas » (Thomas I, Thomas III, Oulad Hamida 1); AAO : Ahl Al Oughlam; BF : Bir Feghloul; DBA : Dar Bou Azza; DBC : Dar Bouchaïb Oulad Caïla; DM : Douar Mouhak; GBH : Ghandour Ben Habib; Li : Lissasfa; OAJ : Oulad Aj J'mel; OM : Oulad Malik; RBA : Reddad Ben Ali; SAR : carrières de Sidi Abderrahmane; SM : Sidi Messaoud. – b : morpho-lithostratigraphie synthétique des formations quaternaires dans la zone des carrières Sidi Abderrahmane et Thomas. MSU : unité morpho-lithostratigraphique (d'après Texier *et al.*, 1994 et 2002; Lefèvre, 2000; Lefèvre et Raynal, 2002).

Fig. 2 – a : Mio-Plio-Pleistocene formations of the Casablanca area, q^{3-4} : Upper Pleistocene and Holocene; q^2 : Middle Pleistocene; q^1 : Lower Pleistocene; p: Pliocene; m^6 : final Miocene (Messinian). Localities are: Thomas quarries (Thomas I, Thomas III, Oulad Hamida 1); AAO: Ahl Al Oughlam; BF: Bir Feghloul; DBA: Dar Bou Azza; DBC: Dar Bouchaïb Oulad Caïla; DM: Douar Mouhak; GBH: Ghandour Ben Habib; Li: Lissasfa; OAJ: Oulad Aj J'mel; OM: Oulad Malik; RBA: Reddad Ben Ali; SAR: Sidi Abderrahmane quarries; SM: Sidi Messaoud. – b: Synthetic morpho-lithostratigraphy of Quaternary formations in the Sidi Abderrahmane and Thomas quarries area. MSU: morpho-lithostratigraphic units (after Texier *et al.*, 1994 and 2002; Lefèvre, 2000; Lefèvre and Raynal, 2002).

marneux de son unité stratigraphique basale (Raynal et Texier, 1989). Ce n'est qu'après l'arrêt de l'extraction de matériaux et un comblement partiel du site, que des fouilles modernes adaptées ont pu être enfin entreprises en 1988 dans les niveaux anciens; puis, après le dégagement mécanique des remblais, elles ont été progressivement étendues au complexe de grottes préservé sur la paroi nord-orientale de la carrière. Une de ces cavités (GH) est mondialement connue suite à la découverte, en 1969, d'une hémimandibule humaine par un jeune amateur, Philippe Bériro. Ce fossile fut d'abord attribué par E. Ennouchi (1969) à *Atlantropus mauritanicus*, puis a été plus récemment considéré comme un représentant de *Homo rhodesiensis* (Hublin, 2001). Ce reste d'hominidé était associé à de l'industrie lithique et de la faune et l'ensemble a été rapporté au Pléistocène moyen (Geraads *et al.*, 1980).

Entre 1994 et 2008, de nouveaux fossiles dentaires humains ont été découverts lors des fouilles programmées dans la cavité GH. Ces fossiles étaient associés à de l'outillage lithique et à une abondante macrofaune et microfaune mammalienne ainsi qu'à quelques restes de reptiles et d'oiseaux. Leur étude préliminaire (Raynal *et al.*, 2010b) est reprise ici, assortie d'une discussion actualisée de la présentation des cadres stratigraphiques, biologiques, archéologiques et radiochronologiques.

LITHOSTRATIGRAPHIE ET MICROFACIOLOGIE DANS LA CAVITÉ GH

Dans la carrière Thomas I, une ancienne ligne de rivage, polyphasée, s'est inscrite en falaise dans des dépôts antérieurs. À ce rivage sont associées des grottes dont le remplissage marin s'élève jusqu'à 32 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer. Dans l'une de ces cavités (GH), des dépôts continentaux postérieurs au dernier haut niveau marin enregistré sont préservés sur une quarantaine de mètres d'affleurement, selon un axe NNO-SSE (fig. 3). Seule la moitié méridionale de cette grotte a pour le moment fait l'objet de fouilles approfondies. Cette partie la plus basse de la cavité est très probablement la plus éloignée de l'entrée fossile, laquelle ne peut toutefois être précisément localisée. Ces dépôts datent du Pléistocène moyen et supérieur, sur la foi d'éléments morpho-lithostratigraphiques (El Graoui, 1994; Texier *et al.*, 1994 et 2002; Lefèvre, 2000; Lefèvre et Raynal, 2002), biochronologiques (Geraads, 1980 et 2002; Hossini, 2002), de plusieurs datations publiées (Rhodes *et al.*, 2006; Raynal *et al.*, 2010b) ou restées inédites (U/Th). Plusieurs discontinuités apparaissent dans cette séquence dont l'exploration de la partie occidentale, plus puissante est en cours, ainsi que l'analyse microstratigraphique détaillée et la datation par RPE de plusieurs dents d'herbivores.

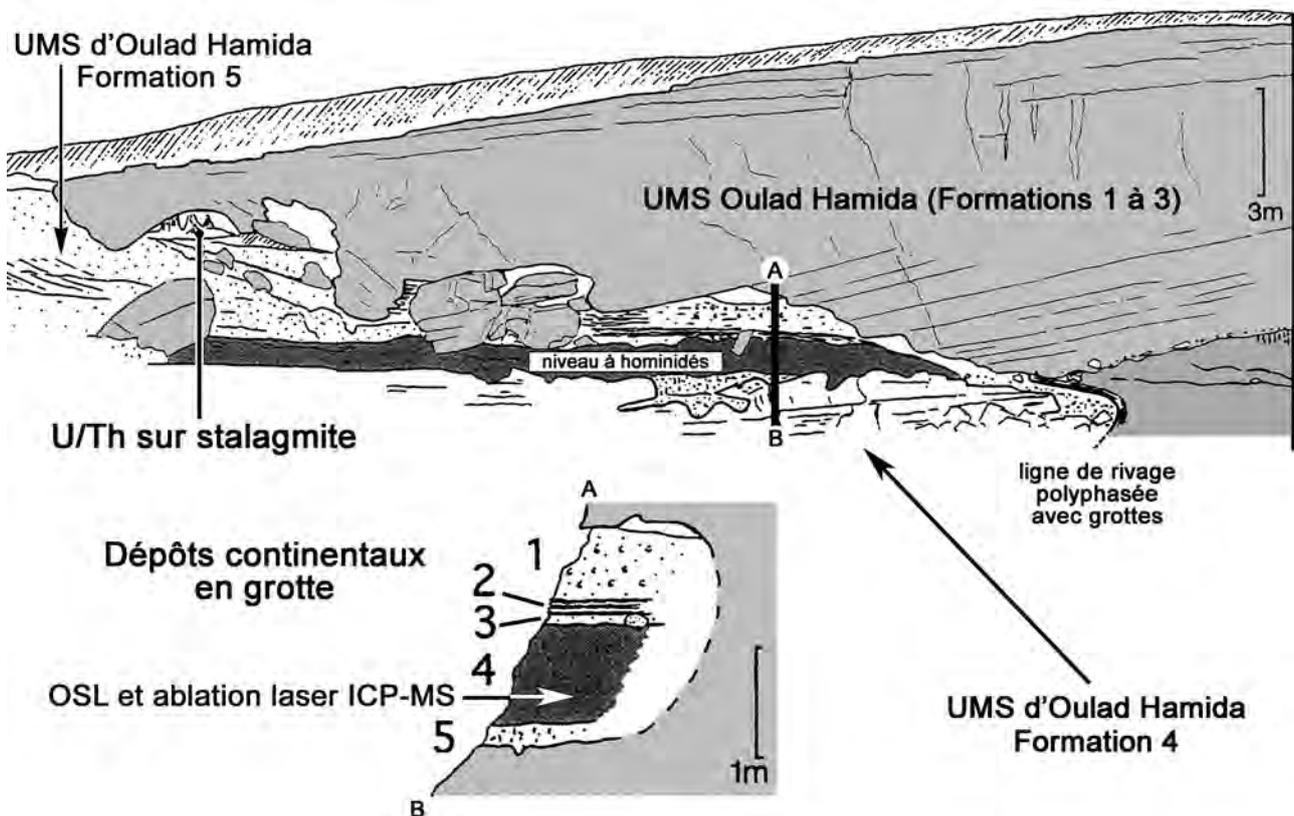


Fig. 3 – Stratigraphie schématique dans le secteur de la grotte à Hominidés de la carrière Thomas I. Les unités 1 à 5 du remplissage de la grotte sont décrites dans le texte. Le niveau 4 contient les hominidés, l'industrie et la faune.

Fig. 3 – Simplified stratigraphy in the sector of Thomas Quarry I Hominid Cave. Description of units 1 to 5 in text. Unit 4 contains hominids, lithic artefacts and fauna.

Les premières observations de microfaciès ont été réalisées à partir de lames minces de grand format décrites selon une terminologie adaptée de Bullock *et al.* (1985).

Dans sa partie supérieure, la stratigraphie de GH comprend, de haut en bas :

- *Unité stratigraphique 1* : complexe rubéfié, très riche en microfaune ; ce sont des dépôts à lithofaciès massif ou lité. Le faciès massif correspond à des sables quartzeux associés à un plasma argileux brun rouge foncé. On y observe la juxtaposition de deux types de plages : 1) des plages sablo-argileuses rouge foncé, à relation *g/f* (distribution des particules grossières par rapport aux fines) de type porphyrique (éléments grossiers dispersés dans une matrice de fines) et à porosité fissurale et, 2) des plages de couleur plus claire composées de sables peu argileux à relation *g/f* de type géfurique (éléments grossiers reliés par des ponts de fines). Les secondes semblent dériver des premières par lavage.

Le faciès lité est constitué de lamines de sables granoclassés intercalés dans des sables argileux massifs identiques à ceux décrits plus haut (fig. 4, n° 3). Les grains sableux des lits granoclassés sont revêtus d'une fine pellicule argileuse. Le squelette est composé essentiellement de grains de quartz arrondis à sub-anguleux, souvent corrodés. On observe également quelques grains de glauconie. De rares lithoclastes calcaires sont présents dans le sédiment qui contient également de nombreux fragments de coquilles de gastéropodes. Les lithoclastes ont enregistré une histoire complexe. Ils sont en effet composés de bioclastes recristallisés et de grains de quartz à revêtements micritiques ; ces éléments sont inclus dans un ciment sparitique équigranulaire de type phréatique d'eau douce. Les vides biologiques sont assez nombreux.

Par leurs caractéristiques granulométriques (sables argileux), minéralogiques (grains de quartz souvent corrodés), colorimétriques (couleur rouge plus ou moins foncé) ainsi que par leur contenu malacologique (très nombreuses coquilles de gastéropodes), ces dépôts s'apparentent à ceux de la formation dite des « Limons rouges » très largement répandue dans tout le Nord-Ouest du Maroc (Raynal et Texier, 1984 ; Texier *et al.*, 2002) et présente en surface au-dessus du site. Les sédiments analysés en proviennent probablement et sont sans doute parvenus dans la cavité à la suite de phénomènes d'effondrements et/ou de coulées boueuses (sables argileux à faciès massif). Des écoulements dilués ont ensuite occasionné, en fonction de leur compétence, des phénomènes de lavage (plages plus claires) ou de tri (faciès lité). Les lithoclastes calcarénitiques inclus dans les dépôts proviennent très probablement de la désagrégation des parois de la cavité karstique.

- *Unités stratigraphiques 2-3* : complexe stalagmitique, composé de plusieurs lits de calcite interstratifiés avec des sables rouges meubles, mis en place après des processus de ravinement, qui se dilate latéralement vers le nord-ouest et se raccorde à un spéléothème

pour lequel des âges U/Th ont été obtenus : $92,3 \pm 7,3$ ka (intérieur de la stalagmite) et $85,7 \pm 5,2$ ka (extérieur de la stalagmite) sans correction pour ^{230}Th ; $78 \pm 8,4$ (intérieur) et $73,9 \pm 6,2$ (extérieur) avec correction pour ^{230}Th , soit la fin du stade isotopique marin 5 (SIM 5). Il existe donc une lacune de sédimentation importante entre cette unité et l'unité 4 sous-jacente dont l'âge est pour le moment estimé autour de 500 ka (cf. *infra*). Ceci pourrait s'expliquer par une fermeture de la cavité liée au dépôt de la Formation 5 d'Oulad Hamida (fig. 3) – ou postérieure – et par une réouverture plus récente, situation connue pour d'autres grottes du littoral mésétien.

- *Unité stratigraphique 4* : sa microstratigraphie révèle une histoire sédimentaire complexe ; elle contient des objets lithiques naturels et taillés, de la macrofaune, de la microfaune et des fossiles humains.

La base de l'unité 4 est composée de sables bioclastiques et quartzitiques bien classés liés par un ciment microsparitique à sparitique composé de cristaux à croissance centripète. De la calcite syntaxique est visible autour des fragments d'échinodermes (fig. 4, n° 1). Les bivalves sont partiellement dissous et recristallisés ; leur forme originelle est soulignée par une enveloppe micritique. Le ciment, de même que le matériel sédimentaire, sont affectés de grands vides de dissolution (fig. 4, n° 1). Quelques traits argileux sont présents. Ils correspondent à des revêtements autour des grains, à des petits agrégats disposés dans les vides d'entassement, ou à des bioclastes altérés. On observe également de rares agrégats de sols rouges. Ce matériel sédimentaire provient principalement du remaniement de dépôts littoraux (dépôts intertidaux ?). Après une très légère phase d'altération intervenue soit avant leur remaniement, soit après leur dépôt dans la cavité karstique, se manifeste d'abord un épisode de consolidation en contexte phréatique d'eau douce, puis une phase de dissolution responsable de la formation de grands vides. Les rares agrégats de sol proviennent de la surface et ont probablement été entraînés dans la cavité en même temps que le reste du sédiment. Le cortège minéralogique de la base de l'unité 4 comporte des minéraux lourds issus de roches métamorphiques, tels la pumpellyite, le grenat, le zircon et la staurotide, mais on note l'abondance d'un clinopyroxène vert de type augite verte caractéristique d'apports liés au volcanisme. Les individus observés présentent une aciculation bien développée du type 4 (El Graoui, 1994). Sur certains prismes (fig. 5), l'aciculation est largement développée aux deux extrémités et des cristallisations de calcite fossilisent la forme initiale du pyroxène ; son contour est souligné par un liseré brun rouge et des vides apparaissent entre les extrémités aciculées et ce liseré, par dissolution complète de la partie altérée du cristal sous l'action des circulations vadoses. Ces observations montrent clairement que l'aciculation des clinopyroxènes est, dans le cas présent, liée à l'altération et acquise secondairement au sein du dépôt (El Graoui et Vernet, 2001). Le degré d'aciculation élevé (4 sur une échelle de 5) plaide en faveur de l'ancienneté du dépôt.

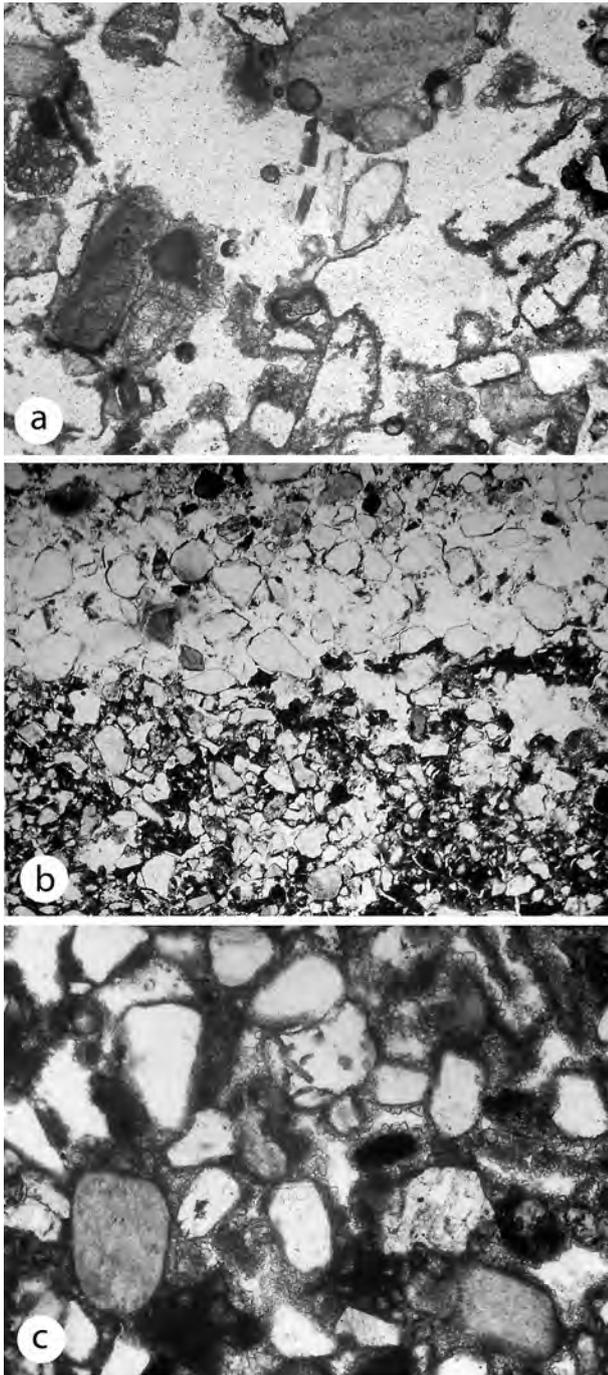


Fig. 4 – Grotte à Hominidés de la carrière Thomas I. – a : unité 4 base, échantillon GH28-08, microphotographie (LN). De grands vides de dissolution se développent aux dépens du ciment calcitique et des bioclastes. Une enveloppe micritique souligne la forme originelle des bivalves. De la calcite syntaxique s'observe autour des fragments d'échinoderme. Quelques bioclastes argilisés sont également présents, largeur de la photo : 2 mm. – b : unité 4 milieu, échantillon 95019, microphotographie (LN). Des bioclastes, des pellets et des grains quartzeux bien classés sont cimentés par une microsparite de type vadose d'eau douce qui colmate partiellement les vides d'entassement. Les grains du squelette sont revêtus par des argiles qui forment également de petits agrégats dans les vides intergranulaires, largeur de la photo : 1,7 mm. – c : unités 3-2, échantillon 95014. Microphotographie (LN). Une lamine composée de grains quartzeux granoclassés se superpose à des sables argileux rouges massifs. De minces enrobements argileux recouvrent les grains de quartz de la lamine, largeur de la photo : 3,9 mm (photos J.-P. Texier).

Fig. 4 – Thomas I Hominid Cave. – a: unit 4 bottom, sample GH28-08, photomicrograph (PPL). Large dissolution voids develop at the expense of the calcitic cement and bioclasts. A micritic envelope underlines the original form of bivalves. Syntaxial calcite is visible around echinoderm fragments. Some argilized bioclasts are present, frame length: 2 mm. – b: unit 4 middle part, sample 95019, photomicrograph (PPL). Well-sorted bioclasts, pellets and quartz grains are cemented by vadose microspar which partially fills the intergranular voids. Skeletal grains are coated by clays which also form small aggregates in intergranular voids, frame length: 1.7 mm. – c: units 3-2, sample 95014., photomicrograph (PPL). Lamina composed of sorted quartzose grains is superimposed over massive red clayey sands. Thin clayey cutans coat the quartz grains of the lamina, frame length: 3.9 mm (photos J.-P. Texier).

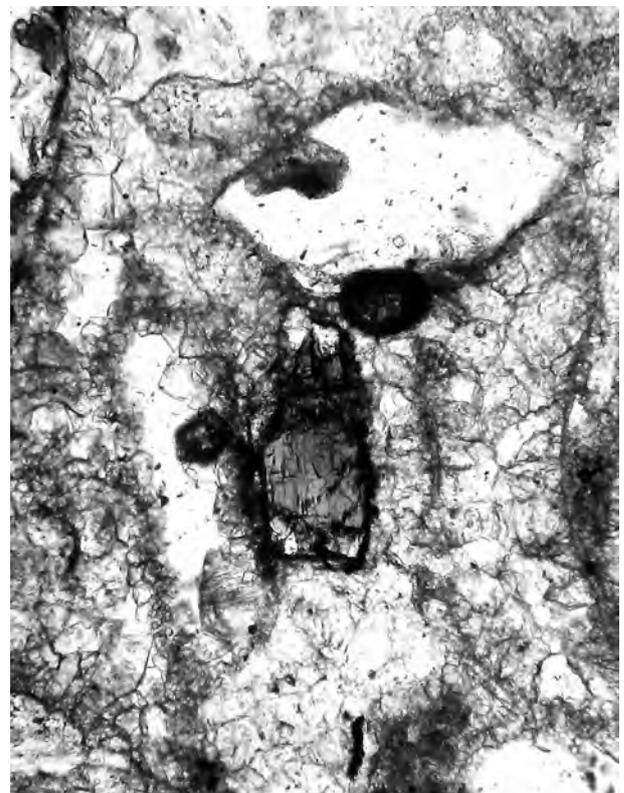


Fig. 5 – Grotte à Hominidés de la carrière Thomas I, unité 4 base, échantillon GH28-08, prisme de clinopyroxène vert (160 μ m, LN) à extrémités aciculées. Les cristallisations de calcite soulignent la forme fantôme du cristal et des vides sont présents au niveau des acicules.

Fig. 5 – Thomas I Hominid Cave, unit 4 bottom, sample GH28-08. Green clinopyroxene crystal (160 μ m, PPL) with acicular extremities. Calcite envelope underlines the ghost crystal form and voids develop around acicules.

La partie centrale de l'unité 4 est composée de sables bioclastiques et quartzeux bien classés (\varnothing moyen : 200-250 microns). Ils sont associés à des argiles rouges plus ou moins abondantes qui forment des revêtements autour des grains ou de petits agrégats dans les vides d'entassement (fig. 4, n° 2). Tous ces éléments sont liés par un ciment microsparitique vadose d'eau douce (fig. 4, n° 2). Les bioclastes comprennent principalement des fragments de lamelli-branches et d'échinodermes associés à des pellets. Les fragments de lamelli-branches sont généralement dissous et se résument à leur enveloppe micritique. Les quartz, assez nombreux, sont généralement

émoussés à arrondis. Certains sont ferruginisés ou présentent des golfes de corrosion. On note la présence de quelques fragments osseux. Le bon classement ainsi que la composition minéralogique et pétrographique du sédiment laissent à penser qu'il provient du remaniement de dépôts littoraux meubles, probablement de type dunaire. Les argiles associées à ces sédiments résultent d'une altération *in situ* et modérée des bioclastes et/ou de circulation dans le karst d'eaux turbides. Les fragments osseux peuvent provenir de la faune cavernicole, avoir été entraînés dans le karst en même temps que le reste du sédiment, ou encore témoigner d'une activité humaine. La cimentation par de la microsparite vadose est intervenue en dernier lieu.

La partie supérieure de l'unité 4 est composée de sables dont la mise en place résulte principalement de processus de ruissellement.

- *Unité stratigraphique 5* : dépôts intertidaux constitués de blocs d'éolianite effondrés enrobés de sables grossiers; ils fossilisent une encoche de la ligne de rivage polyphasée et appartiennent au sommet de la Formation 4 d'Oulad Hamida.

L'INDUSTRIE LITHIQUE DE L'UNITÉ STRATIGRAPHIQUE 4

L'outillage lithique provenant des fouilles récentes dans l'unité stratigraphique 4 de GH est dominé par les galets taillés, comme celui récolté lors de la découverte du premier fossile humain en 1969 (Geraads *et al.*, 1980). Il appartient à une nappe de vestiges de puissance variable qui a été explorée sur une superficie d'une quarantaine de mètres carrés dans le secteur central et oriental de la cavité (fig. 6). Il a été

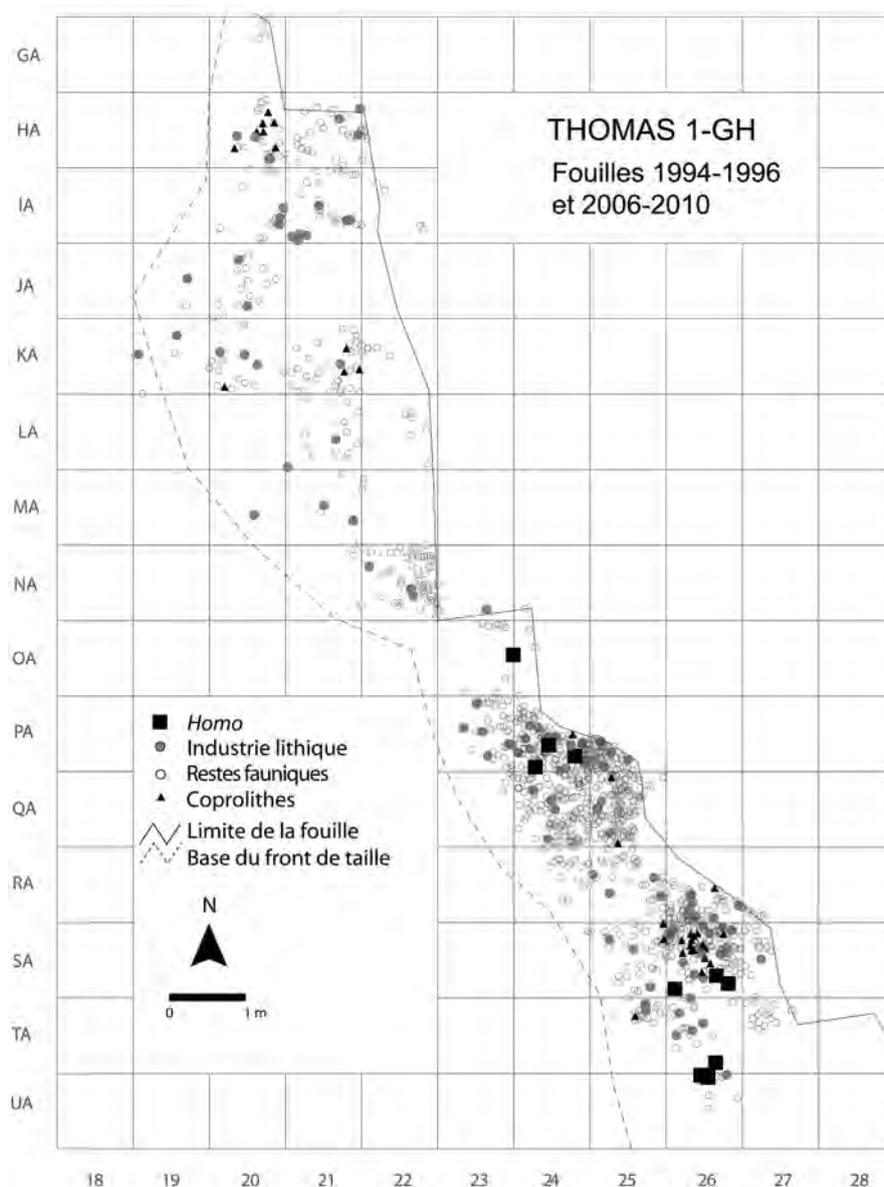
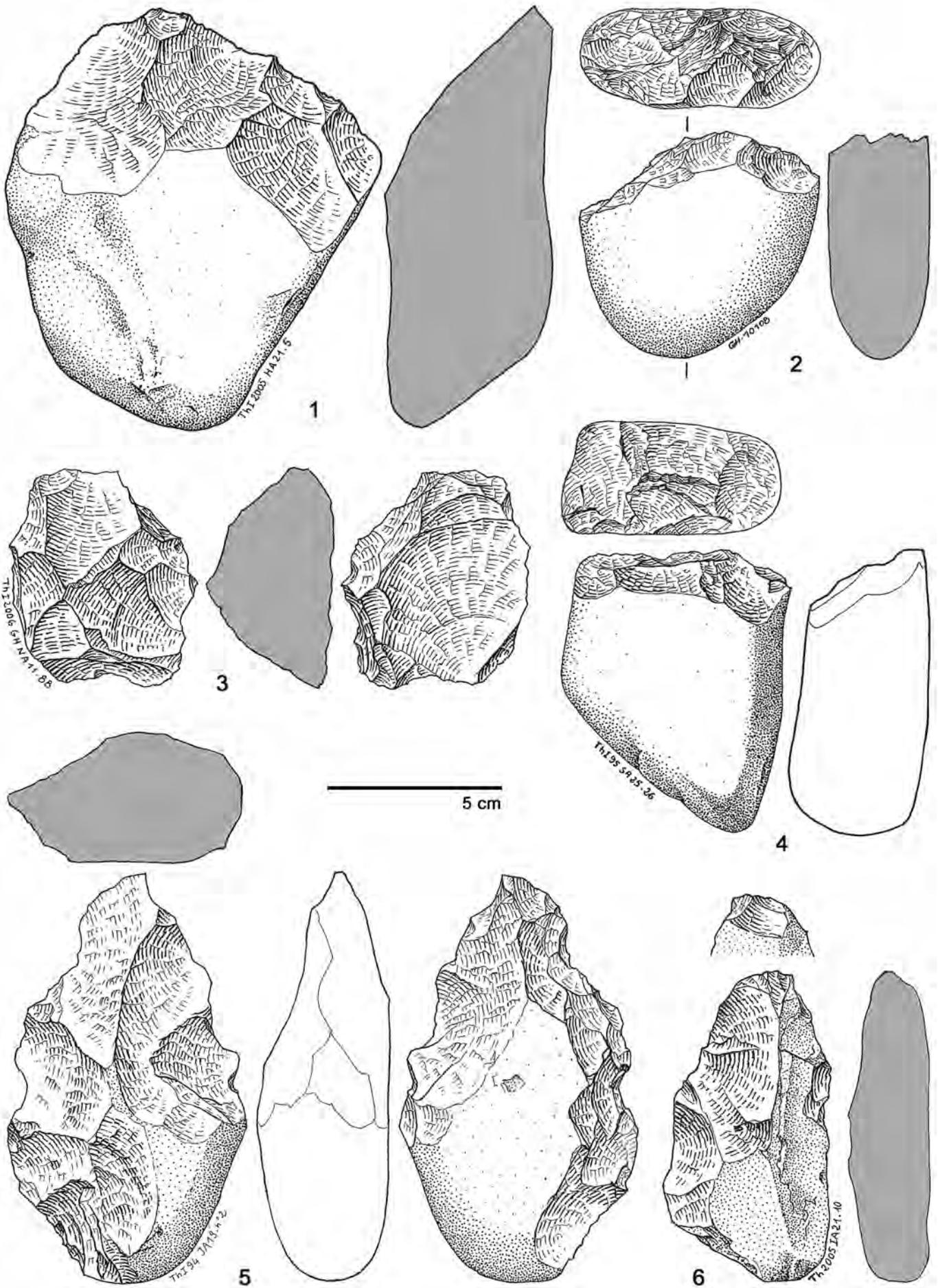


Fig. 6 – Grotte à Hominidés de la carrière Thomas I, plan des vestiges identifiés (SIG R. Gallotti).

Fig. 6 – Thomas I Hominid Cave, map of identified remains (GIS R. Gallotti).



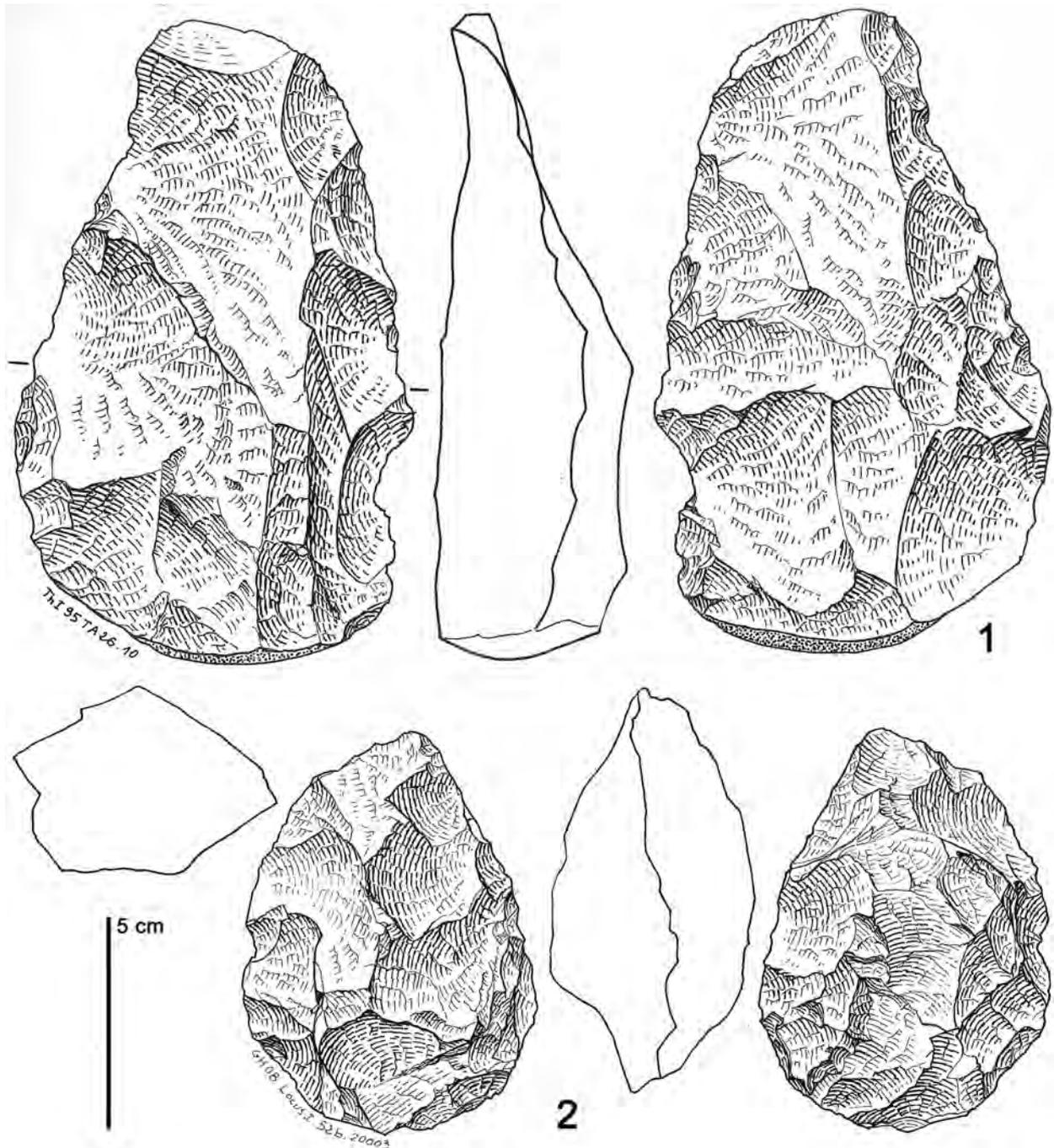


Fig. 8 – Grotte à Hominidés de la carrière Thomas I, unité 4, outillage lithique, quartzite. 1 : Grand outil bifacial sur éclat ; 2 : nucléus bifacial. Dessins M. Hirbec-Raynal.

Fig. 8 – Thomas I Hominid Cave, lithic assemblage, quartzite. 1: Large cutting bifacial tool on flake; 2: bifacial core. Drawings M. Hirbec-Raynal.

Fig. 7 (à gauche) – Grotte à Hominidés de la carrière Thomas I, outillage lithique, quartzite. 1 et 4 : galets taillés (nucléus); 2 : galet à troncature bipolaire; 3 : nucléus à éclat préférentiel; 5 : biface sur galet. 6 : biface-nucléus (dessins M. Hirbec-Raynal).

Fig. 7 (left) – Thomas I Hominid Cave, lithic assemblage, quartzite. 1 and 4: chopper-cores; 2: bipolar truncated pebble; 3: core with preferential flake removal; 5: handaxe on pebble; 6: handaxe-like core drawings M. Hirbec-Raynal).

principalement produit sur des quartzites variés et des silex. Les quartzites étaient disponibles à proximité du site sous forme de galets de plages et de blocs libérés des nombreux pointements du socle paléozoïque. Les nodules de silex provenaient du Plateau des phosphates dans l'arrière-pays mésétien : transportés jusqu'à l'océan par les oueds, ils étaient redistribués le long du littoral par les courants et étaient récoltés dans les plages, en position secondaire. Dans la partie fouillée, les seuls quartzites représentent 80 kg de matériel

naturel, 27 kg de matière travaillée et 6,5 kg de percuteurs. La série se compose de galets taillés (*chopper-cores*) qui sont principalement des nucléus à taille unifaciale, unidirectionnelle, au bord retouché en tranchant, de nucléus vrais, d'éclats semi-corticaux obtenus par percussion directe ou bipolaire, de quelques bifaces façonnés sur de grands éclats ou des galets plats (fig. 7, n° 5 ; fig. 8, n° 1), de nucléus bifaces (fig. 8, n° 2), de percuteurs et d'enclumes. Un inventaire simplifié des composantes de ce matériel est donné dans le tabl. 1.

L'intention principale du débitage du quartzite était la production d'éclats, mais très peu ont cependant été retrouvés pendant les fouilles. Un tri sélectif par des processus de mobilisation secondaire ne peut être formellement écarté mais objets lourds et légers co-existent dans la partie fouillée et plusieurs remontages impliquant des nucléus et des éclats attestent d'une activité de production *in situ*. Le déficit d'éclats peut donc résulter d'une fragmentation spatiale et/ou temporelle des chaînes opératoires. La fouille de la partie occidentale du gisement permettra peut-être de préciser ce point.

Les méthodes de taille ont par conséquent été identifiées et décrites à partir de l'étude des nucléus et sept modalités ont été reconnues :

- *débitage unifacial unidirectionnel* (fig. 7, n° 1 et 4 ; fig. 9, n° 1 et 6). Les nucléus présentant une seule surface de débitage avec des enlèvements unidirectionnels sont majoritaires (n = 75). La surface de débitage montre fréquemment un profil convexe. La plupart des nucléus présentent une surface de frappe corticale (n = 65). Neuf nucléus portent un ou plusieurs enlèvements sur le plan de frappe qui sont antérieurs au détachement des éclats de la surface de débitage ;
- *débitage unifacial bipolaire* (fig. 7, n° 2). Neuf galets plats et un galet parallélépipédique ont été débités sur leur plan transversal avec la méthode de percussion bipolaire axiale sur enclume ;
- *débitage unifacial centripète/cordal* (fig. 9, n° 4). Cinq petits nucléus présentent une exploitation centripète ou cordale de la surface de débitage et une surface de frappe périphérique naturelle ou rectifiée. Plusieurs critères relient ces objets aux méthodes discoïdes de débitage et élargissent leur variabilité qui a été bien documentée dans d'autres contextes chronologiques (Jaubert et Mourre, 1996 ; Terradas, 2003). La surface de débitage d'un des nucléus présente un enlèvement similaire à ceux des nucléus à éclat préférentiel (fig. 7, n° 3) ;
- *débitage bifacial* (fig. 8, n° 2 ; fig. 9, n° 2). Cinq nucléus présentent deux surfaces de débitage. L'utilisation alterne des surfaces est attestée pour quatre d'entre eux sur lesquels chaque surface a été alternativement surface de frappe et surface de débitage pour la production de plusieurs séries d'enlèvements. Un nucléus a été débité sur deux surfaces non adjacentes ;
- *débitage périphérique unidirectionnel* (fig. 9, n° 3). Quatre nucléus ont été exploités de manière périphérique par des enlèvements unidirectionnels à partir d'une surface de frappe naturelle ;

Catégories	Quartzite	Silex
Nucléus	122	6
Fragments de nucléus	3	-
Éclats	25	-
Petits éclats > 3 cm	13	12
Bifaces	2	-
Débris	24	19
Percuteurs	27	-
TOTAL	213	37

Tabl. 1 – Grotte à Hominidés de la carrière Thomas I, unité 4. Composition de la série lithique.

Table 1 – Thomas I Hominid Cave, Unit 4, composition of the lithic assemblage.

- *débitage mixte* (fig. 9, n° 5). Un nucléus porte des enlèvements qui ont été, dans un premier temps, multifaciaux unidirectionnels, puis bifaciaux alternants dans un second temps ;
- *débitage simple*. Vingt-quatre nucléus montrent un ou deux négatifs d'enlèvements isolés.

La production d'éclats était également le seul objectif du débitage du silex. Les matrices sont de petits galets qui ont été débités de façon préférentielle sur une seule surface par des enlèvements unidirectionnels ou bipolaires. Dans un cas, la face inférieure d'un éclat a servi de surface de débitage pour une série d'enlèvements centripètes. Un seul montre une exploitation sur plusieurs surfaces par des enlèvements multidirectionnels (fig. 9, n° 7).

Le nombre d'éclats est faible en comparaison de celui des nucléus et ceci était déjà le cas pour la série découverte avant nos fouilles (Geraads *et al.*, 1980). La plupart sont des éclats de première génération extraits de blocs et galets. Un éclat de première génération a été retouché sur ses bords latéraux et distaux. Les éclats partiellement corticaux présentent des talons corticaux et un ou deux négatifs d'enlèvements antérieurs sur leur face supérieure. Les éclats de quartzite produits pendant la phase de plein débitage présentent une ou deux séries d'enlèvements antérieurs unidirectionnels ou orthogonaux et deux d'entre eux sont des éclats provenant de nucléus à surfaces orthogonales : leurs talons sont généralement lisses, rarement dièdres. Un éclat de silex présente un talon facetté et une série de négatifs d'enlèvements antérieurs centripètes.

Le débitage était de toute évidence orienté préférentiellement vers la production d'éclats tandis que les bords de certains nucléus étaient aménagés pour trancher ; une chaîne opératoire bifaciale a été mise en œuvre à l'extérieur de la cavité pour obtenir de grands objets tranchants et des objets appointés lourds qui ont secondairement été importés dans la cavité. Les activités de subsistance étaient probablement dédiées à la récupération de viande, même si aucune marque de découpe n'a encore été identifiée à ce jour sur les ossements (voir *infra*).

Comme pour les occupations supérieures de la toute proche Grotte des Rhinocéros (GDR) de la carrière Oulad Hamida 1, l'industrie lithique de la Grotte à Hominidés de la carrière Thomas I correspond à un

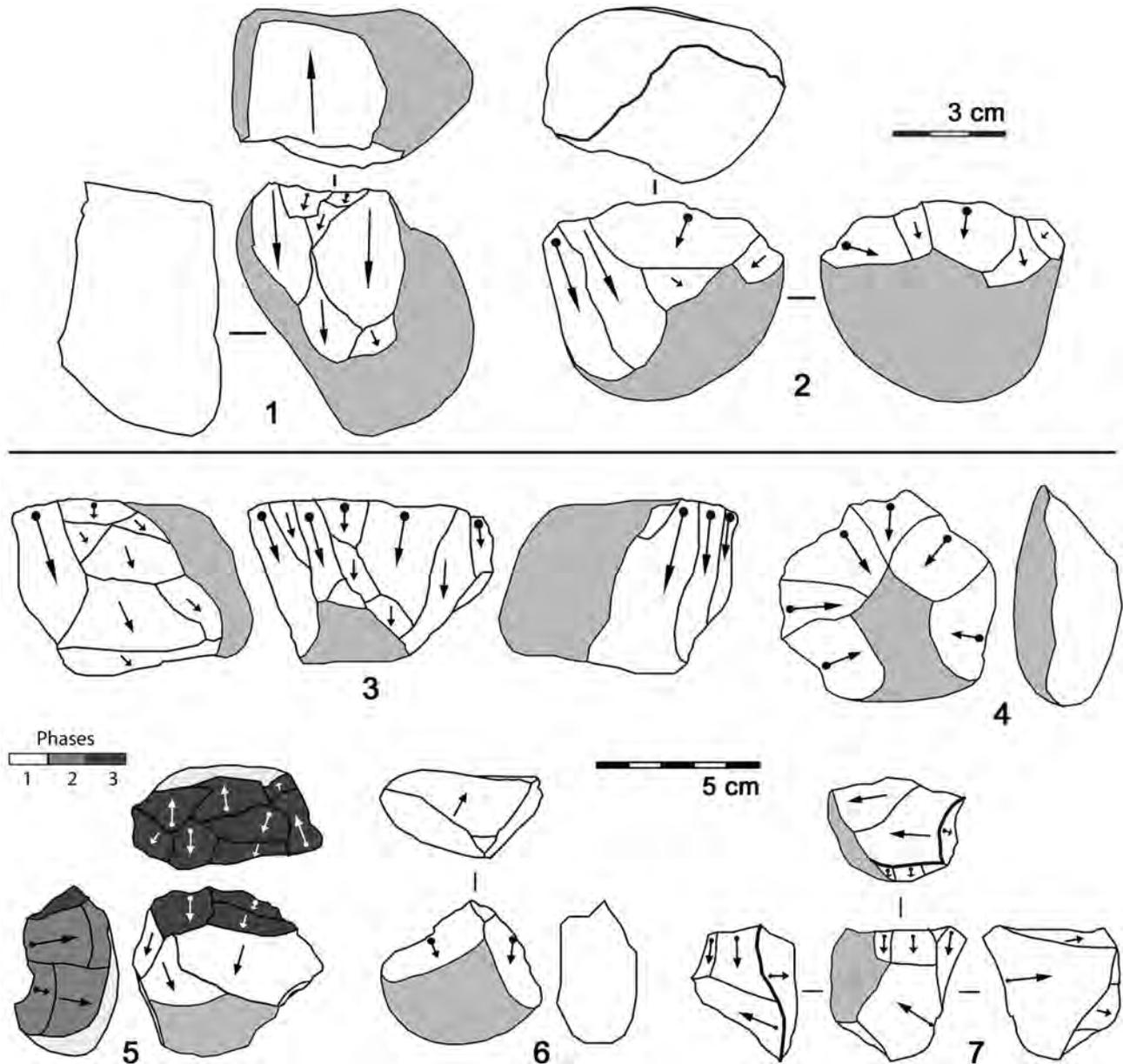


Fig. 9 – Grotte à Hominidés de la carrière Thomas I, unité 4, outillage lithique, nucléus. 1 : débitage unifacial unidirectionnel, quartzite ; 2 : débitage bifacial, quartzite ; 3 : débitage unidirectionnel périphérique, quartzite ; 4 : débitage centripète unifacial, quartzite ; 5 : débitage mixte, quartzite ; 6 : débitage unifacial unidirectionnel, flint ; 7 : débitage multifacial multidirectionnel, silex (dessins R. Gallotti).

Fig. 9 – Thomas I Hominid Cave, lithic assemblage, cores. 1: Unifacial unidirectional knapping, quartzite ; 2: Bifacial knapping, quartzite ; 3: Peripheral unidirectional knapping, quartzite ; 4: Unifacial centripetal knapping, quartzite ; 5: Mixed knapping, quartzite ; 6: Unifacial unidirectional knapping, flint ; 7: Multifacial multidirectional knapping, flint (drawings R. Gallotti).

faciès de l'Acheuléen récent régional riche en galets taillés (Raynal *et al.*, 2009). Mais dans ces deux sites, la présence d'une chaîne opératoire bifaciale interdit un rapprochement avec les industries à seule production d'éclats (*core and flake assemblages*). Au Maroc, et de façon plus large en Afrique du Nord, nous ne connaissons encore que peu d'industries semblables et surtout d'âge comparable ; une proximité chronologique et des similarités techniques semblent toutefois exister avec les sites de Daya El Hamra (El Hajraoui, 1985 et 2004) et Chaperon-Rouge II (niveaux anciens) en Mamora (Texier *et al.*, 1982 et 1992 ; Raynal *et al.*, 1985 ; Habboun, 1991) et peut-être Aïn

Bahya plus au sud-ouest de Rabat (Michel, 1988). De manière beaucoup plus générale, des industries européennes d'âge comparable, avec peu ou pas de bifaces mais également considérées par certains comme appartenant à l'Acheuléen (Piperno *et al.*, 1999), à l'instar de situations déjà connues au Levant (Bar-Yosef et Goren-Inbar, 1993) et en Afrique orientale (Delagnes *et al.*, 2006), sont par exemple présentes à Atapuerca en Espagne (Carbonell *et al.*, 1995), à la Caune de l'Arago en France (Lumley et Barsky, 2004), à Isernia (Villa, 2001) ou encore à Notarchirico en Italie méridionale (Piperno, 1996 ; Lefèvre *et al.*, 2002 et 2010).

LA FAUNE DES UNITÉS STRATIGRAPHIQUES 4 ET 1

Unité stratigraphique 4

Une riche faune mammalienne et quelques restes de reptiles et d'oiseaux sont associés à l'industrie lithique dans l'unité stratigraphique 4 (tabl. 2).

L'abondance et la diversité des carnivores attestent l'utilisation de la grotte comme repaire par la majorité d'entre eux. La plupart des espèces sont probablement identiques à celles de GDR (Bernoussi, 1997). Le plus commun est un canidé de taille moyenne, *Lupulella mohibi*, dont la partie broyeuse de la dentition est bien développée (Geraads, 2011), comme dans le genre *Nyctereutes*. Ce même canidé est présent à GDR, mais également à Tighenif, et tend de ce fait à vieillir les sites marocains (Geraads, 2008). Deux autres canidés sont représentés, un petit renard et un lycaon, genre rarement signalé à l'état fossile, mais lui aussi présent à Tighenif. L'ours est voisin de celui connu au Pléistocène moyen en Europe, mais se distingue par ses proportions dentaires, et représente peut-être une lignée endémique. Si la plupart des espèces de carnivores sont probablement les mêmes qu'à Tighenif, un grand félin, représenté par plusieurs spécimens tant de GDR que de GH, constitue une exception notable ; il évoque, par ses dimensions dentaires intermédiaires entre celles du lion et de la panthère, le jaguar de la fin du Pléistocène inférieur et du début du Pléistocène moyen européen, *Panthera onca gombaszoegensis*, qui n'a néanmoins jamais été signalé en Afrique.

Les suidés sont rares et surtout représentés par le phacochère, mais en 2006 a été découvert un fragment

de molaire supérieure de *Kolpochoerus*, rajeunissant ainsi la date d'extinction de ce genre en Afrique du Nord, mais tendant en même temps à vieillir ce niveau, puisque le genre n'était auparavant connu à Casablanca que jusqu'au niveau L de Thomas, daté autour de 1 Ma.

La fragmentation du matériel rend les identifications précises difficiles chez les bovidés, mais il n'est pas douteux que les formes dominantes sont les gazelles et les Alcelaphini, qui témoignent d'un milieu ouvert, comme d'ailleurs le zèbre *Equus cf. mauritanicus* et le rhinocéros *Ceratotherium*. Autre indice de la rareté du couvert arboré, la présence, chez les primates non-humains, du seul *Theropithecus*, genre panafricain qui fait ici une de ses dernières apparitions en Afrique du Nord.

Le niveau 4 de GH est assez pauvre en micro-mammifères. La liste faunique rappelle celle de GDR (Geraads, 1994), avec quelques différences notables (Geraads, 2002) : *Eliomys* (le lérot) est beaucoup plus petit que *E. darelbeidae* de GDR, impliquant un écart chronologique significatif ; deux ml inférieures de *Meriones* sont aussi un peu plus petites que celles du *M. maghrebianus* de GDR, et des niveaux postérieurs de la carrière Thomas I ; une première molaire inférieure d'*Ellobius* possède un lobe antérieur nettement échancré, alors qu'il est toujours régulièrement arrondi dans les niveaux plus récents de Thomas I et GDR : on peut penser qu'il s'agit d'un vestige du plissement présent chez *Ellobius africanus* de Tighenif. La faune de rongeurs de GH niveau 4 est donc bien distincte de celle de GDR, et la plus petite taille d'*Eliomys* et de *Meriones*, ainsi que la morphologie de la dent d'*Ellobius*, suggèrent que l'unité 4 de GH est plus ancienne.

Mammifères

Primates

Theropithecus oswaldi - Babouin gelada géant
Homo sp.

Carnivores

Herpestes ichneumon - Mangouste
Hyaena hyaena - Hyène
Felis cf. libyca - Chat sauvage
Panthera sp.
Lupulella mohibi - Chacal
Vulpes vulpes - Renard
Lycaon magnus - Lycaon
Mellivora capensis - Ratel
Lutra sp. - Loutre
Ursus biberoni - Ours
Monachus sp. - Phoque

Artiodactyles

Kolpochoerus sp.
Phacochoerus africanus - Phacochère
Bovini - Aurochs ou Buffle antique
Hippotragini - Oryx ?
Alcelaphini cf. *Parmularius* - Antilope
Connochaetes taurinus prognu - Gnou
Gazella cf. atlantica - Gazelle

Périssodactyles

Equus cf. mauritanicus - Zèbre
Ceratotherium mauritanicum - Rhinocéros blanc

Rongeurs

Hystrix cristata - Porc-épic
Paraethomys tighennifae
Praomys darelbeidae
Mus sp. - Souris
Dipodillus cf. campestris - Gerbille
Gerbillus grandis
Meriones cf. maghrebianus - Mérione
Meriones cf. maximus
Ellobius cf. atlanticus
Eliomys sp. - Lérot

Lagomorphes

Lagomorpha indét.

Insectivores

Crociodura sp. - Musaraigne

Chiroptères

Chiroptera indét.

Reptiles

Testudo sp. - Tortue

Oiseaux indét.

Tabl. 2 – Grotte à Hominidés de la carrière Thomas I, unité 4. Liste faunique.
Table 2 – Thomas I Hominid Cave, Unit 4, faunal assemblage.

En conclusion, la faune indique un âge plus ancien que GDR, site pour lequel on dispose de dates RPE dans la fourchette 0,4 à 0,7 Ma (Rhodes *et al.*, 1994 et 2006). De même, cette faune est probablement plus récente que celle de Tighenif, mais l'éloignement de ce dernier site, sa distance au rivage, et le fait qu'il s'agisse d'un site de plein air expliquent peut-être une partie des différences.

Un autre site qui pourrait être comparé aux niveaux à Hominidés de Thomas est celui de l'Aïn Bahya, situé sur la voie ferrée entre Rabat et Casablanca. Il comprend plusieurs points fossilifères avec quelques grands mammifères peu caractéristiques, à l'exception de *Theropithecus* (Michel, 1988) qui indique un âge plus ancien que Sidi Abderrahmane, où ce babouin est inconnu. Surtout, ces localités ont livré de riches assemblages de rongeurs (Cheddadi, 1986) qui évoquent de près ceux des carrières Thomas – Oulad Hamida. Comme noté par El Mouttaki et Michel (1987), cet auteur n'a malheureusement pas indiqué leur origine précise dans son étude, de sorte qu'il est difficile de se prononcer sur l'âge exact des diverses localités. Quoi qu'il en soit, les faunes d'Aïn Bahya se distinguent bien de celles de Thomas – Oulad Hamida par la prépondérance des muridés, attestant un climat certainement moins sec.

Unité stratigraphique 1

Dans la partie centrale de la cavité, l'unité stratigraphique 1, la plus récente du remplissage, a livré une abondante microfaune, composée d'insectivores, de lagomorphes, de rongeurs et d'anoues. Aucun reste ne semble pouvoir être attribué aux chiroptères ni aux reptiles.

Les restes d'anoues sont relativement nombreux et correspondent à des os isolés et souvent fragmentaires. Leur majorité est attribuable aux bufonidés. Les autres sont rapportés aux discoglossidés (*Discoglossus* sp.), hylidés (*Hyla meridionalis*) et ranidés (*Rana* sp.).

Le *Discoglossus* montre quelques différences par rapport à l'actuel *D. pictus*, notamment une taille plus grande. La valeur systématique de ces différences ne peut être déterminée vu le nombre réduit des pièces fossiles rapportées à cet anoure.

Les bufonidés sont représentés par trois taxons de *Bufo* (*B. mauritanicus*, *B. bufo spinosus* et *B. viridis*). La prépondérance et la diversité des pièces fossiles attribués à *B. mauritanicus* ainsi que leur appartenance à des individus à divers stades de croissance ont permis de noter certaines particularités morphologiques de cette espèce, de souligner les principaux caractères qui la distinguent de *B. bufo spinosus* et de suivre l'évolution de certains de ces caractères au cours de la croissance (Hossini, 2002).

Les fossiles de *B. viridis* ne montrent pas de différences par rapport aux représentants actuels de l'espèce. On note seulement quelques particularités peut-être propres à la forme marocaine de ce taxon.

Les éléments rapportés à *B. bufo spinosus* ne montrent pas de différence par rapport à leurs homologues actuels.

On note cependant que l'aire de distribution géographique de cette sous-espèce n'est plus la même qu'au Pléistocène; elle n'habite plus la région casablancaise ni les environs proches.

Le hylidé est attribué à l'espèce *Hyla meridionalis*. Le nombre réduit de pièces fossiles peut être en rapport avec la fragilité du squelette de cet anoure.

Le ranidé est une grenouille verte qui montre quelques différences morphologiques par rapport à l'actuel ranidé marocain *Rana saharica*, notamment la taille. Comme *Discoglossus* sp. et *Bufo mauritanicus* de ce gisement, ce ranidé montre une taille plus grande que l'actuelle *R. saharica*. Ceci peut être lié à l'existence à cette époque de conditions écologiques régionales ou locales plus favorables au développement corporel de ces taxons. La présence de *B. bufo spinosus* dans cette région, à cette époque, suppose la présence d'un milieu humide.

Le seul reste de grand mammifère est une dent de lait de sanglier (*Sus scrofa*). Quelques mandibules et fragments de crânes appartiennent à des hérissons (*Erinaceus* sp.), à des musaraignes (*Crocidura* sp.) et à des lagomorphes.

Parmi les rongeurs, la mérione est largement dominante, avec près de 90 % des restes. Il s'agit d'une espèce probablement identique à l'actuel *Meriones shawi*. La plupart des autres rongeurs peuvent être rattachés à l'espèce actuelle *Dipodillus campestris*. Trois mandibules seulement attestent la présence d'une souris (*Mus spretus*), et une seule d'un autre muridé, de plus grande taille (cf. *Lemniscomys*). Au total, les gerbillidés renferment donc environ 95 % des restes déterminables de rongeurs. Même si ce pourcentage élevé est pour une part d'origine taphonomique (par exemple, si le collecteur principal était un rapace nocturne, se nourrissant préférentiellement de proies également nocturnes comme les gerbillidés), il témoigne assurément d'un milieu très ouvert, sinon sub-désertique. Cette conclusion est confirmée par la présence d'un fragment de maxillaire de gerboise (*Jaculus*), rongeur de milieux désertiques; le seul autre site du littoral marocain où ce genre ait été signalé est la grotte des Félines toute proche (Raynal *et al.*, 2008). Les niveaux fossilifères y sont datés par AMS du stade isotopique marin 3, entre 33569 ± 335 cal BP (Beta - 242742) et 48029 ± 1807 cal BP (Beta - 242741); il conviendrait cependant de vérifier ces âges par d'autres méthodes qui fournissent souvent des estimations beaucoup plus hautes que le radiocarbone (Richter *et al.*, 2010; Raynal et Occhietti, sous presse) Il se peut qu'il s'agisse ici de la même phase sub-aride mais l'abondance d'anoues exigeant, soit pour vivre soit pour se reproduire, des points d'eau permanents, implique l'existence de mares ou d'étangs au voisinage de la grotte.

Du point de vue biochronologique enfin, cette microfaune de rongeurs est radicalement distincte de celle des unités inférieures, par la disparition de «*Serengtilagus*» raynali, d'*Ellobius*, de *Gerbillus grandis*, de *Meriones maximus*, et de *Paraethomys*. Il n'est pas douteux qu'un écart chronologique important sépare l'unité 4 et l'unité 1.

TAPHONOMIE DE LA GRANDE FAUNE DE L'UNITÉ STRATIGRAPHIQUE 4

Cette étude concerne 921 restes déterminables (NRDt) et 1 296 fragments supérieurs à 2 cm provenant des fouilles 2005-2009 dans l'unité 4 de GH. L'étude taphonomique porte sur les ossements d'ongulés, de carnivores et de grands rongeurs (cf. porc-épic). Nous avons distingué le nombre de restes déterminés, NRDt, et le nombre minimum d'individus, NMI (Lyman, 1994). Afin de discuter des processus d'accumulations (charognage, prédation ou processus naturels), nous avons utilisé les références suivantes : Brain (1976), Hill (1980), Potts (1983), Binford (1984), Klein et Cruz-Urbe (1991), Blumenshine (1986 et 1988), Fosse (1996). Nous avons enregistré pour chaque élément observé à la loupe et sous lumière rasante (restes illisibles exceptés) les dommages naturels ainsi que ceux laissés par les hominidés, les carnivores et les porc-épics (Pei, 1938; Richardson, 1980; Brain, 1981; Haynes, 1983; Lyman, 1994; Monchot, 2005; Tong *et al.*, 2008). Concernant la fragmentation, les dimensions, la circonférence et l'origine des fractures et encoches des éléments osseux ont été prises en compte (Blumenshine et Selvaggio, 1988 et 1991; Villa et Mahieu, 1991).

La répartition de la grande faune met en évidence une grande variété d'espèces dominées par les gazelles (*Gazella cf. atlantica*) et les antilopes pour les ongulés et par un canidé de taille moyenne (*Lupulella mohibi*) pour les carnivores (tabl. 3). Le pourcentage de carnivores, supérieur à 30 % du NRDt et du NMI, est caractéristique d'une accumulation d'origine animale.

Restes encroûtés mis à part (8,3 %), les altérations post-dépositionnelles ont permis la lisibilité de la plus grande partie des surfaces et arêtes osseuses. Le nombre élevé de dents isolées donne cependant un taux de destruction osseuse significatif (tabl. 3). La prédominance du canidé, dont la puissance masticatrice est moindre que celle de l'hyène, est sans doute pour partie responsable de la conservation des portions articulaires d'os long. Le taux élevé d'ossements entiers est principalement dû aux petits os des articulations. Plus de 80 % des fragments diaphysaires d'os longs ont une longueur ou une circonférence inférieure à la moitié de la diaphyse initiale. La série compte beaucoup de fractures sur os frais (19,1 %). Les fractures ou enlèvements corticaux sont pour la plupart associés à des traces de dents (fig. 10, n° 1). Un os long de proboscidiien fracturé présentant une encoche de percussion (fig. 10, n° 4) pourrait être le seul témoignage d'une action anthropique sur les carcasses.

À l'exception des gazelles et des antilopes, dont tous les segments des membres sont représentés, la plupart des espèces comptent une majorité d'os de l'autopode ainsi que des dents isolées. Le squelette axial est pour tous déficitaire. Toutes les catégories d'âge sont représentées pour les gazelles et les antilopes, tandis que les *Bovini*, les suidés, les équidés et *Ceratotherium* comptent des individus âgés ou jeunes. Les canidés sont présents au nombre de quatre adultes matures,

Taxons	NMI	%NMI	NRDt	%NRDt
<i>Hystrix cristata</i>	3	5,8 %	30	4,8 %
RONGEURS	3	5,8 %	30	4,8 %
<i>Felis cf. libyca</i>	1	1,9 %	1	0,2 %
<i>Panthera sp.</i>	1	1,9 %	1	0,2 %
<i>Hyaena hyaena</i>	2	3,8 %	7	1,1 %
<i>Lupulella mohibi</i>	8	15,4 %	179	28,6 %
<i>Ursus biberoni</i>	2	3,8 %	12	1,9 %
<i>Mellivora capensis</i>	1	1,9 %	1	0,2 %
<i>Monachus sp.</i>	1	1,9 %	1	0,2 %
CARNIVORES	16	30,8 %	202	32,3 %
PROBOSCIDIENS	1	1,9 %	1	0,2 %
<i>Ceratotherium mauritanicum</i>	1	1,9 %	6	1,0 %
<i>Equus sp.</i>	1	1,9 %	4	0,6 %
PÉRISSODACTYLES	2	3,8 %	10	1,6 %
<i>Kolpochoerus sp.</i>	1	1,9 %	1	0,2 %
<i>Phacochoerus africanus</i>	1	1,9 %	1	0,2 %
Bovini	5	9,6 %	39	6,2 %
Hippotragini	1	1,9 %	1	0,2 %
Reduncini	1	1,9 %	1	0,2 %
Alcelaphini	7	13,5 %	123	19,6 %
<i>Gazella cf. atlantica</i>	11	21,2 %	210	33,5 %
ARTIODACTYLES	27	51,9 %	376	60,1 %
<i>Homo sp.</i>	2	3,8 %	4	0,6 %
<i>Theropithecus oswaldi</i>	1	1,9 %	3	0,5 %
PRIMATES	3	5,8 %	7	1,1 %
Total	52	100 %	626	100 %
NRD	921			
NR > 2 cm	1296			
Dents isolées	349			
Indice de destruction osseuse	37,9 %			
Os entiers	153			
Indice d'entièreté	31,7 %			

Tabl. 3 – Grotte à Hominidés de la carrière Thomas I, unité 4. Nombre de restes déterminés taxonomiquement (NRDt) et nombre minimum d'individus par taxon (NMI) et indices de fragmentation et de destruction osseuse (NRD : nombre de restes déterminés anatomiquement et NR : nombre total de restes supérieurs à 2 cm).

Table 3 – Thomas I Hominid Cave, Unit 4. NRDt = NISP: Number of Identified Specimens; NR: Number of total Remains; NMI = MNI: Minimum Number of Individuals per taxon).

trois adultes âgés et un juvénile. Les profils squelettiques et de mortalité des grands ongulés sont caractéristiques de collectes par charognage de carcasses et permettent d'écarter l'hypothèse d'une accumulation naturelle des animaux dans la cavité. L'hypothèse d'une prédation pour les proies de taille moyenne, comme les gazelles et les antilopes, avec un transport sélectif du squelette appendiculaire jusqu'à la grotte, peut également être avancée.

La proportion de traces de carnivores (19,5 %), similaire à celles obtenues dans des repaires d'hyènes fossiles et plus élevée que dans les sites fréquentés exclusivement par des canidés, attesterait de l'action de diverses espèces de carnivores sur l'assemblage. La distribution des traces sur les os longs identifie une consommation primaire (tabl. 4). Le taux élevé de portions articulaires plaide plutôt, on l'a vu, en faveur d'une consommation principale des os par un carnivore de petite ou de moyenne taille qui pourrait correspondre au canidé dominant. Cependant, la taille de certaines traces de dents ainsi que l'ingestion de gros fragments confirme l'action des grands carnivores

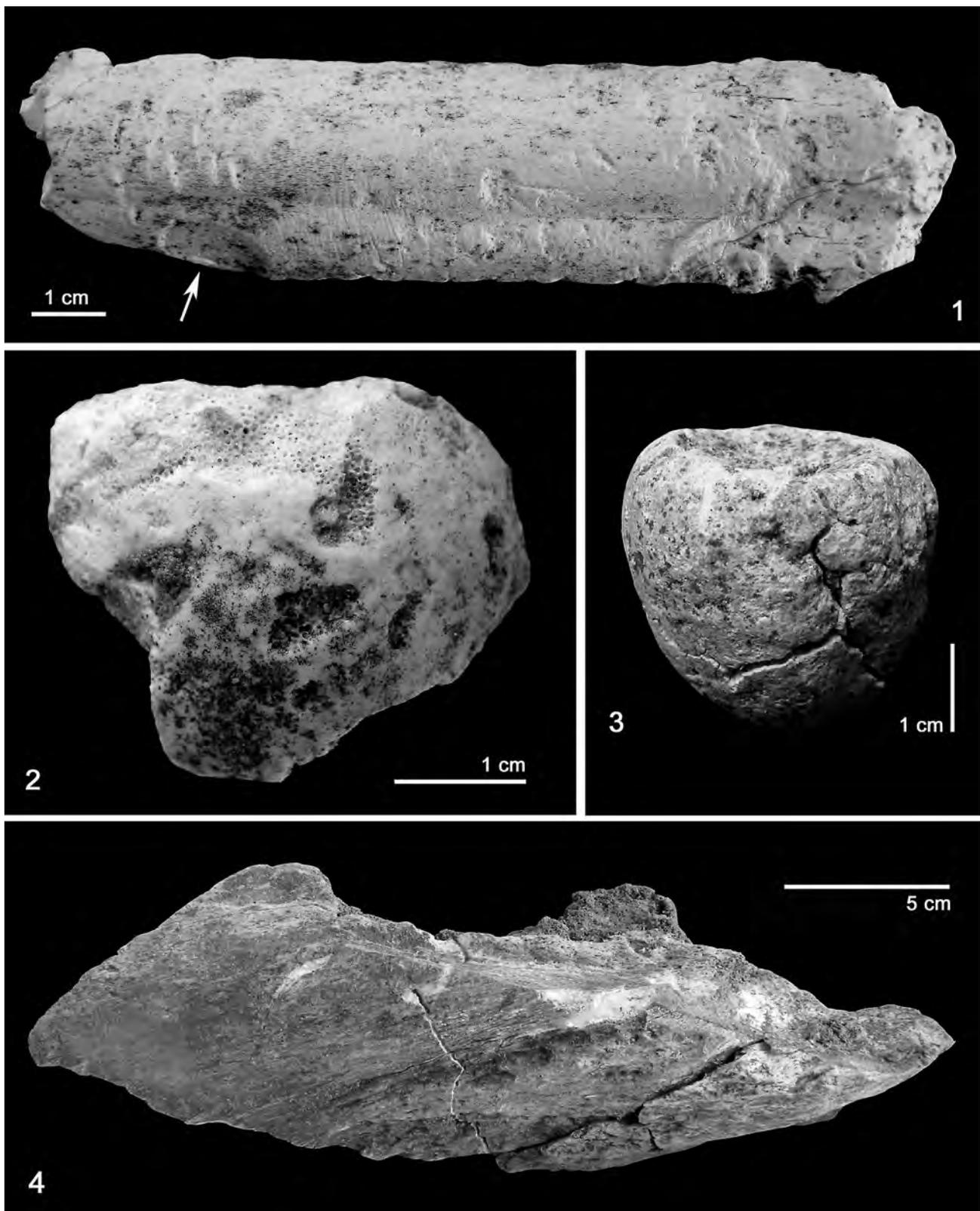


Fig. 10 – Grotte à Hominidés de la carrière Thomas I, unité 4. 1 : traces de carnivores et éclat cortical le long d'une diaphyse de métacarpien de Bovini; 2 : impacts de crocs de grand carnivore sur une épiphyse proximale non soudée d'humérus de grand herbivore; 3 : coprolithe de grand carnivore; 4 : fragment diaphysaire indéterminé de très grand herbivore (proboscidien probable) présentant des fractures sur os frais avec encoches (photos C. Daujeard).

Fig. 10 – Thomas I Hominid Cave, Unit 4. 1: Carnivore tooth marks and notch on a Bovini metacarpal; 2: Large carnivore tooth marks on a proximal humerus of a young large herbivore; 3: Large carnivore coprolite (scale = 1 cm); 4: Undetermined fragment of a very large herbivore (probable proboscidian) with fractures on fresh bone with notches (photos C. Daujeard).

	Épiphyes			Extrémités de diaphyse			Diaphyses médianes			Total		
	NZc	NZtot	% NZc	NZc	NZtot	% NZc	NZc	NZtot	% NZc	NZc	NZtot	% NZc
Bovini indét.	2	5	40,0 %	0	1	0,0 %	1	2	50,0 %	3	8	37,5 %
Alcelaphini indét.	7	16	43,8 %	3	10	30,0 %	4	13	30,8 %	14	39	35,9 %
<i>Gazella</i> sp.	7	15	46,7 %	6	19	31,6 %	7	22	31,8 %	20	56	35,7 %
Total	16	36	44,4 %	9	30	30,0 %	12	37	32,4 %	37	103	35,9 %

Tabl. 4 – Grotte à Hominidés de la carrière Thomas I, unité 4. Répartition des traces de dents de carnivores le long des os longs des trois principaux herbivores (NZc : nombre de zones d'os long marquées par les carnivores).

Table 4 – Thomas I Hominid Cave, Unit 4. Distribution of carnivore tooth marks along the long bone shafts for the three main herbivores (NZ=Number of observable zones).

(fig. 10, n° 2). Les dimensions des coprolithes nous informent également de la présence de plusieurs types de carnivores (fig. 10, n° 3), ainsi que d'une petite espèce qui pourrait correspondre au porc-épic (Horwitz et Godberg, 1989 ; Chame, 2003). Ce rongeur a laissé des traces de dents sur près de 4 % des restes, la plupart associées aux plans de fractures.

Cette analyse taphonomique préliminaire permet d'attribuer la majorité des modifications osseuses aux carnivores et au porc-épic. Aucune strie de boucherie n'a été observée malgré l'association des ossements avec les artefacts lithiques, ce qui soulève la question du rôle des hommes dans l'accumulation osseuse. Ce type d'accumulations mixtes, présentant à la fois des traces de passages anthropiques, de carnivores et de porc-épics, était déjà connu dans le Pléistocène récent du Moyen-Orient et du Maghreb (Monchot, 2005 ; Monchot et Aouraghe, 2009 ; Mashkour *et al.*, 2009), mais les données recueillies dans GH de la carrière Thomas I établissent son existence au Maroc au Pléistocène moyen.

Rappelons toutefois que les restes étudiés proviennent du fond d'anciennes grottes aujourd'hui pratiquement détruites et que l'occupation humaine a pu se concentrer à leur entrée. Pourtant, dans le fond de la cavité GDR, proche de GH et sensiblement du même âge, l'action humaine est patente sur nombres de restes. La fouille de la partie occidentale de GH devrait apporter de nouveaux éléments d'interprétation.

FOSSILES DENTAIRES HUMAINS

Entre 1994 et 2005, quatre dents humaines ont été retrouvées dans l'unité stratigraphique 4 : une troisième prémolaire supérieure droite (ThI 94 OA 23-24), une autre troisième prémolaire supérieure droite (ThI 95 SA 26 n° 89), une première incisive supérieure gauche (ThI 95 SA 26 n° 90) et une quatrième prémolaire supérieure gauche (ThI 2005 PA 24 n° 107). Ces dents sont plus larges que celles des hommes modernes et montrent une usure modérée à forte (fig. 11, n°s 1 à 4). Les deux prémolaires supérieures droites ont un diamètre mésio-distal (DMD) de 8,5 et 8,7 mm et un diamètre vestibulo-lingual (DVL) de 11,8 mm, alors

que chez les populations modernes DMD varie entre 7,16 et 7,43 mm et DVL entre 9,49 et 9,67 mm (Keiser, 1990). Toutefois, l'incisive centrale gauche présente des dimensions comparables à celles des spécimens modernes avec un DMD de 6,3 mm et un DVL de 7,5 mm.

Nous avons analysé la microstructure de l'émail d'un fragment de la prémolaire supérieure OA 23-24 en utilisant la microtomographie à rayonnement X synchrotron en contraste de phase. Ce fragment avait été utilisé précédemment pour des datations. Le spécimen a été scanné avec une taille de voxel de 0,7 microns (distance de propagation 150 mm, 45 keV, 2000 projections) sur la ligne de lumière ID19 comme détaillé dans Tafforeau et Smith (2008). La microstructure est de bonne qualité, mais nous n'avons pas été capables de déterminer la périodicité des stries de longue période de façon concluante. La dent a ensuite été reconstruite en utilisant de la colle cyanoacrylate et la couleur de la restauration a été ajustée à l'original grâce à des produits de restauration dentaire. La dent a ensuite été scannée en juillet 2006 au MPI-EVA (fig. 11, n° 5) avec une taille de voxel de 13,74 microns (100 kV, 100 microA) comme détaillé dans Olejniczak *et al.* (2008).

La dent a été réorientée et coupée virtuellement avec le logiciel VGStudioMax afin d'obtenir un plan de coupe passant à travers les cuspidés bucco-linguales (approximativement au niveau des cornes de dentines). Cette coupe était destinée à mesurer l'épaisseur de l'émail, ce qui a été fait avec une tablette de digitalisation Summa Sketch et le logiciel Sigma Scan. L'usure a été compensée sur la base de la morphologie du reste de l'émail et de la jonction émail-dentine. L'épaisseur relative de l'émail de cette prémolaire supérieure a ensuite été calculée comme la surface en coupe de l'émail divisée par la longueur de la jonction émail-dentine, le tout divisé par la racine carrée de la surface de la dentine et de la pulpe et multiplié par 100. Ce calcul a été effectué suivant l'indice défini par Martin (1985) qui est adapté à des comparaisons inter-taxons. Le résultat est environ de 16,4, ce qui tombe au milieu de la gamme de variabilité des humains modernes pour ce type dentaire ($x = 17,69$, range = 14,04-22,58, $n = 19$), cf. Smith *et al.*, 2008.

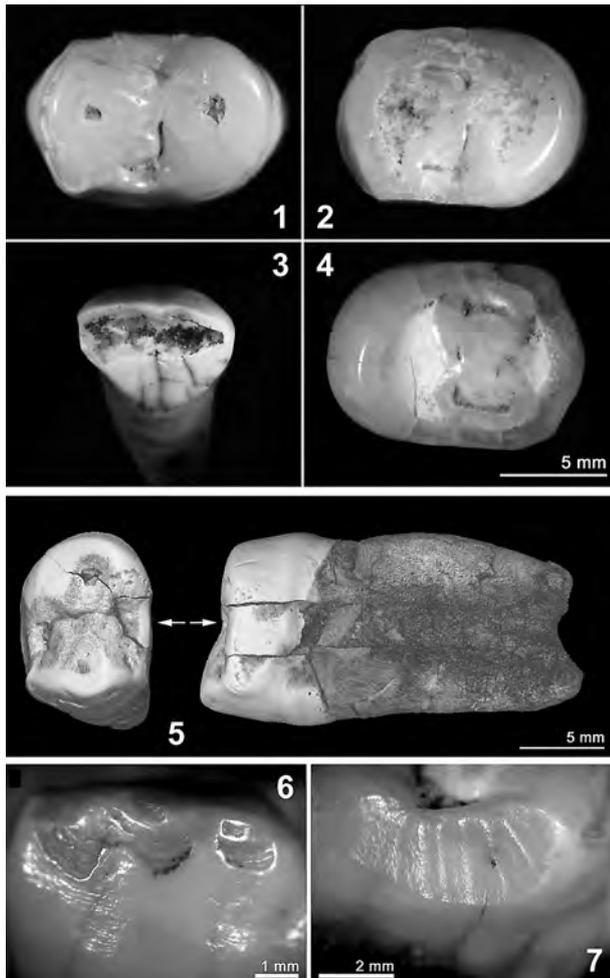


Fig. 11 – 1 : Thomas I 94 OA 23-24, troisième prémolaire supérieure droite; 2 : Thomas I 95 SA 26 n° 89, troisième prémolaire supérieure droite; 3 : Thomas I 2006 PA 24 n° 107 quatrième prémolaire supérieure gauche; 4 : Thomas I 95/96 SA 26 n° 88 incisive centrale supérieure gauche; 5 : Image virtuelle de la troisième prémolaire supérieure Thomas I 94 OA 23-24. Le fragment daté est indiqué par la flèche; 6 : Couronne de la troisième prémolaire supérieure Thomas I 94 OA 23-24, défauts hypoplasiques potentiels en sillon sur la surface buccale; 7 : même dent, rainures sub-verticales sur la facette interproximale (photos T. Smith).

Fig. 11 – 1 : Thomas I 94 OA 23-24 upper right third premolar; 2 : Thomas I 95 SA 26 no. 89 upper right third premolar; 3 : Thomas I 2006 PA 24 no. 107 upper left fourth premolar; 4 : Thomas I 95/96 SA 26 no. 88 left upper central incisor; 5 : virtual model of Thomas I 94 OA 23-24 upper right third premolar. The original fragment used for dating is indicated with an arrow; 6 : Thomas I 94 OA 23-24 upper right third premolar crown, potential furrow-type hypoplastic defects on the buccal surface; 7 : sub-vertical grooves on interproximal facet of the same tooth (photos T. Smith).

Des défauts hypoplasiques potentiels en sillon (Hillson et Bond, 1997) ont été remarqués sur la surface buccale de la couronne (fig. 11, n° 6). Cette dent peut également avoir été ébréchée *in vivom* et les bords de l'émail peuvent avoir été lissés par la micro-usure lors de l'utilisation de cette dent. Une étude histologique plus détaillée pourrait vérifier ces hypothèses. En outre, la facette interproximale montre des rainures sub-verticales (fig. 11, n° 7) probablement dues aux mouvements verticaux des dents pendant l'occlusion (voir revue dans Hillson, 1996).

Il n'a pas encore été démontré que la microstructure de l'émail dentaire des hominidés du Paléolithique ait une quelconque valeur taxinomique distinctive; il en est de même pour la signification de la présence d'hypoplasies ou d'usure interproximale. Il n'a pas été possible d'estimer les temps de formation des couronnes du fait de la trop forte usure des quatre dents étudiées. Pour résumer, l'épaisseur de l'émail de la prémolaire de Thomas I se trouve dans la gamme de variation des humains modernes, tout comme les molaires de Thomas III (données non publiées). Malheureusement, il n'existe pas d'autres données publiées sur cette variable pour d'autres prémolaires d'hominidés fossiles.

DATATION PAR ICP-MS ABLATION LASER

La première prémolaire supérieure droite découverte en 1994 (ThI 94 OA 23-24) a été datée par la méthode ICP-MS par ablation laser. La procédure utilisée est celle qui a permis de dater la mandibule de Banyoles (Grün *et al.*, 2006). Un fragment d'émail attaché à de la dentine a été extrait de la dent. Les deux tissus ont été séparés pendant l'extraction. Chacun a fait l'objet d'une analyse de l'uranium et du thorium par ICP-MS utilisant l'ablation laser (Eggins *et al.*, 2003 et 2005). Deux ablations laser à travers la dentine et l'émail ont livré des concentrations de 4 ± 1 et $88,5 \pm 6,3$ ppm d'uranium pour l'émail et la dentine respectivement. Les séries de l'uranium de la dentine ont été obtenues à partir de deux carottages laser et ont livré des valeurs moyennes pour les rapports $^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = 1,090 \pm 0,005$ et $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U} = 0,69 \pm 0,02$, qui correspondent à un âge apparent de 124 ± 7 ka. Pour la mesure ESR, le fragment a été monté sur un goniomètre et successivement irradié en onze étapes jusqu'à 3 689 Gy. Les doses d'irradiation ont été contrôlées avec des dosimètres d'alanine et évaluées par rapport à un lot de dosimètres calibrés (A. Wieser, Messtechnik, Munich). Chaque mesure ESR représente trente-six mesures angulaires effectuées par pas de 10° . Une dose de 691 ± 30 Gy a été obtenue à partir de la mesure de l'ensemble des spectres angulaires pour l'échantillon naturel et pour chaque dose d'irradiation (Grün, 2002; Grün *et al.*, 2008).

Pour évaluer la contribution de la dose due à l'environnement, deux échantillons de sédiment ont été collectés immédiatement au-dessus et en dessous de la position originelle de la dent et ont fait l'objet d'une analyse par activation neutronique. Les concentrations moyennes en éléments radioactifs de ces deux échantillons sont de $1,64 \pm 0,15$ ppm U, $1,75 \pm 0,08$ ppm Th et $0,29 \pm 0,03$ % K. La dent fossile ThI 94 OA 23-24 a été découverte à une profondeur de $8,0 \pm 0,4$ m sous la surface actuelle du sol considérée comme invariante. Cette valeur a été utilisée pour calculer la contribution du rayonnement cosmique (Prescott et Hutton, 1994). Une étude antérieure menée dans le cadre de la datation OSL (Rhodes *et al.*, 2006) s'appuyait sur un taux de sédimentation rapide et considérait comme mineures les corrections à apporter du fait d'une valeur initiale plus élevée de la dose liée au rayonnement cosmique.

Pour le calcul de la dose d'irradiation beta, les facteurs d'atténuation (Marsh, 1999) ont été appliqués sur l'ensemble de la coupe du fragment d'émail, conduisant à une estimation moyenne de $0,139 \pm 0,011$. Une efficacité alpha de $0,13 \pm 0,02$ (Grün et Katzenberger-Appel, 1994) a été utilisée pour le calcul du débit de dose interne. Pour établir les valeurs des séries de l'uranium de l'émail, nous avons utilisé une répartition du rapport $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ mesurée directement sur l'émail du fossile de Thomas III, qui présentait une moyenne du rapport d'activité $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ de 10 % inférieure à celle obtenue par extrapolation sur la surface de l'émail. En conséquence nous avons utilisé un rapport $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ de $0,62 \pm 0,2$ (correspondant à un âge apparent de $103 \pm \frac{6}{5}$ ka). Combinant l'ESR et les séries de l'uranium pour appréhender le modèle d'incorporation de l'uranium (Grün *et al.*, 1988), un âge ESR/US de $501 \pm \frac{94}{76}$ ka est obtenu (avec des valeurs du facteur p de $1,43 \pm 0,59$ et $0,75 \pm 0,45$ pour l'émail et la dentine respectivement).

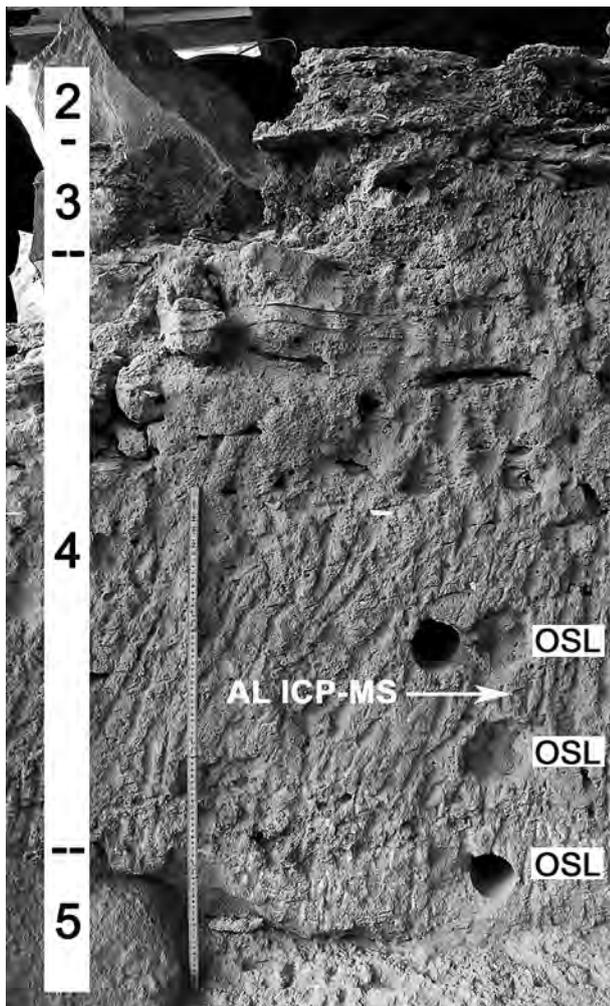


Fig. 12 – Grotte à Hominidés de la carrière Thomas I, stratigraphie dans le secteur oriental de la grotte à Hominidés avec position des échantillons datés par OSL et ablation laser ICP-MS (photo J.-P. Raynal).

Fig. 12 – Thomas I, stratigraphy in the eastern sector of Hominid Cave and location of samples dated by OSL and laser ablation ICP-MS (photo J.-P. Raynal).

Les échantillons de sédiment contenaient de gros fragments de sables cimentés qui ont servi pour la datation OSL. Après avoir été enduits de peinture noire, les grains de quartz de leur centre ont été extraits dans l'obscurité. La procédure OSL a été identique à celle précédemment utilisée pour dater les formations pléistocènes de Casablanca (Rhodes *et al.*, 2006). L'échantillon au-dessus de la dent a livré un âge de 420 ± 34 ka et celui au-dessous un âge de 391 ± 32 ka (fig. 12). Ces résultats, qui se recouvrent largement, sont en accord avec les résultats antérieurs qui proposaient un âge compris entre 360 et 470 ka pour ces dépôts.

CONCLUSIONS

La grotte à Hominidés de la carrière Thomas I est vaste et une large partie de son remplissage reste donc à étudier. Elle a été fréquentée par divers carnivores et a livré les restes d'une population d'homininés du Pléistocène moyen. Dans un paysage peu boisé, une abondante faune mammalienne a favorisé la subsistance conjointe des carnivores et des homininés. Les conditions semi-arides ont commandé une sédimentation multiphasée et des phénomènes post-dépositionnels complexes dans la cavité. Les premières mesures d'âge effectuées par OSL avaient placé l'unité stratigraphique 4 contenant les fossiles humains entre 360 et 470 ka tandis que de nouvelles mesures se distribuent entre 390 et 420 ka. L'âge d'une dent humaine est situé vers 500 ka par «ICP-MS ablation laser» mais avec une large barre d'erreur. La formation 4 d'Oulad Hamida, qui forme le substrat du remplissage continental de la cavité, est provisoirement corrélée avec le stade isotopique marin 19 (760-787 ka). En outre, les données de la biostratigraphie positionnent l'assemblage faunique de l'unité 4 de GH entre GDR et Tighe-nif. Un âge plus ancien que ceux estimés jusqu'à présent par les mesures physiques ne peut être formellement exclu pour ces dépôts du Pléistocène moyen contenant des restes d'homininés.

L'outillage lithique est un faciès de l'Acheuléen dans lequel les grands outils pour trancher joueraient un rôle minime. Cette industrie se compare avec des ensembles à nucléus et éclats, avec de rares bifaces ou parfois sans, qui se rencontrent au même moment au Maroc atlantique (Daya El Hamra, Chaperon-Rouge II, Aïn Bahya ?) et en Europe méditerranéenne. Ceci ravive sans aucun doute l'intrigante question des franchissements précoces des isthmes méditerranéens et dans le cas présent, du détroit de Gibraltar.

La grotte à Hominidés de la carrière Thomas I, avec les nouveaux fossiles humains exhumés depuis 1994, est l'un des très rares sites africains datés du Pléistocène moyen ancien permettant d'étudier les hommes et certains de leurs comportements techno-économiques. Cette période est cruciale pour les populations nord-africaines et européennes : elles se font face de part et d'autre du détroit de Gibraltar, échangent probablement des gènes et des techniques, comme semble l'indiquer la carte de dispersion de l'Acheuléen classique sur la

rive nord de la Méditerranée. Puis, tandis que leurs histoires biologiques divergent, leurs expressions culturelles suivent des parcours *in fine* similaires qui aboutissent à l'émergence du Paléolithique moyen de faciès Moustérien. ■

Remerciements : Les travaux à Casablanca sont soutenus par le ministère des Affaires culturelles du

royaume du Maroc, le ministère des Affaires étrangères et européennes de la République française, la région Aquitaine au titre des contrats « Origines », « Origines II » et « Origines III » et le Department of Human Evolution du Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology de Leipzig. Les auteurs remercient les rapporteurs dont les remarques ont contribué à l'amélioration du manuscrit.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGUIRRE E., CARBONELL E. (2001) – Early Human Expansions into Eurasia: The Atapuerca Evidence, *Quaternary International*, 75, p. 11-18.
- ARAMBOURG C., BIBERSON P. (1955) – Découverte de vestiges humains acheuléens dans la carrière de Sidi Abderrahmane près de Casablanca, *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (Paris), 240, p. 1661-1663.
- BAR-YOSEF O. (2006) – The Known and the Unknown about the Acheulian, in N. Goren-Inbar et G. Sharon éd., *Axe Age, Acheulean Toolmaking from Quarry to Discard*, Londres - Oakville, Equinox (Approaches to Anthropological Archaeology), p. 479-494.
- BAR-YOSEF O., BELFER-COHEN A. (2001) – From Africa to Eurasia – Early Dispersals, *Quaternary International*, 75, p. 19-28.
- BAR-YOSEF O., GOREN-INBAR N. (1993) – *The Lithic Assemblages of Ubeidiya. A Lower Palaeolithic Site in the Jordan valley*, Jérusalem, Hebrew University, Institute of Archaeology (Qedem 34), 266 p.
- BERNOUSSI R. (1997) – *Contribution à l'étude paléontologique et observations archéozoologiques pour deux sites du Pléistocène moyen du Maroc atlantique ; grotte à Hominidés de la carrière Thoma I et grotte des Rhinocéros de la carrière Oulad Hamida I (Casablanca, Maroc)*, thèse de doctorat, université Bordeaux I, Talence, n° 1711, 263 p.
- BHATTACHARYA J., WALKER R. G. (1991) – Allostratigraphic Sub-division of the Upper Cretaceous Dunvegan, Shaftesbury, and Kaskapau Formations in the Subsurface of Northwestern Alberta, *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 39, p. 145-164.
- BIBERSON P. (1961a) – *Le cadre paléogéographique de la Préhistoire du Maroc atlantique*, Rabat, Service des antiquités du Maroc (Publications du Service des antiquités du Maroc 16), 235 p.
- BIBERSON P. (1961b) – *Le Paléolithique inférieur du Maroc atlantique*, Rabat, Service des antiquités du Maroc (Publications du Service des antiquités du Maroc 17), 544 p.
- BINFORD L. R. (1984) – *Faunal Remains from Klasies River Mouth*, New York, Academic Press, 283 p.
- BLUMENSHINE R. J. (1986) – Carcass Consumption Sequences and the Archaeological Distinction of Scavenging and Hunting, *Journal of Human Evolution*, 15, p. 639-659.
- BLUMENSHINE R. J. (1988) – An Experimental Model of the Timing of Hominid and Carnivore Influence on Archaeological Bone Assemblages, *Journal of Archaeological Science*, 15, p. 483-502.
- BLUMENSHINE R. J., SELVAGGIO M. M. (1988) – Percussion Marks on Bone Surfaces as a New Diagnostic of Hominid Behaviour, *Nature*, 333, p. 763-765.
- BLUMENSHINE R. J., SELVAGGIO M. M. (1991) – On the Marks of Marrow Bone Processing by Hammerstones and Hyenas; Their Anatomical Patterning and Archaeological Implications, in J. Desmond Clark éd., *Cultural Beginnings – Approaches to Understanding Early Hominid Life-ways in the African Savanna*, UISPP, 1987, Mayence-Bonn, R. Habelt, p. 17-32.
- BRAIN C. K. (1976) – Some Principles in the Interpretation of Bone Accumulations Associated with Man, in G. L. Isaac et E. R. Mc Cown éd., *Human Origins: Louis Leakey and the East African Evidence*, Menlo Park, W. A. Benjamin, p. 97-116.
- BRAIN, C. K. (1981) – *The Hunters or the Hunted? An Introduction to African Cave Taphonomy*, University of Chicago Press, Chicago, 365 p.
- BULLOCK P., FEDOROFF N., JONGERIUS A., STOOPS G., TUR-SINA T., BABEL U. (1985) – *Handbook for Soil Thin Section Description*, Wolverhampton, Waine Research Publications, 152 p.
- CARBONELL E., BERMUDEZ DE CASTRO J. M., ARSUAGA J. L., DIEZ J., ROSAS A., CUENCA-BESCOS G., SALA R., MOSQUERA M., RODRIGUEZ X. (1995) – Lower Pleistocene Hominids and Artifacts from Atapuerca-TD6 (Spain), *Science*, 269, p. 826-830.
- CARBONELL E., BERMUDEZ DE CASTRO J. M., ARSUAGA J. L., ALLUE E., BASTIR M., BENITO A., CACERES I., CANALS A., DIEZ C., VAN DER MADE M., MOSQUERA M., OLLE A., PEREZ-GONZALES A., RODRIGUEZ J., RODRIGUEZ X. P., ROSAS A., ROSELL J., SALA R., VALLVERDU J., VERGES M. (2005) – An Early Pleistocene Hominin Mandible from Atapuerca-TD6, Spain, *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 102, p. 5674-5678.
- CARBONELL E., BERMUDEZ DE CASTRO J., PARES J., PEREZ-GONZALEZ A., CUENCA-BESCOS G., OLLE A., MOSQUERA M., HUGUET R., MADE J. V. D., ROSAS A., SALA R., VALLVERDU J., GARCIA N., GRANGER D., MARTINON-TORRES M., RODRIGUEZ X., STOCK G., VERGES J., ALLUE E., BURJACHS F., CACERES I., CANALS A., BENITO A., DIEZ C., LOZANO M., MATEOSA, NAVAZO M., RODRIGUEZ J., ROSELL J., ARSUAGA J. (2008) – The First Hominin of Europe, *Nature*, 452, p. 465-470.
- CHAID-SAUDI Y., GERAADS D., RAYNAL J.-P. (2006) – The Fauna from the Early Pleistocene Site of Mansourah (Constantine, Algeria), and its Implications on the Age of Associated Lithic Industries, *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (Paris), *Palevol*, 5, p. 963-971.
- CHAME M. (2003) – Terrestrial Mammal Feces: a Morphometric Summary and Description, *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* (Rio de Janeiro), 98 (suppl. I), p. 71-94.
- CHEDDADI A. (1986) – *Les rongeurs d'âge pléistocène moyen du site de l'Ain Bahya (Skhirat, Maroc atlantique). Implications stratigraphiques et paléoécologiques*, thèse, ENS Souissi, Rabat, 123 p.
- CRUZ-URIBE K. (1991) – Distinguishing Hyaena from Hominid Bone Accumulations, *Journal of Field Archaeology*, 18, p. 467-488.
- DELAGNES A., LENOBLE A., HARMAND S., BRUGAL J.-P., PRAT S., TIERCELIN J.-J., ROCHE H. (2006) – Interpreting Pachyderm Single Carcass Sites in the African Lower and Early Middle Pleistocene Record: A Multidisciplinary Approach to the Site of Nadung'a 4 (Kenya), *Journal of Anthropological Archaeology*, 25, 4, p. 448-465.
- DENNELL R., ROEBROEKS J. W. M. (2005) – An Asian Perspective on Early Human Dispersal from Africa, *Nature*, 438, p. 1099-1104.
- EGGINS S., GRÜN R., PIKE A., SHELLEY A., TAYLOR L. (2003) – ²³⁸U, ²³²Th profiling and U-series Isotope Analysis of Fossil Teeth by Laser Ablation-ICPMS, *Quaternary Science Reviews*, 22, p. 1373-1382.

- EGGINS S., GRÜN R., MCCULLOCH M., PIKE A., CHAPPELL J., KINSLEY L., SHELLEY M., MURRAY-WALLACE C., SPÖTL C., TAYLOR L. (2005) – *In situ* U-Series Dating by Laser-Ablation Multi-Collector ICPMS: New Prospects for Quaternary Geochronology, *Quaternary Science Reviews*, 24, p. 2523-2538.
- EL GRAOUI M. (1994) – *Contribution à l'étude des formations littorales quaternaires de la région de Casablanca (Maroc) : sédimentologie, microfaciès et minéraux lourds*, thèse de doctorat, université Bordeaux 1, Talence, n° 1100, 263 p.
- EL GRAOUI M., VERNET G. (2001) – Message du volcanisme du moyen Atlas (Maroc) dans la séquence quaternaire de Casablanca, in É. Juvigné et J.-P. Raynal éd., *Tephros, Chronology, Archaeology*, Goudet, CDERAD (Les dossiers de l'Archéo-Logis 1), p. 35-38.
- EL HAJRAOUI M. A. (1985) – *Les industries préhistoriques de la région de la Mamora dans leur contexte géologique et paléopédologique*, thèse de doctorat, université Bordeaux 1, Talence, n° 2056, 185 p.
- EL HAJRAOUI M. A. (2004) – *Le Paléolithique du domaine mésétien septentrional. Données récentes sur le littoral : Rabat, Témara et la Mamora*, thèse de doctorat, université Mohamed V, Rabat, 347 p.
- EL MOUTTAKI M., MICHEL P. (1987) – Poches karstiques d'Aïn Bahia (région de Skhirat) : mise en évidence d'une chronologie dans leur remplissage, *Actes du deuxième Colloque de géologie africaine*, Paris, CTHS, p. 77-87.
- ENNOUCHI E. (1969) – Découverte d'un Pithécanthropien au Maroc, *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (Paris), série D, p. 763.
- ENNOUCHI E. (1975) – New discovery of an Archanthropien in Morocco, *Journal of Human Evolution*, 4, 6, p. 441-443.
- FOSSE P. (1996) – La grotte n° 1 de Lunel-Viel (Hérault, France) : repaire d'hyènes du Pléistocène moyen. Étude taphonomique du matériel osseux, *Paleo*, 8, p. 47-79.
- GERAADS D. (1980) – La faune des sites à *Homo erectus* des carrières Thomas (Casablanca, Maroc), *Quaternaria* (Rome), 22, p. 65-94.
- GERAADS D. (1994) – Rongeurs et Lagomorphes du Pléistocène moyen de la « Grotte des Rhinocéros », carrière Oulad Hamida 1, à Casablanca, Maroc, *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 191, 2, p. 147-172.
- GERAADS D. (2002) – Plio-Pleistocene Mammalian biostratigraphy of Atlantic Morocco, *Quaternaire*, 13, 1, p. 43-53.
- GERAADS D. (2008) – Plio-Pleistocene Carnivora of Northwestern Africa: a Short Review, *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (Paris), *Palevol*, 7, p. 591-599.
- GERAADS D. (2010) – Biochronologie mammalienne du Quaternaire du Maroc atlantique, dans son cadre régional, *L'Anthropologie*, 114, 3, p. 324-340.
- GERAADS D. (2011) – A Revision of the Fossil Canidae (*Mammalia*) of North-Western Africa, *Palaeontology*, 54, 2, p. 429-446.
- GERAADS D., BERIRO P., ROCHE H. (1980) – La faune et l'industrie des sites à *Homo erectus* des carrières Thomas (Casablanca, Maroc). Précisions sur l'âge de ces Hominiidés, *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (Paris), série D, 291, p. 195-198.
- GERAADS D., RAYNAL J.-P., EISEMANN V. (2004) – The Earliest Human Occupation of North Africa: a Reply to Sahnouni *et al.* (2002), *Journal of Human Evolution*, 46, p. 751-761.
- 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.
- GRÜN R. (2002) – ESR Dose Estimation on Fossil Tooth Enamel by Fitting the Natural Spectrum into the Irradiated Spectrum, *Radiation Measurements*, 35, p. 87-93.
- GRÜN R., KATZENBERGER-APEL O. (1994) – An Alpha Irradiator for ESR Dating, *Ancient TL*, 12, p. 35-38.
- GRÜN R., JOANNES-BOYAU R., STRINGER C. (2008) – Two Types of CO₂-Radicals Threaten the Fundamentals of ESR Dating of Tooth Enamel, *Quaternary Geochronology*, 3, p. 150-172.
- GRÜN R., SCHWARCZ H. P., CHADAM J. M. (1988) – ESR Dating of Tooth Enamel: Coupled Correction for U-uptake and U-series Disequilibrium, *Nuclear Tracks and Radiation Measurements*, 14, p. 237-241.
- GRÜN R., MAROTO J., EGGINS S., STRINGER C., ROBERTSON S., TAYLOR L., MORTIMER G., MCCULLOCH M. (2006) – ESR and U-series analyses of enamel and dentine fragments of the Banyoles mandible, *Journal of Human Evolution*, 50, p. 347-358.
- HABBOUN A. (1991) – *Étude de l'industrie lithique du Chaperon Rouge II*, mémoire de fin d'étude du II^e cycle des sciences de l'archéologie et du patrimoine, INSAP, Rabat, 156 p.
- HAYNES G. (1983) – A Guide for Differentiating Mammalian Carnivore Taxa Responsible for Gnaw Damage to Herbivore Limb Bones, *Paleobiology*, 9, 2, p. 164-172.
- HEMMER H. (2000) – Out of Asia: a Paleoecological Scenario of Man and his Carnivorous Competitors in the European Lower Pleistocene, *ERAUL* (Liège) 92, p. 99-106.
- HILL A. (1980) – A Modern Hyaena Den in Amboseli National Park, Kenya, in R. E. Leakey et B. A. Ogot éd., *Proceedings of the 8th Panafrikan Congress of Prehistory and Quaternary Studies*, Nairobi, p. 137-138.
- HILLSON S. (1996) – *Dental Anthropology*, Cambridge, Cambridge University Press, 373 p.
- HILLSON S., BOND S. (1997) – Relationship of Enamel Hypoplasia to the Pattern of Tooth Crown Growth: a Discussion, *American Journal of Physical Anthropology*, 104, p. 89-103.
- HORWITZ L. K., GOLDBERG P. (1989) – A Study of Pleistocene and Holocene Hyaena Coprolites, *Journal of Archaeological Science*, 16, p. 71-94.
- HOSSINI S. (2002) – *La faune d'anoures marocains du Miocène au Pléistocène et ses rapports avec celle de la même époque au Sud-Ouest européen ; hypothèse sur l'origine des anoures au Maroc*, thèse d'État, université Moulay Ismail, Meknès, 243 p.
- 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 éd., *Human Roots. Africa and Asia in the Middle Pleistocene*, CHERUB, Western Academic and Specialist Press, Bristol, p. 99-121.
- JAUBERT J., MOURRE V. (1996) – Coudoulous, le Rescundou, Mauran : diversité des matières premières et variabilité des schémas de production d'éclats, in A. Bietti et S. Grimaldi éd., *Reduction Processes (chaînes opératoires) in the European Mousterian*, Rome, Istito Italiano di Paleontologia Humana (Quaternaria Nova 6), p. 313-341.
- KEISER A. (1990) – *Human Adult Odontometrics*, Cambridge University Press, Cambridge, 194 p.
- KLEIN R. G., CRUZ-URIBE C. (1984) – *The analysis of animal bones from archaeological sites*, Chicago, University of Chicago Press, 265 p.
- LECOINTRE G. (1926) – *Recherches géologiques dans la Meseta marocaine*, Rabat – Paris, Inst. Sc. Chérif. - E. Larose (Mémoires de la Société des sciences naturelles du Maroc 19), 158 p.
- LEFÈVRE D. (2000) – *Du continent à l'océan. Morphostratigraphie et paléogéographie du Quaternaire du Maroc atlantique. Le modèle casablançais*, mémoire d'habilitation à la direction de recherches, université Montpellier III, vol. 3, II^e partie, p. 99-299.
- LEFÈVRE D., RAYNAL J.-P. (2002) – Les formations plio-pléistocènes de Casablanca et la chronostratigraphie du Quaternaire marin du Maroc revisitées, in *Paléorivages de Casablanca. Stratigraphie et Préhistoire ancienne au Maroc atlantique (= Quaternaire, 13, 1)*, p. 9-21.

- LEFÈVRE D., RAYNAL J.-P., VERNET G., PIPERNO M. (2002) – Les formations volcano-sédimentaires pléistocènes du Bassin de Venosa (Basilicata, Italie) : cadre stratigraphique et géochronologique des gisements de Venosa Loreto et Notarchirico, in J.-P. Raynal, C. Albore-Livadie et M. Piperno dir., *Hommes et volcans : de l'éruption à l'objet*, XIVth Congress UISPP, Liège, CDERAD (Les dossiers de l'archéologie 2), p. 67-76.
- LEFÈVRE D., RAYNAL J.-P., VERNET G., KIEFFER G., PIPERNO M. (2010) – Tephro-stratigraphy and the Age of Ancient Southern Italian Acheulean Settlements: the Sites of Loreto and Notarchirico (Venosa, Basilicata, Italy), *Quaternary International*, 223-224, p. 360-368.
- LEFÈVRE D., TEXIER J.-P., RAYNAL J.-P., OCCHIETTI S., ÉVIN J. (1994) – Enregistrements-réponses des variations climatiques du Pléistocène supérieur et de l'Holocène sur le littoral de Casablanca (Maroc), *Quaternaire*, 5, 3-4, p. 173-180.
- LUMLEY H. de, BARSKY D. (2004) – Évolution des caractères technologiques et typologiques des industries lithiques dans la stratigraphie de la Caune de l'Arago, *L'Anthropologie*, 108, p. 185-237.
- LYMAN R. L. (1994) – *Vertebrate Taphonomy*, Cambridge (MA), Cambridge University Press, 524 p.
- MARSH R. E. (1999) – *Beta-Gradient Isochrons Using Electron Paramagnetic Resonance: Towards a New dating Method in Archaeology*, MSc thesis, McMaster University, Hamilton.
- MARTIN L. M. (1985) – Significance of Enamel Thickness in Hominoid Evolution, *Nature*, 314, p. 260-263.
- MASHKOUR M., MONCHOT H., TRINKAUS E., REYSS J.-L., BIGLARI S., BAILON S., HEYDARI S., ABDI K. (2009) – Carnivores and their Prey in the Wezmeh Cave (Kermanshah, Iran): a Late Pleistocene Refuge in the Zagros, *International Journal of Osteoarchaeology*, 19, p. 678-694.
- MICHEL P. (1988) – Le gisement de vertébrés pléistocènes d'Aïn Bahya (région de Skhirat, Maroc atlantique). Données paléontologiques, *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (Paris), 307, série II, p. 435-438.
- MONCHOT H. (2005) – Un assemblage original au Paléolithique moyen : le repaire à hyènes, porcs-épics et hominidés de la grotte Gueula (Mont Carmel, Israël), *Paléorient*, 31, p. 27-42.
- MONCHOT H., AOURAGHE H. (2009) – Deciphering the Taphonomic History of an Upper Paleolithic Faunal Assemblage from Zouhrah Cave (El Harhoura 1, Morocco), *Quaternaire*, 20, p. 239-253.
- NEUVILLE R., RUHLMANN A. (1941) – *La place du Paléolithique ancien dans le Quaternaire marocain*, Casablanca, Farairre (Hesperis 7), 156 p.
- OCCHIETTI S., RAYNAL J.-P., PICHET P., TEXIER J.-P. (1993) – Aminostratigraphie du dernier cycle climatique au Maroc atlantique, de Casablanca à Tanger, *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (Paris), 317, série II, p. 1625-1632.
- OCCHIETTI S., RAYNAL J.-P., PICHET P. (2002) – Aminostratigraphie des formations littorales pléistocènes et holocènes de la région de Casablanca, Maroc, *Quaternaire*, 13, 1, p. 55-64.
- OLEJNICZAK A. J., SMITH T. M., FEENEY R. N. M., MACCHIARELLI R., MAZURIER A., BONDIOLI L., ROSAS A., FORTEA J., DE LA RASILLA M., GARCIA-TABERNERO A., RADOVICIC J., SKINNER M. M., TOUSSAINT M., HUBLIN J.-J. (2008) – Dental Tissue Proportions and Enamel Thickness in Neandertal and Modern Human Molars, *Journal of Human Evolution*, 55, p. 12-23.
- PARES J. M. et al. (2006) – Matuyama-Age Lithic Tools from the Sima del Elefante Site, Atapuerca (Northern Spain), *Journal of Human Evolution*, 50, p. 163-169.
- PEI W. C. (1938) – *Le rôle des animaux et des causes naturelles dans la cassure des os*, Pékin, The national Geological Survey of China (Palaeontologica Sinica, New series D 7, whole series 118), 60 p.
- PIPERNO M. (1996) – Nouvelles données sur l'Acheuléen de l'Italie méridionale d'après les fouilles à Notarchirico (Venosa, Basilicata), in A. Tuffreau éd., *L'Acheuléen dans l'Ouest de l'Europe*, actes du colloque de Saint Riquier, 6-10 juin 1989, Lille, université des sciences et technologies de Lille (Publications du CERP, 4), p. 25-28.
- PIPERNO M., LEFÈVRE D., RAYNAL J.-P., TAGLIACOZZO A. (1999) – Considerazioni conclusive, in M. Piperno éd., *Notarchirico. Un sito del Pleistocene medio iniziale nel bacino di Venosa*, Venosa, Osanna p. 537-540.
- POTTS R. (1983) – Foraging for Faunal Resources by Early Hominids at Olduvai Gorge, Tanzania, in J. Clutton-Brock et C. Grigson éd., *Animals and Archaeology*, 1. *Hunters and their prey*, Oxford, Archo-Press (British Archaeological Reports International Series, S163), p. 51-62.
- PRESCOTT J. R., HUTTON J. T. (1994) – Cosmic Ray Contributions to Dose Rates for Luminescence and ESR Dating: Large Depths and Long-Term Time Variations, *Radiation Measurements*, 23, p. 497-500.
- RAYNAL J.-P., OCCHIETTI S. (sous presse) – Amino chronology and an earlier age for the Moroccan Aterian, in J.-J. Hublin et S. McPherron éd., *Modern Origins: A North African Perspective*, Springer, Dordrecht.
- RAYNAL J.-P., TEXIER J.-P. (1984) – Les « limons rouges » du Maroc atlantique : production, transport, transformation et chronologie, *10^e Réunion annuelle des sciences de la Terre*, Paris, Société géologique de France, p. 472.
- RAYNAL J.-P., TEXIER J.-P. (1989) – Découverte d'Acheuléen ancien dans la carrière Thomas I à Casablanca et problème de l'ancienneté de la présence humaine au Maroc, *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (Paris), 308, series II, p. 1743-1749.
- RAYNAL J.-P., SBIHI-ALAOUI F. Z., MOHIB A. (2010a) – Bilan des recherches récentes sur le Paléolithique de Casablanca (Maroc), *Les Nouvelles de l'archéologie*, 120-121, p. 102-109.
- RAYNAL J.-P., FEDOROFF N., TEXIER J.-P., EL HAJRAOUI A. (1985) – Genèse des horizons argiliques rouges et jaunes au Maroc atlantique (Mamora), *Réunion internationale de micromorphologie des sols*, Paris, résumés, p. 169.
- RAYNAL J.-P., LEFÈVRE D., GERAADS D., EL GRAOUI M. (1999) – Contribution du site paléontologique de Lissasfa (Casablanca, Maroc) à une nouvelle interprétation du Mio-Pliocène de la Meseta, *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (Paris), *Sciences de la terre et des planètes*, 329, p. 617-622.
- RAYNAL J.-P., MAGOGA L., SBIHI-ALAOUI F. Z., GERAADS D. (1995) – The Earliest Occupation of Atlantic Morocco: The Casablanca Evidence, in W. Roebroeks et T. Van Kolfschoten éd., *The Earliest Occupation of Europe*, Leyde, University of Leiden, p. 255-262.
- 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, p. 9-54.
- RAYNAL J.-P., TEXIER J.-P., GERAADS D., SBIHI-ALAOUI F. Z. (1990) – Un nouveau gisement paléontologique plio-pléistocène en Afrique du Nord; Ahl Al Oughlam (ancienne carrière Déprez) à Casablanca (Maroc), *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (Paris), 310, série II, p. 315-320.
- RAYNAL J.-P., SBIHI ALAOUI F. Z., GERAADS D., MAGOGA L., MOHIB A. (2001) – The Earliest Occupation of North-Africa: the Moroccan Perspective, *Quaternary International*, 75, p. 65-75.
- RAYNAL J.-P., SBIHI-ALAOUI F. Z., MAGOGA L., MOHIB A., ZOUAK M. (2002) – Casablanca and the Early Occupation of North-Atlantic Morocco, *Quaternaire*, 13, 1, p. 65-77.
- RAYNAL J.-P., AMANI F., GERAADS D., EL GRAOUI M., MAGOGA L., TEXIER J.-P., SBIHI-ALAOUI F. Z. (2008) – La grotte des Félines, site paléolithique du Pléistocène supérieur à Dar Bouazza (Maroc), *L'Anthropologie*, 112, 2, p. 182-200.
- RAYNAL J.-P., GERAADS D., MAGOGA L., EL HAJRAOUI A., TEXIER J.-P., LEFÈVRE D., SBIHI-ALAOUI F. Z. (1993) – La grotte des Rhinocéros (carrière Oulad Hamida 1, anciennement Thomas III, Casablanca), nouveau site acheuléen du Maroc atlantique, *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (Paris), série II, 316, p. 1477-1483.

- RAYNAL J.-P., SBIHI-ALAOUI F. Z., MOHIB A., EL GRAOUI M., LEFÈVRE D., TEXIER J.-P., HUBLIN J.-J., SMITH T., TAFFOREAU P., ZOUAK M., GRÚN R., RHODES E. J., EGGINS S., DAUJEARD C., FERNANDES P., GALLOTTI R., HOSSINI S., QUEFFELEC A. (2010b) – Hominid Cave at Thomas Quarry I (Casablanca, Morocco): Recent Findings and their Context, *Quaternary International*, 223-224, p. 369-382.
- RHODES E., RAYNAL J.-P., GERAADS D., SBIHI-ALAOUI F. Z. (1994) – Premières dates RPE pour l'Acheuléen du Maroc atlantique (grotte des Rhinocéros, Casablanca), *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (Paris), série II, 319, p. 1109-1115.
- 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, p. 2569-2585.
- RICHARDSON P. R. K. (1980) – Carnivore Damage to Antelope Bones and its Archaeological Implications, *Paleontologia Africana*, 23, p. 109-125.
- RICHTER D., MOSER J., NAMI M., EIWANGER J., MIKIDAD A. (2010) – New Chronometric Data from Ifri n' Ammar (Morocco) and the Chronostratigraphy of the Middle Palaeolithic in the Western Maghreb, *Journal of Human Evolution*, 59, 6, p. 672-679.
- SAHNOUNI M. (2006) – Les plus vieilles traces d'occupation humaine en Afrique du Nord : perspective de l'Ain Hanech, Algérie, *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (Paris), Palevol, 5, p. 243-254.
- SAHNOUNI M., HADJOUIS D., VAN DER MADE J., DERRADJI A., CANALS A., MEDIG M., BELAHRECH H., HARICHANE Z., RABHI M. (2002) – Further Research at the Oldowan Site of Ain Hanech, North-eastern Algeria, *Journal of Human Evolution*, 43, p. 925-937.
- SANTONJA M., VILLA P. (2006) – The Acheulian of Western Europe, in N. Goren-Inbar et G. Sharon éd., *Axe Age, Acheulean Toolmaking from Quarry to Discard*, Londres - Oakville, Equinox (Approaches to Anthropological Archaeology), p. 429-478.
- SEMAW S., ROGERS M., STOUT B. (2009) – The Oldowan-Acheulian Transition: Is there a Developed Oldowan Artifact Transition?, in M. Camps et P. Chauhan éd., *Sourcebook of Palaeolithic Transitions, Methods, Theories and Interpretations*, Heidelberg, Springer, p. 173-193.
- SMITH T. M., OLEJNICZAK A. J., REH S., REID D. J., HUBLIN J.-J. (2008) – Enamel Thickness Trends in the Dental Arcade of Humans and Chimpanzees, *American Journal of Physical Anthropology*, 136, p. 237-241.
- STEARNS C. E. (1978) – Pliocene-Pleistocene Emergence of the Moroccan Meseta, *Geological Society of America Bulletin*, 89, p. 1630-1644.
- STRINGER C., GAMBLE C. (1993) – *In Search of the Neanderthals*, Londres, Thames and Hudson, 247 p.
- TAFFOREAU P. T., SMITH T. M. (2008) – Non Destructive Imaging of Hominoid Dental Microstructure Using Phase Contrast X-ray Synchrotron Microtomography, *Journal of Human Evolution*, 54, p. 272-278.
- TERRADAS X. (2003) – Discoid Flaking Method; Conception and Technological Variability, in M. Peresani éd., *Discoid Lithic Technology. Advances and implications*, Oxford, ArchoPress (BAR International Series 1120), p. 19-31.
- TEXIER J.-P., DEBENATH A., RAYNAL J.-P. (1982) – Une stratigraphie complexe du Quaternaire continental marocain : le Chaperon Rouge II à Rabat, 9^e Réunion annuelle des sciences de la Terre, Paris, Société géologique de France, p. 599.
- TEXIER J.-P., LEFÈVRE D., RAYNAL J.-P. (1992) – La formation de la Mamora. Le point sur la question du Moulouyen et du Salétien du Maroc nord-occidental, *Quaternaire*, 3, 2, p. 63-73.
- TEXIER J.-P., LEFÈVRE D., RAYNAL J.-P. (1994) – Contribution pour un nouveau cadre stratigraphique des formations littorales quaternaires de la région de Casablanca (Maroc), *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (Paris), 318, série II p. 1247-1253.
- TEXIER J.-P., RAYNAL J.-P., LEFÈVRE D. (1985) – Nouvelles propositions pour un cadre chronologique raisonné du Quaternaire marocain, *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (Paris), 301, série II, n° 3, p. 183-188.
- TEXIER J.-P., RAYNAL J.-P., LEFÈVRE D. (1987) – Essai de chronologie du Quaternaire marocain, *Bulletin d'archéologie marocaine*, 16 (1985-1986), p. 11-24.
- TEXIER J.-P., LEFÈVRE D., RAYNAL J.-P., EL GRAOUI M. (2002) – Lithostratigraphy of the Littoral Deposits of the Last One Million Years in the Casablanca Region (Maroc), *Quaternaire*, 13, 1, p. 23-41.
- TONG H. W., ZHANG S., CHEN F., LI Q. (2008) – Rongements sélectifs des os par les porcs-épics et autres rongeurs : cas de la grotte Tianyuan, un site avec des restes humains fossiles récemment découvert près de Zhoukoudian (Choukoutien), *L'Anthropologie*, 111, p. 353-369.
- VILLA P. (2001) – Early Italy and the Colonization of Western Europe, *Quaternary International*, 75, p. 113-130.
- VILLA P., MAHIEU É. (1991) – Breakage Patterns of Human Long Bones, *Journal of Human Evolution*, 21, p. 27-48.
- WALKER R. G., JAMES N. P. (1992) – *Facies Models, Response to Sea Level Change*, Saint John (NL), Geological Association of Canada, 454 p.

Jean-Paul RAYNAL

Université Bordeaux 1 Sciences et technologies
UMR 5199 «PACEA»
PPP, bât. B18, avenue des Facultés, 33405 Talence
et
Department of Human Evolution
Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology
Deutscher Platz 6, D-04103 Leipzig (Allemagne)
jp.raynal@pacea.u-bordeaux1.fr

Fatima-Zohra SBIHI-ALAOUI

et **Mosshine EL GRAOUI**
Institut national des sciences de l'archéologie
et du patrimoine, Hay Riad, Madinat Al Irfane
Angle rues 5 et 7, Rabat-Instituts
10000 Rabat (Maroc)

Abderrahim MOHIB

Direction régionale de la Culture
59 rue Sebta, 14000 Kénitra (Maroc)

David LEFÈVRE

UMR 5140
«Archéologie des sociétés méditerranéennes»
Université Montpellier 3
Route de Mende, 34199 Montpellier

**Jean-Pierre TEXIER, Paul FERNANDES,
Rosalia GALLOTTI et Alain QUEFFELEC**

UMR 5199 «PACEA»
Université Bordeaux 1 Sciences et technologies
PPP, bât. B18, avenue des Facultés, 33405 Talence

Denis GERAADS

CNRS UPR 2147
44, rue de l'Amiral-Mouchez, 75014 Paris

Jean-Jacques HUBLIN

Department of Human Evolution
Max Planck Institute
for Evolutionary Anthropology
Deutscher Platz 6
D-04103 Leipzig (Allemagne)

Tanya SMITH

Department of Human Evolution
Max Planck Institute
for Evolutionary Anthropology
Deutscher Platz 6
D-04103 Leipzig (Allemagne)

et
Department of Human Evolutionary Biology
Harvard University
11 Divinity Avenue, Cambridge, MA 02138
(USA)

Paul TAFFOREAU

Laboratoire de Géobiologie, Biochronologie
et Paléontologie Humaine, UMR 6046
Université de Poitiers,
40, avenue du Recteur-Pineau
86022 Poitiers Cedex

et
European Synchrotron Radiation Facility,
6, rue Jules-Horowitz, BP 220
38046 Grenoble Cedex

Mehdi ZOUAK

Direction de la Culture, rue Hsaïn, Tetouan (Maroc)

Rainer GRÜN et Stephen EGGINS

Research School of Earth Sciences,
The Australian National University,
Canberra ACT 0200 (Australie)

Edward J. RHODES

Department of Environmental
& Geographical Sciences
Manchester Metropolitan University
Chester Street, Manchester, M1 5GD
(Royaume-Uni)

Camille DAUJEARD

Département de Préhistoire, UMR 7194
Muséum national d'histoire naturelle
1, rue René-Panhard, 75013 Paris

Saïda HOSSINI

Faculté des sciences, département de géologie
Université Moulay-Ismaïl
BP 11201, Zitoune, Meknès (Maroc)

Henry P. SCHWARCZ

School of Geography and Earth Sciences
McMaster University
Hamilton (ON) L8S 4K1 (Canada)