

Anne BOCQUET¹
Dominique LADURON²
Fabienne VILVORDER³

CARTE D'IDENTITÉ PHYSICO-CHIMIQUE DES CÉRAMIQUES FINES ENGOBÉES PRODUITES DANS LES ATELIERS DE COLOGNE ET DE TRÈVES

La diversité technique des céramiques fines engobées découvertes sur les sites de consommation et nécropoles de Gaule du Nord, évoquée dans des travaux antérieurs (Bocquet *et al.* 1991), nécessite une meilleure approche de leurs centres de production. Dans un premier temps, cette approche s'adresse aux ateliers connus, de façon à en étudier la production et à établir la carte d'identité de la céramique fabriquée dans ceux-ci. La démarche porte sur la typologie, la chronologie, la technologie et la physico-chimie.

Les deux premiers centres de production choisis sont les ateliers de la Rudolfplatz à Cologne et les ateliers de la Pacelli-Ufer à Trèves dont nous présentons ici la carte d'identité physico-chimique.

Le matériel des ateliers de Cologne a été limité à cinquante-deux tessons (Col 1 à 52). Il a été choisi dans les collections des réserves du Römisch-Germanisches Museum de Cologne. L'échantillonnage des ateliers de Trèves compte trente-sept tessons (Tre 56 à 92) sélectionnés parmi le matériel des fouilles effectuées en 1983 et déposés au Rheinisches Landesmuseum de Trèves⁴.

I. LES PRODUCTIONS DE COLOGNE

1. Les ateliers de la Rudolfplatz.

Après l'accession de Cologne au rang de colonie, la production de céramique s'est concentrée essentiellement à l'ouest des murs d'enceinte de la ville, à proximité de l'actuelle Rudolfplatz (Schauerte 1987).

L'implantation de ce vaste complexe artisanal, à situer entre 60 et 80 apr. J.-C., a été déterminée par la proximité de l'aqueduc du Vorgebirge et par les gisements d'argile pure de la région de Frechen (Hancock 1984). Dans le cadre du commerce intérieur, les ateliers étaient reliés au *forum* par le *decumanus*. Quant au commerce extérieur, l'accès direct à la chaussée qui reliait Cologne à Bavay favorisait les exportations vers la *Gallia Belgica*.

Ces principaux facteurs influenceront, dans le courant du II^e s., la croissance des industries céramiques de la Rudolfplatz, au détriment des ateliers du nord et du sud de la ville. L'abandon de ces ateliers prospères se situera dès les premières décennies du III^e s. (Schauerte 1987, p. 29).

Suite aux découvertes archéologiques qui se sont échelonnées sur plus d'un siècle, un minimum de neuf ateliers distincts ont pu être localisés et datés dans le périmètre des 27 secteurs de fouilles (Schauerte 1987, p. 30 et suiv.) (Fig. 1).

Les neuf ateliers ou quartiers de potiers ainsi inventoriés sont les résultats d'observations archéologiques en milieu urbain. L'approche de leur organisation n'est donc pas aisée et l'on a estimé à 90 le nombre total de fours ayant fonctionné dans ces neuf quartiers, entre le milieu du I^{er} s. et le début du III^e s. Le nombre potentiel d'ateliers peut lui-même être doublé si l'on prend en considération l'espace non fouillé.

L'inventaire des productions céramiques est varié : céramique engobée, céramique dorée, céramique

1 Université Catholique de Louvain, Laboratoire de Géologie et Minéralogie, Place L. Pasteur, 3, B 1348 Louvain-la-Neuve.

2 Université Catholique de Louvain, Laboratoire de Géologie et Minéralogie, Place L. Pasteur, 3, B 1348 Louvain-la-Neuve.

3 Université Catholique de Louvain, Centre de Recherche d'Archéologie Nationale, Place B. Pascal, 1, B 1348, Louvain-la-Neuve.

"Le texte qui suit présente des résultats de recherche du Programme Pôles d'attraction interuniversitaires, mis en œuvre à l'initiative du Service de Programmation de la Politique Scientifique".

4 Nous remercions particulièrement le Dr. M. Riedel du Römisch-Germanisches Museum de Cologne et le Dr. H. Cüppers, Directeur du Rheinisches Landesmuseum de Trèves de nous avoir permis d'analyser le matériel sélectionné.

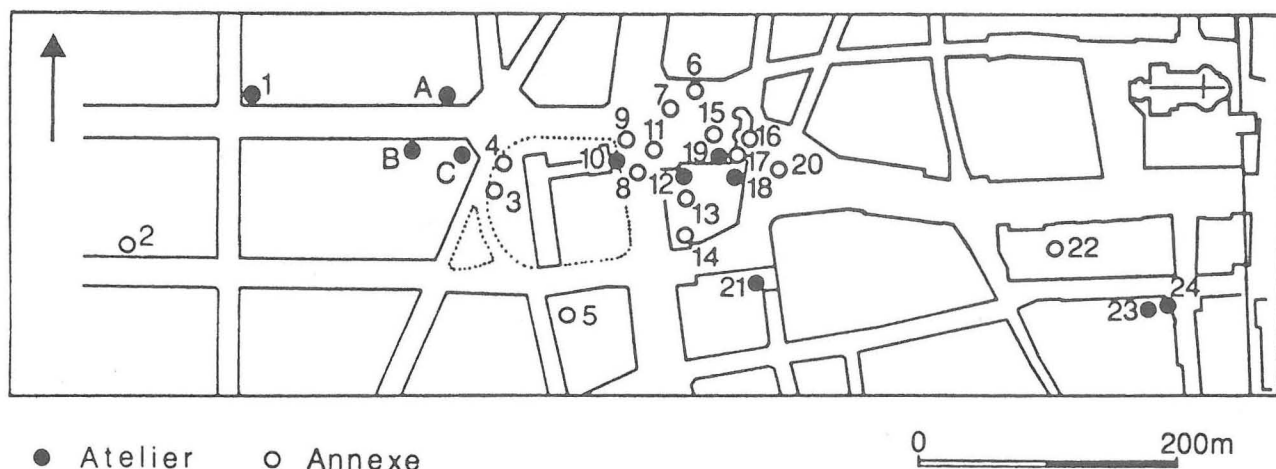


Figure 1 - Cologne, Rudolfplatz : plan général des ateliers de potiers (d'après Schauerte 1987, fig. 2).

ATELIERS (secteurs)	FOURS (nombre)	ANNEXES (secteurs)	DATATIONS
VINDEX A	5	4	IIa
SERVANDVS B	ind.	4	IIc
ALFIVS C	ind.		Id-IIa
1	1		IIId
10	2-3	9	IIA-IIc
12	1	13-14	IIb-IIc?
18-19	2-3	15-16,17 ?	IIb et IIId
21	2	14	IIId-IIIA
23-24	11		IB-IIA

commune, cruches, mortiers et *dolia*. Une grande partie de la production était réservée à la fabrication de lampes et de terres cuites : divinités romaines ou indigènes, figurines humaines ou animales, de médallions d'appliques et de masques de théâtre.

2. La production de céramique engobée.

Notre étude sur la céramique engobée porte sur la production de cinq ateliers (secteurs de fouilles 10-12-18-21 et 24) et de deux secteurs non attribuables à un atelier (secteurs 2 et 8).

a. Typologie.

Les échantillons sont représentatifs des principaux types de céramiques engobées diffusées dans le courant de la seconde moitié du I^{er} s. jusqu'au début du III^e s. Il s'agit des formes Hofheim 25/26, Hees 2, Hees 3, Niederbieber 32 et Niederbieber 40.

- Hofheim 25/26 :

Gobelet à panse globulaire, à épaule haute et arrondie et à lèvre éversée vers l'extérieur. La panse est recouverte de projections de sable (décor sablé)(Col 18-21 ; 26-27 ; 33-36) (Fig. 2, n° 1) ou porte un décor à la barbotine : décor en écailles (Col 22-25)(Fig. 2, n° 2), floral (Col 30-32)(Fig. 2, n° 3) ou figuration d'un visage humain (Col 29)(Fig. 2, n° 4).

- Hees 2 :

Gobelet à bord en corniche caractérisé par une lèvre profilée soulignée par un sillon. Bien que ce gobelet ait dominé la production de vaisselle engobée durant le II^e s., nous avons été limités quant au nombre d'échantillons, car ce type est peu représenté dans les collec-

tions des céramiques engobées sortant directement des ateliers de la Rudolfplatz. Les tessons étudiés ont un décor sablé (Col 49-50 ; 51-52)(Fig. 2, n° 5) ou un décor animalier à la barbotine (scène de chasse) (Col 37 et 43)(Fig. 2, n° 6).

- Hees 3 :

Gobelet tronconique à lèvre droite sans inflexion. Les exemplaires étudiés portent un décor de bandes de guillochis (Col 11-13 ; 14-16 ; 40 ; 42)(Fig. 2, n° 7). Un tesson se caractérise par un épaississement du bord et un large diamètre d'ouverture (Col 41)(Fig. 2, n° 8).

- Niederbieber 32 :

Gobelet à panse globulaire, à col court et à lèvre évasée (Col 38-39 ; 47-48). Panse avec un décor de guillochis (Col 17 ; 45-46)(Fig. 2, n° 9).

- Niederbieber 40 :

Assiette avec lèvre recourbée vers l'intérieur (Col 1-10 ; 44)(Fig. 2, n° 10).

b. Pâte et engobe.

La couleur blanche de la pâte caractérise la production des céramiques engobées de Cologne. Cette céramique est recouverte d'un engobe brun foncé à noir sur les deux faces. L'engobe offre un aspect généralement mat, mais il peut présenter un aspect luisant, voire métallescent.

Les céramiques du type Hofheim 25/26 présentent une pâte plus jaunâtre ou orangée. L'engobe a tendance à être de couleur orange à orange-brun mat.

c. Chronologie.

Une étude succincte sur les céramiques engobées des ateliers de la Rudolfplatz a été réalisée par W. Binsfeld (1964). L'auteur a établi un tableau des formes et des décors et a constaté certaines associations typologiques :

- les gobelets du type Hofheim 25/26 sont uniquement associés aux gobelets du type Hees 2 ;
- les urnes à visage n'apparaissent jamais aux côtés des gobelets à décor guilloché ou à scènes de chasse ;
- les gobelets à scènes de chasse sont souvent associés aux gobelets à décor guilloché ;
- les gobelets à scènes de chasse ne sont jamais

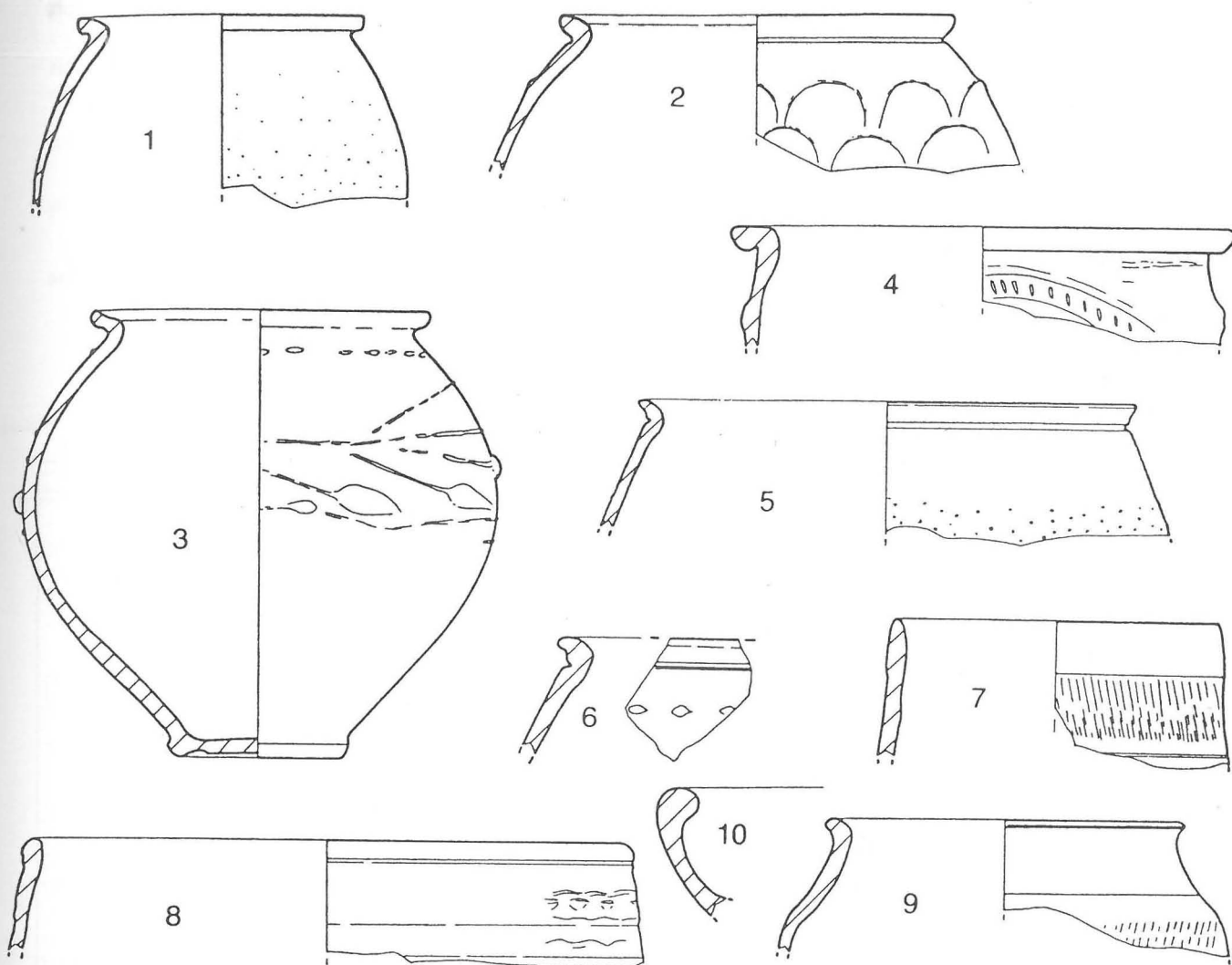


Figure 2 - Cologne, Rudolfplatz : céramiques engobées (Ech. 1/3).

associés aux gobelets à décor en écaille ou de feuillage et rarement aux gobelets à décor sablé.

G. Schauerte (1987) entrevoit une évolution typologique dans la forme du bord des gobelets à bord éversé du type Hofheim 25/26 (Hees 1) aux gobelets à bord en corniche du type Hees 2. L'apparition d'un sillon sur la lèvre épaissie et éversée des gobelets du type Hofheim 25/26 marquerait cette transition.

II. LES PRODUCTIONS DE TRÈVES

1. Les ateliers de la Pacelli-Ufer.

Les grands ateliers de potiers de Trèves sont situés au sud de la ville, en bordure de la Moselle. L'abondance des matières premières et la proximité des grands axes de communication favoriseront le développement de la production céramique depuis le 1^{er} s. jusqu'à la fin du IV^e s.

La zone définie par les ateliers de potiers s'étend sur une longueur de 400 m pour une largeur maximum de 200 m. Elle fut divisée en deux lors de l'édification de l'enceinte de la ville, vers 180 apr. J.-C. Les activités de

production se poursuivront aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des murs (Binsfeld 1977).

L'activité artisanale *intra muros* nous est connue par un abondant matériel céramique provenant d'une fosse-dépotoir datée de 260 apr. J.-C. et étudié en 1920 (Loeschcke 1921). De 1933 à 1936, d'importantes fouilles se sont déroulées à la Pacelli-Ufer, dans le secteur *extra muros* (Loeschcke 1934 et 1936). Dans le même secteur, en 1983, des fouilles de sauvetage du Landesmuseum de Trèves mettent en évidence quinze nouveaux fours et bâtiments (TKB 1984).

Le nombre total de fours ayant fonctionné est estimé à 500, pour une production très variée. Au 1^{er} s., les ateliers fabriquent de la céramique gallo-belge. Au II^e s., vers 130, se développe la production de terre sigillée. Celle de la céramique engobée débute également au II^e s. pour connaître une apogée au III^e s. Si la production de terre sigillée se termine en 275, celle de céramique engobée, tout en perdant de sa qualité, se poursuivra jusqu'au milieu du IV^e s. Les ateliers de Trèves ont également produit des terres cuites et des lampes (Binsfeld 1977).

2. La production de céramique engobée.

a. Typologie.

Seuls des fragments de panse de céramique engobée provenant des fouilles de 1983 ont pu être sélectionnés pour les analyses physico-chimiques. Notre typologie est limitée aux types Hees 2 et Niederbieber 33.

- Hees 2 :

Gobelet à bord en corniche (cf. *supra*). La majorité des tessons ont un décor sablé (Tre 70 à 75 ; Tre 88 à 90) ou portent un décor de guillochis (Tre 91-92).

- Niederbieber 33 :

Gobelet globulaire à col tronconique et lèvre ourlée. Ce gobelet type de la production des céramiques engobées du III^e s. offre de nombreuses variantes au niveau du gabarit et du décor (Symonds, à paraître). Pour

faciliter notre étude, nous avons établi notre propre typologie avec ses divers sous-types⁵ (Fig. 3).

Forme 1 :

- 1.0. gobelet à col tronconique élevé.
- 1.1. gobelet à panse lisse et bande de guillochis.
- 1.2.0. gobelet à dépressions.
- 1.2.1. gobelet à dépressions étirées.
- 1.2.2. gobelet à dépressions circulaires.
- 1.2.3. gobelet à dépressions oblongues.
- 1.3. gobelet à panse lisse et décor à la barbotine.
- 1.4.0. gobelet à dépressions et décor à la barbotine.
- 1.4.1. gobelet à dépressions étirées et décor à la barbotine.
- 1.4.2. gobelet à dépressions circulaires et décor à la barbotine.

Forme 2 :

- 2.0. gobelet à col tronconique court.
- 2.1. gobelet à panse lisse avec bande de guillochis.
- 2.2.0. gobelet à dépressions.
- 2.2.1. gobelet à dépressions étirées.
- 2.2.2. gobelet à dépressions circulaires.
- 2.2.3. gobelet à panse lisse et décor à la barbotine.

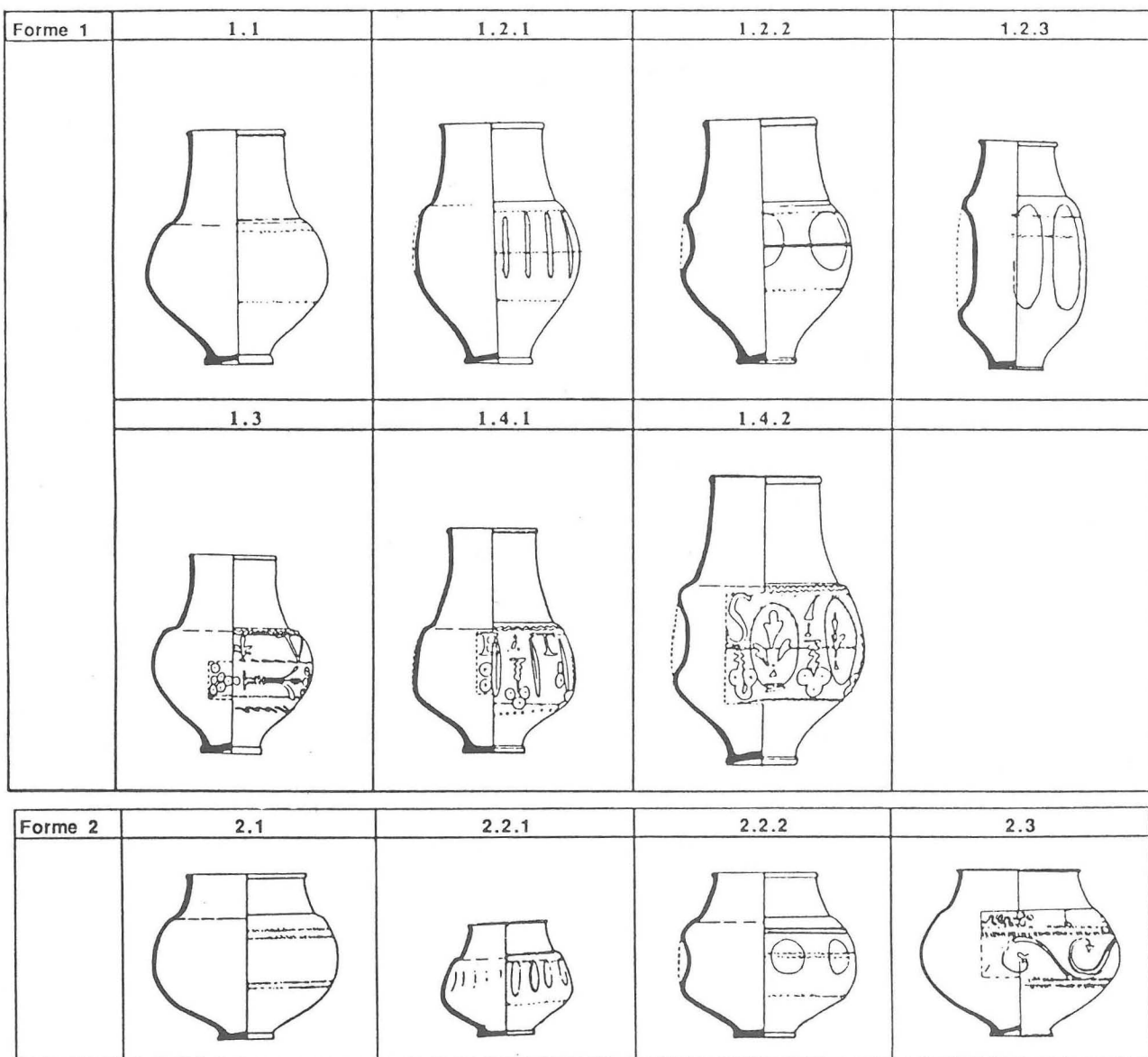


Figure 3 - Variation du type Niederbieber 33 (Ech. 1/4).

⁵ Les différents sous-types sont établis à partir des groupes 32 à 40 créés par R. Symonds (Symonds, à paraître).

b. Pâte et engobe.

Les céramiques engobées de Trèves ont une pâte rouge et un engobe brun foncé à noir. Les productions du III^e s. se distinguent des productions antérieures par la finesse de la pâte et la qualité de l'engobe noir à reflet métalléscent.

III. ÉTUDE PHYSICO-CHIMIQUE

La carte d'identité physico-chimique a été réalisée au moyen de quatre méthodes :

- le microscope pétrographique ;
- la diffraction-X ;
- la fluorescence-X ;
- la microsonde électronique.

Ces méthodes permettent respectivement :

- d'identifier les minéraux du dégraissant et de décrire la texture et la microstructure de la pâte ;
- de déterminer la composition minéralogique qui permet d'approcher la T et l'atmosphère de cuisson ;
- d'obtenir la composition chimique globale du corps de la céramique ;
- d'analyser le revêtement et la "fraction fine" de la pâte.

Des critères de discrimination peuvent être établis à partir de la carte d'identité des deux ateliers de production étudiés.

1. Observation pétrographique.

Sur base d'un échantillonnage d'environ quatorze lames minces, les céramiques de Cologne peuvent être caractérisées par un corps fin, poreux et de couleur brune. Celui-ci est composé essentiellement d'une matrice "argileuse" (fraction fine < 2 μm), de phyllites, de quartz (30-60 μm et < 10 μm) et parfois de lamelles de micas (100 μm). Il contient également un pigment fin, brunâtre (oxydes de fer) en densité variable suivant les échantillons. Ce pigment apparaît parfois sous forme de grains. La céramique contient aussi quelques inclusions (fragments de roche et/ou chamotte), souvent de forme arrondie et de couleur, de composition et de texture différentes du reste du corps. Les engobes de Cologne, dont l'épaisseur varie entre 12 et 30 μm , se distinguent par leur couleur très foncée (brunâtre). Dans deux échantillons (Col 34 et 43), l'engobe montre une couleur allant du brun clair (verdâtre) à l'intérieur, au brun foncé en surface.

Dans les treize lames minces étudiées, les céramiques de Trèves montrent une pâte plus foncée, très fine, phylliteuse, faiblement anisotrope et pigmentée d'oxydes de fer. Pour la plupart des échantillons, le dégraissant est constitué de grains de quartz (20-60 μm) en proportion moins élevée que dans les céramiques de Cologne, de quelques lamelles de micas et de grains souvent losangiques (environ 30 μm), à texture microgrenue, formés d'un cœur brunâtre aux limites floues et entourés d'une couronne blanche. Une analyse chimique par microsonde électronique d'un de ces grains a révélé la présence de CaO (24-30 %), MgO (10 %), SiO₂ (7-13 %), Al₂O₃ (4 %) et FeO (5-6 %), l'analyse clôturant souvent autour de 60 %. Il pourrait s'agir d'un carbonate magnésio-ferreux (ankérite ?) associé à un alumino-silicate. Dans certains échantil-

lons, la pâte contient également des fragments de roches difficilement identifiables (composés de quartz, micas et oxyde de fer) et, en très faible quantité, des grains de feldspath parmi lesquels on peut reconnaître du plagioclase. Dans trois échantillons, la pâte très foncée (pigmentée) contient de nombreux et gros grains de quartz (40-100 μm) dont certains sont inéquants, avec le plus grand diamètre pouvant atteindre 400 μm . Ces céramiques sont revêtues d'un engobe verdâtre à rougeâtre, translucide, d'épaisseur variable (15 à 30 μm), avec, dans certains cas, une coloration plus foncée en surface.

Les observations faites sur les lames minces des céramiques de ces deux ateliers ne montrent pas de critères de discrimination suffisamment pertinents et reproductibles pour les utiliser de façon "absolue". Etant donné que la plupart des échantillons étudiés sont des rebuts de cuisson et ont peut-être subi des conditions de température et de cuisson différentes des céramiques recueillies sur les sites de consommation, on est en droit de se demander si les caractéristiques observées dans ces échantillons peuvent servir de référence. Toutefois, l'observation pétrographique apporte des éléments qu'il est possible de corréler avec les résultats des autres méthodes d'analyses.

2. Etude minéralogique.

Le cortège minéralogique des pâtes de Cologne et de Trèves a été établi sur les spectres de diffraction respectivement de deux (Col 1 et 30) et de sept tessons (Tre 56, 58, 67, 69, 70, 79 et 90).

Les céramiques de Cologne sont composées exclusivement de quartz, de feldspath (sanidine) et, en quantité minime, d'une phase amorphe. La pâte utilisée pour ces céramiques correspond à une pâte siliceuse, cuite en atmosphère réductrice et post-cuisson oxydante. La température de cuisson estimée est voisine de 800 °C car aucune phase de haute température n'est apparue et il n'y a aucune trace de phase argileuse dans le spectre de diffraction (Maggetti 1982).

Les céramiques de Trèves sont également composées de quartz, de feldspath (sanidine) et d'une phase amorphe mais, dans ce cas, en quantité variable. Certaines comportent, en plus, de l'hématite et parfois un peu de spinelle et d'autres, de l'hématite, des traces d'illite 2M (Tre 56, 58, 67 et 69) et un minéral difficile à identifier. Celui-ci pourrait être un carbonate ou un silicate de Ca, Mg, Fe (sous forme de solution solide) ou un mélange des deux. Il s'agit très vraisemblablement des grains brunâtres à couronne blanche observés en lame mince. Ces grains sont de toute évidence des pseudomorphes de grains carbonatés, transformés lors de la cuisson. Ces tessons ont été cuits en atmosphère réductrice et post-cuisson oxydante. La présence d'illite 2M et l'absence de mullite témoignent d'une cuisson inférieure à 800 °C (Maggetti 1982).

3. Composition chimique.

La composition chimique globale du corps⁶ de la céramique a été établie par dosage de 10 éléments majeurs (SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O_{3T}, MnO, MgO, CaO, K₂O, P₂O₅ sur perles au La et Na₂O sur pastilles) et de

	Déviati on standard (RMS = Root means square)	Limite de détection en ppm (Potts, 1987, p. 280)
% poids oxydes		
SiO ₂	1.96	1000
TiO ₂	0.02	240
Al ₂ O ₃	0.43	600
Fe ₂ O ₃ T	0.18	260
MnO	0.003	240
MgO	0.12	1200
CaO	0.14	140
Na ₂ O	0.138	1600
K ₂ O	0.07	140
P ₂ O ₅	0.05	140
ppm		
Ni	1.15	6
Cu	1	6
Zn	2.35	9
Ga	0.8	6
Rb	2.35	3
Sr	2.1	3
Zr	6.6	6
Pb	1.1	6

Tableau 1 - Erreur sur les analyses.

8 éléments en traces (Ni, Cu, Zn, Ga, Rb, Sr, Zr et Pb sur pastilles) au moyen de la fluorescence-X⁷.

Les analyses sont caractérisées par des erreurs absolues variables suivant l'élément, mais similaires quel que soit l'appareil de fluorescence-X utilisé⁸. Pour un intervalle de confiance de 96 %, l'erreur absolue (calculée par rapport aux standards) vaut deux fois la déviation standard (Tableau 1). L'erreur relative sera d'autant plus élevée que les teneurs présentes dans l'échantillon sont basses (CaO, K₂O et MgO). Celle-ci sera très élevée à proximité du seuil de détection (Na₂O).

a. Ateliers de Cologne.

Les céramiques de Cologne sont caractérisées en moyenne (Tableau 2) par une pâte très riche en SiO₂ (74 %) et pauvre en Fe₂O₃ (1,66 %), en CaO (< 0,5 %) et en K₂O (< 2 %). Le coefficient de variation (CV ou écart type relatif) est < 10% pour SiO₂ et Al₂O₃ et entre 10 et 20 % pour Fe₂O₃, K₂O, TiO₂, Rb, Zr et Sr. Il est

plus élevé pour Na₂O, CaO et MgO et pour le reste des éléments en traces. Les céramiques de l'atelier de Cologne peuvent donc être représentées par une composition moyenne (Tableau 2) qui correspond bien à une pâte à grès (Maggetti 1992).

L'analyse de grappe en affinité moyenne non pondérée⁹ (average linkage)(Fig. 4) confirme les faibles variations interéchantillons en montrant un groupe très homogène de céramiques dont les compositions sont voisines les unes des autres. Aucun regroupement typologique précis n'est observé, sauf peut-être, en début de grappe, pour 7 assiettes (Niederbieber 40) sur 11 et, en fin de grappe, pour 8 gobelets Hofheim 25-26 sur 17.

	Moyenne	Ecart type	CV (%)
n=52			
%			
SiO ₂	74.00	4.24	5.7
TiO ₂	1.23	0.11	8.9
Al ₂ O ₃	17.35	2.89	16.6
Fe ₂ O ₃ T	1.66	0.26	15.7
MnO	0.01	0.01	52.8
MgO	0.71	0.38	52.7
CaO	0.31	0.08	26.8
Na ₂ O	0.17	0.06	39.2
K ₂ O	1.92	0.23	11.9
P ₂ O ₅	0.02	0.03	220.0
H ₂ O*	0.93	0.17	18.8
total	98.33		
PPM			
Ni	33	11.70	35.8
Cu	25	6.85	27.9
Zn	70	17.53	25.0
Ga	21	4.86	23
Rb	113	13.95	12.4
Sr	94	16.62	18
Zr	363	42.99	12
Pb (*)	32	6.47	20.2

Tableau 2 - Composition moyenne des céramiques de Cologne (Fe₂O₃T exprime le fer total).

(*) La moyenne pour cet élément a été calculée sur 51 échantillons. En effet, un échantillon (Col 3) contient une teneur anormalement élevée en Pb (1521 ppm).

- 6 Pour réaliser les analyses du corps de la céramique, le revêtement a été enlevé au moyen d'une fraise.
- 7 La perle au La sur laquelle sont dosés les éléments majeurs est fabriquée à partir de 560 mg d'échantillons, 3 g de spectroflux 105 (47 % de tétraborate de lithium, 37 % de carbonate de lithium et 16 % d'oxyde de lanthane, La₂O₃) et 40 mg de nitrate d'ammonium (NH₄ NO₃). Les concentrations sont obtenues par simple régression linéaire (nombre de coups enregistrés en fonction de la concentration des standards extraits des tables de Govindaraju (1989)). Les standards ont été choisis de façon à encadrer le mieux possible la concentration inconnue. Les coefficients de correction de Norrish et Hutton (1969) ont été appliqués sur les concentrations ainsi calculées, de façon à réduire les perturbations de la relation entre l'intensité I du rayonnement X et la concentration, perturbations dues à l'effet inter-éléments ou effet de matrice. Les éléments en traces ont été dosés sur des pastilles faites de poudre compactée avec un liant (cellulose). Les concentrations inconnues sont obtenues par la méthode "Quisefit" (Vié Le Sage, Quisefit *et al.* 1979). Cette méthode repose sur la mesure de l'intensité du pic de diffusion de Compton.
- 8 Nous tenons vivement à remercier M. J. Naud du Laboratoire de Géologie et Minéralogie de l'Université Catholique de Louvain et M. A. Herbosch des Laboratoires associés de Géologie, Pétrologie et Géochronologie de l'Université Libre de Bruxelles pour l'utilisation de leur Fluorescence-X.
- 9 Pour plus d'informations sur l'analyse de grappe, voir Sneath 1957 ; Sokal et Michener 1958 ; Laffitte 1972 ; Dagnelies 1975 ; Picon 1984 et Mommsen *et al.* 1988. Le programme utilisé pour le traitement des données est SYSTAT (version 5, 1990).

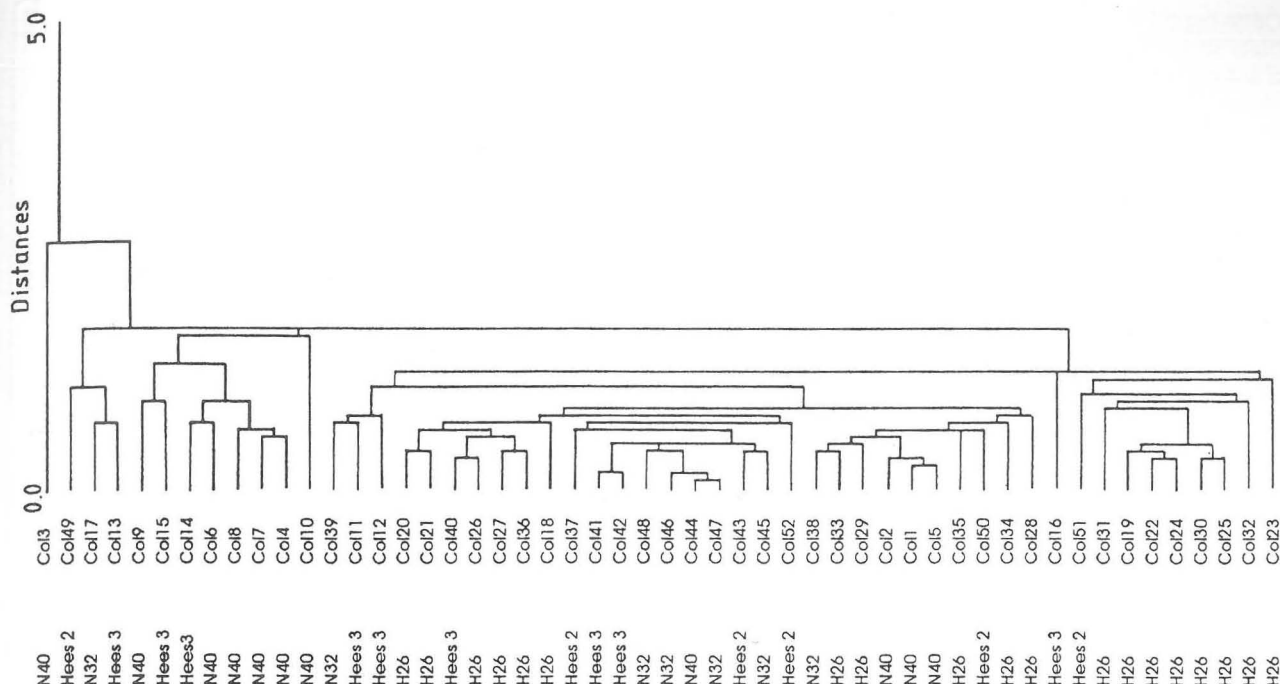


Figure 4 - Classification par analyse de grappe en affinité moyenne non pondérée

(7 constituants majeurs et 8 constituants en traces) d'un lot de céramiques fines des ateliers de la Rudolfplatz de Cologne. La typologie de chaque échantillon a été ajoutée : N32 = Niederbieber 32, N40 = Niederbieber 40, H26 = Hofheim 25-26.

L'analyse de grappe (single linkage ou average linkage), sur les données brutes ou sur les données normalisées standardisées (en variables centrées réduites), donne les mêmes résultats.

La composition chimique des céramiques étudiées concorde avec celle obtenue par Hancock (1984) sur des céramiques de diverses époques (romaines, médiévales et modernes) fabriquées à Cologne et à Frechen (à environ 20 km à l'ouest de Cologne) (Tableau 3).

Pour les éléments considérés, la concentration est généralement plus faible dans les céramiques mo-

dernes que dans les céramiques romaines. La différence de concentration serait expliquée, d'après Hancock (1984), par un enrichissement en dégraissant (sable et impuretés) plus important dans l'argile moderne. Cet auteur conclut, au vu des analyses des éléments majeurs, des traces et des terres rares et sur base des diagrammes de corrélation, que les céramiques romaines de Cologne sont très probablement faites avec de l'argile de Frechen qui contenait moins de dégraissant (sable) que celle utilisée plus ou moins 1600 ans plus tard pour produire, par exemple, les "bearded man jugs" (cruche à décor d'homme barbu).

	"bearded man jugs" (F + C)	"bearded man jugs" (F)	Frechen I	Potter sherds	Roman sherds	Col 1-52
—16-19° S—						
%						
Al ₂ O ₃	17.1	16.50	16.03	16.62	18.83	17.36
K ₂ O	1.33	1.31	1.26	1.54	2.02	1.92
CaO	0.21	0.18	0.27	0.29	0.41	0.31
Fe ₂ O ₃	0.94	0.80	1.17	1.03	1.71	1.66
ppm						
Ti	7540	7230	7090	7000	7790	7397
Ga	35	28	23	36	38	21
Rb	87	85	94	108	134	113
n	26	6	2	5	106	52

Tableau 3 - Comparaison pour certains éléments entre les résultats de Hancock (1984) et ceux de cette étude.

n = nombre d'échantillons analysés ;
 F+C = Céramiques probablement faites à Cologne avec des argiles de Frechen ;
 F = Céramiques de Frechen ;
 Frechen I = "spacers" de Frechen ;
 Potter sherds = tessons provenant d'un pot fait dans la vieille argile de Frechen ;
 Roman sherds = céramiques romaines de Cologne.

Cette hypothèse d'Hancock (1984) devrait être vérifiée, notamment par l'analyse d'argiles de Frechen ainsi que d'autres types d'argiles prélevées aux environs de Cologne. En effet, rien n'exclut l'utilisation d'argile d'une provenance différente pour la fabrication des céramiques romaines.

b. Ateliers de Trèves.

Les ateliers de Trèves possèdent une production de céramiques dont la composition est beaucoup plus variable, principalement en CaO, MgO et K₂O (Tableau 4). Le coefficient de variation est en effet très élevé (30-60 %) pour ces éléments. Il se situe entre 20 et 35 % pour Cu, Zn, Zr et Pb. Ces céramiques se caractérisent, en moyenne, par une pâte plus riche en Fe₂O₃ (6,22 %) et en moyenne plus pauvre en SiO₂ (59,34 %) et TiO₂ (0,78 %) que la pâte des céramiques de Cologne. Le Fe₂O₃, en teneur élevée dans le corps de la céramique serait présent non seulement sous forme d'oxyde de fer mais peut-être aussi, vu la couleur très homogène des tessons, dans la structure minérale de l'argile (De Paepé, 1979 ; Viaene, 1990). La grande variation des teneurs en CaO (CV = 62 %) et MgO (CV = 53 %) est sans doute fonction des compositions minéralogiques variables du dégraissant.

Le traitement de ces résultats a été réalisé par deux types d'analyse de grappe, d'une part en affinité simple (I) sur les données brutes et, d'autre part, en affinité moyenne non pondérée (II) (Fig. 5) sur les données normalisées à 100 % et standardisées (données centrées réduites). Il concerne 7 éléments majeurs (SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, CaO et K₂O) et les 8 éléments en traces analysés.

Trois groupes variant très peu d'un type d'analyse à l'autre se distinguent. Ils sont repris dans le Tableau 5 sous les noms de Trèves A, Trèves B et Trèves C.

Trèves A regroupe, suivant la méthode I, les échantillons Tre 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77¹⁰, 88, 89, 90, 91 et 92 et suivant la méthode II, Tre 64, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 89, 90, 91 et 92.

Trèves B regroupe, suivant I, Tre 58, 59, 64, 66, 68, 80 et 81 et suivant II, Tre 58, 59, 66, 68, 77, 80, 81 et 88.

Trèves C regroupe, quelle que soit la méthode, Tre 56, 57, 60, 61, 62, 63, 65, 67, 69, 76, 78, 79, 82, 83, 84, 85, 86 et 87.

Trèves A est caractérisé par des tessons dont la teneur moyenne est faible en CaO (0,74 % ou 0,62 %), en MgO (1,57 % ou 1,31 %) et en K₂O (3,05 % ou 3,25 %).

Trèves B et C se distinguent principalement par de plus fortes teneurs en CaO (2,43 % et 4,43%), MgO (3,47 % ou 3,58 % et 6,2 %) et K₂O (4,69 % et 6,71 %), comme le montrent les Fig. 6a et 6b. Le diagramme CaO/MgO montre une corrélation élevée (0,985) positive. L'augmentation concomitante de CaO et MgO peut être corrélée avec la présence reconnue de carbonates magnésio-calciques. Mais les teneurs en MgO sont plus élevées que celles en CaO (Tableau 5, groupe Trèves C et Fig. 6a), l'augmentation en MgO doit aussi résulter d'une variation de composition de l'argile utili-

	Moyenne	Ecart type	CV (%)
n=37			
%			
SiO ₂	59.34	7.15	12
TiO ₂	0.78	0.098	13
Al ₂ O ₃	17.45	1.02	6
Fe ₂ O ₃ T	6.22	0.50	8
MnO	0.09	0.04	49
MgO	4.18	2.21	53
CaO	2.86	1.78	62
Na ₂ O	0.41	0.14	34
K ₂ O	5.24	1.59	30
P ₂ O ₅	0.12	0.03	27
H ₂ O ⁺	1.84	1.23	67
total	98.53		
PPM			
Ni	67	10.42	15
Cu	40	8.57	21
Zn	94	21.16	23
Ga	24	1.48	6
Rb	153	21.75	14
Sr	82	13.92	17
Zr	215	75.34	35
Pb	22	6.47	29.2

Tableau 4 - Composition moyenne des céramiques de l'atelier de Trèves.
(Fe₂O₃T = exprime la teneur en fer total).

sée. C'est ce que suggère le diagramme MgO/K₂O où Trèves B et C se distinguent bien et qui montre également une bonne corrélation positive. Trèves B et C ne peuvent pas, en tout cas, être considérés comme de vraies pâtes calcaires (CaO > 5 %) ni rigoureusement comme des pâtes siliceuses.

Dans l'analyse de grappe (Fig. 5), Trèves B est plus proche de Trèves A, et la cluster formée par Trèves A et B est enfin reliée à Trèves C. Pour valider l'existence de ces groupes, plusieurs critères d'ordre chimique, minéralogique, pétrographique, céramologique, statistique et bien sûr typologique peuvent être pris en considération.

Les coefficients de variation (C.V.) qui, pour la plupart des éléments chimiques, varient entre 2 et 20 % (Tableau 5) pour les groupes considérés, justifient bien la distinction en trois groupes. On relèvera cependant que les coefficients de variation sont légèrement plus faibles pour les éléments majeurs suivant le classement en affinité moyenne non pondérée (II).

Le test de comparaison des moyennes (Schmitt 1989) appliqué aux éléments chimiques discriminant les trois groupes (SiO₂, MgO, TiO₂, CaO, K₂O, Zn, Ni, Rb et Zr) confirme la différence entre les moyennes et donc l'existence de trois groupes distincts du point de vue chimique.

10 Les échantillons Tre 64, 77 et 88 s'interchangent entre Trèves A et Trèves B suivant la méthode utilisée (affinité simple (I) ou affinité moyenne (II)).

CÉRAMIQUES FINES ENGOBÉES DE COLOGNE ET DE TRÈVES

	Trèves A		Trèves B		Trèves C
	I	II	I	II	I et II
%					
SiO ₂	67.76	68.84	60.32	59.76	53.34
σ	4.15	2.96	2.78	1.275	2.38
CV	6.12	4.3	4.61	2.13	4.46
TiO ₂	0.90	0.92	0.77	0.76	0.71
σ	0.076	0.06	0.04	0.02	0.02
CV	8.44	6.52	5.19	2.61	2.81
Al ₂ O ₃	16.88	16.83	16.76	16.84	18.10
σ	0.64	0.74	0.51	0.32	0.97
CV	3.79	4	3.04	1.9	5.36
Fe ₂ O ₃ T	5.81	5.66	6.42	6.55	6.41
σ	0.62	0.51	0.26	0.08	0.29
CV	10.67	9	4.05	1.22	4.52
MnO	0.12	0.11	0.13	0.14	0.05
σ	0.05	0.04	0.015	0.017	6.16 10 ⁻³
CV	41.6	36	11.5	12.1	12.3
MgO	1.57	1.31	3.47	3.58	6.20
σ	0.87	0.4	0.63	0.41	0.63
CV	55.59	30.53	18.15	11.45	10.16
CaO	0.74	0.62	2.44	2.43	4.43
σ	0.53	0.31	0.56	0.47	0.76
CV	71.62	50	22.95	19.34	17.15
Na ₂ O	0.54	0.54	0.52	0.51	0.28
σ	0.07	0.06	0.05	0.064	0.04
CV	13	11	9.6	12.5	14.3
K ₂ O	3.05	3.25	4.68	4.69	6.71
σ	0.49	0.28	0.44	0.395	0.45
CV	14.54	8.61	9.4	8.42	6.7
P ₂ O ₅	0.08	0.07	0.14	0.15	0.14
σ	0.03	0.014	0.02	0.012	0.02
CV	37.5	20	14.3	8	14.3
LOI	0.97	0.999	2.62	2.08	2.25
σ	0.19	0.29	1.11	1.16	1.39
CV	19.69	29	48.47	55.77	61.77
Total	98.42	98.27	98.27	98.26	98.62
PPM					
NI	54	55	67	65	77
σ	4.08	4.996	2.56	5.29	2.59
CV	7.5	9.11	3.84	8.18	3.38
Cu	31	30	42	41	46
σ	6.3	6.26	2.06	3.34	4.62
CV	20.8	20.8	4.9	8.1	10
Zn	113	113	108	109	75
σ	18.97	14.96	9.73	10.4	8.69
CV	6.08	13.24	9	9.57	11.51
Ga	23	23	24	24	25
σ	1.5	1.58	0.75	0.83	1.21
CV	6.5	6.9	3	3.4	4.8
Rb	130	130	145	143	171
σ	5.19	6	3.29	5.26	14.46
CV	3.99	4.63	2.27	3.68	8.43
Sr	95	93	92	95	69
σ	6.19	5.54	4.276	5.88	5.33
CV	6.52	5.93	4.63	6.19	7.76
Zr	312	310	226	239	146
σ	18.97	27.89	10.37	27.81	6.65
CV	6.08	9	4.58	11.64	4.56
Pb	29	29	25	25	16
σ	2.59	2.69	1.25	1.64	3.33
CV	8.9	9.3	5	6.6	20.8

Tableau 5 - Composition chimique moyenne des groupes de l'atelier de Trèves.

CV = coefficient de variation exprimé en % ; σ = écart type ;

I = analyse de grappe en affinité simple ; II = analyse de grappe en affinité moyenne non pondérée.

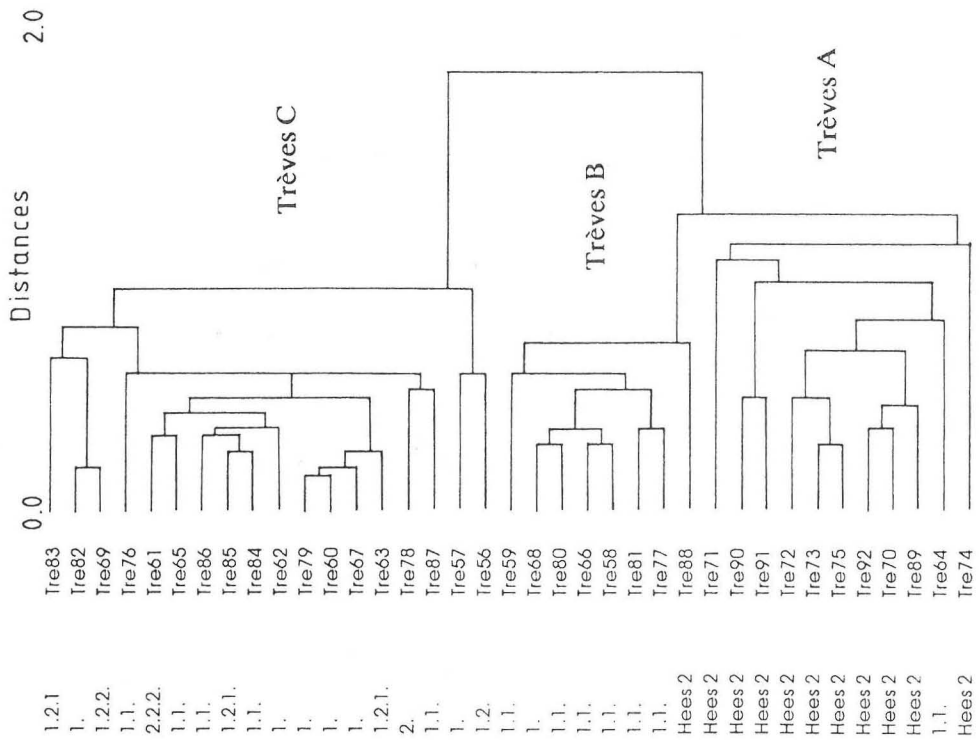


Figure 5 - Classification par analyse de grappe en affinité moyenne non pondérée (7 constituants majeurs et 8 éléments en traces) de céramiques fines des ateliers de Trèves (Pacelli-Ufer). La typologie a été ajoutée pour chaque échantillon : 1. : gobelet à col tronconique élevé ; 1.1. : gobelet à panse lisse et bande de guillochis ; 1.2.1. : gobelet à dépressions étirées ; 1.2. : gobelet à dépressions ; 2.2.2. : gobelet à col tronconique court et à dépressions.

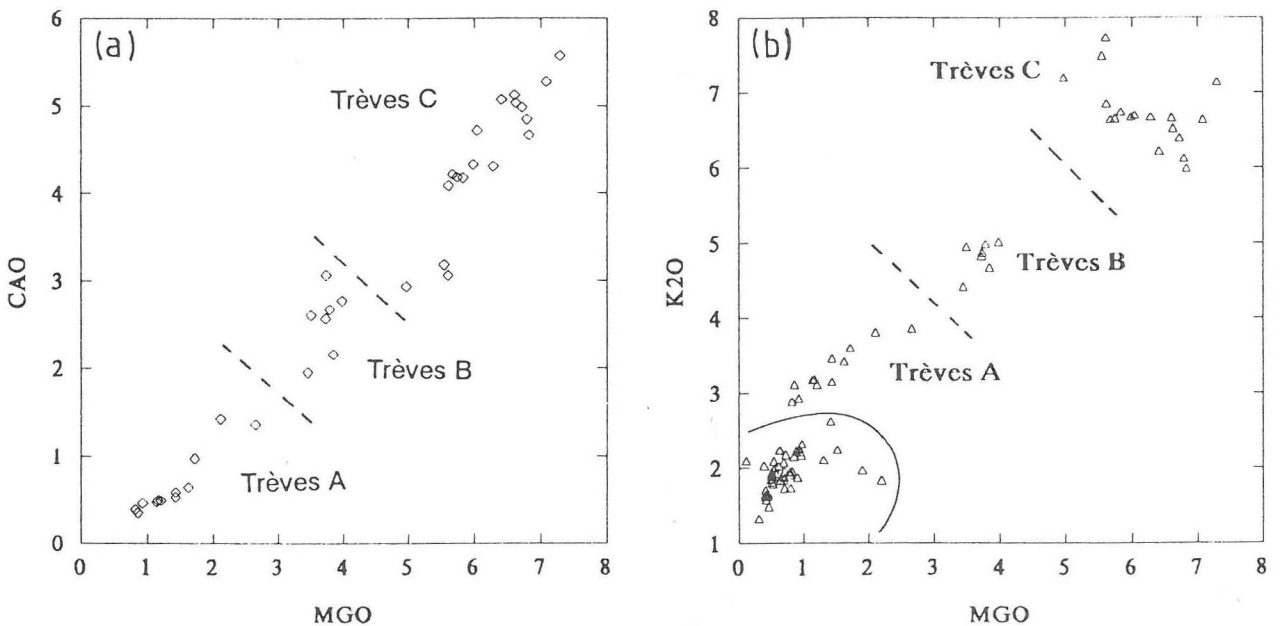


Figure 6 - a. Diagramme CaO/MgO (en % poids oxydes) pour les céramiques de Trèves. b. Diagramme K₂O/MgO (en % poids oxydes) pour les céramiques des ateliers de Trèves et de Cologne. Les céramiques de Cologne ont été cerclées.

D'un point de vue typologique, Trèves A est constitué presque uniquement de céramiques de même typologie, Hees 2. Trèves B et Trèves C contiennent des céramiques qui relèvent de la même typologie (Niederbieber 33, formes 1 et 2). En ce qui concerne les trois échantillons (Tre 64, 77, et 88) s'interchangeant entre Trèves A et Trèves B, on constate que Tre 88, bien que

de typologie Hees 2, a une composition proche du groupe Trèves B auquel il a d'ailleurs été rattaché par la classification en affinité moyenne non pondérée. Tre 77 (1.1) et Tre 64 (1.1) ont une composition plus proche de Trèves B, même si selon la méthode II, Tre 64 (1.1) se rattache à Trèves A. Ces échantillons doivent donc être considérés comme marginaux.

De la comparaison des groupes apparus distincts d'un point de vue chimique et sur base des données pétrographiques et minéralogiques, se dégagent deux autres corrélations. Les grains losangiques carbonatés sont présents dans 10 lames minces de tessons qui ont été classés dans Trèves B ou C. Les 3 autres tessons (Tre 70, 71 et 90) ne contenant pas ces grains se regroupent dans Trèves A. Les résultats de l'analyse minéralogique confirment également l'existence d'au moins deux groupes. L'un, composé de quartz, feldspath, hématite et un peu de spinelle correspond à Trèves A, tandis que l'autre, composé de quartz, feldspath, hématite et un autre minéral (carbonate ou silicate de Ca, Mg, Fe), correspond à Trèves B et C. L'argile utilisée pour le façonnage des céramiques classées Trèves B et Trèves C devait donc contenir des fragments d'un dégraissant carbonaté. Toutefois, les observations pétrographiques ne permettent pas de dire s'il s'agit ou non de grains ajoutés. Il faut cependant signaler que les potiers de Trèves se sont installés dans une région où affleurent des sédiments triasiques (grès rouges du Buntsandstein, calcaires et dolomies du Muschelkalk et argiles bariolées ou irisées rouges et vertes du Keuper) et où se sont déposées les alluvions de la Moselle. Les potiers disposaient dans leur environnement de la matière première nécessaire au façonnage de leur vaisselle. Ils ont pu certainement utiliser une argile locale enrichie naturellement en fins grains carbonatés. Un ajout de ce type de dégraissant semble donc peu probable.

Comparaison des ateliers de Cologne et de Trèves.

Toutes les céramiques produites dans les ateliers de la Pacelli-Ufer se distinguent de celles produites dans ceux de la Rudolfplatz par des teneurs inférieures à 1 %

en TiO_2 et à 360 ppm en Zr et par des teneurs supérieures à 4 % en Fe_2O_3 , à 3 % en K_2O , à 30 ppm en Ni et à 25 ppm en Cu.

Les diagrammes $\text{TiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ (Fig. 7a) isolent clairement ces ateliers. Il en est de même pour les diagrammes $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ et $\text{K}_2\text{O}/\text{MgO}$ (Fig. 6b et 7b). Dans ces figures, il apparaît aussi que les céramiques de Trèves A ont une composition proche des céramiques de Cologne. Cela vaut aussi pour les éléments en traces, comme le Sr, le Zr et le Ga.

d. Microsonde électronique.

La microsonde électronique¹¹ a permis d'analyser, sur lames minces polies, les engobes et la "fraction fine" du corps de la céramique. De nombreux profils semblables à celui de la figure 4 de Bocquet *et al.* (1991) ont été réalisés à travers l'engobe interne et externe ainsi qu'à travers la pâte des tessons suivants :

- Col 1, 4, 8, 16, 19, 22, 27, 31, 34, 36, 41, 43, 46, 48 et 51 ;

- Tre 56, 58, 59, 61, 67, 69, 70, 71, 78, 84, 88 et 90.

Ateliers de Cologne.

Les engobes de la plupart des céramiques de Cologne se distinguent des pâtes par leurs teneurs plus élevées en FeO (6-10 % par rapport à 2-3 %) et en MgO (2 % par rapport à 1 %). Le K_2O et l' Al_2O_3 varient souvent en sens inverse. Quand l' Al_2O_3 est en proportion supérieure dans l'engobe par rapport à la pâte, le K_2O y est en moindre quantité. Le rapport $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ est, dans neuf échantillons sur quatorze, compris entre 0,45 et 0,5 dans l'engobe, alors que dans la pâte, il varie de 0,5 à 0,6. Le "total de l'analyse" augmente du corps de la céramique vers la couche de surface. Cette différence reflète, a priori, la diminution de la porosité (due vraisemblablement aux irrégularités de la microstructure et/ou à la taille des grains de la matière

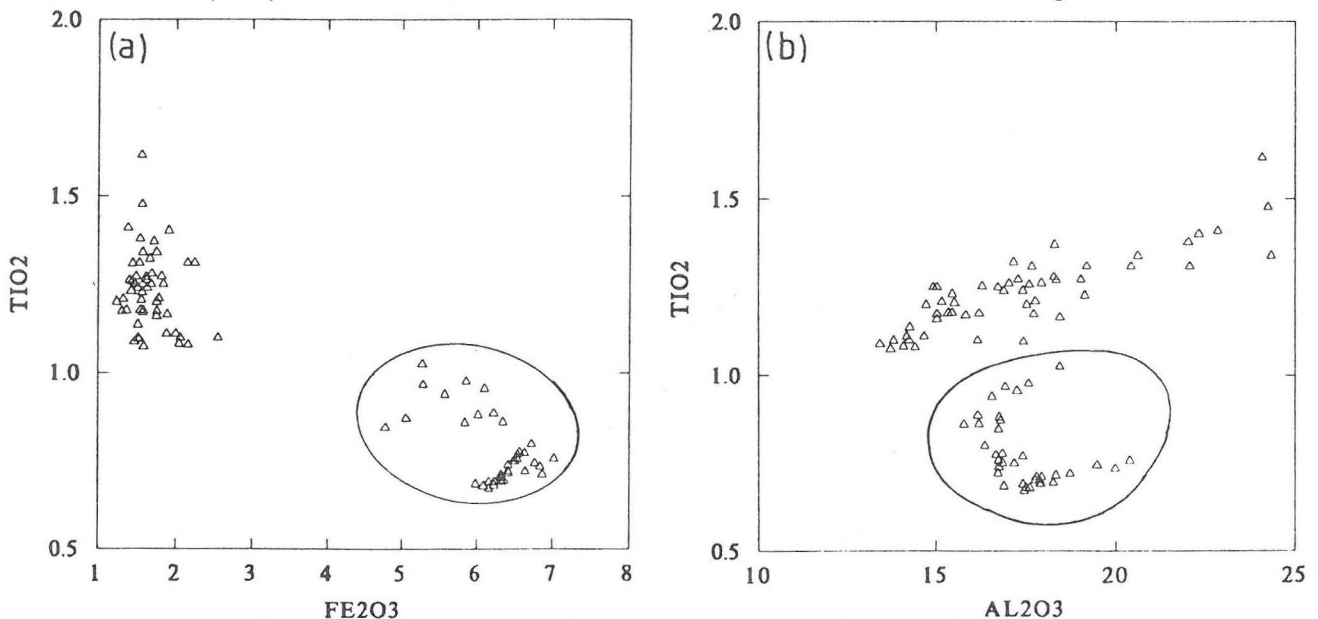


Figure 7 - a : Diagramme $\text{TiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ (en % poids oxydes). Les céramiques de Trèves ont été délimitées par un trait continu ; b : Diagramme $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (en % poids oxydes). Les céramiques de Trèves ont été délimitées par un trait continu.

¹¹ Les analyses ont été réalisées par le Centre d'Analyse par Microsonde pour les Sciences de la Terre (CAMST, microsonde CAMEBAX-MICROBEAM). Nous remercions particulièrement J. Wautier, analyste.

première). Les engobes sont en général très homogènes.

Les compositions moyennes de l'engobe interne et externe ainsi que de la fraction fine de la pâte des échantillons analysés ont été calculées à partir des profils (Bocquet *et al.* 1991). Elles ont été reportées sur un diagramme triangulaire $Si^{4+}/Al^{3+}/K^+$ (Fig. 8) où le domaine des argiles les plus communes (Deer *et al.* 1963 ; Newman 1987) a également été représenté. Les engobes et les pâtes ont une composition qui, bien que légèrement différente, correspond à une argile mixte. Les compositions des pâtes définissent un domaine étendu entre les domaines de composition de l'illite, de la montmorillonite et de la kaolinite. Les engobes, quant à eux, ont une composition plus restreinte et plus proche du domaine de l'illite avec quelques exemplaires franchement illitiques. Dans le diagramme de Willgallis et Heyer (1976), les teneurs en Al_2O_3 , CaO , MgO , TiO_2 et SiO_2 des engobes se superposent bien au domaine illite-montmorillonite alors qu'elles sont plus élevées pour le FeO et plus basses pour le K_2O . Pour les pâtes aussi, la superposition est bonne, sauf pour le K_2O dont les teneurs sont inférieures.

Ateliers de Trèves.

Les engobes des céramiques de Trèves montrent plusieurs compositions.

* Tre 56, 61, 67, 69, 78 et 84 sont caractérisés par un engobe plus riche en FeO (8-10 %) et en Al_2O_3 (31 %) que la pâte (respectivement 4-5 % et 16-20 %). Le MgO , le K_2O et le CaO sont en moindre quantité dans l'engobe. Les teneurs en TiO_2 sont parfois légèrement

supérieures à celles de la pâte. Le rapport Al_2O_3/SiO_2 des engobes de ces échantillons varie de 0,6 à 0,69 et est supérieur à celui de la pâte (0,34 à 0,42).

* Deux échantillons (Tre 58 et 59) montrent un profil d'analyses "diffus". L'engobe n'est identifiable que grâce aux hautes teneurs en FeO . Les teneurs en MgO et en CaO sont ici légèrement plus élevées dans l'engobe que dans la pâte.

* Tre 70, 71 88 et 90 possèdent un engobe également plus riche en MgO , CaO et FeO que la pâte. Les teneurs en Al_2O_3 sont très proches dans l'une et l'autre parties alors que les autres éléments montrent des teneurs variables.

Comme pour les céramiques de Cologne, les totaux des analyses sont plus bas dans le corps de la céramique que dans l'engobe.

Les compositions moyennes de ces deux zones ont aussi été reportées dans le diagramme $Si^{4+}/Al^{3+}/K^+$ (Fig. 8). Les engobes couvrent une large gamme de composition dans le domaine illitique ou à la limite de celui-ci. Quelques échantillons (Tre 58, 59, 70, 88 et 90) ont un engobe pauvre en Al_2O_3 et K_2O , tandis que les autres, plus riches en Al_2O_3 et K_2O , sont reportés dans la partie inférieure du domaine. Les pâtes sont également illitiques mais pour certains échantillons, la composition est enrichie en potassium (Tre 56, 59, 61, 67 et 69). Dans un diagramme où le Ca^{++} est ajouté au K^+ , leurs compositions se déplacent légèrement vers le pôle $Ca^{++}+K^+$, ce qui est l'expression de la présence des grains losangiques carbonatés observés en lame mince. Dans le diagramme de Willgallis et Heyer

Légende :
en pourcentage atomique

- : Domaine de l'illite
- * : Domaine de la Kaolinite
- : Domaine de la montmorillonite
- ▨ : Zone de composition des pâtes des céramiques de Trèves
- ▧ : Zone de composition des engobes des céramiques de Trèves
- ▩ : Zone de composition des pâtes des céramiques de Cologne
- : Zone de composition des engobes des céramiques de Cologne.

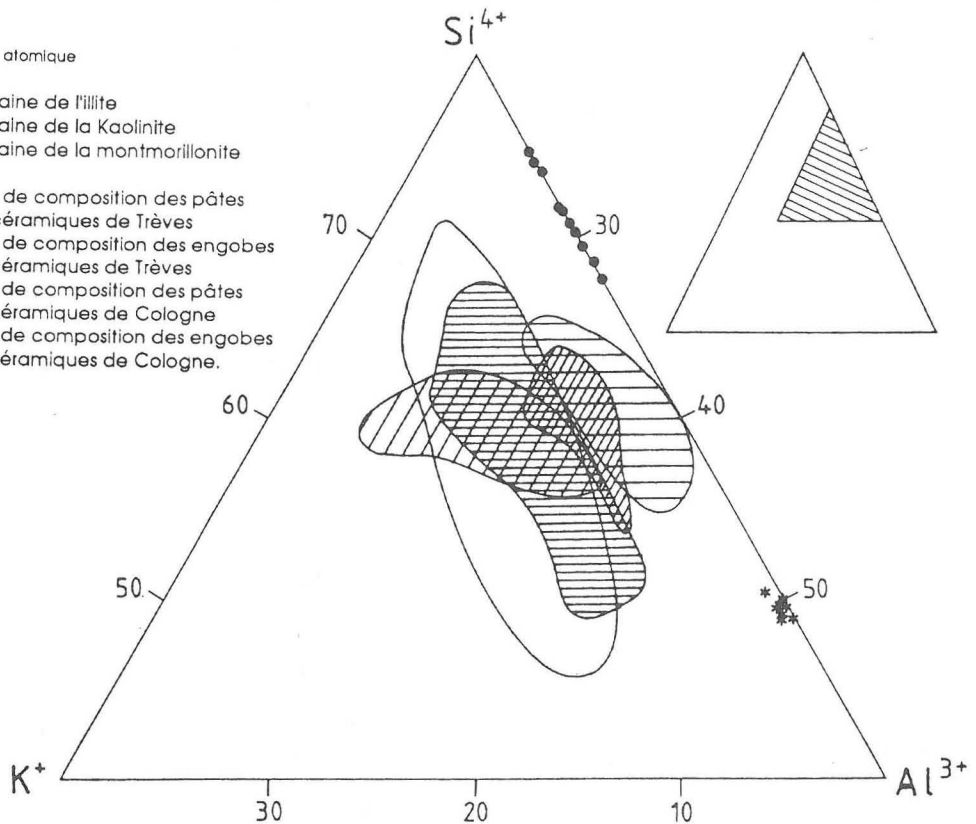


Figure 8 - Diagramme $Si^{4+}/Al^{3+}/K^+$ (% atomique) reprenant les domaines de composition de l'illite, de la kaolinite et de la montmorillonite (Deer *et al.* 1963 ; Newman 1987) et les compositions moyennes des engobes (internes et externes) et de la fraction "argileuse" de la pâte des céramiques de Cologne et de Trèves.

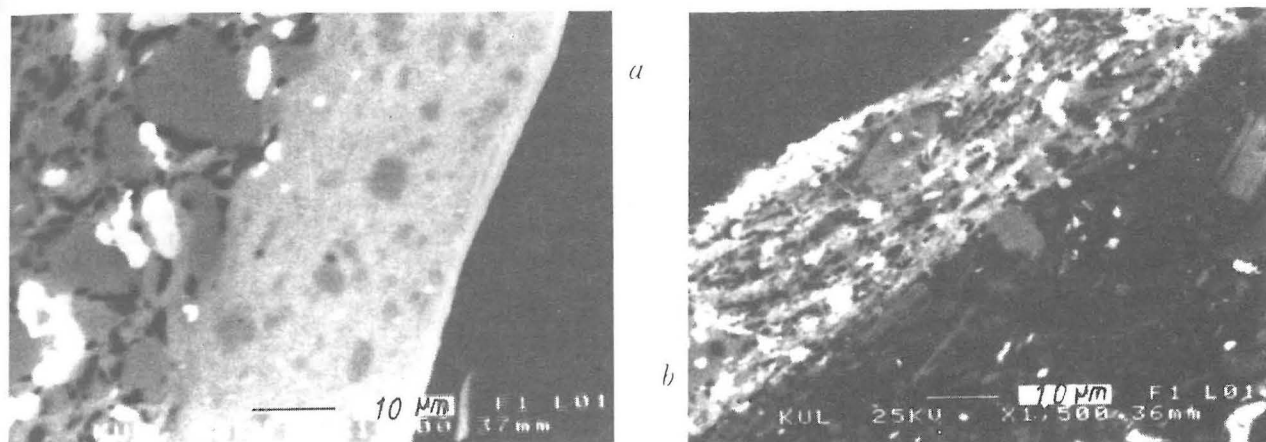


Figure 9 - a : Image d'un engobe brillant au microscope à balayage (SEM) ;
b : Image d'un engobe mat au SEM.

(1976), les teneurs en Al_2O_3 , CaO , MgO , K_2O et TiO_2 des engobes se superposent bien au domaine illite-montmorillonite. Des teneurs plus élevées sont observées pour le FeO et plus basses pour le SiO_2 . Les compositions de la pâte se superposent bien au domaine illite-montmorillonite pour tous les oxydes. Elles sont situées à la limite inférieure du domaine pour SiO_2 et Al_2O_3 et à la limite supérieure pour CaO , MgO et FeO .

Discussion.

Les analyses à la microsonde montrent que les engobes ont tous une composition plus ou moins proche de l'illite et même pour Trèves, tout à fait illitique. D'après les travaux de B. Michel *et al.* (1987), les engobes riches en illite donnent la meilleure réflectivité (brillance). C'est bien le cas pour les céramiques de Trèves dont l'engobe présente des reflets métallés-cents. Pour les céramiques de Cologne, la composition des engobes mats tombe généralement en dehors du domaine illitique. L'utilisation d'une argile illitique semble donc constituer un facteur favorable pour l'obtention d'un engobe brillant. Mais d'autres facteurs ont pu également favoriser cet état.

A ce propos, l'utilisation du microscope à balayage (SEM)¹² nous a permis de faire quelques observations intéressantes. Un tessou (de Trèves) observé en cassure fraîche montre un engobe sans aucune texture ni structure argileuse visible et un contact net avec la pâte. Sur un autre tessou (mat), l'engobe était plus poreux et moins compact.

Un engobe brillant, observé au SEM en lame mince polie (Fig. 9a), apparaît comme une couche à texture fine, contenant une grande concentration de particules inférieures à 0,5 µm. Par contre, des tessous à engobe mat (Fig. 9b) montrent une couche de surface composée de grains plus grossiers avec une porosité plus importante et une structure microlenticulaire (Courtois, 1976). Le corps de tous ces tessous montre une structure "argileuse" entre des grains non-plastiques et les nombreux pores.

Ces observations suggèrent l'utilisation pour les engobes brillants d'une argile favorisant les contacts entre les grains et donnant une porosité moins ouverte. En cuisant, cette argile a atteint un certain degré de vitrification et donc une certaine imperméabilité. Ces caractères conduisent à penser que l'argile utilisée pour la surface a été traitée. Dans ce travail, nous n'avons aucune donnée pour confirmer cela, mais Tite *et al.* (1982) l'ont suggéré dans leur étude des vernis rouges et noirs des céramiques attiques ainsi que d'autres comme Peters et Jenni (1973) et Harbottle (1980) (dans Tite *et al.* 1982). Il est aussi possible que cette argile ait été préparée à partir de celle utilisée pour le corps de la céramique (?). Les analyses des pâtes (Fig. 8) ne le contredisent pas. Cependant, ce n'est peut-être pas le cas pour toutes les céramiques.

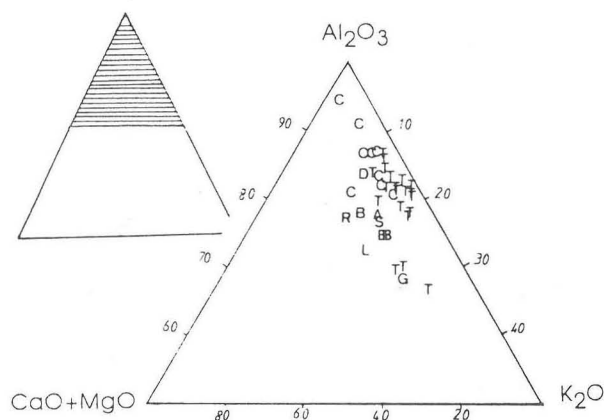


Figure 10 - Diagramme $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}/\text{CaO}+\text{MgO}$ (en % poids oxydes) pour des engobes de divers types de céramiques :
T = Céramiques engobées de Trèves ; C = Céramiques engobées de Cologne ; A = Greek Attic (Tite *et al.* 1982) ; B = Black coating (Maggetti 1981) ; D = Athenian black (Maggetti 1981) ; G = Graufesenque (Willgallis et Heyer 1976) ; L = Lezoux (Willgallis et Heyer 1976) ; R = Reinzenhabern (Willgallis et Heyer 1976) ; S = Samian ware (Tite *et al.* 1982).

¹² Nous remercions vivement M. W. Viaene du "afdeling Fysico-Chemische Geologie" (K.U. Leuven) de nous avoir permis d'utiliser le microscope à balayage (J. Saleminck, analyste).

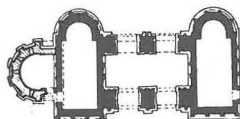
Enfin, la composition des engobes étudiés dans cet article (Fig. 10) ressemble étrangement —excepté pour les teneurs en MgO et K₂O un peu plus basses— aux revêtements noirs analysés par Maggetti *et al.* (1981), aux revêtements noirs attiques d'autres auteurs comme Tite *et al.* (1982) et, un peu moins, aux revêtements des sigillées de Willgallis et Heyer (1976).

IV. CONCLUSION

La production des céramiques fines engobées des ateliers de la Rudolfplatz à Cologne couvre une période chronologique allant du milieu du I^{er} s. au début du III^e s. Cette production de céramiques engobées est variée. Notre recherche a porté sur cinq types différents. L'étude physico-chimique de ce matériel montre une production homogène quelle que soit la couleur de la pâte (blanc à orange). Cette variation de couleur est liée aux fluctuations de l'atmosphère, réductrice lors de la cuisson et oxydante lors de la post-cuisson. Les potiers de

la Rudolfplatz ont utilisé une argile qualifiée de "pâte à grès". Cette argile aurait été prélevée à Frechen. Cette hypothèse est formulée sous réserve d'une étude plus approfondie des sources d'argile possibles pour ce centre de production. L'engobe, de composition mixte, expliquerait la matité de la couverte de la plupart de ces céramiques.

Quant aux céramiques fines engobées de la Pacellifer de Trèves, deux types ont été étudiés. Ces deux types couvrent une période allant du II^e s. au troisième quart du III^e s. L'étude de cet échantillonnage a montré l'existence de deux groupes selon les critères pétrographique et minéralogique (l'un siliceux, l'autre plus riche en carbonates) et peut-être de trois groupes, d'un point de vue chimique. Ces céramiques ont été cuites dans les mêmes conditions qu'aux ateliers de la Rudolfplatz. L'engobe d'aspect brillant recouvrant les tessons a été obtenu par l'utilisation d'une argile de nature illitique. Les argiles utilisées dans ces ateliers pourraient être de source alluvionnaire locale.



BIBLIOGRAPHIE

- Binsfeld 1964** : W. BINSFELD, Zu den römischen Töpfereien am Rudolfplatz in Köln, dans *Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte*, 7, 1967, p. 19-31.
- Binsfeld 1977** : W. BINSFELD, Töpfereiviertel, dans *Führer zur vor- und frühgeschichtlichen Denkmäler*, Trier, Band 32, 1977, p. 223-234.
- Bocquet *et al.* 1991** : A. BOCQUET, D. LADURON, F. VILVORDER et R. BRULET, Caractérisation pétrographique, minéralogique et géochimique de céramiques engobées gallo-romaines des sites de Braives et de Liberchies (Belgique), dans *S.F.E.C.A.G., Actes du Congrès de Cognac*, 1991, p. 415-423.
- Courtois 1976** : L. COURTOIS, *Examen au microscope pétrographique des céramiques archéologiques*, Laboratoire de l'Ens. Géologie, Paris, Centre de recherches archéologiques, notes et monographies techniques 8, Centre National de la Recherche Scientifique, 1976, 49 p.
- Dagnelies 1975a** : P. DAGNELIES, *L'analyse statistique à plusieurs variables*, Les presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, 1975, 362 p.
- Dagnelies 1975b** : P. DAGNELIES, *Théorie et méthodes statistiques II, volume 2, les méthodes de l'inférence statistique, applications agronomiques*, Les presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, 1975 (2^e édition), 463 p.
- Deer *et al.* 1963** : W.A. DEER, R. A. HOWIE et J. ZUSSMAN, *Rock forming minerals, sheet silicates*, Longmans, Green and Co, LTD, London, 1963, vol. 3, 266 p.
- De Paepe 1979** : P. DE PAEPE, Chemical characteristics of archaic and classical coarse wares from Thorikos, SE. Attica (Greece), dans *Miscellanea Graeca (Migra)*, 1979, vol. 2, p. 89-112 (Gent).
- Govindaraju 1989** : K. GOVINDARAJU, *Compilation of working values and samples description for 272 geostandards*, Geostand. Newslett., 13, 1989, Special edition, 113 p.
- Hancock 1984** : R.G.V. HANCOCK, On the source of clay used for Cologne Roman Pottery, dans *Archaeometry*, 26, 2, 1984, p. 210-217.
- Hees** : H. BRUNSTING, *Het grafveld onder Hees bij Nijmegen*, Amsterdam, 1937.
- Hoffheim** : R. RITTERLING, Das frühromische Lager bei Hofheim im Taunus, dans *Annalen des Vereins für Nassauische Altertumskunde*, 40, 1913.
- Laffitte 1972** : P. LAFFITTE (dir.), *Traité d'informatique géologique*, Masson et Cie, Paris, 1972, 624 p.
- Loeschcke 1921** : S. LOESCHCKE, Töpfereiabfall d.J. 259/260 in Trier, dans *Trierer Jahresber.*, 13, 1921/1922, p. 103-107.
- Maggetti *et al.* 1981** : M. MAGGETTI, G. GALETTI, H. SCHWANDER, M. PICON et R. WESSICKEN, Campanian pottery, the nature of black coating, dans *Archaeometry*, 23, 2, 1981, p. 199-207.
- Maggetti 1982** : M. MAGGETTI, Phase analysis and its significance for technology and origin, dans *Archaeological ceramics*, 1982, p. 121-133.
- Maggetti 1992** : M. MAGGETTI, Communication personnelle.

Michel et al. 1987 : B. MICHEL, J. WEISS, R. WESSICKEN et M. MAGGETTI, Analyses minéralogiques, chimiques et technologiques d'engobes argileux, dans *Revue d'Archéométrie*, 11, 1987, p. 63-75.

Mommsen et al. 1988 : H. MOMMSEN, A. KREUSER et J. WEBER, A method for grouping pottery by chemical composition, dans *Archaeometry*, 30, 2, 1988, p. 47-57.

Newman 1987 : A.C.D. NEWMAN (Ed.), *Chemistry of clay and clay minerals*, Longmans Scientific & Technical, Mineralogical Society, Monograph 6, New York, 1987, 480 p.

Niederbleber : F. OELMANN, Die Keramik des Kastells Niederbleber, dans *Mat. röm.-germ. Keramik*, 1, 1914, p. 35 et suiv.

Norrish et Hutton 1969 : K. NORRISH et J.T. HUTTON, An accurate X-ray spectrographic method for the analysis of a wide range of geological samples, dans *Geochim. et Cosmochim. Acta*, 33, 1969, p. 431-453.

Peters et Jenni 1973 : T. PETERS et J.P. JENNI, Mineralogische untersuchungen über das Brennverhalten von ziegeltonen, Beitr. zur Geologie der Schwetz, dans *Geotechn. Serie*, 50, 1973, p. 1-59.

Picon 1984 : M. PICON, Traitement des données d'analyses, dans *PAC*, 10, Strasbourg, 1984, p. 379-399.

Potts 1987 : P.Y. POTTS, *A handbook of silicate rock analysis*, Ed. Blackie, USA, Chapman & Hall, New York, 1987, p. 280.

Schauerte 1987 : G. SCHAUERTE, Der römische Töpfereibezirk am Rudolfplatz in Köln, dans *Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte*, 20, 1987, p. 23-82.

Schmitt 1989 : A. SCHMITT, *Méthodes géochimiques, pétrographiques et minéralogiques appliquées à la détermination de l'origine des céramiques archéologiques*, Thèse de doctorat, dactylographiée, Université de Bordeaux III, Décembre 1989.

Sneath 1957 : P.H.A. SNEATH, The application of computers to taxonomy, dans *J. Gen. Microbiol.*, 17, 1957, p. 201-226

Sokal et Michener 1958 : R. P.SOKAL et C. D. MICHENER, A statistical method for evaluating systematic relation ship, dans *University of Kansas Science Bulletin*, 38, 1958, p. 1409-1438.

Symonds, à paraître : R. P. SYMONDS, Rhenish wares : *Fine dark-colored pottery from Gaul and Germany*, Thèse de doctorat de l'Université d'Oxford, Oxford Committee for Archaeology Monograph, 23, à paraître.

Systat 1990 : Systat 1990, version 5, manuel.

T.K.D. 1984 : Trier. Kaiserresidenz und Bischofssitz. *Die Stadt in spätantiker und frühchristlicher Zeit*, Rheinisches Landesmuseum Trier, 1984, p. 89-90.

Tite et al. 1982 : M.S. TITE, M. BIMSON et I.C. FREESTONE, An examination of the high gloss surface finishes on Greek attic and Roman samian wares, dans *Archaeometry*, 24, 2, 1982, p. 117-126.

Viaene et al. 1990 : W. VIAENE, I. PEROONS et M. WAELEKENS, Chemical and mineralogical analysis of sherds and clay soil samples of the Sagalassos site (Pisidia, Turkey), dans *XII. Kazi Sonuçları Toplantısı II, Ayri Basım, Sagalassos 1989 : The rescue excavation in the potter's quarter and the "Sagalassos ware"*, T.C. Kültür Bakanlığı Anıtlar Ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Ankara, 1990, p. 129-133.

Vié le Sage, Quisefit et al. 1979 : R. VIÉ LE SAGE, J.P. QUISEFIT, R. DEJEAN de la BÂTIE et J. FAUCHERRE, Utilisation du rayonnement primaire diffusé par l'échantillon pour une détermination rapide et précise des éléments en traces dans les roches, dans *X-ray Spectrometry*, vol. 8, n° 3, 1979, p. 121-128.

Willgallis et Heyer 1976 : A. WILLGALLIS et H. HEYER, Die glanztonschicht römischer terra sigillata untersuchungen mit elektro-nstrahlmikrosone, dans *Ber. Dt. Keram. Ges.*, 53, 1976 (n° 9), p. 241-244.

* *
*

DISCUSSION

Président de séance : D. LADURON

Robin SYMONDS : Félicitation pour ce merveilleux travail. Je voudrais souligner que l'un des intérêts de ces analyses chimiques est de mettre en évidence des tessons marginaux, à côté de ceux que l'on sait très bien attribuer à Trèves et à Cologne. D'autre part, a-t-on essayé de faire des analyses de la peinture blanche qui est sur les décors des céramiques de Trèves ?

Anne BOCQUET : Non, pas encore, parce que sur les échantillons qu'on a reçus, il n'y avait pas de peinture blanche sur l'engobe.

Fabienne VILVORDER : On ne nous a pas donné les plus beaux exemplaires !

Robin SYMONDS : J'aimerais savoir s'il s'agit d'une argile locale ou pas.

Anne BOCQUET : Je ne sais pas encore.

Sue WADE : Si vous pouvez distinguer les pâtes à l'œil nu, pourquoi avez-vous recours aux analyses physico-chimiques ?

Fabienne VILVORDER : Bien sûr, on s'attendait à une telle question puisqu'on sait différencier Cologne et Trèves. Ce n'est qu'un état de la recherche. Ce que nous devons faire, c'est repérer les grands ateliers de céramiques qui ont produit des engobées. Pour nos sites de consommation, Braives et Liberchies, sur la voie Bavay-Cologne, le grand atelier le plus proche était celui de Cologne ; nous avons donc commencé par Cologne et poursuivi par Trèves. Mais les recherches doivent continuer sur d'autres ateliers et notamment sur ceux à pâte rouge. En ce qui concerne les ateliers à pâte blanche, il y a quelques problèmes puisqu'on suggère éventuellement d'autres ateliers ; je pense éventuellement à Nimègue : y-a-t-il eu des productions à pâte blanche à Nimègue ? Ce n'est qu'un état de la

recherche qui montre qu'il y a de grandes différences entre Cologne et Trèves. Beaucoup de gens ne voient pas la différence, ne savent pas que Cologne ne fait que des céramiques engobées à pâte blanche !

Jan Kees HAALBOS : Deux remarques. D'une part, il y a beaucoup d'autres ateliers de céramiques engobées. Il faut réfléchir sur le problème de Heerlen, un très important atelier, dans une autre tradition que celle de Cologne. D'autre part, j'ai observé, à Nimègue, de la céramique blanche engobée, probablement produite à Nimègue ; le problème se pose de savoir si on peut transporter de l'argile de Cologne... C'est un très grand problème : on peut analyser l'argile, la pâte, mais cela ne veut pas dire que c'est l'origine de l'atelier où on a produit cette céramique.

Fabienne VILVORDER : Pour ce qui est des ateliers de Cologne, on pense connaître l'origine de l'argile, à Frechen, où nous avons des résultats. Dans nos travaux futurs, on essaiera justement de voir quelles sont les pâtes de Nimègue.

Il faudrait voir également avec la typologie. Je crois que si on fait de bonnes typologies par ateliers, il y a moyen d'isoler certaines céramiques. Je prendrai le cas de Trèves où ils ont fabriqué des gobelets à bord en corniche –le fameux Hees 2– ; au niveau de la qualité, ils n'ont jamais dépassé Cologne ; il y a des motifs, notamment les décors d'écaillés, que je ne connais pas, à l'heure actuelle, à Trèves. Il faut étudier ces ateliers. C'est un très gros travail.

Robin SYMONDS : Pour répondre à J. K. Haalebos, cela m'intéresse beaucoup que tu soulèves la question du transport de l'argile. Je l'avais suggérée pour les sigillées qu'on a trouvées à Colchester. Les analyses nous ont montré qu'on avait des sigillées importées de Sinzig. Dans les tessons analysés, il y en avait également 10 % appartenant à des gobelets-sacs sablés qu'on pensait aussi être des productions de Sinzig mais peut-être avait-on apporté de l'argile de Sinzig pour essayer de produire dans un atelier de sigillée ? Quand j'ai publié ces remarques, Charles Fischer, qui avait étudié l'atelier de Sinzig, s'est mis à rire et ne pensait pas que cela pouvait être le cas. Je reste l'esprit ouvert car il n'y a pas d'évidence...

Jan Kees HAALBOS : J'ai signalé, au dernier congrès des R.C.R.F., qu'il existe près de Nimègue une céramique "militaire" qu'on appelle "Holdeurn". Cette céramique est normalement d'une couleur orange. A Nimègue, on peut trouver des formes qui ressemblent aux produits de Holdeurn mais qui sont exécutées en terre blanche. Alors je n'ai pas d'autre solution que de parler de "céramiques Holdeurn blanches" ; je ne sais pas si ce sont des céramiques produites à Cologne ou fabriquées par les militaires, à Nimègue, en argile importée, mais je pense que c'est le cas.

Fabienne VILVORDER : J'ai remarqué en allant voir les réserves de Cologne –nous avons vu des rebuts de cuisson– que dans ces céramiques qui, normalement, doivent être à pâte blanche, il y en avait à pâte orange. En fait, je crois que c'est un problème de cuisson. Dans un travail qu'on avait fait sur Liberchies, on avait, au départ, différencié ces céramiques à pâte blanche et à pâte orange –je parle notamment des gobelets Hofheim 25/26–. Or pour ces premiers gobelets engobés, il y en avait dont l'aspect était orange mais dont la pâte était exactement la même. Nous avons fait les analyses. On n'a pas développé ce côté-là, donc le fait de se baser seulement sur la couleur et de dire que c'est blanc ou orange ne veut rien dire ; cela peut être la même argile. C'est cela le problème des couleurs : au départ, on donne toujours des différenciations par couleurs mais il faut aller voir plus loin.

Anne BOCQUET : On a reçu des rebuts de cuisson : ils étaient oranges. Mais on avait des assiettes qui étaient tout à fait blanches. Vous avez vu que l'homogénéité de composition est vraiment parfaite.

Jan Kees HAALBOS : Il faut le contrôler.

Fabienne VILVORDER : Il faut qu'on prouve ce qu'on dit, bien sûr.

* *
*