

Les “lissoirs” carolingiens en verre au plomb : mise en évidence de la valorisation des scories issues du traitement des galènes argentifères de Melle (Deux-Sèvres)

Bernard Gratuze*, Danièle Foy**,
Joël Lancelot***, Florian Téreygeol*

Il est aujourd’hui couramment admis que, pendant l’Antiquité et une partie du Haut Moyen Age, le verre travaillé en Europe occidentale provient pour l’essentiel d’ateliers primaires, situés en Syro-Palestine, et que l’on ne trouve en Europe que des ateliers secondaires où le verrier transforme la matière brute ou le groisil. Le verre retrouvé à cette époque, souvent dénommé de “ type romain ” a une composition, à quelques variantes près, relativement stable et homogène. C’est un verre sodocalcique, élaboré à partir de deux constituants de base : un sable légèrement calcaire et un fondant sodique d’origine minérale (tel le natron qui provient d’anciens lacs asséchés de la région du Wadi Natrun en Égypte). Cette composition caractérise les objets retrouvés en Europe occidentale entre le début de l’Age du Fer (8^e-7^e siècle avant notre ère) et la fin de l’époque mérovingienne (8^e siècle de notre ère) soit près de seize siècles. Une époque de transitions et de mutations de l’industrie verrière européenne commence alors avec la période carolingienne.

Du verre, fabriqué à partir de nouvelles recettes et de nouveaux ingrédients, apparaît en fonction des régions et des périodes. Parmi les principaux types de verres qui apparaissent ou réapparaissent à cette époque, on trouve principalement :

- un verre sodocalcique, élaboré à partir de cendres de plantes halophytes (plantes qui donnent des cendres dont le constituant principal est la soude), dont l’origine remonterait aux environs du 16^e siècle avant notre ère en Mésopotamie. À partir des 8^e et 9^e siècles de notre ère, la recette de fabrication de ce verre est “ redécouverte ” par les verriers du monde arabe et elle caractérise une partie des productions islamiques. En ce qui concerne l’Europe occidentale, le verre élaboré à partir de soude d’origine végétale semble apparaître entre le 9^e et le 12^e siècle, et va remplacer progressivement le verre au natron dans les régions méditerranéennes. Cette recette caractérisera les

productions de ces régions à partir des 12^e et 13^e siècles. Cependant, on ne sait pas si le verre aux cendres sodiques succède immédiatement aux verres à base de natron ; la très grande majorité des verres trouvés en Europe méditerranéenne et antérieurs au 12^e siècle sont en effet potassiques, mais on ignore si leur origine est locale.

- les verres calco-potassiques et calciques. Le verrier utilise ici des cendres de plantes forestières dont les agents fondants sont principalement la potasse et la chaux (contrairement aux cendres des plantes halophytes de la zone littorale, qui renferment majoritairement de la soude). Ces verres apparaissent au début de l’époque carolingienne et vont, là aussi, remplacer progressivement le verre au natron pour devenir le type de verre prédominant de l’Europe dite “ continentale ” à partir du 11^e siècle (par le terme continental nous englobons l’Europe entière, à l’exception du littoral méditerranéen).

- les verres au plomb, qui semblent apparaître vers le 8^e siècle de notre ère, dans la partie orientale de l’Europe. Ceux-ci forment deux familles principales :

- les verres au plomb *stricto sensu* qui sont fabriqués uniquement à partir de plomb et de sable et sont caractérisés par des teneurs en oxyde de plomb généralement supérieures ou égales à 60% et par l’absence d’éléments alcalins.

- les verres plumbo-alcalins, qui sont probablement fabriqués à partir d’un mélange ternaire sable-cendre-plomb et parmi lesquels on peut distinguer les verres plumbo-sodiques, les verres plumbo-potassiques et les verres mixtes plumbo-sodo-potassique.

Les aires géographiques de fabrication de ces verres sont plus ou moins bien définies. La zone d’élaboration des verres calco-potassiques et calciques couvre la totalité de l’Europe “ continentale ”, tandis qu’il semble qu’au moins jusqu’au 12^e siècle, les verres au plomb soient

* Institut de Recherches sur les Archéomatériaux, Centre de Recherches E. Babelon, CNRS UMR 5060, 3D rue de la Férollerie, F-45071 Orléans Cedex 2 ; e-mail : gratuze@cnrs-orleans.fr

** Laboratoire d’Archéologie Médiévale Méditerranéenne, UMR 6572, MMSH, 5 rue du Château de l’Horloge, F-13094 Aix-en-Provence Cedex 2.

*** GDR FORPRO, CNRS ANDRA, Université de Montpellier 2, 66 Place Bataillon, F-34095 Montpellier Cedex 5.

majoritairement distribués en Europe de l'Est (Pologne, Russie) et dans la région du Caucase. À partir des 12^e-13^e siècles, les verres à soude végétale caractérisent plutôt les régions littorales méditerranéennes.

La période qui s'étend du 8^e au 11^e, voire au 12^e siècle est donc une période transitoire pendant laquelle se met en place l'industrie verrière européenne. Les galets de verre, habituellement dénommés "lissoirs", peuvent être considérés comme l'un des objets caractéristiques de la production verrière carolingienne. L'étude de leur composition semble donc particulièrement utile pour tenter de comprendre et d'expliquer les prémices de l'industrie verrière en Europe. Près de quatre-vingts "lissoirs" ont été étudiés dans le cadre d'un programme de recherche sur l'émergence des premiers verres potassiques en France (Foy, Gratuze à paraître). Même si, aujourd'hui, le terme "lissoir" ne semble plus le plus approprié, nous gardons cette dénomination dans le cadre de cet article, car c'est ainsi que ces objets sont le plus fréquemment désignés dans la littérature archéologique française.

1. Le matériel étudié

Au cours de l'étude sur les premiers verres potassiques retrouvés en France, soixante-dix-neuf "lissoirs" et presque autant d'éléments de verrerie domestique (gobelets) et architecturale (verre à vitre) d'époque carolingienne ont été étudiés. Ils proviennent majoritairement du Centre-Ouest et du Sud-Est de la France (Foy, Gratuze étude en cours). Le présent travail ne concerne qu'une partie de ce matériel, qui présente une composition particulière.

2. Les méthodes d'analyses

Pour la caractérisation chimique des objets, deux méthodes d'analyse multiélémentaires ont été utilisées : l'activation avec les neutrons rapides de cyclotron (ANRC, Gratuze *et al.* 1992) et la spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif avec prélèvement par ablation laser (LA-ICP-MS, Gratuze 1999, Gratuze *et al.* 1997, Gratuze *et al.* 2001). L'analyse isotopique par spectrométrie de masse a aussi été utilisée pour vérifier la probabilité d'une origine commune de certains des objets étudiés.

3. Résultats

D'une manière générale, par rapport à la verrerie domestique ou architecturale, les "lissoirs", quelle que soit leur composition, sont fabriqués à partir d'un verre de moindre qualité qui ne semble pas avoir été affiné. Celui-ci est en effet souvent hétérogène, il renferme de nombreuses inclusions et bulles d'air. Le verre apparaît en général noir, et ressemble plus à une roche fondue (comme l'obsidienne), ou à des scories métallurgiques. Si

l'on ne peut pas prétendre que la couleur et l'aspect de l'objet, dus à l'épaisseur du verre et aux nombreux défauts (bulles, inclusions) présents à l'intérieur de ce dernier, était recherché, cet aspect ne devait cependant pas nuire à la fonction de l'objet car du verre transparent, même s'il était toujours légèrement coloré, pouvait être produit à cette époque. On notera, aussi, que l'on observe, sur la face concave de l'objet, des sillons et des traces de rotation qui semblent indiquer que l'objet a été élaboré à partir d'un verre assez visqueux, donc peut-être insuffisamment chauffé (Macquet 1990, Gratuze 1997).

Les résultats des analyses chimiques montrent que ces objets sont élaborés à partir de deux compositions principales très différentes : on a d'une part soixante-six "lissoirs" en verre calco-potassique, et d'autre part treize "lissoirs" en verre silico-calcique au plomb. Seuls les résultats obtenus sur ces derniers sont discutés ici. Les treize "lissoirs" élaborés à partir de verre plombifère proviennent de sept sites carolingiens différents : cinq d'entre eux sont situés dans le Centre-Ouest de la France : Montours (Ille-et-Vilaine, 1 "lissoir"), Distré (Maine-et-Loire, 2 "lissoirs"), Blois (Loir-et-Cher, 4 "lissoirs"), Melle (Deux-Sèvres, 2 "lissoirs") et Bordeaux (Gironde, 1 "lissoir"), deux, dans le sud : Aniane (Hérault, 1 "lissoir" ; Schneider, Paya 1995) et Arles (Bouches-du-Rhône, 2 "lissoirs").

Plusieurs critères permettent de distinguer les "lissoirs" en verre au plomb des autres "lissoirs" :

- ce verre résiste mieux à la corrosion que le verre potassique, et les objets sont donc nettement mieux conservés que les autres "lissoirs",

- la présence d'inclusions est assez fréquente et ce verre a généralement une teinte verdâtre (dans un cas, une couleur brune, due au fer, a aussi été observée),

- la présence de plomb augmente la densité du verre, qui est environ une fois et demie plus élevée que celle du verre des autres "lissoirs".

D'un point de vue chimique, le verre qui compose ces objets est un verre silico-plombo-calcique assez fortement alumineux. Les autres constituants principaux sont par ordre d'importance moyenne décroissante : la potasse, les oxydes de fer, de magnésium, de sodium, de baryum, d'antimoine et de zinc. Si l'on compare ce type de composition à celles d'autres verres au plomb du Haut Moyen Âge, publiées par M.A. Bezborodov (1975) ou K.H. Wedepohl (Wedepohl *et al.* 1995), on observe deux différences majeures :

- premièrement, si l'on exclut les verres plombifères *stricto sensu*, c'est-à-dire ceux dont la teneur en plomb dépasse les 60%, on constate que les verres au plomb sont habituellement obtenus à partir d'un mélange ternaire silice/oxyde de plomb/oxyde d'éléments alcalins, ces derniers étant principalement la potasse et la soude. Les verres plombifères pour lesquels la chaux intervient en tant que composant principal semblent très rares et ne figurent pas parmi les 80 résultats d'analyses publiés par M.A. Bezborodov et K.H. Wedepohl (fig. 1),

Les “lissiors” carolingiens en verre au plomb

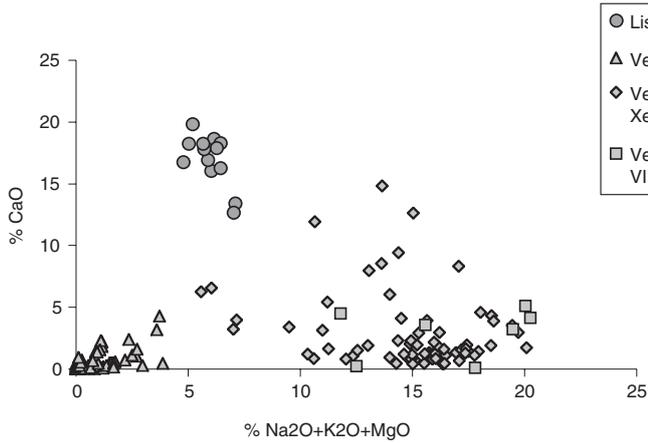


Fig. 1 — Diagramme binaire $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{MgO}-\text{CaO}$ pour les verres plombifères et les “lissiors” au plomb.

- deuxièmement, on observe que le verre utilisé pour fabriquer ces objets est très riche en alumine et en oxyde de fer (fig. 2).

Cette composition plombifère semble être spécifique aux “lissiors” : il n'existe en effet, à ce jour, aucun autre type d'objet en verre qui présente une telle composition. D'après la littérature, le seul objet publié, pour lequel une composition identique a été identifiée, est un autre “lissior” trouvé à Novgorod (Russie, Scapova 1992). Cependant d'après K.H. Wedepohl (communication personnelle et Wedepohl 2001) et J. Bayley (communication personnelle), des “lissiors” en verre au plomb ont été identifiés à Haithabu (nord de l'Allemagne, 2 “lissiors”) et à York (Royaume-Uni, 5 “lissiors”).

D'après les données publiées par J.L. Scapova et les informations transmises par K.H. Wedepohl et J. Bayley, les “lissiors” de Novgorod, Haithabu et York présentent les mêmes singularités que les “lissiors” trouvés en France. L'ensemble a donc été fabriqué à partir d'un verre qui, semble-t-il, a été utilisé uniquement pour le façonnage de ces objets. Les données issues de l'analyse chimique nous conduisent à faire l'hypothèse que la même source de matière première a été utilisée pour ceux-

ci. La question de leur origine se pose donc.

Les premiers résultats obtenus mettent en évidence une forte représentation de ces objets dans le Centre-Ouest de la France. Or, est-ce une coïncidence, c'est dans cette région que se situe à cette époque, l'une des principales exploitations de galène : la mine de Melle (Deux-Sèvres). D'après les travaux récents de F. Téreygeol (Téreygeol 2000 et 2001), cette mine, exploitée dès l'époque mérovingienne, a été, à l'époque carolingienne, un centre minier de première importance pour la production d'argent. La chaîne opératoire métallurgique des artisans carolingiens a été décrite par F. Téreygeol. Au cours de celle-ci, une scorie vitreuse, dont l'aspect n'est pas sans rappeler celui des “lissiors” est produite (couleur, texture et résistance à la corrosion). Or, d'après les travaux menés à Melle, cette scorie n'est retrouvée qu'en faible quantité sur les sites métallurgiques (Téreygeol *et al.* à paraître). Du verre carolingien, retrouvé sur le site de la mine, devant être étudié dans le cadre du programme de recherche sur l'émergence des premiers verres potassiques, nous avons jugé intéressant d'y ajouter quelques fragments de scorie vitreuse.

Les résultats des analyses effectuées sur les scories

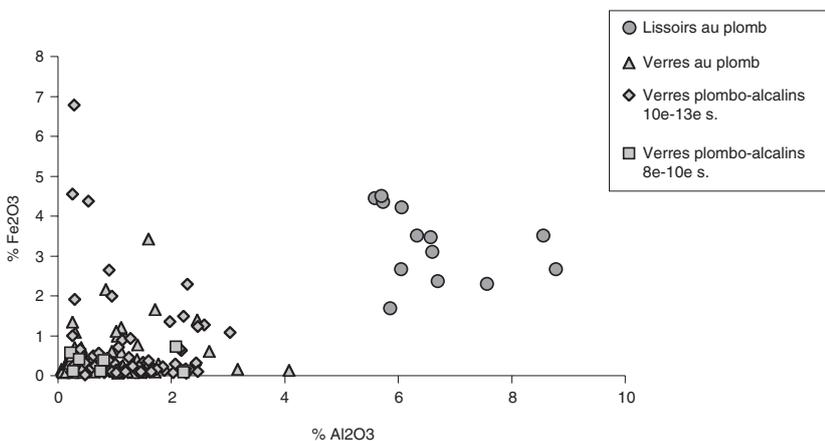


Fig. 2 — Diagramme binaire $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Fe}_2\text{O}_3$ pour les verres plombifères et les “lissiors” au plomb.

	Composition moyenne des "lissoirs" au plomb	Composition moyenne du "lissoir" de Novgorod	Composition moyenne des scories de Melle
SiO ₂	44,20%		48,10%
PbO	17,30%		13,00%
CaO	17,00%	16%	12,10%
Al ₂ O ₃	6,60%	6,10%	6,80%
Fe ₃ O ₄	3,30%	4%	10,50%
K ₂ O	4,40%	4,30%	2,80%
MgO	2,90%	3%	2,00%
Na ₂ O	1,60%	1%	0,40%
P ₂ O ₅	non analysé	3%	1,70%
MnO ₂	0,40%	0,40%	0,30%
BaO	1,30%	1,80%	1,90%
Sb ₂ O ₃	0,50%	0,80%	0,30%
TiO ₂	0,30%		0,40%
ZnO	0,10%		0,20%

Tableau 1 — Compositions moyennes des " lissoirs " au plomb retrouvés en France et en Russie, et des scories de Melle.

mettent en évidence une forte analogie de composition entre le verre des " lissoirs " et celui des scories. On est, là encore, en présence d'un verre silico-calco-plombifère, riche en alumine et en fer, dont les principales impuretés sont, comme dans le cas des " lissoirs ", le baryum, l'antimoine et le zinc. Sur les diagrammes ternaires (fig. 3

et 4), nous avons reporté les résultats d'analyses obtenus à partir :

- des " lissoirs " au plomb retrouvés en France, en Allemagne, en Angleterre (données communiquées par K.H. Wedepohl et J. Bayley) et en Russie,
- des scories retrouvées sur le site de Melle. Les valeurs

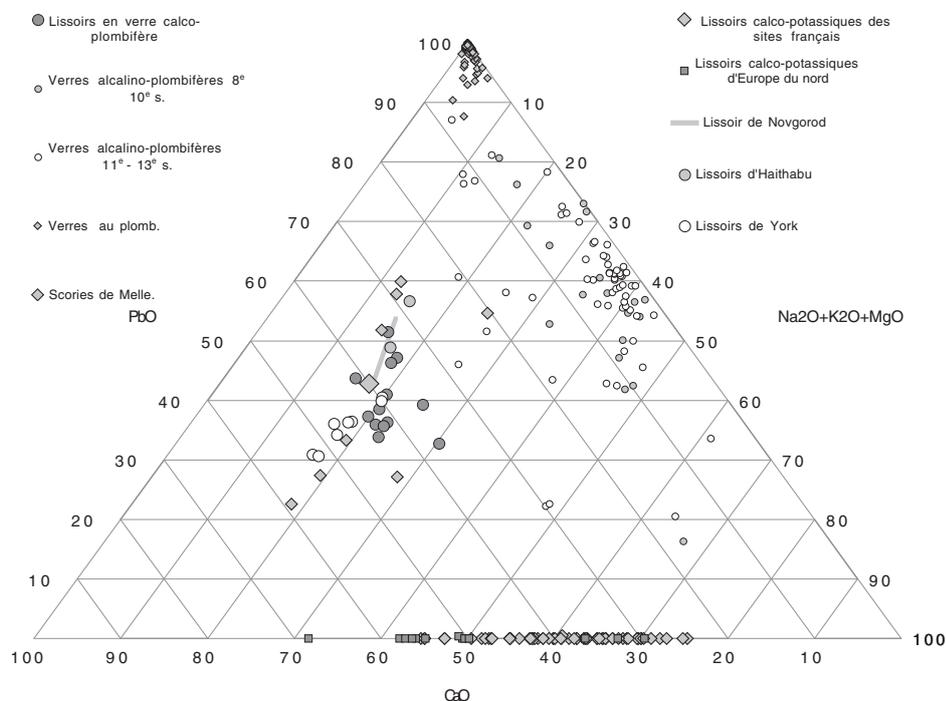


Fig. 3 — Diagramme ternaire PbO-Na₂O+K₂O+MgO-CaO pour les verres plombifères, les " lissoirs " au plomb et les scories de Melle.

Les “lissoirs” carolingiens en verre au plomb

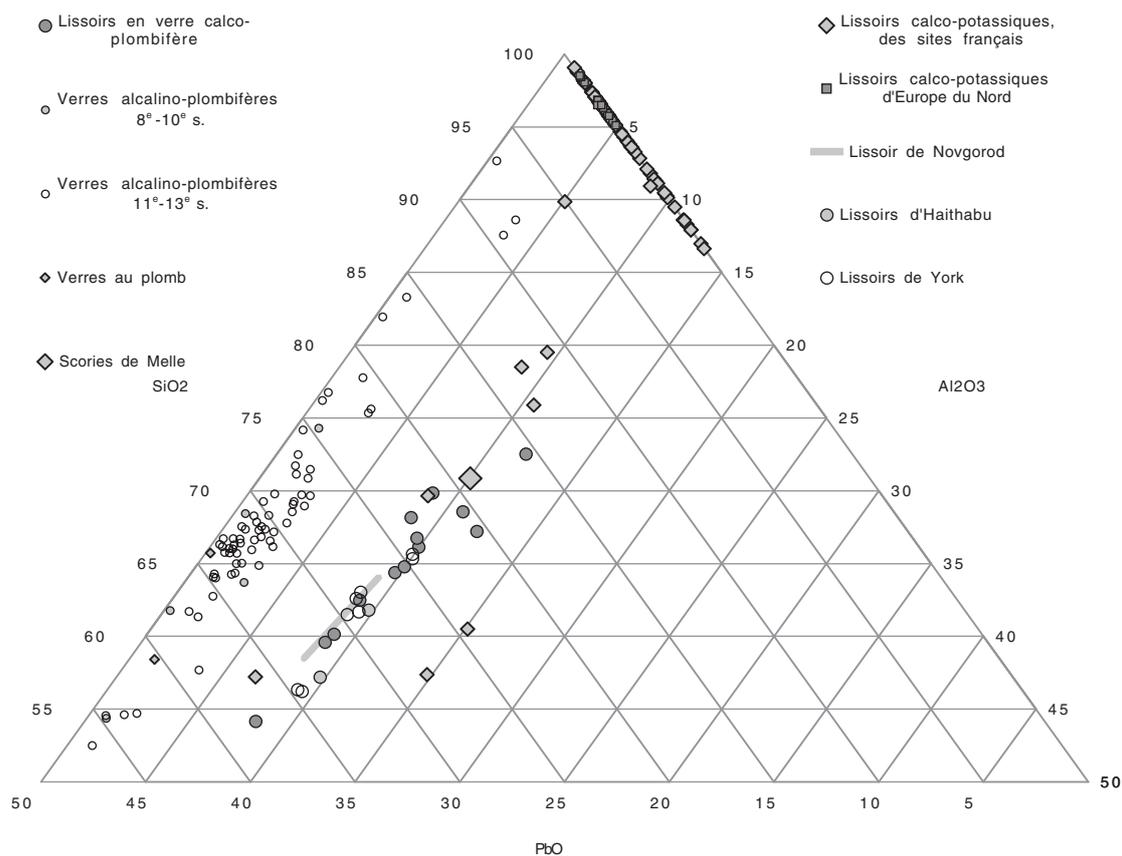


Fig. 4 — Diagramme ternaire PbO-Al₂O₃-CaO pour les verres plombifères, les “lissoirs” au plomb et les scories de Melle.

obtenues sur ce type de matériel étant assez dispersées, une composition moyenne a été calculée,

- de l'ensemble des verres au plomb étudiés et publiés par M.A. Bezberodov et K.H. Wedepohl,
- des “lissoirs” qui ont une composition calco-potassique.

Les diagrammes des fig. 3 et 4 mettent en évidence la forte identité de composition des “lissoirs” au plomb et des scories, ce qui semble traduire une origine commune.

Afin de valider sans ambiguïté cette hypothèse, nous avons décidé d'effectuer l'analyse de la composition isotopique du plomb des “lissoirs”, des scories, du minerai de Melle ainsi que de divers objets en plomb et en argent issus des mines de Melle. Les premiers résultats de cette étude, effectuée par J. Lancelot, sur trois “lissoirs” (Blois, Bordeaux et Arles), deux scories, des morceaux de galène provenant de deux affleurements mellois différents, et plusieurs monnaies carolingiennes en argent frappées à Melle, montrent l'origine commune du plomb contenu dans ces objets (fig. 5). L'étude isotopique des autres “lissoirs” retrouvés en France est en cours et devrait être publiée prochainement (Lancelot, Gratuze, Téreygeol, Foy, étude en cours). Si nous ne disposons à ce jour d'aucune donnée isotopique concernant les “lissoirs” de York et Novgorod, il semblerait, d'après les premiers tests effectués par K.H. Wedepohl (communica-

tion personnelle), que ceux de Haithabu aient la même origine. Mais là encore, d'autres mesures sont en cours afin de valider cette hypothèse.

Les résultats préliminaires obtenus au cours de cette étude établissent de façon certaine une filiation scorie-“lissoir”, et semblent montrer que ces derniers ont été fabriqués directement à partir des scories produites à Melle. Ils ne permettent pas à ce jour de mettre en évidence l'utilisation d'autres matières premières, telles que du groisil, pour fabriquer les “lissoirs”. Une analyse plus précise de la composition moyenne des scories devrait nous permettre prochainement de vérifier cette hypothèse et, dans le cas où celle-ci serait validée, d'identifier et de quantifier cette adjonction de matière. Cette filiation met en évidence l'existence, à l'époque carolingienne, d'une “valorisation” des sous-produits issus de la métallurgie du plomb et de l'argent, pour produire des objets nécessitant des quantités importantes de matière vitreuse. On note cependant que, d'après les résultats préliminaires de notre étude, les lissoirs au plomb ne représentent qu'un cinquième de l'ensemble des lissoirs.

Les résultats obtenus ici ne nous permettent pas d'élucider la fonction de ces galets de verre (objet symbolique ou outil ?) ; ils permettent en revanche d'exclure l'une des hypothèses le plus souvent avancée : celle de lingot de

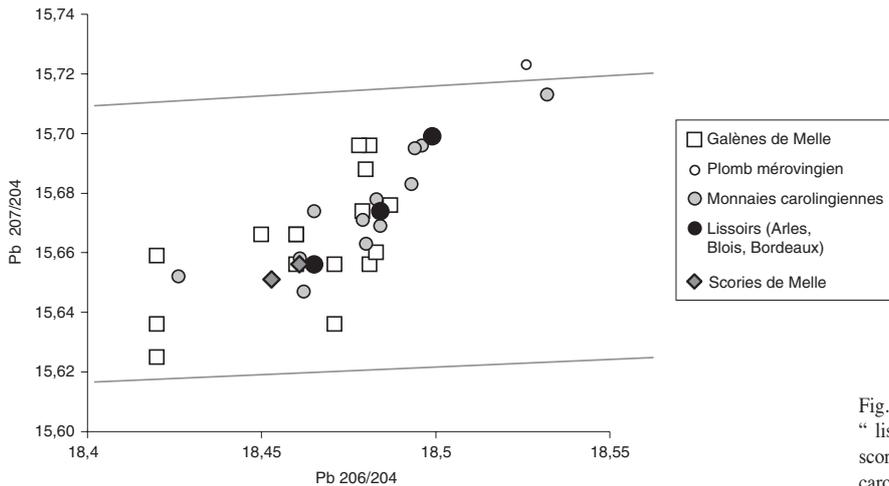


Fig. 5 — Diagramme Pb 206/204 – Pb 207/204 pour les “ lissoirs ” au plomb d’Arles, Blois et Bordeaux, les scories de Melle, la galène de Melle et des monnaies carolingiennes frappées à Melle.

verre, puisque cette composition au plomb n’a jamais été identifiée pour d’autres objets en verre de cette période.

Si les études à venir démontrent que les “ lissoirs ” retrouvés à York et à Novgorod ont, comme ceux retrouvés en France et peut-être à Haithabu (plaque tournante du commerce viking en Europe du Nord), une origine commune, ceci mettra en évidence l’importance relative de ces objets au sein des communautés carolingienne et viking, et permettra peut-être de mieux répondre aux questions qui se posent à propos de leur fonction. Enfin, la possibilité, offerte par l’analyse isotopique, de suivre la diffusion de ces objets, met à notre disposition un nouvel outil pour identifier les voies d’échanges en Europe à cette époque.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier tout particulièrement J. Bayley et K.H. Wedepohl pour les informations relatives aux “ lissoirs ” au plomb de York et Haithabu. Nos remerciements s’adressent aussi à I. Cattedu (AFAN, Rennes), D. Josset (Service Archéologique de Blois), A. Valais (Distré), L. Schneider et le Musée de l’Arles antique pour le prêt du matériel archéologique étudié.

Bibliographie

- Bezborodov (M.A.) 1975, *Chimie und Technologie der antiken und mittelalterlichen Gläser*, Mayence, 1975.
- Gratuze (B.) 1997, “ L’apport des analyses de verres archéologiques : étude de cas, *Techne* 6, 1997, p. 8-18.
- Gratuze (B.) 1999, “ Obsidian characterisation by laser ablation ICP-MS and its application to the prehistoric trade in the Mediterranean and the Near East: The sources and distribution of obsidian within the Aegean and Anatolia ”, *Journal of Archaeological Sciences* 26, 1999, p. 869-881.
- Gratuze (B.), Barrandon (J.-N.), Dulin (L.), Al Isa (K.) 1992, “ Ancient glassy materials analyses: a new bulk non destructive method based on fast neutrons activation analysis with a cyclotron ”, *Nucl. Instr. and Meth.* B71, 1992, p. 70-80.
- Gratuze (B.), Blet-Lemarquand (M.), Barrandon (J.-N.) 2001, “ Mass spectrometry with laser sampling: a new tool to characterize archaeological material ”, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 247.3, 2001, p. 645-656.
- Gratuze (B.), Soulier (I.), Barrandon (J.-N.) 1997, “ L’analyse chimique, un outil au service de l’histoire du verre ”, *Verre* 3.1, 1997, p. 31-43.
- Macquet (C.) 1990, “ Les lissoirs de verre, approche technologique et bibliographique ”, *Archéologie Médiévale* 20, 1990, p. 319-334.
- Scapova (J.L.) 1992, “ Un lissoir de Novgorod, réflexions sur la verrerie médiévale ”, *Acta Archeologica* 62, 1992, p. 231-243.
- Schneider (L.), Paya (D.) en coll. avec Fabre (V.) 1995, “ Le site de Saint-Sébastien-de-Maroiol (34) et l’histoire de la proche campagne du monastère d’Aniane (ve-xiii^e siècle) ”, *Archéologie Médiévale* 25, 1995, p. 131-181.
- Téreygeol (F.) 2000, “ Mode de production du plomb et de l’argent à Melle durant la période carolingienne ”, *Bulletin de la Société Française de Numismatique* 6, 2000, p. 107-115.
- Téreygeol (F.), 2001, *Les mines d’argent carolingiennes de Melle*, Thèse d’archéologie, Université Paris 1, 3 vol., 608 p.
- Téreygeol (F.), Gratuze (B.), Foy (D.) , Lancelot (J.), à paraître, “ Les scories de plomb argentifère : une source d’innovation technique carolingienne ? ”, in *Actes du colloque Artisans, Industrie, Nouvelles Révolutions (Paris, CNAM juin 2000)*, à paraître.
- Wedepohl (K.H.) 2001, “ The composition of glass from the Carolingian and post-Carolingian period in Central Europe ”, in Dell’Acqua (F.), Silva (R.) éd., *Il colore nel Medioevo, arte, simbolo, tecnica: la vetrata in Occidente dal IV al XI secolo*, Lucca, 2001, p. 257-270.
- Wedepohl (K.H.), Krueger (I.), Hartmann (G.) 1995, “ Medieval lead glass from Northwestern Europe ”, *JGS* 37, 1995, p. 65-82.