ArcheoSciences

Revue d'archéométrie

29 | 2005

Varia

Distinction de céramiques glaçurées aghlabides ou fatimides (IX^e- XI^e siècles, Ifriqiya) par la mise en évidence de différences de texture au niveau de l'interface glaçure - terre cuite

Ayed Ben Amara, Max Schvoerer, Gisela Thierrin-Michael et Mourad Rammah

Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/archeosciences/458>

DOI : 10.4000/archeosciences.458

ISBN : 978-2-7535-1594-9

ISSN : 2104-3728

Éditeur

Presses universitaires de Rennes

Édition imprimée

Date de publication : 31 décembre 2005

Pagination : 35-42

ISSN : 1960-1360

Référence électronique

Ayed Ben Amara, Max Schvoerer, Gisela Thierrin-Michael et Mourad Rammah, « Distinction de céramiques glaçurées aghlabides ou fatimides (IX^e- XI^e siècles, Ifriqiya) par la mise en évidence de différences de texture au niveau de l'interface glaçure - terre cuite », *ArcheoSciences* [En ligne], 29 | 2005, mis en ligne le 31 décembre 2007, consulté le 28 janvier 2022. URL : <http://journals.openedition.org/archeosciences/458> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/archeosciences.458>

Distinction de céramiques glaçurées aghlabides ou fatimides (IXe- XIe siècles, Ifriqiya) par la mise en évidence de différences de texture au niveau de l'interface glaçure - terre cuite

Ayed BEN AMARA*, Max SCHVOERER*, Gisela THIERRIN-MICHAEL** et Mourad RAMMAH***

Résumé : L'insuffisance des critères typologiques ou iconographiques permettant de distinguer les productions ifriqiyennes de céramique glaçurée à décor vert-et-brun de Raqqada (IXe-Xe, période aghlabide) et Sabra Mansouriya (Xe-XIe, période fatimide), très proches dans le temps et dans l'espace, nécessite l'obtention de données physiques. L'étude des supports céramiques a montré une grande similitude des caractéristiques pétrographiques (pour 45 échantillons) et des compositions élémentaires et cristallographiques. Il en est de même des compositions élémentaires des glaçures plombifères. Les colorants «classiques» ont été utilisés : fer (Fe^{3+}) pour la glaçure jaune, cuivre (Cu^{2+}) pour le décor vert ou manganèse (Mn^{3+}) pour le décor brun. L'examen de la texture de l'interface glaçure/terre cuite, en microscopie électronique à balayage, a permis de déceler un indice reproductible et distinctif des deux productions : pour les échantillons de Sabra Mansouriya, son épaisseur est systématiquement plus importante que celle de Raqqada ($> 100 \mu\text{m}$ contre $< 20 \mu\text{m}$). Cette différence observée sur les 9 échantillons étudiés, pris au hasard parmi des centaines disponibles, semble traduire l'application du mélange glaçant sur un support «cru» (cuisson unique) pour les échantillons de Sabra Mansouriya et sur un support préalablement cuit pour Raqqada (double cuisson). Dans ces conditions et sous réserves d'analyses supplémentaires, c'est le nombre de cuissons et ses conséquences sur la texture de l'interface glaçure-terre cuite, qui semble permettre de distinguer ces deux productions.

Abstract : Because typological and iconographic data are insufficient to distinguish Aghlabid and Fatimid production centres of green-and-brown-decorated glazed ceramics from Raqqada (IXth-Xth c.) and Sabra Mansouriya (Xth-XIth c.) in Ifriqiya (Tunisia), we tried to differentiate these productions by physical properties. Both centres are geographically close: Raqqada is located 9 km south-west and Sabra Mansouriya 1.5 km south-east from Kairouan. The comparative study of samples from Raqqada ($n=25$) and from Sabra Mansouriya ($n=20$) revealed great similarities concerning the petrographical characteristics, the chemical and mineralogical compositions of the calcareous ceramic bodies as well as the chemical compositions of the lead glazes. The same traditional colouring agents were used: iron (Fe^{3+}), copper (Cu^{2+}) and manganese (Mn^{3+}) respectively for the yellow glaze and the green and brown decorations. The study, by scanning electron microscopy, of the interface glaze/body texture of a random sample of 9 specimens allowed to distinguish the two productions: the interface zones of the samples from Sabra Mansouriya (more than $100 \mu\text{m}$) is definitely thicker than those from Raqqada (less than $20 \mu\text{m}$). These variations are thought to reflect the application of the glazing mixture on the unfired body (single firing) for the Sabra Mansouriya samples and on the already-fired body for those from Raqqada (double firing). As a conclusion, the techniques and materials used for the manufacture of green-and-brown-decorated glazed ceramics from Raqqada and Sabra Mansouriya appear to be quite similar and the only outstanding difference would be the number of firings.

Mots-clés : Céramique glaçurée, interface glaçure-terre cuite, Ifriqiya, Raqqada, Sabra Mansouriya, IXe - XIe siècles.

Key-words : Glazed ceramic, glaze-body interface, Ifriqiya, Raqqada, Sabra Mansouriya, IXth-XIth c.

1. Problématique - objectif

En Tunisie, les fouilles archéologiques des sites de Raqqada (IXe-Xe siècles) et de Sabra Mansouriya (Xe-XIe siècles) (fig. 1) ont livré du matériel céramique qui comporte une production à décor vert-et-brun. Les données typologiques et iconographiques ne permettent pas pour l'instant d'effectuer la distinction entre les productions de ces deux sites voisins consécutifs dans le temps et on s'interroge alors sur l'éventualité de le faire à l'aide

de données physiques. On s'intéresse à une éventuelle filiation technologique de la production «vert et brun» de Raqqada (capitale de la dynastie aghlabide), antérieure dans le temps, à celle d'échantillons de Sabra Mansouriya (capitale de la dynastie fatimide à Ifriqiya).

Pour atteindre cet objectif, une comparaison des caractéristiques de texture et de composition a été réalisée entre les céramiques glaçurées à décor vert et brun de Sabra Mansouriya et celles de Raqqada. Précisons qu'une partie des données physiques relatives à la céramique

* Centre de Recherche en Physique Appliquée à l'Archéologie, Université Bordeaux 3/CNRS (IRAMAT-UMR5060) – Maison de l'Archéologie, 33607 PESSAC Cedex, France. ayed.ben-amara@u-bordeaux3.fr et schvoerer@u-bordeaux3.fr

** Université de Fribourg, Département des Géosciences, Minéralogie et Pétrographie, Pérolles, CH-1700 - FRIBOURG, Suisse. gisela.thierrin-michael@unifr.ch

*** Direction du Patrimoine de la ville de Kairouan, Institut National du Patrimoine, 4, Place du Château, TUNIS, Tunisie. MedMehdi.Magdoud@fshk.mu.tn

Figure 1 : Situation des sites de Raqqada (capitale de la dynastie des Aghlabides) et de Sabra Mansouriya (capitale de la dynastie des Fatimides) aux environs de la ville de Kairouan (Tunisie).

Figure 1: Position of Raqqada (capital of the Aghlabid dynasty) and of Sabra Mansouriya (capital of the Fatimid dynasty) around the town of Kairouan (Tunisia).

glacurée à décor vert-et-brun de Raqqada a donné lieu à une note (Ben Amara *et al.*, 2001).

2. Raqqada et Sabra Mansouriya : données générales

2.1. Historique

La cité princière de Raqqada fut fondée par les Aghlabides en 876 de notre ère à 9 km au sud-ouest de Kairouan (Tunisie). Cette opulente cité fut édifiée par l'émir Ibrâhim ibn Ahmad qui y éleva un somptueux palais appelé Qasr al-Fath (le palais de la Victoire). Dès lors la ville ne cessa de se développer et de nombreux palais tel que le Qasr al-Sahn (le palais de la cour) furent construits, ainsi qu'une grande mosquée, des bains, des caravansérails et des souks (Rammah, 1994). Après la fondation du Mahdia en 921 (fig. 1), la ville tomba dans une profonde léthargie. Raqqada se serait alors transformée en banlieue résidentielle ayant perdu toute importance économique et politique. La ville fut complètement dévastée et pillée par les invasions hilaliennes en 1060 (Rammah, 1994).

Par ailleurs, la ville de Sabra Mansouriya fut créée en 947 par le calife fatimide Al-Mansour. Elle se situe à 1,5 km au sud-est du centre de Kairouan. Elle fut construite selon un plan de forme circulaire, à l'image de Bagdad, la capitale des Abbassides et défendue par un mur en pisé épais de cinq mètres. Plusieurs palais furent édifiés, dont le plus grandiose était le Qasr al-Bahr (le château de la mer) (Daoulatli, 1995a). Après sa destruction, causée par les invasions hilaliennes en 1060, Sabra a servi de «carrière de briques» pour la reconstruction de la ville de Kairouan (Zbiss, 1956).

2.2. Les fouilles archéologiques

Ce n'est qu'en 1962 qu'ont été menées les premières campagnes de fouilles de la ville de Raqqada qui se sont prolongées, de façon intermittente, jusqu'en 1988 (Chabbi, 1968). Ces fouilles ont livré, entre autres, des

centaines d'objets en céramique et des milliers de tessons d'une céramique commune désignée par sa couleur «jaune de Raqqada», très typique de l'époque aghlabide sur laquelle les motifs bruns et verts se détachent (Daoulatli, 1994, 1995b). Les fouilles n'ont pas permis de repérer le quartier des potiers de Raqqada mais les archéologues sont unanimes sur le fait qu'elle fut un centre de production (Daoulatli, 1980 ; Louhichi, 1993 ; Rammah, 1994).

En ce qui concerne le site de Sabra Mansouriya, des fouilles archéologiques entreprises à partir de 1921, puis en 1951 et pendant les années 1970 (Mrabet, 1997) n'ont livré que peu de structures architecturales mais beaucoup de matériel : céramique, verre, stuc, qui témoignent d'un grand raffinement artistique (Zbiss, 1956 ; Daoulatli, 1995a). Sabra est considérée également par les archéologues comme un centre de production de céramique (Daoulatli, 1980). On note la mise au jour de vestiges d'un four en 1973 à Sabra Mansouriya, malheureusement sans aucune précision ni données bibliographiques (Soustiel, 1985).

2.3. Le matériel céramique

Ce qui caractérise la céramique «jaune de Raqqada», en plus de sa couleur jaune très spécifique, c'est l'ordonnance générale du décor et l'utilisation de motifs de remplissage qui rappellent l'héritage berbère ; les décors rayonnants remplis de hachures ou de lignes brisées, ainsi que les motifs ciliés, les damiers, les losanges et même quelques figures anthropomorphes stylisées rappellent les décors berbères (Daoulatli, 1994, 1995b). Cette céramique se distingue également par l'utilisation du motif de l'autruche ou de l'oiseau stylisé dont l'apparition au IX^e siècle serait due à une influence locale berbère (Daoulatli, 1995c). On note aussi l'utilisation de l'épigraphie, essentiellement à travers l'emploi répétitif des formules al-mulku lillah (le règne de Dieu) ou al-mulk tout court (Daoulatli, 1995a). Selon Daoulatli (1994), cette production s'est éteinte au début du Xe siècle pour laisser place, avec l'arrivée des Fatimides (909 - 973), à une vaisselle d'esprit plus oriental, plus luxueuse aussi, à reflets métalliques ou à fond blanc stannifère et décor vert, jaune et brun.

La céramique glacurée à décor vert et brun de Sabra Mansouriya présente une certaine continuité avec la céramique aghlabide de Raqqada (Mouliérac, 1995 ; Rammah, 1995). Les mêmes couleurs et formes florales sont reconduites bien que le décor paraisse moins fourni qu'à l'époque antérieure. La céramique de Sabra Mansouriya présente cependant certaines transformations en rapport avec les développements techniques et l'évolution artistique. Une nouvelle couleur est introduite, le bleu turquoise, ainsi qu'un vert plus clair (Mouliérac, 1995 ; Rammah, 1995).

3. Présentation du matériel

Les échantillons examinés proviennent respectivement des dépôts archéologiques de Raqqada et de Sabra Mansouriya situés sur chaque site. Dans le cadre de ce travail,

25 tessons de céramique glaçurée de Raqqada (référéncés BDX 5054, 5055, 5057, 5058, 5502, 5512, 6438 à 6447, 6627 à 6631 et 6636 à 6639) et 20 échantillons de Sabra Mansouriya (BDX 5521, 5524, 5063, 5064, 5066, 5067 et 6640 à 6652) ont été considérés. Ces tessons ont été confiés au laboratoire de Bordeaux par le Dr Abdelaziz Daoulati, alors Directeur de l'institut National du Patrimoine, et Dr Mourad Rammah, Directeur des Musées de Kairouan. Ils sont recouverts d'une glaçure jaune sur les deux faces. Ils portent des décors vert et brun de style variable (géométrique, végétal, zoomorphe et calligraphique) sur la face interne ou sur les deux faces. Globalement, la couleur des terres cuites est jaune clair.

Des analyses pétrographiques de la terre cuite ont été effectuées sur ces 45 échantillons à l'Université de Fribourg. Sur neuf d'entre eux, cinq de Raqqada et quatre de Sabra Mansouriya (fig. 2), nous avons procédé, à l'Université de Bordeaux 3, à une analyse exhaustive : texture et compositions de la glaçure, des décors et de la terre cuite.

4. Méthodologie et caractéristiques physiques recherchées

La description de la texture et des états de surface a été effectuée au moyen d'une loupe binoculaire et en microscopie de polarisation et microscopie électronique à balayage. L'analyse pétrographique des supports céramiques par microscopie de polarisation permet la description de la texture et l'identification des inclusions. Les observations en microscopie électronique à balayage (JEOL JSM 820) ont été réalisées sur lame épaisse prélevée par sciage, perpendiculairement à la surface des échantillons.

Les compositions élémentaires de la glaçure, des décors et de la terre cuite ont été déterminées par spectrométrie de rayons X en dispersion d'énergie sur un système Link AN 10000, couplé à un microscope électronique à balayage (JEOL, JSM 820). L'analyse porte sur cinq

zones distinctes d'environ 1,08 mm x 0,88 mm pour la terre cuite et 36 µm x 28 µm pour la glaçure et les décors. L'analyse quantitative a été réalisée à partir des standards de la société Oxford Instruments (Fremont, USA) constitués de métaux, de composés de synthèse et de minéraux naturels. Conformément à l'usage, les teneurs sont exprimées en pourcentages pondéraux d'oxydes. Elles représentent la moyenne de cinq mesures.

Les phases minéralogiques présentes dans la terre cuite ont été identifiées par diffraction de rayons X à l'aide d'un diffractomètre de poudre (Siemens, Krystalloflex D500 à anticathode de cuivre) ; le domaine angulaire exploré est compris entre 5° et 60° (pour 2θ) et les raies des diffractogrammes obtenus sont attribuées par comparaison avec les données des fiches de référence A.S.T.M. (American Society for Testing and Materials).

5. Résultats expérimentaux et discussion

5.1. Comparaison des terres cuites

5.1.1. Étude pétrographique

Pour les 25 échantillons de Raqqada, on constate que 23 échantillons contiennent :

- des inclusions aplastiques constituées majoritairement de grains de quartz monocristallins et en moindre partie de grains de carbonates décomposés et de plagioclases (fig. 3),
- des grains grossiers (diamètre proche du maximal) généralement arrondis. Le diamètre des plus gros grains par lame est compris entre 0,4 mm et 2,3 mm autour d'une moyenne de 0,78 mm,
- une matrice en général isotrope (polariseurs croisés), de couleur jaune-brune (polariseurs parallèles) ; parfois des grains de minéraux carbonatés submicroscopiques sont dispersés ou concentrés autour des pores.

Figure 2 : Planche montrant les tessons de céramique glaçurée, cinq de Raqqada (face interne) et quatre de Sabra Mansouriya (face externe) qui ont été analysés de manière exhaustive. On distingue un oiseau stylisé sur la face interne de l'échantillon BDX 5054.

Figure 2: Board of the glazed ceramics shards, five of Raqqada (internal face) and four of Sabra Mansouriya (external face). One distinguishes a bird on the internal face of the sample BDX 5054.

Figure 3 : Raqqada (Tunisie). Image en lumière polarisée analysée du support céramique de l'échantillon BDX 5054. Les inclusions sont constituées majoritairement de grains de quartz monocristallins et dans une moindre mesure de grains de carbonates décomposés et de plagioclases. Cette composition est représentative de la céramique de Raqqada (23 sur 25 échantillons). Zone observée : 3,75 x 2,44 mm.

Figure 3: Raqqada (Tunisia). Cross-polarized light image of the body of the sample BDX 5054. Inclusions are mainly made up of single-crystal quartz and some carbonate grains and plagioclases. This composition is representative of Raqqada samples (in 23 cases out of 25). Observed area: 3.75 x 2.44 mm.

Les deux autres échantillons (BDX 6628 et BDX 6636) se distinguent de cet ensemble :

- dans l'échantillon BDX 6636, les inclusions silicatées fines sont peu nombreuses et l'on remarque d'innombrables pores très fins bordés de calcite témoignant de la présence d'inclusions de carbonate partiellement recristallisé (fig. 4),

- dans l'échantillon BDX 6628, la proportion des grains de carbonates est supérieure à celle contenue dans les autres échantillons.

En ce qui concerne les 20 tessons de Sabra Mansouriya, l'étude pétrographique a montré que 17 échantillons possèdent des caractéristiques semblables à l'ensemble majoritaire de Raqqada (fig. 5). La granulométrie présente des variations similaires ; le diamètre du grain le plus gros, par lame, varie entre 0,55 mm et 2,6 mm, avec une moyenne de 0,88 mm. Pour les trois autres tessons (BDX 5524, BDX 6648 et BDX 6650) on constate que :

Figure 4 : Raqqada (Tunisie). Image en lumière polarisée analysée de la terre cuite de l'échantillon BDX 6636, tesson différent de la majorité des échantillons de Raqqada par la dimension et le nombre plus faibles des inclusions silicatées. Zone observée : 3,75 x 2,44 mm.

Figure 4: Raqqada (Tunisia). Cross-polarized light image of BDX 6636 body. This sample is different of the others Raqqada shards by the lower dimension and number of silicates inclusions. Observed area: 3.75 x 2.44 mm.

- l'échantillon BDX 6650 s'apparente à l'échantillon de Raqqada BDX 6628 ; il est riche en grains de carbonates (fig. 6),

- les deux échantillons BDX 5524 et BDX 6648 se distinguent d'une part par la pauvreté en inclusions et d'autre part par une matrice brun-rouge opaque. Ils s'apparentent à l'échantillon BDX 6636 de Raqqada, mais ne contiennent pas de calcite recristallisée.

Tous les échantillons possèdent des inclusions de même nature ; c'est la proportion des composants qui varie. Ces inclusions minérales sont très courantes et leur présence n'est pas spécifique d'une région. En l'absence de caractéristiques régionales distinctives, il est difficile de se prononcer sur l'hypothèse d'une importation pour les échantillons qui se séparent des groupes majoritaires ; en effet, ces échantillons contiennent qualitativement les mêmes inclusions que ceux des groupes majoritaires. Ces données ne permettent pas d'exclure l'hypothèse d'une production locale ni d'appuyer de manière décisive l'hypothèse d'une importation.

Figure 5 : Sabra Mansouriya (Tunisie). Image en lumière polarisée analysée du support céramique de l'échantillon BDX 5064. Elle est représentative des céramiques de Sabra Mansouriya et très semblable à la majorité des tessons de Raqqada. Dimensions de la zone observée : 3,75 x 2,44 mm.

Figure 5: Sabra Mansouriya (Tunisia). Analyzed polarized light image of BDX 5064 body. This sample is representative of Sabra Mansouriya bodies and it's very similar to the majority of the Raqqada shards. Observed area: 3.75 x 2.44 mm.

Figure 6 : Sabra Mansouriya (Tunisie). Image en lumière polarisée analysée du support céramique de l'échantillon BDX 6650, riche en carbonates comme l'échantillon de Raqqada BDX 6628. Zone observée : 3,75 x 2,51 mm.

Figure 6: Sabra Mansouriya (Tunisia). Analyzed polarized light image of BDX 6650 body. This sample is rich in carbonate like the sample BDX 6628 (Raqqada). Observed area: 3.75 x 2.51 mm.

Dans les ensembles majoritaires, les variations granulométriques sont assez grandes, tant au niveau des dimensions des grains qu'au niveau de leur fréquence. Les variations de fréquence sont aussi grandes à l'intérieur de l'échantillonnage de chaque site qu'entre les deux échantillonnages. Les variations granulométriques contrôlées à l'aide d'un paramètre, le diamètre du grain le plus grand dans chaque lame, couvrent des intervalles comparables pour les deux sites ; la différence est insignifiante entre les échantillons des deux sites. Ainsi, l'uniformité des ensembles s'étend aussi à la granulométrie.

L'homogénéité de la nature des inclusions de l'ensemble des échantillons de Raqqada et de Sabra Mansouriya pourrait traduire l'utilisation, dans ces deux centres de production du même type d'argile et du même mode préparatoire. Les ensembles majoritaires peuvent être considérés comme des références de ces productions. On note que la matrice de la majorité des tessons est isotrope montrant de ce fait que les températures de cuisson ont sans doute dépassé 900°C.

En résumé, cette première caractérisation a permis de mettre en évidence l'identité pétrographique des céramiques glaçurées à décor vert et brun de Raqqada et de Sabra Mansouriya. Les critères pétrographiques seuls ne permettent donc pas de distinguer les productions de ces centres. Compte tenu de ces résultats et de l'homogénéité géologique probable des argiles de la région de Kairouan (Louhichi, 1993), on peut supposer l'utilisation des mêmes matières premières pour la fabrication du support céramique.

5.1.2. Compositions chimiques et minéralogiques

Les compositions chimiques des pâtes des échantillons de Raqqada et de Sabra Mansouriya sont très semblables (fig. 7, tableau 1). Il s'agit de pâtes calcaires dont la teneur en calcium, exprimée en CaO, est comprise entre 18,5 et 23,7 % pour Sabra Mansouriya et entre 15,9 et 20,6 % pour Raqqada.

Pour les deux centres, la diffraction de rayons X a permis de déceler, outre le quartz (SiO_2), la présence variable des phases dites de cuisson (Maggetti, 1980), gehlénite ($\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$), diopside ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$) et anorthite

($\text{CaSi}_2\text{Al}_2\text{O}_8$), ce qui suppose une température de cuisson aux alentours de 900 à 950°C (Peters et Iberg, 1978).

La coloration globalement jaune des terres cuites est corrélée à leur teneur en calcium. En effet, le fer, présent dans les supports à des teneurs moyennes de 4,8 et 5,3 % en Fe_2O_3 , respectivement dans les tessons provenant de Sabra Mansouriya et de Raqqada, a été piégé dans les phases de cuisson, la diopside en particulier (Maniatis *et al.*, 1983).

5.2. Comparaison des compositions des glaçures et des décors

Dans les glaçures, les teneurs en plomb, exprimées en PbO, varient entre 43,0 et 53,0 % pour Raqqada et 47,5 et 54,8 % pour Sabra Mansouriya (tableau 2). La teneur en alcalins ne dépasse pas 4 % dans les deux cas (en % massique de Na_2O et K_2O). En conclusion, les analyses élémentaires montrent que les glaçures transparentes des

Figure 7 : Histogramme des compositions chimiques des terres cuites des échantillons de Raqqada et de Sabra Mansouriya (pour les données numériques des analyses élémentaires des échantillons de Raqqada voir Ben Amara *et al.*, 2001).

Figure 7: Histogram of the chemical compositions of the ceramic bodies of the Raqqada and Sabra Mansouriya samples (for the numerical data of the Raqqada samples analysis see Ben Amara and *al.*, 2001).

Oxydes	BDX 5063	BDX 5067	BDX 5521	BDX 5522
SiO_2	59,79 ± 0,65	59,15 ± 1,55	57,02 ± 1,41	57,26 ± 2,67
Al_2O_3	11,51 ± 0,29	11,81 ± 0,72	12,58 ± 0,8	10,45 ± 0,38
CaO	18,46 ± 0,51	19,28 ± 0,74	19,36 ± 0,79	23,74 ± 1,18
MgO	2,08 ± 0,11	1,98 ± 0,1	2,13 ± 0,13	1,76 ± 0,08
Na_2O	1,9 ± 0,25	1,52 ± 0,21	1,49 ± 0,25	1,37 ± 0,27
K_2O	0,55 ± 0,1	0,65 ± 0,06	nd	nd
Fe_2O_3	4,54 ± 0,29	4,31 ± 0,18	6,01 ± 0,15	4,43 ± 0,2
TiO_2	0,52 ± 0,15	0,56 ± 0,05	0,77 ± 0,01	nd
P_2O_5	nd	nd	nd	nd
Cl	0,32 ± 0,06	0,34 ± 0,07	0,28 ± 0,01	0,69 ± 0,13
S	0,32 ± 0,1	0,39 ± 0,09	0,35 ± 0,05	0,31 ± 0,12
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Tableau 1 : Composition chimique des supports céramiques des échantillons de Sabra Mansouriya (nd : non détecté).

Table 1: Chemical composition of the ceramic bodies of Sabra Mansouriya samples (nd: not detected).

Oxydes	BDX 5063	BDX 5067	BDX 5521	BDX 5522
SiO ₂	40,39 ± 1,89	40,51 ± 1,13	38,53 ± 1,55	35,82 ± 1,58
Al ₂ O ₃	2,43 ± 0,21	1,45 ± 0,14	3,22 ± 0,36	2,12 ± 0,26
CaO	2,48 ± 0,24	0,45 ± 0,14	1,83 ± 0,17	2,38 ± 0,55
MgO	0,42 ± 0,08	0,34 ± 0,13	0,43 ± 0,04	0,48 ± 0,13
Na ₂ O	1,47 ± 0,12	1,27 ± 0,17	1,63 ± 0,20	0,51 ± 0,06
K ₂ O	2,39 ± 0,20	2,26 ± 0,13	2,04 ± 0,23	0,89 ± 0,10
PbO	47,48 ± 2,08	49,71 ± 1,61	49,34 ± 1,39	54,84 ± 1,15
SnO ₂	nd	nd	nd	nd
Fe ₂ O ₃	2,24 ± 0,41	2,69 ± 0,30	1,87 ± 0,24	1,67 ± 0,23
TiO ₂	nd	nd	nd	nd
P ₂ O ₅	nd	nd	nd	nd
Cl	0,70 ± 0,12	0,92 ± 0,14	0,62 ± 0,09	1,28 ± 0,05
S	nd	0,39 ± 0,09	0,50 ± 0,08	nd
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Tableau 2 : Composition chimique de la glaçure jaune (face externe) des échantillons de Sabra Mansouriya (nd : non détecté).

Table 2: Chemical composition of the yellow glaze (external face) of Sabra Mansouriya samples (nd: not detected).

échantillons de Sabra Mansouriya sont plombifères et similaires à celles de Raqqada (fig. 8).

La coloration jaune des glaçures est liée essentiellement à la présence de fer (Fe³⁺) dans la glaçure à des teneurs moyennes de 2,1 et 2,3 % en Fe₂O₃ respectivement dans les 9 échantillons provenant de Sabra Mansouriya et de Raqqada (Ben Amara *et al.*, 2001). Comme dans les céramiques de Raqqada, les décors vert et brun des échantillons de Sabra Mansouriya sont corrélés, de manière classique, respectivement à la présence de cuivre (Cu²⁺) et de manganèse (Mn³⁺). On remarque que les teneurs moyennes en cuivre, exprimées en CuO, sont sensiblement plus élevées dans les échantillons de Sabra Mansouriya : 3,56 ± 0,06 % par rapport à 2,10 ± 0,86 % dans ceux de Raqqada. Cette différence expliquerait le fait que les décors verts de Sabra Mansouriya soient plus foncés. Ce résultat est en accord avec les considérations déduites d'observations visuelles de l'un d'entre nous (R.M.). Cette différence n'est pas suffisante pour

distinguer ces productions en raison d'une part du mode d'application des décors, probablement au pinceau, qui ne permet pas de déposer la même quantité de matière colorante et d'autre part, par la diffusion des décors dans la glaçure plombifère. En dehors du silicium et du plomb, les teneurs des autres éléments ne sont pas très élevées, notamment de l'aluminium. Ceci suggère que le mélange glaçant est globalement à base de silice et d'un minerai de plomb, probablement de la galène (PbS), étant donné son abondance dans la nature (Dud's, Rejl, 1989). Notons que les compositions de la glaçure sur les deux faces des tessons sont très proches ce qui permet d'envisager l'immersion dans le même mélange glaçant.

5.3. Examen de la texture en microscopie électronique à balayage

L'observation en microscopie électronique à balayage de sections perpendiculaires à la surface des tessons montre que les glaçures de 4 échantillons de Sabra (fig. 9) sont moins épaisses que celles 5 de Raqqada (fig. 10) ; l'épaisseur moyenne des glaçures est de 70 µm à Sabra Mansouriya et de 160 µm à Raqqada. Quelques cristaux non fondus, identifiés comme des quartz ont été décelés dans les glaçures.

À l'interface glaçure/terre cuite, on constate pour tous les échantillons la présence de cristaux de néoformation. Leurs dimensions ne dépassent pas 5 µm, ce qui peut être lié à deux paramètres, le temps de refroidissement (rapide) ou la composition locale en éléments qui participent à la cristallisation (germes) (Raffaillac-Desfosse, 1994). On constate une différence notable de l'épaisseur des zones d'interface :

- supérieure à 100 µm pour les échantillons de Sabra Mansouriya (fig. 9),
- et inférieure à 20 µm pour ceux de Raqqada (fig. 10).

La formation de la zone d'interface résulte de l'interaction entre la glaçure et la terre cuite. Plusieurs paramètres interviennent dans cette interaction notamment, la composition du mélange glaçant, la nature du support (composition et aspect cru ou cuit) et le protocole de cuisson (Tite *et al.*, 1998 ; Molera *et al.*, 2001 ; Ben

Figure 8 : Histogramme des compositions élémentaires des glaçures (face externe) des échantillons de Raqqada et de Sabra Mansouriya (pour les données numériques des analyses élémentaires des échantillons de Raqqada voir Ben Amara *et al.*, 2001).

Figure 8: Histogram of the chemical compositions of the glazes of the Raqqada and Sabra Mansouriya samples (for the numerical data of the Raqqada samples analysis see Ben Amara *et al.*, 2001).

Figure 9 : Sabra Mansouriya (Tunisie). Images en microscopie électronique à balayage, en mode électrons rétrodiffusés, de l'ensemble glaçure/terre cuite de l'échantillon BDX 5522. Nous constatons que l'épaisseur moyenne de la zone d'interface, de contraste plus clair que la terre cuite, est voisine de 100 µm (b). Nous remarquons que la glaçure a diffusé à l'intérieur de la terre cuite (a, flèche blanche).

Figure 9: Sabra Mansouriya (Tunisia). SEM-BSE images of the glaze-body interface of the sample BDX 5522. We note that the average thickness of the interface is about 100 µm (b). We notice that the glaze diffused in the body (a, white arrow).

Figure 10 : Raqqada (Tunisie). Observation en microscopie électronique à balayage, en mode électrons rétrodiffusés, de l'ensemble glaçure/terre cuite de l'échantillon BDX 5512. On constate la présence de quelques cristaux non fondus de quartz dans la glaçure (gris). L'épaisseur de la zone d'interface est très faible par rapport à l'échantillon précédent (ne dépasse pas 20 µm).

Fig. 10: Raqqada (Tunisia). SEM-BSE image of the glaze-body interface of the sample BDX 5512. One notes the presence of some quartz crystals in the glaze (grey). The thickness of the interface is very low compared to the preceding sample (does not exceed 20 µm).

Amara, 2002). Toutefois, pour les échantillons de Sabra Mansouriya et de Raqqada, il a été établi que leurs compositions chimiques (glaçures et supports céramiques) sont très proches, de même que les températures de cuisson. Il semble alors que la différence constatée entre les épaisseurs des zones d'interface soit due au mode d'application du mélange glaçant (Ben Amara, 2002). Nous estimons qu'il est vraisemblable que le mélange glaçant a été appliqué sur support cru pour les échantillons

de Sabra Mansouriya (interface épaisse) et plutôt sur un support préalablement cuit pour ceux de Raqqada (interface peu épaisse).

6. Bilan

L'étude physique comparative menée entre les céramiques glaçurées à décor vert et brun de deux centres de productions voisins dans l'espace et le temps, Raqqada et Sabra Mansouriya, avait pour objectif de rechercher d'éventuels éléments susceptibles de distinguer ces céramiques.

Globalement, les analyses effectuées ont permis de souligner la ressemblance des productions de Raqqada et de celles de Sabra Mansouriya. L'étude en microscopie électronique à balayage de la texture de l'ensemble glaçure/support céramique de 9 échantillons pris au hasard parmi les centaines disponibles, a cependant permis de constater une différence notable dans l'épaisseur des zones d'interface entre les échantillons de Sabra Mansouriya (supérieure à 100 µm) et ceux de Raqqada (inférieure à 20 µm). Ces écarts pourraient traduire l'application du mélange glaçant sur support cru (cuisson unique) pour les échantillons de Sabra Mansouriya, et sur support préalablement cuit pour ceux de Raqqada (double cuisson). L'utilisation d'une double cuisson pour les échantillons de Raqqada, donc d'une meilleure maîtrise de la cuisson de la glaçure et des décors pourrait expliquer la finesse des décors qui diffusent moins que dans la plupart des céramiques glaçurées de Sabra Mansouriya.

En résumé, il s'avère que les techniques et les matériaux utilisés pour la fabrication des céramiques glaçurées à décor vert et brun dans les centres sont similaires et que la seule différence notable serait le nombre de cuisson, qui serait lié à des raisons économiques. On peut parler alors d'une continuité technologique entre la période aghlabide et la période fatimide.

7. Références

- BEN AMARA, A., SCHVOERER, M., DAOULATLI, A., RAMMAH, M., 2001** - "Jaune de Raqqada" et autres coulours de céramiques glaçurées aghlabides de Tunisie (IX^e - X^e siècles). *Revue d'Archéométrie*, 25 : 179-186.
- BEN AMARA, A., 2002** - *Céramiques glaçurées de l'espace méditerranéen (IX^e - XVII^e siècles) : matériaux, techniques et altération*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 3, France.
- CHABBI, M. M., 1968** - Rapport préliminaire sur les fouilles de Raqqada. *Africa*, 3 : 388-392 (version arabe).
- DAOULATLI, A., 1980** - La céramique ifriqiyenne du IX^e au XV^e siècle. In *Actes des Colloques Internationaux C.N.R.S. : La céramique médiévale en Méditerranée Occidentale*, n°584. C.N.R.S., France, 197-201.
- DAOULATLI, A., 1994** - Le IX^e siècle : le jaune de Raqqada, In *Couleurs de Tunisie : 25 siècles de céramique*. Société Nouvelle Adam-Biro, Paris, 95-96.
- DAOULATLI, A., 1995a** - La Tunisie arabo-musulmane au Moyen Âge. In *Tunisie, un patrimoine inédit*. Amateur, France, 65-73.
- DAOULATLI, A., 1995b** - La céramique médiévale en Tunisie : état de recherche (IX^e-XV^e siècles), *Africa*, 13 : 189-195.
- DAOULATLI, A., 1995c** - La production vert et brun en Tunisie du IX^e au XII^e siècle : étude historique et stylistique. In *Le vert et le brun de Kairouan à Avignon : céramiques du X^e au XV^e siècle*. Réunion des Musées Nationaux, Paris, 69-71.
- ĐUD'S, R., REJL, L., 1989** - *La grande encyclopédie des minéraux*. Gründ, Paris, 94.
- LOUHICHI, A., 1993** - Un échantillonnage de céramique d'époque médiévale de Qairawan : exemple d'application de recherches archéologiques et de laboratoire. *Africa*, 11-12 : 258-276.
- MAGGETTI, M., 1980** - Composition of Roman Pottery from Lousonna (Switzerland). *British Museum Occasional Paper*, 19 : 33-49.
- MANIATIS, Y., SIMOPOULOS, A., KOSTIKAS, A., PERDIKATIS, V., 1983** - Effect of reducing atmosphere on minerals and iron oxides developed in fired clays: the role of Ca. *Journal of the American Ceramic Society*, 66, (11): 773-781.
- MRABET, A., 1997** - Introduction à l'étude de la céramique architecturale d'Ifriqiya : état de la question. In *Actes du 6^e congrès la céramique médiévale en Méditerranée*, Aix-en-Provence, 591-600.
- MOLERA, J., PRADELL, T., SALVADÓ, N., VENDRELL-SAZ, M., 2001** - Interactions between clay bodies and lead glazes. *Journal of the American Ceramic Society*, 84 (5): 1120-28.
- MOULIÉRAC, J., 1995** - Tunisie : la céramique médiévale musulmane du VIII^e au XVI^e siècle. *Revue Céramique et Verre*, 80 : 11-15.
- PETERS, T., IBERG, R., 1978** - Mineralogical changes during firing of calcium-rich brick clays. *American Ceramic Society Bulletin*, 57, (5): 503-509.
- RAFFAILLAC-DESFOSSE, C., 1994** - *Céramiques glaçurées médiévales : recherche de données physiques sur les techniques de fabrication et sur l'altération*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 3, France.
- RAMMAH, M., 1994** - La céramique de Raqqada : IX^e-X^e siècle, In *Couleurs de Tunisie : 25 siècles de céramique*. Société Nouvelle Adam-Biro, Paris, 92-94.
- RAMMAH, M., 1995** - Sabra al-Mansouriya, une cité fatimide. In *Tunisie : un patrimoine inédit*. Amateur, France, 86-90.
- SOUSTIEL, J., 1985** - *La céramique islamique*. Office du livre, Fribourg, 154.
- TITE, M.S., FREESTONE, I., MASON, R., MOLERA, J., VENDRELL-SAZ, M., WOOD, N., 1998** - Lead glazes in antiquity - Methods of production and reasons for use. *Archaeometry*, 40 (2) 241-260.
- ZBISS, S. M., 1956** - Mahdia et Sabra-mansouïriya : nouveaux documents d'art fatimide d'Occident. *Journal Asiatique*, 244 : 79-93.