

Nature et origine des matériaux céramiques antiques : Cas des amphores maurétaniennes du site de Rirha (Sidi Slimane, Maroc)

Nature and origin of ancient ceramic materials: Case of the mauretanian amphorae of the Rirha site (Sidi Slimane, Morocco)

Charifa KHALKI¹, Rachida MAHJOUBI^{1*} & Saïd KAMEL²

1. UR. Géosciences de l'Environnement et du Patrimoine, Université Moulay Ismaïl, Faculté des Sciences, Meknès, Maroc.
*(mahjoubirachida@yahoo.fr).

2. Association MEDISTONE, Maroc.

Résumé. La présente étude sur les matériaux céramiques des amphores, de l'époque maurétanienne du site antique de Rirha (Sidi Slimane, Maroc), est basée sur des analyses pétrographiques et minéralogiques. Ces matériaux céramiques sont formés de trois composantes : la pâte (matrice argileuse < 2 µm), les dégraissants (particules de taille comprise entre 2 et 2000 µm), présents naturellement dans la pâte ou volontairement introduits dans l'argile utilisée et des pores plus ou moins importants. La plupart des tessons présentent une composition en dégraissants similaires entre eux et avec les matériaux locaux, ce qui permet d'envisager que la majorité de ces tessons est préparée au niveau du même site selon des techniques variées. L'argile des sédiments fluviaux locaux présente un cortège minéralogique riche en illite, en kaolinite, en plus, de la chlorite et des smectites en faible quantité. La température de cuisson des céramiques, dans la majorité des cas, est comprise entre 700 et 800°C et atteint rarement 900°C. Tandis que la durée de cuisson de la majorité des tessons est comprise entre 2 et 7 heures.

Mots-clés: Céramique, amphore, maurétanien, microfaciès, cuisson, Rirha, Sidi Slimane, Maroc.

Abstract. The current study of ceramics from the mauretanian period of the ancient site of Rirha (Sidi Slimane, Morocco) is based on both petrographical and mineralogical analysis. These ceramic materials consist of three components: the clay (particles < 2 µm), the degreasing agents (particles size ranges between 2 and 2000 µm); present in the first component or deliberately introduced into the used clay and pores of variables quantity. Most of the shards have similar degreasing composition between them and to the local materials, which suggests that the majority of these shards are prepared in the same site, with various techniques. Clay of local fluvial sediments presents a rich content of illite and kaolinite in addition to chlorite and smectites in small quantity. The ceramic firing temperature, in most cases, is between 700 and 800 °C and rarely reached 900 °C, while the firing duration of the majority of shards is between 2 and 7 hours.

Keywords: Ceramic, amphora, mauretanian, microfacies, firing, Rirha, Sidi Slimane, Morocco.

Abridged English version

Introduction

The ancient site of Rirha is located in the Rharb plain in Morocco, 8 km north of Sidi Slimane town. It occupies a zone surrounded by a meander of the right bank of the Beht river (oued Beht). This site has been occupied from Protohistory to Islamic Middle Ages (Callegarin *et al.* 2011). Archaeological excavations in the site (Mission Rirha partners of 2006, 2007 and 2009, survey 1), uncovered an extensive corpus of ceramic from the Mauritanian era. Based on the morphology and decoration of the shards, archaeologists have distinguished amphorae of Greco-italic and Punic type (Maña-Pascual A4, Maña C2a and C2B) and patterned or turned and sometimes painted tableware of modelled or turned dishware and sometimes painted.

To determine the typology and origin of the ceramics of these ancient sites, archaeologists generally rely on the description of the color, the form and the inscriptions on the ceramic. The study

of the composition of archaeological ceramic materials is often overlooked, even if this approach can explain several technical problems concerning the origin, the method of manufacturing and the baking of the dough (Le Bolloch 1989). The results can be valid only if the study covers a wide zone aiming not only the determination of the nature of ceramic materials, but also the research of the degreasers ceramic origin and determination of baking temperatures. Thus, in order to corroborate the study of archaeologists, this type of work on the ceramic materials of the Rirha amphorae is a part of the "Moroccan-French Archaeological Mission of Rirha" project begun in 2004 and it is based on petrographic and Mineralogical analysis; its objective is to apply a complementary scientific approach to the study of ceramics, to contribute to the development of a reference ceramological repertory based on the nature of the materials. In order to investigate the origin of ceramic materials, we analyzed sediments from the old and current terraces of Beht river (RhACE15.13 and RhArOB.13), the

geology of the formations near the site and baking's. Experimental modelling was prepared in the laboratory using fluvial sediments (RhACE15.13 and RhArOB.13).

They were then dried in an oven and then subjected to baking tests at different temperatures.

The purpose of these tests is to evaluate the firing thresholds and to determine, from the resulting heat products, the potential raw materials and the newly formed or transformed mineral phases with temperature and the change in color of the resultant dough.

Optical microscopy observations and X-ray allowed us to determine the nature texture and structure of the degreasers, the dough and its color,.

Nature and origin of materials

The ceramic material of the amphorae of the mauretian period of Rirha consists of three components: clay paste (fraction less than 2 μ m), degreasers naturally present in the first component or deliberately introduced into the used clay (fraction between 2 μ m and 2 mm) and a more or less important porosity.

The comparison between the different groups of mauretian amphora pastes in Rirha shows that:

- The pastes of the studied amphorae are less carbonated (carbonate content <10%), generally reddish to brownish in color. They are divided into three textural groups: the Am1 and Am2 groups which characterize the amphorae of type MPA4 and C2B and the group Am3, which characterizes the other amphorae of the corpus. This texture shows that the most common technique preparation of these clay pastes is the addition of coarse sands to the finer raw material. These additions are not sieved in the Am1 and Am3 groups and sieved in the Am2 group. This shows that these groups would have been made by different potters and / or in different workshops.

- The structure of these pastes is variable and depends essentially on the cooking temperature. Therefore, we distinguished doughs by :

- Its cottony structure, generally porous and rich in iron oxides.
- Its cottony structure and microgeodes internally covered with needles of calcite crystals formed after baking. The presence of calcite indicates that the firing was relatively strong at high temperature (> 850/900° C , Courtois *et al.* 1979).
- Its micaceous structure, rich in muscovite, which indicates a cooking temperature ranging between 700° C and 800° C.

The degreasers are made of a mixture of natural elements and new formed and/or transformed elements by heat. The natural degreasing agents are composed of:

- An ubiquitous fraction, common to the majority of amphorae and present in formations of the proximal and distal part of the basin and also in the Beht river fluvial terraces sediments. It consists of quartz, feldspars (plagioclases), pyroxene, fragments of quartzites, siliceous cement sandstones, siltites and sandstones;

- Fragments of magmatic rocks: diorite and / or gabbro belonging to the Palaeozoic formations of central eastern Morocco.

- Molasses fragments, calcareous sandstone, micro-conglomerates, bioclastic limestones and fine-grained limestone largely coming from the Jurassic and Miocene of pré-rifaines wrinkles. The presence of these degreasers in the ceramic materials of the studied amphorae proves their local production. Note that the majority of the carbonate elements underwent a strong thermal degradation.

- Grenats, absent in the basin sediment and only present in the AMA4 amphorae (Rh09.163) of the S / Groupe Am1A, testifying its importation into the site and strengthen the assumption of the archaeologists.

- Fragments of biotite schist, mylonitized quartzites, quartz schists, psammites, pelites with cremulation schistosity and graphite, which may result from the heat transformation of ceramics and watershed formations.

Referring to the results of the baking tests, the transformed and / or new-formed degreasers by heat are: muscovite flakes, iron oxides, pyroxenes (diopside), andalusite, chalcedony, quartz-schists, Sandstones and ferruginous cement siltstone, and part of the feldspar plagioclase and quartz.

Cooking temperature

The comparison between the mineralogical assemblages of the studied amphorae and those of the cooking tests of the fluvial sediments of Beht river shows that the firing temperature of the studied ceramics is higher than 700° C. This was revealed by the transformation of the clays into muscovite and the change in color of the carbonates (became black). The upper limit of the cooking temperature, indicated by mineralogical assemblages, changes from one amphora to another:

- Hematite assemblages indicate a temperature range between 850-950 ° C (Reto *et al.* 2006).

- Diopside combinations (ferric calcium silicate formed as a result of decomposition of calcite and clay minerals) and association with andalusite indicate a temperature range of 900-1000 ° C (Reto *et al.* 2006).

Conclusion

The comparison of the local stream materials and the formation of neighbour Pre-rifian ridges with the ceramic material of the mauretian amphorae of

Rirha allows us to discriminate three types of amphorae products:

- Product imported into the site, in particular the amphora Rh09.163 (MPA4), which contains local sediments without grenat.

- Local product using Beht fluvial materials added to coarse sands well classified and rich in molasses, microconglomerate and foraminiferous limestones originating from the watershed formations.

- An imitated product of the Punic and Graeco-Italic forms, classified by archaeologists in the C2b

and C2a and MPA4 mana amphorae, modeled with a misclassified material similar in composition to that of the local amphorae of the Rirha site.

In conclusion, we can say that the comparison of the results of the baking tests of fluvial clays with ceramic materials shows that during cooking, the mineralogical composition of the clay fraction is marked by the disappearance of the detrital clays and the appearance of the new-formed muscovite. The color and structure of the shards change also and the clay paste becomes more and more micaceous at temperatures between 700 and 800°C.

INTRODUCTION

Le site antique de Rirha se situe dans la plaine du Rharb, à 8 km au nord de la ville de Sidi Slimane. Il occupe la presque île d'un méandre de la rive droite de l'Oued Beht (Fig. 1A). Ce site a été occupé depuis la Protohistoire jusqu'au Moyen-âge Islamique (Callegarin *et al.* 2011).

Les fouilles archéologiques dans le site (Mission Rirha campagnes de 2006, 2007 et 2009, sondage ancien 1) ont mis au jour un corpus céramique varié de l'époque maurétanienne. En se basant sur la morphologie et la décoration des tessons, les archéologues ont distingué des amphores de type gréco-italique et punique (Maña-Pascual A4, Maña C2a et C2B) et de la vaisselle modelée ou tournée et parfois peinte.

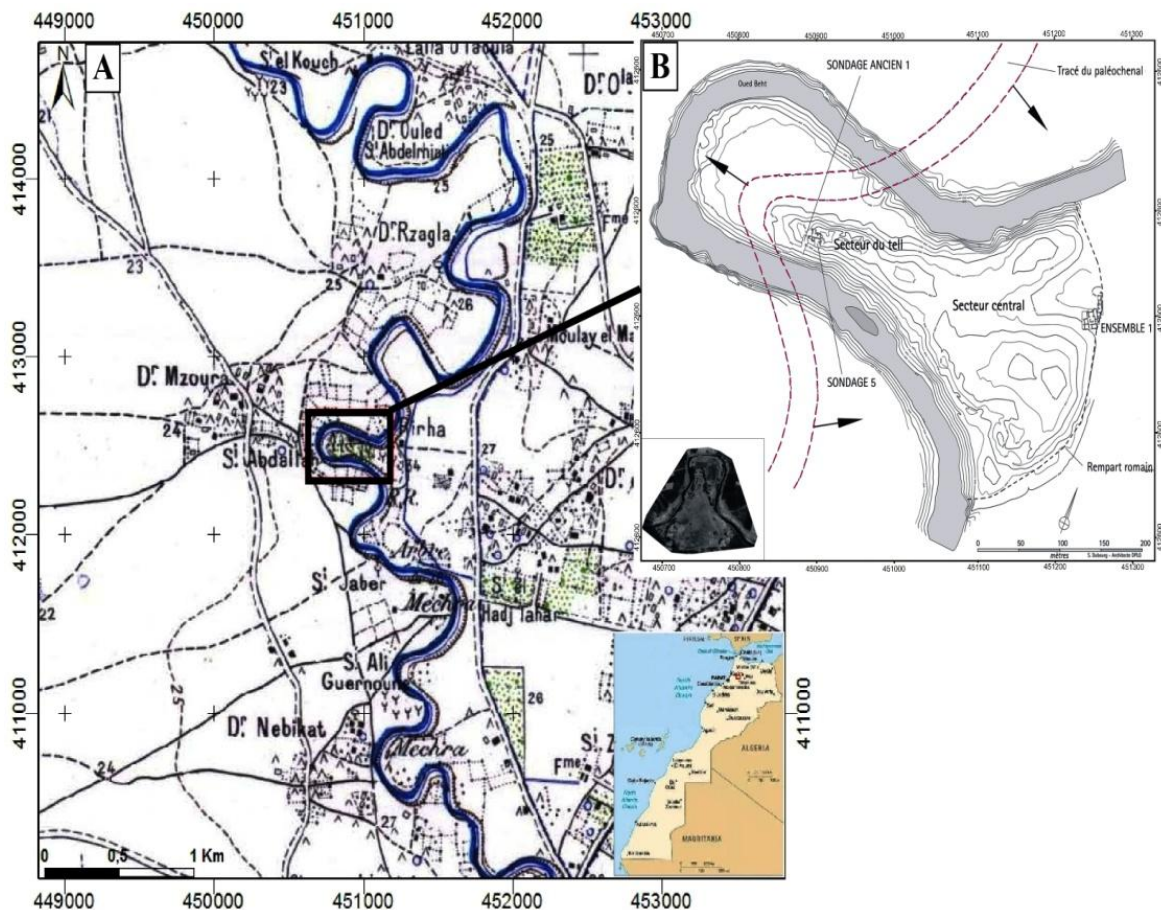


Figure 1. A, Localisation du site archéologique de Rirha sur un extrait de la carte topographique au 1/50000, feuille de Sidi Slimane; B, situation des zones de fouilles et des sondages (Coll Conesa *et al.* 2012).

Figure 1. A, Location of the Rirha archaeological site on an extracted piece of the topographical map at 1/50,000, sheet of Sidi Slimane; B, situation of excavation areas and polls (Coll Conesa *et al.* 2012).

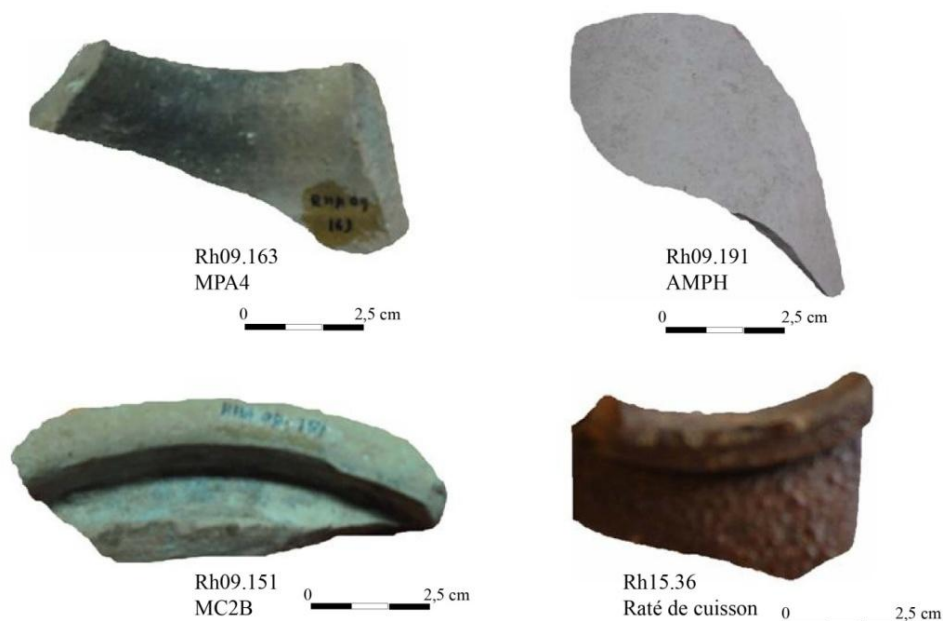


Figure 2. Exemples de fragments d'amphores et de raté de cuisson prélevés dans le site antique de Rirha (secteur du Tell, sondage ancien A1, Mission Rirha 2009 et 2015).

Figure 2. Examples of fragments of amphorae and misfires collected from the ancient Rirha site (Tell district, former A1 survey, Rirha mission 2009 and 2015).

Au Maghreb, les travaux récents sur les céramiques se sont focalisés sur : - la typologie (Atki 2001, Atki & Bahrouch 2004) : - la céramique cardiale d'Hassi Ouenzga (Rif oriental), Hattab I et II (Rif) et Cap Achakar (Maroc nord-atlantique) et (Hachi *et al.* 2002) : - les figurines du site ibéromaurusien d'Afalou Bou Rhummel (Algérie). Ainsi peu de chercheurs ont, jusqu'à présent, eu recours à la caractérisation de la céramique archéologique par l'analyse pétrographique et minéralogique entre autres Messili *et al.* (2008) et Maraoui Telmini *et al.* (2010).

Le présent travail sur les matériaux céramiques des amphores de Rirha s'intègre dans le cadre d'une étude plus large sur les matériaux céramiques et de constructions des sites antiques marocains. Il fait partie du projet «Mission archéologique Maroco-française de Rirha» débuté en 2004. La typologie et la détermination de l'origine des céramiques des sites antiques se basent généralement sur la description de la couleur, des décors, de la forme et des inscriptions. L'étude de la composition des matériaux céramiques archéologiques est souvent négligée, pourtant elle permet d'apporter des éclaircissements sur les problèmes techniques concernant l'origine, le mode de fabrication et de cuisson de la pâte (Le Bolloch 1989).

Les résultats ne peuvent être valables, que s'ils s'intègrent dans une étude plus large visant non seulement la détermination de la nature des matériaux céramiques, mais également la recherche de l'origine

des dégraissants céramiques et la détermination des températures de cuisson. Ainsi, pour pouvoir corroborer l'étude des archéologues, nous nous sommes fixés pour ce travail trois objectifs :

- appliquer une approche scientifique complémentaire pour l'étude de la céramique;
- contribuer à l'élaboration d'un répertoire céramologique de référence basé sur la nature des matériaux;
- rechercher l'origine des matériaux céramiques.

MATERIELS ET METHODES

Un corpus de tessons archéologiques a été prélevé dans le site antique de Rirha lors des fouilles des campagnes de 2006, 2007 et 2009 dans le sondage ancien 1 effectué dans le secteur du Tell, point culminant du site (Fig. 1B) par l'équipe de la Mission Rirha. Ce corpus céramique comporte, entre autres, des amphores de types gréco-italiques et des amphores du détroit de Gibraltar, notamment Maña-Pascual A4, Maña C2a et C2b, (De Chazelles *et al.* 2009). Treize tessons d'amphores représentatifs de ce corpus ont été choisis pour cette étude en plus de cinq ratés de cuisson de l'époque maurétanienne, supposés être fabriqués dans le site à partir des matériaux locaux (Tab. 1 et Fig. 2).

Afin de chercher l'origine des matériaux céramiques, nous avons analysé les sédiments des terrasses anciennes et actuelles de l'oued Beht

(RhACE15.13 et RhArOB.13), des formations (Fig. 3) et des ratés de cuissons (Tab. 1). géologiques de l'environnement avoisinant du site

Tableau 1. Corpus des tessons d'amphores et des ratés de cuisson d'âge maurétanien du site étudié Rirha (Maur.: maurétanéen; AMPH.: Amphore; MPA4 : Maña -Pascual A4).

Table 1. Shard corpus of amphorae and misfires of mauretians age of the studied Rirha site (Maur.: mauretanian; AMPH.: Amphora ; MPA4. : Maña-Pascual A4).

| N° d'inventaire | Unité Stratigraphique | Nature | Forme | Datation |
|-----------------|-----------------------|-----------------|----------|----------|
| Rh09.151 | 0 | AMPH | Maña C2B | Maur. |
| Rh09.153 | 0 | AMPH | Maña B | Maur. |
| Rh07.2641 | 57 | AMPH | MPA4 | Maur. |
| Rh09.163 | 201 | AMPH | MPA4 | Maur. |
| Rh09.165 | 201 | AMPH | Maña C2B | Maur. |
| Rh09.21 | 213 | AMPH | -- | Maur. |
| Rh09.24 | 213 | AMPH | -- | Maur. |
| Rh09.50 | 214 | AMPH | -- | Maur. |
| Rh09.53 | 214 | AMPH | -- | Maur. |
| Rh09.69 | 217 | AMPH | -- | Maur. |
| Rh09.70 | 217 | AMPH | -- | Maur. |
| Rh09.187 | 222 | AMPH | -- | Maur. |
| Rh09.191 | 222 | AMPH | -- | Maur. |
| Rh06.5430 | 190 | Raté de cuisson | -- | Maur. |
| Rh15.24 | 5593 | Raté de cuisson | -- | Maur. |
| Rh15.25 | 5593 | Raté de cuisson | -- | Maur. |
| Rh15.114 | 5593 | Raté de cuisson | -- | Maur. |
| Rh15.115 | 5593 | Raté de cuisson | -- | Maur. |
| Rh15.36 | 5593 | Raté de cuisson | -- | Maur. |

Des modelages expérimentaux ont été effectués au laboratoire en malaxant les sédiments fluviatiles (RhACE15.13 et RhArOB.13) avec de l'eau du robinet. A partir de la pâte obtenue, nous avons façonné des boudins qui ont été séchés à l'étuve, sous une température de 40°C pendant 4 jours, puis soumis à des tests de cuisson à différentes températures : 550°C, 700°C, 800°C et 900°C durant 2 heures et 7 heures. Le four utilisé est un four électrique de type Thermolyne 4800. Pour chaque test de cuisson, le four est ajusté à la température voulue, après quoi l'échantillon est introduit durant la durée de 2 heures et de 7 heures.

Ces tests ont pour objectif d'évaluer les seuils de cuisson et de déterminer, à partir des produits de chauffe résultants, les matériaux bruts potentiels et les phases minérales néoformées ou transformées avec la température, ainsi que le changement de couleur de la pâte qui en résulte.

L'étude au microscope optique a permis de déterminer la nature des dégraissants, la couleur, la texture et la structure de la pâte.

D'après Convertini (1996), la texture de la pâte est définie par l'abondance et l'arrangement dans l'espace des différents composants (matrice, vides et inclusions) et sa structure est définie par son organisation qui peut être maillée, cotonneuse ou à orientation préférentielle ou aléatoire. L'étude minéralogique par diffraction des rayons X a été effectuée par un diffractomètre de type LabX XRD-6100 (40 kV, 30 mA, CuK α), au centre de recherche de la Faculté des Sciences de Meknès.

Les diffractogrammes de la roche totale réduite en poudre, ont été enregistrés entre 2° et 80° (en 2 θ). Ceux de la fraction inférieure à 2 μ m ont été enregistrés entre 2° et 20° (en 2 θ). L'analyse diffractométrique a été menée en parallèle sur trois diffractogrammes : état naturel, après saturation à l'éthylène glycol, après chauffage à 550 °C pendant 2 heures (Holtzapffel 1985).

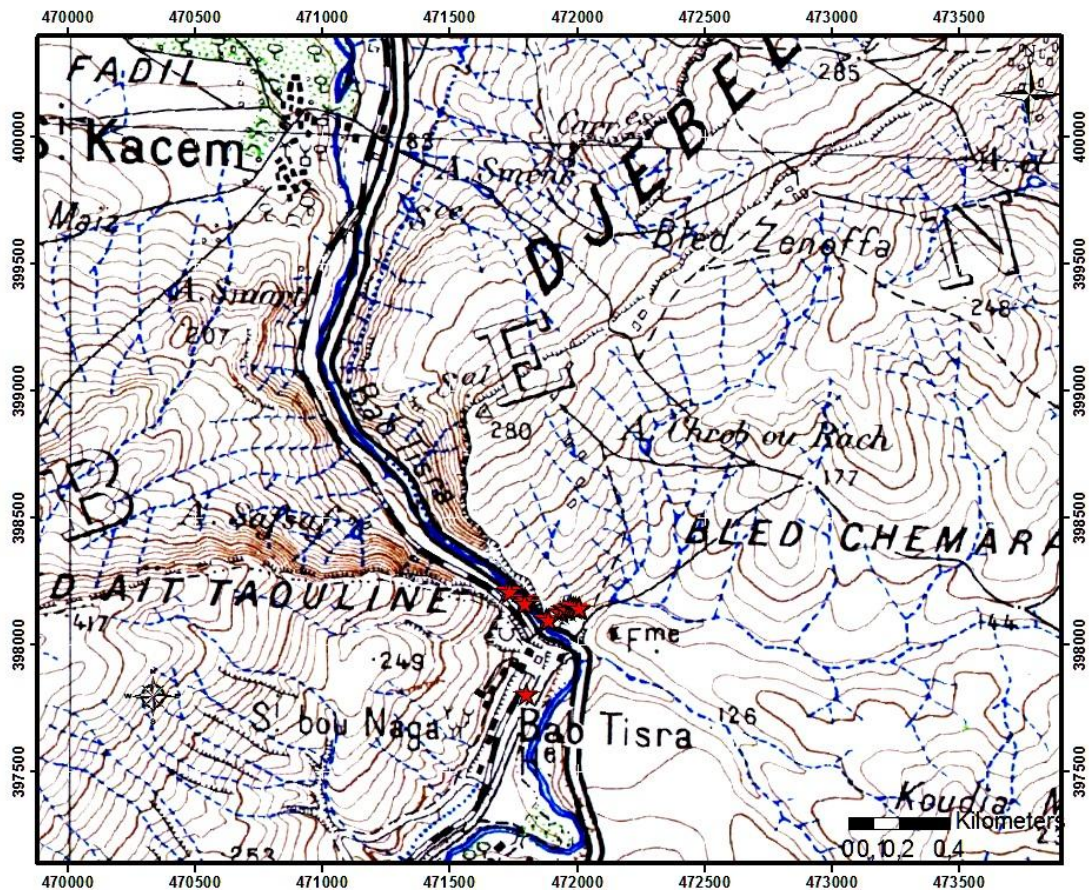


Figure 3. Extrait de la carte topographique au 1/50000, feuille de Sidi Kacem, avec localisation (étoiles rouges) des échantillons prélevés.

Figure 3. An Extract of the 1/50000 topographical map, sheet of Sidi Kacem, with location (red stars) of collected samples.

RESULTATS

Nature des matériaux

Microfaciès

Les amphores

Le matériel céramique des amphores de l'époque maurétanienne de Rirha est formé de trois composantes : de la pâte (fraction inférieure à $2\mu\text{m}$), des dégraissants naturellement présents dans la pâte ou introduits volontairement dans l'argile utilisée (fraction comprise entre $2\mu\text{m}$ et 2 mm) et d'une porosité plus ou moins importante. La texture de la pâte permet de distinguer trois groupes (Fig. 4) :

1. Le groupe Am1: La pâte de ce groupe contient 30 à 40% de dégraissants hétérogènes dont la taille se distingue par un hiatus granulométrique net entre fraction fine silto-sableuse dominante et une fraction sableuse grossière (Fig. 4A). Quatre échantillons du corpus céramiques des amphores (Rh09.187, Rh09.163, Rh09.151, Rh09.153) (Tab. 1) se démarquent nettement au niveau de cette pâte. Dans ce même groupe la nature pétrographique des dégraissants, la structure et la couleur de la pâte change d'une amphore à l'autre. Cela permet de distinguer deux sous-groupes :

1.1. Le sous-groupe Am1A, composé d'amphores riches en dégraissants siliceux fins, dont la majorité présente la taille des silts mélangés avec une fraction grossière de la taille des sables moyens à grossiers, mal classée, à grain de forme anguleuse et très faiblement représentée (5 % environ). Ces dégraissants sont riches en quartz, feldspaths (surtout plagioclase), paillettes de muscovite en plus du grenat, des amphiboles, des pyroxènes (Planche A) et par des fragments de roches de type quartzites, quartzites à muscovite, gréso-pélites, des schistes quartziteux à muscovite, des schistes à biotite et des pélites avec schistosité de crénulation et graphite (Planche C).

La présence du grenat, des schistes à biotite et des pélites à schistosité de crénulation et à graphite montre que la majorité de ces dégraissants est issue des formations d'un métamorphisme régional de haute pression et de haute température. Ce type de formations ne se rencontre pas dans le bassin versant d'oued Beht. La pâte présente une structure cotonneuse à micro-géodes (Fig. 5B). Un seul échantillon du corpus Rh09.163 (Amphore de type Maña-Pascual A4) se caractérise par ce microfaciès.

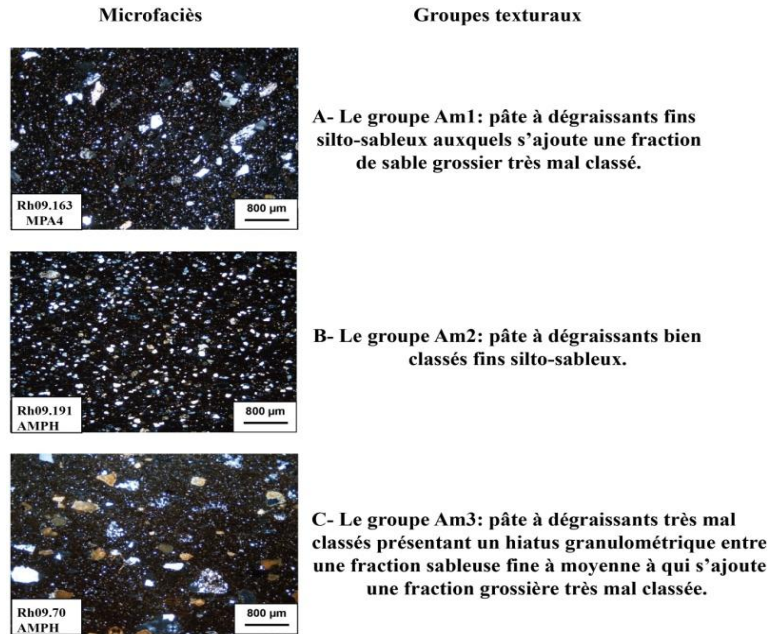


Figure 4. Exemples de texture des pâtes céramiques de type amphore.

Figure 4. Texture examples of amphora-type ceramic pastes.

1.2. Le sous-groupe Am1B, composé d'amphores à dégraissants fins, dont la fraction grossière (sable moyen à grossier) est très faiblement représentée (presque 2%), mal classée et généralement à surface émoussée. Ces dégraissants sont riches en quartz, plagioclase parfois zonés, et pyroxène. Ils comportent aussi des fragments de roches métamorphiques de type schistes à biotite, schistes quartzeux, quartzites mylonitisés, psammites, grés-pélites; des fragments de roches magmatiques de type dolérites ou gabbros (Planche B) et des fragments de roches sédimentaires de type grès à ciment ferrugineux, calcaire fins et calcaire gréseux (Planche D). Ce type de microfaciès caractérise les échantillons Rh09.187, Rh09.151 et Rh09.153.

2. Le groupe Am.2 : pâte très poreuse avec des fissures de retraits généralement allongées où baignent de très nombreux dégraissants bien triés dont la taille des grains est très fine silteuse (Fig. 4B). Cette texture indique que les inclusions ont subi un tri granulométrique au préalable. Leur pourcentage dans la pâte est de l'ordre de 30 à 50%. Les tessons du corpus qui présentent ce type de microfaciès sont les amphores Rh09.191 et Rh09.165 (MC2B).

Ce groupe peut être subdivisé en deux sous-groupes :

2.1. Le sous-groupe Am.2A, les tessons de ce sous-groupe sont caractérisés par une pâte de couleur rouge brique à structure micacée où beigne des dégraissants, de la taille des sables fin à moyen, riches en quartz, en plagioclases parfois zonés, pyroxène, muscovite et fragments de roches métamorphiques de type schistes à biotite, schistes

quartzeux, quartzites mylonitisés, grés-pélites (Planche C), psammites en plus des fragments de roches magmatiques de type dolérites ou de gabbros (Planche B) et de roches sédimentaires de type grès à ciment ferrugineux, calcaire gréseux, microconglomérats et calcaire fins (Planche D). Ce type de microfaciès caractérise l'amphore Rh09.165.

2.2. Le sous-groupe Am.2B : les tessons sont caractérisés par une pâte de couleur marron claire à structure cotonneuse (Fig. 5A) et par des dégraissants, de la taille des silts à sables fins, riches en quartz, en feldspaths alcalins et plagioclase, en plus de la muscovite et de la calcite et en fragments de roches sédimentaires de nature calcaire gréseux, calcaire à gros foraminifères, grésopélite, grés à ciment ferrugineux et grés micacé (Planche D). L'amphore Rh09.191 fait partie de ce sous-groupe.

3. Le groupe Am3 : pâte à dégraissants hétérogènes. Leur pourcentage varie de 10 à 20 % et dont la taille se distingue par un hiatus granulométrique net entre fraction fine silto-sableuse dominante inférieure à 0.1 mm et fraction sableuse grossière à très grossière (Fig. 4C). Les amphores appartenant à ce groupe sont caractérisées par des dégraissants riches en quartz, en feldspaths plagioclases, en pyroxènes et en fragments de roches sédimentaires de type grès à ciment calcaire (Planche D), à ciment siliceux (Planche B) et/ou ferrugineux, siltites à ciment ferrugineux, grés micacé, calcaires microsparitiques, microconglomérat (Planche D) et en fragments de roches métamorphiques de type grés-pélites, quartzite, schistes quartzeux, mylonitisés, gréseux,

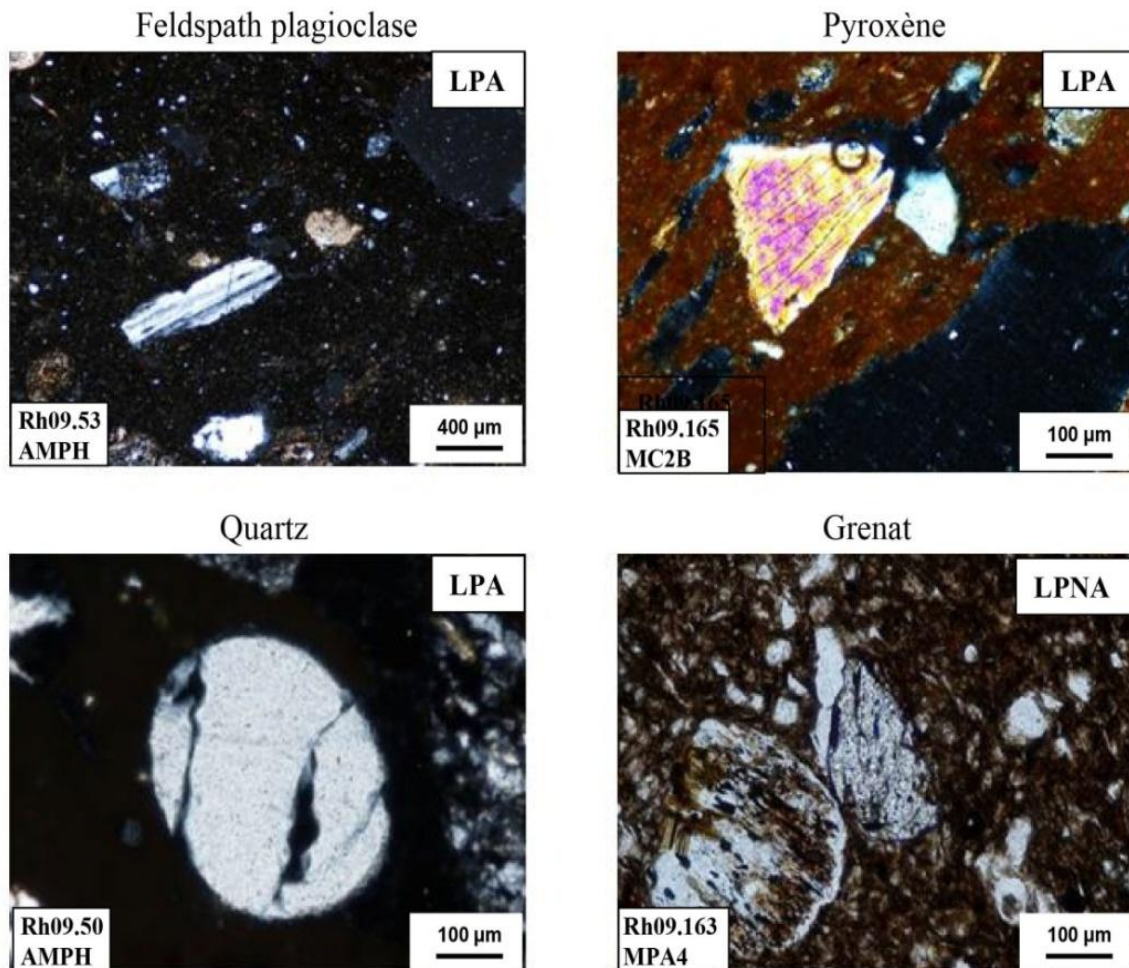


Planche A. Exemple de minéraux rencontrés dans la pâte des amphores maurétaniennes de Rirha.
 Plate A. Example of minerals found in the paste of the Rirha mauretianian amphorae.

schistes à biotite riches en quartz et schistes à muscovite et à biotite (Planche C) et de rares fragments de roches magmatiques (Planche B). Dans ce type de pâte on regroupe les amphores Rh09.21 et Rh09.53 à pâte orientée et micacée (Fig. 5C) et les amphores Rh09.24, Rh09.50, Rh09.69, Rh09.2641 et Rh09.70 à pâte cotonneuse et poreuse dont certains contiennent des microgéodes tapissées de calcite fibreuse (Fig. 5B).

Les ratés de cuisson

Les dégraissants dans les ratés de cuisson étudiés sont formés, selon leur ordre d'importance, de quartz, de feldspath (orthose), de fragment de calcaire, de grès à ciment ferrugineux, des quartzites, des fragments de dolomite, des siltites et des grès à rare muscovite, des oxydes, des grès à ciment siliceux, des fragments d'arkose, des grésopélites, des

pyroxènes, des fragments de roche magmatique et de la calcédoine (Fig. 6).

Les matériaux locaux

La présence des ratés de cuisson en abondance sur le site est une preuve tangible de la présence à l'époque d'une activité potière dans le site de Rirha. Ainsi, les matériaux bruts utilisés (argiles et dégraissants) pourraient provenir des sédiments fluviaux de l'oued Beht qui continuent à être exploités par les potiers de nos jours. Aussi, deux échantillons représentatifs des terrasses fluviales anciennes et actuelles ont été analysés.

- Les sédiments des terrasses fluviales anciennes de l'oued Beht (RhACE15.13, Fig. 7A), consolidés au laboratoire, montrent que les éléments ont une taille qui varie de celle des argiles aux sables grossiers. Les grains fins ont généralement une forme anguleuse et les grossiers ont une forme émoussée. Ces grains sont riches en quartz de forme anguleuse

dont la majorité est entourée par des auréoles de nourrissages, de feldspaths sodi-calcique (plagioclases) et potassiques, de micas blancs, de pyroxène et d'amphibole. A coté de ces minéraux, on

y trouve des fragments de roches dominés par des quartzites, des grés-pélites et par des fragments de calcaires et de bioclastes.

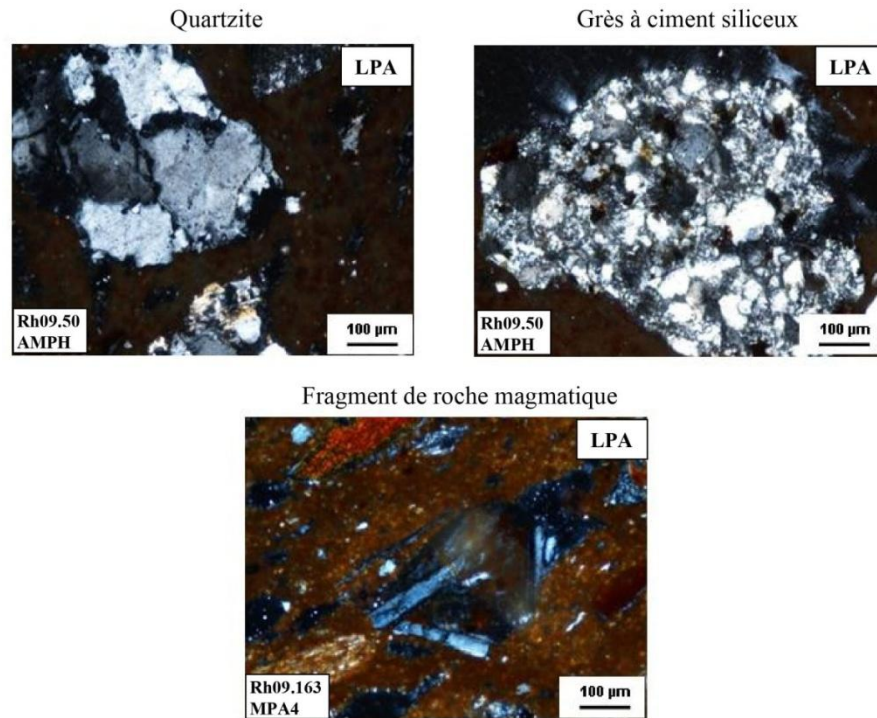


Planche B: Exemple de dégraissants supposés provenir des formations paléozoïques du Maroc central.
 Plate B: Example of degreasers supposed coming from the Palaeozoic formations of central Morocco.

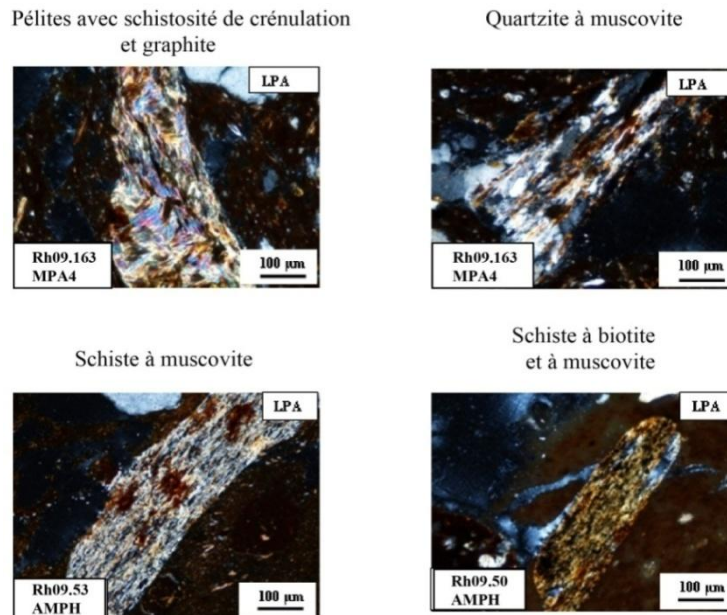


Planche C. Exemple de dégraissants transformés et/ou néoformés dans les pâtes céramiques des amphores maurétaniennes de Rirha.

Plate C. Example of transformed and / or neoformed degreasers in the ceramic pastes of Rirha mauritanian amphorae.

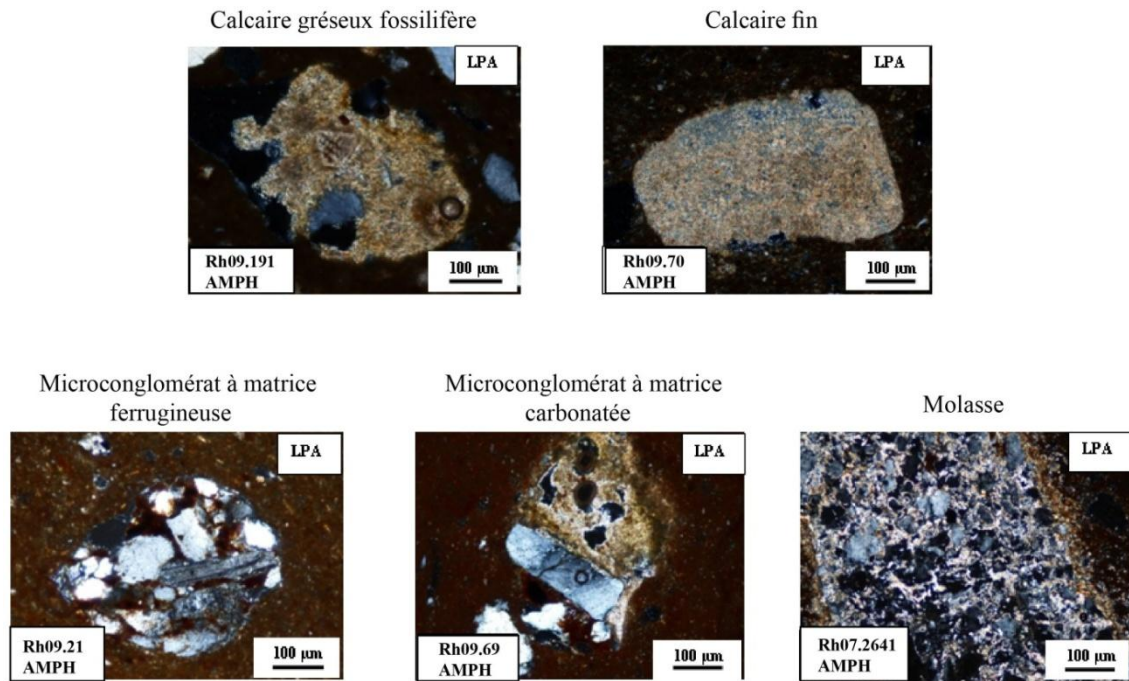


Planche D. Exemples de dégraissants supposés provenir des rides pré-rifaines.
 Plate D. Examples degreasers supposed coming from pre-rifian ridges.

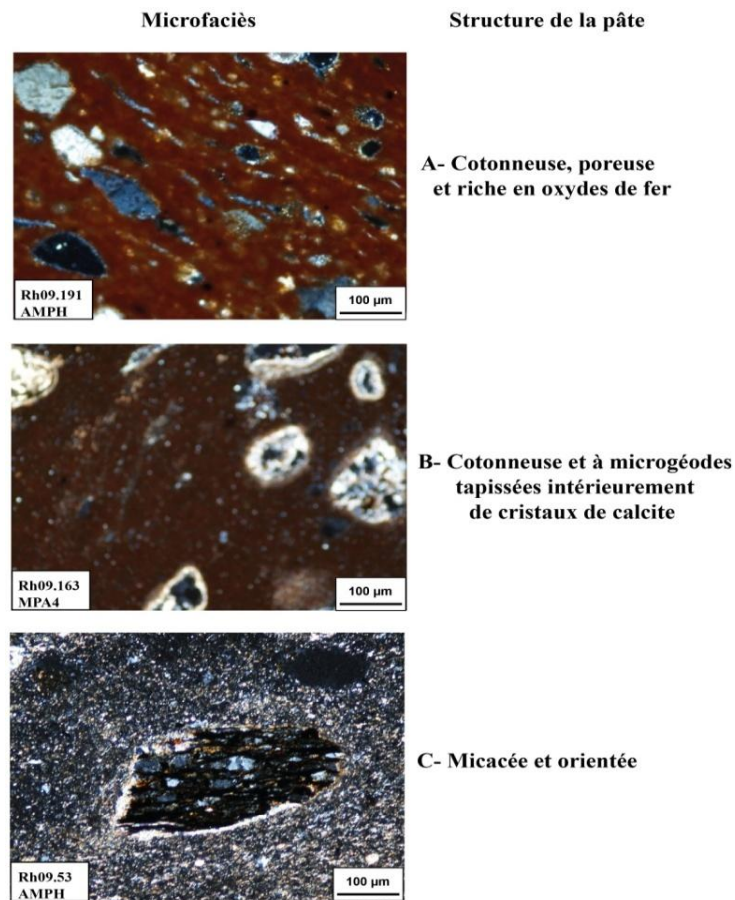


Figure 5. Principales structures de pâtes des amphores.

Figure 5. Main structures of amphorae pasta.

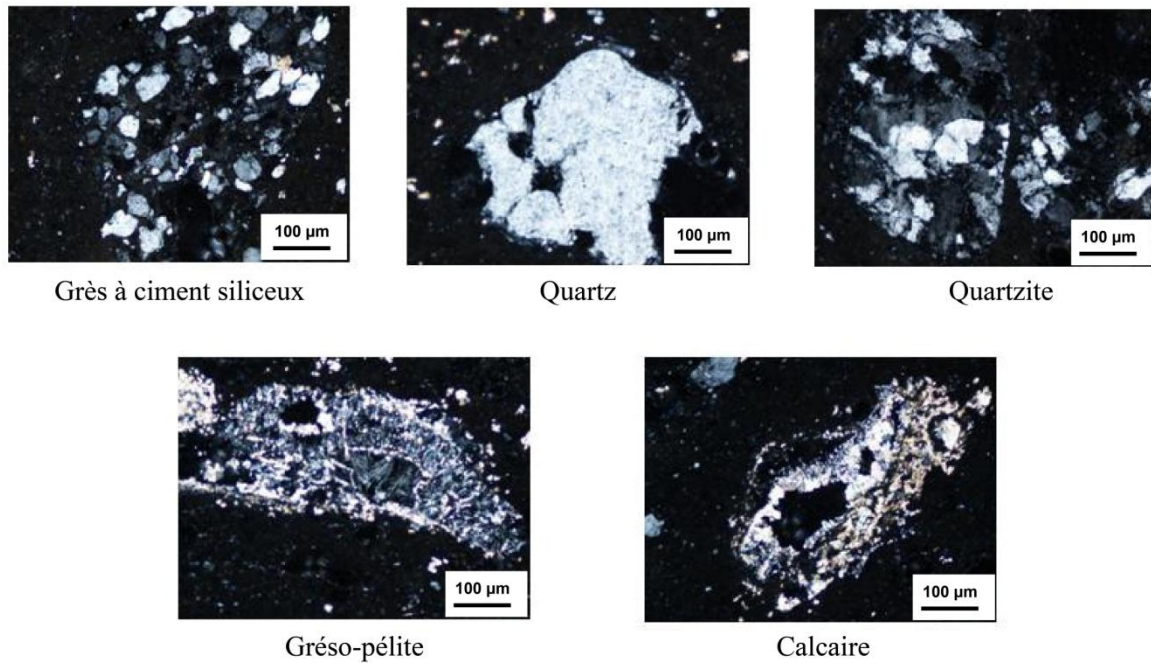


Figure 6. Microfaciès des principaux dégraissants de la pâte céramique des ratés de cuisson de l'époque maurétanienne de Rirha.

Figure 6. Main degreasers microfacies of ceramic paste of the Rirha mauretanian period misfires.

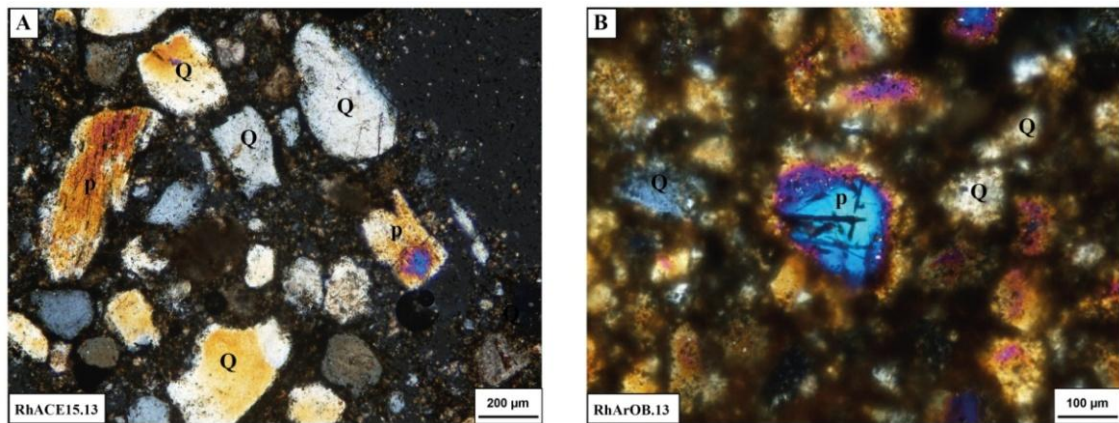


Figure 7. Microfaciès des sédiments des terrasses fluviales anciennes (A) et actuelles (B) de l'oued Beht (Q : quartz, P : pyroxène).

Figure 7. Microfacies of Beht river (A) old fluvial terrace sediments and (B) actual (Q: quartz, P: pyroxene).

- Les sédiments des terrasses actuelles de l'oued Beht (RhOB15.13 Fig. 7B) sont à grains fins (taille < 100 µm) et sont composés surtout de quartz de forme arrondie à anguleuse, de plagioclase séricitisés, de micas blancs, d'oxydes de fer, de calcaire et de fragment de quartzite.

échantillons des amphores maurétaniennes de Rirha est assez varié (Fig. 8); il est riche en quartz, en plagioclases (albite, anorthite, labrador) en plus du pyroxène de type augite, des oxydes de fer de type hématite, de la calcite et de la muscovite. L'andalousite et le pyroxène de type diopside n'apparaissent que dans certains tessons.

Composition minéralogique aux rayons X

Amphores

Le cortège minéralogique de la roche totale des

Les associations minéralogiques montrent que le quartz, le feldspath et l'hématite se retrouvent dans tous les échantillons. La fraction fine de ces pâtes est de type muscovite (Fig. 9).

Les matériaux locaux

L'étude minéralogique aux rayons X des sédiments des terrasses fluviales de l'oued Beht montre qu'ils sont riches en quartz en plus des feldspaths, du pyroxène, des oxydes de fer et de la calcite (Fig. 10). La fraction argileuse est riche en illite, suivie de la kaolinite. Les smectites et la chlorite sont très faiblement représentées (Fig. 11).

Origine des matériaux

Le Bassin Versant

Les sédiments fluviales de l'oued Beht, supposés être utilisés pour la préparation des amphores locales, sont le mélange des apports du bassin versant qui s'étend au Maroc central oriental et des apports des rides pré-rifaines avoisinantes.

1. Le Maroc central oriental

L'oued Beht draine la région paléozoïque située dans le triangle Azrou-Oulmes-Sidi Slimane (Fig. 12). Vers le sud et le sud-est de cette zone, ces formations hercyniennes sont surmontées en discordance par des couches triasico-liasiques. Alors que vers l'Est et le Nord, elles sont surmontées par des formations triasiques et miocènes.

Ces terrains paléozoïques sont dominés par des schistes, des grès et des quartzites. Elles renferment des roches magmatiques (granite, dolérites et gabbro). Des laves basaltiques quaternaires recouvrent localement, vers le sud, l'ensemble de la série (Kornprobst 1974, Michard *et al.* 1983).

Le Trias renferme des couches détritiques rouges avec intercalation de basaltes doléritiques et

surmontés par des formations dolomitiques du Lias (Cogney & Faugères 1975).

Le Miocène inférieur et moyen est formé par des terrains marneux, tandis que le miocène supérieur comporte des formations sableuses qui se prolongent vers le haut par des dépôts calcaires pliocènes (Jeannette 1965).

2. Les Rides pré-rifaines :

Les reliefs des rides sud rifaines qui dominent la plaine du Rharb renferment des affleurements des couches jurassiques et miocènes de Moulay Yacoub lhamma et de Jbel Outita (Fig. 12).

Ces rides constituent les plus importants affleurements des roches carbonatées jurassiques et détritiques miocènes qui contribuent à l'alimentation en sédiment l'oued Beht et à l'approvisionnement du site Rirha en pierres de construction.

L'étude pétrographique de ces formations jurassiques et miocènes nous a permis de distinguer au moins six principaux lithofaciès (Fig. 3 et 13) composés de : calcaire micritique, calcaire bioclastique riche en foraminifères, calcaire pellicoïde à ciment sparitique, calcaire gréseux, microconglomérat avec des éléments de taille variable comprise entre 1,8 mm et 2,6 mm.

Les formations miocènes présentent des molasses avec une dominance des éléments figurés d'origine détritique (quartz et feldspath) liés par une matrice carbonatée.

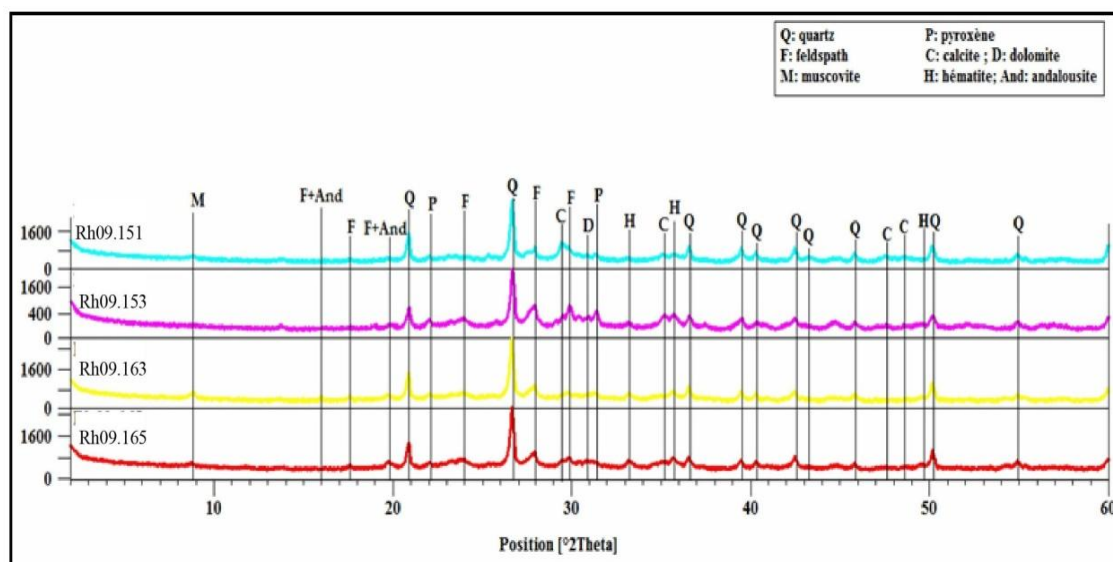


Figure 8. Diffractogrammes de la roche totale de quelques exemples de céramiques du corpus maurétanien du site antique de Rirha (sondage ancien A1 et campagne de fouilles 2009).

Figure 8. Some examples of ceramics whole rock diffractograms of the Rirha ancient site mauretanean corpus (former poll A1 and excavation campaign 2009).

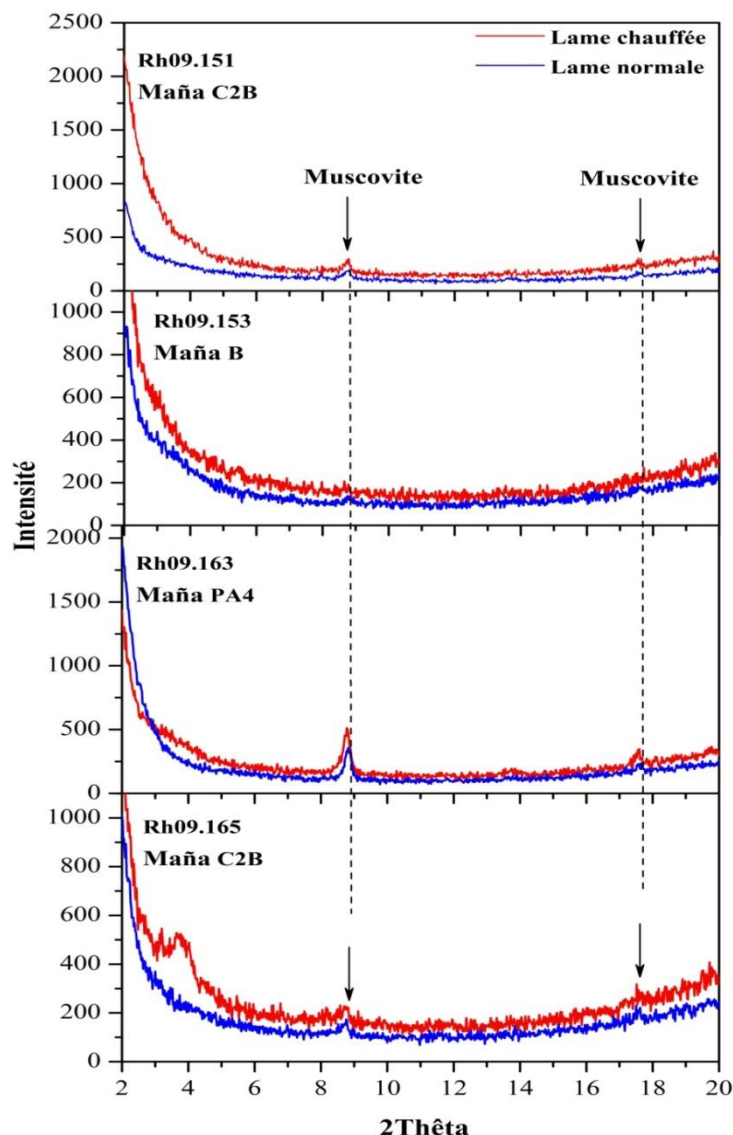


Figure 9. Diffractogrammes de la fraction argileuse de quelques exemples d'amphores du corpus maurétanien du site antique de Rirha (sondage ancien A1 et campagne de fouilles de 2009).

Figure 9. Clay fraction diffractograms of some amphorae samples of the Rirha ancient site mauretanean corpus (old sounding A1 and 2009 excavation campaign).

Les conditions de cuisson (température et durée)

L'étude, au microscope optique, des modelages expérimentaux des sédiments fluviaux de l'oued Beht soumis à des tests de cuisson, entre 2 heures et 7 heures, montre les microfaciès suivants (Fig. 14) :

- A 550°C, le quartz montre une forme généralement anguleuse, les plagioclases s'altèrent d'avantage et les oxydes deviennent de plus en plus abondants.

- A 700°C, néoformation de la muscovite sous forme de paillette allongées, de plagioclases et d'oxydes, le quartz perd son caractère détritique et commence à réagir au chauffage et les carbonates prennent une couleur grise et parfois noir.

- A 800°C, le pyroxène de type diopside et la calcédoine se forment et s'ajoute aux autres minéraux du cortège.

- A 900°C, et durant 2 heures de cuisson, les paillettes de muscovite disparaissent et les schistes et les schistes à muscovite apparaissent. A la même température et pendant une durée plus prolongée de cuisson, des baguettes de muscovites néoformées apparaissent à nouveau et les schistes et les schistes à muscovite commencent à disparaître et donnent des cartouches qui rappellent l'andalousite.

Parallèlement à ces changements thermiques, la pâte prend une couleur rougeâtre en s'enrichissant en oxyde de fer. Sa structure change et devient de plus en plus micacée vers des températures > 700°C.

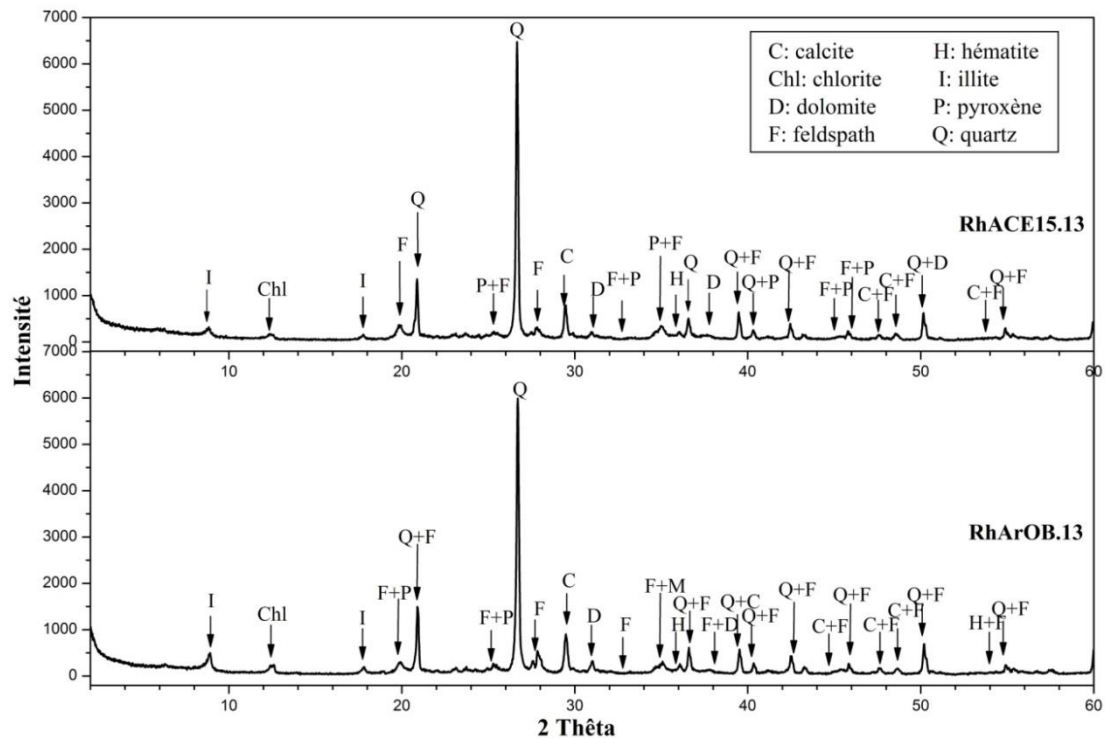


Figure 10. Diffractogramme de la roche totale des sédiments des terrasses fluviales anciennes (RhACE15.13) et actuelles (RhArOB.13) de l'oued Beht.

Figure 10. The whole rock diffractogram of Beht river ancient fluvial terraces sediments (RhACE15.13) and actual (RhArOB.13).

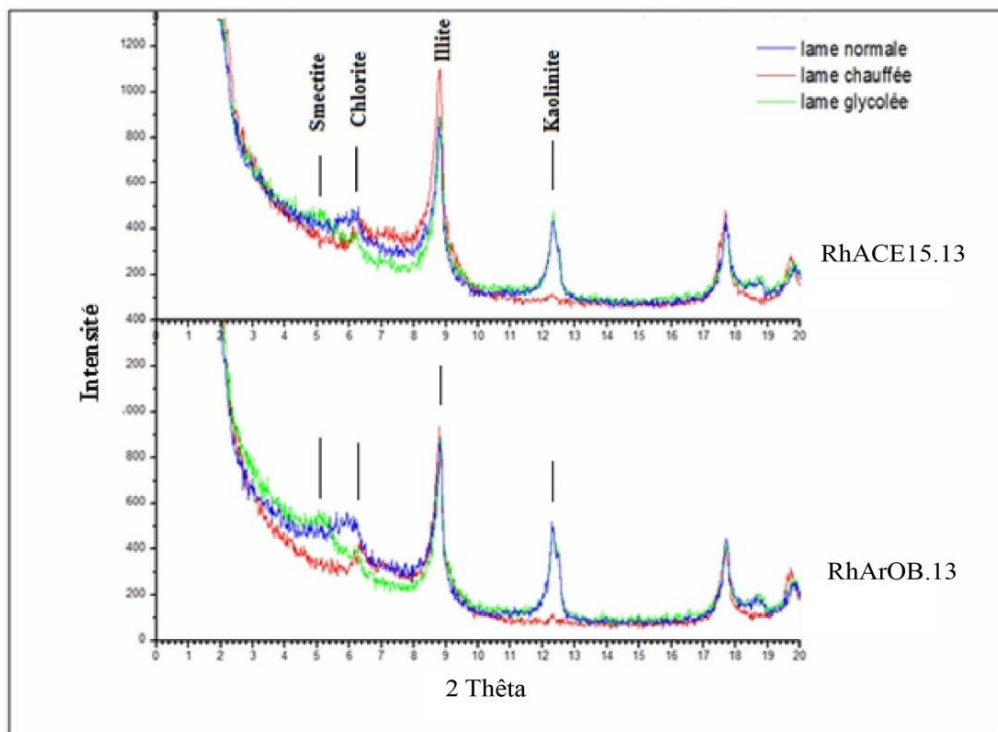


Figure 11. Diffractogramme de la fraction argileuse des sédiments des terrasses fluviales anciennes (RhACE15.13) et actuelles (RhArOB.13) de l'oued Beht.

Figure 11. Clay fraction diffractogram of Beht river ancient fluvial terraces sediments (RhACE15.13) and actual (RhArOB.13).

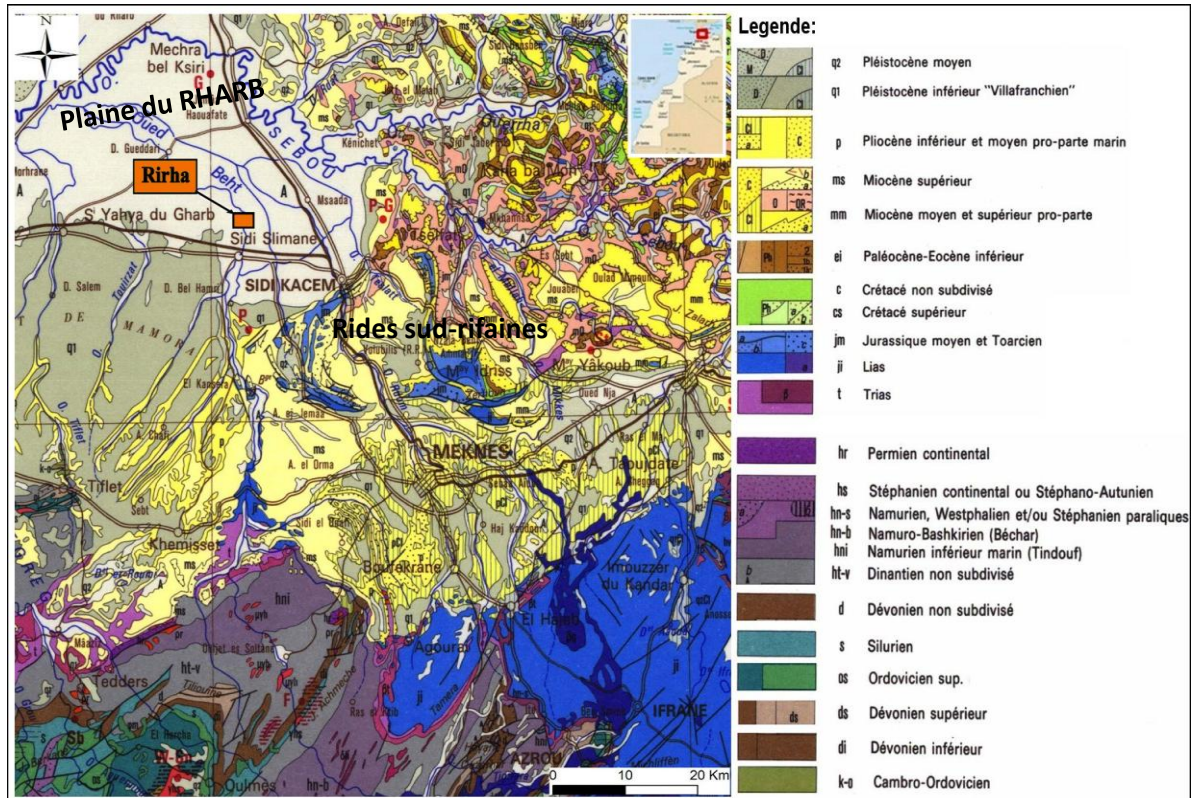


Figure 12. Carte géologique du bassin du Rharb extraite de la carte géologique du Maroc au 1/1000 000 (Saadi *et al.* 1985) avec localisation du site antique de Rirha.

Figure 12. Geological map of the Rharb basin extracted from the 1/1000 000 geological map of Morocco (Saadi *et al.* 1985) with location of the Rirha ancient site .

L'étude aux rayons X sur roche totale des sédiments des terrasses fluviales de l'oued Beht montre qu'elle est riche en quartz, calcite, feldspaths plagioclases et potassiques, oxyde de fer et argiles (Fig. 15). L'évolution de cette association minérale avec la température durant 2 heures, montre les variations suivantes :

- à 700°C, l'association minéralogique est formée de quartz, de feldspath de type albite et sanidine, de calcite, de l'hématite et de la muscovite.

- à 800°C et 900°C, l'association minérale est la même qu'à 700°C avec disparition de la calcite et apparition du pyroxène de type diopside.

L'évolution des agiles des modelages issus des tests de cuisson (Fig. 16), durant 2 heures, montre que vers :

- 550°C, la kaolinite disparaît;
- 700°C à 800°C, les smectites et les chlorites disparaissent et l'illite se transforme en muscovite;
- 900°C; la muscovite disparaît.

L'évolution des agiles au cours de la cuisson durant 7 heures, montre les mêmes évolutions que pour 2 heures, avec la seule différence que vers

900°C, la muscovite apparaît de nouveau ce qui corrobore les observations microfaciologique.

La comparaison entre les assemblages minéralogiques des amphores étudiées et ceux des tests de cuisson des sédiments fluviales de l'oued Beht, montre que la température de cuisson des céramiques étudiées était supérieure à 700°C, car la plupart des argiles se sont transformées en muscovite et les carbonates se sont décomposés et ils ont pris une couleur noire. La limite supérieure de la température de cuisson, indiquée par des assemblages minéralogiques, change d'une amphore à l'autre (Tab. 2). Ainsi :

- Les assemblages à hématite indiquent une fourchette de température comprise entre 850-950°C (Reto *et al.* 2006).

- Les associations à diopside (silicate de calcium ferrique qui se forme suite à la décomposition de la calcite et des minéraux argileux) et les associations à andalousite indiquent une fourchette de température comprise entre 900-1000°C (Reto *et al.* 2006).

- Les assemblages à hématite indiquent une fourchette de température comprise entre 850-950°C (Reto *et al.* 2006).

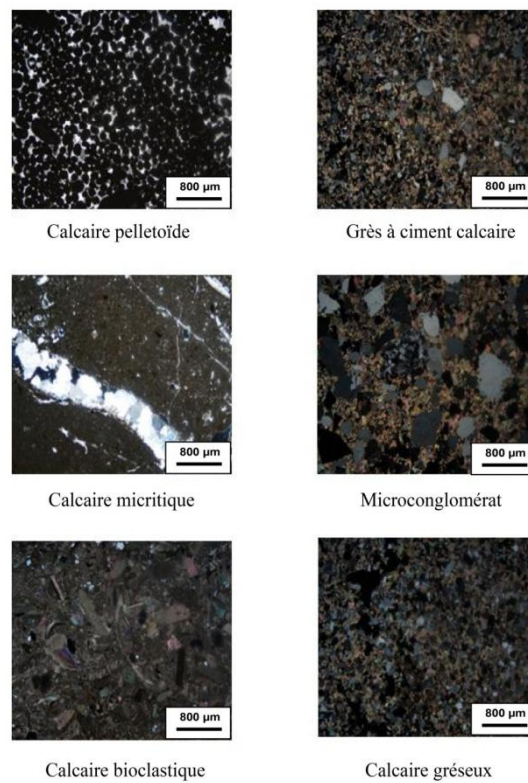


Figure 13. Principaux lithofaciès des formations jurassiques et miocènes de Jbel Bou Draa et de Moulay Yakoub Lhamma (en lumière polarisée analysée).

Figure 13. Main lithofaciès of the Jurassic and Miocene formations of Bou Draa mountain and Moulay Yakoub Lhamma (polarized light analyzed).

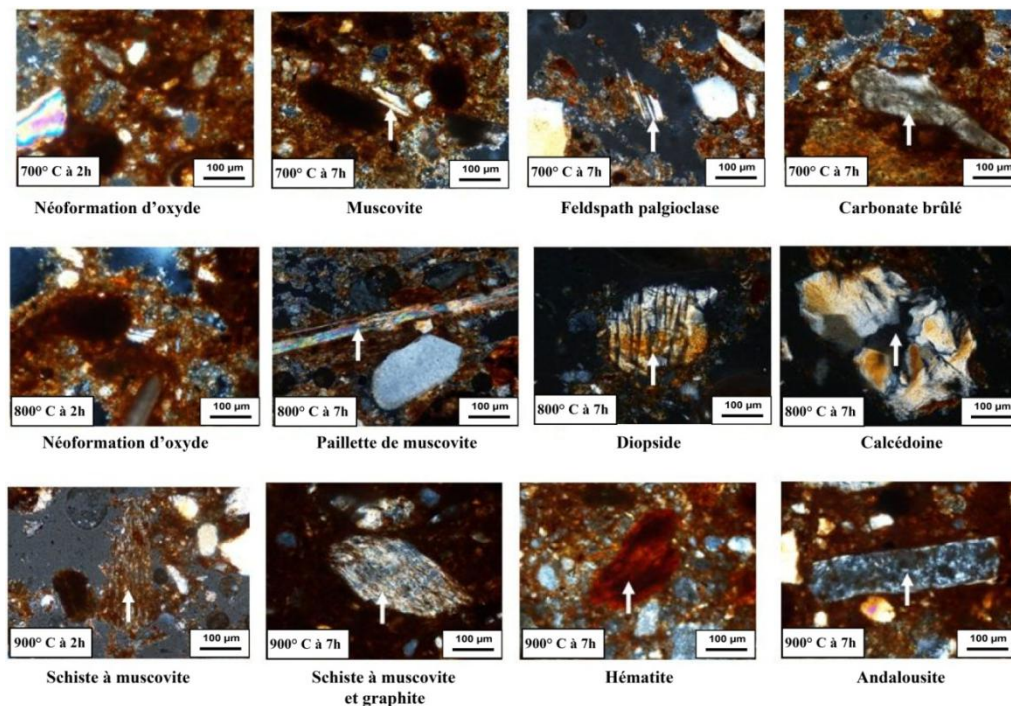


Figure 14. Exemple de minéraux néoformés lors des tests de cuisson des sédiments fluviaux de l'oued Beht.

Figure 14. Example of new formed minerals during baking tests of Beht river fluvial sediments.

- Les associations à diopside (silicate de calcium ferrière qui se forme suite à la décomposition de la calcite et des minéraux argileux) et les associations à

andalousite indiquent une fourchette de température comprise entre 900-1000°C (Reto *et al.* 2006).

Tableau 2. Associations de phases minéralogiques de quelques exemples de céramiques du corpus maurétanien du site antique de Rirha (sondage ancien A1 et campagne de fouilles 2009) avec une estimation des températures de cuisson.

Table 2. Mineralogical-phase associations of ceramic samples from the corpus of the Rirha ancient mauretania site (ancient sounding A1 and excavation campaign 2009) with an estimation of cooking temperatures.

| | Rh09.151 | Rh09.153 | Rh09.163 | Rh09.165 |
|-----------------------------|-------------|---------------------------|-------------------|-------------------|
| Quartz | Abondant | | | |
| Feldspaths | Sanidine | Albite+Anorthite+Labrador | Albite+ Anorthite | Albite+ Anorthite |
| Pyroxène | Augite | Diopside+ Augite | Augite+ Diopside | Augite |
| Calcite | Présent | | | |
| Dolomite | Présent | | | |
| Muscovite 2M1 | Présent | | | |
| Hematite | Présent | | | |
| Andalousite | Présent | | | |
| Estimation de T (°C) | 700 à 800°C | 900 à 1000°C | 900 à 1000°C | 700 à 800°C |

Abondant
 Peu abondant
 Présent

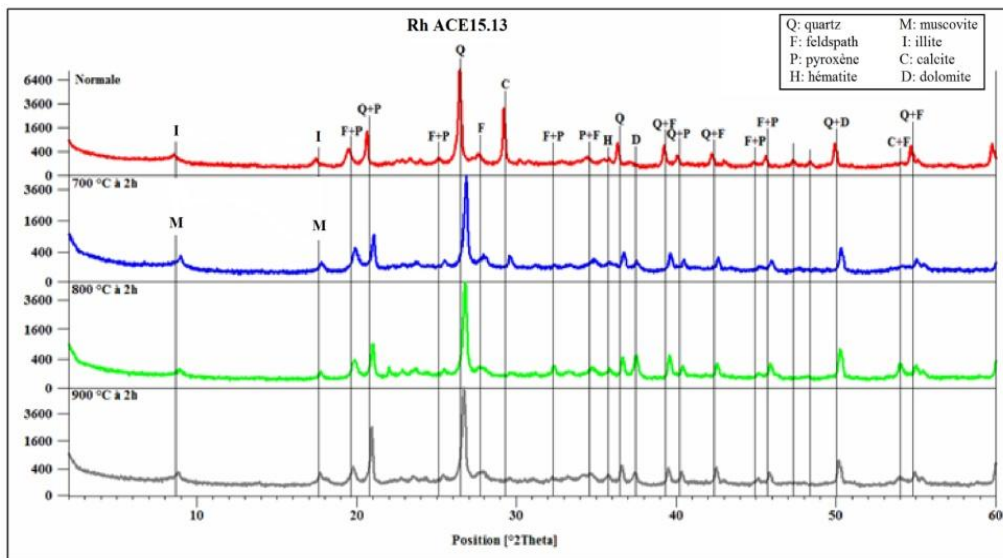


Figure 15. Evolution en fonction de la température des diffractogrammes aux rayons X de la roche totale des sédiments des terrasses fluviales de l’oued Beht (RhACE15.13).

Figure 15. Evolution as a function to the temperature of the whole rock diffractograms in X-rays of Beht river fluvial terraces sediments (RhACE15.13).

DISCUSSIONS

La comparaison entre les différents groupes de pâtes d’amphores maurétaniennes de Rirha montre que :

- Les pâtes des amphores étudiées sont très peu carbonatées (teneurs en carbonates < 10%), de couleur généralement rougeâtre à brunâtre. Elles sont réparties en trois groupes texturaux : les groupes

Am1 et Am2 qui caractérisent les amphores de type MPA4 et C2B et le groupe Am3 qui caractérise les autres amphores du corpus. Cette texture montre que la technique de préparation la plus répandue dans ces pâtes est l’adjonction des sables grossiers à la matière première plus fine. Ces ajouts ne sont pastamisés dans les groupes Am1 et Am3 et tamisés dans le groupe Am2. Ceci montre que ces groupes seraient fabriqués par des potiers différents et/ou dans des ateliers différents.

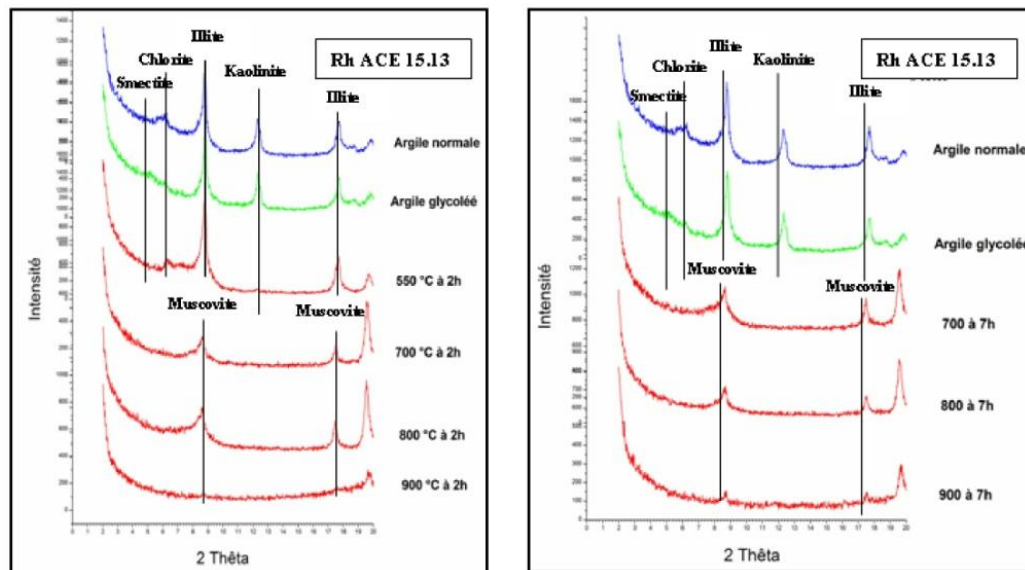


Figure 16. Diffractogrammes montrant l'évolution des argiles fluviatiles (RhACE15.13) en fonction de la température pendant 2 heures (A) et 7 heures (B).

Figure 16. Diffraction patterns showing the fluviatil clays evolution (RhACE15.13) in term of temperature during 2 hours (A) and 7 hours (B).

La structure de ces pâtes est variable et dépend essentiellement de la température de cuisson. Ainsi on distingue des pâtes à :

- Structure cotonneuse, généralement poreuse et riche en oxydes de fer.

- Structure cotonneuse à microgéodes tapissées de cristaux de calcite en aiguilles reconstituée après cuisson. La présence de cette calcite indique que la cuisson a été relativement forte : > 850/900° C (Courtois *et al.* 1979).

- Structure micacée, riche en muscovite et généralement orientée indiquant une cuisson à température comprise entre 700°C et 800°C.

- Les dégraissants sont formés d'un mélange d'éléments naturels et d'éléments néoformés et/ou transformés par la température.

Les dégraissants naturels sont composés :

- D'une fraction ubiquiste, commune à la majorité des amphores et présente dans les formations du bassin versant proximale et distale et dans les sédiments des terrasses fluviatiles de l'oued Beht. Elle se compose du quartz, de feldspaths (plagioclases), de pyroxène, de fragments de quartzites, des grés à ciment siliceux, des siltites et des grésopélites.

- De fragments de roches magmatiques de type diorites et/ou gabbro originaires des formations paléozoïques du Maroc central oriental.

- De fragments de molasses, de calcaires gréseux, de microconglomérats, de calcaires bioclastiques et de calcaires fins originaires en grande partie des terrains jurassiques et miocènes des rides pré-rifaines. La présence de ces dégraissants dans les matériaux

céramiques des amphores étudiées témoigne de leur production locale. Notons que la majorité des éléments carbonatés a subi une forte dégradation thermique.

- De grenats, absents dans les sédiments du bassin versant et présents uniquement dans l'amphore MPA4 (Rh09.163) du sous-groupe Am1A. Cela témoigne de son importation dans le site et corrobore la thèse des archéologues.

- De fragments de schistes à biotite, de quartzites mylonitisés, de schistes quartzeux, de psammites, des pélites avec schistosité de crénulation et de graphite qui peuvent provenir de la transformation par la chaleur de cuisson de la céramique et des formations du bassin versant.

En se référant aux transformations relevées par le test de cuisson, les dégraissants transformés et/ou néoformés par la température sont : les paillettes de muscovite, les oxydes de fer, les pyroxènes (diopside), l'andalousite, la calcédoine, des schistes quartzeux, des grés et les siltites à ciment ferrugineux, une partie des feldspaths plagioclases et du quartz.

CONCLUSIONS

La présente étude concerne la céramique des amphores de l'époque maurétanienne du site antique de Rirha. Ce dernier, se situe dans la plaine du Rharb au Maroc, à 8 km au nord de la ville de Sidi Slimane. Cette étude est basée sur des analyses pétrographiques et minéralogiques.

La comparaison du matériel céramique des amphores maurétaniennes de Rirha avec, d'une part,

les ratés de cuisson de même âge et d'autre part, avec de nouvelles céramiques préparées à partir des matériaux fluviatiles locaux de l'oued Beht et les formations jurassiques et miocènes des rives pré-rifaines voisines, nous a permis de mettre en évidence trois types de productions d'amphores :

- une production importée dans le site, notamment l'amphore Rh09.163 (MPA4) qui comporte du grenat absent dans les sédiments locaux;

- une production locale par les matériaux fluviatiles de l'Oued Beht additionnée à des sables grossiers bien classés et riche en molasse, en microconglomérat et en calcaires à foraminifères originaires des formations du bassin versant avoisinant;

- une production imitée des formes puniques et des formes gréco-italiques, classée par les archéologues dans les amphores de type Maña C2b et C2a et MPA4, façonnée avec un matériel mal classé similaire du point de vue composition à celui des

amphores locales du site de Rirha. Par ailleurs, l'origine locale de ce type d'amphore, mise en évidence par la présente étude dans le secteur de Tell, corrobore la découverte par les archéologues de l'équipe de Rirha d'un raté de cuisson de type Maña C2b à l'extrémité orientale du site (De Chazelles *et al.* 2015). Ceci confirme la présence d'une production amphorique dans le site à partir des matériaux locaux.

La comparaison entre les résultats des tests de cuisson des argiles fluviatiles avec les matériaux céramiques montre qu'au cours de la cuisson, la composition minéralogique de la fraction argileuse est marquée par la disparition des argiles détritiques et l'apparition de la muscovite néoformée. Parallèlement à ces transformations, la couleur et la structure des tessons changent et la pâte devient de plus en plus micacée vers des températures comprises entre 700 et 800°C.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Mme Claire-Anne de Chazelles, Archéologue - chargée de recherche CNRS - UMR 5140, Lattes (34) et coordinatrice de la Mission Rirha (France), Mr Kbir Alaoui Mohamed, Enseignant chercheur à l'Institut National Supérieur d'Archéologie et du Patrimoine, Rabat, Maroc et coordinateur de la Mission Rirha (Maroc) et Mr El Maz Abdelkader, Enseignant chercheur à la Faculté des Sciences, Meknès, Maroc. Les évaluateurs anonymes sont remerciés pour leurs suggestions et commentaires.

REFERENCES

- Atki H. 2001. *Contribution à la connaissance du Néolithique marocain : étude et analyse de la céramique du site de Hassi Ouenzga (Rif oriental)*, Thèse de 3ème cycle en Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine, Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine, Rabat, 329 p.
- Atki H. & Bahrouch A. 2004. Analyses en fluorescence X de la céramique néolithique du Nord marocain. In Otte, M.; Bouzouggar, A.; Kozłowski, J. éd.- *La Préhistoire de Tanger (Maroc) : Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège*, 175-179.
- Callegarin L., Kbir Alaoui M., Ichkhakh A. *et al.* 2011. Le site antique et médiéval de Rirha (Sidi Slimane, Maroc). *Les Nouvelles de l'archéologie*, 124, 25-29.
- Cogney G. & Faugères J.C. 1975. Précisions sur la mise en place des épanchements basaltiques des formations triasiques de la bordure septentrionale du Maroc central. *Bulletin de la Société géologique de France*, Paris, 7, XVIII, n°5, 791-733.
- Coll Conesa J., Callegarin L., Kbir Alaoui M. *et al.* 2012. Première approche de l'implantation islamique à Rirha (Sidi Slimane). *Bulletin d'archéologie marocaine*, 22, 306 - 342.
- Convertini F. 1996. Production et signification de la céramique campaniforme à la fin du 3ème millénaire dans le Sud et le Centre-Ouest de la France et en Suisse occidentale. *Tempus Reparatum*, Oxford, n° 656, 351 p.
- Courtois L.C., Velde B. & Aupert P. 1979. Techniques de la céramique et de la verrerie amathousiennes. *Bulletin de correspondance hellénique*, Volume 103, 750-755.
- De Chazelles C.A., Kbir Alaoui M., Ichkhakh A. *et al.* 2009. Recherches Archéologiques de la mission «Rirha» à Sidi Slimane (Maroc). *Rapport Rirha inédit*, INSAP Rabat, 85p.
- De Chazelles C.A., Kbir Alaoui M., Ichkhakh A. *et al.* 2015. Recherches Archéologiques de la mission «Rirha» à Sidi Slimane (Maroc). *Rapport Rirha inédit*, INSAP Rabat, 161p.
- Hachi S., Froehlich F., Gendronbadou A. *et al.* 2002. Figurines du Paléolithique supérieur en matière plastique cuite d'Afalou Bou Rhummel (Babors, Algérie). Premières analyses par spectroscopie d'absorption infrarouge. *L'Anthropologie*, 106, 1, 57-97.
- Holtzapffel T. 1985. Minéraux argileux: Préparation, analyse diffractométrique et détermination. *Geological Society of North*, N° 12, 136p.
- Jeannette A. 1965. Carte géotechnique de la Meseta côtière à l'Est de Casablanca (1/50000°). *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, Rabat, n° 180 et 180 bis.
- Kornprobst J. 1974. Contribution à l'étude pétrographique et structurale de la zone interne du Rif (Maroc septentrional). *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, Rabat, 251, 256p.
- Le Bolloch M. 1989. *La céramique michelsberg dans son contexte régional*, Thèse de doctorat, Université Paris1-Pathéon-Sorbonne, Paris, 2 vol. 108 p. et 115 p.
- Maraoui Telmini B., Bejaoui J., Ben Abdelouahed H. *et al.* 2010. Contribution à la caractérisation minéralogique, pétrographique et chimique de la céramique punique commune de Carthage et des argiles de la région. *La Carthage punique diffusion et permanence de sa culture en Afrique antique*, Volume: A, INP-Tunis, 15-41.

- Messili L., Ferohlich F., Blanc-Villeron M.M. *et al.* 2008. Approche expérimentale et analytique du matériel céramique archéologique : Cas des modelages préhistoriques du Cap Achkar (Néolithique, Maroc Nord-Atlantique), *Actes de la Quatrième Rencontre des Quaternaristes Marocains*, Oujda, 431- 446.
- Michard A., Chalouan A., Moutigny R. *et al.* 1983. Les nappes cristallo phylliennes du Rif (Sébtides, Maroc), témoins d'un édifice alpin de type permique incluant le manteau supérieur. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 296, II, 1337-1340.
- Reto M., Gisela TH-M., Paratte Rana M.H. *et al.* 2006. Un habitat rural mérovingien 3 Céramique et autres objets en Pierre, verre, os, bois ou terre cuite. *Office de la culture et Société jurassienne d'Emulation, Porrentruy CAJ* 15, 340 p.
- Saadi M., Hilali E.A., Boudda A. *et al.* 1985. Carte géologique du Maroc au 1/1000 000. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, N° 260.

Manuscrit reçu le 21/01/2016
Version révisée acceptée le 17/03/2017
Version finale reçu le 20/06/2017
Mise en ligne le 21/06/2017