

Archéométrie et archéologie, chimie et céramique

**Nouvelles approches pour
l'histoire des échanges à longue
distance dans la Méditerranée
antique appliquées aux amphores
de Rhodes à l'époque hellénistique**

Jean-Yves Empeureur est membre de l'Institut¹ et Mai Abdel Gawad est ingénieure chimiste au Centre d'Études Alexandrines (CEAlex, USR 3143, CNRS).

**1 Les échanges de
denrées à longue
distance par trafic maritime
transméditerranéen dans
le monde gréco-romain**

*Un marqueur privilégié
et surabondant, l'emballage
perdu : l'amphore*

Les historiens de l'économie
du monde grec et romain

cherchent à retracer le processus suivant lequel les Anciens tiraient un excédent de leur production agricole pour l'exporter sur de longues distances, organiser et sécuriser les routes commerciales transméditerranéennes et trouver des marchés suffisamment riches pour absorber les surplus agricoles et artisanaux.

1. www.aibl.fr



Figure 1

Les fouilles terrestres et sous-marines révèlent les meilleurs témoignages du commerce à longue distance sous la forme des amphores : A-C) musée de Délos, Grèce ; D) épave de la Madrague de Giens, France.

Figure 2

L'amphore est un marqueur privilégié des trafics maritimes. Salle d'exposition du musée de Délos (Grèce).

Les sources anciennes – manuscrits, papyrus et inscriptions gravées dans la pierre (Figure 1) –, mais aussi les découvertes archéologiques, actualisent constamment nos connaissances. Les fouilles terrestres et sous-marines révèlent les meilleurs témoignages de ce commerce à longue distance

sous la forme des amphores (Figure 2). Cet emballage jetable était utilisé pour transporter une large variété des principaux aliments de base de l'Antiquité : vin, huile, olives, viande salée et séchée, poisson salé ou en sauce, légumes et fruits – frais ou secs –, fromage, miel, poix, etc.





Figure 3

Des millions d'amphores entassées sur la colline du Monte Testaccio à Rome (Italie).

Les amphores étaient généralement fabriquées dans les établissements agricoles. Elles prenaient une forme qui les rendait encombrantes pour le transport terrestre, mais parfaitement adaptées pour être empilées dans les cales des navires marchands. On a trouvé des épaves de navires transportant jusqu'à 12 000 amphores et, sur les sites de consommation, il peut subsister jusqu'à nos jours des millions d'amphores qui, une fois vidées de leur contenu, ont été entassées, formant de véritables collines urbaines, comme au Monte Testaccio à Rome (**Figure 3**) (environ 50 millions d'amphores correspondant à 37 millions d'hectolitres d'huile, empilées en deux siècles et demi). À Alexandrie, la mégalopole de l'époque hellénistique, beaucoup de ces récipients étaient importés : le Musée gréco-romain (**Figure 4**) abrite plus

de 140 000 anses d'amphores, pour la plupart estampillées avec le nom de producteur, l'indication de l'année et du mois de production.

L'amphore est donc un excellent marqueur des produits de l'agriculture et de la pêche destinés aux marchés de consommation, témoin privilégié des flux commerciaux et des courants économiques

Figure 4

Le Musée gréco-romain d'Alexandrie (Égypte) abrite plus de 140 000 anses d'amphores.



en Méditerranée. Chaque amphore présentait une forme particulière au lieu de fabrication, évoluant avec le temps. Leur étude permet de retracer les routes commerciales lointaines et d'éclairer l'histoire du commerce ancien et son intensité en suivant les hauts et les bas au fil du temps.

2 L'amphore et ses timbres, le cas de Rhodes. Un traceur historique d'une précision extrême

Les amphores sont des vases de 20 à 40 litres de contenance, portables par un seul homme sur l'épaule, ou bien, pour les plus volumineuses par deux hommes en les prenant par chaque anse, voire en passant un bâton dans chacune.

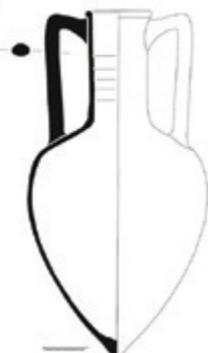
Comme dans de nombreuses autres cités de Méditerranée, les amphores fabriquées dans l'île de Rhodes à l'époque hellénistique étaient pour la plupart marquées de timbres rédigés en grec, apposés sur le haut de chaque anse du vase, sans doute pour des raisons fiscales (**Figure 5**). À Rhodes, un premier timbre portait le nom du fabricant (propriétaire de la

poterie ?), un second timbre celui du Prêtre du Soleil, le magistrat éponyme qui donnait son nom à l'année rhodienne (comme les Consuls à Rome) ; une troisième indication, celle du mois, figurait sur l'un des deux timbres. S'ajoute un symbole sur l'un des timbres, voire les deux. Dans l'exemple illustré, l'on reconnaît le nom du fabricant Marsyas et du mois Artamitios, tandis que l'éponyme Symmachos figure sur le second timbre avec la tête du soleil radié, l'un des symboles de la cité de Rhodes.

À partir d'une collection des plus de 100 000 timbres documentés et enregistrés par notre équipe, nous disposons à ce jour de 441 fabricants différents et de 258 éponymes qui représentent donc une séquence annuelle continue sur plus de deux siècles et demi. Pour plus de précision, les timbres rhodiens changeaient régulièrement, notamment les timbres qui portaient le nom du mois et, en général, lorsque le poinçon était usé. Jusqu'à présent, 4 456 matrices différentes ont été distinguées pour les fabricants et 7 390 pour les éponymes (chiffres qui ne

Figure 5

L'amphore de Rhodes porte généralement deux timbres : le timbre du fabricant, potier ou exploitant, ici Marsyas, en bas, avec le mois Artamitios ; le timbre de l'éponyme, le prêtre du Soleil qui donne son nom à l'année, comme le consul à Rome (258 éponymes attestés à Rhodes, dont Symmachos en haut), avec à gauche du timbre la tête radiée du Soleil.



cessent de s'accroître au fur et à mesure de l'étude). Des corpus de ces matrices ont été publiés en ligne et sous forme imprimée : l'on se réfèrera au site www.amphoralex.org et au *Lexicon* publié par GoncaŞenol².

La précision exceptionnelle de ces vases timbrés sur une aussi longue durée, précision à l'année voire au mois près, en font des traceurs chronologiques précieux pour l'archéologue, car lorsqu'il a la chance de découvrir des anses timbrées dans sa fouille, elles lui donnent une indication précise – plus précise encore que les monnaies – pour la datation de sa stratigraphie : les anses d'amphores timbrées sont donc des documents très appréciés dans l'archéologie de l'époque hellénistique.

3 Le recours à l'archéométrie portable. La caractérisation chimique des amphores de Rhodes

Nous ne retracerons pas ici l'histoire de l'amphorologie,

2. Cankardeş-Şenol G., *Lexicon of Eponyms dies on Rhodian Amphora Stamps*, 4 volumes, Alexandrie, 2015-2017.

les deux siècles voire plus, durant lesquels les historiens et archéologues de la Méditerranée se sont efforcés d'identifier et de classer les centaines de milliers de timbres amphoriques mis au jour au cours des fouilles et des prospections³ (**Figure 6**). Nous allons illustrer des voies nouvelles qui commencent à être explorées grâce au développement des appareils portables pour la caractérisation des matériaux par XRF.

Nous ne partions pas de rien. Il suffit de rappeler que pendant les quarante années écoulées, depuis la fin des années 1970, de nombreuses prospections avaient été entreprises avec Maurice Picon, physicien et chimiste,

3. Nous renverrons à une présentation récente, mais succincte, avec les articles de Empereur J.-Y., Cankardeş-Şenol G. et Şenol K. dans le volume *Protection and Enhancement of Cultural Heritage, The Case of Transport Amphorae, Rhodes*, 2017. Pour un large développement, voir l'ouvrage de synthèse d'Y. Garlan, *Amphores et timbres amphoriques grecs : entre érudition et idéologie*, Paris, 2000. Voir aussi Badoud N., « Deciphering Greek Amphora Stamps », posted under <Art/ Archaeology, E-journal, Research Symposium>, 11 september 2017.

Figure 6

Une équipe au travail pour l'acquisition et l'exploitation des données.

Source : Musée de Bodrum (Turquie) et École Française d'Athènes (Grèce).





Figure 7

Le Niton, pXRF permet l'analyse de 23 éléments chimiques.

directeur du Laboratoire d'Archéométrie de Lyon (CNRS) : nous avons prospecté les côtes grecques et les côtes turques, ainsi que des côtes égyptiennes, pour localiser les sites de production d'amphores⁴. Par ailleurs, Maurice Picon avait équipé son laboratoire de Lyon d'un spectromètre à fluorescence, mais la disparition de Maurice mit un terme à ces analyses sur les ateliers de production d'amphores que nous avons identifiés au cours de nos prospections pédestres.

Nous avons essayé de palier ce manque en acquérant,

4. Empereur J.-Y, Picon M., « Les régions de production d'amphores impériales en Méditerranée orientale », dans *Amphores romaines et histoire économique. Dix ans de recherche. Actes du Colloque de Sienne (22-24 mai 1986)*, Rome, 1989, p. 223-248.

grâce à l'Agence Nationale de la Recherche et au CNRS, pour commencer, puis dans une deuxième vague, grâce au soutien de la Fondation de la Maison de la Chimie et à son président Bernard Bigot, une machine portable XRF de type Niton (Figure 7).

Nous avons analysé, entre autres céramiques, 528 échantillons d'amphores timbrées de Rhodes mises au jour au cours des fouilles à Alexandrie, à Délos (Figure 8) et dans d'autres endroits. Le présupposé était que deux anses timbrées portant le même timbre, imprimé dans l'argile fraîche par la même matrice, sortaient du même atelier et qu'ils avaient la même composition ; de même, le timbre de l'éponyme qui figurait sur l'autre anse de l'amphore était de composition semblable à celle du fabricant, quel que soit le lieu où était pris l'échantillon à analyser.

Munis de ces nombreuses analyses pour le groupe rhodien, nous avons ensuite projeté de le définir par rapport à des groupes voisins, puis de distinguer des sous-groupes à l'intérieur de Rhodes même. À partir des analyses XRF qui permettent d'obtenir une valeur sur 23 éléments chimiques (Figure 7), le jeu statistique consiste à déterminer une homogénéité ou à distinguer une discrédance. Celle-ci peut apparaître dans la comparaison d'un composant particulier qui change d'un groupe à l'autre, comme nous le montrerons ici.

Nous allons vous livrer les premiers résultats – tout provisoires – de ces analyses.



Figure 8

Délos (Grèce), centre de commerce hellénistique : plus de 9 000 anses d'amphores timbrées



Figure 9

L'île de Rhodes (A) et la cité de Cnide (B).

3.1. Rhodes versus Cnide

Sur le continent anatolien, en face de l'île de Rhodes, la cité de Cnide avait connu une brillante histoire, cité rivale et parfois sujette de Rhodes (Figure 9).

Tout comme Rhodes, Cnide avait un territoire couvert de vignes : elle exportait son vin en amphores vers des marchés lointains (Figure 10) et les anses d'amphores timbrées de Cnide se comptent par milliers à Athènes et à Délos, où leur nombre supplante les amphores de Rhodes.

Ces timbres se reconnaissent grâce aux noms des magistrats cniidiens et des symboles de la cité, tels le bucrane ou la proue d'un bateau de guerre, par exemple. Mais les amphores ne sont pas toujours timbrées et la proximité des deux cités rend parfois difficile l'attribution à l'œil nu d'une amphore à une cité plutôt qu'à l'autre. Nous avons donc comparé la composition chimique obtenue par le portable XRF sur des centaines d'échantillons et le diagramme illustre les productions de Cnide en bleu et celles de Rhodes sont en



Figure 10

Du vin était exporté de Cnide dans des amphores.

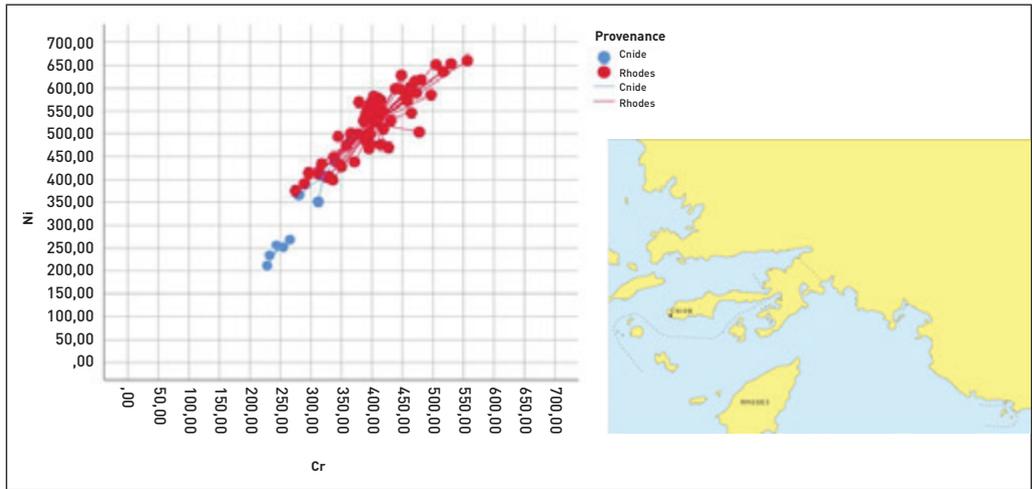


Figure 11

Diagramme 2D de comparaison du chrome [Cr] et du nickel [Ni] montrant la concentration plus basse des deux éléments dans la majorité des exemples de Cnide que dans ceux de Rhodes.

rouge (Figure 11). On distingue clairement que la majorité des exemples de Cnide ont un taux de concentration de chrome et de nickel plus bas que les échantillons de Rhodes, ce qui indique une argile moins volcanique ou qui contient moins d'inclusions volcaniques⁵.

5. Desbat A., Picon M., « Introduction à l'étude technique des céramiques sigillées de Lezoux », Université Les importations d'amphores de Méditerranée orientale à Lyon (fin du I^{er} siècle avant J.-C. et I^{er} siècle après) », dans Empereur J.-Y., Garlan Y. (éd.), *Recherches sur les amphores grecques, Actes du Colloque International organisé par le Centre National de la Recherche Scientifique, l'Université de Rennes II et l'École Française d'Athènes, (Athènes, 10-12 Septembre 1984), Bulletin de Correspondance Hellénique, Suppl. 13, 1986, p. 637-648, p. 645.* Empereur J.-Y., Picon M., « The Production of Aegean Amphorae: Field and Laboratory Studies », in Jones E., Catling H.W. (éd.), « New Aspects of Archaeological Science in Greece, *Proceedings of a Meeting*

Au contraire, le silicium est plus important à Cnide (Figure 12), ce qui indique plus d'inclusions de quartz ou de sable que l'on peut distinguer aussi par une plus haute concentration de zirconium dans les échantillons de Cnide.

Le diagramme 2D de comparaison entre le strontium (Sr) et le zirconium [Zr] (Figure 13) montre les propriétés d'une argile continentale des exemples de Cnide contre une argile marine dans les exemples de Rhodes. La raison en est qu'une concentration en strontium inférieure à 150 ppm indique une argile continentale, alors qu'un taux supérieur à 400 ppm indique une origine marine, car le strontium (Sr) est chimiquement similaire au calcium et qu'on

held at the British School of Athens (January 1987), *British School at Athens, Occasional Paper 3 of the Fitch Laboratory*, Athènes, 1988, p. 33-38, p. 36.

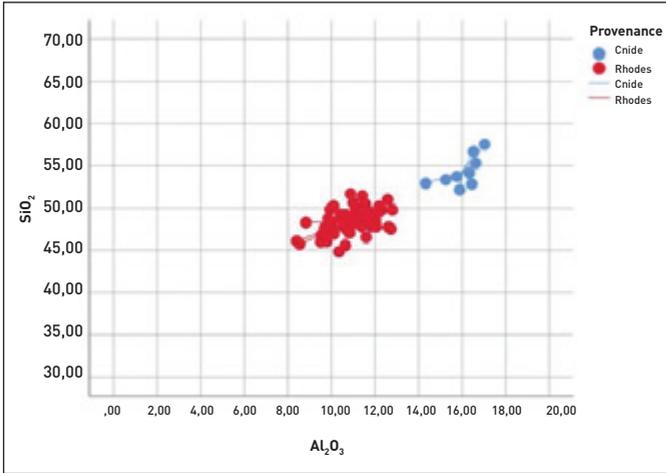


Figure 12

Diagramme 2D de comparaison de l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) et du silicium (SiO_2) montrant la concentration plus haute des deux éléments dans la majorité des exemples de Cnide que dans ceux de Rhodes.

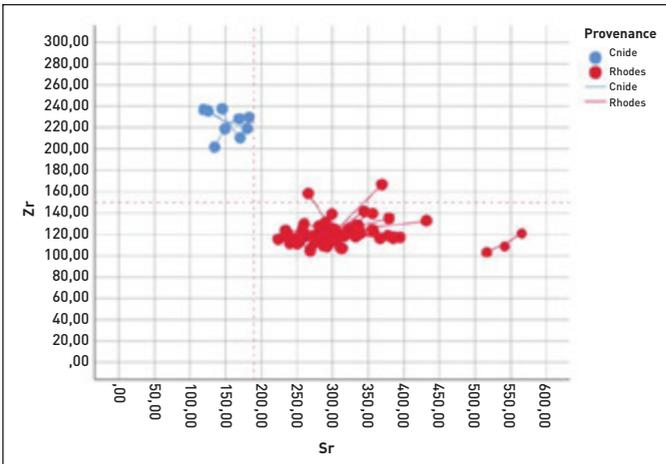


Figure 13

Diagramme 2D de comparaison du strontium (Sr) et du zirconium (Zr) montrant les propriétés continentales des exemples de Cnide et les propriétés marines des exemples de Rhodes.

le trouve dans des substances contenant de la chaux (comme dans les coquillages ou le calcaire). De façon semblable, si l'argile contient du sable continental, la concentration en zirconium (Zr) devrait dépasser les 160 ppm⁶.

La nature plus calcaire des exemples de Rhodes par

6. Nurşen Özkul Findik, Ali Akin Akyol, Nurşen Sari, « Archaeometric analyses of Hasan keyfun-glazed ceramics » in *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 14.1, Athènes, 2014, pp. 259-269, p. 267

rapport à ceux de Cnide apparaît dans leurs plus fortes concentrations calcaires de 7,5 à 14 % de CaO , alors que les exemples de Cnide contiennent un taux plus bas, voire des argiles non calcaires de 4 à 7,5 % de CaO ⁷ (Figure 14).

7. Picon M., « Introduction à l'étude technique des céramiques sigillées de Lezoux », Université de Dijon, Faculté des Sciences Humaines, Centre de Recherches sur les Techniques Gréco-romaines 2, 1973, [réd. Janv. Avril 1974], p. 14-17, 73.

Figure 14

Diagramme 2D de comparaison de l'oxyde de calcium (CaO) et du silicium (SiO_2) montrant la nature plus calcaire des échantillons de Rhodes par rapport à ceux de Cnide.

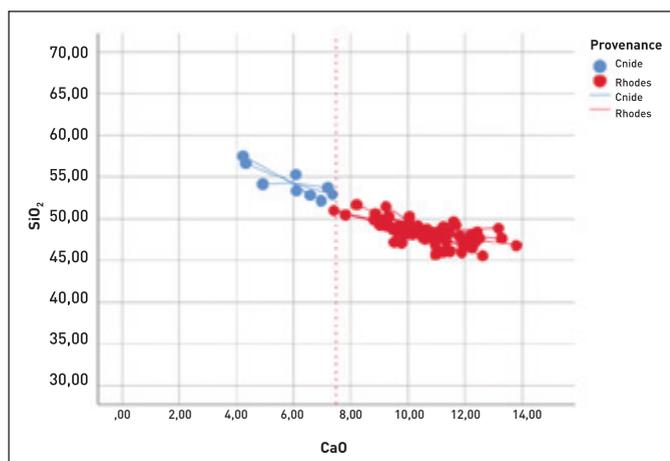
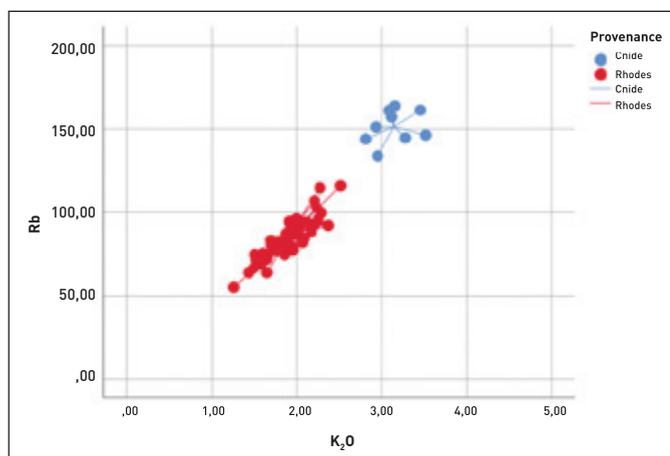


Figure 15

Diagramme 2D de comparaison de l'oxyde de potassium (K_2O) et du rubidium (Rb) montrant les différences entre les exemples de Cnide et ceux de Rhodes.



La comparaison entre le potassium et le rubidium (K_2O vs. Rb) montre les différences de composition chimique entre les exemples des deux provenances (Figure 15).

3.2. Rhodes versus la Pérée rhodienne

Un autre exercice nous a poussés à comparer les productions de l'île de Rhodes avec celles de ce qu'on appelle la Pérée rhodienne, c'est-à-dire les territoires que Rhodes avait conquis sur le continent

(Figure 16). Ces terres appartenaient à la ville de Rhodes, de même que les sept îles qui entouraient la grande île de Rhodes⁸. Rhodes avait imposé à ces îles et à la Pérée rhodienne le même système d'amphores et de timbrage qu'à Rhodes même, avec les mêmes indications du prêtre d'Hélios et le mois.

Si l'on compare les exemplaires de la Pérée – ici en bleu – avec ceux de l'île de

8. Îles de Calymnos, Carpathos, Cassos, Chalkè, Nysiros, Symi, Tilos.



Figure 16

L'île de Rhodes et la Pérée.

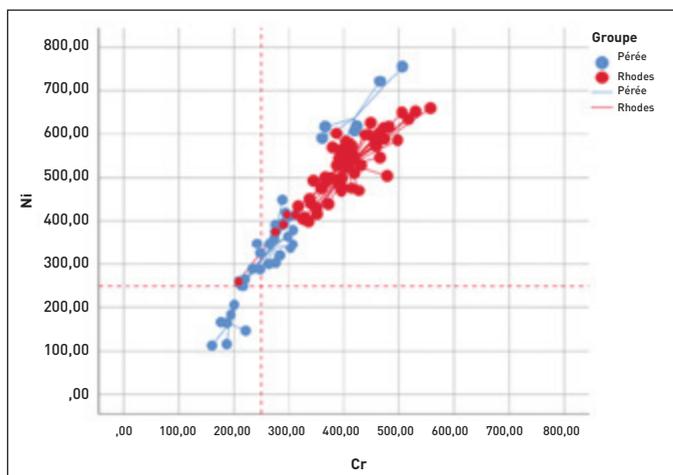


Figure 17

Diagramme 2D de comparaison entre le chrome (Cr) et le nickel (Ni) montrant trois groupes parmi les exemples de la Pérée de Rhodes : a) un groupe d'argile non-volcanique avec des concentrations inférieures à 250 ppm pour les deux éléments ; b) un groupe avec de l'argile volcanique, mais de nature volcanique plus basse que les exemples de Rhodes ; c) un groupe d'argile volcanique avec des concentrations semblables à celles de Rhodes.

Rhodes – ici, en rouge –, nous constatons que les exemples de la Pérée de Rhodes sont répartis en 4 groupes (ou sous-groupes), l'un d'entre eux étant non-volcanique et ayant un faciès continental, comme le montre le chrome *versus* nickel et le strontium *versus* zirconium. Les groupes 2 et 3 se différencient entre eux ainsi que des exemples de Rhodes par leur concentration en silicium et en aluminium. Le quatrième groupe est homogène avec les exemples de Rhodes (Figures 17 à 20). Les

deux groupes se départagent nettement à l'analyse, alors qu'à l'œil nu, la différence est moins tranchée.

3.3. Rhodes versus Rhodes. La différenciation de quelques Maisons rhodiennes. Définition de la Maison

Troisième zoom dans notre analyse : nous considérerons maintenant les seules productions de l'île de Rhodes et nous essaierons de les caractériser pour les différencier.

Figure 18

Diagramme 2D de comparaison entre le strontium (Sr) et le zirconium (Zr) montrant trois groupes parmi les exemples de la Pérée de Rhodes : a) un groupe d'argile avec des propriétés d'argile continentale ; b) un groupe avec de l'argile marine homogène avec le groupe de Rhodes ; 3) un groupe avec un taux supérieur de strontium indiquant une nature calcaire ou d'argile marine.

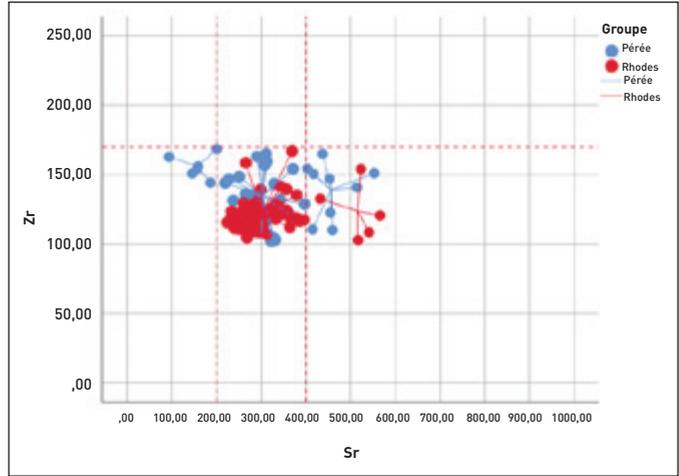


Figure 19

Diagramme 2D de comparaison entre l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) et le silicium (SiO_2) montrant 4 groupes parmi les exemples de la Pérée de Rhodes séparés les uns des autres et un groupe d'exemples de Rhodes avec la différence de concentration des deux éléments. L'un des 4 groupes de la Pérée est homogène avec les exemples de Rhodes.

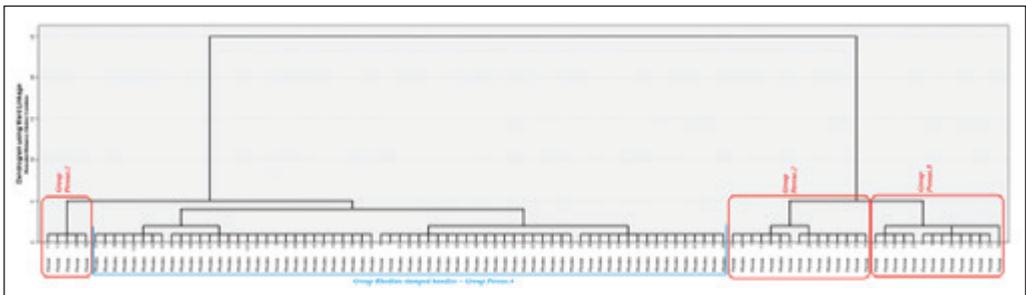
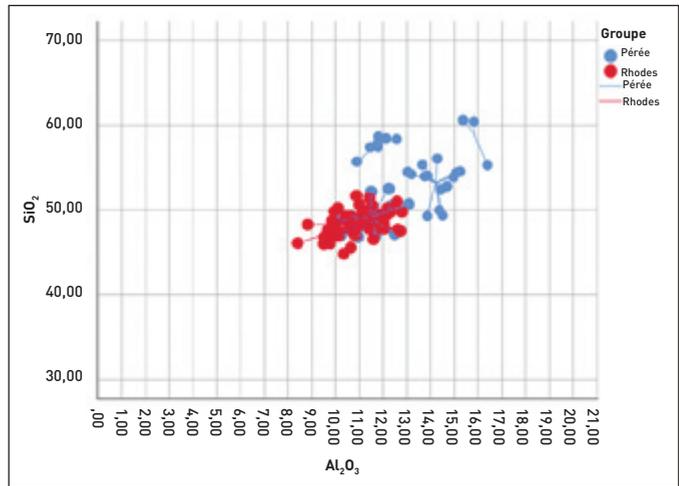


Figure 20

Dendrogramme de la classification de grappes hiérarchiques ascendantes Hierarchical Clustering Analysis (HCA), montrant 3 groupes parmi les exemples de la Pérée de Rhodes (cadres rouges) et un quatrième groupe homogène avec les exemples de Rhodes (soulignés en bleu).



Figure 21

La Maison 1 avec les fabricants Imas, Midas et Galestès.

Nous introduisons la notion des *Maisons* : nous avons appelé « *Maison rhodienne* » des séries de timbres de fabricants qui, d'après le style de leurs timbres (forme, symbole, disposition des lignes, graphie, etc.), se sont succédés dans le même atelier : comme on le voit par ajustement d'associations au prêtre d'Hélios, ils se succèdent sans jamais travailler la même année, sauf exception⁹. Nous avons procédé à des analyses d'identification et de différenciation sur une dizaine de maisons. Ici, dans cette première présentation, nous en illustrerons trois.

Les trois *Maisons* retenues révèlent les mêmes caractéristiques : elles utilisent des argiles peu calcaires et riches en fer avec la même teneur en silicium et aluminium. Tous les exemples des trois *Maisons* sont produits avec une argile volcanique et une argile marine, fait normal dans la position géographique de Rhodes. La première *Maison* sélectionnée rassemble les

fabricants Imas, Midas et Galestès (**Figure 21**).

Leurs timbres rectangulaires portent généralement un caducée généralement placé sous le nom du fabricant, alors que le mois est placé sur le timbre rectangulaire de l'éponyme. Les premiers tableaux, qui portent sur 52 échantillons, montrent qu'il y a une remarquable homogénéité entre les éléments de composition de la pâte (**Figures 22 à 26**).

La *Maison 2* regroupe le fabricant Theumnastos avec ses huit éponymes connus. Les marques se caractérisent par une forme rhomboïdale avec le mois sur le timbre de l'éponyme, de même forme (**Figure 27**).

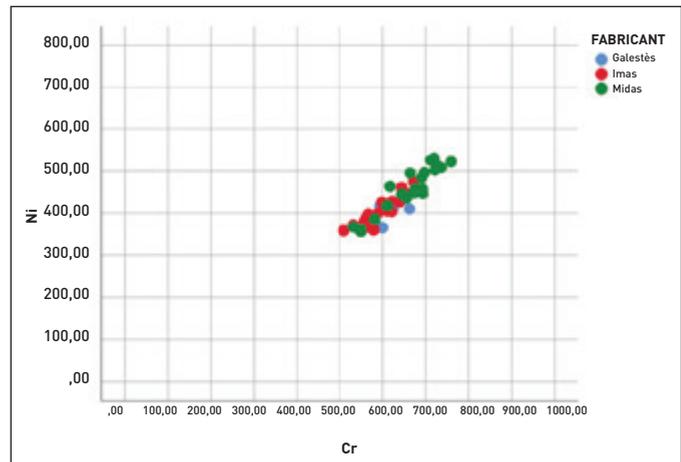


Figure 22

Diagramme 2D de comparaison entre le chrome [Cr] et le nickel [Ni].

9. Nous nous référons au travail de pionnier de Gérald Finkielsztejn dans son ouvrage de référence, *Chronologie détaillée et révisée des éponymes amphoriques rhodiens, de 270 à 108 av. J.-C. environ*, BAR International Series 990, 2001. Les groupes de potiers que nous utilisons ici sont étudiés aux pages 125, 131-133.

Figure 23

Diagramme 2D de comparaison entre le strontium (Sr) et le zirconium (Zr).

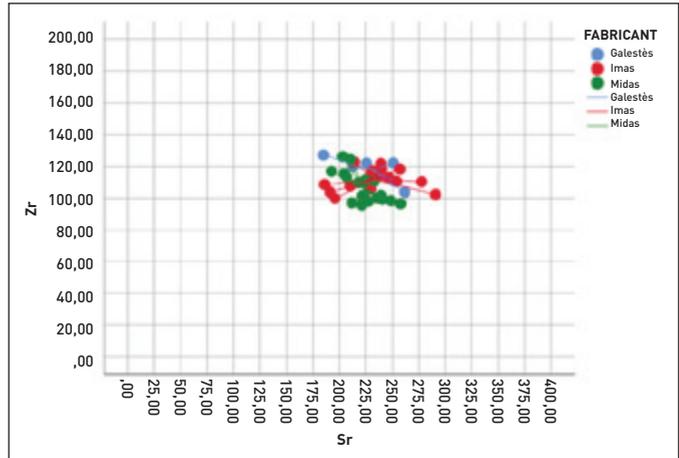


Figure 24

Diagramme 2D de comparaison entre l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) et le silicium (SiO_2).

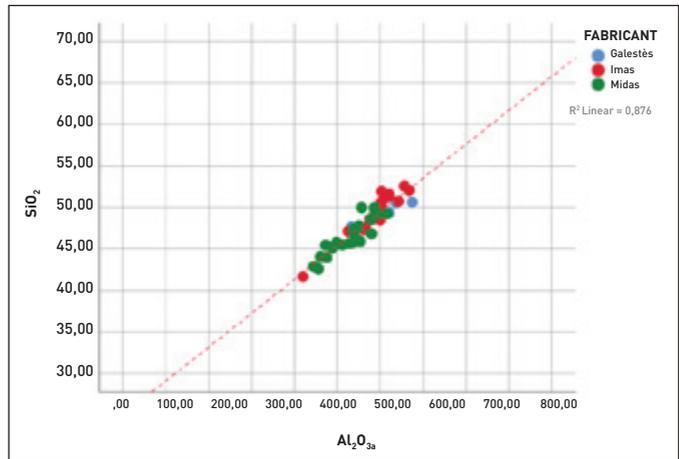
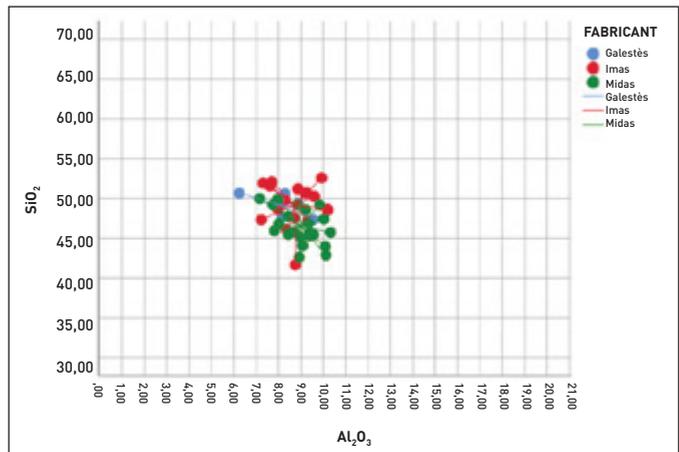


Figure 25

Diagramme 2D de comparaison entre l'oxyde de calcium (CaO) et le silicium (SiO_2).



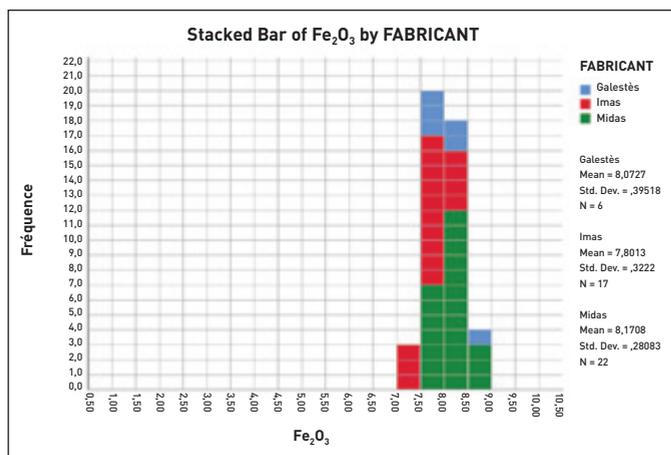


Figure 26

Histogramme de l'oxyde de fer (Fe_2O_3).

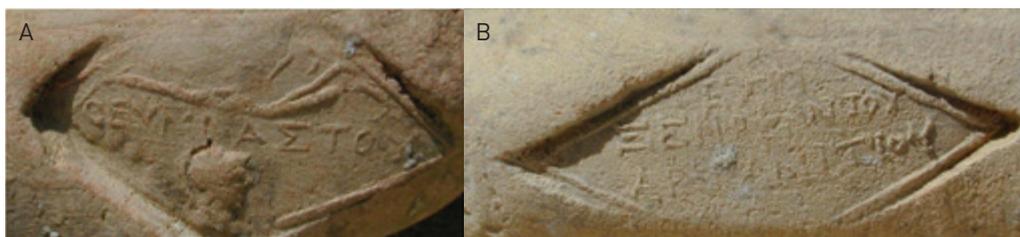


Figure 27

A) Timbre en losange du fabricant Theumnastos et B) Xénarétos éponyme de Theumnastos.

Nous avons mesuré 184 échantillons qui montrent un groupe homogène, avec un sous-groupe qui se distingue par le taux de strontium. Tous les exemples de cette *Maison* montrent des taux de concentration de strontium de 175-400 ppm et un sous-groupe de 10 exemples possède des concentrations de strontium de 400-650 ppm (Figures 28 à 32).

Une troisième *Maison* rhodienne – avec 38 échantillons analysés – comprend les fabricants Sôkratès II et son successeur Olympos I qui se

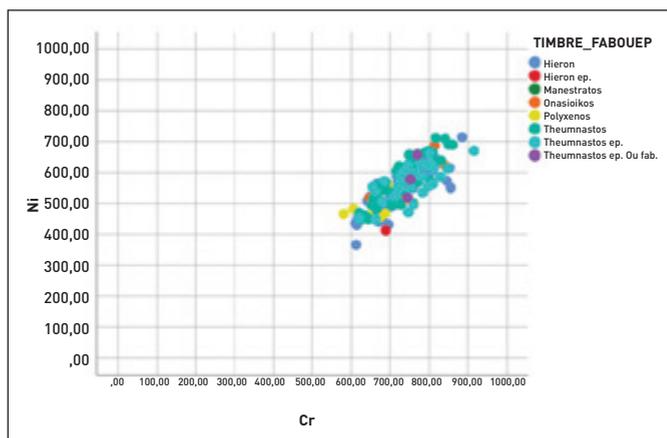


Figure 28

Diagramme 2D de comparaison entre le chrome [Cr] et le nickel [Ni].

Figure 29

Diagramme 2D de comparaison entre le strontium (Sr) et le zirconium (Zr).

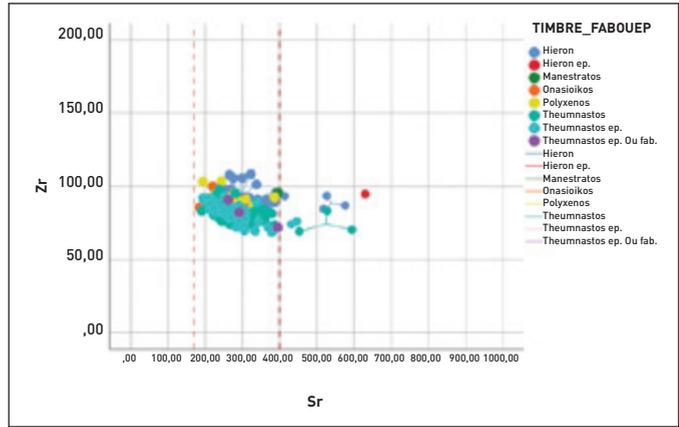


Figure 30

Diagramme 2D de comparaison entre l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) et le silicium (SiO_2).

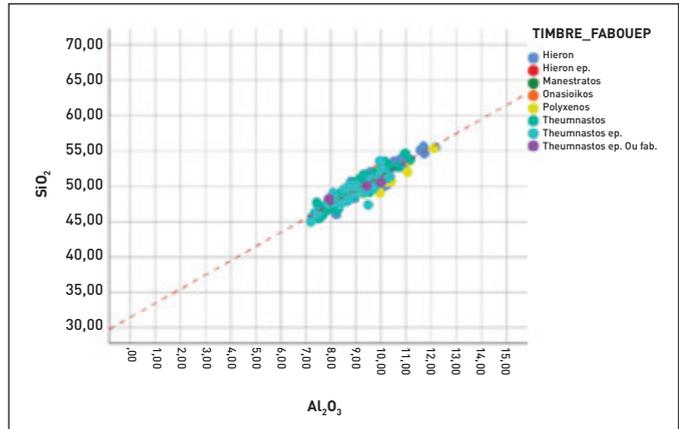
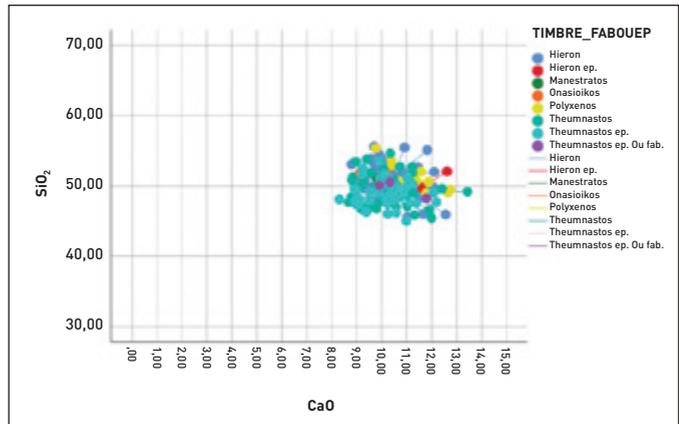


Figure 31

Diagramme 2D de comparaison entre l'oxyde de calcium (CaO) et le silicium (SiO_2).



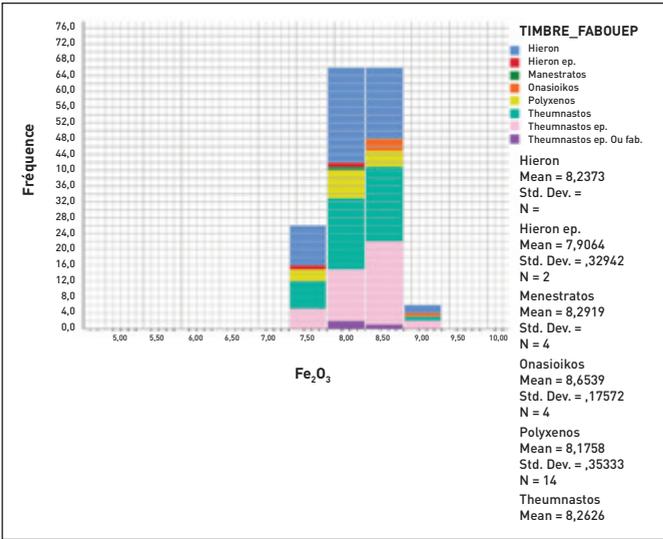


Figure 32

Histogramme de l'oxyde de fer (Fe_2O_3).



Figure 33

Échantillons de la maison Rhodienne 3 : les fabricants Sôkratès II et Olympos I avec la torche allumée.

caractérisent par des timbres rectangulaires sans mois avec une torche, tantôt allumée ou non (Figure 33).

Et là encore, pas de surprise : des ensembles qui sont parfaitement intégrés, avec en bleu Olympos, Sôkratès en rouge et en vert leurs éponymes (Figures 34 à 38).

3.4. Comparaison des Maisons rhodiennes deux à deux

Maintenant que nous avons bien défini trois Maisons

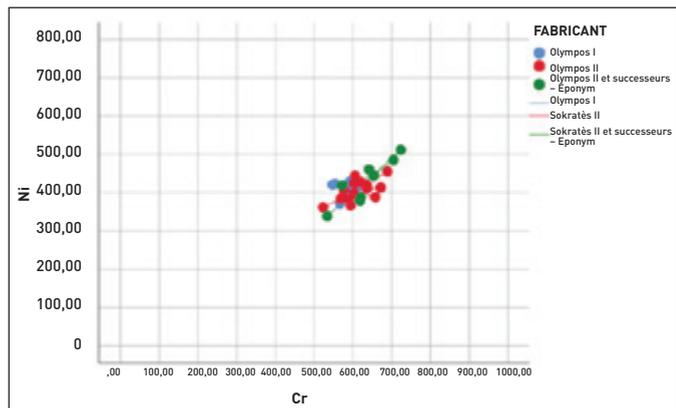


Figure 34

Diagramme 2D de comparaison entre le chrome [Cr] et le nickel [Ni].

Figure 35

Diagramme 2D de comparaison entre le strontium (Sr) et le zirconium (Zr).

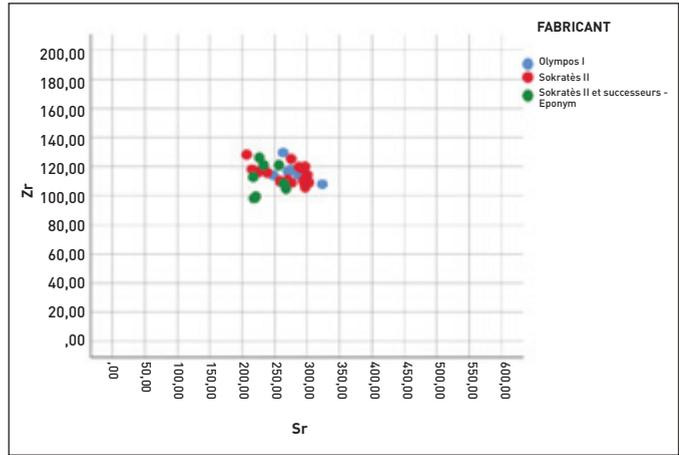


Figure 36

Diagramme 2D de comparaison entre l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) et le silicium (SiO_2).

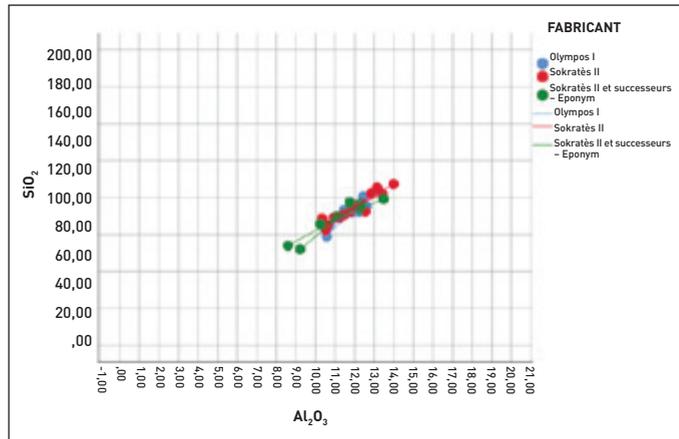
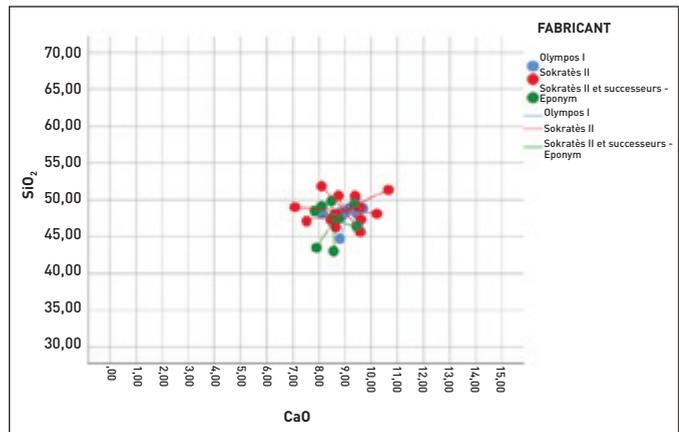


Figure 37

Diagramme 2D de comparaison entre l'oxyde de calcium (CaO) et le silicium (SiO_2).



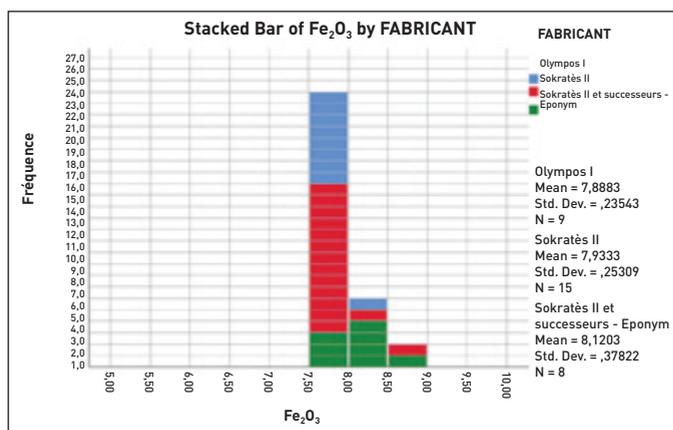


Figure 38

Histogramme de l'oxyde de fer (Fe_2O_3)

homogènes, nous allons passer à l'étape suivante, qui est de comparer les *Maisons* entre elles, deux à deux.

Nous allons commencer par l'exercice de comparaison entre la *Maison 1*, Imas and co., avec la *Maison 2* de Theumnastos. Les deux maisons font appel à des sources d'argile différentes, malgré les caractéristiques voisines. Elles se distinguent très bien ici grâce au vanadium, ici également sur ces parallèles, on voit la *Maison* d'Imas qui a un taux de silicium inférieur à celui de Theumnastos. Comme le montrent les diagrammes, il n'y a aucun mélange entre les deux, mais une différence tout à fait nette (Figures 39 et 40).

Maison 1 d'Imas contre *Maison 3* de Sôkratès, il y a moins de différences entre les deux maisons qui sont visiblement plus ressemblantes que la *Maison 1* avec la 2, sans doute parce qu'elles étaient implantées géographiquement de façon plus voisine à l'intérieur de l'île de Rhodes, comme nous le montre le bleu pour Imas, et le rouge pour la *Maison 3* de Sôkratès. Ici aussi, une intégration est plus

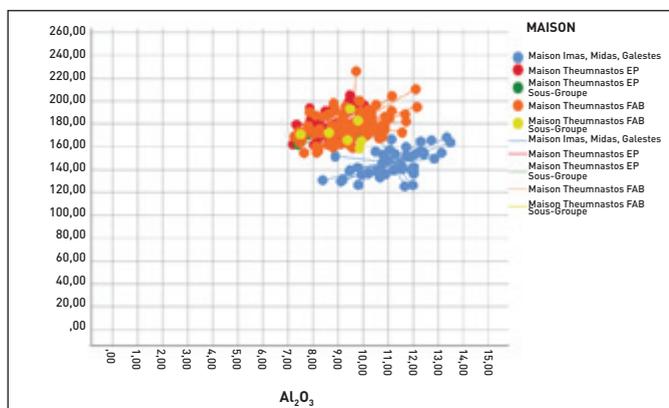


Figure 39

Diagramme 2D de comparaison entre l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) et le vanadium (V).

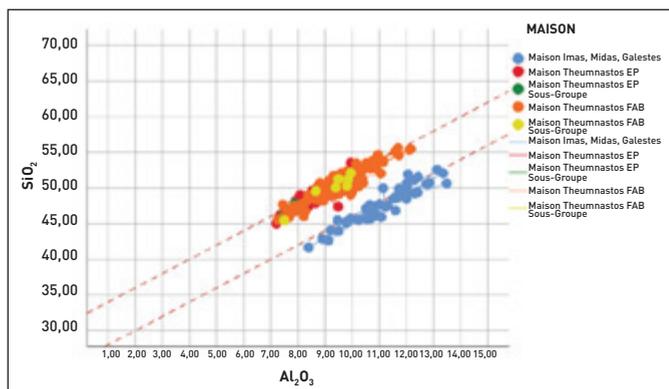


Figure 40

Diagramme 2D de comparaison entre l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) et le silicium (SiO_2).

poussée et là on voit une légère différence avec plus, donc de strontium pour la *Maison* de Sôkratès, mais assez peu de différences finalement comme nous le montre le diagramme de la **Figure 41**.

Dans la dernière comparaison, *Maison 2* versus *Maison 3*, donc Theumnastos contre Sôkratès, tout de suite une différence également se fait jour. Il apparaît clairement qu'il y a un recouvrement entre les exemples des deux *Maisons* avec de légères différences entre elles, si l'on tient compte du fait que la plupart de ces éléments ne sont pas discriminants. D'autres éléments

montrent des différences dans les compositions chimiques entre les deux *Maisons* : de l'oxyde d'aluminium *versus* le silicium, on constate que les éléments des deux *Maisons* se sont approvisionnées dans deux sources d'argiles différentes, ce qui est indiqué sur le diagramme par les deux lignes de corrélation. L'argile utilisée par la *Maison* Sôkratès présente un taux de vanadium plus faible, mais un taux plus fort de potassium ainsi que de rubidium que l'argile utilisée pour la production des amphores de la *Maison* de Theumnastos et successeurs,

Figure 41

Diagramme 2D de comparaison entre le strontium (Sr) et le zirconium (Zr).

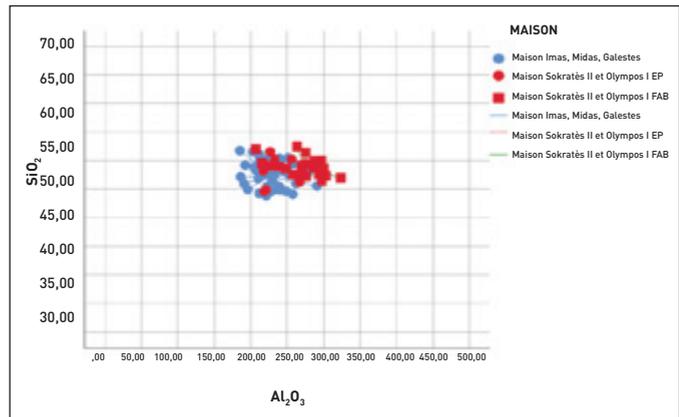
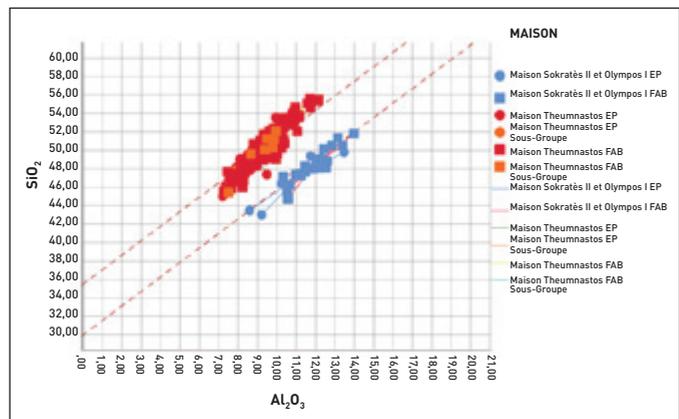


Figure 42

Diagramme 2D de comparaison entre l'oxyde d'aluminium (Al₂O₃) et le silicium (SiO₂).



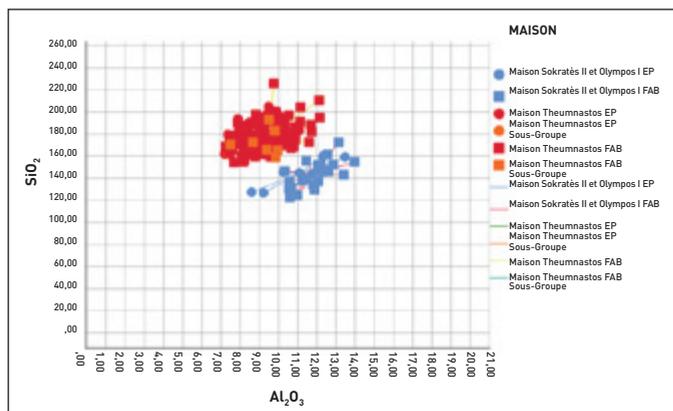


Figure 43

Diagramme 2D de comparaison entre l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) et le vanadium (V).

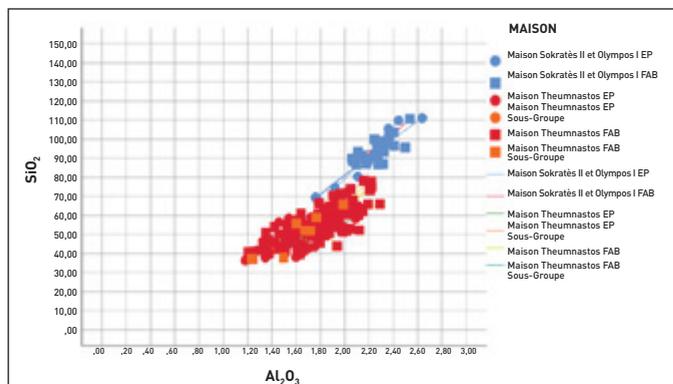


Figure 44

Diagramme 2D de comparaison entre l'oxyde de potassium (K_2O) et le rubidium (Rb).

comme le montrent les diagrammes des **Figures 42 à 44**.

3.5. Comparaison globale des trois Maisons rhodiennes

Nous passons maintenant à un exercice plus complexe : la comparaison entre les trois *Maisons*. Comme nous l'avons montré dans les diagrammes précédents, il reste une proximité de la *Maison 1* d'Imas avec la *Maison 3* de Sôkratès, et en revanche une différence plus marquée entre la *Maison 2* de Theumnastos avec les deux autres, avec un taux de potassium/rubidium, de strontium/zirconium et surtout de

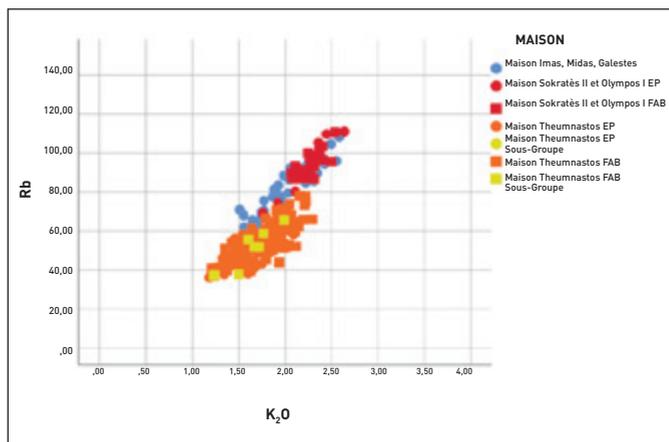


Figure 45

Diagramme 2D de comparaison entre l'oxyde de potassium (K_2O) et le rubidium (Rb).

Figure 46

Diagramme 2D de comparaison entre le strontium (Sr) et le zirconium (Zr).

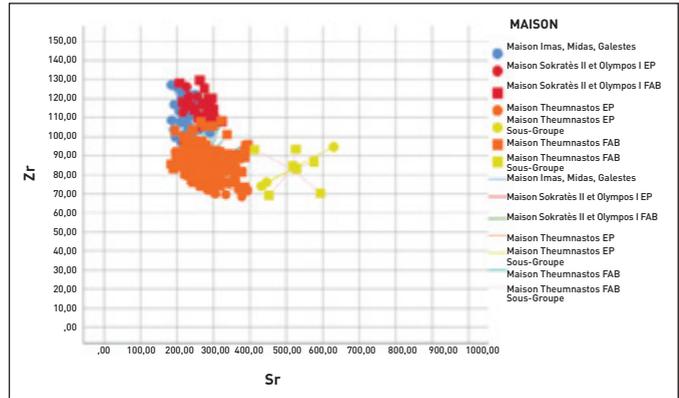


Figure 47

Diagramme 2D de comparaison entre l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) et le silicium (SiO_2).

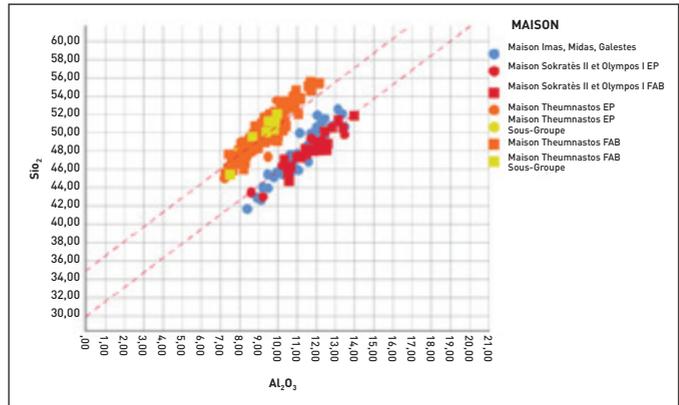
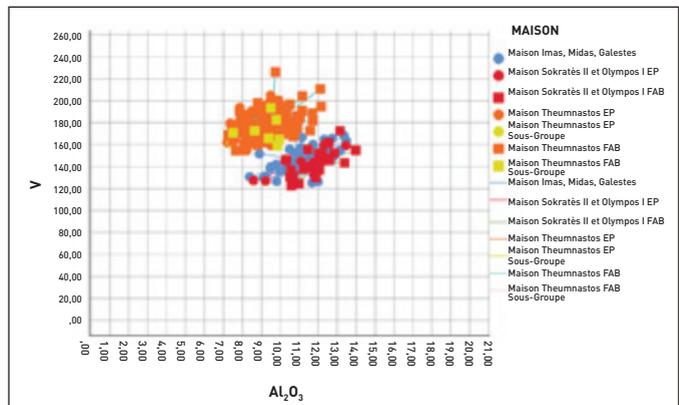


Figure 48

Diagramme 2D de comparaison entre l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) et le vanadium (V).



silicium et de vanadium différent dans le groupe de Theumnastos (**Figures 45 à 48**). Les Maisons 1 et 3 devaient être beaucoup plus proches avec peut-être des lits d'argile communs ou, tout du moins, un approvisionnement relativement voisin dans l'île de Rhodes.

3.6. La localisation des Maisons rhodiennes

Dans un deuxième stade, il s'agira de localiser la production de ces fabricants dans le territoire de l'île de Rhodes, en caractérisant chimiquement les argiles de Rhodes, en identifiant les lieux de production sur les cartes géologiques, et en localisant par prospection les lieux de production.

Nous n'abordons pas cette phase les mains vides : Maurice Picon a officiellement procédé à des prélèvements d'argile à Rhodes en 1977 ; par ailleurs, nous avons localisé une vingtaine d'ateliers dans les années 1980¹⁰ : certains ont disparu sous les constructions modernes, quelques-uns ont subsisté et une mise à jour de ces données de terrain

10. Empereur J.-Y., Picon M., « À la recherche des fours d'amphores », *BCH* Supplément 13 (1986), p. 115.

s'avère nécessaire, en collaboration avec nos collègues Grecs (**Figure 49**). En outre, nous avons enregistré avec soin les récoltes d'anses timbrées dans l'île par les voyageurs du XIX^e siècle et du début du XX^e siècle : ils notaient souvent avec précision le lieu où ils avaient collecté les anses et donnent ainsi des indications précieuses sur leur concentration qui, dans cette Rhodes et encore vierge de tout développement conséquent depuis l'Antiquité¹¹.

Enfin, une carte géologique de l'île de Rhodes a été dressée entre 1960 et 1965 par l'Institut

11. Voir un exemple de cette recherche sur les voyageurs des siècles passés dans Di Rosa A., « From Rhodes to Rome : The Archaeological Objects Discovered by Gian Giacomo Porro in the Early 20th Century », in Sr. Schirup (éd), *Documenting Ancient Rhodes : Archaeological Expeditions and Rhodian Antiquities*, Aarhus, 2019, p. 146-157. Un voyageur suédois du XIX^e siècle dans Badoud N., *Inscriptions et timbres amphoriques de Rhodes : documents recueillis par le médecin et explorateur suédois Johan Hedenborg*, Acta Instituti Atheniensis regni Sueciae, 47, Athènes, 2017. L'enquête sera étendue aux voyageurs allemands, anglais, français et italiens d'après leurs archives, dont certaines sont disponibles en ligne.

Figure 49

Prospection des ateliers de production sur l'île de Rhodes.



de géologie de l'Université de Milan : au 50.000, elle est la plus détaillée à ce jour. Elle est accompagnée d'un livre explicatif des auteurs¹² et une mise à jour a été effectuée par une équipe grecque en 2007¹³.

12. Mutti E., Orombelli G., Pozzi R., *Geological Studies on the Dodecanese Island IX. Geological Map of the Island of Rhodes (Grece). Explanatory Notes*, Athènes, 1979.
13. Tsombos P. et coll., « Updating the 50:000 geological maps of Rhodes Island using Remote

Nous rencontrons ici les chemins du croisement que nous opérons systématiquement entre les résultats de nos analyses chimiques et les examens pétrographiques. Nous reviendrons ailleurs sur les résultats d'identification sur le terrain des ateliers d'amphores grâce à ce croisement entre les deux méthodes.

Sensing date and GIS techniques », Proc. Of SPIE vol. 6749, 2007, téléchargé de <http://proceedings.spiedigitallibrary.org/>

Perspectives

Nous avons présenté ici les résultats des analyses concernant trois *Maisons* de fabricants d'amphores rhodiennes. À ce jour, nous avons réalisé le même travail d'analyses pour une dizaine de *Maisons* et nous comptons étendre notre étude à la totalité des fabricants rhodiens après les avoir regroupés autant que possible par successions et/ou cohabitations au sein d'un même atelier, en tenant compte des éventuelles succursales.

Nous noterons un point important : toutes les analyses que nous avons présentées ici peuvent être vérifiées et répétées à l'envi. Pour arriver de façon indépendante aux mêmes résultats, il suffit de choisir des anses rhodiennes timbrées avec les mêmes matrices que celles que nous avons utilisées. Nos exemples viennent principalement des collections d'Alexandrie, mais une anse au même timbre conservée à Athènes, à Rhodes, ou en quelque musée du monde, répondra de la même manière en donnant les mêmes résultats, à condition que le pXRF utilisé soit étalonné. Nous espérons ainsi que ces premiers essais seront répétés par des tiers

et seront étendus à une variété plus large de *Maison* rhodiennes, avant de passer à d'autres centres de productions d'amphores timbrées, en suivant les mêmes principes de traitement.

Le but de ces quelques pages était d'illustrer l'apport heuristique de la chimie à l'histoire du commerce antique. L'archéologue peut reconnaître un certain nombre de productions à l'œil nu, ou avec des loupes ou des microscopes, mais il y a un moment où il n'y a que l'analyse chimique qui peut répondre à la complexité de ses interrogations.

Nul doute que ces premiers résultats paraîtront vite dépassés, dans la mesure où l'usage des XRF portables connaît un actuel essor qui permettra à ces premiers essais et tâtonnements de déboucher un jour prochain sur une discipline collective, avec le croisement des protocoles, des étalonnages et calibrations des machines, ainsi qu'avec la mise en réseau des données des analyses : nous pouvons espérer que d'ici quelques années des réseaux d'utilisateurs se mettront en place, avec des bases de données en ligne des résultats, véritables bibliothèques de référence sur la composition chimique des fabriques des céramiques antiques, notamment des amphores de Rhodes, puisque c'est le sujet qui nous a retenus ici.