



Etude physicochimique de quelques échantillons de faïences émaillées datant de l'époque Hafside

Enyssa MEHRZI*, Mohamed MAAOUIA**

Résumé

La présente étude concerne quatre échantillons de faïences émaillées provenant des ruines de Carthage et datés de l'époque des Hafside. Ils nous ont été fournis selon les règles en usage, et après avoir obtenu l'accord préalable des responsables concernés. Notre but était de déterminer quels sont les caractéristiques spécifiques des faïences de cette époque. Les archéologues, qui disposent d'une grande quantité de pièces, s'intéressent habituellement aux formes, à l'usage des céramiques, aux motifs des décors, aux couleurs et aux propriétés physiques des tessons. Dans ce travail, nous nous sommes intéressés particulièrement à l'analyse chimique des biscuits et des émaux. Pour cela, nous avons séparé mécaniquement les tessons argileux des émaux colorés par grattage à l'aide d'une perceuse électrique équipée d'une mèche diamantée. Nous avons effectué ensuite les analyses chimiques de chacune des deux poudres obtenues selon les protocoles analytiques normalisés.

Les résultats montrent que les tessons qui présentent un fond blanc possèdent un email opacifié par l'oxyde d'étain. Les dessins bleus sont obtenus par un mélange d'oxyde de cobalt et d'oxyde de cuivre. Les motifs de couleur aubergine indiquent la présence d'oxyde de manganèse mêlé à l'oxyde de fer. Les résultats obtenus ainsi que les observations sur les couleurs et les motifs de décoration ont été comparés aux analyses déjà publiées par les études antérieures sur les faïences de l'époque aghlabide et fatimide.

Mots-clés : La Céramique émaillée, l'Epoque Hafside, Site de Carthage, Pâte Argileuse, Oxydes.

Abstract

Four samples of archeologic ceramics belonging to the Hafside period (1230 to 1574 A.D) were taken from archeologic site of Carthage. All of the samples are made of red coloured clays on which there are white ground color and blue and eggplant drawings. Chemical analysis of the biscuits and the blue and eggplant colours were accomplished in a specialized laboratory according to the current standards. Results show the use of cobalt and copper oxides to make blue, and manganese and iron oxides to make brown. The white bottom contains stannic oxides. This work is ended by a discussion about the historical periods and the regions in which each of these oxides appeared.

Keywords: Glazed Ceramic, The Hafsid era, Site of Carthage, Clay paste, Oxides.

* Docteure en Science du Patrimoine, Professeure de lycée d'Education Plastique, Laboratoire d'Archéologie et d'Architecture Maghrébines, Faculté des Lettres Arts et Humanités, Université de la Manouba.

** Professeur Universitaire, Ancien Directeur de l'Unité de Recherche de Chimie Minérale appliquée, Université Tunis el Manar.



الملخص

تتناول الدراسة أربعة نماذج من الفخار المطلي من الموقع الأثري بقرطاج والتي يرجع تاريخها إلى العصر الحفصي. أجرينا التحاليل الكيميائية بعد أن قمنا بفصل الفخار ميكانيكياً عن الطلاء باستخدام آلة كهربائية. ثم قمنا بإجراء التحاليل الكيميائية لكل جزء من الجزأين وفق طرق موحدة. أظهرت النتائج أن القطع المدروسة لها طلاء معتم بواسطة أكسيد القصدير. ويتم الحصول على اللون الأزرق بواسطة أكسيد الكوبالت مع حضور نسبة من أكسيد النحاس. ويتم الحصول على اللون الباذنجاني (البنّي) باستعمال أكسيد المنغنيز مخلوطاً بنسب متفاوتة من أكسيد الحديد. وقمنا بمقارنة النتائج التي تم الحصول عليها وكذلك الملاحظات على الألوان والأنماط الزخرفية مع التحليلات التي سبق أن نشرتها دراسات سابقة حول الخزف في فترات سابقة بإفريقية.

الكلمات المفتاحية: الخزف المطلي، العهد الحفصي، موقع قرطاج، العجينة الطينية، الأكاسيد.

Pour citer cet article:

MEHRZI Enyssa et MAAOUIA Mohamed, « Etude physicochimique de quelques échantillons de faïences émaillées datant de l'époque Hafside », *Al-Sabil : Revue d'Histoire, d'Archéologie et d'Architecture Maghrébines* [En ligne], n°17, Année 2024.

URL : <http://www.al-sabil.tn/?p=6266>

Introduction

Plusieurs travaux de recherches archéologiques ont été consacrés à l'histoire des céramiques. Les chercheurs s'accordent à dire que les céramiques sont apparues dans les régions de Mésopotamie, d'Iran et de la Chine. Cette région possédait toutes les matières premières pour fabriquer des céramiques. Ces matières sont les argiles pour la mise en forme des poteries et des faïences, les métaux rares pour la coloration et les combustibles de chauffage pour la cuisson (bois de forêt et les plaques de schiste). C'est ainsi, qu'en Mésopotamie on fabriquait de plaques d'argiles cuites pour rédiger des lettres ou écrire des listes de produits pour les réserves et les comptabilités. La Chine qui avait des gisements de Kaolin a produit les céramiques à pâte blanche qui ont donné lieu par la suite à la fabrication des porcelaines.

Il y eut ensuite une extension lente vers le reste des pays du moyen orient, de l'Afrique du Nord, de l'Espagne et de l'Europe. Les techniques modernes des études archéologiques permettent de faire non seulement les analyses chimiques mais aussi de dater avec précision l'âge du site. En effet, si on trouve dans le même site des objets qui contiennent du carbone issu d'une matière vivante c'est-à-dire appartenant à un animal, végétal ou humain, dans ce cas l'analyse du carbone 14 qui est radioactif et du carbone 12 qui ne l'est pas donne un rapport carbone 14 sur carbone 12 qui diminue selon une courbe connue avec l'âge de l'échantillon. Ce qui permet de dater les échantillons étudiés.

Dans ce travail on s'intéresse à l'évolution de l'art de la céramique pendant l'ère Hafside qui s'étale de 1230-1574 à après J.-C.

Toute cette période s'est distinguée par des flux importants de populations qui sont venus d'abord de la péninsule arabe vers Ifriqiya. Ainsi que des migrations qui ont eu lieu dans les périodes ultérieures vers et depuis l'Andalousie.

Notre étude se base principalement sur les analyses chimiques des céramiques du site de Carthage, ces dernières regroupent aussi bien les tessons que les émaux.

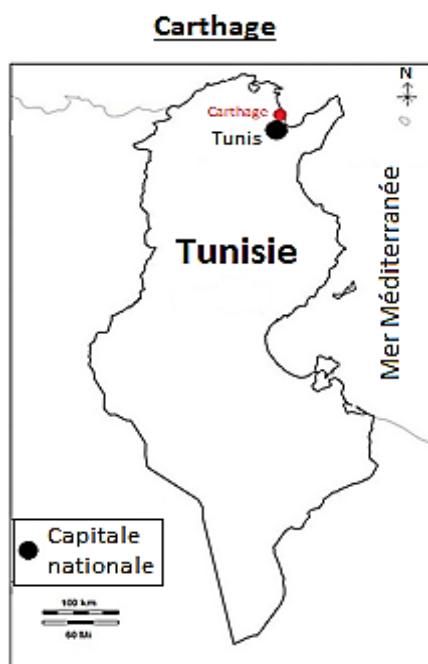


Fig. 1. Site de Carthage.
Source : Enyssa Mehrzi

1. Matériel et techniques

1.1. Choix des échantillons

Les échantillons collectés sont représentés dans le tableau I. Ce sont tous des fragments de pièces d'utilisation courante : deux Bols, Chkala et un plat portant des creux qui peuvent contenir un œuf chacun. Ce dernier, selon François Véronique, servait pour cuire les œufs¹, alors que beaucoup d'anciens archéologues lui attribuer le nom de Chandelier. Toutes ces pièces étudiées proviennent du stock de pièces cassées recueillies sur le site de Carthage qui n'ont pas pu être assemblées pour former des objets d'exposition au public. Suite à des démarches officielles formulées au nom de la faculté des sciences humaines et sociales de Tunis et du laboratoire d'Archéologie et d'Architecture Maghrébines (LAAM) de la Manouba, nous avons eu l'autorisation de l'institut national du patrimoine d'utiliser quatre échantillons pour des travaux scientifiques.



Fig. 2. Echantillon 1.



Fig. 3. Echantillon 2.



Fig. 4. Echantillon 3.

¹ Véronique François, 2020, p. 211-218.



Fig. 5. Echantillon 4.

Source photos et dessins technique : Enyssa Mehrzi.

Tableau I : Origines et Caractéristiques physiques des échantillons étudiés.

Echantillon	1	2	3	4
Origine	Stock de réserve du musée de Carthage			
Site des fouilles	Carthage			
Datation	L'EPOQUE HAFSIDE			
Numéro de référence dans le stock de réserve du musée de Carthage	A 127	1.170	1.822	1.27
Nature de la pièce	Bol	Bol	Plat pour cuire les œufs	Un grand bol (Chkala)
Dimension maximale	Diamètre ouverture 20 cm	Diamètre base 12 cm	44 cm	23,5 cm
Datation	Entre XIII ^e et XIV ^e siècles			
Couleur du fond	Glaçure stannifère			
Couleurs utilisées	Couleur bleu et couleur aubergine sur fond blanc			

1.2. Préparation des échantillons

Analyses du biscuit et de l'émail

Nous avons analysé séparément le biscuit à base d'argile comportant uniquement la terre cuite sans toucher la couche blanche « l'engobe ».

Les émaux et les biscuits à base d'argile des échantillons sont grattés en utilisant une perceuse tournant à 1500 tours par minute et munie d'une mèche diamantée. Ils sont recueillis sous forme de poudre fine. On veille à ce que le tesson argileux ne contamine pas la poudre d'émail.

Le tesson argileux est broyé sans engobe blanche il sera analysé sous l'appellation : analyse du tesson argileux.



1.3. Méthodes d'analyses

Les échantillons ainsi obtenus sont confiés à « Green Lab » qui est un laboratoire spécialisé dans les analyses chimiques. Les échantillons sont analysés en respectant les normes tunisiennes et internationales cités dans les tableaux ci-dessous. Les échantillons sont dissous dans des mélanges d'acides adéquats pour l'analyse de chacun des oxydes recherchés, voir tableau II, les teneurs des différents oxydes sont déterminés à l'aide d'un spectromètre d'émission : ICP (OES) torche à plasma.

Le tableau suivant résume les conditions opératoires :

Tableau II : Normes utilisées et préparations des solutions de dosages pour l'analyse des éléments contenus dans les tessons argileux

Analyse des tessons céramiques

Elément	Dissolution	Acides utilisés	Méthode	Norme
P2O5 MgO K2O S	Double dissolution dans un milieu fermé	HNO3 HClO4	Emission optique ICP	NT 09.193 (2010)
Na2O		HNO3 HClO4	Spectro de flamme	NT 09.65-3 (2006)
Cl	Dissolution 1 Volume d'acide pour 5 Volumes d'eau	HNO3	Chromatographie ionique	ISO10304-1 (2007)

Tableau III : Normes et conditions expérimentales pour l'analyse des éléments contenus dans les émaux

Analyse des émaux

Elément analysé	Dissolution	Acides utilisés	Méthode	Norme
Al, Co, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Sn, Si, Ti	1-Triple dissolution dans un système fermé	Acide Fluorhydrique Acide Nitrique Et Acide Chlorhydrique	Emission optique ICP	NT- 09-193- (2010)
	2-Complexation	Acide Borique		



2. Résultats

2.1. Analyses des tessons (argiles cuites sans engobe et sans émaillage)

Tableau IV : Analyse des tessons 1 à 4
(Valeurs en % massique)

Echantillon	1	2	3	4
SiO ₂	46	43	44	53
Al ₂ O ₃	12	11	11	19
CaO	19	20	23	17
Fe ₂ O ₃	5	4	4	5
MgO	1	1	1	1
K ₂ O	0,5	0,5	0,5	0,5
Na ₂ O	1	1	1	1
S	0,1	0,1	0,1	0,1
TiO ₂	0,5	0,5	0,5	0,5
P ₂ O ₅	0,2	0,2	0,2	0,2
Cl	1	0,05	0,05	0,1
Total	85,4	81,35	85,35	97,4

Tableau V : Analyses des couches du fond ayant une couleur blanche.

Echantillon	1	2	3	4	Valeur moyenne des couches
PbO	25	36	31	21,16	28,3
SiO ₂	45	46	65,35	23,2	44,5
SnO ₂	1,85	0	1	5,02	2,0

Tableau VI : Analyses des émaux ayant la couleur aubergine

Echantillon	1	2	3	4	Valeur moyenne des couches
PbO	40	42,11	25	52,1	39,8
Fe ₂ O ₃	0,59	1,67	3	3,30	2,14
MnO ₂	4,17	0,94	0,68	4,6	2,59
SiO ₂	40	55,28	40,3	40	43,89
ZnO	0	0	0,2	0	0,05

Tableau VII : Analyse du cobalt et du cuivre dans les couches d'émaux de couleur bleue.

Echantillon	1	2	3	4
Co	Valeur moyenne 0,58 %			
Cu	Valeur moyenne 0,22 %			



3. Discussion des résultats

3.1. Analyses des tessons argileux

Les résultats des analyses montrent que les faïences étudiées ont été fabriquées par des argiles communes du type illite et smectites. En effet le taux d'alumine dans les tessons cuits varie de 12 à 19% et celui de la silice à 45 à 50%, il correspond à des argiles de formules générales $4\text{SiO}_2.\text{Al}_2\text{O}_3.(\text{OH})_2$, où chaque feuillet contient deux couches de silice pour une seule couche d'alumine.

Les argiles utilisées sont des argiles brutes contenant des oxydes de fer et du calcaire. Les taux de fer sont élevés, on trouve des valeurs de l'ordre de 5% environ, ce qui donne des tessons colorés en rouge. Rappelons que les argiles du type Kaolin, proches de la formule $2\text{SiO}_2.\text{Al}_2\text{O}_3.4\text{H}_2\text{O}$, ont des taux d'alumine de l'ordre de 28% ou plus, donnent des tessons blancs, le kaolin n'était pas connu en Tunisie à l'époque Hafside, il n'était utilisé qu'en Chine.

Dans les résultats que nous avons trouvés, c'est le taux de CaO qui frappe le plus avec des pourcentages de 17 à 23% alors que CaO est quasiment absent dans les céramiques modernes. Les travaux de Louhichi et al donnent des résultats très proches de ce que nous avons trouvé. Ces chercheurs ont travaillé sur les céramiques de Dougga du XI^e aux XIII^e siècles² et sur un Godet test à glaçure du bas Moyen Age³. Les travaux d'Ayed Amara et al⁴ concernent les céramiques de Rakkada et Sabra Mansouria datant des époques IX^e et X^e siècles. Les résultats qu'ils obtiennent donnent également des valeurs très proches des nôtres, en particulier le CaO.

On peut en conclure aussi que les céramiques, que nous avons analysées, utilisent des argiles qui proviennent soit des mêmes carrières, soit de carrières similaires à celles de Kairouan.

Rappelons que le CaO n'est pas un constituant des feuillets d'argiles quand elles sont pures. La présence de CaO veut dire que l'argile utilisée n'a pas été purifiée par des lavages successifs et des décantations.

3.2. Analyses des Emaux et de la Glaçures blanche opaque

3.2.1. Le bleu cobalt

D'après Yves Porter⁵, la chronologie de l'utilisation du cobalt peut se résumer dans le tableau VIII.

Tableau VIII : Chronologie de l'utilisation du cobalt

Egypte	Type A à partir de 300 ans avant J.-C, Puis Type B a partir de 1000 après J.-C.
Syrie et Mésopotamie	XV ^e siècle avant J.-C 300 avant J.-C (type B) Puis à partir de 1100 jusqu'à nos jours.
Tunisie	Le cobalt apparaît à partir du X ^e siècle après J.-C.

² Naceur Ayed et Adnan Louhichi, 1997, pp. 139-147.

³ Philippe Colomban, Gérard Sagon, Adnan Louhichi, Houssem Binous et Naceur Ayed, 2001, pp. 101-112.

⁴ Ayed Ben Amara, Max Schvoerer, Abdelaziz Daoulali et Mourad Rammah, 2001, p. 179-186.

Ayed Ben Amara, Max Schvoerer, Michael Gisela Thierrin- et Mourad Rammah, 2005, p.35-42.

⁵ Yves Porter, 1997, p. 506.



Le cobalt donne un bleu qui varie entre le bleu foncé et le bleu grisâtre selon la quantité d'oxyde de cobalt. On sait que le cobalt a un pouvoir colorant très élevé, il suffit d'une quantité faible pour colorer l'email, qui est composé principalement de la silice et d'un fondant (PbO). Ainsi la proportion du cobalt varie entre 0.3 et 0.7 % dans la composition de l'email. Ce ton foncé de cobalt a aidé les artisans à bien dessiner et de mettre en valeur les motifs foncés sur le fond clair (soit le blanc stannifère soit l'engobe blanche). Selon Louhichi « il y a tout lieu de penser qu'il s'agit du cobalt allemand et que sa diffusion dans toute la Méditerranée a été assurée par l'entremise du commerce maritime des génois et autres vénitiens ou pisans ».⁶

On note aussi la présence d'oxyde de cuivre (valeur moyenne 0.22%).

3.2.2 La couleur aubergine

C'est un ton aubergine très foncé utilisé dans toutes les époques en Ifriqiya soit pour le remplissage ou comme contours des motifs remplis avec d'autres couleurs comme le bleu (c'est notre cas) ou bien le vert dans la céramique de sabra et Rakkada et bien d'autre sites.

L'association avec le blanc est observée pour plusieurs pièces de céramique trouvées à Carthage et qui datent fort probablement, selon les archéologues, à l'époque fatimide.

Le ton aubergine de l'email obtenu varie selon l'utilisation d'oxyde de manganèse entre 0.68% et 4.6 % et de l'oxyde de fer entre 0.59% et 3.30% et le changement des pourcentages donne des tons différents. Louhichi a indiqué que l'utilisation d'une mixture fer et manganèse a été observée dans la céramique persane de Kashan du XII^e siècle.⁷

3.2.3. La Glaçure stannifère

La cassitérite qui est en fait l'oxyde d'étain (SnO₂) titre, selon les analyses, entre 1% et 5 % en SnO₂, le reste est formé d'oxyde de plomb (PbO) qui a un taux de 45% (même pourcentage dans les glaçures plombeuses étudiées par Ayed Amara et al). Le mélange SnO₂-PbO permet de couvrir les pièces par une glaçure blanche opaque. C'est le fond clair pour sert à dessiner les différents motifs. L'opacité de la glaçure dépend de la proportion de l'étain en effet plus la proportion de l'étain est élevée plus la couleur devient opaque.

On remarque que l'échantillon N°2 a une valeur de SnO₂ égale à zéro, pourtant on voit le fond terne et blanc sale. Il s'agit probablement d'engobe ou d'une quantité très faible de SnO₂.

Vu l'adhérence entre les Emaux utilisés pour la décoration (l'aubergine et le bleu de cobalt) et la pâte argileuse, on peut supposer que les pièces hafside analysées ont subi une mon-cuisson et que ces pièces étaient cuites dans des températures très élevées. (800- 900 C°).

Le grand contraste entre La glaçure stannifère utilisée comme fond clair pour le décor foncé peint avec le cobalt et l'aubergine permet de mieux présenter les motifs et de bien les mettre en valeur.

Conclusion

On peut tirer de ce travail de recherche les conclusions suivantes :

- L'analyse chimique est un outil très utile pour caractériser les céramiques en particulier leur provenance. L'analyse des tessons, la couleur et la porosité permettent de connaître l'origine des argiles utilisées.
- L'analyse des couleurs, quant à elle, ne donne pas l'origine de la faïence puisque les oxydes utilisés sont importés souvent de pays très lointains. Cependant, les motifs de

⁶ Adnan Louhichi, 2010, p.121-122.

⁷ Adnan Louhichi, 2010, p. 122.



dessins et la technique de pose donnent le degré de maîtrise des artisans et sont caractéristiques des régions où la faïence est fabriquée.

- Pour terminer, disons que les analyses chimiques à elles seules ne suffisent pas. Certaines techniques, comme la datation et les observations pétrographiques peuvent compléter l'étude des pièces archéologiques.

Bibliographie

AYED Naceur et LOUHICHI Adnan, 1997, « Un instrument de travail inédit du céramiste ifriqiyen du bas Moyen Age « le godet-test à glaçures », *Africa*, n°XV, I.N.P, pp. 139-147.

BEN AMARA Ayed, SCHVOERER Max, DAOULATLI Abdelaziz et RAMMAH Mourad, 2001, « Jaune de Raqqada » et autres couleurs glaçurées Aghlabides de Tunisie (IX^e-X^e siècles), *ArchéoSciences*, n°25, pp. 179-186.

BEN AMARA Ayed, SCHVOERER Max, THIERRIN Michael Gisela et RAMMAH Mourad, 2005, « 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*, n°29, pp.35-42.

COLLECTIF, *Couleur de Tunisie, 25 siècles de céramique*, 1994, IMA, Paris.

COLLECTIF, *Le vert et le brun de Kairouan à Avignon : céramiques du X^e au XV^e siècle*, 1995, Marseille.

COLLECTIF, *Les couleurs de la ville, Faïence et Architecture à Tunis*, 2021, Sous la direction de Ahmed Saadaoui, Centre de publication universitaire, LAAM, Tunis.

COLOMBAN Philippe, SAGON Gérard, LOUHICHI Adnan , BINOUS Houssein et AYED Naceur, 2001, « Identification par microscopie Raman des tessons et pigments de glaçures de céramiques de L'Ifriqiya (Dougga, XI^e-XVIII^e siècles)» *Revue d'Archéométrie*, n°25, pp. 101-112.

FRANCOIS Véronique, 2020, « Se faire cuire un œuf à l'époque mamelouke, Plats Culinaires À Compartiments En Syrie », *Povolzhskaya Arkheologiya Journal*, The Volga River Region Archaeology, in Honor to Sergei Bocharov, 2, pp. 211-218.

GUREGHEB CHATTI Sondes, 1999, « Analyses chimiques et minéralogiques de quelques échantillons céramiques qui viennent de la ville de Uthina », *Consiglio Nazionale delle Ricerche Centro Studi Geominerari et Mineralurgici del C.N.R.*, Cagliari.

GUREGHEB CHATTI Sondes, 2001, « La céramique vert et brun à fond blanc de Raqqada », *La Céramique maghrébine du haut Moyen Age (VIII^e-X^e siècles)*, état des recherches, problèmes et perspectives, études réunies par Patrice Cressier et Elizabeth Fentress, Collection de l'école française de Rome 446, Rome, pp. 181-195.

LOUHICHI Adnan, 2010, *Céramique Islamique de Tunisie, école de Kairouan école de Tunis*, ministère de la Culture et de la Sauvegarde du Patrimoine, Tunis.

YVES Porter, 1997, « Origine et diffusion du cobalt utilisé en céramique à l'époque médiévale étude préliminaire », in *La céramique médiévale en Méditerranée*, Actes du VI^e Congrès International de l'AIECM2, Aix en Provence.