

# BIORESIN® : UNE ALTERNATIVE AUX RÉSINES DE COULÉE ÉPOXY ET POLYESTER ? À LA RECHERCHE D'UN MATÉRIAU STABLE ET TRANSPARENT

FRÉDÉRIQUE-SOPHIE TISSIER

**Résumé** La recherche d'un matériau transparent et stable chimiquement pour réaliser la copie d'un vase romain en verre nous a amenés à tester une résine de coulée bi-composants hors classe toxicologique et en dehors de notre spécialité. C'est grâce à la curiosité d'un mouleur que nous avons pu remplacer une copie en résine époxy jaunie par un tirage incolore et transparent, plus conforme à l'original, dans un matériau peu connu en conservation-restauration mais largement utilisé dans le domaine des composants électroniques. Nous partageons ici notre démarche ainsi que les tests et les résultats obtenus avec ce matériau.

**Mots-clés** résine biosourcée, verre romain, copie conforme, transparence, résistance aux UV.



À l'occasion de la publication de la monographie consacrée aux fouilles de l'église de Bienne-Mâche (Suisse, Canton de Berne) fin 2016, le Service archéologique du canton de Berne a décidé de rénover la vitrine située sur son parvis. Dans cette dernière se trouvait la réplique, jaunie et peu lisible, d'un gobelet en verre d'époque romaine, dont l'original avait été découvert en 1975-76, lors des fouilles réalisées dans l'église. Ce remarquable récipient conique en verre incolore à pied appliqué (**fig. 1**) accompagnait la sépulture d'un officier romain du IV<sup>e</sup> siècle après J.-C. inhumé dans un mausolée. Avec ses 22,8 cm de hauteur et près de 14 cm de diamètre, ce gobelet de taille inhabituelle, daté de la fin du II<sup>e</sup> siècle après J.-C., a probablement servi lors de cérémonies où il devait être passé à la ronde. Son décor historié gravé représente un cortège de Bacchus mené par un centaure, tenant un thyrsus d'une main et versant de l'autre à

**Figure 1** Gobelet de Bienne-Mâche (BE, Suisse) en verre à décor taillé. © Service archéologique du canton de Berne.

boire à une panthère. Seuls quelques exemplaires de facture similaire, de provenance vraisemblablement égyptienne, ont été jusqu'ici répertoriés. Le plus proche par sa forme et son style est conservé au *Corning museum of glass* (USA) : son décor retrace la course d'Hippomène et d'Atalante. Le gobelet de Bienne-Mâche est, quant à lui, exposé au Nouveau Musée Bienne.

Dès 1976, la restauration du gobelet de Mâche a été confiée au Musée national suisse de Zurich qui en réalisa plusieurs copies en résine. Nous ne disposons d'aucune information sur la technique, les matériaux ou encore la date de fabrication de ces copies, mais avons constaté que toutes étaient jaunes, à des degrés divers. Tandis que l'une d'elles a été entreposée au Nouveau Musée Bienne, à l'abri de la lumière, une seconde a été exposée pendant de nombreuses années sur le parvis de l'église de Mâche à Bienne, dans la vitrine extérieure que nous souhaitions rénover. La résine de cette pièce, probablement époxy, s'est dégradée selon des processus physico-chimiques induits par les intenses variations climatiques et le rayonnement ultra-violet absorbé au cours des années : l'objet s'est opacifié, il présente une teinte jaune vif et les décors sont aujourd'hui illisibles.

Dès lors s'est amorcée une réflexion concernant le choix du matériau de remplacement de cette copie dégradée : il devait résister aux conditions d'exposition, difficilement modifiables, être incolore et transparent et, bien sûr, conforme à l'original.

L'avantage du verre moderne en conditions non-muséales est sa stabilité photochimique par rapport aux résines connues en restauration, amenées souvent à jaunir avec le temps, en dépit des progrès réalisés en sciences des matériaux. C'est donc l'option d'une copie en verre qui fut d'abord retenue. Plusieurs essais en verre soufflé et tourné à la volée, réalisés par le maître-verrier Thomas Blank de Bümpliz (canton de Berne), ont confirmé le très haut niveau de technicité requis pour réaliser un tel gobelet. La similitude des pièces obtenues n'étant pas suffisante, d'autres pistes verrières ont été étudiées, mais elles aussi abandonnées (coulée du verre dans un moule réfractaire ou encore verre soufflé dans un moule et gravure à main levée) pour cause de coûts trop élevés ou encore de délais trop longs.

Nous nous sommes ensuite tournés vers le *FabLab* de Bienne pour explorer la piste de l'impression 3D. Cependant, il est apparu qu'aucune résine de prototypage rapide n'offrait toutes les caractéristiques requises, notamment celles de la stabilité physico-chimique et de la transparence. La résine VeroClear® par exemple, bien que transparente et prototypable, se déforme à partir de 54 °C, température facilement atteinte en été. C'est toutefois grâce au contact avec le *FabLab* de Bienne que nous avons entendu parler pour la première fois de Bioresin®, utilisée régulièrement par une entreprise spécialisée dans le moulage et la muséographie, et basée près de Neuchâtel. C'est ainsi que nous avons envisagé un produit encore inconnu en restauration, mais utilisé dans l'industrie pour l'encapsulation des diodes électroluminescentes (LED).

Bioresin® est le nom commercial d'une gamme de polymères biosourcés produits et commercialisés par l'entreprise Sandtech AG (France), chaque produit de la gamme ayant ses caractéristiques propres de dureté ou de viscosité. Parmi cette gamme, le produit choisi par M. Jean-Daniel Renaud, de l'entreprise de moulage à Saint-Blaise (Suisse), est la résine Biothan 2MD 1785 N et son durcisseur Biodur M330. Il s'agit d'une résine de coulée sous vide produite à base de bio-polymères de caprolactones et d'oléo-polyoles (sorbitol et esters de tournesol). Selon la notice technique du fabricant, cette résine hors classe toxicologique permet un rendu transparent et stable dans le temps, car elle serait insensible aux UV. Pour tirer deux exemplaires de la copie, M. Renaud a réalisé un moule bivalve en plâtre à partir d'une des anciennes copies, dont il a pris l'empreinte avec un silicone RTV. De nombreux

essais ont dû être menés, en raison de la difficulté à couler un objet aux parois aussi hautes et fines. M. Renaud a réussi à produire les deux copies souhaitées en Bioresin® Biothan 2MD 1785 N, ainsi que deux copies supplémentaires en résine époxy, au cas où les premiers essais n'auraient pas abouti. La différence de teinte entre époxy et Bioresin® à la sortie du moule est flagrante (**fig. 2**).



**Figure 2** Tirages en Bioresin® à l'arrière-plan et en résine époxy au premier plan.  
© Service archéologique du canton de Berne.

Pourtant, bien que fidèles à l'original, les deux tirages en Bioresin® présentait un aspect légèrement opaque, qui n'était pas complètement satisfaisant et, ce, en raison de la finesse des parois, mesurant moins d'1 mm par endroits. M. Renaud eut alors l'idée de passer une couche de vernis glycérophthalique en aérosol (Color spray, Dupli-Color®) sur la surface pour apporter un rendu plus transparent. Le résultat s'est révélé cette fois tout à fait satisfaisant (**fig. 3**).



**Figure 3** De gauche à droite : copie ancienne exposée dans sa vitrine extérieure, copie ancienne la moins dégradée, copie neuve en Bioresin® non vernie, copie neuve en Bioresin® vernie. © Service archéologique du canton de Berne.

L'une de ces copies a été installée dans la vitrine extérieure près de l'église de Mâche, l'autre a pu remplacer une des anciennes copies du Centre des collections du Musée national suisse. Enfin, un scan 3D de la copie la mieux préservée a été réalisé en collaboration avec le *Switzerland Innovation Park* Biel/Bienne. Les données acquises au format STL constituent une sauvegarde numérique de l'objet : elles permettront peut-être à l'avenir d'imprimer des copies lorsque des matériaux stables et transparents existeront sur le marché, sans avoir à toucher à l'original, trop fragile et dont la surface brillante et transparente rend le scannage problématique.

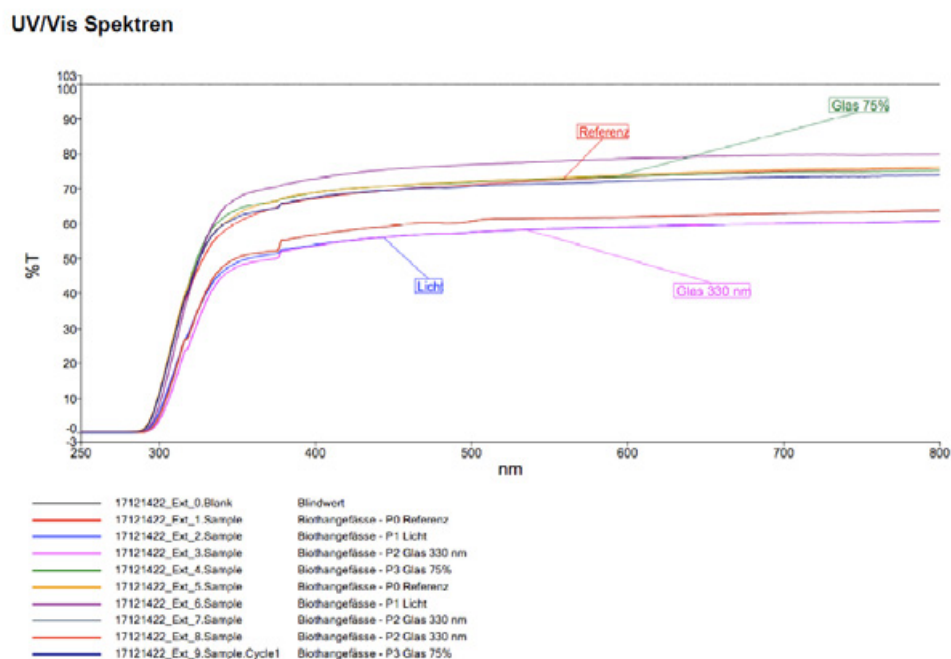
La résine Biothan 2MD 1785 N et son durcisseur Biodur M330 n'ont, à notre connaissance, fait l'objet d'aucune étude ni publication en conservation-restauration. De plus, la couche de vernis apporte une strate de complexité supplémentaire à la question de la stabilité de la résine. C'est pourquoi il nous a semblé important de tester, dans la mesure du possible, ce nouveau matériau, afin de comprendre et de prévoir son éventuelle dégradation. Grâce aux nombreux ratés de moulage, et en collaboration avec le laboratoire du Centre des collections du Musée national suisse, des mesures de couleur ont été effectuées sur plusieurs échantillons de résine vernie et non vernie, à des endroits précis, afin d'évaluer un éventuel jaunissement ou une opacification au cours des prochaines années. Ces mesures de couleur, réalisées à l'aide du Spectrophotomètre Konica Minolta CM 2600 d (fig. 4), seront réitérées tous les cinq ans et comparées aux valeurs initiales de l'été 2017. On a pris soin également de documenter les conditions de stockage des échantillons.



**Figure 4** Mesures de couleur sur l'un des tirages en Bioresin® à l'aide du spectrophotomètre Konica Minolta CM 2600 d, réalisées au Centre des collections du Musée national suisse © Service archéologique du canton de Berne.

Ensuite, un test de Oddy a été mené, toujours par le Centre des collections du Musée national suisse, afin de détecter d'éventuelles émissions de composés organiques volatils et avoir de cette façon un début d'idée sur la compatibilité de la résine vernie et non vernie en milieu muséal. Les résultats ont montré que la Biorésin® Biothan 2MD 1785 N non vernie avait passé avec succès ce test. À l'œil nu, aucune différence n'était notable entre les coupons métalliques témoins et les coupons enfermés avec les échantillons de résine pendant 28 jours à 60 °C

et 100 % d'humidité relative, d'après le protocole de Thickett et Lee du *British Museum*. Par conséquent, la résine non vernie pourrait être recommandée pour un usage permanent en contact avec des objets patrimoniaux. Pour l'échantillon verni, en revanche, les coupons de plomb et de cuivre ont réagi, mettant en évidence un possible dégagement acide. C'est donc un usage temporaire qui est recommandé en milieu muséal pour la Bioresin® Biothan 2MD 1785 N vernie. Il est intéressant de noter que le coupon d'argent n'a pas montré de changement visible, alors que du soufre à l'état de traces a tout de même été détecté par micro-XRF. Ces traces n'ont apparemment pas suffi à ternir le coupon en argent du test de Oddy. Pour l'échantillon non verni, aucune trace de chlore ni de soufre n'a été détectée par micro-XRF. Enfin, pour les deux échantillons, la différence de valeur de pH entre l'extrait aqueux et l'eau témoin s'est révélée négligeable, ce qui montre que le milieu n'a été ni acidifié ni alcalinisé après immersion des échantillons et agitation pendant 24 h.



**Figure 5** Spectres d'absorption des différents échantillons après vieillissement accéléré. En abscisse, les longueurs d'onde (nm) ; en ordonnée, la transmittance (%T) : on n'observe aucune différence notable par rapport aux courbes de référence non vieilles, en rouge et jaune. © Haute École des Arts de Berne

Des tests de vieillissement accéléré ont été menés à la Haute École des Arts de Berne, afin de déceler par des moyens spectroscopiques d'éventuelles modifications chimiques lors de conditions précises. Pendant 45 jours, plusieurs échantillons de Bioresin® vernie ont été soumis à différentes conditions climatiques, dont l'une simulait l'exposition à la lumière derrière une vitre en verre (40 °C, 75 % d'humidité relative), comme celle de notre copie exposée dans une vitrine extérieure. Les échantillons ont ensuite été analysés par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (IR-TF, Perkin Elmer System 2000), et par spectroscopie ultraviolet-visible (spectromètre UV-Vis Perkin Elmer Lambda 650, résolution spectrale de 2 cm<sup>-1</sup>). Dans chaque cas, deux mesures ont été effectuées. Les résultats ont montré une stabilité photochimique corroborant la résistance aux UV annoncée par le fabricant. En effet, les courbes de transmittance des échantillons sont très proches des courbes de référence, en rouge et en jaune (fig. 5). En revanche, par IR-TF après dérivation au soufre, des acides

primaires ont été détectés à 75 % d'humidité relative, matérialisés sur le spectre par une bande d'absorption à 1840 cm<sup>-1</sup>. D'après Mr Zumbühl, de la Haute École des Arts de Berne, ces acides sont typiques d'une réaction d'hydrolyse, ce qui semblerait indiquer que la Biore-sin® vernie ne serait pas complètement stable en conditions humides. Cet aspect rejoint les recommandations d'usage temporaire qui découlent du test de Oddy mentionné plus haut, et mériterait certainement d'être examiné plus en détail.

## Conclusion

Le remplacement de la copie altérée du gobelet de Bienne-Mâche représentait un défi technique : il fallait non seulement atteindre une conformité parfaite par rapport à l'original, tant du point de vue de son décor que de ses dimensions, mais aussi trouver un matériau capable de restituer l'aspect du verre romain, sa couleur et sa transparence. La question de la stabilité physico-chimique a pu être amorcée, même si des questions restent en suspens. Ce projet de rénovation de vitrine nous a menés sur des chemins de traverse : plusieurs pistes se sont présentées à nous et de nouvelles collaborations ont pu être mises en place entre mouleurs, scientifiques, archéologues, restaurateurs et verriers. Le choix d'une résine non testée représente certes un saut dans l'inconnu et suscite des interrogations vis-à-vis de sa stabilité, mais constitue également une opportunité de développer des techniques novatrices dans le domaine de la conservation-restauration du verre, pourquoi pas en alternative aux résines époxy et polyester comme matériau de comblement. Une étude approfondie de la Biore-sin® serait de ce point de vue plus que bienvenue.

## Références bibliographiques

**David R., Desclaux M.** (2000), *Pour copie conforme - Les techniques de moulage en paléontologie, en pré-histoire et en archéologie historique*, Edition Serre, 322 p. (1992)

**Eggenberger P., Ulrich-Bochsler S., Bossert M., Siegmund F., Tremblay L.** (2016), *Vom spätantiken Mausoleum zur Pfarrkirche. Die archäologische Untersuchung der Kirche von Biel-Mett*, Bern, Archäologischer Dienst, 275 p.

**Fünfschilling S.** (2015), *Die römischen Gläser aus Augst und Kaiseraugst, Kommentierter Formenkatalog und ausgewählte Neufunde 1981-2010 aus Augusta Raurica*, Augst, Augusta Raurica.; 2 volumes. 708 pages.

**Kaenel H.M.** von, (1978), « Das spätrömische Grab mit reichen Beigaben in der Kirche von Biel-Mett BE », *Archäologie der Schweiz*, N° 4, p. 138-149.

**Thickett D., Lee L. R.** (1996/2004), *Selection of materials for the storage or display of museum objects*, London, British Museum, (coll. Occasional Papers, 111), 54 p.

### L'auteur

**Frédérique-Sophie Tissier** Conservatrice-restauratrice, responsable de la section Conservation minérale, Service archéologique du canton de Berne, Brünnenstrasse 66, 3001 Berne, Suisse, frederique.tissier@erz.be.ch