



Première approche micromorphologique de la fin de l'occupation néolithique d'un amas coquillier de la côte omanaise : données préliminaires sur les modes d'occupation du site de RH-5 dans la seconde moitié du 4^e millénaire BCE

Initial micromorphological approach of the Neolithic occupation of a shell-midden on the Omani coastline : preliminary data on the occupation patterns of the RH-5 site in the second half of the 4th millennium

Irène Béguier et Lapo Gianni Marcucci



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/archeosciences/5667>
DOI : 10.4000/archeosciences.5667
ISBN : 978-2-7535-7732-9
ISSN : 2104-3728

Éditeur

Presses universitaires de Rennes

Édition imprimée

Date de publication : 31 décembre 2018
Pagination : 7-30
ISBN : 978-2-7535-7730-5
ISSN : 1960-1360

Distribution électronique Cairn



CHERCHER, REPÉRER, AVANCER.

Référence électronique

Irène Béguier et Lapo Gianni Marcucci, « Première approche micromorphologique de la fin de l'occupation néolithique d'un amas coquillier de la côte omanaise : données préliminaires sur les modes d'occupation du site de RH-5 dans la seconde moitié du 4^e millénaire BCE », *ArcheoSciences* [En ligne], 42-2 | 2018, mis en ligne le 13 février 2020, consulté le 18 décembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/archeosciences/5667> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/archeosciences.5667>

Première approche micromorphologique de la fin de l'occupation néolithique d'un amas coquillier de la côte omanaise : données préliminaires sur les modes d'occupation du site de RH-5 dans la seconde moitié du IV^e millénaire BCE

Initial Micromorphological Approach of the Neolithic Occupation of a Shell-midden on the Omani Coastline: Preliminary Data on the Occupation Patterns of the RH-5 Site in the Second Half of the 4th Millennium

Irène BÉGUIER^a et Lapo Gianni MARCUCCI^b

Résumé : Les amas coquilliers préhistoriques situés sur la côte omanaise interrogent sur les modes de vie des communautés de pêcheurs-cueilleurs au cours du Néolithique. Dans la recherche actuelle, l'hypothèse d'une tendance à la sédentarisation est énoncée au regard de certaines données archéologiques et paléoenvironnementales, de datations radiocarbone ou encore d'analyses géochimiques isotopiques. La question du mode de vie de ces groupes côtiers, en termes d'aménagement et de fonctionnement de l'espace, a motivé la réalisation d'une analyse micromorphologique sur une portion du site néolithique de RH-5, localisé sur la rive occidentale du golfe d'Oman. Cette approche inédite pour les amas coquilliers du golfe Persique révèle, à hauteur de la séquence stratigraphique étudiée qui se rapporte chronologiquement à la seconde moitié du IV^e millénaire BCE, une occupation continue caractérisée par des espaces intérieurs soignés, des espaces extérieurs fréquentés et une zone de parage d'ovicapridés.

Abstract: *The Prehistoric shell-middens located on the Omani coast question the lifestyle of fisher-gatherer communities during the Neolithic. In current research, the hypothesis of a trend towards sedentarization is stated with regard to certain archaeological and paleoenvironmental data, radiocarbon dating or isotopic geochemical analysis. The issue of the lifestyle of these coastal groups, in terms of spatial planning and functioning, has motivated micromorphological analysis on a portion of the Neolithic RH-5 site, located on the western shore of the Gulf of Oman. This approach, new for the Arabian Peninsula shell-middens demonstrates, for the stratigraphic sequence studied which relates chronologically to the second half of the 4th millennium BCE, a continuous occupation characterized by carefully maintained interior spaces, frequented outdoor spaces and an ovicaprid enclosure area.*

Mots clés : micromorphologie, amas coquilliers, RH-5, Oman, Néolithique, parage d'ovicapridés, sol en terre battue.

Keywords: *micromorphology, shell-midden, RH-5, Oman, Neolithic, ovicaprid enclosure, mud floor.*

^a Parc Naturel Régional du Golfe du Morbihan – 8, boulevard des Îles, 56000 VANNES. (irene.begulier@golfe-morbihan.bzh) (irenebegulier@gmail.com)

^b Università di Bologna, Dipartimento di Storia Culture Civiltà – Piazza San Giovanni in Monte 2, 40124 BOLOGNA, Italie. (lg.marcucci@libero.it)

Les nombreux sites préhistoriques qui bordent la rive occidentale du golfe d'Oman et de la mer d'Arabie témoignent de l'ancienneté du peuplement du littoral omanais (Biagi, 1994). Ces sites, qualifiés d'amas coquilliers en raison de la présence d'importantes accumulations de coquillages, font leur apparition sur ces côtes à partir du VI^e millénaire BCE (Biagi, 2008). Les sondages menés le long de la côte de la péninsule omanaise, entre Mascate et l'île de Masirah (fig. 1-A), révèlent qu'au V^e millénaire BCE – période qui correspond à l'optimum du développement des mangroves dans cette région (Berger *et al.*, 2013) – le nombre d'amas coquilliers augmente. Ils sont pour la plupart situés à proximité de paléo-mangroves (Berger *et al.*, 2013; Biagi et Nisbet, 2006). La richesse en ressources marines et en matières premières qu'offre cette zone géographique constitue en effet un environnement favorable à l'installation de populations néolithiques (Biagi et Nisbet, 1999; 2006; Cleuziou, 2005). Le site numéro 5 de Ra's al Hamra (RH-5), qui fait l'objet de cette étude, appartient à un ensemble d'amas coquilliers préhistoriques découverts dans les années 1970 à l'ouest de Mascate (Durante et Tosi, 1977). Ils se situent sur le cap de Ra's al Hamra, une terrasse calcaire du Tertiaire qui s'étend dans la mer, et dans la mangrove actuelle de Qurum, localisée à l'embouchure du Wadi Aday (fig. 1-B). Cet oued, qui prend sa source dans les piémonts de la plus importante chaîne de montagne d'Oman (Hajar), constitue l'une des principales artères d'eau douce de la région. À proximité de ces sites affleurent une grande variété de roches (quartz, quartzite, silex, jaspe, agate, grès, etc.) appropriées à la fabrication d'objets en pierre : outils, parures, perles... (Usai, 2005; Biagi et Nisbet, 2006). L'amas coquilliers de RH-5 est implanté sur la bordure occidentale du cap de Ra's al Hamra (fig. 1-B). Il se caractérise par des dépôts anthropiques microstratifiés particulièrement bien conservés, qui se développent, au-dessus du substrat calcaire, sur plus d'un mètre d'épaisseur. Localement, ces dépôts anthropiques sont interstratifiés avec des dépôts éoliens sableux. Les campagnes de fouille menées sur ce site depuis 1981 principalement sous la direction de P. Biagi (1982-1985) puis de L. G. Marcucci (2004-2005, 2008-2010) dans le cadre des fouilles de la Mission archéologique italienne, révèlent une occupation domestique quasi continue depuis la fin du V^e jusqu'à la seconde moitié du IV^e millénaire BCE (Biagi, 1994; Biagi et Nisbet, 2006; Marcucci, 2015; Zazzo *et al.*, 2012; 2014). Neuf périodes principales d'occupation sont observées (Marcucci, 2015). Elles sont matérialisées par des structures d'habitation et d'activités (cabanes circulaires ou ovales, trous de poteau et/ou tranchées de fondation, fosses, foyers, zones de combustion, un four enterré); des sols archéologiques; une abon-

dante production matérielle en os, en coquillage et en pierre correspondant aux habitats préhistoriques côtiers de cette période du Sud-Est arabe (outils de pêche et de chasse, ornements) et une importante quantité de restes fauniques et botaniques (Biagi, 1987; Biagi et Nisbet, 1984; 1989; 1992; 1999; 2006; Biagi et Salvatori, 1986; Marcucci *et al.*, 2011; Marcucci, 2015). À l'est de la zone d'habitat et au nord du promontoire une importante nécropole, datée de la seconde moitié du IV^e millénaire BCE et contenant au moins 149 tombes, a été mise au jour (Coppa *et al.*, 1985; Salvatori, 2007; Munoz, 2014 et 2017; Zazzo *et al.*, 2012; 2014) (fig. 1-C). L'ensemble de ces données pose la question d'une tendance à la sédentarisation des pêcheurs-cueilleurs de RH-5 (Biagi et Nisbet, 2006; Macchiarelli, 1989; Zazzo *et al.*, 2014). Dans la perspective d'apporter de nouveaux éléments sur les modalités d'occupation de ce site (aménagement/fonctionnement de l'espace, rythmes de fréquentation), une première analyse micromorphologique a été réalisée. Cette approche, qui jusqu'alors a été appliquée sur quelques amas coquilliers préhistoriques localisés sur la côte Ouest des États-Unis (Golberg et Byrd, 1999), la côte méridionale du Brésil (Villagran, 2014) ainsi que sur un amas coquillier historique situé en Argentine (Balbo *et al.*, 2010), est inédite pour les amas coquilliers du golfe Persique et d'Oman.

1. PRÉSENTATION DE LA SÉQUENCE STRATIGRAPHIQUE ÉTUDIÉE ET DE LA MÉTHODOLOGIE

La séquence stratigraphique de référence

Ce travail repose sur l'analyse de la coupe sud de la tranchée de sondage TT 84 située dans le secteur A de l'emprise, à hauteur de la zone d'habitat (fig. 1-C). Cette tranchée de sondage de 12 mètres de long sur 80 centimètres de large a été ouverte en 1984 par P. Biagi, puis à nouveau en 2004, 2008 et 2009. En 2008 elle a été entièrement relevée et succinctement décrite par R. Chemin (fig. 2). En 2009, une portion de la coupe sud est choisie pour effectuer une étude micromorphologique dont les résultats sont présentés dans cet article (fig. 1-C, fig. 2). Cette dernière s'inscrit dans le cadre d'une étude préliminaire permettant d'évaluer la qualité de l'enregistrement des faciès sédimentaires anthropogéniques.

À hauteur de cette tranchée, la stratigraphie a été particulièrement bien préservée sur un mètre d'épaisseur (fig. 2). Les niveaux supérieurs, les plus récents, se rapportent chronologiquement à la seconde moitié du IV^e millénaire BCE¹.

1. Des datations par la méthode du carbone 14 ont été réalisées sur du matériel marin (coquillages, os de poisson et de tortue), des charbons et

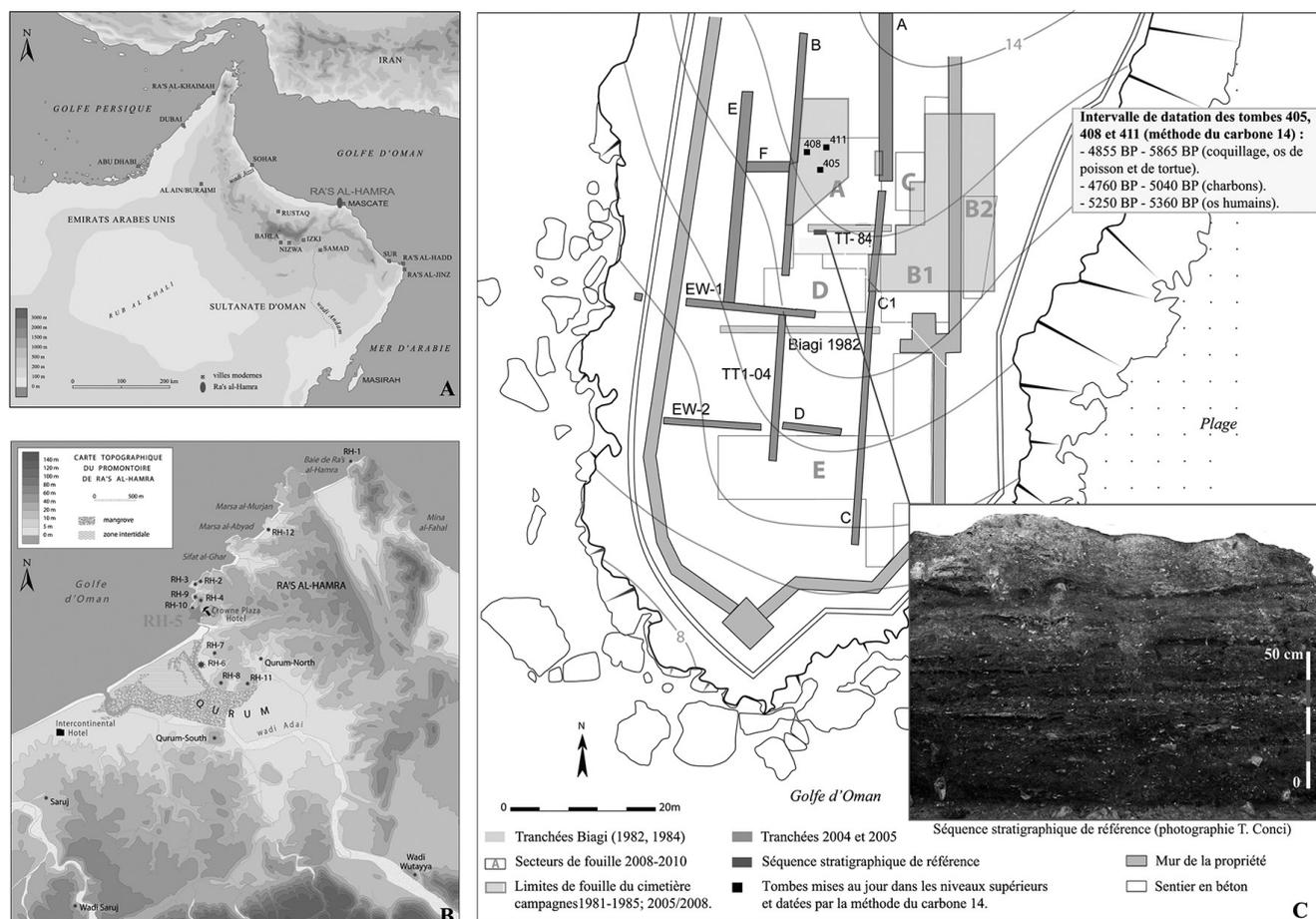


Figure 1 : (Voir planche couleur I) Situation géographique. A) La rive occidentale du golfe d'Oman et de la mer d'Arabie et localisation du cap de Ra's al Hamra. B) Localisation du site de RH-5 et des autres sites préhistoriques situés sur le promontoire de Ra's al Hamra et de la mangrove actuelle de Qurum. C) Le site de RH-5 avec les secteurs fouillés entre 2008 et 2010. Localisation de la tranchée TT 84 et de la séquence stratigraphique de référence utilisée pour l'étude micromorphologique. (d'après L. G. Marcucci *et al.*, 2008, photo).

Figure 1: (See colour plate I) Geographical location. A) Western coast of the Gulf of Oman and the Arabian Sea and location of Cape of Ra's al Hamra. B) Location of RH-5 and the other prehistoric sites located on the Ra's al Hamra promontory and Qurum mangrove swamp. C) The RH-5 site with the sectors excavated between 2008 and 2010. Location of the TT 84 trench and the reference stratigraphic sequence used for the micromorphological study (from L. G. Marcucci *et al.*, 2008, photo).

Cette stratigraphie se caractérise par une accumulation de couches sédimentaires subhorizontales, de quelques millimètres à plusieurs centimètres d'épaisseur, localement recoupées par des trous de poteaux et par des fosses mesurant jusqu'à 2 mètres de diamètre. Ces couches sont principalement composées de sables, de limons, de résidus d'animaux marins (poissons, tortues, dauphins) et de coquillages d'origine marine ou mangroviennne (*Strombus sp.*, *Conus sp.*,

des os humains prélevés dans des tombes situées à environ 5 mètres au nord de la séquence étudiée. Ces dernières sont apparues dans les couches supérieures de la stratigraphie, correspondant aux niveaux les plus récents (Zazzo *et al.*, 2012 et 2014) (fig. 1-A). Ces datations permettent de caler chronologiquement le haut de la séquence stratigraphique de référence à la seconde moitié du IV^e millénaire BCE (fig. 3).

Pinctada sp., *Anadara sp.*, *Terebralia palustris*, *Ostrea sp.* etc.) dont la proportion, l'aspect (entiers, fragmentés, brûlés, cendreaux, altérés par des processus pédologiques²) et l'organisation (litée, aléatoire, tassée, lâche), varient d'une couche à l'autre. Elle se caractérise également par la présence de dépôts noirs riches en charbons, épais de quelques millimètres à 5 centimètres et pouvant atteindre 3 mètres de large. Ces derniers sont souvent associés à des dépôts cendreaux. Enfin, certaines couches peuvent comporter une proportion variable de nodules sub-centimétriques arrondis à

2. Des altérations liées à des processus pédologiques sont notamment observées au cours du V^e millénaire BCE plus humide (Berger *et al.*, 2013).

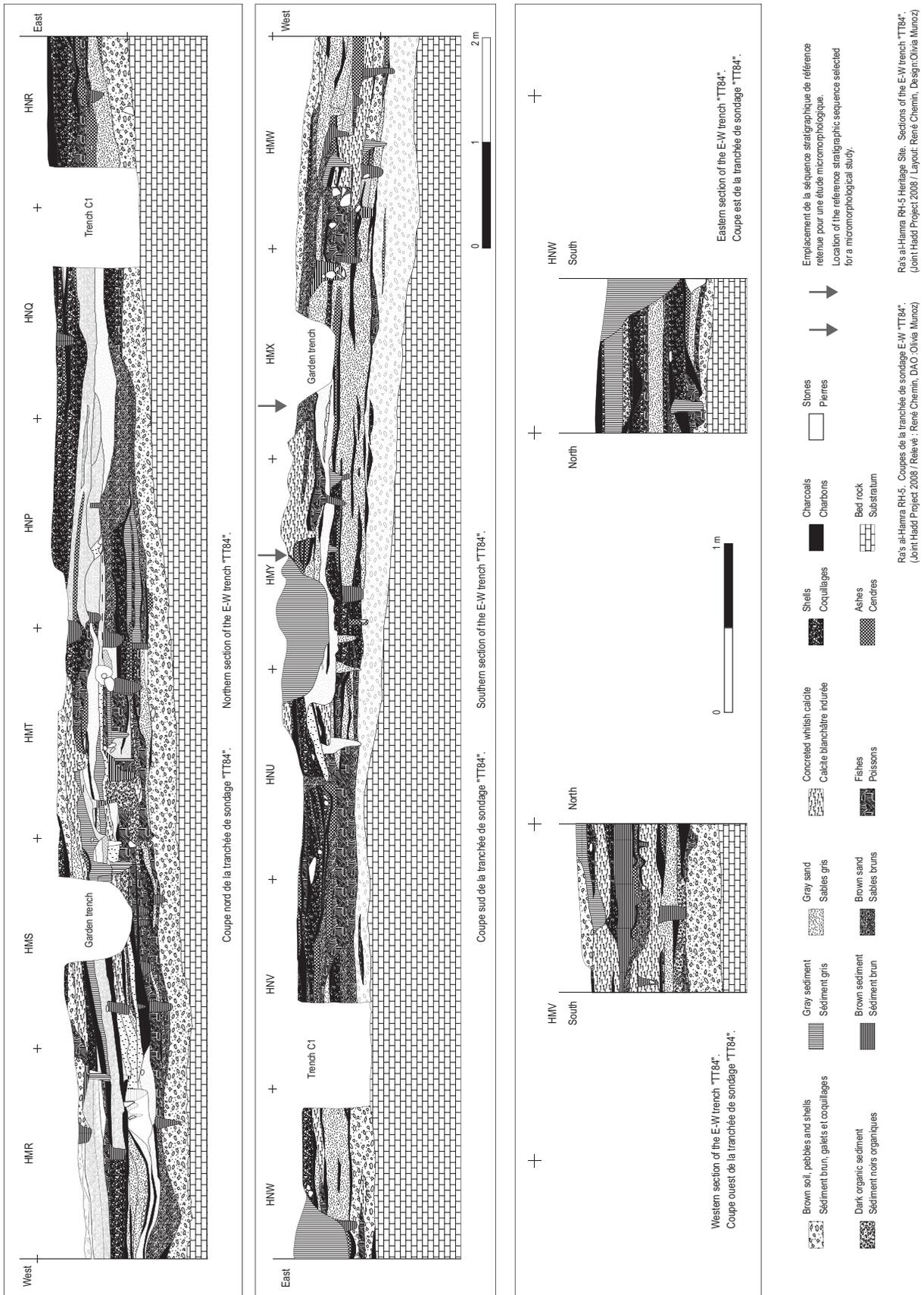


Figure 2 : Relevé stratigraphique de la tranchée TT 84 réalisée par René Chemin, 2008.
 Figure 2: Stratigraphic survey of Trench TT 84 carried out by René Chemin, 2008.

Ras al-Hamra RH-5. Coupes de la tranchée de sondage E-W "TT84".
 Ras al-Hamra RH-5-Heritage Site. Sections of the E-W trench "TT84".
 (Joint Hadd Project 2008 / Relevé : René Chemin, DAO/Olivia Munoz) (Joint Hadd Project 2008 / Layout: René Chemin, Design/Olivia Munoz)

ovales, parfois coalescents et d'encroûtements blanchâtres plus ou moins indurés.

Bien que la stratigraphie montre une variabilité latérale importante des couches ainsi que des remaniements d'origine anthropique (creusements, troncatures) et naturelle (érosion éolienne), l'analyse sur le terrain de la coupe met en évidence que certains dépôts sédimentaires apparaissent de manière récurrente sur l'ensemble de la tranchée TT 84. Pour préciser la nature, le mode de mise en place et l'évolution des dépôts les plus fréquemment rencontrés, une portion de la coupe sud a été étudiée aux échelles microscopiques. Cette portion qui sert de séquence stratigraphique de référence a été réalisée là où l'accumulation sédimentaire était la plus développée et la moins perturbée par des structures anthropiques ou des processus taphonomiques (fig. 1-C, fig. 2)³.

Méthodologie

La séquence stratigraphique de référence a été relevée au 1/10^e, puis chacune des couches sédimentaires identifiées a été décrite de manière détaillée en tenant compte de la couleur, de la texture et de la structure du dépôt; de la nature, de la morphologie et de la distribution des constituants ainsi que du type de contact avec les couches adjacentes (abrupt, diffus, graduel). Ces descriptions macroscopiques ont été reportées dans le tableau de la figure 3. Pour compléter les observations de terrain, des échantillons micromorphologiques ont été prélevés en colonne continue sur toute l'épaisseur de la séquence. Dans le cadre de cette étude préliminaire les deux échantillons les plus représentatifs de la séquence ont été retenus (RH-2, RH-11) (fig. 3). Situés dans la partie supérieure de la coupe datée de la seconde moitié du IV^e millénaire BCE, ces derniers avaient l'avantage de regrouper, dans un continuum stratigraphique, cinq des huit types de dépôts sédimentaires les plus régulièrement rencontrés dans la tranchée TT 84 et de permettre une première interprétation de la séquence de référence.

Une fois imprégnés sous vide dans de la résine polyester, les échantillons sélectionnés ont été montés en lames minces de grand format selon la technique établie par Guilleré (1980), puis examinés à différents grossissements sous microscope polarisant. La terminologie utilisée pour leur description s'appuie sur les ouvrages de référence en micromorphologie des sols et en géoarchéologie (Bullock *et al.*, 1985; Fedoroff

et Courty, 1994 et 2002; Courty et Fedoroff, 2002; Stoops *et al.*, 2010). La quantification des constituants est basée sur les chartes d'abondance définies par Bullock *et al.* (1985) et la classification granulométrique reprend celle définie par Wenworth-Udden (Adams *et al.*, 1994).

La lecture des lames minces en microscopie optique révèle le potentiel micromorphologique de la stratigraphie puisque les dépôts sédimentaires individualisés sur le terrain, épais de 0,5 à 9 centimètres, sont en réalité constitués de plusieurs unités microstratigraphiques (UMS) de 3 millimètres à 2 ou 5 centimètres d'épaisseur (fig. 4-A et 4-B). Ces UMS correspondent à des microfaciès sédimentaires significatifs des conditions du milieu et de la manière dont l'espace a été occupé, que ce soit en terme d'aménagement (sol construit en terre, tapis), de fonctionnement (surface d'occupation, zone de rejets, aire de parcage) ou de période de désaffectation (Courty *et al.*, 1989 et 1994; Gé *et al.*, 1993; Matthews, 1992). À l'échelle de la lame mince, ces microfaciès se superposent et parfois se juxtaposent. Leur superposition rend compte de l'évolution de l'espace dans le temps; leur juxtaposition ou variation latérale reflète l'organisation spatiale créée par différentes activités ou la limite entre un espace extérieur et intérieur lors d'une même phase d'occupation.

2. LES DÉPÔTS SÉDIMENTAIRES ÉTUDIÉS AUX ÉCHELLES MICROSCOPIQUES

Les dépôts sédimentaires

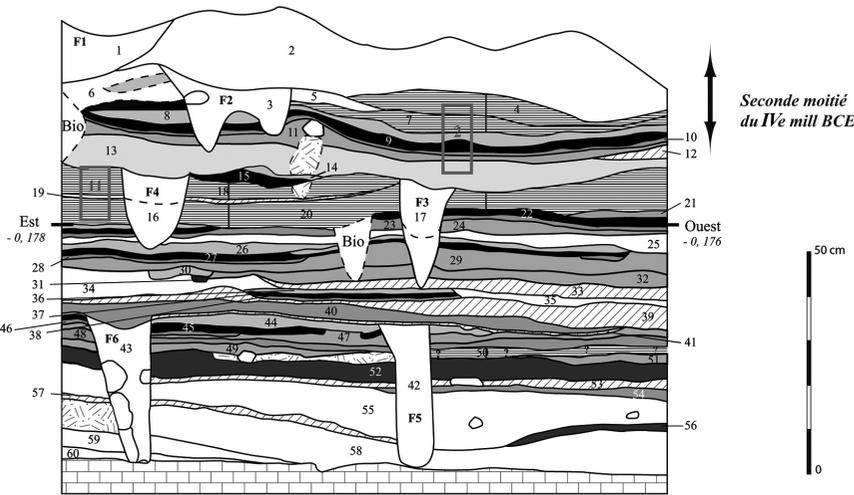
Les dépôts sédimentaires étudiés correspondent à (1) des dépôts à organisation litée subhorizontale, (2) des dépôts sablo-limoneux gris-orange, (3) des dépôts sableux brun-orange, (4) des dépôts riches en os et en arêtes de poisson fragmentés et tassés et (5) des dépôts de combustion.

1) Les dépôts à organisation litée subhorizontale font entre 2 et 9 centimètres d'épaisseur. Ils se caractérisent par des sables limoneux à limono-sableux plus ou moins compacts, régulièrement ponctués de fins lits subhorizontaux orangés riches en microfragments d'os et d'arêtes de poisson et de lits limoneux blanchâtres. Localement, une structuration polyédrique fine est observée.

2) Les dépôts sablo-limoneux gris-orange, épais de 2 à 7 centimètres, sont assez compacts et montrent localement une organisation finement litée subhorizontale.

3) Les dépôts sableux brun-orange sont épais de 1 à 5 centimètres. Peu compacts, ils sont mouchetés de plages rose-orange constituées de débris d'os de poisson distribués de manière aléatoire et contiennent quelques fragments grossiers de coquillages.

3. Les différences stratigraphiques observées entre les deux relevés à hauteur de la séquence de référence s'expliquent par la réalisation en 2009, dans l'optique de l'étude micromorphologique, d'un relevé détaillé. L'érosion éolienne et la bioturbation particulièrement active (fouissage d'insecte, chien errant venant se nicher dans les coupes) ont également participé à l'évolution de la stratigraphie.



Seconde moitié du IV^e mill BCE

Couche	Description macroscopique	Dépôts sédimentaires récurrents
2	Limon argilo-sableux gris clair. Nombreux coquillages entiers et fragmentés, fréquentes esquilles osseuses, quelques charbons épars, cailloux et graviers calcaires. Nombreux nodules blanchâtres.	
4, 7, 18, 20	Couches sablo-limoneuses à limono-sableuses gris-rose à brun-gris foncé, peu à très compactes, régulièrement ponctuées de lits millimétriques orangés d'os et d'arêtes de poisson microfragmentés et de quelques lits limoneux blanchâtres (< 5 mm). Microstructure localement polyédrique. Quelques charbons, graviers et coquillages fragmentés. Nombreux nodules blanchâtres.	
5	Organisation finement litée, peu compacte, superposant des lits sablo-limoneux gris et des lits limono-sableux gris clair à plages cendreuses. Quelques microcharbons, rares os de poisson et coquillages fragmentés.	
6	Organisation finement litée, assez compacte, superposant des lits sablo-limoneux brun-gris foncé à microcharbons et coquillages fragmentés et des lits limoneux blanchâtres à grisâtres.	
8, 14, 21, 26, 30, 36, 44, 60	Couches cendreuses gris clair assez compactes présentant localement une organisation litée subhorizontale. Quelques restes osseux (< 5 mm) et graviers, rares fragments de coquillages chauffés et microcharbons.	
9, 15, 22, 27, 31, 45	Couches sablo-limoneuses brun foncé à brun-noir, peu compactes à meubles. Nombreuses esquilles osseuses carbonisées (< 1 cm), coquillages entiers ou fragmentés, quelques charbons.	
10, 23, 28, 38, 40, 46, 48, 54	Couches rose-orange constituées de fragments d'os et d'arêtes de poissons tassés, surtout distribués sub-horizontalement. Quelques graviers et faible quantité de résidus osseux brûlés.	
11, 24, 29, 32, 47, 49, 51	Couches sableuses brun-orange peu compactes à meubles, mouchetées de plages rose-orange constituées de fragments d'os de poisson à distribution aléatoire. Quelques coquillages fragmentés. Fréquents nodules blanchâtres.	
12, 19, 33, 39, 41, 53, 57	Couches sablo-limoneuse rose-orange à brun-gris contenant de nombreux coquillages entiers ou fragmentés fortement tassés à organisation litée subhorizontale. Quelques os de poisson, rares microcharbons. Couche 33: nombreux nodules blanchâtres.	
13	Sable limoneux gris-orange à brun clair, assez compact, présentant localement une organisation finement litée subhorizontale. Quelques microcharbons et graviers. Fréquents nodules blanchâtres.	
25	Sable brun gris foncé à brun-orange peu compact. Nombreux fragments d'os et d'arêtes de poisson et fréquents fragments de coquillages à distribution aléatoire. Quelques nodules blanchâtres.	
34	Sable limoneux brun foncé, peu compact, riche en coquillages fragmentés ou entiers et en os de poisson. Quelques nodules blanchâtres.	
35	Sable limoneux brun foncé à brun-orange peu compact. Nombreux os et arêtes de poisson brûlés distribués horizontalement, quelques charbons et plages cendreuses.	
50	Se rapproche des couches 4, 7, 18 et 20: sable limoneux gris clair assez compact à fins litages orangés constitués d'os et d'arêtes de poisson et de coquillages entiers ou fragmentés. Quelques cailloux calcaires. Quelques croûtes limoneuses gris clair à structure feuilletée et nodules blanchâtres.	
52, 56	Couches sablo-limoneuses gris-noir, cendre-charbonneuses, peu compactes à meubles. Nombreux fragments de coquillages tassés, parfois brûlés, distribués horizontalement. Quelques os et arêtes de poisson fragmentés. Quelques nodules blanchâtres.	
55	Sable brun-gris foncé à clair, peu compact. Fréquents os, arêtes de poisson et coquillages fragmentés épars, rares microcharbons et pierres calcaires. Nombreux nodules blanchâtres répartis uniformément sur l'ensemble de la couche.	
58	Sable brun-gris foncé à brun-orange, compact. Nombreux os et arêtes de poisson fragmentés, tassés et lités; quelques lits de coquillages tassés et distribués sub-horizontalement. Quelques microcharbons, cailloux et pierres calcaires. Fréquents nodules et encroûtements blanchâtres.	
59	Sable brun-gris foncé à noir, meuble, à quelques lits horizontaux d'os et d'arêtes de poisson et de coquillages fragmentés parfois brûlés. Rares nodules blanchâtres.	
60	Cendres gris à gris foncé peu compactes contenant quelques charbons, des petits os et des fragments de coquillages chauffés.	

 substrat calcaire
 pierre
 Bio bioturbation
 encroûtement blanchâtre induré
 F1 - F6 trou de poteau / fosse
2 échantillon micromorphologique étudié

Figure 3 : (Voir planche couleur II) Description de la séquence stratigraphique de référence et localisation des échantillons micromorphologiques
 Figure 3: (See colour plate II) Description of the reference stratigraphic sequence and location of the micromorphological samples.

4) Les dépôts riches en os et en arêtes de poisson fragmentés font entre 5 millimètres et 5 centimètres d'épaisseur. Ils se caractérisent par une structure massive et une distribution subhorizontale des éléments, évoquant des marqueurs de tassements importants.

5) Enfin, les dépôts de combustion sont matérialisés par la superposition de deux couches, dont l'épaisseur varie

entre 3 millimètres et 4 centimètres. La couche inférieure, brun foncé à brun-noir, comporte de nombreuses esquilles osseuses subcentimétriques carbonisées. La couche supérieure, cendreuse et de couleur gris clair, est assez compacte et présente localement une organisation litée subhorizontale. La limite entre ces deux couches est très nette. La stratification inversée des dépôts brun-noir et cendreux par rapport

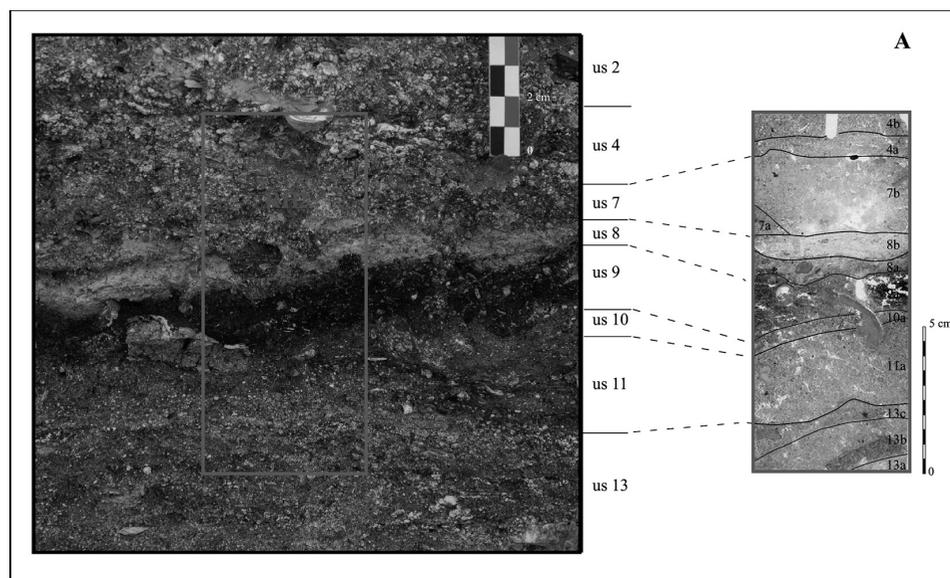
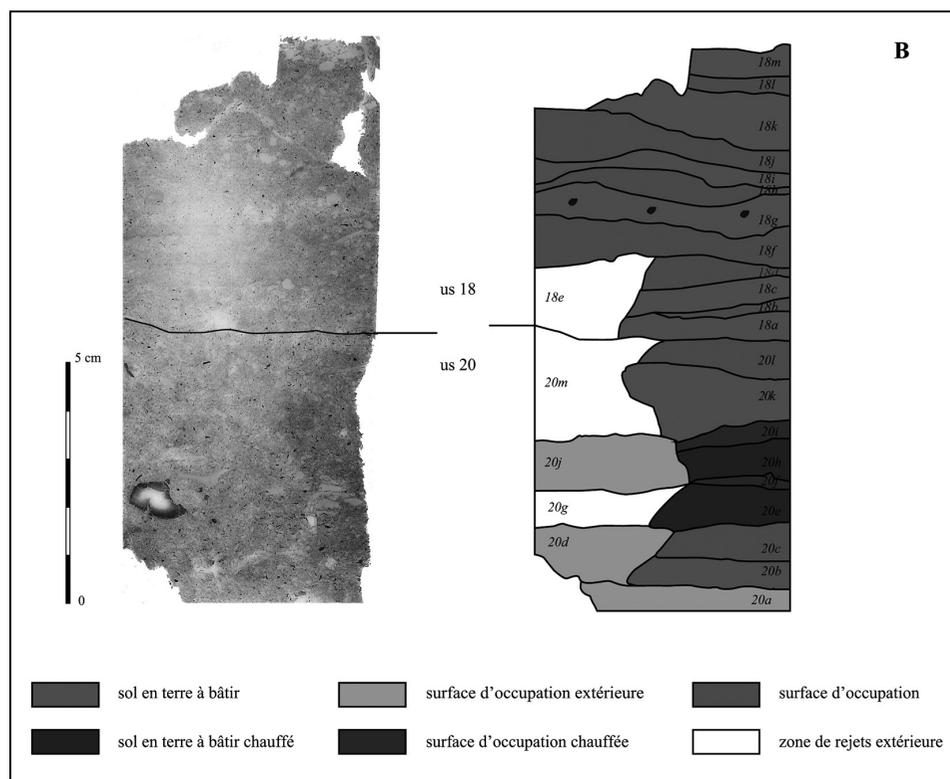


Figure 4 : (Voir planche couleur III) Découpage des couches sédimentaires observées sur le terrain en unités microstratigraphiques (UMS). A) Pour l'échantillon RH-2, les 6 couches archéologiques individualisées sur le terrain correspondent sous le microscope polarisant à 12 UMS. B) Pour l'échantillon RH-11, les 2 couches archéologiques identifiées sur le terrain se divisent sous le microscope polarisant en 26 UMS (photo I. Béguier et scan de lames minces) *Figure 4: (See colour plate III) Division of sedimentary layers observed on site in microstratigraphic units (UMS). A) For the sample RH-2, the 6 archaeological layers individualized in the field are divided into 12 UMS under polarizing microscope. B) For the sample RH-11, the 2 archaeological layers identified in the field are divided into 26 UMS under polarizing microscope (photo I. Béguier and thin section scan).*



à une combustion classique présentant de bas en haut, des cendres, des charbons et des débris partiellement carbonisés (Courty, 1984), suggère une combustion à l'étouffée. Sur l'ensemble de la tranchée TT 84, ces dépôts de combustion reposent quasi-systématiquement sur un dépôt riche en os et en arêtes de poisson fragmentés. La succession récurrente de ces deux types de dépôts a amené à les traiter comme un seul ensemble et à s'interroger sur leurs relations.

Les microfaciès sédimentaires

L'examen sous le microscope de ces dépôts sédimentaires révèle cinq types de microfaciès. Les microfaciès 1, 2 et 4 présentent quelques variations qui ont permis d'individualiser pour chacun d'entre eux deux sous-types (a et b). La description micromorphologique détaillée de ces microfaciès a été reportée dans le tableau 1.

Microfaciès	Traits micromorphologiques	Interprétation	Localisation
Type 1	Assemblage massif de plages gypseuses subarrondies (500 µm à 7 mm) jaune-beige, à très faible biréfringence, constituées de microcristaux de gypse lenticulaire (≤ 20 µm) et d'une proportion variable de micro-fragments d'os et d'arêtes de poisson jaunes, orange ou noirs (≤ 10 %, ≤ 3 mm). Certaines comportent quelques charbons et/ou particules organiques humifiées, morceaux de coquilles et sables fins à grossiers calcaires et quartzeux. Ces plages gypseuses sont délimitées par de fines fentes curvilignes ou des cavités allongées totalement ou partiellement colmatées par des résidus osseux, auxquels se mêlent parfois des particules charbonneuses et des sables fins à moyens de calcaire et de quartz. Microstructure lamellaire bien développée à porosité fissurale horizontale et verticale subparallèle délimitant des agrégats angulaires à polyédriques (500 µm à 2 mm).	Sol en terre	Couche 20 : UMS 20b, k; couche 18 : UMS 18a, c, i, m; couche 7 : UMS 7b.
	<u>Ce microfaciès présente deux sous-types :</u>		
	- Type 1-a : imbrication de plages gypseuses microcristallines identiques à celles du type 1 et d'agrégats gypseux sub-arrondis ou sub-anguleux (500 µm à 2 mm), brun-gris, non biréfringents et d'aspect cryptocristallin, pouvant comporter des fragments d'os et d'arêtes de poisson chauffés, quelques particules organiques et des sables calcaires et quartzeux.	Sol en terre contenant des morceaux de terre à bâtir chauffés.	Couche 18 : UMS 18g, k.
	- Type 1-b : altération thermique du microfaciès type 1 matérialisée par la juxtaposition massive de plages gypseuses brunâtres cryptocristallines et de fragments d'os et d'arêtes de poissons semi-carbonisés ou de couleur orange foncé à rouge.	Sol en terre brûlé	Couche 20 : UMS 20e, h
Type 2	Accumulation plus ou moins dense d'éléments hétérogènes sub-centimétriques chauffés ou non, majoritairement distribués de manière subhorizontale : résidus d'occupation (charbons, fragments d'os et d'arêtes de poissons ou de coquilles, cendres), granules de gypse microcristallin, sables moyens à grossiers calcaires, quelques sables quartzeux émoussés. Dans la couche 13 (UMS 13c) la proportion d'éléments chauffés est particulièrement importante. Fines fentes et cavités déformées subhorizontales. Faible quantité de cristaux lenticulaires de gypse (≤ 125 µm) dans quelques vides.	Surface d'occupation plus ou moins piétinée.	Couche 20 : UMS 20i; couche 18 : UMS 18d, f, h, j, l; couche 13 : UMS 13c.
	<u>Ce microfaciès présente deux sous-types :</u>		
	Type 2-a : entassement dense de constituants anthropiques mesurant entre 100 et 500 µm (os, arêtes de poisson, charbons, granules de gypse microcristallin). Fines cavités et vésicules alignées sub-horizontalement.	Surface d'occupation développée sous une natte (?).	Couche 20 : UMS 20c, f, l; couche 18 : UMS 18b; couche 4 : UMS 4a.
Type 2-b : identique au microfaciès type 2, excepté qu'il comporte une quantité importante de sables quartzeux émoussés et quelques vides biologiques.	Surface d'occupation extérieure	Couche 20 : UMS 20a, d, j; couche 13 : UMS 13a	
Type 3	Entassement lâche d'éléments hétérogènes parfois chauffés (≤ 2 mm) : résidus d'occupation (esquilles osseuses, arêtes de poisson, fragments de coquilles, charbons de bois, agrégats issus de plages gypseuses microcristallines), sables calcaires, quelques sables quartzeux émoussés. Quelques vides biologiques et plages granulaires. Quelques cristaux lenticulaires de gypse (≤ 125 µm) disséminés.	Zone de rejets extérieure	Couche 20 : UMS 20g, m; couche 18 : UMS 18e; couche 7 : UMS 7a; couche 4 : UMS 4b; couche 11 : UMS 11a; couche 13 : UMS 13b
	<u>Au sommet de la couche 11 (UMS 11a) :</u> agrégat plurimillimétrique composé de limons carbonatés, de nombreuses esquilles osseuses chauffées ou carbonisées, de charbons et de quelques sables moyens quartzeux. Microstructure assez massive ponctuée de petites cavités polyconcaves et de vésicules. Dans la partie médiane, imprégnation ferrugineuse brun-rouge soulignant partiellement un vide à morphologie végétale.		

Tableau 1 : Description microscopique des microfaciès observés dans les échantillons RH-11 et RH-2.

Table 1: Microscopic description of the microfacies observed in RH-11 and RH-2 samples.

Type 4	Dans une masse fine organique brun foncé peu abondante, assemblage assez massif d'éléments plus ou moins chauffés (≤ 5 mm) : os et arêtes de poisson orange à rouge-orange plus ou moins fragmentés (20 à 30 %), sables calcaires et quartzeux émoussés (15 %), fragments de coquilles (5 à 10 %), charbons de bois (5 %), agrégats limoneux carbonatés (2 %) identiques à ceux observés dans la couche 11 (cf type 3). D'une manière générale, les résidus fauniques montrent une distribution subhorizontale. Porosité modérément développée : petites cavités polyconcaves ou allongées et quelques fines fissures. Quelques vides d'entassement partiellement ou entièrement colmatés par des cristaux lenticulaires de gypse (≤ 125 μ m) non chauffés.	Surface d'occupation « spécialisée », réservée au traitement des animaux marins?	Couche 10 : UMS 10a
	Ce microfaciès présente deux sous-types :		
	Type 4-a : identique au microfaciès type 4 avec :		Couche 9 : UMS 9a
	- masse fine brun foncé à noir plus abondante, formant localement des plages grumeleuses.	Surface d'occupation « spécialisée » carbonisée.	
	- constituants fauniques plus nombreux et tous distribués horizontalement: os et arêtes de poisson (< 1 cm, 30 à 40 %) ; coquilles entières ou fragmentées (≤ 2 cm, 15 %).		
	- importante altération thermique des constituants : os et arêtes de poisson noirs, orange ou rouges ; désagrégation des os carbonisés en particules micrométriques anguleuses ou subarrondies ; grains calcaires arrondis parfois brunâtres et/ou légèrement micritisés (10 à 20 %) ; morceaux de bois humifiés ou partiellement carbonisés (5%).		
	- microstructure plus massive et fines fentes horizontales subparallèles bien développées au sommet de la couche.		
	- fréquents vides d'entassement comblés par des cristaux lenticulaires (≤ 125 μ m) de gypse.		
	Transition abrupte avec la couche 8, UMS 7.		
	Type 4-b : Abondante masse micritique composée de cristaux sub-arrondis de calcite (≤ 25 μ m), enveloppant une quantité quasi-équivalente (10 à 15 %) de :	Surface d'occupation « spécialisée » incinérée.	Couche 8 : UMS 8a
- résidus d'os et d'arêtes de poisson jaune très pâle et jaune-orange peu ou pas biréfringents à nombreuses craquelures polygonales. Faible quantité d'os brun-orange biréfringents, parfois carbonisés sur leur pourtour, présentant quelques fines fissures discontinues transversales et/ou longitudinales.			
- fragments de coquilles partiellement réduits en cendres.			
- sables et limons calcaires fortement altérés par le feu.			
D'une manière générale, distribution subhorizontale des résidus fauniques. Quelques particules charbonneuses et organiques noires à brun foncé majoritairement micrométriques (5 %). Microstructure grumeleuse fine à porosité cavitaire fermée peu développée. À l'interface avec l'UMS 8b sus-jacente (microfaciès type 5) : une plage organo-phosphatée brun foncé riche en sphérolites de calcite.			
Type 5	Masse fine organo-phosphatée assez abondante enveloppant :	Aire de parage d'ovicapridés.	Couche 8 : UMS 8b
	- des plages peu biréfringentes brun à brun-jaune (l. : 1 cm ; ép. : 4 mm), très riches en sphérolites de calcite brunâtres, comportant parfois quelques fibres végétales mélanisées et des limons et sables très fins quartzeux.		
	- des agrégats ovoïdes isotropes brun à jaune-beige (section : 500 μ m à 3 mm), à structure interne convolutive assez poreuse présentant des pseudomorphoses végétales, quelques phytolites fondus, des limons et des sables très fins quartzeux plus ou moins altérés (≤ 10 %). Un petit nombre contient des résidus de matière organique humifiée ou carbonisée et quelques sphérolites de calcite brunâtre.		
	- quelques plages isotropes à organisation litée de phytolites fondus ou en baguette (< 100 μ m).		
- une faible quantité de sables quartzeux émoussés et rares os jaune pâle.			
	Microstructure assez massive à organisation litée subhorizontale. Porosité peu développée à fines fissures et cavités allongées subhorizontales. Quantité modérée de chenaux partiellement comblés de cristaux lenticulaires de gypse (≤ 125 μ m) non chauffés.		

Tableau 1 : Suite.
Table 1: Following.

Le microfaciès type 1 : des sols en terre crue

Il correspond à un niveau de sol en terre crue construit à partir d'un mélange de matériel gypseux microcristallin jaune-beige et d'une proportion variable d'os et d'arêtes de poisson grossièrement fragmentés, auxquels peuvent se mêler quelques microcharbons et morceaux de coquillages (fig. 5). La dominance des résidus de poisson peut refléter l'utilisation de la terre présente sur la zone d'habitat, caractérisée par son importante exploitation des ressources marines et lagunaires, ou résulter d'un ajout volontaire de dégraissant. La question de l'apport intentionnel de dégraissant dans la terre à bâtir se pose également en raison de la présence, dans deux niveaux de sols en terre crue, d'agrégats façonnés et chauffés sub-centimétriques pouvant provenir du démantèlement de sols ou de structures en terre ayant subi l'action du feu (sole de cuisson?) (microfaciès type 1-a) (fig. 6). La combustion d'aménagement en terre est par ailleurs observée à deux reprises. Elle se manifeste par un mélange de matériel gypseux brunâtre cryptocristallin et d'os de poissons semi-carbonisés ou de couleur orange foncé à rouge (microfaciès type 1-b) (fig. 7). Le fait que ces aménagements en terre chauffée présentent des traits micromorphologiques identiques à ceux des sols en terre crue, et qu'ils soient, comme ces derniers, recouverts par une surface d'occupation (cf. *infra* microfaciès type 2), invite à les interpréter comme des sols construits ayant subi une altération thermique accidentelle ou bien intentionnelle, dans le cadre par exemple d'une réorganisation de l'habitat.

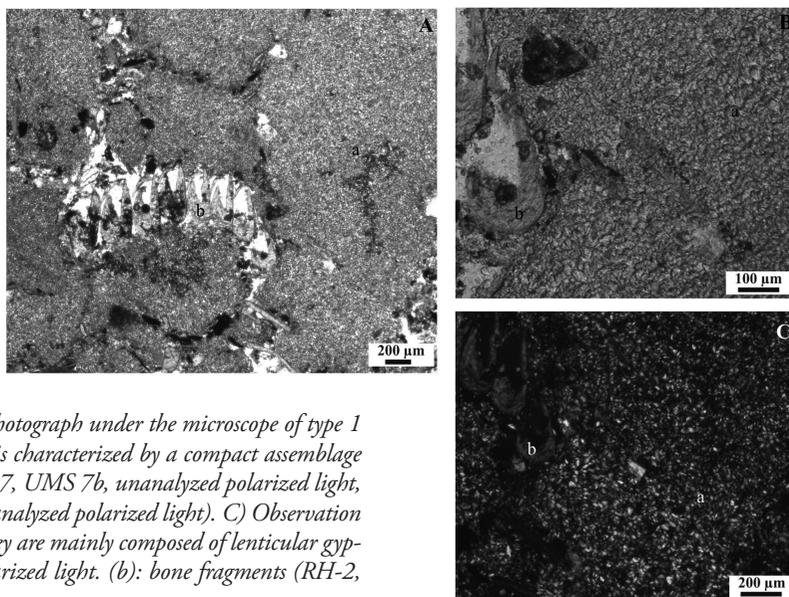
D'une manière générale, ces sols construits se caractérisent par un assemblage de plages gypseuses présentant

un malaxage différentiel et une répartition peu homogène des résidus fauniques. Ces traits micromorphologiques témoignent d'un travail modéré de la terre à bâtir à l'état humide (Cammass, 2003 ; Wattez, 2003). La massivité de la microstructure et la faible porosité cavitaire allongée suggèrent une compression assez forte du sédiment à l'état encore humide, au moment de sa mise en place et/ou juste après (Cammass, 1999 ; 2003). Seul le sol en terre crue observé dans la couche 7 (UMS 7b) présente un matériel sédimentaire assez homogène significatif d'un pétrissage assez poussé (Cammass 2003). Enfin, la quasi-absence d'indices de ruissellements ou de traits biologiques synchrones de l'occupation plaide en faveur d'un espace intérieur entretenu (maison ou abri à structure légère). La structuration lamellaire bien développée atteste d'un lieu régulièrement fréquenté (Gé *et al.*, 1983 ; Courty *et al.*, 1989).

Il est intéressant de noter la présence, dans une zone de rejets (cf. *infra* microfaciès type 3), d'un fragment de terre à bâtir de facture assez grossière, construit non pas à base de boue gypseuse mais de limons carbonatés et de nombreux résidus d'occupation (esquilles osseuses, charbons). Ce dernier, qui peut correspondre à un fragment de sol, comporte une empreinte végétale partiellement délimitée par une imprégnation ferrugineuse brun-rouge suggérant également l'utilisation de dégraissant végétal (Cammass, 1994 ; Stordeur et Wattez, 1998) (fig. 8). Les quelques vides en forme de cavités et de vésicules indiquent un travail de la terre à l'état humide à boueux et la microstructure assez massive traduit une compression du sédiment.

Figure 5 : (Voir planche couleur IV) Microfaciès type 1. A) Photographie sous le microscope du microfaciès type 1 correspondant à un sol construit en terre. Ce dernier se caractérise par un assemblage compact de plages gypseuses (a) et d'os et d'arêtes de poisson (b) (RH-2, couche 7 (UMS 7B), LPNA, photo I. Béguier). B) Détail de la photographie A (LPNA). C) L'observation à un fort grossissement montre que les plages gypseuses sont composées de microcristaux de gypse lenticulaires (a), apparaissant en blanc en lumière polarisée analysée. En (b) : fragments d'os (RH-2, couche 7 (UMS 7b), LPA).

Figure 5: (See colour plate IV) Type 1 microfacies. A) Photograph under the microscope of type 1 microfacies corresponding to an earthen floor. This one is characterized by a compact assemblage of gypsum aggregates (a) and fish bones (b), (RH-2, layer 7, UMS 7b, unanalyzed polarized light, photo I. Béguier). B) Detail from view photograph A (unanalyzed polarized light). C) Observation of gypsum aggregates at high magnification shows that they are mainly composed of lenticular gypsum microcrystals (a), appearing white in analyzed polarized light. (b): bone fragments (RH-2, layer 7, UMS 7b, analyzed polarized light).



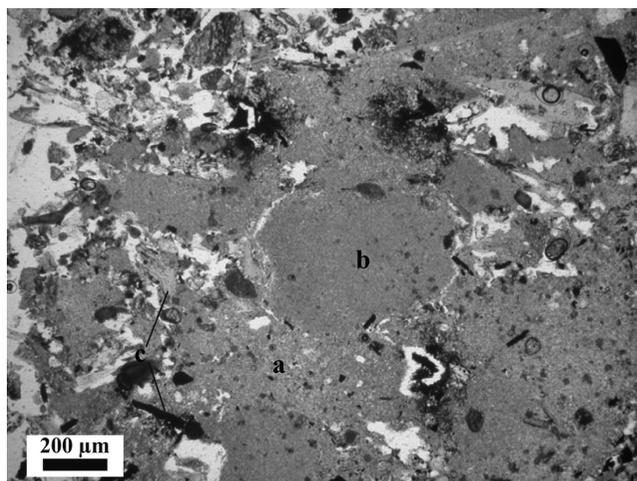


Figure 6 : (Voir planche couleur IV) Microfaciès type 1-a. Photographie sous le microscope du microfaciès de type 1-a identifié comme un sol en terre de facture grossière contenant des fragments de terre à bâtir chauffée. Il se définit par la juxtaposition d'agrégats gypseux microcristallins chauffés (a) et non chauffés (b) comportant une proportion variable d'os et d'arêtes de poisson parfois carbonisés (c) (RH-11, couche 18, UMS 18k, LPNA, photo I. Béguier).

Figure 6: (See colour plate IV) Figure Type 1-a microfacies. Photograph under the microscope of type 1-a microfacies identified as a coarse earth floor, containing heated building earth fragments. It is defined by the juxtaposition of heated (a) and unheated (b) microcrystalline gypsum aggregates with a variable proportion of fish bones, sometimes charred (c) (RH-11, layer 18, UMS 18k, unanalyzed polarized light, photo I. Béguier).

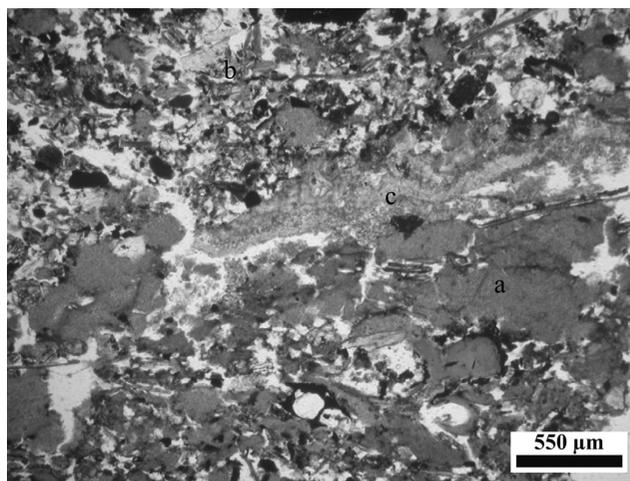
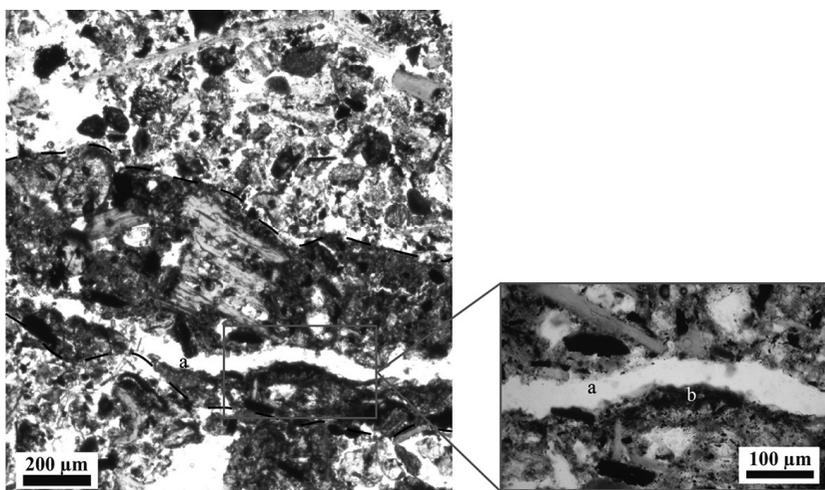


Figure 7 : (Voir planche couleur V) Microfaciès type 1-b. Photographie sous le microscope du microfaciès de type 1-b représentant un sol en terre ayant subi une altération thermique (a). La structuration lamellaire, qui témoigne de piétinements, a probablement été accentuée par les contraintes mécaniques liées à la chauffe. Sur ce sol repose une surface d'occupation riche en apports détritiques (b) (fragments de sol en terre, de coquilles réduites en cendres (c), d'os, sables) (RH-11, couche 20, UMS 20e, LPNA, photo I. Béguier).

Figure 7: (See colour plate V) Type 1-b microfacies. Photograph under the microscope of type 1-b microfacies representing a thermally altered earth floor (a). The lamellar structure, which shows trampling, was probably accentuated by the mechanical stresses associated with heating. On this floor lies an occupation surface rich in detritic contributions (b) (fragment of earth floor, shell reduced to ashes (c), bones, sand) (RH-11, layer 20, UMS 20e, LPNA, photo I. Béguier).

Figure 8 : (Voir planche couleur V) Photographie sous le microscope d'un fragment de terre à bâtir. Fragment de terre à bâtir (en pointillés) façonné à base de limons carbonatés (en gris), d'esquilles osseuses (en jaune ou noir), de charbons (en noir) et de sables quartzeux (grains blancs). L'empreinte végétale (a) et l'imprégnation ferrugineuse brun-rouge associée (b) suggèrent la présence de matière organique. La faible quantité de vésicules et de cavités témoigne à la fois d'un malaxage à l'état humide à boueux et d'une compression du sédiment (RH-2, couche 11, UMS 11a, LPNA, photo I. Béguier).

Figure 8: (See colour plate V) Photograph under the microscope of a building earth fragment. Building earth fragment (dotted line) shaped with carbonate silts (in gray), bones splinters (in yellow and black), charcoals (in black) and quartz sands (white grains). The vegetal footprint (a) and the associated brownish-red ferruginous impregnation (b) suggest the presence of organic matter. The small amount of vesicles and cavities (c) reflect both a wet to muddy mixing and a compression of the sediment (RH-2, layer 11, UMS 11a, unanalyzed polarized light, photo I. Béguier).



Le microfaciès type 2 : des surfaces d'occupation piétinées

Régulièrement observé sur les sols en terre à bâtir, ce microfaciès correspond à une surface d'occupation formée par l'accumulation de résidus d'activité chauffés ou non (charbons, fragments d'os, d'arêtes de poissons ou de coquilles, cendres) et de poussières (sables calcaires et quartzeux). Les granules de boue gypseuse peuvent résulter de l'érosion du sol en terre sous l'action des piétinements. L'organisation majoritairement subhorizontale des éléments et la fine porosité fissurale et/ou cavitaire allongée révèlent des espaces régulièrement fréquentés (Gé *et al.*, 1983; Courty *et al.*, 1989). Sur quelques sols en terre, la surface d'occupation montre un entassement dense d'éléments anthropiques homométriques (microfaciès type 2-a) (fig. 9). Malgré l'absence de trace directe de couverture végétale, de type fibres ou phytolithes en connexion (Sordoillet 2009), cette organisation pose la question de la présence d'une natte à maillage étroit, laissant filtrer les microvestiges qui se retrouvent dès lors piégés entre le sol en terre et la natte (Cammass, 1994; Stordeur et Wattez, 1998). D'autres surfaces d'occupation, caractérisées par une importante quantité de sables éoliens et une bioturbation synchrone de l'installation des néolithiques, témoignent de niveaux de circulation extérieure (microfaciès type 2-b) (fig. 10).

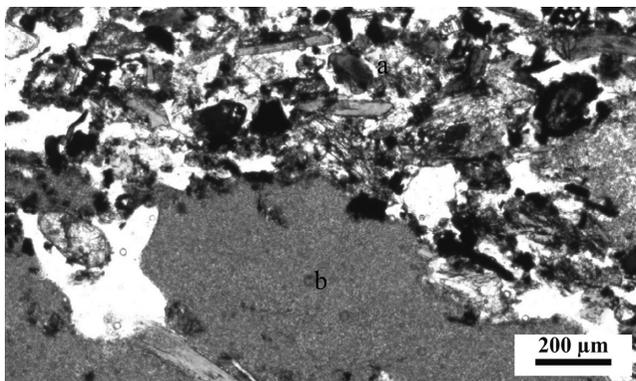


Figure 9 : (Voir planche couleur V) Photographie sous le microscope du microfaciès de type 2-a. Ce microfaciès de type 2-a correspond à une surface d'occupation (a) formée sur un sol en terre (b). L'accumulation de résidus d'activités de petite taille, ne mesurant pas plus de 300 micromètres, pose la question de la présence sur le sol en terre d'un tapis à maillage étroit, de type natte (RH-11, couche 20, UMS 20f, LPNA, photo I. Béguier).

Figure 9: (See colour plate V) Photograph under the microscope of type 2-a microfacies. This type 2-a microfacies corresponds to an occupation surface (a) formed on an earthen floor (b). The accumulation of small occupation residues, measuring no more than 300 micrometers, raises the question of the presence on the ground of a narrow mesh carpet, of a mat type (RH-11, layer 20, UMS 20f, unanalyzed polarized light, photo I. Béguier).

Le microfaciès type 3 : une zone de rejets

Ce microfaciès, qui présente un entassement lâche d'éléments anthropiques (résidus d'activités, fragments de terre à bâtir) repris par l'activité biologique et alimentés par des apports éoliens (sables calcaires et quartzeux, cristaux lenticulaires de gypse), a été interprété comme une zone de rejets extérieure (Stordeur et Wattez 1998). En effet, le fort taux de grains de sable et les éléments anthropogéniques émoussés révèlent une phase de déflation et de redistribution locale sur l'amas coquillier (fig. 11).

Le microfaciès type 4 : une surface d'occupation « spécialisée »

Il se caractérise par un assemblage assez massif d'éléments fauniques riches en os et arêtes de poisson, interprété comme une surface d'occupation « spécialisée », réservée à une activité en lien avec le traitement des animaux marins

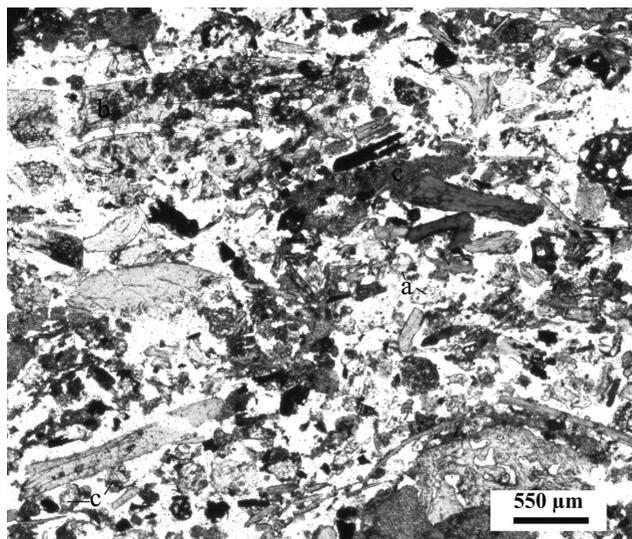


Figure 10 : (Voir planche couleur VI) Photographie sous le microscope du microfaciès de type 2-b montrant une surface d'occupation extérieure. Cette surface d'occupation extérieure se caractérise par une porosité d'entassement élevée de sables quartzeux émoussés (a), d'agrégats argileux roulés, probablement transportés par le vent et de nombreux résidus d'activités parfois chauffés, tels que des os (b) ou des agrégats façonnés (c). La distribution subhorizontale des éléments traduit un espace piétiné (RH-11, couche 20, UMS 20c, LPNA, photo I. Béguier).

Figure 10: (See colour plate VI) Photograph under the microscope of type 2-b microfacies showing an outdoor occupation surface. The outdoor occupation surface is characterized by a high stacking porosity of blunted quartz sands (a), rolled clayey aggregates, probably carried by the wind, and numerous activity residues, sometimes heated, such as bones (b) or shaped aggregates (c). The subhorizontal distribution of components reflects a trampled space (RH-11, layer 20, UMS 20c, unanalyzed polarized light, photo I. Béguier).

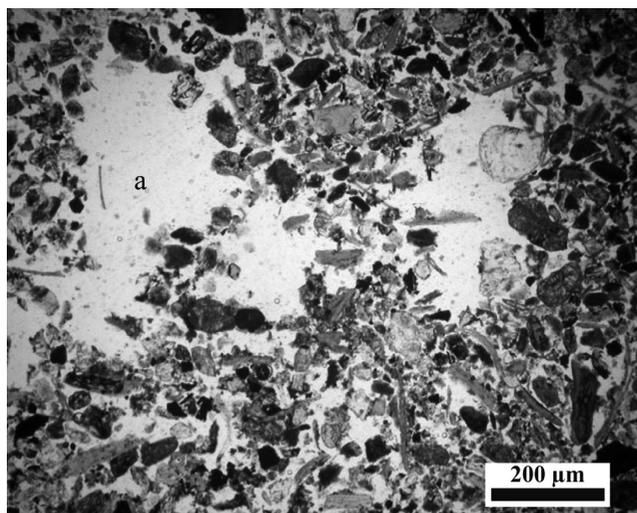


Figure 11 : (Voir planche couleur VI) Photographie sous le microscope du microfaciès de type 3 associé à une zone de rejets. Les vides d'origine biologique (a) et la distribution aléatoire des résidus d'occupation indiquent un espace non piétiné (RH-2, couche 11, UMS 11a, LPNA, photo I. Béguier).

Figure 11: (See colour plate VI) Photograph under the microscope of type 3 microfacies associated with a waste area. Biologically induced voids (a) and the random distribution of occupation residues indicate a non-trampled area (RH-2, layer 11, UMS 11a, unanalyzed polarized light, photo I. Béguier).

et lagunaires. Les marqueurs de tassement bien exprimés (massivité, distribution subhorizontale des écofacts, fine porosité fissurale) sont significatifs de passages réguliers. La fréquence des sables éoliens, associée à l'absence de traces de ruissellements, peut refléter un espace semi-ouvert. La partie supérieure de ce dépôt montre des traces de combustion, matérialisées par la superposition, du bas vers le haut, d'une unité carbonisée (microfaciès type 4-a) et d'une unité incinérée (microfaciès type 4-b). Dans la portion carbonisée, les indices de tassement par piétinements ont été préservés (massivité, organisation horizontale des écofacts). L'altération thermique se manifeste par la couleur noire de la plupart des os (fig. 12). Dans la portion incinérée, les écofacts présentent encore une organisation sub-horizontale mais leur entassement est plus lâche, probablement en raison de l'action du feu. La plupart des composants sont, partiellement ou totalement, réduits en cendres. Le degré d'altération des coquilles et des grains calcaires ainsi que les fréquentes esquilles osseuses jaune pâle, entièrement craquelées et à biréfringence (quasi)nulle, traduisent des températures assez élevées (entre 600 et 800 °C selon la durée de la combustion) (Lebon *et al.*, 2015; Joly et March, 2003; Courty, 1984).

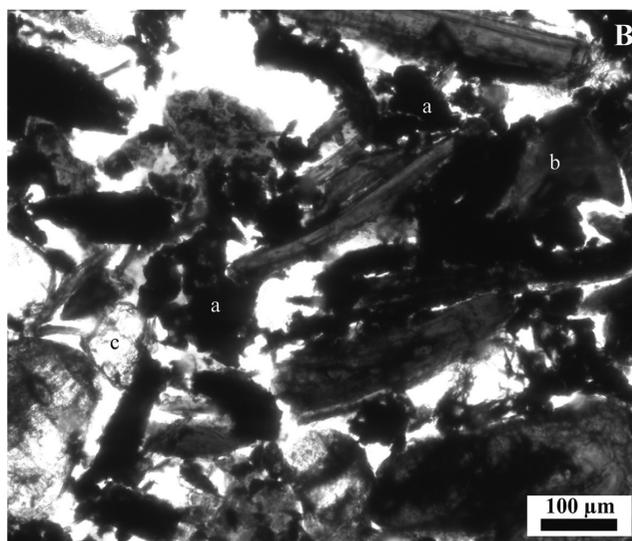
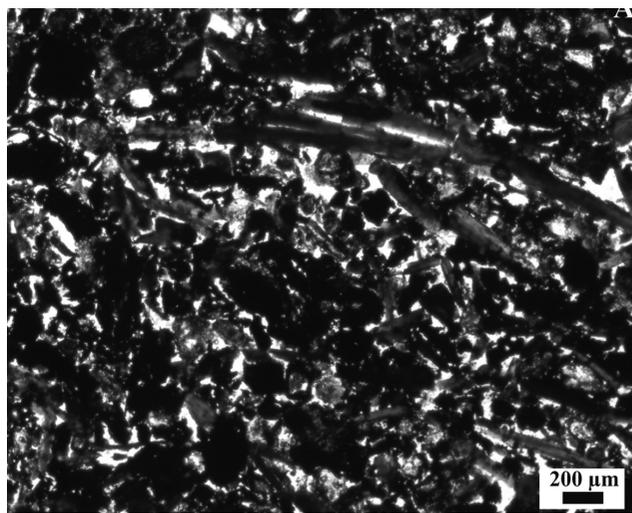


Figure 12 : (Voir planche couleur VI) Photographies sous le microscope du microfaciès de type 4-a défini en tant que surface d'occupation « spécialisée » carbonisée (RH-2, couche 9, UMS 9a, LPNA). A) L'altération thermique se manifeste par la couleur noire ou rouge orangé des résidus osseux. Le litage et les différences granulométriques des constituants observés peut résulter d'une probable succession de combustions. Leur organisation sub-horizontale et la massivité de la microstructure évoquent un espace régulièrement fréquenté. B) Détail de A : fragmentation des os carbonisés en microparticules (a), débris de coquillage (b), grains de quartz (c) (photos I. Béguier).

Figure 12: (See colour plate VI) Photograph under the microscope of type 4-a microfacies defined as a carbonized "specialized" occupation surface (RH-2, layer 9, UMS 9a, unanalyzed polarized light). A) Thermal alteration is expressed by the black or orange-red bone residues. The layering and granulometric differences of the components observed may result from a probable succession of burning. Their subhorizontal organization and the massiveness of the microstructure evoke a regularly frequented area. B) Detail of photograph A: fragmentation of charred bones into microparticles (a), shells fragments (b), quartz grains (c) (photos I. Béguier).

Le microfaciès type 5 : une aire de parcage d'ovicapridés

Il correspond à un dépôt coprogénique d'herbivores, peut-être associé à de la litière végétale et/ou du fourrage. L'abondance des coprolithes et leur assemblage lité subhorizontal assez massif suggèrent une aire de parcage régulièrement piétinée (Shahack-Gross *et al.*, 2003; Watez *et al.*, 1990). Les quelques cavités allongées subhorizontales témoignent de piétinements en conditions humides, probablement favorisées par les rejets d'urines. L'assez bonne préservation de l'organisation d'origine de ce dépôt et la quantité réduite de sables éoliens plaident en faveur d'un espace protégé/enclos. Le tassement régulier du sol par les allées et venues des animaux peut expliquer la faible bioturbation. Les caractères micromorphologiques de ce dépôt, à savoir l'assemblage de plages organo-phosphatées riches en sphérolithes de calcite et d'agrégats ovoïdes isotropes à structure convolutive, sont significatifs de coprolithes de moutons et/ou de chèvres (fig. 13-A, B et D) (Brochier, 2002; Brochier *et al.*, 1992; Canti, 1998; Courty *et al.*, 1989, 1991; Guélat *et al.*, 1998), dont l'élevage est attesté à RH-5 pendant toute l'occupation néolithique par les données archéozoologiques (Biagi et Nisbet, 1989; Uerpmann, 2003; Uerpmann et Uerpmann, 2003). Des plages isotropes à organisation litée de phytolithes fondus, présentant localement une forme en baguette, sont observées (fig. 13-E). Elles peuvent traduire un ajout de litière et/ou de fourrage. La couleur brunâtre des sphérolithes de calcite et l'aspect fondu des phytolithes résultent du brûlage de ces déjections fécales d'ovicapridés (fig. 13-C). Leur transformation quasi-complète en cendres traduit une combustion de longue durée et des températures assez élevées (Courty, 1984; Brochier, 2002; Shahack-Gross, 2011). Ce niveau de combustion n'a pas fait l'objet d'une étude anthracologique. Cependant, les analyses réalisées sur d'autres foyers ou couches carbonneuses du site montrent que le bois utilisé provient de l'environnement proche : mangrove (*Avicennia marina*), dunes de sables (Chenopodiaceae) et terrasses calcaires des rives du wadi (*Ziziphus*, *Tamaris* et *Acacia sp.*) (Biagi et Nisbet, 1999; Zazzo *et al.*, 2012; 2014; 2016).

Interprétation des cinq types de dépôts sédimentaires étudiés

L'identification des microfaciès permet de restituer la dynamique de mise en place et l'évolution de chacun des types de dépôts sédimentaires étudiés dans la séquence de référence (tableaux 2 et 3).

Les dépôts à organisation litée subhorizontale : couches 4, 7, 18 et 20

Sous le microscope, chacune de ces couches se divise en plusieurs UMS correspondant à la superposition et/ou à la juxtaposition répétée des microfaciès 1, 2 et 3 (tableaux 2 et 3). Elles rendent compte d'une succession de sols en terre à bâtir (microfaciès types 1, 1-a et 1-b), qui ont pu être recouverts d'une natte (microfaciès type 2-a), sur lesquels se développent des surfaces d'occupation inégalement restructurées par les piétinements (microfaciès type 2). Les couches 18 et 20 présentent des variations spatiales matérialisées par la présence, dans le prolongement de certains sols en terre, de surfaces d'occupation extérieures plus ou moins fréquentées (microfaciès type 2-b) ou de zones de rejets peu piétinées (microfaciès type 3).

Les dépôts sablo-limoneux gris-orange : couche 13

La partie supérieure de la couche 13 examinée sous le microscope se divise en 3 UMS (tableau 3). Elles révèlent une surface d'occupation extérieure (microfaciès type 2-b) évoluant en zone de rejets peu piétinée (microfaciès type 3) puis en surface d'occupation (microfaciès type 2). Cette dernière, riche en éléments chauffés, évoque un espace en lien avec une activité de combustion.

Les dépôts sableux brun-orange : couche 11

Formée d'une seule UMS, la couche 11 présente les caractéristiques d'une zone de rejets extérieure (microfaciès type 3) (tableau 3).

Les dépôts riches en os et en arêtes de poisson fragmentés (couche 10) et les dépôts de combustion (couches 8 et 9)

Sous le microscope, la couche 10 se compose d'une seule UMS (tableau 3). Elle correspond à une surface d'occupation, probablement abritée, réservée au traitement des animaux marins et lagunaires (microfaciès type 4). La couche 9 et la base de la couche 8 qui la surmontent coïncident respectivement à la partie carbonisée et incinérée de cette aire d'activité spécialisée (microfaciès type 4-a et 4-b). La transition abrupte entre le niveau carbonisé et le niveau cendré révèle un arrêt de la combustion par étouffement (Guélat *et al.*, 1998; Beeching et Moulin, 1983; Brochier, 1992). La partie supérieure de la couche 8, qui scelle ce dépôt de combustion, se définit quant à elle comme un amas d'excréments de moutons et/ou de chèvres réduits en cendres (microfaciès type 5). Ainsi, la lecture micromorphologique met en évidence un changement de fonction de l'espace, passant d'une zone « spécialisée » dédiée à la cuisson de produits marins et

Figure 13 : (Voir planche couleur VII) Photographies sous le microscope du microfaciès de type 5 correspondant à des coprolithes d'herbivores réduits en cendres. (RH-2, couche 8, UMS 8b). A) Microfaciès à organisation litée subhorizontale dans lequel s'imbriquent et/ou se superposent des plages brun à brun-jaune riches en sphérolithes de calcite (a) et des plages brunes à jaune-beige riches en phytolithes fondus (b) (LPNA). B) Détail de A : plage contenant un nombre important de sphérolithes de calcite (a) et quelques fibres végétales humifiées (b) (LPNA). C) Détail B : importante concentration de sphérolithes de calcite d'environ 10 µm de diamètre, caractérisées en lumière polarisée analysée par leur croix noire. Leur couleur brunâtre atteste d'une altération thermique (LPA). D) Agrégat organo-phosphaté ovoïde à structure convolutive et poreuse caractéristique de coprolithes d'ovicapridés (a). Les vides curvilignes correspondent à des pseudomorphoses de végétaux et les petits grains en blanc à des limons et des sables fins de quartz ingérés par l'animal (LPNA). E) Amas de phytolithes fondus à organisation litée. Localement des phytolithes en forme de baguette d'environ 100 µm de long sont observés (a) (LPNA) (photos I. Béguier).

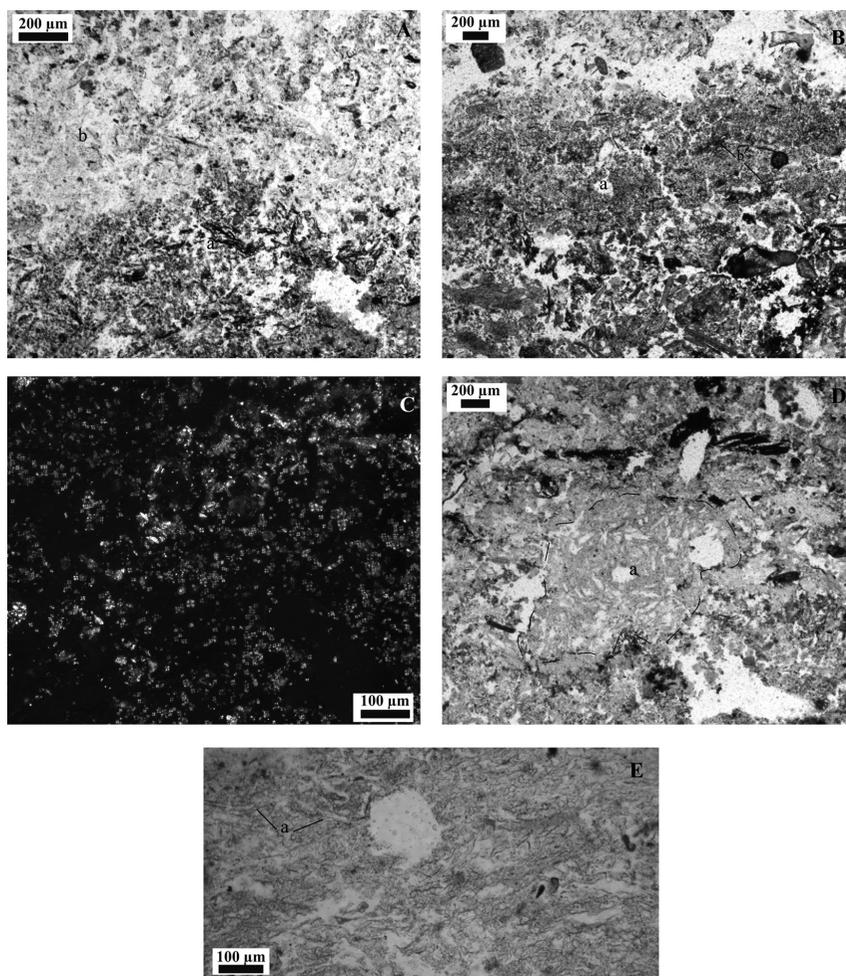


Figure 13: (See colour plate VII) Photograph under the microscope of type 5 microfacies corresponding to incinerated herbivore coprolites. (RH-2, layer 8, UMS 8b). A) Subhorizontal

bedding organization microfacies in which overlap and/or juxtapose brown to yellow-brown aggregates rich in calcitic spherulites (a) and brown to yellow-beige aggregates rich in melted phytoliths (b) (unanalyzed polarized light). B) Detail of photograph A: aggregate containing numerous calcitic spherulites (a) and some humified vegetable fibers (b) (unanalyzed polarized light). C) Detail of photograph B: significant concentration of calcitic spherulites of about 10 µm in diameter, characterized by their black cross under analyzed polarized light. Their brownish color attests to a thermal alteration (analyzed polarized light). D) Ovoid organo-phosphate aggregate with a convoluted and porous structure characteristic of ovicaprid coprolites (a). The curved voids correspond to pseudomorphoses of plants and the small white grains to quartz silts and fine sand ingested by the animals (unanalyzed polarized light). E) Heaps of melted phytoliths with layered organization. Locally rod-shaped phytoliths of about 100 µm long are observed (a) (unanalyzed polarized light) (photos I. Béguier).

lagunaires à une aire de parage d'ovicapridés régulièrement nettoyée par le feu.

3. ORIGINE DES MATIÈRES PREMIÈRES ET MISE EN ŒUVRE DE LA TERRE À BÂTIR

Les matières premières

L'analyse micromorphologique met en évidence plusieurs niveaux de sols en terre crue confectionnés à base de boue gypseuse et de résidus d'os et d'arêtes de poisson. Les études

réalisées sur la terre à bâtir montrent que d'une manière générale les populations néolithiques emploient des matériaux situés à proximité de leur habitat (Germain-Vallée *et al.*, 2011 ; Watez, 2003). L'arasement à RH-5 des formations naturelles, probablement par les néolithiques dont les premières traces d'installation reposent directement sur le substrat calcaire, ainsi que l'urbanisation du cap de Ra's al Hamra à partir de la fin des années 1970, ne permettent pas d'avoir connaissance du profil pédologique local. Cependant, les caractères micromorphologiques du matériel gypseux utilisé à RH-5, à savoir une concentration massive et continue de microcristaux lenticulaires de gypse ($\leq 20 \mu\text{m}$), informent

Éch.	Couche	UMS	Microfaciès	Épaisseur en cm	Identification			
RH11	20	20a	2 - b	0, 5	Surface d'occupation extérieure piétinée.			
		20b	1	0, 6	1, 1	Sol en terre assez grossier.		
		20c	2 - a	0, 5		Surface d'occupation sous couverture végétale (?).		
		20e	1 - b	1	0, 8	Sol en terre assez grossier brûlé.		
		20f	2 - a	0, 3		Surface d'occupation chauffée sous couverture végétale (?).		
		20h	1 - b	0, 6	1	Sol en terre assez grossier brûlé.		
		20i	2	0, 4		Surface d'occupation chauffée.		
		20k	1	1	2	Sol en terre assez grossier.		
		20l	2 - a	0, 7		Surface d'occupation sous couverture végétale (?).		
		18	18e	18a	1	0, 5	1, 5	Sol en terre assez grossier.
	18b			2 - a	0, 3	Surface d'occupation sous couverture végétale (?).		
	18c			1	0, 5	Sol en terre assez grossier.		
	18d			2	0, 3	Surface d'occupation.		
	18f		2	0, 5	Surface d'occupation.			
	18g		1 - a	0, 7	Sol en terre assez grossier contenant des fragments de terre à bâtir chauffés.			
	18h		2	0, 6	Surface d'occupation.			
	18i		1	0, 4	Sol en terre assez grossier.			
	18j	2	0, 5	Surface d'occupation.				
	18k	1 - a	1	Sol en terre assez grossier contenant des fragments de terre à bâtir chauffés.				
	18l	2	0, 3	Surface d'occupation.				
18m	1	0, 6	Sol en terre assez grossier.					

Tableau 2 : Séquence microstratigraphique de la lame mince RH-11.
 Table 2: *Microstratigraphic sequence of the RH-11 thin section.*

qu'il a été prélevé dans les horizons superficiels d'un gypsosol, c'est-à-dire dans l'horizon pétrogypsi (Ym) et/ou dans l'horizon gypsi de surface (Ys) (Baize *et al.*, 2009; Poch *et al.*, 2010). Les spécificités géologique, géomorphologique et climatique de ces horizons gypseux microcristallins permettent de postuler qu'ils devaient être présents sur ou à proximité du site, dans les dépôts alluviaux du lit de Wadi Aday, dans les formations lagunaires ou les mangroves. En effet, ces derniers, qui résultent de processus de dissolution et de redistribution du gypse, en relation avec l'activité racinaire et le cycle humectation/dessiccation en zones arides ou semi-arides, ont déjà été observés dans des formations superficielles de dépôts alluviaux, (Baize *et al.*, 2009; Poch *et al.*, 2010).

La proportion assez élevée (10 à 20 %) d'os et d'arêtes de poisson contenue dans le matériel gypseux utilisé pour

la confection de la terre à bâtir peut, soit refléter l'utilisation de la terre disponible dans la zone d'habitat riche en résidus d'animaux marins et lagunaires, soit correspondre à un dégraissant ajouté. Dans l'hypothèse d'un dégraissant ajouté, la présence conjointe d'esquilles osseuses chauffées et non chauffées indique un mélange de fragments collectés à différents endroits de la zone d'habitat (aire réservée au traitement de la faune aquatique, aire de combustion...). Les quelques microcharbons et morceaux de coquillages, qui évoquent quant à eux un apport accidentel, vont dans le sens d'un matériel gypseux prélevé dans les formations superficielles proches du site puis travaillé sur la zone d'habitat. L'utilisation d'autres matériaux pour la confection de terre à bâtir est indiquée par la présence dans une zone de rejets d'un fragment façonné à base de boue carbonatée, de résidus osseux et peut-être de matières végétales.

Échelle	Couche	UMS	Microfaciès	Épaisseur en cm	Identification
RH 2	13	13a	2 - b	0, 5	Surface d'occupation extérieure.
		13b	3	1, 5	Zone de rejets peu piétinée.
		13c	2	1	Surface d'occupation riche en résidus chauffés.
	11	11a	3	2, 5	Zone de rejets peu piétinée.
	10	10a	4	0, 5	Surface d'occupation « spécialisée » chauffée.
	9	9a	5	1, 5	Surface d'occupation « spécialisée » carbonisée.
	8	8a	6	0, 3	Surface d'occupation « spécialisée » incinérée.
		8b	7	1, 1	Aire de parcage d'ovicapridés incinérée.
	7	7a	3	0, 6	Zone de rejets peu piétinée.
		7b	1	2	Sol en terre assez finement travaillé.
	4	4a	2 - a	0, 6	Surface d'occupation sous couverture végétale (?).
		4b	3	1	Zone de rejets peu piétinée.

Tableau 3 : Séquence microstratigraphique de la lame mince RH-2.

Table 3: *Microstratigraphic sequence of the RH-2 thin section.*

Mise en œuvre de la terre à bâtir

À l'état sec, ce matériel gypseux présente une importante compacité et à l'état humide il devient friable (Herrero *et al.*, 2009). Ces caractéristiques structurales peuvent expliquer, dans l'hypothèse de l'utilisation d'un dégraissant, l'ajout de fragments d'os et d'arêtes de poisson qui apporte au matériau parental une meilleure cohésion et améliore sa résistance face aux contraintes mécaniques (séchage, piétinements, écarts de températures) (Echallier, 1984; Houben et Guillaud, 1989). À deux reprises, des fragments de terre à bâtir brûlés ont également été observés. Ils peuvent résulter d'un apport accidentel ou d'un ajout volontaire. Dans ce dernier cas, ce procédé rappelle celui de la chamotte qui consiste à broyer de la terre cuite et à introduire les morceaux obtenus dans la pâte à céramique pour faciliter le modelage et diminuer les effets de retrait (Echallier, 1984; Quinn, 2013). Les sols étudiés présentent quasiment tous le même mode de préparation : une fois la terre gypseuse et les résidus fauniques grossièrement malaxés à l'état humide, le mélange obtenu est déposé sur la surface d'application, puis est comprimé. Seul un sol, de facture plus fine, témoigne d'un travail plus poussé de la terre à bâtir.

4. LE FONCTIONNEMENT DE L'ESPACE

L'occupation domestique

L'analyse micromorphologique confirme que les couches étudiées correspondent à des dépôts d'occupation en lien avec des activités domestiques. Elle met en évidence des zones intérieures et d'autres extérieures. Les espaces intérieurs sont aménagés avec soin et régulièrement entretenus, comme en témoigne la succession de sols construits, dont certains ont pu être recouverts d'une natte. Les résidus d'occupation qui jonchent ces sols suggèrent des activités culinaires (os, arêtes de poisson, coquillages chauffés ou non) et de combustions (charbons, cendres). Les espaces extérieurs correspondent à des zones de rejets ou à des niveaux de circulation riches en résidus d'occupation. Une aire d'activité, peut-être abritée, dévolue au traitement des animaux marins et lagunaires, a également été identifiée.

L'aire de parcage d'ovicapridés

La mise en évidence d'une aire de parcage d'ovicapridés dans la zone d'habitat corrobore les données archéozoologiques puisqu'elle témoigne, au-delà de la diversité du régime alimentaire des habitants, de l'importance accordée

à l'élevage de moutons et/ ou de chèvres à RH-5. En effet, les études de Uerpmann et Uerpmann (2003) réalisées sur les restes fauniques de mammifères terrestres et marins prélevés dans la partie septentrionale du site, dans des niveaux d'occupation datés de la fin du V^e jusqu'au milieu du IV^e millénaire BCE⁴ (Uerpmann et Uerpmann, 2003) et dans des tombes datées du milieu du IV^e millénaire BCE (Salvatori, 1986), mettent en évidence l'importance des espèces domestiquées pendant toute la durée de l'occupation, et plus particulièrement celles des chèvres et des moutons représentant 42 % du NISP⁵ (Uerpmann, 2003). La chèvre apparaît cependant de manière prépondérante dans les espèces domestiquées à RH-5, certainement en raison de sa meilleure adaptation aux conditions arides et aux climats chauds que les moutons (Uerpmann et Uerpmann, 2003). Les auteurs observent que la courbe d'abattage des moutons et des chèvres de RH-5 ne montre pas de différences évidentes avec celle observée sur les sites permanents des périodes préhistoriques plus récentes ou historiques, pratiquant une stratégie mixte d'élevage, où le surplus de jeunes animaux est abattu sur place. Cette observation ne signifie pas nécessairement que tous les caprins étaient présents sur le site pendant toute l'année, mais indique qu'au moins une partie des habitants y est restée et a consommé la viande de ces animaux pendant la majeure partie de l'année. Quelques ossements d'animaux très jeunes (2-6 mois) sont la preuve de la présence d'au moins quelques personnes et animaux en été et en automne, en supposant que l'agnelage ait eu lieu à la fin de l'hiver ou au début du printemps. En outre, il semble probable que les chèvres n'ont pas seulement apporté de la viande au régime alimentaire des habitants mais aussi du lait (Uerpmann et Uerpmann, 2003). Les caractères micromorphologiques de cette aire réservée au petit bétail ainsi que sa juxtaposition abrupte avec les dépôts archéologiques adjacents suggèrent un lieu enclos, peut-être par une clôture en bois, aucune structure en pierre n'étant apparue lors de la fouille. Les causes de la combustion de cette aire de parage peuvent être multiples. Elle peut avoir été effectuée intentionnellement pour réduire la masse excrémentielle ou éradiquer les infestations de parasites (Western et Dunne, 1979) ou encore résulter d'une combustion lente spontanée (Brochier *et al.*, 1992; Shahack-Gross, 2011). Par contre, le recouvrement assez rapide de ce dépôt coprogénique,

d'abord par des rejets anthropiques puis par un sol en terre assez finement travaillé, informe que son incinération n'est pas liée à une désaffectation temporaire ou saisonnière du site mais à un probable changement de fonction du lieu, lié à une réorganisation spatiale de l'habitat.

5. ESSAI DE RESTITUTION DE LA DYNAMIQUE D'OCCUPATION DE LA SÉQUENCE STRATIGRAPHIQUE DE RÉFÉRENCE

Partant du postulat que l'identification micromorphologique des cinq dépôts sédimentaires étudiés s'applique aux dépôts présentant des caractéristiques macroscopiques identiques, une restitution de la dynamique d'occupation de la séquence de référence est proposée. Dans la partie inférieure de la séquence (fig. 3), les dépôts sédimentaires étudiés sont peu représentés : seule une fine couche assimilable à une aire d'activité réservée au traitement d'animaux marins et lagunaires est observée (couche 54).

Leur présence répétée, dans la partie médiane de la séquence, permet de rendre compte de manière synthétique l'évolution de cet espace au cours de l'occupation néolithique. Ainsi, un premier niveau de sol(s) en terre, pouvant matérialiser un espace abrité, est aménagé sur une zone de rejets et sur des résidus d'occupation brûlés (couches 50 à 52). Par la suite, cet espace sert alternativement de zone de rejets et de surfaces d'activités spécialisées dans le traitement des animaux aquatiques (couches 49 à 46), avant d'être en partie transformé en aire de parage d'ovicapridés, peut-être clôturée et/ou abritée (couches 42, 44, 45). Cette même organisation de l'espace se répète à nouveau à trois reprises dans cette partie de la séquence (couches 40, 38, 28, 23/32, 29, 24/21, 22, 26, 27, 36, 37). Il est intéressant de noter qu'une des aires de parage montre après sa combustion des traces de recoupement, significatifs d'un nettoyage/curage (couches 36 à 38). D'autre part, l'installation quasi-systématique de ces enclos à petit bétail sur une surface riche en résidus d'animaux marins et lagunaires pose la question de l'acte intentionnel, dont les raisons restent à définir (apports nutritifs, stabilité du sol?). L'analyse micromorphologique de la partie supérieure de la séquence permet une restitution détaillée de l'évolution de cet espace à la fin de l'occupation néolithique, datée de la seconde moitié du IV^e millénaire BCE (tableaux 2 et 3). À hauteur de l'échantillon RH-11, l'espace qui se développe sur une aire de parage d'ovicapridés (couche 21) correspond à une surface d'occupation extérieure régulièrement fréquentée (base de la couche 20). Un changement de fonction est matérialisé par l'aménagement successif de

4. Des prélèvements fauniques ont été effectués au nord et au sud de la tranchée Biagi 82 (Uerpmann et Uerpmann, 2003; Biagi et Nisbet, 1989) et dans des tombes situées au sud-est de la tranchée TT 84 (Salvatori 1996).

5. Les 8 650 fragments d'os analysés comprenaient 128 os identifiés de mouton, 177 os identifiés de chèvre et 2 653 os pouvant être assimilés à la chèvre ou au mouton (Uerpmann et Uerpmann, 2003; Uerpmann, 2003).

dix niveaux de sols en terre, sur lesquels se développent des surfaces d'occupation inégalement restructurées par les piétinements (couches 20 et 18). Ces sols en terre évoquent un espace intérieur soigné et régulièrement entretenu. Des variations latérales sont matérialisées par la présence, dans le prolongement des six premiers niveaux de sols en terre, de surfaces d'occupation extérieures plus ou moins fréquentées ou de zones de rejets peu piétinées. À hauteur de l'échantillon RH-2, l'espace correspond d'abord à une surface d'occupation extérieure régulièrement fréquentée (base de la couche 13), puis alternativement à des zones de rejets légèrement piétinées et à des surfaces d'occupation (couches 13 et 11), dont l'une, probablement réservée au traitement des animaux marins et lagunaires, semble avoir bénéficié d'un toit protecteur (couches 10, 9 et base de la couche 8). Cet espace évolue ensuite en une aire de parage d'ovicapridés, dont les excréments ont été brûlés (couche 8). Sur le tas de cendres résiduelles se développe assez rapidement un fin niveau de rejets, sur lequel est par la suite installé un sol en terre assez finement travaillé, peut-être revêtu d'une natte (couches 7 et 4). Cet aménagement suggère un espace intérieur qui montre des indices de fréquentation régulière. Enfin, la séquence étudiée se clôt par la mise en place d'une zone de rejets faiblement piétinée. Les traits taphonomiques qui impactent les dépôts archéologiques résultent en premier lieu de facteurs anthropiques et éoliens à l'origine de phases de tronçature. L'activité biologique (fouissage d'insectes) et la cristallisation secondaire du gypse participent également à la dégradation de ces dépôts. Les nodules et encroûtements blanchâtres qui ponctuent régulièrement la séquence d'occupation correspondent à des formations gypseuses. Elles sont particulièrement bien développées à hauteur des dépôts sédimentaires lités qui coïncident aux sols aménagés à base de matériel gypseux. Aux échelles microscopiques, les cristaux lenticulaires de gypse ($\leq 125 \mu\text{m}$) qui s'accumulent dans les vides d'entassement et dans les chenaux résultent de processus pédologiques (Poch *et al.*, 2010; Stoop et Poch, 1994) (fig. 14). Leur formation témoigne d'un climat sec ou semi-aride soumis à des variations d'humidité, probablement saisonnières.

6. DISCUSSION

Les analyses menées sur les amas coquilliers néolithiques de la côte omanaise montrent que l'économie de subsistance de ces communautés côtières repose sur une exploitation intense des ressources marines et de la mangrove (Biagi *et al.*, 1984; Durante et Tosi 1977; Marcucci *et al.*, 2011; Martin, 2005; Tosi, 1986; Tosi et Usai, 2003; Uerpmann,

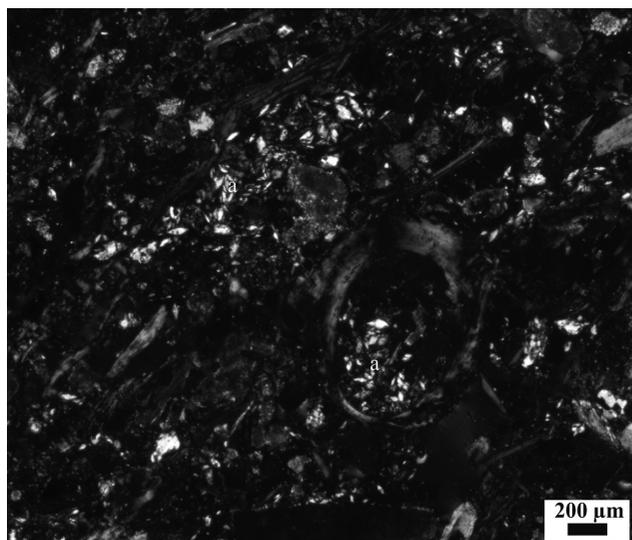


Figure 14 : (Voir planche couleur VIII) Photographie sous le microscope de cristaux de gypse lenticulaires. Cristaux de gypse lenticulaires (a) développés dans les vides après la mise en place des dépôts archéologiques. Leur formation, d'origine pédologique, témoigne d'une alternance de cycles d'humectation/dessiccation en zones arides ou semi-arides (RH-2, couche 10, UMS 10a, LPA, photo I. Béguier).

Figure 14: (See colour plate VIII) Photograph under the microscope of lenticular gypsum crystals. Lenticular gypsum crystals (a) developed in the voids after the establishment of archaeological deposits. Their formation, resulting from pedogenetic processes, testifies to the alternation of wet/dry cycles in arid or semi-arid area. (RH-2, layer 10, UMS 10a, analyzed polarized light, photo I. Béguier).

1989; Uerpmann, 2003). La cueillette complète le régime alimentaire de ces groupes alors que la chasse ne semble pas jouer un rôle majeur (Biagi et Nisbet, 1999; 2006; Uerpmann, 1989). L'élevage de moutons et de chèvres, qui est pratiqué depuis 5 500 BCE au Émirats arabes unis et en Oman (Uerpmann, 2003; Uerpmann et Uerpmann, 2003), apparaît chez ces groupes de pêcheurs-cueilleurs comme une activité secondaire. Cependant à RH-5 cette pratique est attestée pendant toute l'occupation néolithique, à la fois par les données archéozoologiques (Uerpmann et Uerpmann, 2003; Uerpmann, 2003; Biagi et Nisbet, 1989) et par cette étude micromorphologique qui démontre la présence d'un enclos d'ovicapridés dans la zone d'habitat. Dans la recherche actuelle, la question de la mobilité de ces groupes est posée (Biagi et Nisbet, 2006), d'autant qu'en Arabie orientale, contrairement au Proche-Orient, la pratique de l'agriculture au Néolithique n'a pas été mise en évidence (Cleuziou 2005) et que l'agriculture oasisienne n'est pas attestée dans cette région avant 3 000 BCE (Tengberg, 2012). Le peu de sites néolithiques découverts à l'intérieur des terres

entre le VI^e et le IV^e millénaire BCE (Biagi et Nisbet, 2006) et l'aridification progressive du climat, constatée à partir de 4 000 BCE et qui prévaut encore aujourd'hui (Fleitmann *et al.*, 2007; Lézine *et al.*, 2002; Sanlaville, 1992), plaident en faveur d'une tendance à la sédentarisation de ces peuples côtiers, qui bénéficient des ressources de la mangrove et d'eau à l'embouchure des wadis proches des plaines côtières. Les données archéologiques obtenues sur plusieurs amas coquilliers du V^e millénaire BCE de la côte omanaise (structures d'habitat et d'activité, assemblages de mobilier, production matérielle) vont également dans le sens d'une occupation des sites pendant une bonne partie de l'année, au moins pendant les périodes automnales et hivernales (Uerpmann et Uerpmann, 2003; Biagi et Nisbet, 2006; Marcucci, 2015). À RH-5, cette problématique de la mobilité de la population néolithique divise les auteurs. Certains d'entre eux mettent en avant une fréquentation saisonnière du site, argumentée, entre autres, par des données anthropologiques (orientation préférentielle des morts, évaluation de la taille de la population) (Coppa *et al.*, 1985; Salvatori, 2007) et une exploitation saisonnière des ressources naturelles des sites préhistoriques côtiers (Tosi, 1986; Cavulli et Scaruffi, 2013). D'autres auteurs émettent la possibilité à RH-5 d'une occupation sédentaire ou semi-sédentaire. En effet, les analyses géochimiques, qui témoignent de la prépondérance du signal marin dans l'alimentation du groupe (Zazzo *et al.*, 2014) ou encore les analyses anthropométriques, qui suggèrent un isolement génétique et une augmentation de la densité de la population (Macchiarelli, 1989; Munoz, 2014) vont dans le sens d'une occupation quasi-permanente. Les restes fauniques de jeunes animaux domestiques amènent également Uerpmann (2003) à considérer que le groupe, ou au moins une partie, vivait sur le site la majeure partie de l'année. D'un point de vue stratigraphique, la bonne conservation de l'information sédimentaire plaide également en faveur d'un habitat sédentaire. À hauteur des niveaux d'occupation étudiés aux échelles microscopiques, aucune phase d'abandon, signifiée par un important remaniement des dépôts par l'activité biologique ou une sédimentation naturelle conséquente, n'est apparue. Les résultats micromorphologiques rendent compte d'une fréquentation régulière du site, rythmée à l'intérieur par des réaménagements successifs du sol de la maison, par l'installation d'un enclos pour le petit bétail et à l'extérieur par des surfaces de circulation riches en résidus d'activités. Cependant, la présence de deux sols en terre brûlés pose la question du feu accidentel ou de l'incendie volontaire lié à une réorganisation de l'habitat ou à une désaffectation temporaire du site. Le nombre restreint de lames minces examinées invite évidemment à la prudence et seule une étude de l'ensemble des échantillons

prélevés dans les différents secteurs du site aidera à préciser le rythme de l'occupation.

7. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude contribue à une meilleure connaissance des modalités d'occupation de l'amas coquillier néolithique de RH-5, puisqu'elle révèle la présence dans la zone d'habitat d'espaces intérieurs aménagés avec soin, d'espaces extérieurs régulièrement fréquentés, de zones de rejets et d'un enclos d'ovicapridés. Cette approche micromorphologique inédite sur des amas coquilliers préhistoriques du golfe Persique et d'Oman offre des perspectives intéressantes pour la compréhension des modes de vie des communautés côtières néolithiques. La richesse des résultats obtenus sur un corpus restreint invite à la fois à traiter l'ensemble des échantillons prélevés à RH-5, et à appliquer cette discipline sur d'autres amas coquilliers. L'analyse de logs ponctuels réalisés en plusieurs points d'un même amas coquillier permettra de vérifier si les faciès fonctionnels se répètent et si d'autres faciès peuvent être rencontrés. Seule cette méthode d'approche permettra de démontrer les apports indiscutables de la micromorphologie dans ce type de contexte sédimentaire très anthropogène. La confrontation des données micromorphologiques de RH-5 avec celles provenant d'amas coquilliers voisins de la même période ou plus anciens, tel que celui de RH-6 localisé le long de la limite orientale de la mangrove actuelle de Qurum (Zazzo *et al.*, 2016), permettra d'apporter des informations complémentaires sur l'organisation de l'habitat et les rythmes d'occupation.

Remerciements

Je remercie le laboratoire de micromorphologie de l'unité Sol de l'UFR DMOS (AgroParisTech, Centre de Thiverval-Grignon) pour la fabrication des lames minces et le Service d'archéologie du Conseil départemental du Calvados pour la mise à disposition du microscope polarisant. Je remercie particulièrement le ministère du Patrimoine et de la Culture du Sultanat d'Oman, à titre posthume M. Tosi, directeur de la Mission archéologique italienne en Oman lors des fouilles à RH-5 et L. G. Marcucci, responsable d'opération du site de RH-5 de 2008 à 2010, de m'avoir permis de participer à la mission de fouille de RH-5 en 2009 et 2010. Je remercie également les rapporteurs de cet article pour leurs remarques très constructives.

Bibliographie

- Adams A. E., MacKenzie W. S., Guilford C., 1994. *Atlas des roches sédimentaires*, Paris, Masson.
- Baize D., Girard M. C., Jabiol B., Rossignol J. P., Eimberck M., Beaudou A., 2009. *Référentiel pédologique 2008*, Afes, 3^e éd., Quae, Versailles.
- Balbo A. L., Madella M., Vila A., Estévez J., 2010. Micromorphological perspectives on the stratigraphical excavation of shell-middens: a first approximation from ethnohistorical site Tunel VII, Tierra del Fuego (Argentina), *Journal of Archaeological Science*, 37 (6): 1252-1259.
- Beeching A., Moulin B., 1983. Sédiments anthropiques et coprolithes animaux: modestes contributions à de grands problèmes?, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 80 (3) : 72-74.
- Berger J.-F., Charpentier V., Crassard R., Martin C., Davtian G., López-Sáez J. A., 2013. The dynamics of mangrove ecosystems, changes in sea levels and the strategies of Neolithic settlements along the coast of Oman (6000-3000 cal. BC), *Journal of Archaeological Science*, 40 (7): 3087-3104.
- Biagi P., 1987. The prehistoric fishermen settlements of RH5 and RH6 at Qurum, Muscat, Sultanate of Oman. *Proceedings of the Seminar for Arabian Studies*, 17: 15-19.
- Biagi P., 1994. A radiocarbon chronology for the aceramic shell-middens of coastal Oman, *Arabian Archaeology and Epigraphy*, 5 (1): 17-31.
- Biagi P., 2008. The shell-middens of the Arabian sea and gulf: maritime connections in the seventh millennium BP?, In A. R. Al-Ansary, K. I. Al-Muaikel, A. M. Alsharek (dir.). *The City in the Arab World in Light of Archaeological Discoveries: Evolution and Development, vol. 1, Al-Jouf, 5-7 December 2005, Riyadh, Al-Anshari Foundation*, 7-16.
- Biagi P., Nisbet R., 1989. Some aspects of the 1983 – 1985 excavations at the aceramic coastal settlement of RH5 at Qurum (Muscat, Sultanate of Oman). In P. M. Costa, M. Tosi (dir.). *Oman Studies, Paper on the archaeology and history of Oman*, Serie Orientale Romana, LXIII, Roma, IsMEO, 31-46.
- Biagi P., Nisbet R., 2006. The prehistoric fisher-gatherers of the western coast of the Arabian Sea: a case of seasonal sedentarization? *World Archaeology*, 38 (2): 220-238.
- Biagi P., Salvatori S., 1986. Gli scavi nell'insediamento preistorico e nella necropoli di Ra's al-Hamra 5 (Sultanato dell'Oman), *Rivista di Archeologia*, X: 5-14.
- Brochier J. E., Villa P., Giacomarra M., 1992. Sheperds and sediments: geo-ethnoarchaeology of pastoral sites, *Journal of Anthropological Archaeology*, 11: 44-102.
- Brochier J. E., 2002. Les sédiments anthropiques – Méthodes d'étude et perspectives. In J. C. Miskovsky (dir.). *Géologie de la Préhistoire: méthodes, techniques et applications*, Paris, GEOPRE, Presses Universitaires de Perpignan, 453-477.
- Bullock P., Fedoroff N., Jongerius A., Stoops G.-J., Tursina T., Babel U., 1985. *Handbook for Soil thin section description*. Wolverhampton, Waine Research Publications.
- Cammas C., 2003. L'architecture en terre crue à l'Âge du Fer et à l'époque romaine : apport de la discrimination micromorphologique des modes de mise en œuvre. In H. Guillaud, C. A. Chazelles, A. Klein (dir.). *Echanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, 1, Table Ronde de Montpellier*. Montpellier, Editions de l'Espérou, 33-53.
- Cammas C. 1999. Dynamique pédo-sédimentaire urbaine: modes de construction et d'occupation à Lattes au IV^e s. av. n. è. In M. Py (dir.). *Recherche sur le IV^e siècle avant notre ère à Lattes, Lattara 12*, Lattes, ARALO, 211-228.
- Cammas C. 1994. Approche micromorphologique de la stratigraphie de Lattes: premiers résultats. In D. Garcia (dir.). *Exploration de la ville portuaire de Lattes, Les îlots 2, 4-sud, 5, 7-est, 7-ouest, 8, 9 et 16 du quartier Saint-Sauveur, Lattara 7*, Lattes, ARALO, 181-202.
- Canti M. G., 1998. The micromorphological identification of faecal spherulites from archaeological and modern materials, *Journal of Archaeological Science*, 25(5): 435-444.
- Cavulli F., Scaruffi S., 2013. Thoughts on nomadism in Middle Holocene Oman. *Arabian Archaeology Epigraphy*, 24 (1): 15-27.
- Cleuziou S., 2005. Pourquoi si tard? Nous avons pris un autre chemin. In J. Guilaine (dir.). *Au marges des grands foyers du Néolithique. Périphéries débitrices ou créatrices?*, Paris, Errance, 123-148.
- Coppa A., Macchiarelli R., Salvatori S., Santini G., 1985. The prehistoric graveyard of Ra's al-Hamra 5 (RH5): a short preliminary report on the 1981 – 1983 excavations. *The Journal of Oman Studies*, 8 (1) : 97-102.
- Courty M. A., 1984. Formation et évolution des accumulations cendreuses. Approche micromorphologique. In J.-P. Dugas (dir.). *Influences méridionales dans l'est et le Centre-est de la France au Néolithique : le rôle du Massif-Central*. Actes du colloque interrégional sur le Néolithique, Le Puy-en-Velay, 3-4 octobre 1981, Clermont-Ferrand, C.R.E.P.A., Cahier 1, 341-353.
- Courty M.-A., Goldberg P., Macphail R. I., 1989. *Soils and Micromorphology in Archaeology*, Cambridge Manuals in Archaeology, Cambridge, Cambridge University Press, 163-171.
- Courty M. A., Macphail R. I., Watez J., 1991. Soil micromorphological indicators of pastoralism, with special reference to Arene Candide, Finale Ligure, Italy, *Rivista di Studi Liguri*, 57 (1-4): 127-150.

- Courty M. A., Goldberg P., Macphail R. I., 1994. Ancient people – Lifestyles and cultural patterns. In L. Wilding, K. Olesshko (dir.). *Micromorphological indicators of anthropogenic effects on soils*, Proceeding of the Symposium of Subcommission B, 15th International Conference of Soil Science, Acapulco, Mexico, vol 6a, 250-269.
- Courty M. A., Fedoroff N., 2002. Micromorphologie des sédiments archéologiques. In J. C. Miskovsky (dir.). *Géologie de la Préhistoire: méthodes, techniques et applications*, Paris, GEOPRE, Presses Universitaires de Perpignan, 277-316.
- Durante S., Tosi M., 1977. The Aceramic Shell Middens of Ra's al-Hamra: a Preliminary Note, *The Journal of Oman Studies*, 3 (2): 137-172.
- Echallier J.-C., 1984. Eléments de technologie céramique et d'analyse des terres cuites archéologiques, *Documents d'archéologie méridionale, Méthodes et Techniques*, 3, Ministère de la Culture (sous- direction de l'Archéologie), 39 p.
- Fedoroff N., Courty M. A., 1994. Organisation du sol aux échelles microscopiques. In P. Duchaufour, B. Souchier (dir.). *Pédologie 2. Constituants et propriétés du sol*, 2^e éd. rev. et augm. Paris, Masson, 349-375.
- Fedoroff N., Courty M. A., 2002. Paléosols et sols reliques. In J.-C. Miskovsky (dir.). *Géologie de la Préhistoire : méthodes, techniques et applications*, Paris, GEOPRE, Presses Universitaires de Perpignan, 277-316.
- Fleitmann D., Burns S. J., Mangini A., Mudelsee M., Kramers J., Villa I., Neff U., Al-Subbary A. A., Buettner A., Hippler D., Matter A., 2007. Holocene ITCZ and Indian monsoon dynamics recorded in stalagmites from Oman and Yemen (Socotra), *Quaternary Science Review*, 26: 170–188.
- Gé T., Courty M. A., Matthews W., Watzel J., 1993. Sedimentary formation processes of living floor. In P. Godberg, D. T. Nash, M. D. Petraglia, (dir.). *Formation Processes in Archaeological Context*, Prehistory Press, Monographs in World Archaeology, 17: 149-163.
- Germain-Vallée C., Prévost-Dermarkar S., Lespez L., 2011. Stratégie de prélèvement et de mise en œuvre de la « terre à bâtir » des structures de combustion néolithiques du site de Dikili Tash (Grèce) à partir d'une étude micromorphologique. *ArcheoSciences*, 35, 41-63.
- Goldberg P., Byrd B. F., 1999. The interpretive potential of micromorphological analysis at prehistoric shell middens sites on Camp Pendleton, *Pacific Coast Archaeological Society Quarterly*, 35 (4), 1-23.
- Guélat M., Paccolat O., Rentzel P., 1998. Une étable gallo-romaine à Brigues-Glis VS, Waldmatte: évidences archéologiques et micromorphologiques, *Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire et d'Archéologie*, 81, 171-182.
- Guilloré P., 1980. *Méthode de fabrication mécanique et en série des lames minces*. Paris, Institut national agronomique, département des sols.
- Herrero J., Artieda O., Hudnall J., 2009. Gypsum, a tricky material, *Soil Science Society of America Journal*, 73 (6): 1757-1763.
- Houben H., Guillaud H., 1989. *Traité de construction en terre. L'encyclopédie de la construction en terre*, Marseille, éditions Parenthèses.
- Joly D., March J. R., 2003. Étude des ossements brûlés: essai de corrélation de méthode pour la détermination des températures. In M. C. Frère-Sautot avec la collaboration de C. Bontemps, J. Chastel, G. Vicherd, A. Villes (dir.). *Le feu domestique et ses structures au Néolithique et aux Âge des métaux*. Actes du colloque international de Bourg-en-Bresse et Beaune, 7-8 octobre 2000, Collection Préhistoriques 9, Montagnac, Éditions Monique Mergoïl, 299-310.
- Lebon M., Costamagno S., Théry I., 2015. Approches expérimentales appliquées à l'étude des processus de combustion des matériaux osseux. In M. Belasse, J. P. Brugal, Y. Dauphin, E. M. Geigl, M. Oberlin, I. Reiche (dir.). *Messages d'os et Archéométrie du squelette animal et humain*, Collection Sciences et Archéologiques, Paris, Éditions des Archives Contemporaines, 143-161.
- Lézine A. M., Saliège J. F., Mathieu R., Tagliatela T. L., Méry S., Charpentier V., Cleuziou S., 2002. Mangroves of Oman during the late Holocene: climatic implications and impact on human settlements, *Vegetation History and Archaeobotany*, 11 (3): 221-232.
- Macchiarelli R., 1989. Prehistoric "Fish-Eaters" Along the Eastern Arabian Coasts: Dental Variation, Morphology and Oral Health in the Ra's al-Hamra Community (Qurum, Sultanate of Oman, 5th-4th Millenia BC), *American Journal of Physical Anthropology*, 78 (4): 575-594.
- Marcucci L. G., 2015. *I siti preistorici di RH-5 e RH-6 a Ra's al-Hamra (Muscat, Sultanato d'Oman): analisi comparativa della stratigrafia, delle strutture di abitato e della cultura materiale. Continuità e sviluppo di due villaggi di pescatori-raccoglitori*. Thèse de Doctorat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne et Università degli Studi di Bologna.
- Marcucci L. G., Genchi F., Badel E., Tosi M., 2011. Recent investigations at the prehistoric site RH-5 (Ra's al-Hamra, Muscat, Sultanate of Oman), *Proceedings of the Seminar for Arabian Studies*, 41: 201-222.
- Martin C., 2005. The shell material from Suwayh 1 (Oman, Neolithic). In O. Bar-Yosef (dir.). *Archaeomalacology: Molluscs in Former Environments of Human Behaviour, Proceedings of the 9th ICAZ Conference, Durham 2002*, Oxford, Oxbow Books, 166-177.

- Matthews W., 1992. Micromorphological characterisation and interpretation of occupation deposits and microstratigraphic sequences at Abu Salabikh, Southern Irak. In A. J. Barnham, R. I. McPhail (dir.), *Archaeological Sediments and Soils. Analysis, interpretation and management*, Institute of archaeological, London, Archetype Press, 41-74.
- Munoz O., 2014. Pratiques funéraires et paramètres biologiques dans la péninsule d'Oman du Néolithique à la fin de l'Âge du Bronze ancien (V-IIIe mill. avant notre ère). Thèse de Doctorat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne/Università di Roma « La Sapienza ».
- Munoz O., 2017. Transition to agriculture in South-Eastern Arabia: Insights from oral conditions. *American Journal of Physical Anthropology*, 164 (4): 702-719.
- Poch R. M., Artieda O., Herrero J., Lebedeva-Verba M., 2010. Gypsic features. In G. Stoops, V. Marcelino, F. Mees (dir.). *Interpretation of micromorphological features of Soils and Regoliths*. Pays-Bas, Amsterdam, Édition Elsevier, 195-216.
- Quinn P. S., 2013. *Ceramic Petrography. The Interpretation of Archaeological Pottery & related artefacts in Thin Section*, Oxford, Archaeopress.
- Salvatori S., 1996. Death and Ritual in a Population of Coastal Food Foragers in Oman. In: Afanas'ev G., Cleuziou, S., Lukacs, J.R., and Tosi, M. (dir.). *The Prehistory of Asia and Oceania. XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences*, Forli, ABACO, 205-222.
- Salvatori S., 2007. The prehistoric graveyard of Ra's al-Hamra 5, Muscat, Sultanate of Oman, *The Journal of Oman Studies*, 14: 5-206.
- Sanlaville P., 1992. Changements climatiques dans la péninsule Arabique durant le Pléistocène supérieur et l'Holocène, *Paléorient*, 18 (1) : 5-26.
- Shahack-Gross R., 2011. Herbivorous livestock dung: formation, taphonomy, method for identification, and archaeological significance, *Journal of Archaeological Science*, 38 (2) : 205-218.
- Shahack-Gross R., Marshall F., Weiner S., 2003. Geoethnoarchaeology of pastoral site: the identification of livestock enclosures in abandoned Maasai settlements, *Journal of Archaeological Science*, 30 (4) : 439-459.
- Sordoillet D., 2009. *Géochronologie de sites préhistoriques : Le Gardon (Ain), Montou (Pyrénées-Orientales) et Saint-Alban (Isère)*, Paris, Édition de la Maison des sciences de l'homme, 188 p.
- Stoops G., Marcelino V., Mees. (dir.), 2010. *Interpretation of micromorphological features of Soils and Regoliths*. Pays-Bas, Amsterdam, Édition Elsevier.
- Stoops G., Poch R. M., 1994. Micromorphological classification of gypsiferous soil material. In A. J. Ringrose-Voase, G. S. Humphreys (dir.). *Soil Micromorphology: Studies in Management and Genesis. Developments in soil science*, 22, Elsevier, Amsterdam, 327-332.
- Stordeur D., Wattez J., 1998. À la recherche de nouvelles clés. Etude géoarchéologique de Qdeir 1, PPNB Final, Désert syrien, *Cahiers de l'Euphrate*, 8, 115-138.
- Tengberg M., 2012. Beginnings and early history of date palm garden cultivation in the Middle East, *Journal of Arid Environments*, 86, 139-167.
- Tosi M., 1986. The Emerging Picture of Prehistoric Arabia. *Annual Review of Anthropology*, 15, 461-490.
- Tosi M., Usai D., 2003. Preliminary report on the excavations at Wadi Shab, Area 1. *Arabian Archaeology and Epigraphy*, 14 (1): 8-23.
- Uerpmann H.-P., Uerpmann M., 2003. *Stone Age Sites and their Natural Environment. The Capital Area of Northern Oman, Part III*, TAVO Beihefte Zum Tübinger Atlas des Vorderen Orients Reihe A (Naturwissenschaften), Nr. 31/3, Wiesbaden, Dr. Ludwig Reichert Verlag.
- Uerpmann M., 2003. The dark millenium – Remarks on the Final Stone Age in the Emirates and Oman. In D. T. Potts, H. al-Nabooda, P. Hellyer (dir.). *Archaeology of the United Arab Emirates, Proceedings of the First International Conference on the Archaeology of the U.A.E. held in 2001*, London, Trident Press, 74-81.
- Usai D., 2005. Chisels or perforators? The lithic industry of Ra's al-Hamra 5 (Muscat, Oman), *Proceedings of the Seminar for Arabian Studies*, 35 : 1-9.
- Villagran X. S., 2014. A redefinition of waste: Deconstructing shell and fish mound formation among coastal groups of southern Brazil, *Journal of Anthropological Archaeology*, 36 : 211-227.
- Wattez J., 2003. Caractérisation micromorphologique des matériaux façonnés en terre crue dans les habitats néolithiques du Sud de la France: l'exemple des sites de Jacques-Cœur (Montpellier, Hérault) du Jas del Biau (Millau, Aveyron) et de la Capoulière (Mauguio, Hérault). In H. Guillaud, C. A. Chazelles, A. Klein (dir.). *Echanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, 1, Table Ronde de Montpellier*. Montpellier, Éditions de l'Espérou, 21-31.
- Wattez J., Courty M.-A., 1996. Modes et rythmes d'occupation à Tell Halula. Approche géoarchéologique (premiers résultats), dans Molist Montana M., *Tell Halula (Siria), un yacimiento neolitico del valle medio del Eufrates. Campanas de 1991 y 1992*, Madrid, Ministerio de Education y Cultura, 53-57.
- Wattez J., Courty M. A., Macphail R. I., 1990. Burnt organo-mineral deposits related to animal and human activities in prehistoric caves. In L. A. Douglas (dir.). *Soil micromorphology: a basic and applied science. Developments in soil science*, 19, Elsevier, Amsterdam, 431-439.
- Western D., Dunne T., 1979. Environmental aspects of settlement site decisions among pastoral Maasai, *Human Ecology*, 7 (1): 75-98.

Zazzo A., Munoz O., Saliège J.-F., Moreau C. 2012. Variability in the marine radiocarbon reservoir effect in Muscat (Sultanate of Oman) during the 4th millennium BC: reflection of taphonomy or environment? *Journal of Archaeological Science*, 39 (7) : 2559-2567.

Zazzo A., Munoz O., Saliège J.-F., 2014. Diet and mobility in a Late Neolithic population of coastal Oman inferred from radiocarbon dating and stable isotope analysis. *American Journal of Physical Anthropology*, 153 (3): 353-364.

Zazzo A., Munoz O., Badel E., Béguier I., Genchi F., Marcucci L. G., 2016. A revised radiocarbon chronology of the Aceramic shell midden of Ra's al-Hamra 6 (Muscat, Sultanate of Oman): implication for occupational sequence, marine reservoir age, and Human mobility, *Radiocarbon*, 58 (2) : 383-395.