

Verreries du Moyen Age

A l'origine des verreries forestières

Inès PACTAT

Post-doctorante TIRIS, laboratoire TRACES (UMR 5608), CNRS/Université Toulouse – Jean Jaurès

Conférence au Mas d'Azil – 2 août 2025

Avant la fin du premier millénaire de notre ère, le verre n'est pas produit en Occident. Il est soufflé, étiré, façonné, mais pas fusionné dans les ateliers européens. Ceux-ci refondent et travaillent du verre brut importé et du verre brisé (groisil), produisent parfois leur propre colorant, mais ne fabriquent jamais le verre à partir des ingrédients qui le composent à cette époque, à savoir le sable et le natron, un minéral riche en soude.

Cette première étape de la chaîne opératoire est assurée par des ateliers dits « primaires », situés en Égypte et sur la côte orientale de la Méditerranée. Un commerce maritime, puis fluvial et terrestre, procure aux officines occidentales la matière première sous forme de lingots ou de blocs.

En ce sens, les changements de procédés de fabrication du verre qui interviennent à l'aube de l'an Mil sont à considérer comme une étape majeure dans l'histoire du verre. Ils font appel à des ressources différentes et impliquent surtout les verriers européens à toutes les phases de fabrication du verre. Après avoir évoqué les derniers temps du système de production hérité de l'Antiquité, nous nous intéresserons à ces innovations verrières médiévales dont l'étude est loin d'être achevée, mais dont la compréhension éclaire la question des transferts techniques.

1. Le déclin du système de production hérité de l'Antiquité

La fin de l'Empire romain d'Occident n'a pas sonné le glas du système de production du verre, dont l'héritage remonte au moins au XIV^e siècle av. J.-C. En effet, l'atelier de verriers égyptien de Tell el-Amarna et la cargaison de l'épave d'Uluburun au large de l'Anatolie, datés du milieu du deuxième millénaire avant notre ère, attestent la production et la circulation sur de longues distances de lingots de verre brut.

Pendant l'Antiquité romaine, le verre brut est produit dans des fours primaires en Égypte et au Levant. Des dalles de verre de plusieurs tonnes sont fabriquées en fusionnant pendant plusieurs semaines un mélange de sable et de natron. Ce dernier ingrédient contenant essentiellement de la soude, la signature chimique des sources de silice peut être déduite de la composition élémentaire du verre. Les analyses archéométriques ont ainsi permis d'identifier plusieurs productions primaires qui se succèdent ou coexistent pendant la période romaine, puis au début du Moyen Âge.

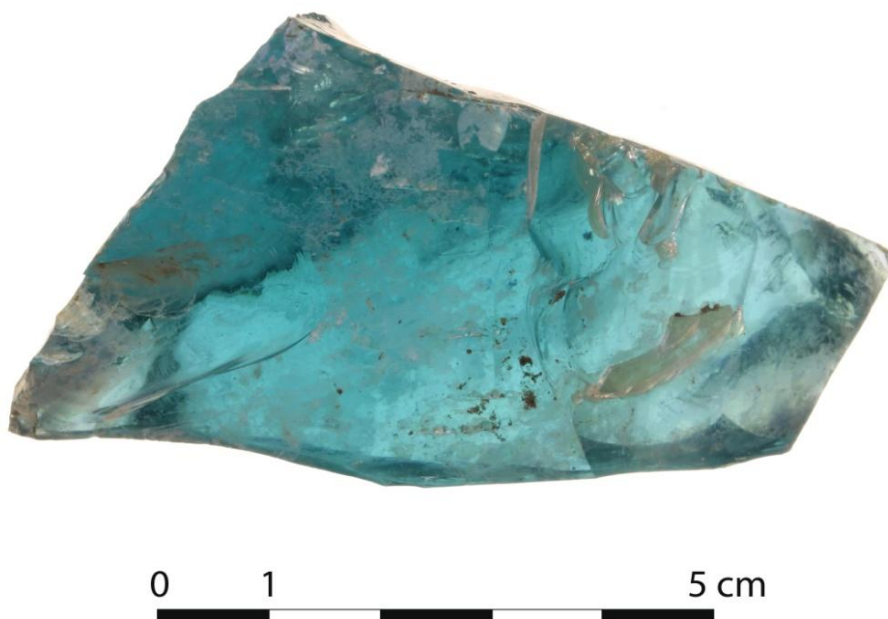


Figure 1 : Bloc de verre brut au natron d'origine levantine découvert à Jumièges. © I. Pactat.

C'est ainsi qu'ont été reconnues des importations tardives de verre au natron depuis le Levant et la région d'Apollonia (Israël).

En France, un lingot de verre bleu clair et un second vert foncé appartenant à ce groupe ont respectivement été retrouvés à proximité de l'abbaye de Jumièges (Pactat *et al.* 2020) et lors des fouilles de la place Camille Jullian à Bordeaux (Foy *et al.* 2003). Plusieurs analyses physico-chimiques réalisées sur des verres plats, de la vaisselle et des déchets de fabrication, datés de la fin de l'époque mérovingienne ou du début de la période carolingienne, démontrent que cette matière brute a été assez largement refondue en France de la fin du VI^e au VIII^e siècle. En revanche, les importations tardives de verre brut égyptien sont plus rares sur le territoire. Les seules attestations proviennent de l'atelier de verriers de Méru (Oise), daté des deux premiers tiers du IX^e siècle (Pactat *et al.* 2015).

En Allemagne, l'émeraude dite de Charlemagne, conservée à l'abbaye de Reichenau et attribuée au IX^e siècle, a été réinterprétée comme un lingot de verre brut au natron provenant d'Égypte (Kessler *et al.* 2017).

Si les ateliers secondaires occidentaux fonctionnent encore en partie à partir de matière brute importée au VII^e siècle, les analyses de composition élémentaire des verres archéologiques révèlent une intensification de la pratique du recyclage à partir de cette date.

Comment ce phénomène se manifeste-t-il ? Par la présence d'éléments chromophores, tels que le cuivre, le plomb, l'étain ou l'antimoine, dans des verres naturellement teintés et donc exempts de coloration, décoloration ou opacification volontaire. Cette présence ne peut alors être expliquée que par la refonte de verres avec des décors ou des tesselles de mosaïque, et même de verres antérieurs au V^e siècle lorsque l'antimoine est détecté puisque ce minéral cesse d'être employé dans l'art verrier à partir du IV^e siècle. Les verres au natron du VII^e siècle et des siècles suivants sont majoritairement issus de ce recyclage de groisil.

On imagine que des circuits d'échange sont organisés pour récolter et approvisionner les ateliers avec cette source de matière première. Les verriers occidentaux, par cette pratique, gagnent par ailleurs en autonomie vis-à-vis des importations proche-orientales qui semblent se faire de plus en plus rares. Mais ce fonctionnement quasi-autarcique ne peut qu'avoir une durée limitée dans le temps car la refonte du verre n'est pas infinie. Elle nécessite la réintroduction de verre brut ou de silice et de fondant pour pallier les pertes en certains éléments chimiques et les enrichissements non désirés, comme les pollutions par les fumées et les cendres du foyer. C'est dans ce contexte qu'apparaissent les premières innovations verrières en Occident, mais aussi en Orient, en faisant appel à des ressources locales.

2. Les innovations verrières à l'aube de l'an Mil

2.1. Les premiers verres aux cendres

Il semblerait que la conquête arabe ait eu un impact sur l'économie du Levant, en en réduisant l'échelle à une dimension régionale plutôt que transméditerranéenne. Les exportations de verre brut en auraient donc été impactées. Mais l'exploitation-même du natron paraît avoir subi les conséquences de l'expansion de l'islam sur la gestion administrative, économique et politique des territoires conquis ou en conflit. Ce minéral sodique, extrait des lacs évaporitiques situés à l'ouest du Delta du Nil, n'entre plus dans la production du verre brut à partir du IX^e siècle dans les ateliers primaires levantins et au siècle suivant dans ceux d'Égypte (Phelps 2018). Le fondant est désormais tiré de la combustion de plantes halophiles, adaptées aux milieux salés et semi-désertiques, donc riches en soude. Cette recette est pratiquée depuis les origines de l'art verrier et n'a cessé de l'être dans l'Empire sassanide voisin. Le procédé est également exporté en al-Andalus où il est mis en œuvre localement à partir du X^e siècle (Schibille 2022). Nous ignorons encore par quel intermédiaire et à quelle période exactement il atteint le littoral méditerranéen français, mais les analyses de composition élémentaire et les sources écrites attestent son usage à la fin du XII^e ou au début du XIII^e siècle.

À cette époque, d'autres procédés sont déjà en vigueur en France et en Europe continentale. Dès la fin du VIII^e siècle, des verres sont produits en Occident à partir d'une source de silice (sable, galets de quartz ou de grès) et d'un fondant d'origine végétale. Les cendres de plantes forestières, telles que le hêtre, la fougère ou le chêne, fournissent deux composants essentiels à la fabrication du verre : la potasse, qui va servir de fondant, et donc à abaisser la température de fusion de la silice, et la chaux, un stabilisant qui empêche le verre de devenir déliquescant.

Ce nouveau procédé de fabrication, dont on ignore tout de l'invention, induit une restructuration profonde des ateliers de verriers, avec la construction tout d'abord de fours de fusion capables de supporter de fortes températures sur un temps long. L'outillage doit également être adapté, les creusets ne sont plus des céramiques culinaires employées, comme on pouvait en rencontrer précédemment, mais des pots spécialement conçus pour la fusion du verre. La demande en combustible devient enfin plus importante et les verreries s'installent alors à proximité immédiate de massifs forestiers qui sont également pourvoyeurs de ressources comme le sable, l'argile ou les végétaux utilisés pour le fondant.

Malheureusement, les témoins de ces premières verreries forestières sont extrêmement ténus, en raison notamment de leur implantation dans des zones qui sont peu investiguées par l'archéologie, mais aussi à cause de structures qui laissent peu de traces. Un creuset attribué au IX^e-X^e siècle et contenant du verre aux cendres de plantes forestières a été découvert à l'Isle-Jourdain (Gers), mais sans être associé à une quelconque structure de chauffe. De même à Distré (Maine-et-Loire), où ont été retrouvés des fragments de creusets et des morceaux de fritte, cette matière issue d'une première chauffe du

mélange de silice et de cendres. À La Milesse (Mayenne), le four de verriers du X^e siècle est uniquement matérialisé par une zone rubéfiée. Mais les déchets et les ratés de fabrication ne font aucun doute quant à sa vocation (Raux *et al.* 2015).

Afin de restituer le plan des premiers fours de fusion des verres aux cendres, seules les sources écrites peuvent nous donner quelques pistes. Il s'agit tout d'abord du traité *De Diversis Artibus* de Théophile, auteur identifié par plusieurs traducteurs comme le moine bénédictin allemand Roger d'Helmershausen. Le deuxième livre de cet ouvrage du début du XII^e siècle est consacré à l'art du verre et ses premiers chapitres aux différents fours d'un atelier de verriers : le four de travail, le four de recuit et le four à étendre, pour la fabrication de plaques de verre. Selon cette source, la partie supérieure du four de travail est compartimenté en deux chambres, l'une dédiée à la préparation de la fritte et la seconde, plus spacieuse, accueillant les creusets pour la fusion, l'affinage puis le soufflage du verre. Dans le troisième livre du *De coloribus et artibus romanorum* du Pseudo-Héraclius, daté des XII^e-XIII^e siècles, le four de travail est cette fois-ci séparé en trois arches qui surmontent le foyer. Celle du milieu est dédiée à la fusion du mélange de sable et de cendres dans deux grands creusets, tandis que celle de gauche est consacrée à la cuisson des cendres, jusqu'à ce qu'elles s'agglomèrent. Les pots peuvent également être cuits dans cette partie du four. L'auteur ne dit rien de la chambre de droite, mais il pourrait s'agir d'une arche de recuit.

Même les vestiges archéologiques des fours de Dübelsnacken, en Rhénanie du Nord et datés du XII^e siècle, ne permettent pas de restituer la partie supérieure de ces structures et laissent donc une large place à l'interprétation. Il devient alors difficile de restituer toute la chaîne opératoire et les gestes techniques qui caractérisaient la production de verres aux cendres de plantes forestières. Le recours à l'archéologie expérimentale devient alors capital, sinon nécessaire (voir dernier paragraphe). Quant aux recettes de fabrication, Théophile parle de deux portions de cendres de hêtre qu'il faut mélanger à une portion de sable de rivière lavé, alors que le Pseudo-Héraclius mentionne des cendres de fougère et de hêtre (*faina*). Plus surprenant, ces mêmes auteurs du Moyen Âge central rapportent deux procédés de fabrication du verre à partir de plomb.

2.2. Les verres plombifères

Le plomb entre très tôt dans la composition du verre, mais comme colorant, associé à l'étain, à l'antimoine ou au cuivre. Les premiers verres plombifères à proprement parler, c'est-à-dire pour lesquels le plomb joue le rôle de fondant, proviendraient de Chine. Ces verres, imitant le jade, sont attribués à la période des Royaumes combattants (475-221 av. J.-C.). Des verres à base de plomb sont signalés en Chine, au Japon et en Corée aux siècles suivants, et ce jusqu'à la dynastie Tang.

En Occident, des verres contenant du plomb sont détectés autour des VIII^e-IX^e siècles. Mais le métal est introduit de façon involontaire lors du recyclage de scories vitreuses se formant lors de la chaîne opératoire de la métallurgie du plomb et de l'argent. C'est tout d'abord à Melle (Deux-Sèvres), mines exploitées à partir de la fin de la période mérovingienne, que ce procédé est mis en évidence pour la fabrication de lissoirs, des galets de verre, mais également de gobelets. Plus récemment, une opération similaire a été identifiée à Saqunda, faubourg de la Cordoue omeyyade (Schibille 2022). Ces méthodes de fabrication du verre complètement opportunistes interviennent à une période où les verriers recherchent des alternatives aux importations de verre brut de plus en plus sporadiques et au recyclage du verre brisé.



Figure 2 : Lissoir en verre incomplet en verre plombifère de type Melle, Méru, IX^e s. © I. Pactat.

Le plomb est également mélangé à une source de silice pour produire notamment des éléments de parure (perles, anneaux), mais aussi des vitraux et de la vaisselle. Les études archéométriques ont ainsi révélé l'existence de deux recettes distinctes, l'une uniquement à base de silice (25-30 %) et de plomb (70-75 %), l'autre comptant également des cendres calco-potassiques. Du cuivre est parfois ajouté pour donner au verre une coloration vert émeraude, alors que le verre au plomb est naturellement jaune miel.

La fabrication de verre silico-plombifère serait attestée en Grande-Bretagne, en Europe centrale et orientale, mais aussi au Proche-Orient. L'origine des objets est difficile à déterminer, tant ceux-ci peuvent circuler sur de très longues distances, notamment lorsqu'il s'agit de parures. Les analyses isotopiques du plomb pourraient affiner la détermination de l'origine du minerai, mais cette approche reste limitée par la probabilité du recyclage de déchets de plomb. Dans le cas des verres alcalino-plombifères, la présence de cendres de plantes forestières amène tout un cortège d'éléments chimiques qui peuvent aider à l'identification de l'origine des matières premières, et donc du verre. Un programme de recherche européen, dirigé par Alicia Van Ham-Meert (Université Libre de Bruxelles) et Inès Pactat, est en cours afin d'étudier la circulation des verres au plomb et la diffusion des techniques en Europe entre le VIII^e et le XII^e siècle. Ce projet se base essentiellement sur une approche archéométrique des artefacts, en combinant analyses de composition élémentaire et analyses isotopiques du plomb et du strontium. Il comporte également un volet expérimental, développé sur la plateforme d'archéologie expérimentale métallurgique de Melle.

3. Apport de l'archéologie expérimentale pour l'étude des premières verreries forestières

Le recours à l'archéologie expérimentale se développe de plus en plus en histoire des techniques, en palliant l'absence ou l'insuffisance des sources écrites et des vestiges archéologiques parfois peu loquaces. Dans le cadre du projet sur les verres au plomb, l'équipe s'intéressera à la façon dans le plomb est introduit dans la chaîne opératoire du verre, ce que son usage implique en termes de température et de temps de fusion, de gestes techniques et de structures de chauffe. Les liens entre art verrier et métallurgie seront ainsi examinés.

Nous venons de le voir, l'étude des premières verreries forestières se heurte à l'absence de textes contemporains de l'apparition de cette innovation et à des structures de production extrêmement fugaces. C'est donc tout un pan de l'histoire du verre qui demeure méconnu.

En nous basant sur la description du four de travail par Théophile, nous avons construit en août 2025 un four de fusion des verres aux cendres de plantes forestières.



Figure 3 : Four de travail du verre en cours de chauffe, Domaine de la Verrerie, Carmaux. © I. Pactat.

Ce four a ensuite été allumé pendant cinq jours et quatre nuits fin septembre de la même année. L'alimentation en bois de hêtre a été assurée par une équipe d'une vingtaine de bénévoles qui se sont relayés jour et nuit pour assurer une température de fusion entre 1100 et 1200°C. Deux verriers professionnels (les Infondus) ont testé plusieurs mélanges de sable et de cendres de hêtre, de fougère, de chêne et de frêne.

Ces tests ont permis de constater des comportements très différents selon les mélanges, des observations qui ne pouvaient être réalisées sur de petites quantités en laboratoire, dans un four électrique. Les conditions d'oxydo-réduction et leur impact sur la coloration des verres ont également pu être évaluées selon la teneur en carbone des cendres, la préparation de la fritte et la gestion du combustible bois.

Le soufflage de pièces en verre a enfin permis d'évaluer la viscosité et la plasticité des différentes fusions.

Les données de cette expérimentation sont encore en cours d'exploitation et d'interprétation au moment de la parution de cet article. La recherche sur les premières verreries forestières n'en est donc qu'à ses débuts et mérite une attention soutenue par des équipes pluridisciplinaires. Les premiers résultats laissent entrevoir une période complexe de l'histoire du verre, où la mobilité des sociétés médiévales transparait à travers celle des matières premières, des productions, des hommes de l'art et des techniques.

Bibliographie :

Foy et al. 2003 : Foy (D.), Picon (M.), Vichy (M.), Thirion-Merle (V.), Caractérisation des verres de la fin de l'Antiquité en Méditerranée occidentale : l'émergence de nouveaux courants commerciaux, In: Foy (D.), Nenna (M.-D.) dir., *Echanges et commerce du verre dans le monde antique. Actes du colloque de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre, Aix-en-Provence et Marseille, 7-9 juin 2001*, Montagnac, Editions Monique Mergoïl, 2003, 41-85.

Kessler, Wolf 2017 : Kessler (C. M.), Wolf (S.), 'The Emerald of Charlemagne': new observations on the production techniques and provenance of an enigmatic glass artefact, In: Wolf (S.), de Pury-Gysel (A.) dir., *Annales du 20^e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre (Fribourg / Romont 7-11 septembre 2015)*, Rahden, Verlag Marie Leidorf GmbH, 2017, 341-345.

Pactat et al. 2015 : Pactat (I.), Gratuze (B.), Derbois (M.), Un atelier de verrier carolingien à Méru, "ZAC Nouvelle France" (Oise), *Bulletin de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre*, 2015, 73-78.

Pactat et al. 2020 : Pactat (I.), Deshayes (G.), Gratuze (B.), Adrian (Y.-M.), Le Maho (J.), Des artisans du verre dans le bourg monastique de Jumièges (Normandie, France), In: Pactat (I.), Munier (C.) dir., *Le verre du VIII^e au XVI^e siècle en Europe occidentale. Actes du 8^e colloque international de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre (5-7 décembre 2016, Besançon)*, Besançon, Presses universitaires de Franche-Comté, 2020, 315-324.

Phelps 2018 : Phelps (M.), Glass supply and trade in early Islamic Ramla: an investigation of the plant ash glass, In: Rosenow (D.), Phelps (M.), Meek (A.), Freestone (I. C.) dir., *Things that travelled: Mediterranean glass in the first millenium CE*, London, UCL press, 2018, 236-282.

Raux et al. 2015 : Raux (S.), Gratuze (B.), Langlois (J.-Y.), Coffineau (E.), Indices d'une production verrière du X^e siècle à La Milesse (Sarthe), *Bulletin de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre*, 2015, 66-70.

Schibille 2022 : Schibille (N.), Verres au plomb islamiques, In: Bouquillon (A.), Lehuédé (P.) dir., *Le plomb dans les matériaux vitreux du patrimoine*, Londres, Iste éditions, 2022, 179-202.