

# Les enjeux d'un laboratoire de caractérisation des matériaux à Alexandrie

*Jean-Yves Empereur est membre de l'Institut<sup>1</sup>.*

*Si la montagne ne va pas à Mahomet,  
Mahomet ira à la montagne*

## 1 Le Centre d'Études Alexandrines CEAlex

Dans cette brève présentation, nous essayerons d'expliquer l'irruption des archéologues dans le monde de la chimie et de donner les raisons pour lesquelles ils font appel à leurs collègues chimistes. Lorsque le Centre d'Études Alexandrines<sup>2</sup> CEAlex a été fondé il y a un peu plus d'un quart de siècle (**Figure 1**), les

fouilles de sauvetage urbain ont été l'occasion de mettre au jour des milliers, des dizaines de milliers d'artefacts, voire plus encore, d'objets qui sont actuellement entreposés dans ces magasins de réserve de Shallalat mis à notre disposition par les Autorités égyptiennes au cœur de la ville d'Alexandrie.

Certes, les archéologues s'intéressent toujours à la sculpture et au sourire des Korès archaïques ainsi qu'à l'architecture monumentale, mais

1. [www.aibl.fr](http://www.aibl.fr)

2. [www.cealex.org](http://www.cealex.org)



**Figure 1**

Le Centre d'Études Alexandrines CEALex (B). A) Carte d'Alexandrie montrant l'emplacement du CEALex ainsi que le dépôt de fouilles de Shallalat ; C) laboratoire du CEALex.



de plus en plus les fouilles, surtout de sauvetage urbain, mais également les fouilles de la campagne alexandrine et ailleurs, apportent leur lot d'objets modestes de la vie quotidienne qui reflètent la vie, dans tous ses aspects, des Alexandrins de l'Antiquité. Ces produits de l'artisanat sont souvent humbles, de nature très variée, en différents matériaux, et il s'agit de comprendre, entre autres, leur nature, leur datation et leur provenance.

## 2 Au-delà des yeux des archéologues

L'immense majorité du mobilier mis au jour au cours des fouilles est en céramique. Les céramologues procèdent à une classification par forme et par fabrique. La forme est un indice de reconnaissance, mais un vase d'une forme bien reconnaissable peut être importé ou fabriqué sur place, qu'il soit tourné ou moulé. Les moules ont beaucoup voyagé pour des imitations locales

d'un produit particulièrement en vogue.

Un second critère entre en jeu : la fabrique, terme générique qui recouvre l'argile, ses adjuvants et inclusions ainsi que la manière de les travailler. L'archéologue utilise les tables colorimétriques des sols de Munsell afin de classer les différentes céramiques par leur aspect, en sachant que la couleur est souvent due au degré de cuisson. Il distingue les fabriques alluviales, les calcaires, les volcaniques, mais il reste souvent difficile d'assigner une provenance sûre à une céramique, sauf dans les cas relativement rares où l'on connaît les ateliers de production. Devant ses incertitudes, l'archéologue demande souvent l'aide des archéomètres qui lui permettent d'aller au-delà de ses observations oculaires (Figure 2). L'on assiste depuis quelques années à une multiplication des analyses en vue de la caractérisation des matériaux, qui sont souvent si coûteuses que l'on demande à l'archéologue de limiter ses demandes

ou de trouver des financements extérieurs. S'ajoutant au facteur du coût des analyses, il est en général difficile d'exporter des échantillons archéologiques des pays méditerranéens, quand ce n'est tout simplement pas interdit, comme en Turquie ou en Égypte. Il faut alors monter des laboratoires sur place, dans le pays où est installée la mission archéologique, et c'est ce qui s'est produit dans un certain nombre d'institutions archéologiques installées en Égypte. C'est ce qui nous a poussés à sauter le pas et à fonder un laboratoire de caractérisation des matériaux à Alexandrie, encouragés de façon concomitante par l'apparition sur le marché d'appareils de mesure portables et par l'abaissement considérable des coûts de ces nouvelles machines.

### 3 Le recours à l'archéométrie portable

Quelques laboratoires français sont équipés de spectromètres de fluorescence X,



Figure 2

Deux ingénieurs en archéométrie.  
Source : CEALex, Alexandrie.

tels l'équipe Archéologie et Archéométrie de la Maison de l'Orient à Lyon (UMR5060, CNRS), le CEREGE à Aix-en-Provence, etc. Ces gros équipements fixes, extrêmement coûteux à l'achat comme à la maintenance, ne peuvent qu'être peu nombreux dans des grands centres de recherche appartenant aux Sciences Humaines, ce qui explique le faible nombre de leurs utilisateurs et des analyses qu'elles permettent de pratiquer, tant par engorgement des demandes que par la limitation de fait par le coût élevé de chaque analyse, dans un secteur de recherche qui n'est pas sujet à la rentabilité.

Depuis quelques années, les archéologues se sont tournés vers un autre type d'appareils qui sont apparus sur le marché, les XRF portables, du type

Niton, Bruker et/ou Olympus, largement utilisés par les collègues géologues (et aussi les agences immobilières pour la détection des matériaux dangereux dans les bâtiments anciens, amiante ou plomb, par exemple) (Figure 3). Ces instruments légers et fiables, d'un coût plus accessible, peuvent être réglés sur différentes calibrations, la minéralogie, le métal, le verre, etc., et ils peuvent être appliqués à la caractérisation chimique des céramiques.

Un débat s'est aussitôt installé dans le milieu archéométrique à propos de la fiabilité des ces XRF portables par rapport aux spectromètres de fluorescence : en mode *mining*, ils permettent une analyse rapide et non destructive de la surface de l'objet, par la mesure simultanée de 23 éléments majeurs et traces.



Figure 3

Le XRF est un spectromètre à fluorescence X très utilisé en archéométrie et permettant d'accéder rapidement à la composition de 23 éléments chimiques.

Source : CEALex, Alexandrie.

Ils sont utilisables pour les éléments du tableau périodique à partir du magnésium. Le traitement statistique et l'interprétation des mesures s'opèrent *via* le logiciel IBM-SPSS 21. La comparaison des analyses opérées par des pXRF et des spectromètres de fluorescence montre une fiabilité des portables avec de nombreux avantages qui sont à prendre en considération : la gratuité des analyses, mais aussi la facilité de leur emploi et leur rapidité dans la prise de mesures qui permettent de suivre un protocole strict, en prévoyant la répétition des prises de mesures sur le même objet, entraînant une multiplication des données statistiques qui réduit le risque d'erreur ; la taille modeste de ces outils portables (de la grandeur et l'aspect d'un sèche-cheveu) permet de les emporter sur le terrain archéologique pour y procéder à des analyses directes : cette facilité est primordiale dans les pays où l'exportation d'échantillons est interdite, comme la Turquie, l'Égypte, etc., et même dans les musées où le recours à des machines fixes est souvent impossible. Enfin, nous pouvons choisir des groupes nombreux d'objets du même type à analyser, là où les machines fixes sont limitées par des raisons de temps et de budget.

Une autre précaution méthodologique consiste dans la constitution d'un kit de calibration avec un lot d'échantillons qui seront analysés par ICPMS au CEREGE et ensuite partagés entre huit équipes institutionnelles : outre le CEREGE, un

laboratoire CNRS à Aix-en-Provence (CCJ-UMR 7299), le Démokritos à Athènes, l'Université Gazi d'Ankara, l'Université de Nicosie, le laboratoire STARLab du Cyprus Institute, le CNRS libanais à Beyrouth et le Centre d'Études Alexandrines à Alexandrie (CEALex, USR 3134, CNRS). Les membres du réseau utiliseront les mêmes protocoles de mesures, les mêmes échantillons de calibration et déposeront sur un site intranet du réseau les résultats de leurs analyses, formant une banque de données commune accessible aux membres du réseau (Figure 4). Plusieurs laboratoires du réseau (dont le CEALex, le CCJ, STARLab) croisent leurs analyses chimiques avec les examens pétrographiques, dont les données, descriptions

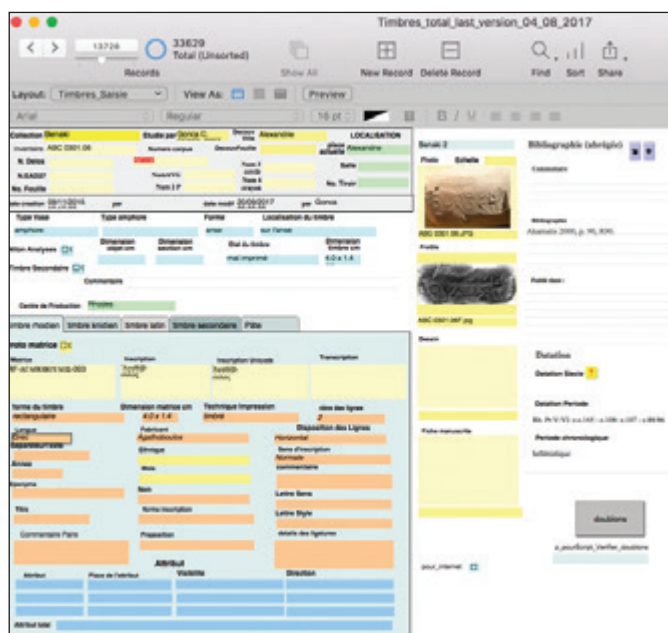


Figure 4

Base de données sous FMPro regroupant 100 000 fiches.

Source : CEALex, Alexandrie.

Figure 5

Croisement avec l'examen pétrographique. Sur le terrain, au musée de Délos (Grèce).



Figure 6

A) Mai Abdel Gawad, ingénieure chimiste et B) Assem Bahnasy, ingénieur géologue, travaillent avec les archéologues.

Musée de Délos (Grèce).

(Figure 5), macro- et micro-photographies seront aussi versées dans la BDD du réseau.

En profitant des opportunités offertes par l'apparition sur le marché des XRF portables, les nécessités du terrain nous ont poussés à monter à Alexandrie un laboratoire de caractérisation des matériaux, avec pour priorité l'analyse des céramiques, grâce au soutien tout d'abord de l'Agence nationale

de la recherche (ANR) et du CNRS. Nous avons recruté deux collaborateurs, une ingénieure en chimie et un ingénieur géologue (Figure 6), qui travaillent au quotidien avec les archéologues, en alliant les compétences spécifiques des premiers aux interrogations et problématiques des seconds.

Depuis sa fondation, et avec le soutien financier de la Fondation de la Maison de la Chimie (Paris), nous avons

élargi la palette des matériaux analysés au laboratoire du CEAlex : au-delà de la céramique, comme nous le verrons dans d'autres chapitres de cet ouvrage *Chimie et Alexandrie dans l'Antiquité* (EDP Sciences, 2020), sont prises en charge

les analyses des revêtements muraux peints (voir le **Chapitre de V. Pichot**, les pierres semi-précieuses à partir des découvertes occasionnées par nos fouilles à Alexandrie, par **P. Rifa-Abou El Nil et T. Calligaro** dans cet ouvrage).