

Les matières premières du verre et la question des produits semi-finis. Antiquité et Moyen Âge

*Danièle FOY**, *Maurice PICON***, *Michèle VICHY***

RÉSUMÉ

Les trouvailles archéologiques et les travaux de laboratoire ont clairement démontré que les productions de verre en Occident sont élaborées non pas à partir de matières premières « primaires » (sable et fondant) mais à partir de matières premières « intermédiaires », à savoir : lingots de verre brut et verre recyclé. L'homogénéité des compositions des verres romains (III^e av.-IV^e apr. J.-C.) révélée par les analyses chimiques implique l'utilisation de sables issus d'un même gisement, vraisemblablement sis sur la côte syro-palestinienne.

Au cours de travaux précédents, nous avons mis en évidence deux compositions spécifiques, caractérisées :

- par l'emploi du décolorant antimoine (fin II^e-début III^e siècle) ;
- par des proportions importantes de fer, manganèse et titane (V^e siècle).

Cette nouvelle étude, basée sur une documentation bien datée entre le III^e siècle avant notre ère et le VIII^e siècle après J.-C., tend à confirmer les groupes déjà définis et montre l'évolution des compositions du V^e au VIII^e siècle.

ABSTRACT

The archaeological finds and the laboratory work have clearly proved that the glass productions in the west are elaborated not from « primary » raw materials (sand and fondant) but from « intermediary » raw materials, that is to say : slugs of raw glass and recycled glass. The homogeneity of the roman glasses compositions (IIIrd bef.-IVth after) revealed by the chemical analysis implies the use of sands issued of a same deposit, probably located on the syro-palestinian coast.

* Laboratoire d'archéologie médiévale méditerranéenne, CNRS, UMR 6572, Maison méditerranéenne des sciences de l'homme, 5, rue du Château de l'Horloge, F-13090, Aix-en-Provence.

** Laboratoire de céramologie, CNRS, Maison de l'Orient méditerranéen, 7, rue Raulin, F-69365, Lyon cedex 07.

- During the previous work we have revealed two specific compositions characterized :
- by the use of the antimony bleaching agent (end IInd-beginning IIIrd century) ;
 - by important proportions of iron, manganese and titanium (Vth century).

This new study, based on a well dated documentation between the IIIrd century B.C. and the VIIIth century AD, tends to confirm the groups already defined and shows the evolution of the compositions from the Vth to the VIIIth century.

Les études sur l'artisanat du verre aux époques antique et médiévale se sont intéressées aux objets et à leur fabrication, mais plus rarement au matériau et à son élaboration. Cela est vrai surtout pour l'artisanat verrier de l'époque romaine où matériaux et objets en verre relèvent dans la plupart des cas de centres de production distincts. Alors que c'est rarement le cas, semble-t-il, à l'époque médiévale. On sera donc amené à parler, pour l'époque romaine, d'ateliers primaires qui élaborent le verre brut, et d'ateliers secondaires qui le transforment en objets manufacturés, et, pour la période médiévale, d'ateliers mixtes, primaires-secondaires.

On peut cependant s'interroger sur l'existence de fabriques spécialisées pendant cette dernière époque. Les trouvailles archéologiques, en particulier les fouilles des épaves des XV^e et XVI^e s. en Méditerranée, au large de Venise (d'Agostino, 1995-1996) comme en Extrême Orient⁽¹⁾, montrent que le verre brut circulait toujours à la fin du Moyen Âge. Les textes confirment ce commerce sur une longue durée. En effet, dès la fin du XIII^e siècle, les sources écrites relatives aux officines italiennes ou, exceptionnellement, aux fabriques urbaines du Midi de la France font mention de fabrication, de circulation et de commerce de *vitreo non laborato de masea* (1287), *vetrio de masea bonum et novum* (1290), de *vitreo de masia de lumine nigra* (1347, Zecchin III, p. 175). Ce verre brut est fabriqué localement ou importé d'Orient (1255, Zecchin I, p. 5 : *vitreum in massa*). Plus tard, au XIV^e siècle, apparaît le *mazzachotto* (1338, achat d'un verrier en Toscane : Mendera, 1991, p. 91 ; 1360, *marzaccotti pro faciendo vetrum*, atelier de la cathédrale d'Orvieto : Zecchin III, p. 32, *id.* I, p. 23 ; XI^e s ; gabelle d'Avignon : *Marsatot per far veyre* : Pansier, 1926, p. 53) ou la fritte : (1347, *fritte a vitreo* : Zecchin I, p. 21). Ce produit peut être élaboré dans les ateliers mixtes⁽²⁾ ou faire l'objet de transactions commerciales entre artisans ou marchand et artisan. La *cotiza* (ou *chotiza*), terme du XV^e siècle, désigne aussi la matière brute. La coexistence de ces appellations dans les mêmes actes laisse penser

(1) Plusieurs blocs furent trouvés dans une jonque chinoise du XV^e siècle échouée en mer de Chine, au large du sultanat de Brunei. Certains étaient à l'intérieur d'une jarre. Fouilles du DRASS, communication de M. L'Hour, colloque international d'archéologie sous-marine, Agde, 1998.

(2) D'après les textes, l'atelier possède au moins deux fours : la « calcara » pour la préparation de la matière et la « fornace » pour la dernière fusion et sa transformation en produits manufacturés : « Fornax et calchara ubi laborantur vitrea » : Vérone, 1409, cité par Nepoti (1991), p. 133 ; « una apotheca circumcirca muroclausa cum una fornace et calcaeia ab arte vitreorum », Venise, 1465 cité par Zecchin III, p. 55.

aux différents stades d'élaboration du verre brut ; dans un inventaire de 1405 se trouvent réunis les trois termes : *Frita*, *chotiza* et *vitrum deslaboratum* (Zecchin I, p. 35, ou encore en 1480 : *friti* et *cotizi*, Zecchin III, p. 56) ; en revanche, la fritte et le marzacotto, jamais associés, sont parfaitement équivalents et désignent le premier stade de la fusion de la silice et du fondant. Les documents vénitiens et toscans laissent raisonnablement penser à l'existence d'ateliers distincts comme dans l'Antiquité (Mendera, 1991 ; Muzzi, 1991, p. 155), mais la plupart des verriers italiens utilisaient à la fois des matières premières naturelles (sable et fondant) et des matières intermédiaires (fritte ou verre brut). La spécialisation des ateliers est exceptionnelle, le modèle médiéval est celui de l'atelier mixte.

Lorsque l'on étudie la production artisanale du matériau verre, qu'il s'agisse de l'Antiquité ou du Moyen Âge, on est conduit à s'interroger sur l'idée que les artisans se faisaient de ce matériau. S'agissait-il pour eux, comme pour nous, du résultat de la fusion de trois matières premières bien différenciées ? Car nous savons actuellement que la fabrication du verre exige la présence d'un constituant formateur, la silice, SiO_2 , et de deux constituants modificateurs : un fondant, Na_2O ou K_2O , apporté par le natron ou les cendres végétales, et un stabilisant, CaO le plus souvent, apporté par le calcaire. Le rôle du fondant est d'abaisser la température de fusion du verre qui serait sans cela proche de 1 700 °C. Quant au stabilisant, il confère une bonne résistance chimique au verre, en diminuant notamment sa sensibilité aux attaques provoquées par l'humidité, celles-ci pouvant aller jusqu'à sa dissolution complète.

S'il a semblé assez évident à de nombreux auteurs que les verriers de l'Antiquité, comme ceux de l'époque médiévale, ont ignoré le rôle nécessaire du stabilisant dont ils n'ont eu qu'une perception indirecte, d'autres sont d'un avis contraire. Ces derniers fondent généralement leur opinion sur un texte dont l'interprétation demeure pour le moins obscure, qui signale l'emploi de coquillages dans la fabrication du verre, ou leur présence dans des sables utilisés à cette fin (Pline l'Ancien, *H. N.*, XXXVI. 192). Mais l'opinion la plus souvent admise serait plutôt qu'à ces époques la fabrication du verre ne comportait que deux matières premières, le sable et le fondant, le stabilisant étant introduit, sans le vouloir explicitement, par l'une ou l'autre, voire l'une et l'autre de ces deux matières premières. C'est cette hypothèse que l'on va devoir examiner, en dissociant le cas des verres romains au natron de celui des verres médiévaux aux cendres végétales, car les problèmes s'y posent différemment. Puis on présentera les arguments, anciens et nouveaux, qui justifient une telle hypothèse, non sans avoir rappelé auparavant quels en sont les enjeux.

Les verres au natron

La composition du natron d'Égypte nous est bien connue. Or ce matériau ne contient qu'une très faible quantité de calcium, environ 1,5 %, compté en oxyde CaO , ce qui correspond à moins de 0,3 % dans le verre (Brill, 1988, p. 270). C'est tout à fait insuffisant pour jouer le rôle de stabilisant.

Il fallait donc – dans l'hypothèse où l'on n'aurait pas employé pour la fabrication du verre une troisième matière première, du calcaire, CaCO_3 (ou de la chaux, CaO) – que ce soit le sable qui fournisse le calcium indispensable à la stabilisation du verre (avec, éventuellement, quelques autres constituants mineurs pouvant ajouter leur action à celle du calcium). Or il existe dans la nature de nombreux gisements de sables très purs, et qui sont bien trop purs pour pouvoir servir à l'élaboration d'un verre au natron, car celui-ci aurait manqué du stabilisant obligatoire (d'ailleurs, les très nombreuses analyses effectuées sur les verres antiques n'en ont montré aucun exemple ; il est vrai que de tels verres auraient eu peu de chance de se conserver jusqu'à nous). Mais il existe dans la nature des gisements de sable plus nombreux encore, qui sont difficilement utilisables, voire inutilisables, pour la fabrication de verres au natron. La raison pouvant être des pourcentages de chaux trop élevés rendant presque impossible le travail du verre, ou des concentrations d'alumine ou de magnésium trop importantes, conduisant au même genre d'impossibilité, ou encore des taux d'oxyde de fer ne permettant plus la décoloration du verre par l'antimoine ou le manganèse, etc.

On comprend dans ces conditions que l'existence d'un sable ayant des pourcentages de calcium, magnésium, aluminium et fer particulièrement satisfaisants pour la fabrication d'un verre au natron soit une chose rare. Et sans doute est-ce à des qualités de ce genre – décelées empiriquement – que le sable de la rivière Belus, en Syro-Palestine, doit d'avoir joui d'une telle renommée dont on retrouve l'écho chez plusieurs auteurs de l'Antiquité : Strabon, Pline, Flavius Josèphe et d'autres encore (Forbes, 1966, p. 145-146). Ces observations constituent déjà un premier argument en faveur de l'hypothèse où l'on s'est placé, celle des deux matières premières, sable et fondant.

Les verres aux cendres

Pour les verres aux cendres qui n'utiliseraient que les deux matières premières, sable et cendres végétales, le problème du stabilisant se pose tout autrement que précédemment. En effet, les cendres végétales possèdent généralement des taux de calcium élevés qui, associés au magnésium et au phosphore (dont les concentrations dans les cendres sont souvent importantes), suffisent à assurer la stabilisation du verre (dans la mesure où les cendres ne sont pas lavées). Aussi va-t-on pouvoir utiliser des sables très purs, ce qui présente divers avantages. L'un de ceux-ci, et non des moindres, est de ne pas apporter ou d'apporter très peu de fer, élément responsable de colorations inopportunes, verdâtres ou jaunâtres. Un autre est de minimiser les fluctuations de composition du verre, et donc les variations de ses caractéristiques de façonnage, les écarts de composition des cendres étant déjà importants. Enfin, on peut noter que les gisements de ces sables très purs se trouvent fréquemment dans un environnement particulièrement favorable au développement de l'artisanat du verre. C'est le cas en France pour le faciès sidérolithique, avec ses zones

forestières, ses argiles réfractaires, ses sables et ses minerais de fer, à l'origine d'une économie artisanale regroupant les potiers, les verriers et les sidérurgistes, et dont les géologues de la fin du XIX^e siècle avaient déjà souligné l'originalité et l'intérêt.

Toutefois, si les relations entre l'artisanat verrier et le faciès sidérolithique sont évidentes au cours de la période postmédiévale, la question demeure assez mal connue pour l'époque médiévale proprement dite. Sans doute trouverait-on quelque bénéfice à la réexaminer, car il n'est pas exclu qu'elle ait pu jouer un rôle important lors du passage de l'artisanat verrier antique à l'artisanat médiéval.

Les verriers de la fin du Moyen Âge n'ignoraient pas que les qualités de leur matière, qu'ils voulaient incolore et parfaitement transparente, dépendaient en grande partie de la silice utilisée. La proximité des gisements de sable convenable est très certainement un déterminant important pour l'implantation des ateliers. Le sable, matériau que les artisans pouvaient acquérir librement, n'est que rarement mentionné dans les baux de location entre l'artisan et le propriétaire des terres et des bâtiments où se fixera la verrerie. La location des terres impliquait sans doute la possibilité d'exploiter les ressources du sous-sol pour se procurer la silice et les argiles. En revanche, les sources de silice pour les fabriques urbaines ou insulaires sont quelquefois signalées (sables du Levant et de Sicile importés à Venise). Les artisans du nord de l'Italie, soucieux d'obtenir une matière exempte d'impuretés, préféraient utiliser les pierres de la région de Vérone et les cailloux du Tessin dont l'exploitation relevait de monopoles ; ailleurs, on employait des pierres de couleur blanche. Il fallait ensuite apporter ces pierres siliceuses au moulin pour le broyage (Nepoti, 1991, p. 122-124 ; Jacoby, 1993, p. 73-76).

Les enjeux

On aurait tort de ne voir dans l'interrogation portant sur l'existence de deux matières premières, sable et fondant, ou d'une troisième, la chaux, qu'une discussion d'école. Car, du point de vue de l'histoire des techniques verrières, la découverte de la présence nécessaire de la chaux et la reconnaissance de son rôle peuvent être considérées comme un acquis technologique majeur, un point particulièrement important dans l'histoire des mentalités technologiques des artisans du verre.

Mais d'autres raisons justifient l'intérêt que l'on porte à cette question. Cela concerne surtout, il est vrai, les verres au natron pour lesquels des questions importantes sur la localisation des ateliers primaires, et sur le système économique où ils s'insèrent, exigent que l'on sache si ces verres ont été faits à partir de deux ou de trois matières premières. Seule la première hypothèse offre en effet la possibilité de remonter à l'origine du sable, l'identification d'une zone d'extraction devenant impossible lorsqu'on n'est pas certain de la composition du sable utilisé par les verriers. Avec deux matières premières, le sable et le natron, cette composition se déduit aisément de celle du verre, en soustrayant la contribution du natron ; mais avec une matière première supplémentaire, la chaux, il ne serait pas possible de dis-

tinguer la contribution du sable et celle de la chaux, et il serait donc impossible de retrouver l'origine du sable.

Les arguments

La question que posent le nombre et la nature des matières premières utilisées dans la fabrication des verres anciens n'est pas nouvelle et a déjà fait l'objet de plusieurs discussions. L'une des premières, et des plus complète, est celle que lui a consacré Turner qui note que, si la chaux avait été l'un des constituants majeurs habituels du mélange destiné à la fabrication du verre, il serait surprenant que les traités sur l'art du verre n'en fissent pas mention (Turner, 1956a, p. 45T-46T). Or, selon Turner, ce n'est le cas ni de Théophile (X^e siècle ?), ni de Heraclius (XII^e-XIII^e siècles ?), ni de Neri (1612), ni de Merret (1662), ni de Kunckel (1679), ni de Blancourt (1697), bien que plusieurs de ces auteurs consacrent une part importante de leurs ouvrages à la préparation des matières premières.

Outre les traités sur l'art du verre, il existe bien d'autres documents médiévaux énumérant les matériaux nécessaires à la fabrication du verre. Les innombrables textes relatifs à l'art du verre à Venise et dans l'ensemble de l'Italie décrivent la nature, l'origine et le prix des fondants, de la silice, des colorants, du manganèse, du verre semi-fini et cassé, des argiles, mais ne font jamais mention de la chaux. Dans les gabelles fixant le droit d'entrée des marchandises dans les villes d'Avignon (Pansier, 1926) ou de Bologne (Nepoti, 1978) apparaissent encore le sable, la soude, le verre cassé, la fritte, le manganèse, le cobalt mais nullement la chaux. Les différentes versions du *Livre des simples médecines* de Platearius du XV^e siècle débutent la rubrique *Vitrum* par la même définition ne comprenant que deux ingrédients : « *Le voirre est fait de herbe et de sablon par force de feu en fornaiise et par grant artifice* » (*À travers le verre*, 1989, p. 113).

Les livres de recettes du XVI^e siècle, tel le manuscrit conservé à Montpellier : *Recette per far vetri colorati e smalti d'ogni forte havuto in Murano, 1536*, ne font pas davantage allusion au rôle de la chaux (Zecchin III, p. 248-276), matière encore ignorée pour l'élaboration de la matière vitreuse, durant une grande partie du XVII^e siècle. Neri et Blancourt indiquent même que la chaux ne convient pas à la fabrication du verre. Toutefois, Kunckel dans la deuxième édition de son *Ars Vitraria Experimentalis*, en 1689, mentionne la chaux parmi les constituants servant à la fabrication du verre. Mais il faudra attendre la seconde moitié du XVIII^e siècle pour que le rôle de la chaux comme stabilisant des verres soit bien mis en évidence (Turner, 1956a, p. 46T, et 1956b, p. 292T).

Quelques autres arguments sont venus s'ajouter récemment aux précédents, confirmant que les verriers de l'Antiquité ignoraient l'emploi de la chaux dans la préparation du verre. La redécouverte et l'étude des ateliers primaires du Wadi Natrun en Égypte (Nenna *et al.*, 1997, p. 84-85) montrent que les verriers ont utilisé les sables locaux, pauvres en chaux, et qu'ils n'ont pas eu l'idée d'en rajouter,

bien que le calcaire abonde alentour, se contentant d'utiliser une proportion de natron plus élevée que celle des verres syro-palestiniens, plus riches en chaux. La découverte des ateliers primaires de Maréotide dans la région d'Alexandrie va dans le même sens, bien que les faits soient un peu moins nets, car les sables locaux ont des compositions assez variables. Toutefois, ils sont plutôt riches, voire très riches en chaux, ce qui devait obliger les verriers à diminuer les pourcentages du natron (Nenna *et al.*, 1997, p. 84-85). Mais dans l'un et l'autre cas le verre apparaît bien comme un mélange de deux matières premières, sable et natron, et non de trois.

On peut ajouter un dernier exemple qui illustre bien l'apport non intentionnel et pourtant indispensable du calcium par le sable. Il nous est fourni par la préparation du bleu égyptien (Vitruve, livre VII, chapitre XI) qu'on sait correspondre à la cuprorivaïte de formule $\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$. Vitruve ne mentionne aucun autre ingrédient que du sable et du cuivre, avec un peu de natron servant de fondant, et ne fait aucune mention de calcaire ou de chaux. Comme dans le cas du verre, le calcium nécessaire ne peut être apporté que par le sable, ce qui veut dire aussi que tous les sables ne convenaient pas à cette préparation, de même qu'on ne pouvait pas utiliser n'importe quel sable pour la fabrication des verres au natron.

Les résultats et les développements actuels

Il n'est pas question d'évoquer longuement ici les résultats déjà obtenus sur l'origine des sables ayant servi à la fabrication des verres au natron qui ont été retrouvés sur les différents sites du monde romain occidental. Ces résultats se fondent sur les compositions des sables, et postulent donc l'inexistence d'apports en chaux, autres que les apports involontaires dus au sable. Ils ont fait l'objet d'une publication préliminaire (Foy *et al.*, 2000, p. 51-57) qui demandera des développements plus importants. Mais un fait peut être considéré comme acquis : l'origine syro-palestinienne de la quasi-totalité de ces verres, qui sont fabriqués avec le sable local de la rivière Belus (gisement situé entre Acre et Haïfa) et le natron importé d'Égypte.

Ce produit est commercialisé à l'état de verre brut dans tout le monde romain où il est utilisé dans les différentes officines secondaires, comme le montrent les éclats retrouvés dans ces ateliers, les blocs découverts dans les épaves depuis l'époque hellénistique jusqu'à la fin de l'Antiquité, mais aussi à l'intérieur des terres et sur les grandes routes des caravanes⁽³⁾. Il faut donc imaginer un commerce triangulaire

(3) Deux blocs de verre brut ont été récemment découverts dans les fouilles du fort de Didymoi situé sur la route des caravanes entre le Nil et la mer Rouge, à destination de l'Inde (fouilles sous la responsabilité de H. Cuvigny). L'analyse chimique en cours devrait révéler si cette matière est faite avec du sable égyptien ou non. Renseignement communiqué par J.-P. Brun, conférence à l'EHESS, Marseille, janvier 2000.

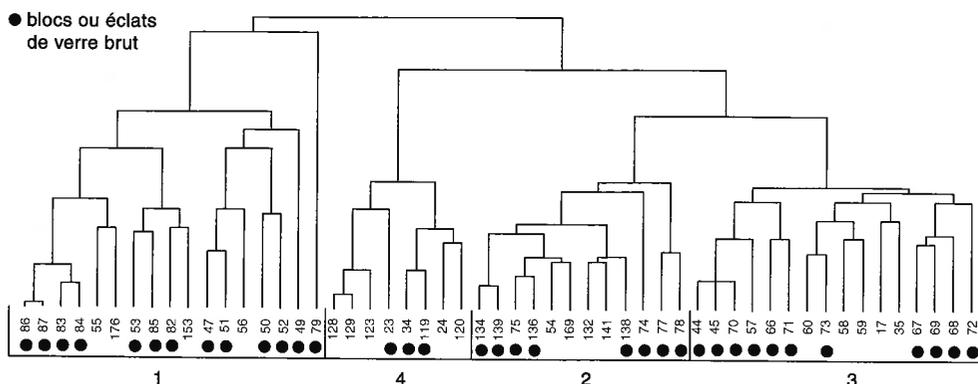


Fig. 1. Les quatre groupes de composition.

entre l'Égypte, la côte palestinienne et l'ensemble des ateliers secondaires d'Orient et d'Occident.

Les analyses chimiques réalisées sur le verre brut et sur les objets manufacturés ont révélé plusieurs groupes (fig. 1, les numéros d'analyse VRR renvoient à cette figure).

Deux d'entre eux doivent leur unité à l'emploi d'un même sable provenant des rives ou de l'embouchure du Belus. La série la plus importante, dite groupe 3, couvre plusieurs siècles puisque la plupart du verre brut et du mobilier, datés entre le III^e siècle av. J.-C. et le VII^e s. apr. J.-C., en font partie. On y trouve les blocs de verre bleu antérieurs à notre ère (VRR 57-58 ; atelier de verroterie d'Entremont), les productions des ateliers de la Manutention à Lyon (I^{er} s., VRR 67 à 73), de Signoret à Aix-en-Provence (III^e s., VRR 58, 59 ; RIVET, 1991) de Saint-Martin à Vienne (IV^e s., VRR 35) et de Beyrouth (VRR 66), ainsi que le verre brut provenant de l'épave de la Bourse à Marseille (II^e-III^e s., VRR 44-45), et du port d'Apollonia de Cyrénaïque (analyse non reportée ici). Pour l'instant, aucune forme particulière de vaisselle n'a été associée à ce groupe qui, on le voit bien, est présent dans toute la Gaule et sur toutes les côtes de la Méditerranée.

Le deuxième lot (groupe 4) s'insère dans cette série, mais s'en distingue par l'emploi d'un décolorant à l'antimoine. Cette composition mise en évidence dans les blocs de verre brut et les produits finis de l'épave dite Embiez-Ouest (Foy, Jezegou, 1998, VRR 23-24) se retrouve dans l'atelier d'Autun (VRR 34, 119) et dans de nombreux échantillons issus des fouilles d'Arles (VRR 123 et, 120 ; Foy, Piton, 1997) et de Marseille (VRR 128-129), tous appartenant à des formes de la fin des II^e-III^e siècles largement répandues dans tout l'Empire romain : on reconnaît en particulier des pièces communes, les gobelets cylindriques à pied annulaire et des objets plus sophistiqués comme les grands verres sur pied ou à balustre souvent richement décorés de médaillons appliqués ou de fils serpentiformes striés (fig. 2 et 3). Les verriers de Cologne qui soufflaient des formes comparables et excellaient dans la tech-

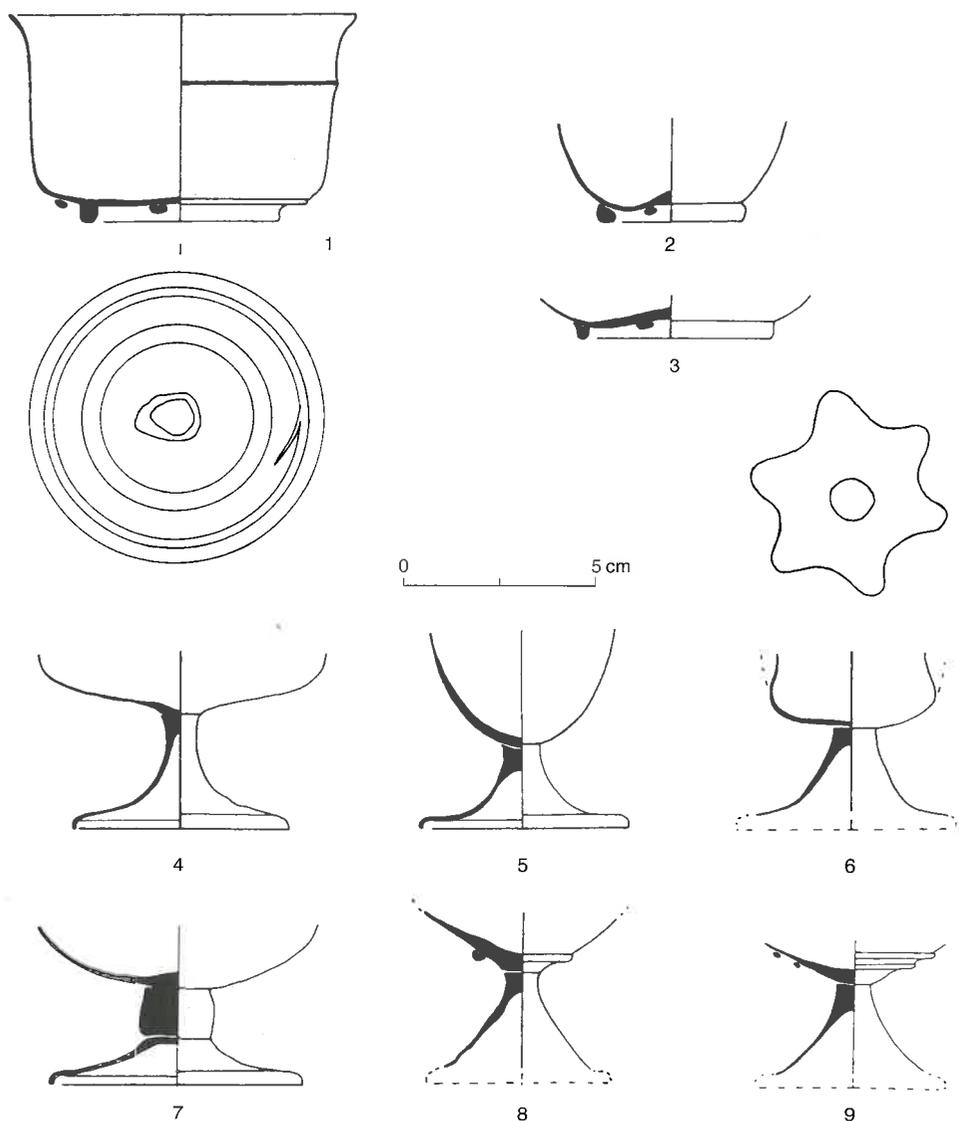


Fig. 2. Mobilier appartenant au groupe 4, un échantillonnage de la cargaison de l'épave dite Embiez-Ouest.

nique du décor rapporté (*snake-thread*) ont très certainement utilisé du verre brut de même provenance (Fremersdorf, 1959). Le matériel rattaché à ce groupe 4 se distingue par son aspect incolore.

Il existe toutefois de petites séries de verres qui ont utilisé d'autres sables, et qui sont un de nos thèmes de recherche actuels. Les groupes 1 et 2 se distinguent des lots précédents par leur teneur élevée en fer, titane, manganèse et magnésium. Le groupe 1 ou HIMT (High Iron, Manganèse, Titanium), déjà révélé à Carthage

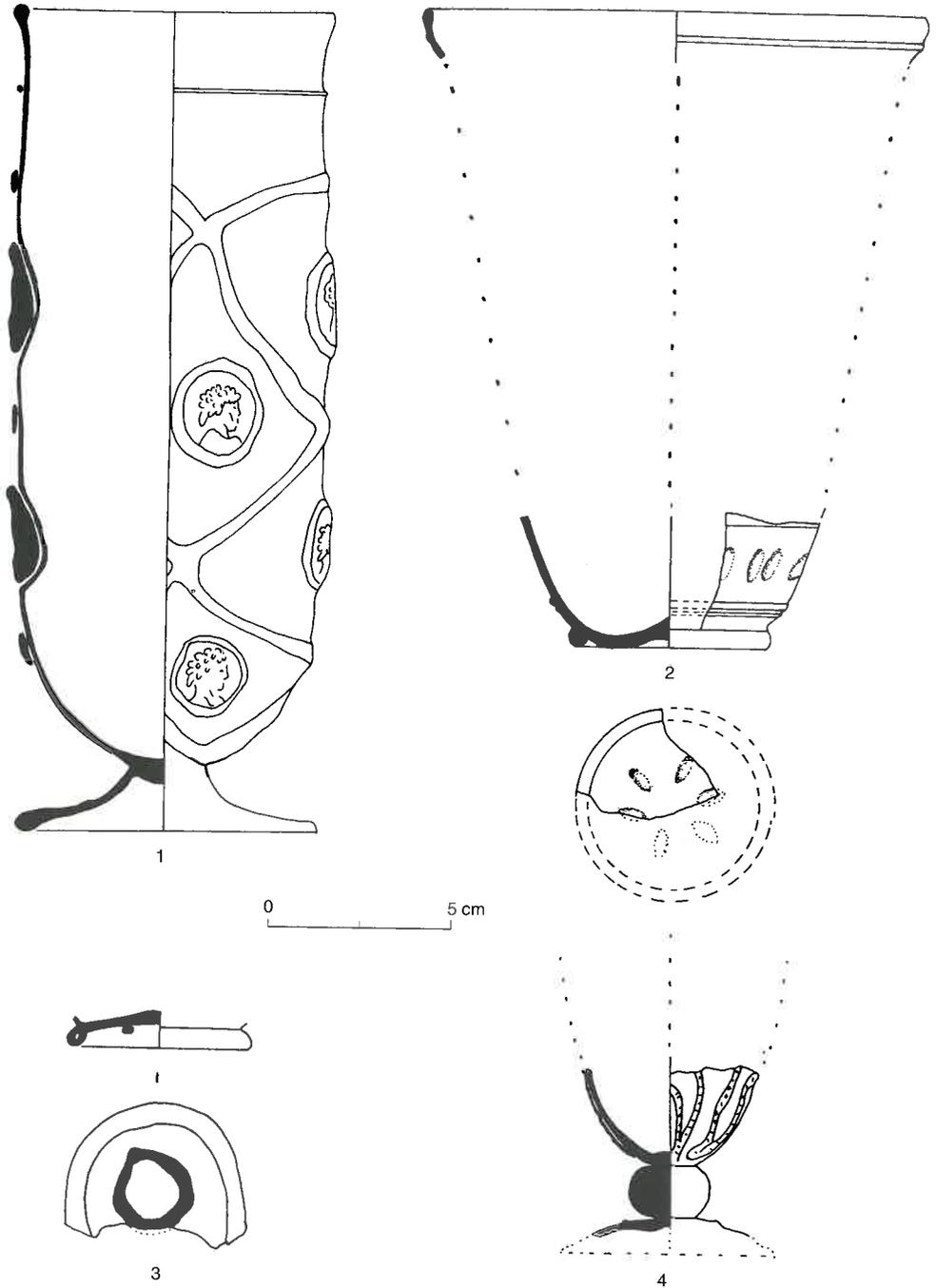


Fig. 3. Mobilier appartenant au groupe 4 (fin II^e-III^e siècles). 1. Arles, fouilles du cirque, analyse VRR 120. 2. Marseille, fouilles de la Bourse, analyse VRR 128. 3. Arles, fouilles des cryptoportiques, analyse VRR 123. 4. Marseille, fouilles de la Bourse, analyse VRR 129.

(Freestone, 1994), comprend le verre brut provenant d'un dépotoir portuaire de Port-Vendres (VRR 53), des fouilles de la Bourse à Marseille (VRR 47, 49 à 52) et des fouilles terrestres de Toulouse (VRR 82 à 87). La coloration sombre, souvent vert olive, de ces produits semi-finis est aussi celle de la vaisselle relevant de la même composition. Les formes dépendantes de cette série sont reconnues comme caractéristiques du V^e siècle : gobelets ovoïdes ou tronconiques au rebord sans lèvre et parfois décorés de pastilles rapportées bleues, coupelles avec la même embouchure sans bord adouci (Port-Vendres, VRR 55-56), cruches au col décoré d'un cordon (Marseille, VRR 176) et lampes munies de petites anses en panier trouvées lors de fouilles de Nabeul en Tunisie (VRR 153), toujours dans des contextes de la première moitié du V^e siècle (fig. 4). Ce groupe identifié en Gaule, en Afrique (Carthage et Nabeul) et en Italie (Verita, 1995), témoigne de l'homogénéité des productions à une même époque et signifie une source d'approvisionnement commune à tous les ateliers secondaires.

Le groupe 2, assez voisin du précédent (un peu moins riche en fer et en titane), correspond essentiellement aux productions du milieu du VI^e siècle au milieu du VII^e siècle, dont la forme prépondérante est le verre à tige (fig. 5). Trois échantillons de cette vaisselle (Marseille VRR 132 et 169 ; Maguelone VRR 141) et des blocs de verre brut retrouvés à Bordeaux (VRR 74-75, 77-78) et surtout dans l'officine de Maguelone en Languedoc (VRR 134, 136, 138-139, 141) composent ce lot caractérisé aussi par sa coloration jaunâtre. Cet atelier, actif à la fin du VI^e siècle ou au siècle suivant, produisait des verres à tige et des lampes coniques non analysées mais relevant très certainement de la même composition (Foy, Vallauri, 1985). On ignore encore la localisation des sables utilisés durant la fin de l'Antiquité mais il est certain qu'à cette époque, comme dans la haute Antiquité, une seule aire de production de matière vitreuse a alimenté l'ensemble des petites fabriques secondaires de la Méditerranée.

Les groupes 4, 1 et 2 comprenant des échantillons de verre brut et de produits finis témoignent d'une corrélation entre la composition du verre et la chronologie. Ainsi, pour la première fois, les analyses de verres antiques valident-elles les observations archéologiques. Les trois compositions individualisées renvoient à des productions non marginales. Le gobelet à pied annulaire avec anneau intérieur concentrique, incolore ou bleu, est le verre à boire sans doute le plus commun vers la fin du II^e siècle dans l'ensemble de l'Empire romain. Les groupes 1 et 2 se réfèrent encore à des formes très usitées, mais particulièrement réservées au monde méditerranéen. Les productions de teinte olive, au V^e siècle (groupe 1), représentent par exemple 90 % des trouvailles du Midi de la Gaule. Des indices d'ateliers secondaires sont signalés en Italie, à Marseille et à Carthage et sur les rives de la mer Noire. Quant au verre à tige, il est omniprésent du VI^e siècle au VII^e siècle en Méditerranée, mais rare ailleurs. Plusieurs variantes existent ; on commence à peine à distinguer, par les typologies, les ateliers secondaires d'Orient, d'Afrique et de Méditerranée occidentale, comme ceux de Maguelone et de Torcello (Leciejewicz *et al.*, 1977).

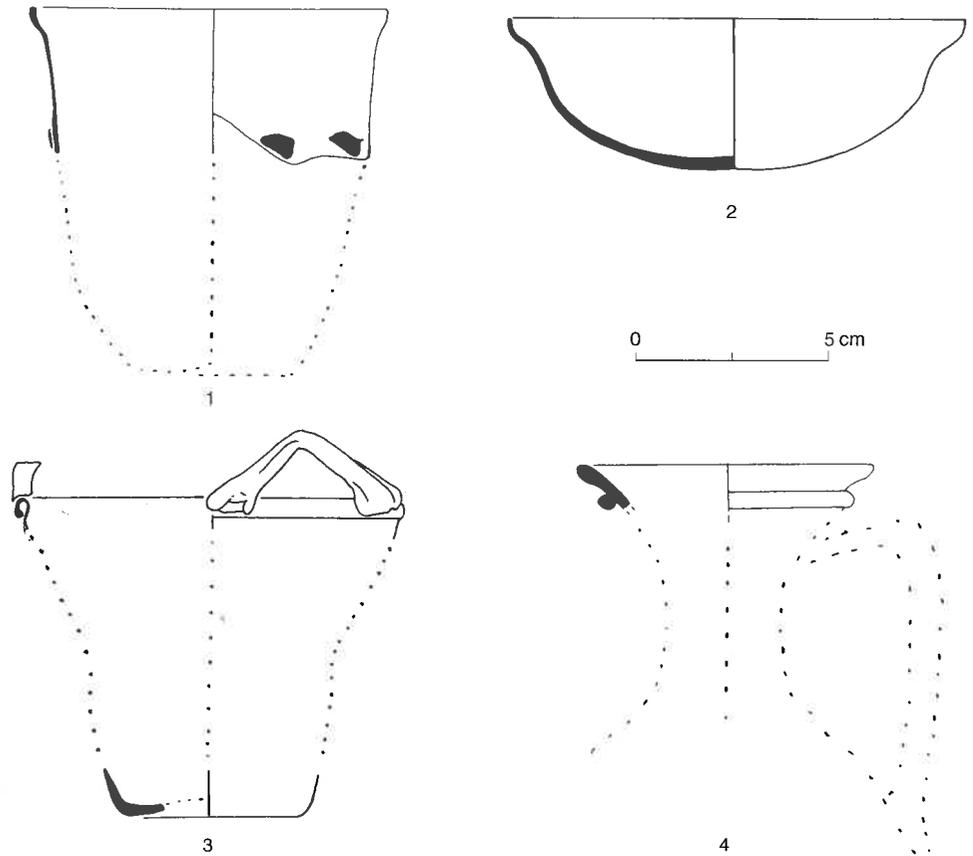


Fig. 4. Mobilier appartenant au groupe 1 (V^e siècle). 1. Port-Vendres, dépotoir portuaire, analyse VRR 55. 2. Port-Vendres, dépotoir portuaire, analyse VRR 56. 3. Nabeul, analyse VRR 153. 4. Marseille, fouilles de la Bourse, analyse VRR 176.

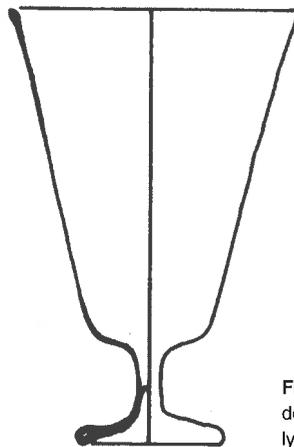


Fig. 5. Verre à tige appartenant au groupe 2 (VI^e-début VII^e siècle), forme correspondant aux analyses VRR132, 141 et 169.

Cette convergence entre données de laboratoire et données archéologiques constitue une véritable avancée dans la recherche sur les techniques et les origines du verre au natron, mais aussi sur le commerce et l'économie du monde antique. Ces résultats sont dus aux va-et-vient instaurés entre les études de mobilier, les données de laboratoire et les enquêtes sur le terrain, c'est-à-dire sur les sites de référence que sont les ateliers et les gisements de matières premières. Les travaux en cours sur l'artisanat du verre de la fin de l'Antiquité et du Moyen Âge laissent penser que les ateliers primaires et secondaires distincts sont toujours actifs au IX^e siècle, période durant laquelle le fondant en usage est toujours le natron. On ne saurait cependant établir une correspondance certaine entre l'existence des ateliers hiérarchisés et l'emploi du fondant minéral. Des fabriques distinctes semblent persister encore dans l'artisanat islamique usant de cendres, sans que l'on puisse toutefois dire si elles sont la règle ou l'exception (Freestone, Gorin-Rosen, 1999).

Bibliographie

- AGOSTINO (M. d'), 1995-1996.– *Il relitto del vetro. Bollettino d'arte supplemento, Archeologia subacquea*, anno II-III, n° 1-2, juillet-décembre 1995, janvier-juin 1996, p. 29-89.
- À TRAVERS LE VERRE, 1989.– *À travers le verre. Moyen Âge et Renaissance*, catalogue d'exposition, Musée départemental des Antiquités, Rouen.
- BRILL (R. H.), 1988.– Scientific Investigation of Jalame Glass and Related Finds. In : G. D. Weinberg (Ed.), *Excavations at Jalame, Site of Glass Factory in Late Roman Palestine*, Columbia.
- FORBES (R. J.), 1996.– *Studies in Ancient Technology*, V, Leiden, Brill.
- FOY (D.), JEZEGOU (M.-P.), 1998.– Commerce et technologie du verre antique, le témoignage de l'épave Ouest-Embiez 1, *Méditerranée antique : pêche, navigation, commerce*, Comité des travaux historiques et scientifiques, Paris, p. 121-134.
- FOY (D.), VALLAURI (L.), 1985.– Témoins d'une verrerie du haut Moyen Âge à Maguelone. *Archéologie du Midi médiéval*, 3, p. 13-18.
- FOY (D.), PITON (J.), 1997.– La coupe de l'aurige du cirque d'Arles. *Journal of Glass Studies*, 39, p. 11-22.
- FOY (D.), VICHY (M.), PICON (M.), 2000.– « Lingots » de verre en Méditerranée occidentale (III^e s. av. J.-C.-VII^e s. apr. J.-C.), approvisionnement et mise en œuvre. Données archéologiques et données de laboratoire. *Annales du XIV^e congrès de l'Association internationale pour l'histoire du verre, Venise, 1998*, p. 51-57.
- FREMERSDORF (F.), 1959.– *Römische Gläser mit Fadenauflage in Köln. (Die Denkmäler des römischen Köln V)*, Cologne.
- FREESTONE (I. C.), 1994.– Chemical analysis of « raw » fragments. In : H. R. I Hurst, *Excavations at Carthage ; the british mission, II. The circular harbour, north side ; the site and finds other than pottery*, Oxford, chapitre 15, appendix, p. 290.

- FREESTONE (I. C.), GORIN-ROSEN (Y.), 1999.– The great glas slab at Bet She'Arim, Israel : an early islamic glassmaking experiment? *Journal of Glass Studies*, 41, p. 105-116.
- JACOBY (D.), 1993.– Raw materials for the glass industries of Venice and the terraferma. about 1370-about 1460. *Journal of Glass Studies*, 13, p. 65-90.
- LECIEJEWICZ (L.), TABACZYNSKA (E.), TABACZYNSKI (S.), 1977.– *Torcello scavi 1961-1962*, Rome.
- MENDERA (M.), 1991.– La production du verre médiéval en Toscane : les fouilles d'une verrerie à Germagnana (Gambassi-Florence). *Ateliers de verrier de l'Antiquité à la période pré-industrielle* (actes des 4^e rencontres de l'AFAV, Rouen, 1989), Rouen, p. 89-97.
- MUZZI (O.), 1991.– La condizione sociale ed economica dei vetrai nel tardo medioevo : l'esempio dei bicchierai di Gambassi. *Archeologia e storia della produzione del vetro preindustriale (quaderni del Dipartimento di Archeologia e storia delle arti sezione archeologica-Università di Siena)*, Florence, p. 139-160.
- NENNA (M.-D.), VICHY (M.), PICON (M.), 1997.– L'atelier de verrier de Lyon, du I^{er} siècle après J.-C., et l'origine des verres « romains ». *Revue d'archéométrie*, 21, p. 81-87.
- NEPOTI (S.), 1978.– Per una storia della produzione e del consumo del vetro a Bologna nel tardo Medioevo. *Il Carrobbio*, IV, p. 321-333.
- NEPOTI (S.), 1991.– ^{*}Dati sulla produzione medievale del vetro nell'area padana centrale. *Archeologia e storia della produzione del vetro preindustriale (quaderni del Dipartimento di Archeologia e storia delle arti sezione archeologica-Università di Siena)*, Florence, p. 117-138.
- PANSIER (P.), 1926.– Les gabelles d'Avignon de 1310 à 1397. *Annales d'Avignon et du Comtat Venaissin*, p. 37 et sq.
- PLINE L'ANCIEN.– *Histoire naturelle*, XXXVI, traduction R. Bloch, Paris, 1981, Les Belles Lettres.
- TURNER (W. E. S.), 1956a.– V – Studies in Ancient Glasses and Glassmaking Processes. Part III. The Chronology of the Glassmaking Constituents. *Journal of the Society of Glass Technology*, 40, p. 39T-52T.
- TURNER (W. E. S.), 1956b.– XIV – Studies in Ancient Glasses and Glassmaking Processes. Part V, Raw Materials and Melting Processes. *Journal of the Society of Glass Technology*, 40, p. 277T-300T.
- RIVET (L.), 1992.– Un quartier artisanal d'époque romaine à Aix-en-Provence, bilan de la fouille de sauvetage du parking Signoret en 1991, *Revue archéologique de Narbonnaise*, 25, p. 325-396.
- VERITA (M.), 1995.– Le analisi dei vetri. In : *Le Verre de l'Antiquité tardive et du haut Moyen Âge (IV^e-VIII^e)*. Typologie, chronologie, diffusion, colloque de l'AFAV, Guiry-en-Vexin, 1993, Guiry-en-Vexin, p. 291-300.
- VITRUVÉ, réédition 1995.– *Les Dix Livres d'architecture*, traduction de Cl. Perrault, MDCLXXIII, Bibliothèque de l'Image.
- ZECCHIN (L.), 1987, 1989, 1990.– *Vetro e vetrai di Murano*, vol. I, II, III (recueils des divers travaux de L. Zecchin), Venise, Arsenale editrice.