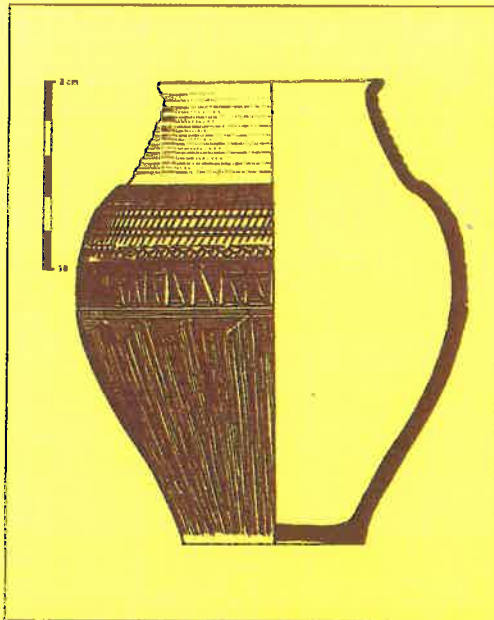
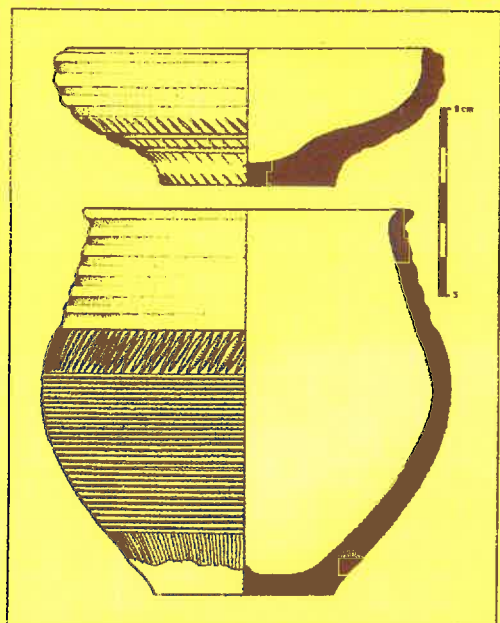
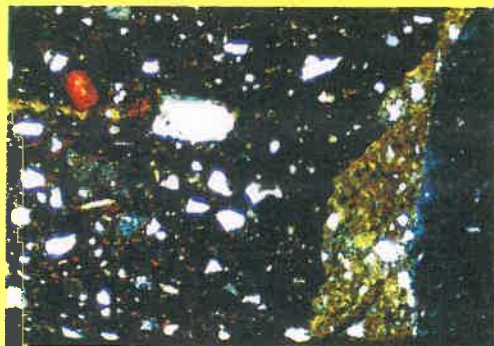


Archeometria della Ceramica

Problemi di Metodo



ATTI 8° SIMCER
Simposio
Internazionale
della Ceramica



Rimini

10-12 Novembre
1992

Ed. Int. Centro Ceramico - Bologna

L'ANALYSE CHIMIQUE DES CÉRAMIQUES: BILAN ET PERSPECTIVES

M. PICON, Laboratoire de Céramologie, Université de Lyon

Riassunto

Dopo avere ricordato alcune delle caratteristiche dei metodi di analisi chimica delle ceramiche archeologiche, il testo esamina l'utilizzazione dei risultati di queste analisi nella classificazione delle ceramiche e, partendo da diversi esempi, richiama i problemi più frequenti che questi metodi possono risolvere.

Un particolare studio riguarda la determinazione di origine, insistendo sul carattere ipotetico di questi risultati che si basano su quattro categorie di argomentazioni: le somiglianze di composizione con i campioni di riferimento, le differenze di composizione comunque esistenti, i criteri di verifica, le probabilità a priori. Dopo aver illustrato e discusso queste differenti categorie a partire da esempi concreti, l'Autore si interroga sulla posizione attuale di queste ricerche fra le discipline archeologiche e sul loro avvenire.

Parole chiave: analisi chimiche - criteri di validazione - gruppi di riferimento - classificazioni - zona d'incertezza.

1. Introduction

L'idée d'utiliser les compositions chimiques des céramiques pour identifier leur lieu de fabrication est fort ancienne, puisqu'on la trouve exprimée sous différentes formes par des auteurs céramistes, dès le milieu du XIXe siècle. Toutefois, il faudra attendre le milieu du XXe siècle pour voir apparaître les premiers travaux importants dans ce domaine. Il est vrai que le développement des techniques physiques d'analyse qui seules permettent la réalisation de grandes séries d'analyses, indispensables à ces recherches, fut la condition même de leur existence. L'obligation d'utiliser des techniques

physiques d'analyse devait avoir de profondes répercussions sur l'accueil fait aux méthodes d'étude des céramiques anciennes, qui se fondent sur les compositions chimiques. Ces méthodes virent en effet le jour dans des laboratoires de géologie où se développaient, parallèlement, diverses applications à l'archéologie des méthodes traditionnelles, pétrographiques et minéralogiques, employées pour l'étude des roches. Cette origine différente, la complexité de l'appareil mathématique mis en jeu par les méthodes chimiques, la nouveauté de leur approche, notamment celle des raisonnements, et, il faut le dire aussi, une prise en compte insuffisante par les physiciens des don-

nées géologiques, devaient éveiller du côté des géologues une certaine suspicion pour ces méthodes nouvelles. De même les physiciens trouvaient souvent légères et passablement subjectives les raisons avancées par les géologues dans leurs déterminations d'origine. Car il faut admettre aussi que la démarche consistant à remonter vers l'origine des matériaux n'est en aucune façon une démarche habituelle en géologie.

Les conditions qui ont présidé à l'apparition et au développement des méthodes chimiques d'étude des céramiques anciennes devaient peser lourdement sur les rapports - complémentaires plus que concurrentiels - qu'elles auraient dû entretenir avec les méthodes pétrographiques et minéralogiques. Et l'on ne saurait affirmer, après plus d'un quart de siècle d'applications diverses, que le climat de suspicion réciproque qui s'est instauré alors a complètement disparu. En tout cas, on doit reconnaître aux méthodes chimiques, ou du moins à certains des laboratoires qui les utilisent, le mérite d'un effort d'explication et de clarification des raisonnements employés. Cet effort constitue sans doute la part la plus importante du bilan que l'on pourrait faire actuellement pour ces méthodes. Plutôt que de passer en revue les différents secteurs de la céramologie antique, médiévale et post-médiévale où l'apport du laboratoire a profondément renouvelé les perspectives de la recherche, c'est donc aux modes de raisonnement que l'on s'attachera ici, car ils conditionnent

pour une large part les relations entre les archéologues et les archéomètres, dans ce domaine particulier.

2. Objectifs

L'idée qui se fait jour au travers des publications des céramistes du XIXe siècle c'est qu'il devrait être possible d'utiliser les compositions chimiques des céramiques pour identifier les ateliers qui les ont produites. A ce sentiment, demeuré très général tant qu'aucune application systématique ne pouvait être envisagée, se sont progressivement substitués des objectifs plus précis, et souvent plus restreints, à mesure que les applications se développaient. Tous se rattachent cependant, d'une manière ou d'une autre, à l'identification des productions de différents ateliers. On a cherché par exemple à savoir si une catégorie de céramiques apparemment homogène pouvait avoir été produite dans plusieurs ateliers. Plus généralement, on a souhaité vérifier la pertinence des critères typologiques et stylistiques employés par les archéologues pour leurs propres classifications. Ou savoir si des productions différentes au plan typologique ou stylistique pouvaient être ou non de la même origine... Des ambitions plus avouées sont apparues qui visaient d'abord à rattacher les productions d'origine inconnue à des ateliers connus, puis à retrouver les lieux de fabrication de céramiques d'origine inconnue en partant des caractéristiques géochimiques des pâtes, que l'on com-

paré à
céram
implic
des c
métho
mique
marq
progr
ces m
des g
dorér

3. An

L'étu
ancie
miqu
comp
que l
Les t
pour
ces r
qu'ur
deme
ques
sulta
lutor
Quar
chim
prés
préci
centi
cons
fonct
miqu
de c
men
mes
Mais
gran

pare à celles de références, argiles ou céramiques, d'origine connue. Cette implication de plus en plus marquée des données géologiques dans les méthodes chimiques d'étude des céramiques en laboratoire est un des traits marquants de leur évolution; elle a fait progressivement adopter, pour toutes ces méthodes, l'expression de méthodes géochimiques que nous utiliserons dorénavant.

3. Analyses

L'étude en laboratoire des céramiques anciennes par les méthodes géochimiques exige que l'on connaisse la composition chimique des céramiques que l'on souhaite étudier.

Les techniques d'analyse employées pour cela se trouvent donc à la base de ces méthodes. Pourtant elles ne sont qu'un outil de travail, et leur intérêt demeure très marginal au regard des questions que pose l'utilisation des résultats des analyses en vue de la résolution des problèmes archéologiques. Quand on utilise des méthodes géochimiques, chaque céramique est représentée par sa composition, ou, plus précisément, par un ensemble de pourcentages correspondant aux différents constituants chimiques mesurés. Le fonctionnement des méthodes géochimiques exige qu'un nombre assez élevé de constituants chimiques, généralement compris entre dix et vingt, soient mesurés sur chacune des céramiques. Mais on peut se permettre une assez grande liberté dans le choix de ces

constituants, pourvu que ce soient les mêmes que l'on mesure sur chacun des exemplaires. Bien qu'il existe fort peu d'études comparatives sur l'aptitude des différents constituants chimiques à permettre la résolution de problèmes archéologiques, il semble acquis que les écarts sont faibles, et qu'il importe surtout d'utiliser des constituants qui aient des comportements géochimiques variés.

La technique utilisée pour les analyses importe peu, pourvu qu'elle fasse preuve d'une bonne reproductibilité (ou fidélité), permettant au minimum de reconnaître des compositions voisines, quel que soit le temps qui aurait pu s'écouler entre les analyses des unes des autres. En revanche, il n'est pas nécessaire que les analyses soient exactes, pourvu que les erreurs soient reproductibles. Cependant, la nécessité d'échanger et de comparer des résultats entre laboratoires impose un minimum d'exactitude aux analyses.

Les techniques d'analyse les plus utilisées pour l'étude des céramiques anciennes ont été successivement la spectrographie optique d'émission, l'activation neutronique, la fluorescence X et récemment la spectrométrie d'émission plasma. Les résultats qui seront présentés ici ont été obtenus par fluorescence X.

4. Classifications

Le concept de classification qui a été à l'origine des méthodes géochimiques d'étude des céramiques anciennes en

demeure un des éléments essentiels. Il s'agit d'une sorte de syllogisme intuitif et approximatif dont les termes pourraient être les suivants:

- on appelle classification toute opération consistant à regrouper les céramiques dont les compositions se ressemblent.
- on considère que chaque atelier ou groupe d'ateliers se caractérise par une composition particulière.
- on en déduit qu'une classification tend à regrouper les céramiques selon leur origine.

C'est cette possibilité de regrouper les céramiques selon leur origine qui a séduit ceux qui se sont efforcés de promouvoir les méthodes géochimiques d'étude des céramiques anciennes. Mais ces idées simples demandaient à être contrôlées, et plusieurs laboratoires ont donc été amenés à consacrer une part importante de leurs recherches à compléter, voire à rectifier sur certains points, les notions précédentes (auxquelles on apportera d'abord quelques précisions indispensables).

5. Précisions

On rappelle que si l'on évoque souvent telle composition caractérisant un atelier, c'est par une simplification de langage évidente. Chacun sait en effet que les compositions des céramiques d'un atelier présentent, dans le cas le plus simple, tout un ensemble de valeurs individuelles qui, pour chacun des

constituants chimiques mesurés, s'écartent plus ou moins d'une valeur moyenne. L'histogramme représentatif de ces différentes valeurs individuelles peut être assimilé à une courbe en cloche, du type de Laplace-Gauss, ce qui introduira nécessairement un premier élément probabiliste lors des comparaisons de compositions. Rappelons encore qu'on est souvent conduit à utiliser une expression mathématique simplifiée ou réduite de ces compositions individuelles; on est alors amené à préciser pour chacun des constituants chimiques mesurés: X, Y, \dots , les moyennes: m_X, m_Y, \dots , les écarts-types correspondants: $\sigma_X, \sigma_Y, \dots$, et parfois les coefficients de corrélation r_{XY}, \dots , relatifs aux constituants pris deux à deux.

On rappellera enfin que les classifications utilisent divers procédés mathématiques afin de regrouper les céramiques dont les compositions se ressemblent. Ils font intervenir des calculs dont le principe varie selon le procédé choisi, bien qu'ils partent toujours des mêmes valeurs individuelles prises par les différents constituants. On utilisera ici l'analyse de grappes dont les résultats sont présentés sous forme d'un diagramme arborescent ou dendrogramme. Chaque céramique y est représentée par un trait vertical à la base du diagramme. Les ressemblances qui existent entre deux ou plusieurs céramiques sont d'autant plus fortes que le rameau vertical qui réunit ces exemplaires part à une plus faible hauteur au-dessus de la base du diagramme (cf. figures 1 à 4, et 6.1.1 - 6.1.2).

6. Co

Les s
les a
corde
tion é
qu'il r
(ou p
ployé
les m
dans
que r
vants

6.1. atelle

6.1.1

On é
d'épc
duit,
enca
cérar
ques
res p
la fig
exerr
mont
comp
tégor
ici.
Les (
entre
positi
pes
dessi
dépa
pes 1
du ra

6. Compléments

Les situations que l'on rencontre dans les ateliers sont souvent loin de s'accorder au concept simple de classification évoqué précédemment. C'est ainsi qu'il n'est pas rare que plusieurs argiles (ou pâtes céramiques) aient été employées dans un même atelier, et que les mêmes compositions se retrouvent dans des ateliers différents. C'est ce que montrent les deux exemples suivants.

6.1. Plusieurs argiles dans un même atelier

6.1.1 Observations générales

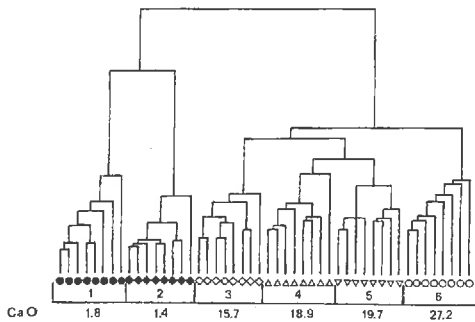
On évoquera ici le cas des ateliers d'époque romaine de Lyon qui ont produit, durant les quelques décennies encadrant le début de notre ère, des céramiques très diverses. Seuls quelques catégories et quelques exemplaires par catégorie ont été retenus pour la figure 1. La classification de ces exemplaires par analyse de grappes montre l'existence de six groupes de composition correspondant aux six catégories de céramiques considérées ici.

Les groupes 3, 4, 5 et 6 présentent entre eux des ressemblances de composition plus marquées que les groupes 1 et 2 (plus grande hauteur, au-dessus de la base du diagramme, du départ du rameau réunissant les groupes 1 et 2; plus faible hauteur du départ du rameau réunissant 3, 4, 5 et 6). Il

s'agit pour 1 et 2, de céramiques non calcaires, et pour 3, 4, 5 et 6 de céramiques calcaires.

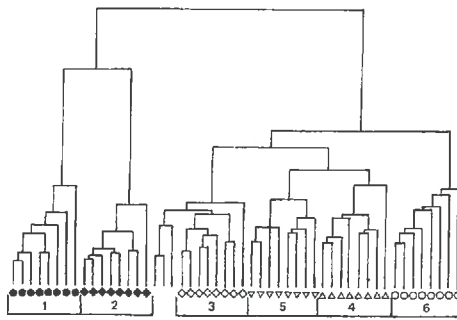
Les raisons qui rendent compte de l'utilisation de plusieurs argiles (ou pâtes céramiques) dans un même atelier ou groupe d'ateliers sont nombreuses. On peut signaler, en allant des cas les plus fréquents aux moins fréquents, les raisons suivantes:

- des nécessités techniques: par exemple l'impossibilité d'utiliser des argiles calcaires pour fabriquer des céramiques culinaires cuites à température élevée (cas du groupe 1),
- des avantages techniques: par exemple l'adjonction d'un dégraissant pour la fabrication des grosses pièces, comme les amphores (cas du groupe 4),
- des traditions techniques: par exemple l'habitude d'utiliser des argiles calcaires cuites à température élevée pour la fabrication des céramiques non culinaires dans le monde gréco-romain (cas des groupes 3, 4, 5 et 6), ou l'habitude d'utiliser des argiles non calcaires particulières pour la fabrication des gobelets de type ACO, en Italie et en Gaule (cas du groupe 2),
- des implantations marginales pour certains ateliers, entraînant l'utilisation de points d'extraction d'argile différents de ceux des autres ateliers (cas du groupe 5),
- des évolutions dans le temps des approvisionnements en argile, sans modification du type de fabrication (cas des groupes 6 et 3, 6 étant ici le plus ancien).



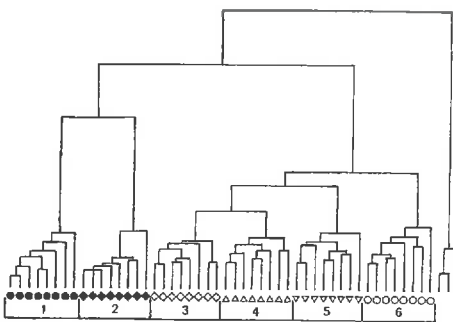
1. Céramiques culinaires - la Sarra
2. Parois minces, ACO - la Muette
3. Terra sigillata, B - la Muette
4. Amphores: Dr. 1, Dr. 2/4, Dr. 9
5. Terra sigillata - Loyasse
6. Terra sigillata, A - la Muette

Fig. 1 - Classification par analyse de grappes (en affinité moyenne non pondérée, sur variables centrées réduites relatives aux 17 constituants suivants: K, Rb, Mg, Ca, Sr, Ba, Mn, Ni, Zn, Al, Cr, Fe, Si, Ti, Zr, Ce, V) de quelques exemplaires de différentes productions lyonnaises.



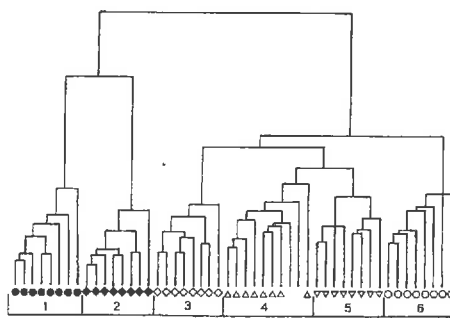
1. Céramiques culinaires - la Sarra
2. Parois minces, ACO - la Muette
3. Terra sigillata, B - la Muette
4. Amphores: Dr. 1, Dr. 2/4, Dr. 9
5. Terra sigillata - Loyasse
6. Terra sigillata, A - la Muette

Fig. 2 - Classification par analyse de grappes des mêmes exemplaires des productions lyonnaises que pour la Figure 1, et de 3 exemplaires de céramique commune des ateliers de Vienne-Saint-Romain-en-Gal, repérés par leur absence de symbole. Mêmes conditions que pour la Figure 1.



1. Céramiques culinaires - la Sarra
2. Parois minces, ACO - la Muette
3. Terra sigillata, B - la Muette
4. Amphores: Dr. 1, Dr. 2/4, Dr. 9
5. Terra sigillata - Loyasse
6. Terra sigillata, A - la Muette

Fig. 3 - Classification par analyse de grappes des mêmes exemplaires des productions lyonnaises que pour la Figure 1, et de 3 exemplaires de céramique sigillées trouvés dans l'atelier de la Muette à Lyon, dont les compositions sont très différentes de celles de productions qui sont sûrement de cet atelier. Ces 3 exemplaires sont repérés par leur absence de symbole. Mêmes conditions que pour la Figure 1.



1. Céramiques culinaires - la Sarra
2. Parois minces, ACO - la Muette
3. Terra sigillata, B - la Muette
4. Amphores: Dr. 1, Dr. 2/4, Dr. 9
5. Terra sigillata - Loyasse
6. Terra sigillata, A - la Muette

Fig. 4 - Classification par analyse de grappes des mêmes exemplaires des productions lyonnaises que pour la Figure 1, et de 2 exemplaires d'amphores trouvées en Suisse, repérés par leur absence de symbole. Mêmes conditions que pour la Figure 1.

6.1
géc
L'u
un
ne
po
d'é
s'a
obl
sie
En
nie
pri
siti
po
dor
cor
ate
cor
ble
tés
est
qu

6.2
ate

6.2

L'e
pro
me
ne:
na
ma
Rh
avi
d'il

6.1.2 Incidences sur les méthodes géochimiques

L'utilisation de plusieurs argiles dans un même atelier ou groupe d'ateliers ne constitue pas une difficulté sérieuse pour les méthodes géochimiques d'étude des céramiques anciennes. S'il s'agit de détermination d'origine, cela obligera simplement à effectuer plusieurs recherches au lieu d'une seule. Encore faut-il noter que les deux derniers cas évoqués correspondent en principe à des argiles dont les compositions restent apparentées, ce qu'on pourra soupçonner aisément. On sera donc peu tenté de considérer qu'elles correspondent nécessairement à des ateliers distincts. On le sera moins encore si des raisons techniques semblent pouvoir expliquer les particularités de composition observées (ainsi en est-il pour les deux premiers cas évoqués ici et même pour le troisième).

6.2 Mêmes compositions dans plusieurs ateliers

6.2.1 Observations générales

L'exemple choisi concerne les mêmes productions de Lyon que précédemment, et des productions contemporaines de céramiques communes provenant de l'atelier de Vienne-Saint-Romain-en-Gal, situé sur les bords du Rhône à une trentaine de kilomètres en aval de Lyon. S'agissant simplement d'illustrer un phénomène assez évi-

dent, on s'est contenté d'ajouter trois exemplaires viennois aux exemplaires lyonnais. Le résultat de la classification de ces différents exemplaires par analyse de grappes est reporté sur la figure 2. On observe que si l'on ne connaissait pas l'origine des céramiques étudiées, on pourrait être tenté de supposer, en tenant compte uniquement du diagramme de la figure 2, que les exemplaires lyonnais du groupe 3 et les exemplaires viennois ont une même origine, car ils forment un groupe qui est plus homogène que les groupes 4, 5 et 6, comme le montrent la plus faible hauteur, au-dessus de la base du diagramme, du départ du rameau réunissant ces 11 exemplaires, et la plus grande hauteur du départ des rameaux réunissant les exemplaires des groupes 4, 5 et 6. Mais on se gardera bien d'une telle conclusion.

On doit en effet savoir qu'il existe des limites aux possibilités de séparation - sur des critères de composition - des productions de deux ateliers, et qu'il n'existe aucun procédé de classification qui permette de s'en affranchir. S'il est vrai que certains procédés de classification sont plus performants que d'autres, et qu'on ait donc intérêt à les utiliser, aucun cependant ne saurait prétendre éviter toute confusion d'origine. De même qu'aucune technique particulière d'analyse ne saurait y parvenir non plus. Qu'il existe des séparations entre ateliers qui s'avèrent impossibles, ou pour le moins très difficiles, ne saurait surprendre. On pouvait se douter par exemple que les composi-



es des
raises
es de
Saint-
ce de
jre 1.



es des
naises
laires
ar leur
e pour

tions lyonnaises et viennoises seraient difficiles à distinguer, puisqu'il s'agit, dans l'un et l'autre cas, de céramiques qui sont faites avec les argiles du Rhône. La proximité des deux sites et la similitude des gisements argileux permettraient de prévoir ces difficultés.

6.2.2 Zones d'incertitude

On touche ici à un problème général et tout à fait fondamental des méthodes géochimiques d'étude des céramiques anciennes, celui des zones d'incertitude. Pour bien comprendre leur signification on remarquera d'abord que la carrière d'argile où s'approvisionne un atelier appartient normalement à une formation géologique déterminée (les alluvions du Rhône, dans le cas pris pour exemple). Celle-ci peut être plus ou moins importante, mais elle s'étend généralement bien au-delà des limites de l'atelier, parfois même sur plusieurs dizaines ou plusieurs centaines de kilomètres. Tant qu'on reste au voisinage de l'atelier, les compositions chimiques des argiles de cette formation diffèrent peu de celles qui sont utilisées dans l'atelier. Pour que les compositions changent, il faut s'en éloigner suffisamment. Il existe donc une zone entourant l'atelier, mais pouvant aussi affecter des formes diverses, à l'intérieur de laquelle aucune distinction - sur des critères de composition - n'est possible entre les argiles provenant d'un point ou d'un autre. Cette zone est dite zone d'incertitude, car son existence pour tous les gisements d'argile crée, lors

des déterminations d'origine en laboratoire, une incertitude théorique sur la localisation exacte de l'origine de la production céramique considérée. On devrait en effet se contenter d'affirmer que cette production provient de la zone d'incertitude concernée, sans pouvoir dire de quel point particulier à l'intérieur de cette zone (sauf en cas de probabilités a priori, cf. 7.2.6).

On connaît de très grandes zones d'incertitude qui peuvent se mesurer en centaines, voire en milliers de kilomètres. C'est le cas par exemple en Egypte pour toutes les productions qui utilisent les argiles du Nil et qui présentent pratiquement les mêmes compositions, du Soudan jusqu'à la mer. En général les zones d'incertitude sont de dimensions plus réduites, allant de quelques centaines de mètres à quelques dizaines de kilomètres. Il s'agit dans la plupart des cas de dimensions qui sont compatibles avec les précisions nécessaires à la résolution des problèmes archéologiques. Mais on ne saurait se passer d'y porter à chaque fois la plus grande attention, sauf à risquer de très graves confusions. On ajoutera que les limites d'une zone d'incertitude ne peuvent être tracées avec précision, dans la mesure où, partant d'un atelier donné, on passe progressivement à des points où les argiles ne peuvent être séparées de celles de l'atelier, puis à des points où une séparation partielle est possible, et enfin à des points où la séparation est totale.

C'est dire qu'en principe les zones d'incertitude ont une structure dont les

car.
me
cor
où
sép
limi
tecl
de
L'e:
l'int
une
rép
res
sibi
en
Vie
troq
lyse
cor

6.2

On
for
situ
que
ma
zor
tior
plu
gué
ser
de
élo
lier
Gé
cer
tior
ner
par

caractéristiques varient progressivement, et autant de limites que de tracés constitués par l'ensemble des points où existent les mêmes possibilités de séparation. Et l'on comprendra que ces limites théoriques dépendent aussi des techniques d'analyse et des procédés de classification employés.

L'existence de séparations partielles à l'intérieur des zones d'incertitude est une situation qui permet souvent de répondre à des questions qui seraient restées sans réponse en cas d'impossibilité complète de séparation. Ainsi en est-il des ateliers de Lyon et de Vienne auxquels on est parvenu sans trop de difficulté à attribuer par l'analyse diverses productions que l'on n'y connaissait pas encore.

6.2.3 Ressemblances régionales

On suppose qu'on reste dans la même formation géologique que celle où se situent la carrière d'argile d'un atelier quelconque et sa zone d'incertitude, mais qu'on serait bien au-delà de cette zone, en des points où les compositions des argiles ne présenteraient donc plus aucune difficulté pour être distinguées de celles de l'atelier. Or on observe pourtant que certains éléments de ressemblance entre ces argiles, fort éloignées de l'atelier, et celles de l'atelier persistent.

Généralement ces ressemblances concernent une bonne partie de la formation géologique à laquelle appartient l'atelier et sa zone d'incertitude, et parfois la totalité de cette formation. Il

s'agit de ressemblances bien moins fortes évidemment que celles qui définissent les zones d'incertitude; elles traduisent simplement une certaine similitude dans la genèse des argiles concernées.

On utilise le terme de ressemblances régionales pour désigner de telles ressemblances. Elles présentent de réels avantages lorsqu'on recherche le lieu de fabrication d'un groupe de céramiques. Les ressemblances régionales, faciles à observer, suggèrent en effet des hypothèses de travail qui ont souvent été à l'origine d'identifications précises de lieux de production, alors que celles-ci eussent été difficiles à retrouver sans ce fil conducteur.

6.2.4 Ressemblances accidentelles

Ayant examiné les cas les plus fréquents où peuvent se rencontrer, sur des sites différents, des compositions d'argile identiques ou proches, on était arrivé à la conclusion qu'il s'agissait de situations normales, lorsqu'on avait affaire à des exploitations d'argile qui étaient implantées dans les mêmes contextes géologiques. La question que l'on est amené à se poser à présent consiste à se demander si les mêmes ressemblances peuvent se rencontrer entre des sites d'exploitation d'argile dont les contextes géologiques seraient différents. De telles ressemblances ne résulteraient alors que du hasard, d'où le nom de ressemblances accidentelles qui leur est donné.

Si l'on ne considérait que les erreurs

d'attribution d'origine qui ont été faites ici ou là en invoquant des ressemblances de composition, on serait tenté de répondre par l'affirmative. Pourtant, lorsqu'on examine attentivement les raisons de telles erreurs, on s'aperçoit qu'elles ne sont pas dues, comme on pourrait le croire, à des ressemblances accidentelles qui reproduiraient les compositions existant dans une zone d'incertitude donnée, mais les reproduiraient, par l'effet du hasard, dans un contexte géologique différent (sans héritage géochimique marqué reliant ces deux contextes). Ce qui expliquerait et justifierait des erreurs d'attribution. Dans tous les cas observés, les confusions résultent d'une mauvaise utilisation des procédés de classification, et surtout du fait qu'on ignorait la façon dont les compositions varient dans la région que l'on proposait comme origine. Si, faute de connaissance sur ce point, on décide arbitrairement que la ressemblance observée implique une communauté d'origine, toutes les confusions sont possibles (dès lors qu'on ignore s'il existe vraiment, au voisinage du point proposé pour être l'origine du groupe étudié, des différences de composition identiques à celle qui sépare le groupe des céramiques d'origine inconnue et le groupe de composition correspondant à l'origine proposée). Bien qu'on ne puisse considérer que les différents laboratoires aient fait actuellement l'inventaire de toutes les situations existantes, il ne semble pas que les ressemblances accidentelles constituent un réel problème pour les

méthodes géochimiques d'étude des céramiques anciennes, eu égard aux possibilités de séparation résultant des techniques d'analyse et des procédés de classification employés habituellement.

Si quelques exemples de ressemblances accidentelles devaient cependant apparaître un jour, on peut être assuré, compte tenu du nombre des séparations effectives (et aisées) déjà rencontrées pour des argiles dont les contextes géologiques sont différents, que les ressemblances accidentelles ne constitueraient qu'un risque mineur.

6.2.5 Incidences sur les méthodes géochimiques

Lorsqu'on procède à la classification d'un ensemble de céramiques sur des critères de composition, on doit donc s'attendre à rencontrer des groupes qui peuvent correspondre effectivement à des ateliers différents, mais également des groupes qui peuvent comprendre plusieurs ateliers issus de la même zone d'incertitude, voire de nombreux ateliers liés entre eux par de simples ressemblances régionales. Les situations réelles sont plus complexes encore, car il s'en faut généralement de beaucoup que les conditions de fonctionnement des procédés employés pour la classification soient satisfaites, lorsqu'on sait au départ très peu de chose sur le matériel que l'on cherche à classer. Dans ces conditions on ne peut exclure que des erreurs ne soient introduites par les procédés de classi-

fication eux-mêmes, et qu'elles ne viennent compliquer encore le tableau.

Il est certain que l'utilisation simpliste des résultats d'une classification - consistant par exemple à considérer que les différents groupes obtenus correspondent à autant d'ateliers - ne peut que conduire à des applications archéologiques erronées. Il faut comprendre qu'une classification, et surtout une classification préliminaire par laquelle débute généralement toute étude, se contente de révéler des dissemblances et de suggérer des ressemblances, à partir desquelles on peut essayer d'élaborer certaines hypothèses de travail (cf. 7.2.9). Mais c'est ensuite le raisonnement qui doit prendre le relais en s'appuyant sur l'ensemble des données disponibles, pour affiner les hypothèses de travail et parvenir à des conclusions motivées. Ce qui rend nécessaire de s'arrêter un peu sur les mécanismes de ces raisonnements.

7. Raisonnements

7.1 Remarques préliminaires

On est conduit à utiliser, au cours des recherches sur les céramiques qui font appel aux méthodes géochimiques, une grande variété de raisonnements. Celle-ci est pour une part le reflet de la diversité des objectifs archéologiques, mais également celui des situations locales ou régionales. La présentation et la discussion d'exemples concrets pourrait être un moyen qui permettrait

d'aborder l'étude de ces raisonnements. Une autre manière de procéder consisterait à examiner quelles sont les difficultés majeures qui surgissent régulièrement au cours des applications archéologiques, afin de les étudier, de les comprendre et d'arriver à les surmonter. Or on se rend très vite compte que les difficultés les plus sérieuses tiennent toujours à l'appréciation difficile de la valeur des arguments qui relèvent du laboratoire, et de la valeur de ceux qui relèvent d'autres disciplines, et notamment des disciplines historiques et archéologiques. Un effort de clarification paraît donc indispensable en ce domaine. Pour le tenter, on a choisi d'examiner les mécanismes les plus achevés, ceux qui conduisent à interpréter les classifications en termes d'inclusion dans un groupe (ou d'exclusion). C'est-à-dire les mécanismes qui sont à la base des déterminations d'origine. Les autres modes de raisonnement utilisés pour des applications archéologiques particulières des méthodes géochimiques ne faisant que reprendre certains éléments de ces mécanismes plus achevés.

7.2 - Inclusion

On dispose d'un premier groupe dit groupe de référence qui est constitué de céramiques et/ou d'argiles qui ont toutes une même origine connue. A ce groupe de référence est comparé un second groupe qui est constitué de céramiques d'origine inconnue. On supposera, pour des raisons de

simplification dans l'exposé, que ce second groupe est constitué lui-aussi de céramiques ayant une même origine, mais celle-ci est inconnue.

Le problème que l'on cherche à résoudre consiste à déterminer sous quelles conditions il serait possible de montrer que le groupe de céramiques d'origine inconnue provient de la zone d'incertitude du groupe de référence, ou, si l'on préfère, qu'il est inclus dans le groupe de référence qui définit cette zone. C'est donc bien à un problème de détermination (ou d'attribution) d'origine auquel on a affaire, cette détermination concernant ici un groupe de céramiques plutôt que des individus isolés, l'inclusion dans un groupe de référence des individus isolés étant plus délicate à établir que celle d'un groupe.

En face d'un tel problème il faut éviter surtout la facilité consistant à lui trouver une solution mathématique, ou d'apparence mathématique. Il serait en effet tentant, et rassurant, de pouvoir s'en tenir uniquement aux compositions du groupe de référence, et à celles du groupe des céramiques d'origine inconnue, pour décider de l'inclusion éventuelle des secondes dans les premières. Cela éviterait d'avoir à tenir compte des données géologiques locales, et de beaucoup d'autres facteurs qui ne simplifient pas les problèmes. Malheureusement, il n'existe aucune solution mathématique aux problèmes d'inclusion, du moins tels qu'ils se posent dans le cadre des méthodes géochimiques d'étude des céramiques anciennes. Comme ces conceptions

simplistes sont responsables de bien des désastres en matière de détermination d'origine, il n'est pas inutile qu'on leur consacre quelque place en s'attardant particulièrement sur leur forme la plus répandue, celle des seuils.

Mais après avoir toutefois accordé aux ressemblances de composition (qui sont au coeur de ces problèmes d'inclusion) les précisions nécessaires.

7.2.1 Ressemblances

Que les méthodes employées pour les déterminations d'origine soient justes ou fausses, c'est toujours à des ressemblances de composition qu'on se trouve confronté. Il existe de nombreuses manières de calculer les ressemblances de composition, que ce soit entre deux groupes, par exemple entre le groupe de référence et le groupe des céramiques d'origine inconnue, ou entre un groupe et des céramiques considérées individuellement, ou, enfin, entre des céramiques prises deux à deux. En réalité, ce ne sont pas les ressemblances de composition que l'on calcule, mais les dissemblances, lesquelles se traduisent généralement par des calculs de distances, celles-ci étant d'autant plus faibles que les groupes ou les céramiques concernés se ressemblent plus. Mais ce qui pose problème ce ne sont pas ces calculs, mais la façon de les interpréter.

On pourrait penser que si le groupe de référence et le groupe des céramiques d'origine inconnue ont une même origine, les ressemblances entre ces deux

groupes devraient être extrêmement fortes et correspondre par conséquent à des distances nulles ou presque. Or l'expérience montre que c'est rarement le cas, et qu'il existe toujours des différences de composition entre deux groupes de même origine.

En dehors des différences qui pourraient être dues à la taille des deux groupes, différences auxquelles on peut toujours remédier en théorie, subsistent des différences ou distances résiduelles sur lesquelles on n'a guère de prise. Elles sont dues pour l'essentiel à des proportions différentes, dans les deux groupes, de diverses variétés de composition qui existent dans un atelier, qu'il s'agisse des variétés qui se sont succédées au cours du temps, ou de celles qui caractérisent telle ou telle fraction de l'atelier lorsque celui-ci est de grande taille et qu'il possède plusieurs points d'approvisionnement en argile. A cela s'ajoutent encore les différences de composition qui résultent de milieux de conservation qui, dans la plupart des cas, ne sont pas les mêmes pour les deux groupes. On notera enfin que la valeur des distances résiduelles les plus courantes varie beaucoup d'un contexte géologique à un autre, et, à l'intérieur d'un même contexte géologique, d'un atelier à l'autre (en fonction notamment de la taille des ateliers).

7.2.2 Seuils

Les attributions (ou déterminations) d'origine deviendraient simples si, ayant affaire à un groupe de référence et à un

groupe de céramiques d'origine inconnue, on pouvait décider - d'après la valeur de la distance de ces deux groupes - qu'ils appartiennent à la même zone d'incertitude ou non. C'est en tout cas ce qui est fait souvent, après avoir fixé assez arbitrairement un seuil à la distance de deux groupes, en dessous duquel on décide donc que les deux groupes ont la même origine. La difficulté c'est qu'une même distance n'a absolument pas la même signification d'un contexte géologique à un autre. Telle distance entre deux groupes qui correspond dans un contexte géologique déterminé à des points de prélèvements d'argile qui sont situés dans la même zone d'incertitude, pourra correspondre, dans un contexte différent, à des points qui ne sont reliés que par de simples ressemblances régionales, voire à des points qui pourraient ne pas se trouver dans la même formation géologique. Quant aux distances sur le terrain qui peuvent séparer alors les origines de ces deux groupes, elles ne peuvent qu'être des plus diverses. Or en procédant ainsi on se prive de tout moyen de s'en rendre compte. Il n'est donc pas nécessaire d'insister plus longuement sur le caractère périlleux de telles déterminations d'origine, et sur les erreurs qu'on leur doit, erreurs d'autant plus nombreuses que les limites retenues sont souvent incroyablement hautes. Les risques seraient évidemment moindres en choisissant une limite très basse, mais on se heurterait alors à d'autres difficultés dues notamment aux valeurs très différentes, d'un

contexte géologique à un autre, des distances résiduelles.

7.2.3 Expérience

Ainsi n'est-il pas possible de dire, à partir des seules compositions chimiques, si une ressemblance donnée - entre un groupe de référence et un groupe de céramiques d'origine inconnue - implique ou non que ces deux groupes soient originaires de la même zone d'incertitude. En revanche il devrait être possible de préciser - sur le nombre de cas étudiés jusqu'ici - combien de fois une telle ressemblance s'est révélée correspondre à des groupes originaires de la même zone d'incertitude. Cela ne permettrait pas de répondre au problème concret posé par les céramiques d'origine inconnue que l'on étudie, mais cela permettrait au moins de savoir quels risques on court en choisissant une hypothèse ou l'autre.

Sans doute vaudrait-il mieux, pour que cette statistique ait plus de sens, raisonner à l'intérieur d'un même type de gisement d'argile (argiles marines, lacustres, fluviatiles, volcaniques, etc...), et à l'intérieur d'un même type de composition chimique. Peut-être vaudrait-il mieux également n'établir de distinction qu'entre les ressemblances dites significatives qui s'expliquent par une certaine communauté dans la genèse des argiles des deux groupes (comme c'est le cas pour les ressemblances à l'intérieur d'une zone d'incertitude et pour les ressemblances régionales), et

les ressemblances non significatives (ou accidentelles) que n'explique pas la genèse des argiles des deux groupes concernés. On est loin malheureusement de pouvoir disposer de ces renseignements sous une forme utilisable par tous. Chacun en est donc réduit, faute de mieux, à sa propre expérience, ce qui demeure une situation dont on ne saurait que regretter la persistance à long terme. L'expérience personnelle étant plus ou moins grande ici ou là, on ne rencontre pas toujours la même conscience des difficultés réelles, et on sous-estime souvent les erreurs d'attribution qui peuvent être faites en tenant pour significative telle ressemblance qui ne l'est pas, malgré son caractère fortement marqué.

7.2.4 Réseaux

Même si l'on était averti des risques de confusion qui peuvent correspondre à une dissemblance (ou distance) donnée, on ne saurait pas résoudre pour autant le problème concret que pose le groupe d'origine inconnue que l'on étudie. Parmi les solutions envisageables pour répondre à la question posée, il en est une qui reste plus théorique que pratique, mais qui illustre bien certains aspects des déterminations d'origine. Il s'agit de la constitution des réseaux de références (ou réseaux de renseignements localisés). Ceux-ci sont formés par un ensemble de points qui pourraient correspondre à autant de lieux d'extraction d'argile, chacun de ces lieux d'extraction possibles étant représenté

par
y tr
On
corr
don
les
che
esti
réfé
d'ur
amp
tion
ce r
gine
Ave
dété
plus
che
son
du
incc
poir
tuée
les
dist
d'or
une
rent
lier
don
mal
autr
pou
céra
réfé

7.2.

La
réfé

par les compositions des argiles qu'on y trouve.

On aurait ainsi une sorte de carte des compositions des argiles d'une région, donc des références de cette région. Si les points de la carte sont assez proches les uns des autres, on peut même estimer connaître comment varient les références entre les points du réseau, d'une manière approchée certes, mais amplement suffisante pour les applications qu'on peut envisager de faire de ce réseau lors des déterminations d'origine.

Avec un tel réseau de références les déterminations d'origine ne poseraient plus guère de problème. Il suffirait de chercher le point dont les compositions sont à la distance la plus faible de celles du groupe des céramiques d'origine inconnue, puis de tracer autour de ce point des lignes successives constituées par l'ensemble des points dont les compositions sont à une même distance des compositions du groupe d'origine inconnue. On obtiendrait ainsi une carte qui ne saurait être très différente de la zone d'incertitude de l'atelier d'où proviennent les céramiques dont on cherche à déterminer l'origine, malgré les distances résiduelles et autres phénomènes du même genre pouvant affecter les compositions des céramiques étudiées, comme celles des références.

7.2.5 Transformations

La réalisation d'un réseau dense de références est assez illusoire, bien

qu'on puisse espérer s'en rapprocher un peu, à mesure que les recherches se développeront. En attendant, on s'en servira pour examiner comment on peut transformer le procédé, sans trop altérer la démonstration de l'origine recherchée.

On constate d'abord que, dans le réseau des références, beaucoup sont assez peu utiles. C'est en principe le cas pour toutes les formations géologiques qui sont nettement différentes de celle où se situe la zone d'incertitude recherchée. On peut donc se contenter de n'avoir pour ces formations que quelques références, après avoir vérifié que leurs compositions présentent des dissemblances marquées avec celles du groupe que l'on étudie. Mais cela suppose quand même quelques analyses (qui permettront de contrôler qu'on a affaire à d'autres systèmes de ressemblances régionales).

Lorsque les ressemblances se révèlent plus significatives, il faudrait pouvoir disposer d'un réseau dense de références, mais celui-ci demeure difficile à constituer, malgré la réduction de la surface à couvrir. On va donc ne retenir, parmi tous les points du réseau de références, qu'un certain nombre d'entre eux, ceux qui, pour des raisons diverses, paraîtront convenir plus que d'autres comme origine possible pour les céramiques étudiées. Ce sont les probabilités a priori qui guideront ce choix, lequel n'est pas sans risque. Pour en réduire les inconvénients éventuels on introduira diverses caractéristiques supplémentaires permettant une

identification plus sûre de l'origine proposée; ce sont les critères de validation. Ces deux notions feront l'objet de précisions ultérieures.

Quel que soit l'intérêt des notions précédentes, on ne pourra que rarement faire l'économie d'une enquête minimale sur les compositions locales et régionales des argiles. Il est en effet indispensable, pour pouvoir apprécier une ressemblance de composition, d'avoir quelque idée sur la façon dont les compositions varient autour de l'origine proposée. De plus, c'est souvent la seule façon d'avoir quelque idée sur les dimensions de la zone d'incertitude correspondante, en constatant l'apparition de dissemblances de composition marquées.

Il y aura donc quatre catégories d'arguments qui pourront intervenir dans les raisonnements sur les déterminations d'origine:

- les ressemblances de composition,
- les dissemblances,
- les probabilités a priori,
- les critères de validation.

Ressemblances de composition et dissemblances sont étroitement liées et pourraient ne constituer qu'une même catégorie d'arguments. Si elles sont séparées ici, c'est afin de souligner qu'on ne peut apprécier des ressemblances qu'en fonction des dissemblances qui existent par ailleurs, et donc qu'on ne saurait s'en tenir à l'examen des premières.

L'existence de ces quatre catégories d'arguments complique singulièrement

les raisonnements qui entrent dans les déterminations d'origine. C'est un problème que l'on évoquera, après avoir apporté quelques précisions sur le contenu des probabilités a priori et des critères de validation.

7.2.6 Probabilités a priori

On introduira la notion de probabilité a priori en partant de la classification de la figure 3 qui réunit les mêmes exemplaires des productions lyonnaises que précédemment, et trois exemplaires de céramiques sigillées recueillies dans l'atelier de la Muette à Lyon. Ces exemplaires ont des compositions très différentes des exemplaires sûrement lyonnais, comme on peut le constater sur le diagramme de la figure 3 où ils se trouvent en position très marginale, à l'extrémité droite.

Si l'on cherche à déterminer l'origine de ce petit groupe, comme celle d'exemplaires plus nombreux retrouvés dans les mêmes conditions, on peut partir de l'hypothèse qu'il s'agit vraisemblablement de céramiques arétines mêlées accidentellement aux rebuts des fabrications lyonnaises. C'est en tout cas ce qu'on peut déduire de la date de ces productions, vers 15 av.J.-C., et du fait qu'à cette date l'atelier d'Arezzo reste et de loin l'atelier le plus important pour ce type de fabrication, du fait aussi qu'aucune confusion n'est possible avec les imitations gauloises contemporaines.

Dans ces conditions on peut considérer qu'il existe une forte probabilité a

priori e
ces exe
exempl
caracté
ont été
Muette
d'Arezz
ter d'ef
sur les
dès lor
compos
qu'ils se
céramiq
certains
position
ques de
des ate
que se
s'accor
res étu
s'en tr
(ce qu
l'intérê
dissem
D'une
dèrera
tes les
solution
ou cert
corresp
de fabr
des cér
l'on étu
très div
de rais
longue
régiona
ques q
d'une t
plus ar

ns les
n pro-
avoir
con-
t des

ilité a
on de
exem-
s que
res de
dans
exem-
s diffé-
t lyon-
sur le
ils se
iale, à

jine de
exem-
s dans
artir de
plable-
nêlées
s fabri-
cas ce
de ces
du fait
o reste
nt pour
: aussi
ossible
ontem-

onsidé-
bilité a

priori en faveur de l'origine arétine de ces exemplaires, et de tous les autres exemplaires présentant les mêmes caractéristiques de composition, qui ont été trouvés dans l'atelier de la Muette. La probabilité a priori en faveur d'Arezzo étant forte, on peut se contenter d'effectuer une simple vérification sur les compositions, et considérer - dès lors que rien ne s'oppose dans les compositions de ces exemplaires à ce qu'ils soient arétins - qu'il s'agit bien de céramiques originaires d'Arezzo. Il est certain que si l'on connaît bien les compositions des différents ateliers italiques de céramiques sigillées et celles des ateliers gaulois, et si l'on constate que seules les compositions d'Arezzo s'accordent avec celles des exemplaires étudiés ici, l'attribution de cet atelier s'en trouvera évidemment renforcée (ce qui est aussi une illustration de l'intérêt de prendre en compte les dissemblances de composition). D'une manière générale, on considèrera comme probabilités a priori toutes les raisons qui font que certaines solutions (certains points sur la carte, ou certaines régions) semblent pouvoir correspondre plus que d'autres au site de fabrication recherché pour le groupe des céramiques d'origine inconnue que l'on étudie. Ces raisons peuvent être très diverses. Il peut s'agir par exemple de raisons ethnographiques liées à une longue tradition céramique locale ou régionale, ou de raisons archéologiques qui pourraient attester l'existence d'une telle tradition pour des périodes plus anciennes. Mais les données his-

toriques, géographiques, géologiques, techniques, etc... peuvent être également à l'origine de probabilités a priori des plus utiles. Quelques remarques complémentaires s'imposent ici. On notera d'abord que plus le réseau des probabilités a priori que l'on substitue au réseau théorique des références sera constitué avec soin, plus l'attribution proposée aura une probabilité élevée. On notera aussi que les probabilités a priori, à la différence des compositions, permettent d'établir des distinctions à l'intérieur d'une zone d'incertitude, puisque certains points peuvent y être considérés comme des solutions possibles, de probabilité plus élevée que les solutions correspondant aux autres points de la zone. Enfin on percevra facilement tout le parti qu'on peut tirer des probabilités a priori, lorsqu'on est au début des recherches et qu'on n'a pas d'indication précise sur la direction à prendre pour retrouver le site qui a fabriqué les céramiques que l'on étudie.

7.2.7 Critères de validation

On partira encore d'un exemple concret pour introduire la notion de critère de validation: la classification de la figure 4 qui réunit les mêmes exemplaires des productions lyonnaises que précédemment, et deux amphores Dr.9 découvertes en Suisse. On observe que ces deux exemplaires, repérables par leur absence de symbole, paraissent s'intégrer sans problème dans le

groupe des amphores lyonnaises utilisées comme références. Mais peut-on en déduire pour autant qu'on a bien affaire à des exportations lyonnaises? La classification de la figure 4 montre qu'il existe des ressemblances de composition entre les références lyonnaises et les deux exemplaires suisses. Cependant, les conditions d'échantillonnage et de classification sont ici suffisamment défectueuses pour qu'on puisse douter de la réalité de ces ressemblances. La première chose à faire sera donc de les vérifier en augmentant les effectifs des références, mais également celui des exemplaires dont on cherche à déterminer l'origine, et en utilisant des méthodes de comparaison des compositions plus appropriées. C'est ce qui a été fait avec le schéma de la figure 5 pour lequel on a utilisé un grand nombre de références d'amphores lyonnaises afin d'obtenir une expression réduite satisfaisante de ce groupe de référence (défini par les moyennes, écarts-types et coefficients de corrélation). Ensuite on a calculé, pour chacune des références lyonnaises, leur distance (dite de Mahalanobis) au groupe de référence (représenté par son expression réduite), ces distances formant sur la figure 5 l'histogramme des carrés avec diagonale. A un groupe quelconque d'amphores de même origine que les références, devra correspondre un histogramme identique à celui des références. C'est pourquoi on a appliqué le même calcul de distances aux amphores trouvées en Suisse, ce qui donne

l'histogramme du registre inférieur, avec des carrés sans diagonale. On observe ainsi qu'une partie des exemplaires suisses forme un histogramme dont les caractéristiques sont à très peu de choses près les mêmes que celles de l'histogramme des références, témoignant ainsi de l'existence pour ces exemplaires et pour ceux-là seulement, de fortes ressemblances de composition avec les références lyonnaises.

Malgré le caractère fortement marqué des ressemblances observées, on hésiterait à conclure à l'origine lyonnaise des exemplaires suisses, car les compositions lyonnaises sont parmi les plus courantes, et qu'on en trouve d'assez semblables dans toute la région, et bien au-delà. Il va donc falloir disposer d'autres arguments pour parvenir à une conclusion motivée.

C'est là qu'interviennent les critères de validation qui comprennent tous les arguments, autres que les arguments de composition, qui tendent à établir que le groupe des références et le groupe des céramiques d'origine inconnue n'en forment qu'un, ou, si l'on préfère, qu'ils ont même origine. De là vient le nom de critères de validation donné à ces arguments qui permettent de valider le caractère monogénique du groupe formé par les références et les céramiques d'origine inconnue. De fait, on comprend dans les critères de validation toutes les caractéristiques que les références et les céramiques d'origine inconnue ont en commun, qui accèdent l'hypothèse de leur origine commune.

Et à ces
res ser
minante
Dans le
peut ré
validati
tion dai
d'un mé
térisé p
rhyolite
circons
du norc
y inclur
logique

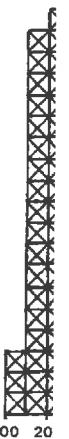


Fig. 5
Mahalan
aver diag
(carrés s
constitu
Mg, Ca, f

r, avec
 ervice
 s suis-
 nt les
 echo-
 es de
 témoi-
 r ces
 ément,
 nposi-
 ses.
 arqué
 on hé-
 nnaise
 s com-
 s plus
 'assez
 ion, et
 sposer
 à une

res de
 us les
 iments
 établir
 s et le
 ine in-
 , si l'on
). De là
 lidation
 nettent
 éniqne
 rces et
 ue. De
 ères de
 stiques
 miques
 un, qui
 origine

Et à cet égard les caractéristiques rares seront évidemment les plus déterminantes.

Dans le cas des amphores suisses, on peut relever, parmi les critères de validation les plus marquants, l'adjonction dans les pâtes des deux groupes d'un même dégraissant sableux caractérisé par la présence de fragments de rhyolites dont les gisements sont très circonscrits aux formations viséennes du nord de Lyon. De même qu'on peut y inclure l'ensemble des données typologiques très particulières des ampho-

res lyonnaises et des exemplaires suisses. Ces arguments et quelques autres encore, associés aux fortes ressemblances de composition déjà signalées entre les deux groupes, permettent de considérer comme étant sûrement lyonnais les exemplaires suisses concernés.

Les critères de validation peuvent être extrêmement variés. On peut y rencontrer des caractéristiques de forme et de décor, de revêtement, de couleur, de dégraissant, de façonnage, etc... Mais on peut y trouver aussi des caractéristiques de diffusion des produits, de chronologie des fabrications, d'associations de formes, etc...

On terminera par deux remarques. La première concerne la possibilité qu'offrent les méthodes géochimiques d'utiliser comme références des céramiques qui peuvent être d'une tout autre époque que celles dont on cherche à déterminer l'origine. Il est évident que l'utilisation de cette possibilité s'accompagne d'une réduction du nombre des critères de validation utilisables (il en est de même avec l'emploi d'argiles servant de références).

La seconde a trait aux compositions chimiques qui ne sont après tout que des critères de validation particuliers. Si on les distingue des autres, c'est à cause de leur caractère quantitatif et des possibilités d'évaluation des ressemblances et de comparaison des groupes qu'ils offrent; ils ne peuvent se comparer à aucun des autres critères de validation et justifient pleinement leur place à part.

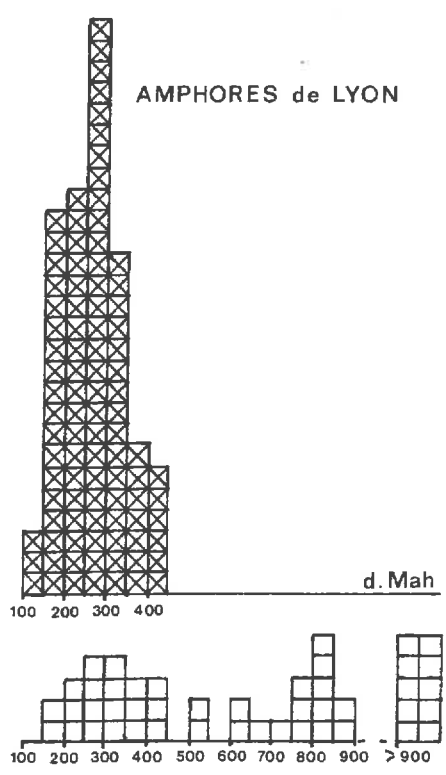


Fig. 5 - Histogrammes des distances de Mahalanobis des amphores lyonnaises (carrés avec diagonales) et d'amphores trouvées en Suisse (carrés sans diagonale). Distances moyennes par constituant. Constituants pris en compte: K, Rb, Mg, Ca, Sr, Mn, Ni, Al, Cr, Fe, Si, Ti.

7.2.8 Pondération

L'application des méthodes géochimiques d'étude des céramiques anciennes rencontrerait moins de difficulté si on pouvait n'utiliser que les compositions chimiques des céramiques et des argiles, et ne travailler qu'avec des réseaux de références. C'est en effet l'abandon des réseaux construits de façon systématique pour couvrir la totalité d'une région qui oblige à introduire des données qualitatives dans les raisonnements, comme les probabilités a priori et les critères de validation. Les considérations financières sont évidemment présentes dans les raisons de cet abandon partiel des réseaux, mais elles ne sont pas les seules. Jamais en effet les méthodes géochimiques ne seraient parvenues aux résultats qu'elles peuvent présenter actuellement si elles s'en étaient tenues aux seuls réseaux. Ce sont aussi des préoccupations d'efficacité qui ont joué pour ouvrir ces méthodes aux données qualitatives. Un aspect non négligeable de cette ouverture étant la collaboration pluridisciplinaire qu'elle impose avec l'archéologie, ce qui paraît souhaitable à bien des égards. En revanche on ne doit surtout pas sous-estimer les difficultés de cette collaboration entre archéologues et laboratoires. Celle à laquelle on se heurte le plus souvent dérive de la tendance qu'a chacune des deux parties d'imaginer que les arguments de l'autre ont beaucoup plus de poids que les siens, de sorte qu'on arrive en fin de compte à

des conclusions qui ne reposent sur rien, le laboratoire se contentant de vagues ressemblances de composition, et l'archéologue de quelques impressions difficilement contrôlables, pour décider d'une solution. Il y a donc un effort de réelle pluridisciplinarité à développer pour que les méthodes géochimiques trouvent des conditions de fonctionnement satisfaisantes, effort venant compléter celui qui est exigé des laboratoires pour une discipline qui relève elle-même de domaines scientifiques divers. Au-delà de ces problèmes de pluridisciplinarité, ce qui est en cause c'est l'appréciation du poids réel des différents arguments qui contribuent à la démonstration proposée. La nature probabiliste de beaucoup de ces arguments entre pour beaucoup dans ces difficultés d'appréciation, mais elle ne doit surtout pas être un refuge ou un prétexte permettant d'avancer n'importe quelle opinion. Il faut souligner d'ailleurs que l'étude des ressemblances et des dissemblances de composition peut être poussée à des degrés très divers, et qu'il conviendra d'être beaucoup plus exigeant sur les ressemblances de composition lorsque les probabilités a priori et les critères de validation ne seront guère contraignants, la situation inverse justifiant des études en laboratoire moins poussées.

7.2.9 Approches

Avant d'en arriver au stade ultime d'une recherche, celui où le souci d'une

argume
les autr
découv
était po
apporte
nales e
a priori
sant à
convier
premie
à faire
sultat d
On dés
de clas
tiel de
travail,
donc de
portanc
tions m
sur un
avoir e
sur les
ment d
ment p
s'était f
tant qu
origine
minaire
aidant,
satisfa
ressen
avaient
classifi
Il est v
quelles
classifi
à teste
fort mé
l'échar
perme

ent sur
ant de
mposi-
es im-
lables,
a donc
arité à
thodes
ditions
tes, ef-
st exigé
line qui
scienti-
problè-
i est en
ids réel
contri-
sée. La
oup de
aucoup
on, mais
i refuge
avancer
it souli-
essem-
de com-
des de-
viendra
sur les
on lors-
es critè-
re con-
ustificiant
is pous-

re d'une
i d'une

argumentation rigoureuse l'emporte sur les autres, il faut nécessairement avoir découvert la solution du problème qui était posé. On a déjà souligné l'aide apportée par les ressemblances régionales et par le réseau des probabilités a priori pour découvrir les voies conduisant à la solution cherchée. Mais il convient d'insister sur le fait qu'à ce premier stade des démarches les choix à faire reposent entièrement sur le résultat des classifications préliminaires. On désigne ainsi toutes les opérations de classification qui ont pour but essentiel de suggérer des hypothèses de travail, opérations qui interviennent donc dès le début des recherches. L'importance de ces premières classifications mérite d'être soulignée. Le départ sur une fausse piste ne devrait pas avoir en effet de conséquences graves sur les conclusions, car le développement des recherches devrait normalement permettre au moins d'établir qu'on s'était fourvoyé. Mais on s'aperçoit pourtant que beaucoup d'erreurs ont leur origine dans des classifications préliminaires mal interprétées. La lassitude aidant, il n'est pas rare, hélas, qu'on se satisfasse d'arguments fondés sur des ressemblances non significatives qui avaient été mises en évidence lors d'une classification préliminaire.

Il est vrai que les conditions dans lesquelles s'effectuent le plus souvent les classifications préliminaires qui servent à tester une hypothèse d'origine, sont fort médiocres, tant du point de vue de l'échantillonnage que l'on ne peut se permettre de compléter à chaque fois,

que du point de vue des procédés employés pour la classification, dont le fonctionnement est à la limite de l'irrégularité. Il en résulte que dans la plupart des cas, notamment lorsqu'on a affaire à des compositions qui se ressemblent, on ne peut absolument pas s'en tenir aux résultats apparents des classifications préliminaires. Il faut examiner attentivement les compositions des différents groupes, mais en connaissant bien les procédés de classification que l'on utilise, afin d'y déceler des erreurs éventuelles. Il faut aussi et surtout comparer très attentivement les compositions des références et des échantillons d'origine inconnue afin de comprendre sur quels critères pourraient se faire les séparations et les regroupements si l'échantillonnage était plus représentatif (car il est fréquent que ces critères n'aient pas grand chose à voir avec ceux que l'on a l'habitude d'utiliser pour séparer des groupes assez différents les uns des autres). C'est dire que le dépouillement d'une classification préliminaire demeure une opération longue et difficile, mais essentielle car c'est d'elle que dépend souvent l'avenir des recherches entreprises.

Quel que soit le soin mis à étudier les classifications préliminaires, celles-ci ne peuvent évidemment fournir d'indications utiles sur l'origine d'un groupe que dans la mesure où des exemplaires présentant des ressemblances significatives avec les exemplaires du groupe étudié, interviennent dans la classification. Or le choix des exem-

plaires de comparaison reste une opération difficile qui relève des probabilités a priori, mais également de stratégies locales ou régionales, souvent complexes. Les unes et les autres font intervenir des notions très diverses dont beaucoup (les habitudes techniques, les qualités et la répartition des argiles, et même les données ethnographiques,...) ne sont pas toujours très familières à l'archéologue. La collaboration en ces domaines reste cependant une nécessité, car ces approches constituent la partie la plus imaginative des déterminations d'origine, et celle qui nécessite le plus de connaissances. On peut simplement regretter que les contraintes imposées par les publications fassent qu'on se limite généralement à l'exposé des arguments qui apportent la preuve d'une origine, et qu'on expose rarement les différentes approches qui ont conduit à la découverte de cette origine.

7.3 Exclusion

Ayant examiné quelques-unes des questions que pose l'inclusion des céramiques d'origine inconnue dans un groupe de référence, on évoquera brièvement les problèmes que pose leur exclusion. Bien que ces problèmes ne puissent être complètement dissociés des précédents, on s'en tiendra ici à ceux qui en sont les plus éloignés, au cas de certains exemplaires qui présenteraient d'incontestables différences de composition par rapport à d'autres qu'on aurait pu imaginer de

même origine que les premiers. C'est le cas par exemple des trois exemplaires de céramiques sigillées qui étaient en position marginale, à l'extrémité droite du diagramme de la figure 3. Rappelons qu'il s'agissait d'exemplaires recueillis dans l'atelier de la Muette à Lyon, dont l'origine arétine a été établie. Le fait qu'ils se présentaient avec des compositions très différentes de celles des productions locales de céramiques sigillées ne constituait qu'une présomption en faveur d'une origine étrangère à l'atelier. A moins qu'on puisse estimer connaître suffisamment bien les argiles locales et régionales pour être en mesure d'exclure de telles compositions pour la région. Dans le cas contraire, l'exclusion gagnerait en probabilité si l'on pouvait établir quelque corrélation entre ces compositions particulières et des caractéristiques typologiques, stylistiques ou autres, également différentes. C'était d'ailleurs le cas pour un certain nombre des exemplaires de composition différente découverts à la Muette dont l'intérieur du pied était incomplètement engobé, à la différence des sigillées sûrement lyonnaises. Mais le meilleur argument en faveur d'une origine étrangère à l'atelier reste la possibilité de rattacher ces compositions marginales à un autre atelier connu, comme cela a été fait ici avec celui d'Arezzo.

En général ces problèmes d'exclusion posent beaucoup moins de problèmes que ceux des inclusions, puisqu'on n'a pas affaire ici à de faibles différences de composition dont il faudra démon-

trer le
différent
dont l'
coup

8. Pe

En pl
que
d'étu
étaier
suffis
tive il
part b
périer
par
n'aur
reurs
leme
mesu
ces n
plus l
féder
existe
cessi
erreu
l'igno
bon
suffit
ses
des a
ces c
Malg
géoc
ancie
de ci
plus
gique
abso

s. C'est
emplai-
étaient
trémité
gure 3.
emplai-
Muette
été éta-
nt avec
ntes de
le céra-
qu'une
origine
s qu'on
imment
ionales
le telles
ans le
rait en
ir quel-
ositions
stiques
autres,
ailleurs
re des
férente
ntérieur
ngobé,
irement
gument
igère à
attacher
n autre
é fait ici

clusion
blèmes
u'on n'a
érences
démon-

trer le caractère résiduel, mais à des différences importantes et bien réelles dont l'interprétation est de ce fait beaucoup plus aisée.

8. Perspectives

En plusieurs occasions on a signalé que les méthodes géochimiques d'étude des céramiques anciennes étaient loin d'avoir atteint une maturité suffisante, et que ce caractère de relative incertitude se traduisait par une part bien trop grande accordée à l'expérience personnelle. Mais également par des erreurs d'attribution qui n'auraient pas dû être commises, erreurs dont la fréquence devrait normalement s'atténuer au fil des années, à mesure que les principes de base de ces méthodes seront mieux connus et plus largement diffusés, et que les différentes banques de données existantes seront plus facilement accessibles. On notera aussi que ces erreurs sont dues pour une large part à l'ignorance des archéologues dont un bon nombre continue à penser qu'il suffit de pouvoir faire quelques analyses de céramiques, pour improviser des applications archéométriques dans ces domaines encore incertains. Malgré ces difficultés, les méthodes géochimiques d'étude des céramiques anciennes ont très vite acquis un droit de cité que personne ne leur conteste plus au sein de la recherche archéologique, et elles sont même devenues absolument indispensables aux cher-

cheurs qui sont les plus avancés dans l'étude des céramiques anciennes. C'est que les performances de ces méthodes ont été souvent à la hauteur des espérances qu'on avait mises en elles, et à la mesure des efforts consentis pour les faire passer d'un empirisme tâtonnant à la cohérence d'une véritable discipline scientifique. On notera cependant que les succès les plus marqués qui ont été obtenus par ces méthodes ne concernent pas, de façon équivalente, toutes les catégories de céramiques. Ce sont les céramiques fines qui ont été les plus étudiées, et avec le plus de succès, situation qui résulte généralement de leur fabrication dans des ateliers bien définis et en nombre relativement restreint, ainsi que de l'absence de mélange d'argiles et de dégraissant ajouté dans leur pâte. Que l'une ou l'autre de ces conditions vienne à disparaître et les difficultés augmentent immanquablement. C'est ainsi que les recherches sur les amphores sont beaucoup moins avancées, par suite de la multiplicité des centres de production. De même, très peu de travaux ont été consacrés aux céramiques culinaires de médiocre qualité qui joignent à de faibles températures de cuisson, des pâtes fortement dégraissées, avec de fréquents mélanges d'argiles. Il se trouve heureusement que ces productions ont été peu exportées et qu'elles sont donc moins concernées par les méthodes d'étude en laboratoire. Les seules céramiques culinaires qui aient été largement exportées sont presque

toujours des productions de qualité, cuites à température élevée, dont les pâtes, généralement sans mélange et sans adjonction de dégraissant, sont plus faciles à étudier en laboratoire. Mais bien des recherches seront encore nécessaires pour étendre le champ d'application des méthodes géochimiques aux diverses catégories de céramiques actuellement défavorisées (pour l'étude desquelles il sera sans doute utile de bénéficier de l'appoint des méthodes pétrographiques et minéralogiques, bien que leur application aux céramiques anciennes pose de multiples problèmes encore non résolus).

La disparition de plus en plus rapide des sites d'ateliers antiques et médiévaux pose aux laboratoires des problèmes d'un autre ordre, en les amenant à

réfléchir sur l'avenir des méthodes qu'ils préconisent, car celles-ci demeurent très fortement tributaires des références d'ateliers.

Des systèmes sont actuellement à l'étude, qui substitueraient aux caractéristiques particulières des différents ateliers, des caractéristiques fondées sur les ressemblances régionales.

La perte de définition dans les déterminations d'origine, qui résulterait nécessairement d'une telle substitution, serait en partie compensée par la possibilité d'identifier des productions dont les ateliers ont complètement disparu, ou dont les argiles ne sont plus accessibles. C'est à dire l'ampleur des recherches qu'il faudra encore effectuer dans le domaine des méthodes géochimiques d'étude des céramiques anciennes.

I
I
C
r
C
S
f
P
S
S

I

Intro

Potte
arche
bers
sites
valua
sever
Some
usua
and v
listed
[1] S
most
majo
from
eval |
[2] Fr
survi
jects