

UNE COMPOSITION CHIMIQUE PARTICULIÈRE : LES VERRES ROMAINS D'ARCS-SUR-AUBE (AUBE) ET DE PONTPIERRE (MOSELLE) : ÉTAT D'UNE RECHERCHE EN COURS

Hubert CABART* et Bruce VELDE**

Les raisons de l'étude

En 2002, lors de la fouille du cimetière gallo-romain d'Arcis-sur-Aube, deux tombes particulièrement riches en verres romains furent mises au jour (Cabart, 2004 ; Paresys, 2005). Conscients de l'importance de leur découverte, les fouilleurs privilégièrent un prélèvement "en motte". Les vases étaient enveloppés d'un film plastique quand ils étaient encore en terre, ce qui les isolait et leur assurait la meilleure protection possible. Le dégagement final et le nettoyage furent réalisés pendant l'étude post-fouille. C'est lorsque l'on vida la terre du vase en verre n° 60 de la tombe 125 que nous eûmes la surprise de constater que ce gobelet intact contenait, à l'intérieur, une petite bouteille en verre incolore. Les deux objets furent numérotés 60a pour le gobelet et 60b pour la cruchette. Contenue dans un vase en verre intact, la bouteille aurait dû être également en bon état de conservation. Ce n'était pas le cas. Le fond, qui est la partie la plus épaisse et théoriquement la plus solide, était en grande partie fragmenté et réduit à l'état de poudre. Ces fractures ne pouvaient pas provenir d'un choc mécanique puisque la cruchette était conservée dans le gobelet de verre intact et que toutes les précautions avaient été prises lors du prélèvement. Il nous a semblé que cette énigme particulière de conservation devait se rapporter à la phase de fabrication : soit un recuit mal conduit, soit un problème de composition.

Deux autres objets, de la même tombe, en verre incolore, étaient aussi très fragmentés. C'était une coupe en forme de coquille, n° 75 et un gobelet à dépression n° 80. Dans les deux cas, les verres étaient réduits à l'état de fragments de petite taille. Il fut décidé d'en faire l'analyse pour savoir si la composition était en cause. Pour compléter et élargir le nombre des échantillons, quinze objets provenant de Pontpierre (Moselle) furent également analysés. Le site correspondait à des structures où avaient été rejetés les restes de crémations gallo-romaines (Cabart, 2005). Le choix, des pièces pour l'analyse, répondait à plusieurs critères :

- elles devaient être fabriquées en verre incolore ;
- elles devaient avoir une datation comparable aux objets d'Arcis ;
- elles devaient avoir des problèmes de fragmentation.

Le but de la série d'analyses était donc de préciser si la composition pouvait expliquer l'état médiocre des vases en verre incolore mis au jour.

* 48, avenue de Metz, 51470-SAINT-MEMMIE. E mail cabart_hubert@yahoo.fr

** Laboratoire de Géologie, Ecole Normale Supérieure, 24, rue Lhomond, 75231-PARIS. E mail bvelde@noos.fr

2. Les échantillons analysés

2.1. Provenance d'Arcis-sur-Aube (Aube)

Les trois objets proviennent de la même tombe n° 125. Les numéros sont ceux de la fouille. Les parallèles indiqués s'efforcent de préciser la datation.

60b.- Petite cruche hexagonale en verre légèrement verdâtre (décoloré) contenue dans le gobelet 60a. La matière est irisée, avec des filandres. Le fond épais de la pièce est complètement dévitrifié. L'anse est plate et la lèvre ourlée vers l'intérieur. Le fond moulé porte un décor formé d'un cercle à point central et six points aux angles. H. 8,4 cm ; D. col 3,3 cm ; Base 4 cm.

80.- Vase en verre incolore complètement décomposé. Les plus gros fragments sont inférieurs au centimètre. Les observations ont montré un vase à quatre dépressions sur un pied annulaire creux. Un filet décorait le vase sous l'embouchure qui manque. H. inconnue ; D. pied 6 cm.

La forme est datée du II^e siècle en Hongrie (Barkóczi, 1988, p. 86 et 88). À Fréjus, quatre exemplaires, mal datés, provenaient du même secteur que les formes datées II^e-III^e siècles (Béraud et Gébara, 1988, p. 161-162).

75.- Restes très fragmentés d'une coquille en verre incolore moulé. On ne dispose que de la partie centrale de l'objet. La lèvre a disparu, ce qui donne un dessin et des dimensions hypothétiques.

Les datations indiquées pour les exemplaires connus s'échelonnent sur le III^e et le IV^e s (Fremersdorf, 1961, p. 73, *Taf.* 154-158 ; Arveiller-Dulong, 1985, p. 140 ; Barkócki, 1988, p. 212, *Taf.* LXIII, n° 541).

2.2. Provenance : contournement de Faulquemont, commune de Pontpierre, lieu-dit "Almert".

Les critères de choix des échantillons ont été précisés *supra*.

Sondage A1.- Pied coulé ou moulé.

Structure 1, n° 2.- Col en verre incolore très épais.

Structure 1, n° 9.- Bouteille Mercure en verre incolore. Le col ne recolle pas sur la panse. Sous le fond, marque représentant un oiseau sur un arbre avec la marque S C V et une sorte de cœur. La marque, identique à CIL XIII 10025-29, est publiée dans le Corpus II (Foy et Nenna, 2006, F-MER.055, p. 473).

Structure 1.- Un vase à décor gravé ou meulé avec des cupules puis des alvéoles en nid d'abeilles en verre incolore (non dessiné).

Structure 2, n° 2.- Petite coupelle en verre incolore. La lèvre est ronde et le pied annulaire creux. Trace de pontil. La pièce, de type Is. 80, déformée par la chaleur s'est écrasée sur place.

Structure 2.- Fragments d'un vase en verre incolore épais

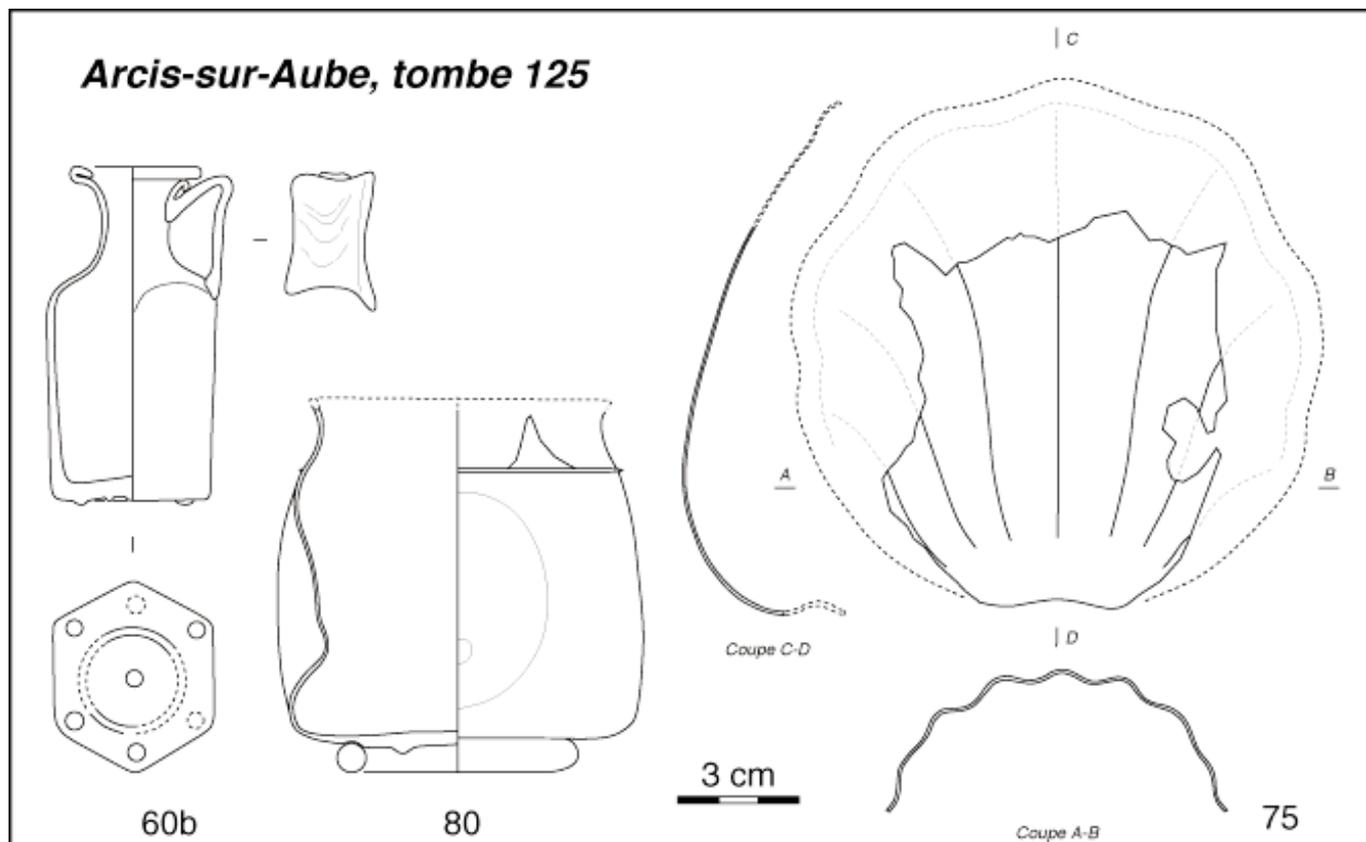


Figure 1 : Les verres incolores d'Arcis-sur-Aube analysés.

éclaté en 1000 morceaux. Forme inconnue. Non dessiné ?
Structure 8, n° 2.- Col en verre incolore très épais. D. 6,8 cm.

Structure 8, n° 3.- Un fragment de vase à décor meulé en verre incolore.

Structure 8, n° 4.- Très grand plat en verre incolore (D. estimé à 42 cm). Le petit bord est arrondi par meulage. Le pied est obtenu par moulage. Sous le plat, il y a un décor gravé formé de demi ? cercles jointifs.

Structure 8, n° 6.- Fragment en verre incolore très épais.

Structure 8, n° 5.- Petite bouteille en verre transparent incolore, à panse sphérique et pied annulaire. Le col manque. La bouteille est éclatée et de nombreux morceaux sont très déformés. L'originalité de cette bouteille tient à son décor. En partant du fond on trouve quatre (?) motifs de feuilles et de fruits stylisés qui évoquent les fraises ? Au-dessus, se développe une inscription dont plusieurs lettres sont lisibles SIMP... puis d'autres lettres OLI et E. Un autre "S" n'a pas pu être situé. Le décor utilise une technique d'applique c'est-à-dire que le verrier dépose un filet de verre sur la bouteille et lui donne le relief à l'aide d'une sorte de tampon. Les lettres de l'inscription sont écrites à l'aide d'un filet de verre.

Les rares objets comparables sont datés du III^e s. (Ravagnan, 1994, p. 152 ; Catalogue, 1997, p. 85 et p. 140 ; Barkóczi, 1988, n° 343, p. 153).

Structure 14, n° 1.- Grand plat en verre incolore décomposé. Le plat semble ovale. Les anses de préhension sont mieux conservées. Ces anses plates, de grandes dimensions, étaient

disposées aux deux extrémités du grand axe. L'une d'elles a pu être presque complètement reconstituée. Le pourtour est chantourné par meulage. Deux cercles gravés complètent le décor. Le plat est porté par un pied qui semble obtenu par moulage comme le reste de la pièce.

Les plats comparables sont datés de la seconde moitié du III^e s. (Doppelfed, 1966, p. 50 et fig. 87) ou III^e-IV^e s. (Brouwer, 1991, p. 63).

Structure 14, n° 26.- Morceau de col de bouteille en verre incolore.

Structure 14.- Un fond plat en verre incolore décoré avec un cercle gravé de 8 cm de diamètre. Non dessiné.

Structure 24, n° 4.- Fond de vase avec un pied annulaire creux et un décor de filet.

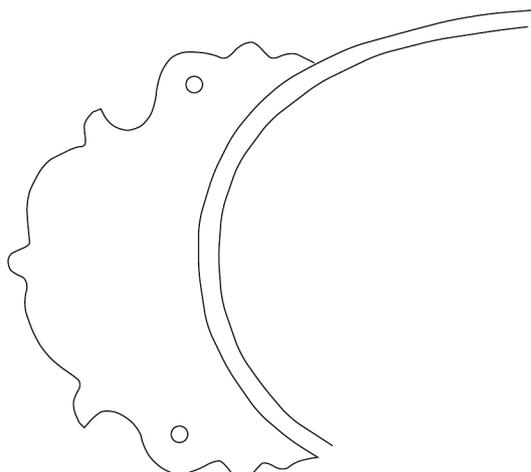
2.3. Datation

Les éléments de datation proposés suggèrent une utilisation du site de Pontpierre dans le courant du III^e siècle de notre ère. C'est aussi la datation retenue pour la tombe 125 d'Arcis, avec les vases importés de Cologne à décor de filets serpentiformes.

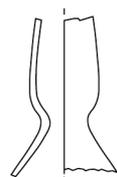
3. Les résultats des analyses (fig. 3)

Les analyses suivantes ont été réalisées gracieusement grâce au concours de Bruce Velde de l'École Normale Supérieure. La technique d'analyse quantitative utilise un microscope électronique à balayage (ERM, Université de Poitiers).

Pontpierre



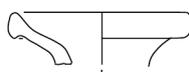
St. 14, n° 1



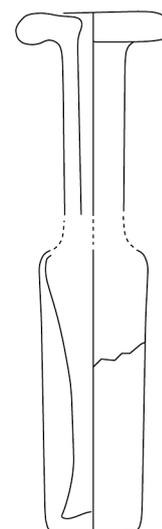
St. 14, n° 26



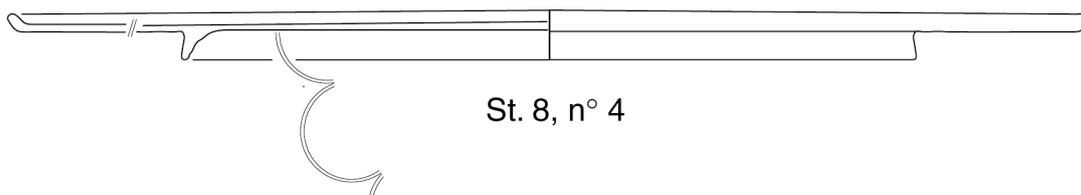
St. 24, n° 4



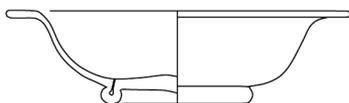
St. 8, n° 2



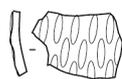
St. 1, n° 9



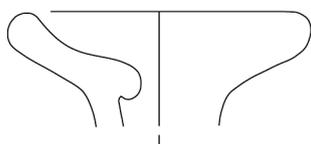
St. 8, n° 4



St. 2, n° 2



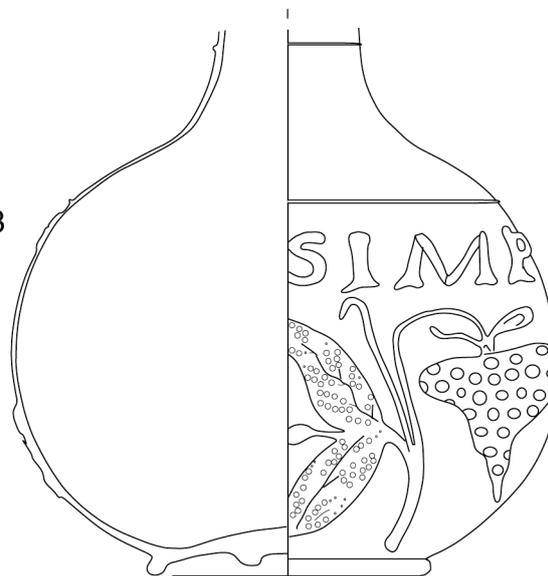
St. 8, n° 3



St. 1, n° 2



St. 8, n° 6



St. 8, n° 5

3 cm

Figure 2 : Les verres incolores de Pontpierre analysés.

	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Fe	Mn	Total
Arcis/ Aube											
t.125, n°80	21,1	0,6	1,7	71,2	0,0	0,5	4,6	0,2	0,5	0,0	100,3
t. 125, n°60 b/ 1	19,9	0,4	2,0	72,1	0,5	0,6	6,3	0,3	0,6	0,2	102,9
t. 125, n°60 b/ 2	19,3	0,6	1,9	69,6	0,1	0,4	6,3	0,2	0,3	0,4	99,1
t. 125, n°75	19,1	0,6	1,8	69,2	0,2	0,5	5,2	0,0	0,1	0,0	96,8
Pont pierre											
Sondage A1	22,3	0,3	1,9	70,1	0,3	0,5	4,2	0,2	0,3		100,0
St. 2	20,9	0,3	1,8	72,2	0,0	0,5	4,6	0,0	0,0		100,1
St. 1	20,3	0,5	1,9	72,1	0,1	0,5	4,6	0,0	0,2		100,1
St. 8, n°4	20,2	0,5	2,3	70,9	0,0	0,5	4,9	0,0	0,2	0,3	99,7
St. 1, n°2	20,2	0,5	1,8	72,2	0,2	0,4	4,5	0,0	0,3		100,0
St. 24, n°4	20,0	0,5	1,8	71,7	0,0	0,4	5,3	0,0	0,1	0,0	99,7
St. 14, n°1	19,6	0,7	2,0	72,0	0,0	0,5	4,5	0,0	0,1	0,4	99,8
St. 2, n°2	19,6	0,4	1,9	71,8	0,0	0,4	5,5	0,0	0,3		100,0
St. 8, n°3	19,5	0,6	2,2	70,3	0,2	0,5	5,5	0,1	0,0	0,6	99,5
St.14, n° 26	19,4	0,7	2,0	71,5	0,2	0,3	5,1	0,0	0,0	0,3	99,5
St. 8, n°2	18,8	0,8	2,4	70,5	0,4	0,7	5,6	0,0	0,0	0,6	99,9
St. 8, n°6	18,7	0,5	1,9	72,1	0,2	0,5	5,3	0,1	0,1	0,4	99,7
St. 1, n° 9	18,6	0,5	1,7	73,4	0,3	0,4	5,0	0,0	0,3		100,1
St. 8, n°5	18,6	0,4	1,7	72,4	0,1	0,4	5,6	0,2	0,1	0,3	99,7
St. 14	18,4	0,5	2,4	69,5	0,2	0,7	6,2	0,1	0,9	0,8	99,7
Moyenne											
	19,7	0,5	1,9	71,3	0,2	0,5	5,2	0,1	0,2	0,3	99,8

Figure 3 : Résultats des analyses

La présence de l'antimoine n'a pas été recherchée. Ceci aurait permis de rapprocher les résultats des analyses de verres incolores publiées récemment (Foy, Thirion-Merle et Vichy, 2004).

Deux analyses, sur deux fragments différents du même vase 60b, permettent d'apprécier les incertitudes de mesures. Les résultats sont comparables mais légèrement différents, soit que la matière ne soit pas rigoureusement homogène, soit que les mesures comportent une marge d'erreur. Les études montrent que, pour le temps de comptage de 200 secondes utilisé lors des analyses, l'erreur porte sur le chiffre des décimales.

Les deux séries d'échantillons d'Arcis/Aube et de Pontpierre sont similaires en ce qui concerne les éléments calcium, aluminium et sodium : ils ont une faible teneur en alumine (Al_2O_3) et en chaux (CaO) et sont caractérisés par de fortes valeurs en soude (Na_2O), de 18 à 22 %. Ces pourcentages de sodium sont nettement plus élevés que dans les verres courants de l'Antiquité, qui sont normalement compris entre 14 et 18 % (Velde et Sennequier, 1985) à l'exception d'échantillons venant de l'Europe du nord pour une période tardive (IV^e – V^e siècles). Il y a, évidemment, la possibilité de subdiviser les analyses en groupes par des méthodes statis-

tiques, mais ces méthodes d'analyses de données ne sont pas utiles pour identifier les causes de variation des compositions.

Plusieurs ensembles de verres à haute teneur en soude sont connus comme les échantillons provenant de Begram (Afghanistan) (Menninger, 1996), où les pourcentages sont compris entre 15 et 20 % (Brill, 1999) et où la présence d'une altération (*cracking*) est signalée (Brill, 1999, p. 71). D'autres exemples viennent de la région du Wadi Natron (Foy, Picon *et al.*, 2003 ; Nenna *et al.*, 2003). Les exemples de verres antiques décolorés à l'antimoine montrent aussi des compositions tout à fait comparables (Foy, Thirion-Merle et Vichy, 2004). Il est raisonnable de comparer les compositions des échantillons d'Arcis/Aube et Pontpierre avec ces compositions connues pour leur forte teneur en soude même si ces exemples sont de provenances lointaines. Il faut aussi privilégier les analyses de verres incolores et chercher des exemples de datation comparable.

En fait, les échantillons de Begram montrent une teneur en soude élevée, mais les valeurs des autres éléments chimiques importants, comme l'alumine et la chaux, sont tout à fait normales par comparaison avec les verres courants du I^{er} siècle avant J.-C. jusqu'au IV^e siècle de notre ère. L'alumine Al_2O_3 est entre 2 et 3 % et la chaux CaO entre 5 et 8 % pour

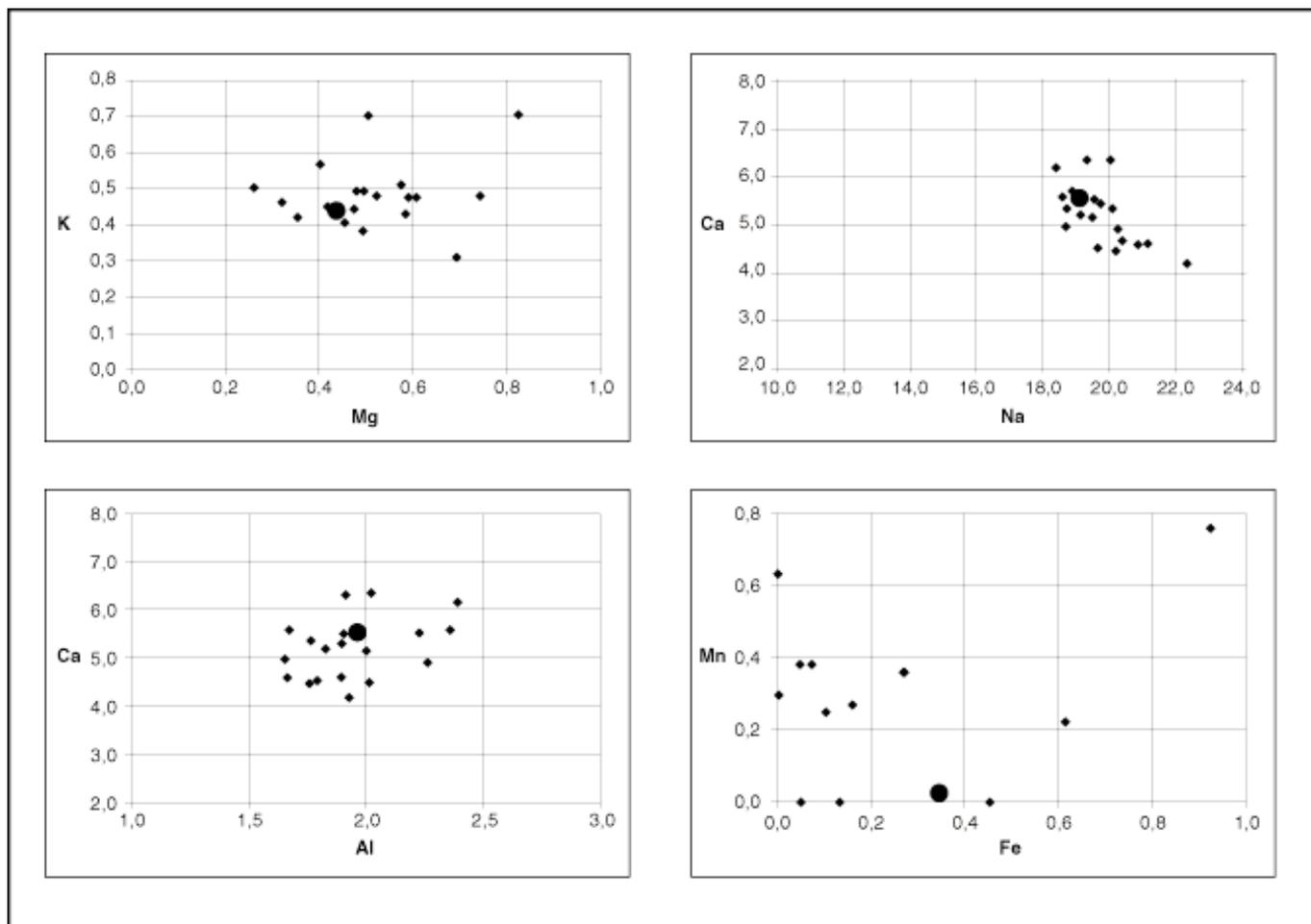


Figure 4 : Graphiques de dispersion des résultats. Les gros points noirs indiquent les valeurs moyennes du "groupe 4" (Foy, Thirion-Merle et Vichy, 2004, p. 174).

la plupart des échantillons analysés (voir Velde et Sennequier, 1985 ; Foy et Picon, 2003 ; Aerts *et al.*, 2003 ; Velde, 1990, par exemple). Il semble que les verres de Begram soient le résultat de l'emploi d'une quantité de soude plus importante que la quantité habituelle à l'époque, avec le même sable (source de silice) que les autres verres de l'époque ou un sable similaire.

Par contre, les verres d'Arcis/Aube et Pontpierre ne sont pas seulement plus riches en soude, mais ils ont aussi des valeurs notablement plus faibles en alumine et chaux. Ceci est l'indice d'une différence dans l'approvisionnement en sable. Il semble que ces échantillons sont d'une composition particulière par rapport aux autres compositions connues pour cette période de l'Antiquité. Non seulement les quantités de fondant minéral (soude) sont plus importantes mais la source de silice (sable) est différente, car marquée par une teneur inférieure de chaux et d'alumine de celle qui est employée d'habitude. Pour de nombreux échantillons, le verre incolore n'est pas obtenu par une décoloration à l'aide du manganèse dont le pourcentage reste faible, mais par l'emploi d'un sable pauvre en oxyde de fer.

La comparaison avec les verres décolorés à l'antimoine du groupe de composition dit « groupe 4 » est indispensable. C'est à ce groupe qu'appartiennent la vaisselle et le verre brut dont était chargée l'épave *Ouest Embiez 1*, coulée à la fin du IIe siècle ou au début du IIIe s. Sur la figure 4, sont représentés les graphiques Na/Ca, Mg/K, Al/Ca et Fe/Mn. Pour chacun de ces graphes, la valeur moyenne du groupe 4 est indiquée par un gros point noir. Pour les trois premiers graphiques, les résultats sont tout à fait comparables. Pour le dernier graphe, Fe/Mn, les valeurs des analyses d'Arcis et de Pontpierre sont particulièrement dispersées. Le groupe 4, présente un pourcentage de manganèse très faible qui s'explique par l'utilisation de l'antimoine comme décolorant à la place du manganèse. L'échantillon incolore n° 80 d'Arcis a une teneur en fer de 0,45, mais il ne contient pas de manganèse. Il serait tentant de le rattacher au groupe décoloré à l'antimoine, ce qui n'est malheureusement pas possible puisque l'analyse n'a pas été réalisée. D'autres, au contraire, contiennent des teneurs importantes en manganèse alors que le fer n'est pas détectable (St. 8, 3 et 4). Ceci indiquerait que le manganèse est utilisé systématiquement, même si son usage n'est pas strictement nécessaire. Cette façon de procéder avait déjà été soulignée (Velde et Hochuli-Gysel,

1996). Pour l'échantillon, noté St. 14, le pourcentage de manganèse indique clairement que cet élément a été utilisé comme décolorant. Les différents échantillons analysés ne correspondent pas à une fabrication unique, ce qui aurait été surprenant puisqu'ils proviennent de sites et de structures différentes.

L'origine du groupe 4 demeure inconnue, mais le sable utilisé pour la fabrication du verre de ce groupe semble identique à celui d'un groupe du Wadi Natrun en Egypte, appelé wnc (Nenna *et al.*, 2003, p. 62). Compte tenu des analogies, les compositions de nos échantillons de Pontpierre et d'Arcis/Aube sont probablement fabriquées à partir d'une source de verre brut venant de la même région.

4. Conclusion

Il semble donc que le problème particulier de la conservation des verres romains incolores provient d'une mauvaise composition de la matière élaborée par les verriers romains. Un article récent, de collègues hollandais, pose le même problème pour un vase en verre incolore trouvé dans un sarcophage (Huisman *et al.*, 2008). Ils pensent également qu'il s'agit d'un problème de composition du verre utilisé. Le mélange, trop riche en sodium et ne contenant pas assez de calcium, réagit à long terme en provoquant des fissures comme celles qui sont visibles sur les vases 71 et 78 de la tombe 125 d'Arcis-sur-Aube.

Cette maladie du verre est caractéristique des vases incolores. Elle n'apparaît pas sur les objets en verre bleuté.

D'autres objets en verre incolore ont été mis au jour depuis les analyses et la rédaction de cet article. Ce sont :

- un objet, noté 1, trouvé dans une tombe à Saint-Memmie (Marne). Le verre est complètement pulvérisé et ressemble à du sucre cristallisé (Cabart, 2007, p. 23).

- un sachet de fragments incolores décomposés du site de l'amphithéâtre à Metz (US 6624).

Il serait intéressant de connaître la composition de la matière de ces objets pour confirmer les résultats de cette étude (1).

Bibliographie

Aerts A., Velde B. et Janssens K., « Change in silica sources in Roman and post-Roman glass », *Spectrochimica Acta B*, 2003.

Arveiller-Dulong, V., *Le Verre d'époque romaine au Musée archéologique de Strasbourg*, Paris, 1985.

Barkòczi L., *Pannonische Glasfunde in Ungarn*, Budapest, 1988.

Béraud I. et Gébara C., « La datation du verre des nécropoles gallo-romaines de Fréjus », *Annales du II^e congrès de l'A.I.H.V.*, Bâle, 29 août – 3 sept. 1988, Amsterdam, 1990, p. 153-166.

Brill R. H., *Chemical Analyses of Early Glass*, Vol. II, Corning Museum, 1999.

Brouwer M., *Glas uit de Oude Tijd*, Amsterdam, 1991.

Cabart H., « Deux tombes privilégiées d'Arcis-sur-Aube », *Bulletin de l'AFAV*, 2004, p. 11-15.

Cabart H., « Les verres gallo-romains de Pontpierre (Moselle) », *Bulletin de l'AFAV*, 2005, p. 18-22.

Cabart H., « Les verres miniatures d'une sépulture de Saint-Memmie », *Bull. AFAV*, 2007, p. 23-24.

Catalogue, *Trasparenze Imperiali, Vetri romani dalla Croazia*, Milan, 1997.

Doppelfeld O., *Römisches und Fränkisches Glas in Köln*, Cologne, 1966.

Foy D., Picon M., Vichy M., et Thirion-Merle V., « Caractérisation des verres de l'Antiquité tardive en Méditerranée occidentale : l'émergence de nouveaux courants commerciaux », in Foy D. et Nenna M.-D., *Echanges et commerce du verre dans le monde antique, Actes du colloque AFAV, Monographies Instrumentum 24*, Montagnac, 2003, p. 41-86.

Foy D. et Nenna M.-D., *Corpus des signatures et marques sur verres antiques*, vol. 2, Aix-en-Provence-Lyon, 2006.

Foy D., Thirion-Merle V., et Vichy M., « Contribution à l'étude des verres antiques décolorés à l'antimoine », *Revue d'Archéométrie*, 28, 2004, p. 169-177.

Fremersdorf F., *Römisches geformtes Glas in Köln, Die Denkmäler des Römischen Köln VI*, Köln, 1961.

Huisman D. J., Pols S., Joosten I., van Os B. J. H. et Smit A., « Degradation processes in colorless Roman glass : cases from Bochoz burial », *Journal of Archaeological Science* 35, 2008, p. 398-411.

Menninger Michael, *Untersuchungen zu den Gläsern und Gipsabgüssen aus dem Fund von Begram/Afghanistan*, Würzburg, 1996.

Nenna M.-D., Picon M., Thirion-Merle V. et Vichy M., « Ateliers primaires du Wadi Natrun : nouvelles découvertes », *Annales du 16^e Congrès AIHV*, 2003, p. 59-63.

Paresys C., « Arcis-sur-Aube, Route de Troyes », *Bilan Scientifique 2002*, Service régional de l'Archéologie Champagne-Ardenne, 2005, p. 52-54.

Ravagnan G. L., *Vetri antichi del Museo Vetrario di Murano*, Corpus delle collezioni archeologiche del vetro nel Veneto, 1, 1994.

Velde B., « Alumina and calcium oxide content of glass found in western and northern Europe, first to ninth centuries », *Oxford Journ Archaeology* 9, 1990, p. 105-117.

Velde B. et Hochuli-Gysel A., « Correlations between Antimony, Manganese and Iron content in Gallo-roman glass », *Annales du 13^e Congrès AIHV*, Lochem, 1996, p. 185-192.

Velde B. et Sennequier G., « Observations on the chemical compositions of several types of gallo-roman and frankish glass production », *Annales du 9^e Congrès AIHV*, Nancy, 1985, p. 127-147.

1.- Des échantillons de ces objets sont à la disposition du chimiste intéressé par cette recherche.