

Le recyclage du verre au temps des Romains, des Francs et des Byzantins

Inès Pactat (ines.pactat@gmail.com)

Docteure en Archéologie, chercheuse associée au Centre Ernest-Babelon/Institut de Recherche sur les ArchéoMATériaux (UMR 7065 – CNRS/Université d'Orléans), 3D rue de la Ferrollerie, 45100 Orléans

Le recyclage du verre ne date pas de 1974, année où la première collecte en France de verres d'emballage est organisée en Haute-Marne. Si cette initiative est désormais intégrée à notre quotidien, elle n'est néanmoins qu'un jalon récent de l'histoire de cette pratique.

À partir de plusieurs exemples de cargaisons antiques et byzantines chargées de verre brisé, de récits de vols de fenêtres et de vestiges archéologiques d'ateliers, nous proposons d'en retracer le cours, de l'Antiquité romaine au Moyen Âge.

La physique et la chimie permettent désormais de reconnaître ces activités de recyclage à partir d'analyses de la composition élémentaire du verre, nous faisant cheminer à la croisée des sciences humaines et des sciences dures.

Les mots en italiques suivis d'un astérisque sont définis dans le glossaire, p. 21.

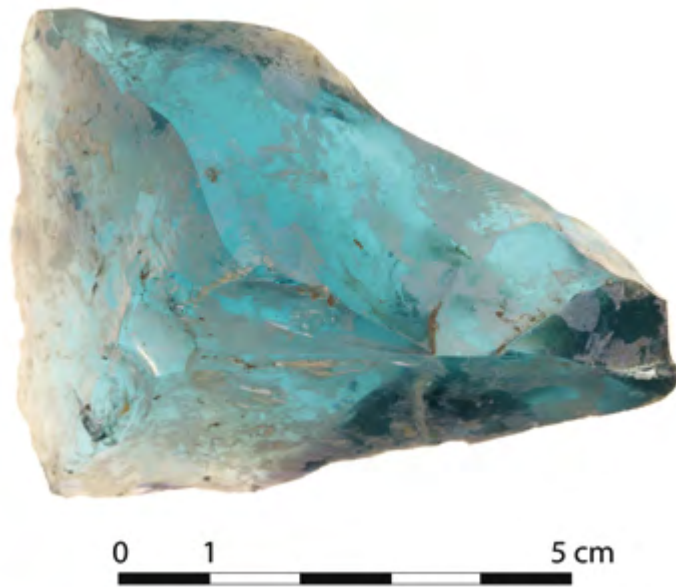


© Musées de Poitiers/Christian Vignaud.

Vase-reliquaire de Saint-Savin, XI^e siècle. Collection des musées de Poitiers.

'Antiquité romaine

L'invention du verre, un des premiers matériaux de synthèse créé par l'Homme, remonte au III^e millénaire avant notre ère. Il s'agit alors d'un mélange de sable, de cendres de plantes riches en soude et d'oxydes métalliques au pouvoir colorant. Apprécié pour sa capacité à imiter les pierres précieuses et semi-précieuses, telles le jaspe, la turquoise ou le lapis-lazuli, le verre est utilisé pour la fabrication d'amulettes, de perles et de petits vases moulés sur noyau d'argile, réservés aux parfums et aux onguents. L'apparition de la canne à souffler en Syrie au milieu du I^{er} siècle av. J.-C. va ouvrir une nouvelle dimension dans l'activité verrière. Le fait d'insuffler de l'air dans une boule de verre le rend plus fin et plus transparent, tout en permettant une économie de matière et un meilleur rendement. Un nouveau champ s'ouvre dès lors à la créativité



1. Bloc de verre brut retrouvé près de l'abbaye de Jumièges, VII^e-VIII^e siècles.

des artisans verriers, puisqu'il est plus facile d'obtenir des formes variées par soufflage que par moulage ou taille. La banalisation du verre à partir du Haut-Empire romain est due à cette invention, mais aussi à une rationalisation et une montée en capacité du système de production.

Les analyses physico-chimiques réalisées sur des objets manufacturés découverts en Europe, en Afrique du nord et au Proche-Orient, ont révélé une étonnante homogénéité des verres romains. Il s'agit de verres calcosodiques, composés de 65 à 70 % de silice (vitrifiant), de 14 à 20 % de soude (*fondant**) et de 4 à 10 % de chaux (stabilisant). Le fondant, ajouté pour abaisser la température de fusion de la silice aux alentours de 1100°C, est cette fois-ci d'origine minérale. Le *natron** est extrait de lacs évaporitiques situés en marge du delta du Nil. Si l'on part de l'hypothèse généralement admise que le verre antique n'est composé que de deux ingrédients, le sable et le fondant, les autres composants du verre sont donc introduits de façon fortuite. Les proportions de silice et de soude sont contrôlées. En revanche, les artisans verriers n'avaient guère de moyen de maîtriser les teneurs d'éléments tels que la chaux, l'alumine, le titane ou encore le fer. Ceux-ci proviennent essentiellement de la source

de silice. Leur relative stabilité dans la composition des verres romains indiquerait donc l'usage d'un même sable, puisqu'il est presque impossible que des gisements géographiquement éloignés aient la même composition élémentaire. Les éléments mineurs et traces constituent donc une sorte d'empreinte chimique des sources de silice, qui peut être reliée à leur localisation.

La combinaison des travaux archéométriques avec l'étude des vestiges archéologiques d'ateliers et d'épaves transportant des blocs de verre brut a permis de reconstituer l'organisation de la production du verre pendant l'Antiquité. Des ateliers primaires installés au Proche-Orient avaient pour vocation de produire des dalles de verre brut de plusieurs tonnes, en fusionnant le sable local et le natron importé d'Égypte. Une fois ces dalles débitées, les blocs étaient exportés dans tout l'Empire, sur le pourtour méditerranéen et en Europe. Ils étaient destinés à alimenter des officines dites « secondaires », chargées de leur refonte pour la fabrication de vaisselles, de vitrages, de parures, de petits objets ou encore d'ornements pariétaux.

Le recyclage de verre brisé, également nommé *groisil** ou *calcin*, est une pratique attestée pendant l'Antiquité

romaine et remonte au moins au Haut-Empire [1]. Dès le I^{er} siècle, les poètes Martial, Stace et Juvénal évoquent dans leurs écrits la collecte et l'échange de verre brisé contre du soufre, et plus précisément contre des allumettes, par des marchands ambulants. La valeur de ce verre brisé est peu élevée à en croire Dion Cassius, historien romain du II^e siècle. Il s'agit donc d'une véritable manne pour les artisans verriers qui accèdent ainsi à une matière première peu coûteuse, disponible en quantité et presque immédiatement. L'ajout d'une part de groisil au verre brut permet par ailleurs d'en abaisser la température de fusion. Le recyclage du verre entre donc dans une économie locale faisant intervenir les consommateurs, les souffleurs de verre et des intermédiaires. L'accumulation de verre brisé à l'échelle domestique est attestée par divers vestiges archéologiques retrouvés dans tout l'Empire romain. Ces vestiges prennent la forme de paniers, de fosses ou encore d'amphores emplies de débris de verre, parfois de plusieurs milliers de tessons. L'éruption du Vésuve en 79 apr. J.-C. a figé un instant du quotidien dans la *villa* de Pisanella, près de Boscoreale. C'est ainsi qu'a été découvert un panier de verre brisé récolté au sein de l'établissement et stocké avec des amphores d'huile et de vin en attendant d'être recyclé. Certains de ces dépôts dépassent pourtant manifestement les proportions d'une collecte au sein du ménage. Plus de 50 kg de verre brisé et de déchets de production ont été retrouvés dans une fosse dépotoir à Guildhall Yard, à Londres. Plusieurs indices témoignent également d'un réseau de recyclage du verre à plus large échelle. Le plus évident est un baril en bois contenant des verres cassés dans la cargaison de la Julia Felix, une épave mise au jour dans l'Adriatique et datée du II^e siècle.

Le recyclage peut enfin être identifié grâce aux analyses de composition élémentaire du verre antique, en révélant le mélange de plusieurs types de verre. Ainsi, l'étude du mobilier de Coppergate, à York, montre une forte proportion de verres issus de la refonte de verres décolorés à l'antimoine et d'autres décolorés au manganèse [2].

>>>

>>>

Le monde franc

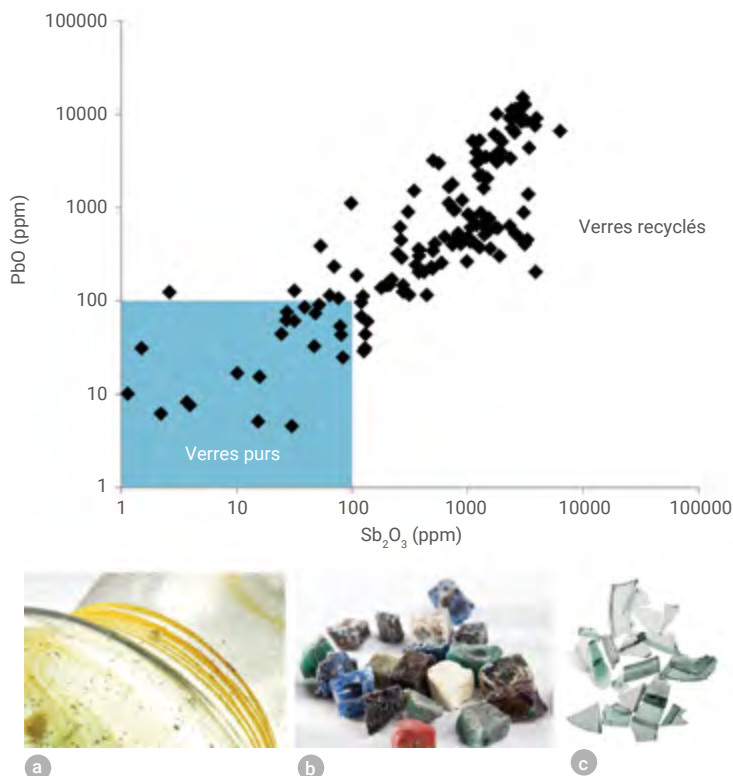
Le recyclage du verre est donc une pratique courante dans l'industrie verrière. Il ne possède pourtant pas la même importance à chaque période ; son ampleur et son organisation ont varié au cours de l'histoire, revêtant des significations socio-économiques diverses [3]. Le système de production du verre hérité de l'Antiquité, reposant sur des ateliers primaires et secondaires, est resté en vigueur après la chute de l'Empire romain d'Occident. Si d'autres productions de verre brut sont apparues, mettant en concurrence l'Égypte et la côte orientale de la Méditerranée, les blocs de verre (fig. 1) affluent toujours vers l'Europe et sont refondus pour produire des pièces de vaisselle, des luminaires et des vitres qui éclairent en particulier les édifices religieux. Ces éléments d'architecture ont nécessité des quantités importantes de verre, sans toutefois encore atteindre les volumes nécessaires aux baies romanes ou gothiques. Ils ont

aussi été l'objet de convoitise, comme le rapporte Grégoire de Tours au VI^e siècle. Il mentionne ainsi un vol commis dans l'église d'Yzeure (Allier) pour récupérer des vitres et les revendre. À la même époque, Jacques d'Édesse, évêque syriaque, évoque, lui aussi, le commerce de verre brisé à travers un de ses *Canons* : « Convient-il que les prêtres vendent le verre des coupes sacrées qui sont brisées et que des hommes étament les ustensiles de cuisine avec l'étain des vases sacrés ? ».

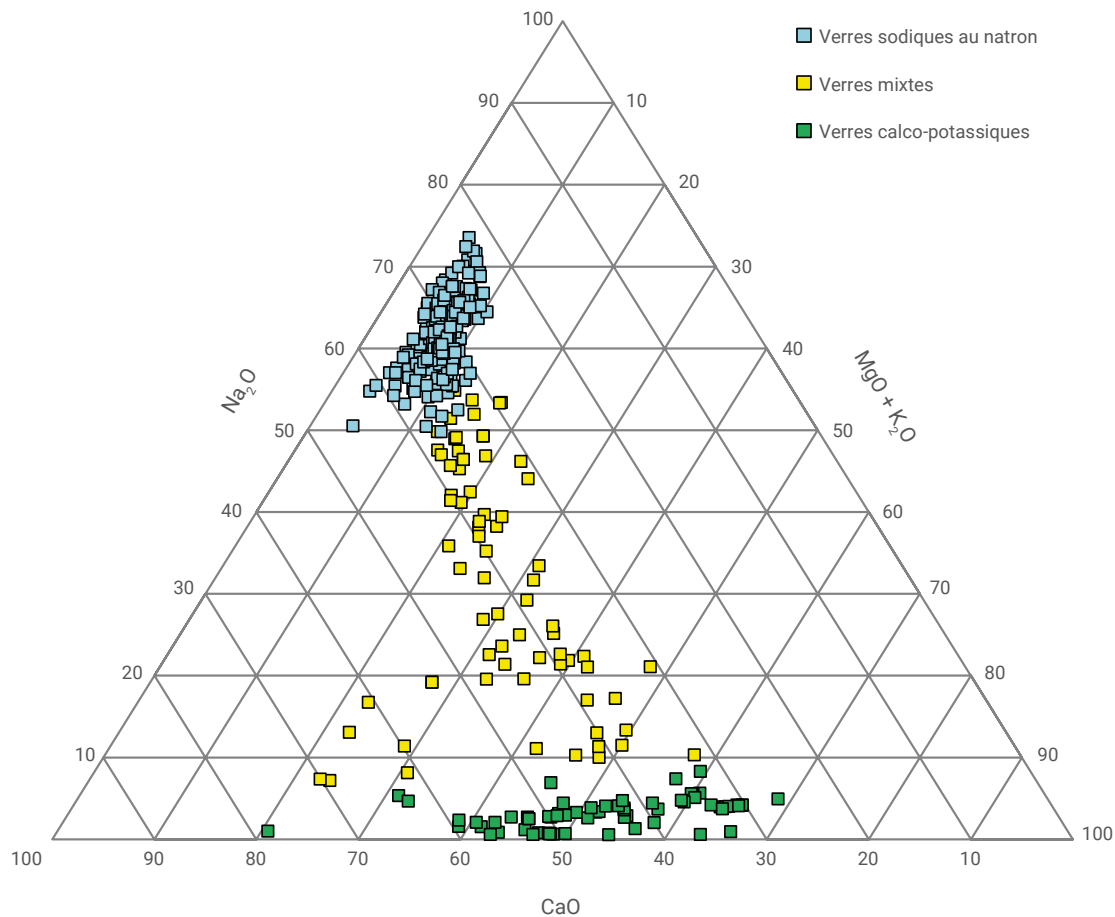
À partir du VII^e siècle, le recyclage s'intensifie dans le monde franc. Les compositions élémentaires liées aux différentes productions primaires proche-orientales ne sont plus aussi clairement distinctes les unes des autres. Au contraire, elles témoignent d'un mélange de plusieurs types de verre [4]. On retrouve ainsi des oxydes métalliques chromogènes (colorants, décolorants ou opacifiants) dans des verres sans teinte particulière. Ces éléments — tels que le plomb, l'antimoine,

l'étain ou le cuivre — ne peuvent être naturellement amenés par le sable ou le natron. Ils proviennent donc de verres recyclés colorés dans la masse ou comportant des décors (fig. 2). L'antimoine est un bon marqueur du recyclage pour les verres du haut Moyen Âge, car il cesse d'être employé comme décolorant ou opacifiant au cours du IV^e siècle, sans doute en raison des difficultés d'approvisionnement en un minerai de qualité. Utilisé par les verriers égyptiens depuis la période hellénistique (323-31 av. J.-C.), il est peu à peu remplacé par le manganèse (décolorant) et par l'étain (opacifiant) à la fin de l'Antiquité. La présence d'antimoine dans des objets plus tardifs implique donc une refonte de verres antiques. Cette augmentation du recyclage est également perceptible dans les restes d'ateliers de verriers alto-médiévaux, parmi lesquels figurent des perles, des vases ou des encore des *tesselles** antiques.

Ce phénomène fait certainement écho à une diminution des importations de verre brut depuis le Proche-Orient. En effet, la conquête islamique à partir de 636, avec la prise de la Syrie, a peu à peu isolé la côte levantine du reste de la Méditerranée. L'économie a été réduite à l'échelle locale ou régionale et le commerce maritime a été fortement perturbé par les conflits entre Byzantins et Arabes. Les ateliers primaires de verre ont de fait été déplacés un peu plus dans les terres. Leurs productions ne sont parvenues que de façon sporadique en Europe. La conquête islamique semble également avoir eu un impact sur l'exploitation du natron en Égypte. Après la prise du territoire en 641, l'administration musulmane s'est désintéressée de cette activité et ce n'est qu'au milieu du IX^e siècle que la production fut à nouveau contrôlée par le gouvernorat abbasside. Le prix du natron a subi pendant cette période une hausse très importante en raison de sa pénurie et de la mauvaise gestion de son économie. Ces troubles politiques et leurs conséquences financières ont conduit les artisans verriers occidentaux à organiser de nouveaux réseaux d'approvisionnement en matières premières. Le groisil représentait alors une véritable manne.



2. Diagramme illustrant la présence involontaire d'éléments chimiques chromogènes (ici, le plomb et l'antimoine) dans des verres au natron du haut Moyen Âge et révélant le recyclage de verre à décor coloré (a), de tesselles de mosaïque (b) ou encore de verre antique (c).



3. Diagramme ternaire illustrant le mélange entre verres au natron (riches en soude, Na_2O) et verres aux cendres de plantes forestières (riches en potasse, K_2O , et en chaux, CaO), d'après des découvertes archéologiques en France datées entre le VIII^e et le XI^e siècles.

Le Moyen Âge

Cette solution fut toutefois temporaire. Les refontes de verre successives sont limitées car, sans ajout de verre brut vierge, elles augmentent la viscosité du mélange. Des pollutions sont également introduites par les outils, les parois des creusets, les cendres et les fumées du foyer, altérant le matériau. La difficulté de contrôler la coloration des verres a certainement aussi posé problème, en particulier en cette période où l'art du vitrail est en plein essor. De nouveaux procédés sont donc inventés en sollicitant davantage des ressources locales. C'est ainsi qu'apparaissent au cours de la seconde moitié du VIII^e siècle des verres fabriqués à partir d'un mélange de sable et de cendres de plantes forestières [5]. Des espèces végétales telles que le chêne, le hêtre ou la fougère fournissent de la potasse et de la chaux qui jouent les rôles de fondant et de stabilisant dans la fabrication du verre. L'adoption de

cette recette marque un tournant majeur dans l'histoire de l'artisanat verrier puisque, pour la première fois depuis l'âge du Bronze final et la fabrication de perles à Frattesina (Italie du nord), le verre est produit en Europe et ne cessera de l'être jusqu'à aujourd'hui. Cette mutation a induit de profonds changements de la chaîne opératoire, des structures de chauffe et de l'outillage. L'emplacement des officines est désormais davantage dicté par l'approvisionnement en matières premières (sable, bois et argile) et en combustible.

L'introduction de ce nouveau système de production s'est faite progressivement en Europe occidentale, et plusieurs procédés ont coexisté pendant cette période de transition. Le recyclage de verre brisé, qui a perduré, est perceptible à travers des compositions mixtes, attestant des mélanges en proportions variables de verre au natron et de verre aux cendres calcopotassiques (fig. 3). Un atelier de

verriers découvert en 2008 lors d'un diagnostic archéologique à Méru, dans l'Oise, a livré les témoignages de telles pratiques.

Le recyclage a également été pratiqué dans un contexte bien particulier, celui de déchets vitreux se formant lors de la chaîne opératoire de la métallurgie du plomb et de l'argent. Des analyses physico-chimiques et isotopiques ont en effet démontré que des scories vitrifiées avaient été récupérées pour fabriquer des galets de verre, aussi nommés lissoirs, et des verres à boire dans les environs de la mine d'argent royale carolingienne de Melle (Deux-Sèvres) [6]. Ces objets sont des verres silico-alumino-calciques au plomb, à forte teneur en oxyde de fer. Ils ont naturellement une teinte olivâtre. Des lissoirs de ce type, sans doute utilisés dans le travail des textiles, ont été retrouvés jusqu'à York, Dublin, Kaupang (Norvège) ou encore Novgorod (Russie), tandis que les gobelets ne paraissent pas avoir été exportés au-delà d'un

>>>

>>>

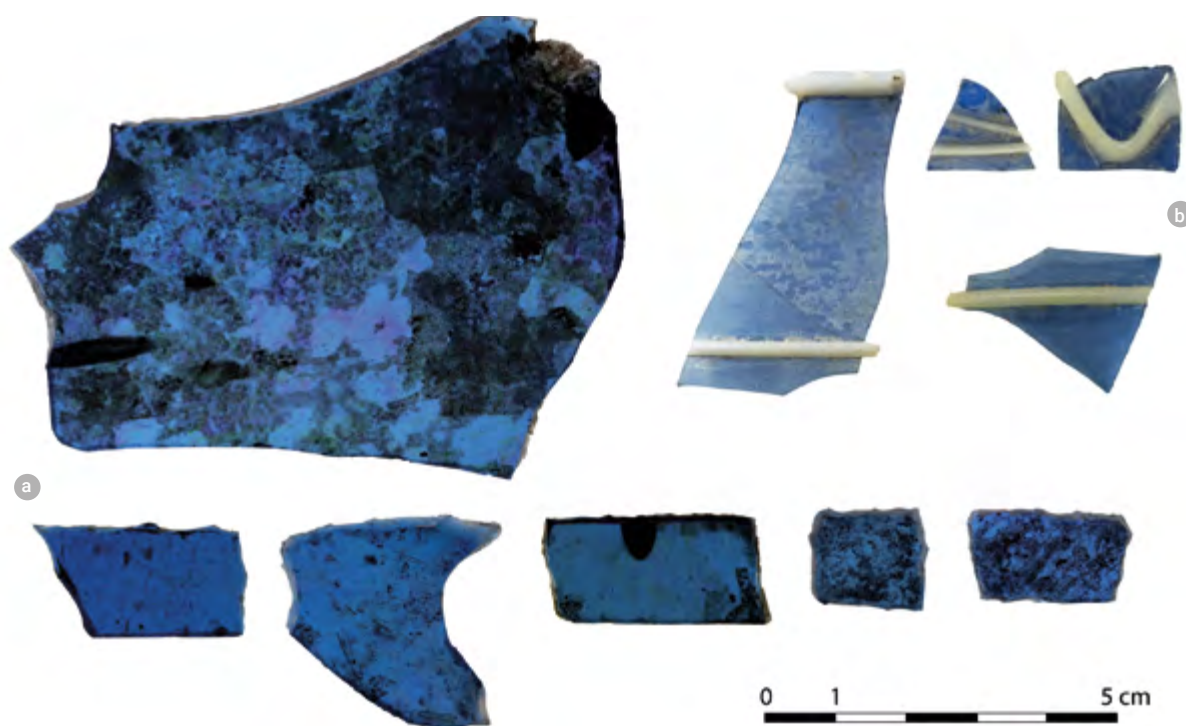
rayon de 150 km autour de Melle. Ce procédé opportuniste intervient une nouvelle fois durant cette période de transition, où les importations de verre brut proche-oriental ont fortement diminué, voire cessé. Il valorise un sous-produit de la métallurgie, rendant les verriers à la fois dépendants de cette industrie et autonomes vis-à-vis du système hérité de l'Antiquité.

La diversité des recettes de fabrication à la fin du premier millénaire de notre ère reflète les différentes tentatives des artisans verriers occidentaux pour poursuivre leur activité et répondre à une demande toujours importante, notamment en vitrages. L'utilisation d'un fondant potassique d'origine végétale, à la place du natron d'origine minérale, s'est peu à peu imposée comme le principal procédé à partir du X^e siècle, tant pour la production de vaisselles que de verres plats. Néanmoins, les analyses archéométriques réalisées sur des verres bleu cobalt datés des X^e-XII^e siècles ont mis en évidence une refonte exclusive de verres antiques (fig. 4). Ce recyclage ciblé a été mis en œuvre pour fabriquer des éléments de vitraux jusqu'à la fin du XII^e siècle et l'avènement d'une nouvelle source de minerai de cobalt dans le district minier de

Freiberg en Allemagne. Des vaisselles et des luminaires aux parois bleu cobalt et au décor de filets et de pastilles blanc opaque ont eux aussi été réalisés en récupérant des verres antiques colorés, en particulier des tesselles de mosaïque. Le vase-reliquaire retrouvé en 1866 dans l'autel de l'abbaye de Saint-Savin-sur-Gartempe (Vienne) en est certainement le plus bel exemplaire (voir la figure, p. 16). D'autres vaisselles aux couleurs vives, jouant sur les contrastes entre blanc opaque et violet, bleu clair ou vert émeraude, ont depuis été assimilées à ce corpus bien particulier, dont l'aire de répartition s'étend de l'Irlande à l'Italie, et du sud de la France à la Norvège. Il n'est pas anodin que ces pièces exceptionnelles aient été découvertes au sein d'édifices religieux et de résidences élitaires. L'utilisation de verre recyclé pourrait même leur avoir conféré une certaine valeur, grâce à l'obtention de coloris peu communs. Les écrits du moine Théophile décrivent ce procédé au début du XII^e siècle, évoquant des verriers de Gaule dont la spécialité était de récupérer le matériau dans des édifices païens pour fabriquer justement des verres de couleurs vives.

L'Empire byzantin et le monde islamique

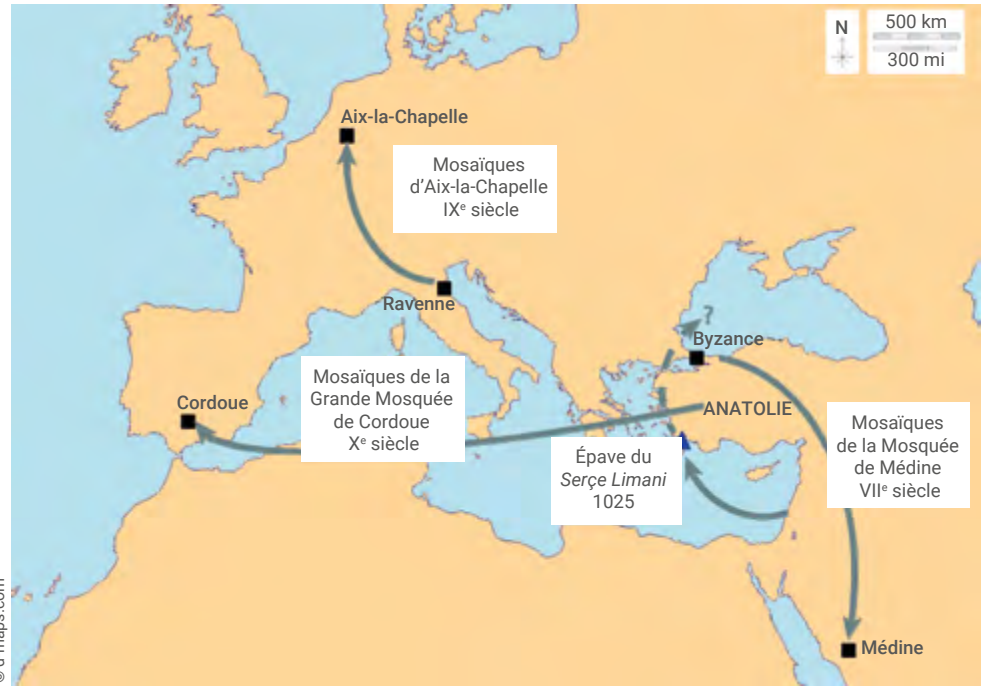
Si les artisans eux-mêmes ont pu dépouiller des bâtiments antiques abandonnés, ils avaient aussi l'opportunité de profiter de réseaux commerciaux pour se pourvoir en matière première. Plusieurs sources écrites mentionnent la récupération ou le commerce de tesselles de mosaïque en grande quantité (fig. 5). Charlemagne adressa par exemple une lettre au pape Adrien I^{er} afin d'obtenir l'autorisation de récupérer les mosaïques du palais de Théodoric à Ravenne pour décorer sa résidence d'Aix-la-Chapelle. À Byzance, le patriarche Michel I^{er} Cérulaire dépouilla les églises de leurs mosaïques pariétales au début du XI^e siècle, pour des raisons apparemment économiques. Les sources musulmanes font également état de ce commerce de tesselles avec l'Empire romain d'Orient. Ainsi, au X^e siècle, les chroniques d'al-Tabarî rapportent que l'empereur byzantin Justinien II donna l'ordre à al-Walid I^{er} d'aller chercher des tesselles dans les villas en ruines et en envoya quarante chargements à Médine (actuelle Arabie Saoudite) pour la construction de la nouvelle mosquée. De récentes analyses



4. (a) Vitraux (ancienne cathédrale de Nice) et (b) vaisselles bleu cobalt (Rouen), X^e-XII^e siècles.

physico-chimiques ont par ailleurs démontré que les tesselles qui constituent les mosaïques du X^e siècle de la célèbre Grande Mosquée de Cordoue venaient bien pour partie de l'Empire byzantin, ce que mentionnaient des écrits arabes du XII^e siècle [7]. Ces verres sont caractérisés par de fortes teneurs en bore (> 400 ppm) et l'usage d'un fondant sodique minéral, signature chimique typique de l'ouest de l'Anatolie.

Les tesselles de mosaïque ne sont pas les seuls produits en verre à avoir voyagé sur de très longues distances. La fouille sous-marine de l'épave du *Serçe Limani*, découverte au large de la Turquie et datée aux alentours de 1025, a révélé une cargaison de plusieurs tonnes de blocs de verre brut, de groisil et de pièces complètes. Les lingots et le verre brisé étaient certainement destinés aux ateliers des côtes de la Mer Noire. L'analyse des formes et des décors des objets finis, couplée une nouvelle fois à une approche archéométrique, a permis de localiser le départ du navire sur la côte orientale de la Méditerranée. Parmi les vaisseaux transportés figurent des verres silico-plombifères contenant plus de 60 % de plomb, une recette typique du monde islamique. Le reste du matériel est en verre sodique à fondant végétal. La soude est issue de cendres de plantes halophytes, c'est-à-dire adaptées aux milieux salés et semi-désertiques. Ce procédé existe depuis l'invention du verre et n'a cessé d'être mis en œuvre dans certaines régions du Moyen-Orient. Il est de nouveau adopté au Proche-Orient lorsque la production de verre au natron cesse en Égypte au cours des IX^e-X^e siècles, sans doute en raison de troubles politiques et économiques, puis sur le pourtour méditerranéen aux siècles suivants.



5. Carte des échanges de tesselles de mosaïque et de verres entre les mondes franc, byzantin et islamique mentionnés dans le texte.

Conclusion

Ce rapide survol des pratiques artisanales de l'Antiquité romaine au Moyen Âge central démontre combien le recyclage occupa une place importante dans le système de production du verre. Ce matériau synthétique se prête en effet particulièrement bien à cette pratique, et sa structure autorise même des mélanges de verres de nature

différente. La récupération de verre brisé représente donc une véritable manne pour les artisans et a très tôt fait l'objet de transactions économiques. L'étude des sources écrites et matérielles, faisant dialoguer l'archéologie, l'histoire et la physique-chimie, en a révélé toute la complexité et l'étendue, à travers des territoires interconnectés depuis des millénaires. ■



- 1• D. Foy, « Recyclages et réemplois dans l'artisanat du verre. Quelques exemples antiques et médiévaux », dans P. Ballet, P. Cordier, N. Dieudonné-Glad (ed.), *La ville et ses déchets dans le monde romain : rebus et recyclages*, Éditions Mergoil (2002) 271-276.
- 2• Voir l'article de D. Lelong et G. de Ligny sur la coloration des verres dans ce numéro, p. 64.
- 3• D. Keller, "Social and economic aspects of glass recycling", dans J. Bruhn et al. (ed.), *TRAC 2004*, Oxford, Oxbow Books (2005) 65-78.
- 4• I. C. Freestone, "The recycling and reuse of Roman glass: analytical approaches", *Journal of Glass Studies* **57** (2015) 29-40.
- 5• B. Gratuze, N. Schibille, I. Pactat, "Glass in the Middle East and Western Europe at the End of the First Millennium CE, Transition from Natron to Plant Ash Soda or Forest Glasses", dans A.K. Kanungo, L. Dussubieux (ed.), *Ancient Glass of South Asia*, Singapore, Springer (2021) 21-38.
- 6• B. Gratuze et al., dans : F. Téreygeol (ed.), *Du monde franc aux califats omeyyade et abbasside : extraction et produits des mines d'argent de Melle et de Jabali*, Bochum, Selbstverlag des Deutschen Bergbau-Museums (2014) 211-230.
- 7• M.A. Gómez-Morón et al., *Journal of Archaeological Science* **129** (2021) 105370.



- Fondant** additif permettant de baisser la température de fusion du verre.
- Natron** carbonate de sodium décahydraté, roche blanche évaporitique, servant de fondant.
- Groisil ou calcin** débris de verre refondus pour la fabrication de nouveaux objets.
- Tesselle** petit parallélépipède de pierre, de céramique ou de verre composant les mosaïques.