

Vade-mecum pour la protection et l'entretien du patrimoine artistique



**LE VERRE ANCIEN :
PRINCIPES DE CONSERVATION,
D'EXPOSITION ET D'ENTRETIEN**

Chantal Fontaine-Hodiamont



En 1986-1987, l'Institut royal du Patrimoine artistique publiait un *Vade-mecum pour la protection et l'entretien du patrimoine artistique*. Ce livre, résultat de nombreuses années de recherche et d'expérimentations, était conçu comme un guide à l'usage des gestionnaires de biens culturels et visait les œuvres conservées tant dans les églises et les institutions religieuses ou profanes, que dans les musées et les édifices privés ou publics.

Le présent document est l'actualisation, en 2017, du chapitre sur le verre de ce *Vade-mecum*. Il porte une attention particulière aux archéologues qui mettent au jour des verres souvent altérés.

Ce document est disponible gratuitement sur www.kikirpa.be. Pour une lisibilité optimale, utilisez de préférence [Adobe reader](#) et dans l'onglet *View > Page Display*, sélectionnez *Facing* et *Show Cover Page During Facing*. Les fiches complètes de certaines photos IRPA présentées ici sont directement accessibles sur [BALaT](#), la base de données de l'IRPA, par un simple clic. Pour les identifier, vous constaterez que l'icône de votre pointeur se transforme (généralement en main) quand vous les survolez.

La version imprimée est aussi disponible sur demande à l'IRPA (publi@kikirpa.be) en français, en néerlandais et en anglais.

Publié par

Institut royal du Patrimoine artistique (IRPA) | Koninklijk Instituut voor het
Kunstpatrimonium (KIK) | Royal Institute for Cultural Heritage (KIK-IRPA)
Parc du Cinquantenaire 1 | Jubelpark 1
B-1000 Brussels
www.kikirpa.be

© KIK-IRPA, Bruxelles. Tous droits réservés.

Éditeur responsable : Hilde De Clercq
Auteur : Chantal Fontaine-Hodiamont
Relecture : Catherine Bourguignon
Optimisation des images : Bernard Petit
Avec la collaboration de Damien Yernaux.

Bruxelles, novembre 2017.

LE VERRE ANCIEN : PRINCIPES DE CONSERVATION, D'EXPOSITION ET D'ENTRETIEN

Chantal Fontaine-Hodiamont

Responsable de l'atelier de conservation-restauration des verres à l'Institut royal du Patrimoine artistique

Table des matières

• Matière	4
• Facteurs d'altération	5
• Reconnaissance des altérations	7
• Interventions	12
• Environnement : conditions de conservation	18
• Manipulation	18
• Exposition et stockage	19
• Emballage et transport	21
• Fiche d'aide au constat d'état	24
• Pour en savoir plus... ..	25



1. Éclat et transparence ! En dépit du collage d'une dizaine de fragments, le verre de cette remarquable aiguière du début du XVII^e siècle est en excellent état. À droite, détail du pied truffé de petites bulles.



2. Dans ce petit gobelet ambré d'époque mérovingienne, les nombreuses et grandes bulles piégées dans la matière concourent à la fragilité du verre.

Matière

Les qualités spécifiques d'un verre sont liées à son état vitreux. Brillance, transparence, dureté, compacité, sonorité... mais aussi fragilité viennent spontanément à l'esprit (fig. 1).

Matière de synthèse, le verre est le produit de la fusion de différents éléments : pour l'essentiel, un vitrifiant (la silice), un fondant (la soude et/ou la potasse) et un stabilisant (la chaux et/ou le plomb). Mais le verre n'est pas un matériau inerte. Son état vitreux est un état d'équilibre. Celui-ci peut être rompu. En effet, le verre s'altère facilement par des transformations chimiques plus ou moins profondes de sa structure. Les qualités du verre en pâtissent de façon manifeste.

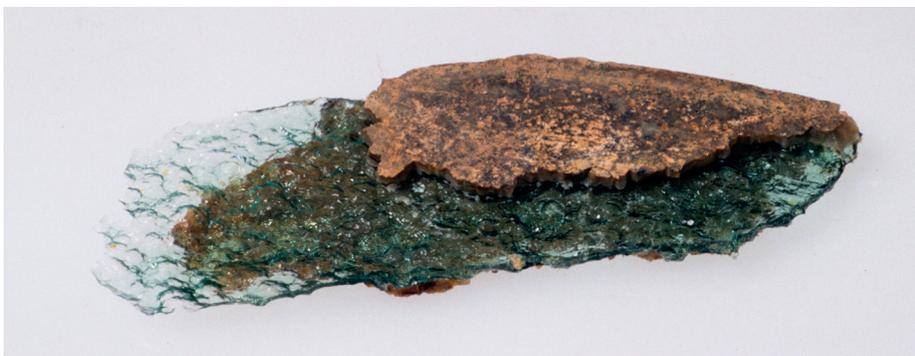
Facteurs d'altération

Les facteurs d'altération d'un verre sont multiples. Certains sont inhérents au verre lui-même : déséquilibre dans la proportion des ingrédients, nature du fondant (la potasse est plus sensible à l'eau que la soude), mélange imparfait sous une température inadéquate lors de la fusion, bullage excessif (fig. 2), présence d'impuretés (fig. 3), refroidissement trop brutal lors du recuit, procédé de fabrication... D'autres facteurs sont directement liés à l'environnement, c'est-à-dire aux conditions de conservation : degré hygrométrique inadéquat, présence de micro-organismes et de gaz dans l'air ou dans le sol, effet photochimique des rayonnements ultraviolets du soleil ou des tubes fluorescents, variations brutales et excessives de température et d'humidité relative (HR)... et nature du contexte d'enfouissement pour les verres archéologiques (un milieu basique est plus agressif qu'un milieu acide car il détruit le squelette siliceux) (fig. 4).

Le facteur le plus insidieux et le plus compromettant pour le verre est l'eau et l'humidité en général. Tous les verres anciens y sont sensibles car ils adsorbent plus ou moins d'eau. Ils retiennent à leur surface une mince pellicule d'eau très adhérente pouvant atteindre une épaisseur d'un dixième de millimètre. La silice, composant majeur des verres courants, n'est pas directement attaquée par l'eau à température ambiante, mais l'eau ou la gaine d'humidité dissout le fondant et même le stabilisant.



3. Sur la paroi de cette coupe mérovingienne, la dissolution d'une matière mal ou non vitrifiée (inclusions parasites) s'est soldée par un vide localisé, à la façon d'une galerie de ver de terre.



4. Verre de fouille. Fragment de vitre à fondant potassique, fortement altéré : une fine tranche de verre verdâtre encore sain subsiste, prise en sandwich entre deux couches de verre dénaturé et bruni.



5. Un verre cassé n'est pas irrémédiablement perdu. Soigneusement recueillis, les 250 fragments de cette grande urne romaine ont tous retrouvé leur place lors du remontage.



6. Les belles irisations dorées qui parsèment la surface de cette bouteille islamique sont le produit d'une altération. Elles sont instables et doivent être fixées.



7. Sur ce flacon oriental tardo-antique, de couleur incolore à verdâtre à l'origine, les zones noircies constituent encore l'épiderme original du verre. Les surfaces irisées sont sous-jacentes. Stade ultime de l'irisation : la paroi fragilisée et amincie est perforée (voir flèche). Un verre dans cet état doit être consolidé dans les plus brefs délais, sous peine de disparition...



8. Pelliculage inquiétant sur ce couvercle en verre vénitien. Un examen approfondi et une stabilisation s'imposent.

Reconnaissance des altérations (dégâts)

1. Verre cassé ? (fragmentation)

Après avoir constaté les dégâts et avant de toucher quoi que ce soit, enregistrez la situation en photographiant les fragments en place sur le lieu de l'accident. Lors d'une casse, tous les fragments doivent être soigneusement ramassés, même les plus petits (fig. 5). Élargissez le champ de la recherche car les fragments peuvent glisser loin et, dans une vitrine, ils peuvent même se retrouver sur une étagère inférieure. Sachez que le résultat final d'un collage complexe dépendra du soin apporté à la récupération des fragments ([voir Interventions 1](#)).

Une casse s'annonce parfois par une fissure ou une fente. Un examen approfondi de la surface du verre permettra de les détecter. Dans un tel cas de figure, contrôlez régulièrement leur évolution quitte à faire appel à un spécialiste pour stabiliser l'état du verre.

2. Surfaces et pellicules dorées ou miroitantes ? (irisation)

Un verre irisé se détecte facilement en milieu sec. La surface du verre se couvre de fines écailles dorées, souvent très fragiles, aux reflets multicolores : ce sont les irisations (fig. 6). Soyez vigilants : ces irisations signalent que le processus de décomposition du verre est amorcé par stratification (fig. 7). Toute manipulation (dépoussiérage, nettoyage) risque d'entraîner une perte de matière, surtout si le stade d'irisation est avancé. Faites appel à un spécialiste car il est nécessaire de stabiliser un verre irisé par un traitement de consolidation de surface et un environnement adéquat. En aucun cas, une couche d'irisation ne peut être éliminée par abrasion, sous peine de provoquer un éraillage du verre. Un verre irisé traité doit être contrôlé régulièrement. Un refixage est souvent nécessaire. Un dépôt de fines pellicules irisées à la base du verre doit alerter le conservateur (fig. 8).



9. Ce petit berkemeier trouvé en fouille, amputé de sa partie supérieure et presque complètement opacifié, était vert transparent à l'origine. Sa cohésion interne est fragilisée.



10. L'opacification partielle de cette partie inférieure de berkemeier s'est développée en larges plages blanchâtres.

3. Verre troublé, tacheté, brun ? (opacification)

L'opacification d'un verre se traduit par une perte de la transparence. Comme l'irisation, elle est la manifestation d'une altération irréversible. Elle peut être plus ou moins prononcée et revêtir des formes diverses : voile blanchâtre ou gris, piqûre ou tache brunâtre en surface, large plage brune traversant toute l'épaisseur du verre (fig. 9), perte totale de l'état vitreux avec changement radical de couleur (fig. 10), brunissement généralisé.

L'altération transforme ces verres en profondeur. Les zones altérées sont toujours fragilisées et l'aspect de surface est parfois trompeur, surtout dans le cas des **verres de fouille**. En effet, un verre sorti de terre et brun peut présenter une surface lisse et brillante mais il est probablement complètement cristallisé dans la masse, poreux et extrêmement friable (fig. 9). Ce phénomène est typique des verres médiévaux à fondant potassique (fig. 11). Des conditions particulières de prélèvement doivent donc être mises en œuvre pour garantir la survie des verres de fouille (voir [Interventions 1](#)).

Les verres opacifiés doivent toujours être surveillés et traités par un spécialiste qui jugera de leur degré de fragilité et pourra intervenir à bon escient (voir [Interventions 2](#)).



11. L'altération fragilise le verre. La coupe de ce calice médiéval, piquetée de brun, est déjà rongée en bordure.





4. Petites gouttes à la surface ? Zones mouillées sous le pied ? (transpiration)

La surface du verre se recouvre de gouttelettes que l'on voit parfois même couler le long des parois (fig. 12, 13). On dit que le verre « transpire » ou « pleure ». Ce phénomène s'observe en atmosphère humide sur un verre instable, hygroscopique. En atmosphère ambiante, le verre peut rester transparent mais sa surface est souvent embuée et poisseuse. En séchant, il se trouble, s'opacifie et se fragilise.

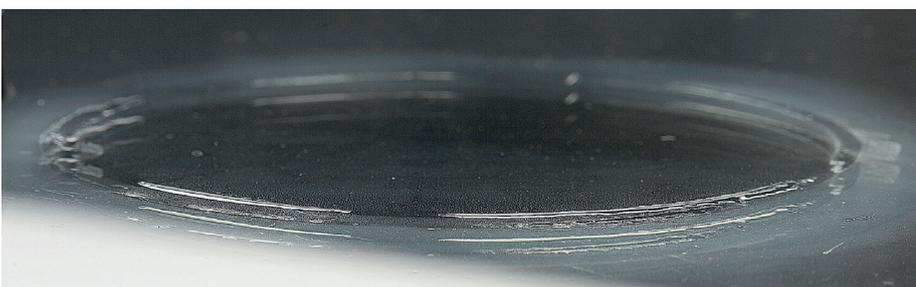
Un verre qui pleure doit être surveillé de près et son état régulièrement contrôlé. Il devra être conservé dans un endroit très sec (entre 35 et 40 % d'HR). Prévoyez donc une vitrine climatisée à un bas degré d'humidité (voir [Environnement](#)). La transpiration affecte fréquemment, mais pas exclusivement, des verres de la seconde moitié du XVII^e siècle aux composants mal équilibrés, qui présentent une carence en stabilisant (chaux).

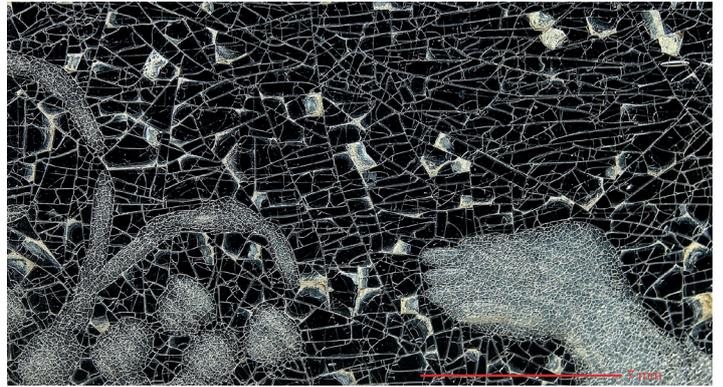


12. Verre pleurant. Les petites gouttes agglutinées sur le pied de ce verre du XVIII^e siècle trahissent son instabilité chimique. Un conditionnement spécifique doit lui être réservé.



13. Verre pleurant. Sous le pied de ce vase « façon de Venise » de la fin du XVI^e siècle, la zone de contact est mouillée. L'objet adhère à l'étagère en verre. L'examen minutieux de la surface du col a révélé la présence d'une myriade de fines gouttelettes quasi invisibles à l'œil nu. Ce verre doit être conservé dans une atmosphère sèche et stable.





14. Verres micro-fissurés du XVII^e siècle, souffrant de crizzling. L'altération peut progresser jusqu'à la désintégration totale de l'objet. À droite, détail d'un verre gravé crizzlé. Les zones gravées, en bas à gauche et à droite, sont affectées par un micro-crizzling.



15. Ce chandelier du XVIII^e siècle, parfaitement incolore à l'origine, est doublement atteint : il souffre de crizzling et de solarisation. Sa tonalité a rosé, sa surface est parsemée de micro-fissures et de petits éclats blanchâtres signalent des pertes de matière. À droite, détail du pied. Ce verre exige des mesures particulières de conservation et d'exposition.



16. Trois verres « façon de Venise » du XVII^e siècle. Le verre du milieu se distingue des deux autres par sa couleur rosâtre. C'est un verre solarisé dont la couleur a viré au rose. Il exige des mesures particulières d'exposition.

5. Verre micro-fissuré ? (crizzling)

Certains verres, de composition proche des verres transpirants, présentent un réseau de micro-fissures plus ou moins prononcé. Ces fines craquelures se présentent comme de multiples paillettes désordonnées qui peuvent traverser toute l'épaisseur du verre. Elles sont masquées en atmosphère humide mais sont facilement détectables en atmosphère sèche. Les verres souffrant de crizzling doivent absolument être isolés et conservés dans une atmosphère sèche et stable (entre 35 et 40 % d'HR) car l'altération risque à terme de détruire l'objet (voir [Environnement](#)).

6. Verre rosâtre, jaunâtre ou jaune ambré ? : couleurs suspectes

Les radiations de la lumière peuvent modifier la couleur de certains verres micro-fissurés ou crizzlés, c'est ce qu'on appelle la solarisation (fig. 15). Il s'agit d'une action photochimique des rayonnements ultraviolets (soleil et tubes fluorescents) qui transforme en rose des verres décolorés au bioxyde de manganèse, en jaune des verres décolorés à l'arsenic, et en jaune ambré des verres altérés contenant du sélénium. Les verres solarisés sont donc doublement fragilisés ! Évitez de les exposer près d'une fenêtre à la lumière du jour. Conservez-les de préférence entre 35 et 40 % d'HR, dans la pénombre ou adoptez une mesure de protection anti-UV pour vos fenêtres ou vos vitrines (voir [Environnement](#)).

Un changement de couleur peut aussi s'observer sur des verres incolores à l'origine (non décolorés), souvent des "façons de Venise" (fig. 16) à fondant potassique épuré, dont les faces internes et externes hydratées présentent une couleur rose violacée, le centre restant incolore. Comme pour les verres solarisés, cette coloration s'explique par un changement d'état d'oxydation, ici du manganèse passant de l'état réduit (au centre) à l'état oxydé (en périphérie). De tels verres doivent éviter les milieux humides et être conservés entre 35 et 40 % d'HR.

7. Verre noirci, opalisé, déformé ? (verre brûlé)

L'action d'un feu intense, lors d'un incendie par exemple, peut modifier l'aspect et la structure du verre. Ramolli par la chaleur, il se déforme et peut changer de couleur. De plus, mauvais conducteur, le verre supporte mal les chocs thermiques (tensions internes). Les verres brûlés sont donc fragilisés. Cependant, certains états peuvent être améliorés par un nettoyage spécifique et une consolidation.



17. Vitraux médiévaux endommagés suite à un incendie. Un fixage des surfaces, accompagné d'un nettoyage prudent ont ravivé les traits de grisaille : on distingue des éléments d'architecture, le museau d'un animal et l'œil gauche d'un personnage.



18. Suite à une très forte et rapide augmentation d'humidité, des efflorescences blanchâtres ont recouvert la corolle de cette fleur Art Nouveau. Il s'agit de formate de soude sous forme cristalline. Ce verre est fragilisé. Il doit être nettoyé et conservé dans une atmosphère sèche et stable. Son état doit être contrôlé régulièrement.

En **fouille**, les verres brûlés sont parfois méconnaissables. Ils méritent néanmoins d'être soigneusement examinés et conservés car ils peuvent encore receler des informations intéressantes (restes de grisaille sur les vitraux, restes de décor émaillé sur des verres creux, indices de rite funéraire, etc.) (fig. 17).

8. Autres anomalies de surface ?

Tout changement d'état, surface poisseuse, embuée, présence de petites efflorescences blanchâtres (fig. 18) ou autre anomalie, signale une action chimique en cours et nécessite un examen approfondi du verre. Les produits de l'altération devront être évacués. Et afin de stabiliser l'état du verre, une réflexion devra être menée pour améliorer ses conditions environnementales.

Interventions

1. Récupération des fragments

Avant d'intervenir, photographiez l'état de la casse et remettez ce document au restaurateur : il pourra en tirer quelque instruction pour l'avenir. Ramassez tous les fragments, comptez-les. Rassemblez-les d'après leurs dimensions et emballez-les dans du papier non acide ou dans des sacs plastiques en polyéthylène. Évitez qu'ils ne s'entrechoquent : les bordures risquent de s'émausser. À cette fin, les fragments émaillés doivent être emballés individuellement. Conservez-les bien au sec jusqu'à leur restauration.

Sur le **chantier de fouille**, la prudence est de mise. Ne laissez pas sécher à l'air libre un verre humide fraîchement sorti de terre. À première vue, le verre enfoui en milieu humide peut paraître sain mais, en réalité, il est souvent très altéré. La santé apparente du verre est une illusion produite par le mouillage de l'eau ou de l'humidité qui en assure momentanément sa cohésion. Si l'eau s'évapore sans être remplacée par un véritable consolidant, le verre risque de se désagréger. Toutefois, l'étape du séchage ne s'improvise pas et doit être confiée à un spécialiste. Un séchage mal contrôlé peut avoir des conséquences graves : écaillage de surface, effritement, cristallisation de sels ou encore désintégration totale de l'objet (fig. 19).



19. Verres de fouille. Exhumés d'un terrain humide, ces trois pièces de vitrail ont séché à l'air, dans leur boîte. Les surfaces externes (vert clair et brun noir), déjà altérées et fragilisées en terre, ont été soulevées et pulvérisées par la force d'évaporation de l'eau. Une consolidation préalable au séchage eut été nécessaire pour conserver le volume initial de ces artefacts.

D'autre part, un **chantier de fouille** n'offre pas toutes les garanties nécessaires à la récolte complète des fragments. En conclusion, mieux vaut s'abstenir de dégager un verre in situ. Ce n'est qu'en prélevant le verre avec sa gangue de terre qu'on peut prétendre récupérer le maximum de fragments (fig. 20). Le prélèvement en motte, conservé dans un emballage hermétique avec maintien du taux d'humidité est requis pour garantir la survie d'un verre fragilisé jusqu'à l'atelier de restauration. À ce propos, on pourra utilement s'inspirer des *Gestes qui sauvent sur le chantier...*, fiches et texte publiés dans le Bulletin de l'AFAV 2015 (voir bibliographie ci-dessous) et mis en ligne : <http://afaverre.fr/Afaverre/publications/les-gestes-qui-sauvent/>



20. a. Gobelet mérovingien prélevé en motte : un atout pour la récolte complète des fragments.
20. b. Même verre, partiellement dégagé.

Sur le **chantier**, il se peut que certains verres entiers ou peu fragmentés conservent encore une part de leur contenu. Dans la perspective d'une analyse d'éventuels résidus, le mieux est de prélever le verre en motte et de préserver son état afin d'éviter toute pollution avant le prélèvement de la matière à analyser (pas de nettoyage préalable ni de consolidation). Pour ce faire, on suivra à la lettre les conseils de N. Garnier, prodigués dans sa fiche méthodologique (voir bibliographie ci-dessous) et mis en ligne : <http://afaverre.fr/Afaverre/publications/les-gestes-qui-sauvent/>

Si vous n'envisagez pas de faire restaurer le verre dans l'immédiat, maintenez-le dans son emballage à l'abri de la lumière dans un sachet de couleur foncée, et au frais, dans un frigo par exemple, afin d'éviter le développement et la prolifération des mousses, champignons et autres bactéries. De toute façon, ne tardez pas trop à le confier à un restaurateur. Le cas échéant, aspergez la motte de terre avec un fongicide (2,5 % de formol dans l'eau).

Il peut arriver que le verre ait séché (fig. 21) ou que, dans certaines conditions particulières, il ait été trouvé sec. Dans ce cas, ne le remouillez surtout pas ! Un apport d'eau soudain lui sera néfaste.



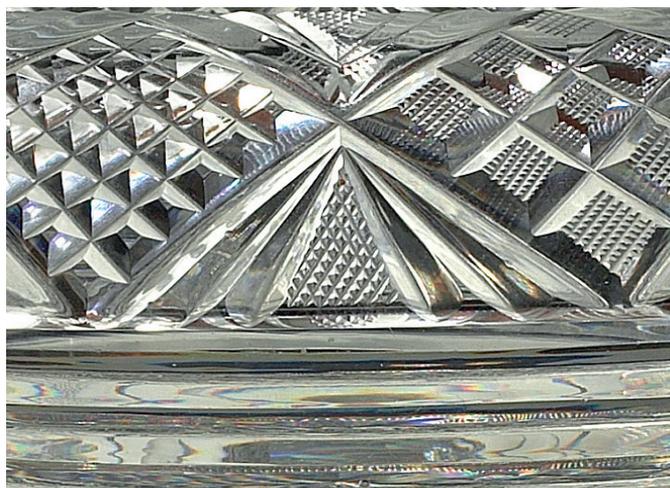
21. Trouvés en fouille et minutieusement recueillis, ces petits fragments anodins, aujourd'hui noircis et tout à fait poreux, ont permis de reconstituer la partie inférieure d'un verre à tige du XIV^e siècle, verdâtre à incolore à l'origine (H. max. conservée : 10,5 cm).



2. Nettoyage et entretien

Avant toute tentative de nettoyage, il est indispensable de détecter les altérations et d'estimer le degré de fragilité d'un verre, qu'il s'agisse de verres exposés dans un musée ou de **verres de fouille**. La survie du verre est en jeu.

Un verre ancien intact et parfaitement sain peut être nettoyé à l'eau de ville à l'aide d'un tampon d'ouate ou d'une brosse douce, puis rincé et séché rapidement avec un papier absorbant (fig. 22). Un mélange eau-acétone (1/1) est recommandé pour le nettoyage. Il présente l'avantage de dégraisser et d'accélérer le séchage. Les détergents commerciaux, ammoniac, vinaigre, soude, etc. sont à proscrire.



22. Cette coupe en cristal de Vonèche ne posera pas de problème de nettoyage. Le verre est sain. Les sillons, pyramides tronquées et autres points de diamant qui en constituent le relief extérieur pourront être simplement nettoyés à l'aide de coton-tiges légèrement imbibés d'un mélange d'eau et d'acétone.

Si le verre est émaillé, vérifiez d'abord la tenue de l'émail. S'il se détache, faites appel à un spécialiste qui le refixera (fig. 23, 24). Vérifiez aussi préalablement et discrètement (à l'aide d'un coton-tige humecté) s'il ne s'agit pas d'une peinture à froid (c'est-à-dire non cuite et qui peut donc s'effacer en présence d'eau ou d'acétone). Dans ce cas, l'eau est à proscrire évidemment.

Sur les miroirs anciens en verre étamé, scrutez la présence et l'évolution des taches noirâtres, aux contours irréguliers, qui progressent souvent à partir des bordures (fig. 25). Il s'agit d'endroits où la réflexion n'est plus assurée, suite à la perte d'adhésion du tain : le mercure s'est échappé, laissant un vide entre le verre et la feuille d'étain. Faites appel à un spécialiste pour fixer ces zones qui risquent de se désolidariser complètement du verre et de tomber.

Le nettoyage d'un lustre ancien, d'un chandelier ou d'une girandole est une opération complexe et très délicate, compte tenu de l'imbrication de nombreux éléments en métal et en verre. Méfiez-vous : dans la plupart des cas, les bras sont mal ancrés dans les godets, et les attaches des bobèches, ornements et pendeloques sont fragilisés. Le verre lui-même peut être altéré et microfissuré. Confiez l'examen de vos lustres à un restaurateur expérimenté qui vous conseillera de façon précise. La réparation de ce genre d'objets a longtemps entraîné le remplacement des éléments endommagés. Des alternatives existent aujourd'hui grâce aux collages plus efficaces et aux renforts discrets.



23. Une simple manipulation suffit pour détacher l'émail d'un verre irisé. La tête du petit poisson décorant ce gobelet islamique est déjà perdue. Le fixage est impératif.



24. Les perles turquoise terminant la double anse de cette canette vénitienne ont entamé leur processus de désintégration. Une consolidation s'impose d'urgence sous peine de les voir complètement pulvérisées et disparaître.



25. Les taches noirâtres en bordure de ce miroir étamé signalent un décollement de la feuille d'étain suite à la disparition du mercure. Un refixage devra être effectué à l'aide d'une résine synthétique appropriée.

De toute façon, si le verre est altéré, confiez son nettoyage à un spécialiste. En tout cas, ne nettoyez jamais à l'eau un verre sec irisé et/ou opacifié.

Par ailleurs, en aucun cas un verre ancien ne peut être chauffé (risque de dévitrification) ni recouvert d'un vernis commercial (risque d'emprisonner l'humidité). N'employez pas de pâte abrasive ou d'éponge de vaisselle pour casserole : elles peuvent griffer et dépolir le verre.

Sauf en cas de reprise d'anciens collages et sous certaines conditions, un verre restauré - collé ou consolidé - ne peut jamais être nettoyé par immersion dans l'eau, l'acétone ou un autre solvant, sous peine de voir lâcher les anciens collages ou d'assister à sa désagrégation. Un léger dépoussiérage à sec avec une petite brosse douce, un pinceau plat à poils doux ou un chiffon à effet électrostatique suffira à son entretien.



26. Reprise d'anciens collages sur une petite cruche gallo-romaine. Colle adéquate et savoir-faire redonnent vie à l'objet.



3. Collage

Actuellement, les collages réalisés par des spécialistes sont très discrets et les techniques de remontage permettent de replacer correctement un très grand nombre de fragments (plusieurs centaines !). Seul un spécialiste pourra juger du produit et de la procédure à mettre en œuvre en fonction de l'état du verre.

Ne vous improvisez pas colleur : les reprises de mauvais collages sont fastidieuses car l'élimination totale d'une ancienne colle parfois doublée prend beaucoup de temps (fig. 27). L'opération est souvent périlleuse et aléatoire sur des verres altérés.

Évitez aussi de maintenir des fragments à l'aide de papiers collants. Sur des verres irisés ou crizzlés, ils arracheront des feuillets entiers, fragilisant ainsi les surfaces sous-jacentes (fig. 28). Sur des verres sains, ils finiront avec le temps par emporter d'infimes particules de verre et la surface en sera marquée.

De toute façon, les colles animales sont à proscrire. Elles se rétractent fortement au séchage, emportant des particules de verre.

Le grugeage parfois constaté sur des verres creux pour faciliter le collage est une pratique révolue : touchant à l'intégrité même du verre, il le défigure irrémédiablement (fig. 29).

Le cas échéant, un fragment peut être refixé provisoirement à l'aide d'une colle réversible de type commercial, dite colle universelle (acétate de polyvinyle ou acrylique dans un solvant organique). Néanmoins, ce type de colle est déconseillé pour l'assemblage des fragments très lourds en porte-à-faux. Les colles à base de PVC (chlorure de polyvinyle) ne conviennent pas pour le verre car elles dégagent des vapeurs acides.



27. Sur ce cornet mérovingien, le doublage intérieur, en papier fixé à la colle animale (reliquat d'une ancienne restauration), s'est rétracté en emportant la surface irisée du verre.



28. Les fragments de ce couvercle de la fin du XVII^e siècle (à dr. après restauration) ont été anciennement rabi-bochés à l'aide de papier gommé de bords de timbres-poste. La gomme arabique, adhésif habituel des timbres anciens, s'est rétractée au séchage, craquelant et arrachant l'épiderme du verre déjà fragilisé par le crizzling.



29. Traces de grugeage sur une urne romaine nouvellement restaurée. Séquelles d'anciens collages peu respectueux de l'intégrité matérielle, cicatrices indélébiles.

Environnement : conditions de conservation

Le verre doit être conservé dans une atmosphère sèche et stable. Une température de 18 à 20° et une humidité relative inférieure à 50 % sont recommandées ($\Delta 3^\circ/24h$ - $\Delta 5 \%/24h$). Mais un verre micro-fissuré, un verre qui transpire et un verre dont la couleur a viré doivent impérativement être détectés et surveillés. Rassemblez ces verres fragilisés dans une vitrine climatisée à 18° avec un taux d'humidité maintenu entre 35 et 40 % (à partir de 42 % d'humidité relative, les carbonates de potassium deviennent hygroscopiques et le verre poursuit son processus de décomposition). Toutefois, pour ces verres à problèmes, une atmosphère trop sèche, où l'HR est inférieure à 30-35 %, doit aussi être évitée car la déshydratation peut conduire à une fracturation. De même, une température trop basse peut générer une condensation de vapeur d'eau en surface et dans les fissures, initiant ou accélérant le processus de dégradation.



30.

Les brusques variations de température (coups de soleil ou spots lumineux chauffants) ne constituent pas des garanties de bonne conservation. Sur des verres déjà restaurés, leurs effets peuvent être catastrophiques car les résines de collage, de consolidation et de reconstitution ont des coefficients de dilatation différents de celui du verre. Outre leur jaunissement accéléré, ces résines perdront plus ou moins rapidement toute efficacité.

L'exposition des verres altérés et/ou restaurés doit se faire sous une intensité lumineuse inférieure ou égale à 150 lux. Un verre solarisé (dont la couleur a viré sous l'action du soleil) ne devra pas être soumis à un rayonnement UV dépassant 75 microwatt/lumen. Dans ce cas, prévoyez éventuellement une protection anti-UV sur les vitres ou laissez le verre dans la pénombre. Les verres sains et non recollés peuvent être exposés sous une intensité lumineuse de 300 lux maximum.

En prévision de conditions atmosphériques extrêmes, dans les cas de gel (lors d'une coupure de chauffage en hiver par exemple), veillez à protéger en priorité les verres restaurés, surtout les verres recollés à hauteur de la jambe, et couchez-les : en effet, les collages risquent de lâcher par un effet de cisaillement au niveau des joints (alternance rétraction/dilatation de la colle). Après le rétablissement des conditions normales d'exposition, le redressement des verres devra s'accompagner d'un contrôle de la qualité des collages. Si le verre «sonne creux» avec une tonalité de carton, s'il n'y a pas de résonance quand on le «cogne» à l'ongle, les collages devront être révisés par un spécialiste.



31. Saisir le verre des deux mains est la meilleure garantie contre toute distraction ou maladresse. Cette façon de faire peut aussi être bénéfique en cas de lâchage d'un ancien collage.

Manipulation

Si la prudence est la mère de la porcelaine, a fortiori elle est bien celle du verre aussi ! Avant toute manipulation d'un objet en verre, détectez les éventuelles restaurations : les collages restent toujours des points faibles et les anciennes colles, devenues cassantes, peuvent céder subitement. Ne manipulez qu'un seul verre à la fois. Prenez-le des deux mains, l'une par le bas, l'autre en soutenant le haut (fig. 31). À priori, ne le saisissez pas par les anses : elles sont souvent recollées.

Lavez-vous les mains avant de prendre un verre et évitez tout dépôt de transpiration. On peut le manipuler à mains nues mais certains préfèrent mettre des gants. Pour leur meilleure adhérence, les gants en nitrile ou en latex auront la préférence car les gants en coton peuvent glisser sur le verre.

Exposition et stockage

Avant tout, il est indispensable d'écartier toutes sources de vibration et de vérifier la stabilité des étagères qui accueilleront les verres. Ne les empilez pas et vérifiez aussi leur stabilité (fig. 32). Couchez les pièces instables ou rétablissez leur stabilité à l'aide d'une petite mousse en polyéthylène ou maintenez-les par un tuteur extérieur, en plexiglas par exemple. Dans les vitrines des salles d'exposition, disposez les grands objets à l'arrière, à bonne distance des plus petits. N'accumulez pas trop d'objets sur une étagère afin de ne pas être gêné lors de la préhension d'un verre. Dans les réserves, l'idéal est de disposer les verres en une rangée par niveau.

Choisissez une vitrine ou une armoire de réserve dont les matériaux sont inertes, tels le métal émaillé, le verre ou le polycarbonate. Le bois, les panneaux de particules et autres agglomérés de bois (attention à la présence de formaldéhyde !) risquent d'être nocifs pour le verre : ils peuvent dégager des vapeurs acides et de l'humidité. L'accès aux verres doit être sécurisé mais aisé. L'expérience a montré que le système d'ouverture des vitrines avec ventouses est à déconseiller : il est trop lourd et le moindre lâchage peut provoquer des catastrophes.

Concernant l'aménagement intérieur des vitrines, évitez de présenter les verres sur un lit de sable (abrasif !) fixé à l'aide d'une colle aqueuse (du type « colle à bois ») qui, en séchant, saturera le taux d'humidité, avec pour conséquence une altération accélérée ou une irisation brutale des verres. Comme alternative, on peut éventuellement conseiller du feutre synthétique isolé du support par une feuille de Mélinex® (film polyester).

Le support en plexiglass ou en polycarbonate, extérieur ou intégré à l'objet, est particulièrement indiqué pour les verres fragiles et/ou incomplets exposés au public (fig. 33). Une alternative moins coûteuse est proposée pour des verres légers destinés aux réserves : le support intégré peut être réalisé en carton non acide (fig. 34).



32. Présentoir inadapté et vibrations : un mauvais mariage. À gauche, un petit balsamaire antique déstabilisé tente de s'échapper de son socle au risque de se fracasser sur l'étagère en verre... Le contact direct du métal n'est pas non plus souhaitable. Un support en polycarbonate bien adapté est préférable.



33. N'hésitez pas à faire appel à un restaurateur expérimenté qui pourra valoriser quelques beaux fragments par un habile montage. Ce verre à serpents du XVII^e siècle, dont le pied et la coupe sont suggérés en plexiglass, en est un bel exemple. Restauration et soclage de Nicole Minten.





34. La présentation d'objets incomplets et/ou instables, comme ces bouteilles du XVII^e siècle, oblige souvent à recourir à des supports. À gauche, un support intégré en feuilles de polycarbonate profilées et croisées. À droite, même type de support mais réalisé en carton non acide (alternative moins coûteuse, proposée pour les réserves). Restauration et soclage de Ragna Dehertogh.



Pour inventorier vos verres, évitez les étiquettes à fil et autres autocollantes : elles risquent de retenir l'humidité et d'accélérer localement le processus de détérioration. Préférez un marquage discret à l'encre de chine (fig. 35). N'écrivez pas directement sur le verre mais appliquez préalablement une fine couche de résine acrylique incolore en guise d'isolant (Paraloid® B72 à 10 % dans l'acétone). Si nécessaire, protégez votre marquage par une nouvelle application de résine. Pour un inventaire provisoire, on pourra utilement recourir à une petite bande de Mélinex® marquée au feutre indélébile, et enroulée autour d'une anse ou de la jambe par ex. (fixage du Mélinex® au Mélinex® à l'aide d'un adhésif facilement réversible).



35. Le marquage doit concilier lisibilité et discrétion.

Par ailleurs, des verres fragilisés, crizzlés ou **archéologiques**, peuvent être stockés et conditionnés en atmosphère sèche, à moindre frais. Il suffit de les emballer individuellement dans un sachet en polyéthylène transparent et hermétiquement fermé, et d'y joindre une feuille d'Art-Sorb® (silicagel fibreux non tissé) conditionné à 35-40 % d'humidité relative. Pour éviter tout contact direct entre le textile et le verre, l'Art-Sorb® sera lui-même emballé dans du papier non acide. Afin de contrôler l'évolution du micro-climat dans le sachet, un petit indicateur-carton d'HR peut être inséré dans le sac (fig. 36). Les verres ainsi conditionnés peuvent ensuite être rassemblés dans une boîte bien hermétique, en plastique polystyrène cristal ou polypropylène transparent (marque Curver® recommandée). L'état de tels verres devra régulièrement être vérifié et ce type de conditionnement, à faire réaliser par un spécialiste, est encore à évaluer à long terme, mais il a été spécialement conçu comme une solution temporaire pour la conservation des verres dans un environnement humide et instable (caves ou abris mal conditionnés).

36. a. Pour un stockage en réserves, ce verre crizzlé du XVIII^e siècle (à dr.) a été emballé dans un sachet en polyéthylène transparent, en compagnie d'une feuille d'Art-Sorb® (en jaune) conditionnée à 38 % d'HR et elle-même emballée dans du papier non acide (à g.).

36. b. Le tout a été déposé dans une boîte hermétique, calfeutrée de mousse polyéthylène. Un indicateur-carton d'HR a été inséré dans le sachet. L'état du verre peut être contrôlé régulièrement à travers le sac.





Dans les réserves aussi, les verres devront impérativement être conservés à l'abri de la poussière qui, s'accumulant, devient hygroscopique (fig. 37, 38). Les étagères ouvertes peuvent être protégées par du Tyvek® (polyéthylène non tissé). Des verres archéologiques incomplets et des fragments pourront être conservés dans boîtes en polypropylène (par ex. du type Really Useful Box®) ou des tiroirs, moyennant un dispositif approprié fait de mousse polyéthylène évidée à bonnes dimensions et/ou de petites attaches en fil de nylon. L'article de J. Navarro, signalé dans la bibliographie ci-dessous, pourra être utilement consulté à ce sujet.

37. Des boîtes empilables en polypropylène transparent avec compartimentage en mousse polyéthylène conviennent parfaitement pour le conditionnement sécurisé de ces verres archéologiques. Dépôt de l'Agence wallonne du Patrimoine à Saint-Servais (Namur).

Emballage et transport

Par sa forme et son état de conservation, chaque verre est un cas à part et doit être emballé individuellement. Il faut veiller à ce que le matériau d'emballage soit léger et doux, n'accrochant pas, peu hygroscopique voire inerte et facile à travailler. On choisira donc d'emballer le verre dans du papier non acide (fig. 39) (vérifiez qu'il n'ait pas été tamponné avec des produits basiques qui sont nocifs pour le verre) ou mieux, dans une feuille de polyéthylène, ou bien encore dans un sachet en polyéthylène transparent et hermétiquement fermé (fig. 41), ou encore, à défaut et pour de courtes périodes, dans du plastibulle, bulles tournées vers l'intérieur pour mieux amortir les chocs (toutefois, à terme, les bulles risquent de marquer un verre dont la surface a été traitée).



38. À recommander pour les réserves : le recours aux armoires métalliques du type Compactus® (rayonnages mobiles motorisés) garnies de tapis d'étagère en mousse polyéthylène. Musée du verre de Charleroi.



39. Choisissez plusieurs épaisseurs de papier non acides pour emballer le verre.



Papier journal et boîte exigüe sont à proscrire !



40. Ce calice vénitien retient en surface les résidus des copeaux de bois dans lesquels il a été conservé pendant de longues années. Ces résidus hygroscopiques ont amorcé une attaque ponctuelle du verre par piquetage.



41. À moindre frais : exemple d'emballage provisoire pour un bref transport. Dans une caisse en carton dur, trois verres sous conditionnement Art-Sorb® à 38 % d'HR, séparés par des mousses en polyéthylène, doivent encore être

recouverts de papillotes en frigolite.

42. Les fragments de vitraux trouvés en fouille, souvent très altérés et friables, nécessitent un traitement de conservation. Des passe-partout en mousse polyéthylène permettront de les stocker isolément en



D'autres matériaux peuvent aussi être recommandés, comme l'Ethafoam® (feuille de polyéthylène associée à du plastibulle) ou encore le Tyvek® (polyéthylène non tissé).

Préalablement à l'emballage individuel, protégez les parties fragiles — anses, jambes et zones lacunaires — par de petites calles en boulettes de papier non acide ou en ouate synthétique faite de polyéthylène. L'idéal, pour ces types d'emballage, est d'obtenir en finale un volume plein, plus facile à appréhender.

Après avoir été emballés individuellement, les verres seront mis dans de solides caisses en polyéthylène ou multiplex (contre-plaqué), couchés si leur état le permet. Calfoutez la caisse de polyéthylène, compartimentez-la si elle doit recevoir plusieurs verres, et veillez à ce que le verre ne se déplace pas dans la caisse et ne heurte pas d'autres verres durant le transport. Maintenez-le en place avec des petites cales ou des rouleaux en polyéthylène, ou à défaut avec des papillotes en frigolite (mousse de polystyrène). Un objet lourd ou volumineux pourra être directement déposé sur un coussin confectionné sur mesure, fait de billes de frigolite enveloppées de Tyvek®, et placé au fond de la caisse. Mais il faut à tout prix exclure la paille et les copeaux de bois : ils constituent un milieu hygroscopique néfaste pour le verre (fig. 40). Évitez aussi le papier journal (fig. 39) et le papier commercial du type «essuie-tout».

Les petits fragments seront judicieusement emballés dans des mini-sachets plastiques transparents en polyéthylène. S'ils sont très fragiles, ils pourront être emballés et stockés à plat, dans des passe-partout découpés sur mesure dans une mousse polyéthylène adaptée à l'épaisseur du verre (fig. 42).

Pour le transport d'un verre particulièrement fragile, il est conseillé de prévoir une boîte en carton non acide faite sur mesure, avec un soutien intégré et un volet mobile (avec fermeture Velcro® par ex.) pour accéder facilement à l'objet (fig. 43).



les protégeant des chocs.

43. Ce verre médiéval trop fragile ne pouvait être couché. Un emballage adapté, en carton non acide, a été conçu pour son transport en position debout. Des petites cales en mousse polyéthylène doivent encore maintenir la coupe en place au niveau de la découpe verticale en carton. Le rabat, fixé par deux

Fiche d'aide au constat d'état

Références

- Propriétaire :
- n° inv. :
- verre de collection
- verre de fouille
- époque :
- origine :

Etat de conservation

- **intact**
- **incomplet**
- **fragmenté** → complet
 - lacunaire
 - collage(s) → bon(s)
 - à refaire
 - (cassants, jaunis, débords, fragment détaché...)
 - reconstitution(s)
 - bonne(s)
 - à refaire
 - à supprimer
- **couleur originale** :
 - opaque
 - brillant
 - transparent
 - mat
- **aspect** → propre
 - sale
 - (empoussiéré, dépôt terreux, tache de rouille,...)
- **altération**
 - transpiration
 - crizzling
 - décor (émail/grisaille/peinture à froid, dorure, gravure, taille,...)

Aspect / localisation	Surface externe	Surface interne	En profondeur
rayure <input type="checkbox"/>			
fêlure <input type="checkbox"/>			
usure /matité <input type="checkbox"/>			
nuage <input type="checkbox"/>			
opacification → blanche <input type="checkbox"/>			
→ brune <input type="checkbox"/>			
→ noire <input type="checkbox"/>			
croûte compacte <input type="checkbox"/>			
irisation → stable <input type="checkbox"/>			
→ instable <input type="checkbox"/>			
piqûre <input type="checkbox"/>			
porosité <input type="checkbox"/>			
surface rongée <input type="checkbox"/>			
autre :			

- **traitement effectué**
 - collage(s) → produit utilisé : _____ reconstitution(s) → produit utilisé : _____
 - date : _____ → date : _____
 - traitement de surface localisation : _____ → produit utilisé : _____
 - date : _____ → date : _____
 - consolidation en profondeur localisation : _____ → produit utilisé : _____
 - date : _____ → date : _____
 - autre :

- **présentation**
 - support → intégré matière : _____
 - externe
 - conditionnement particulier :

• remarques

Pour en savoir plus...

M. BAILLY, *Le verre*, dans *La conservation en archéologie. Méthodes et pratique de la conservation-restauration des vestiges archéologiques* (coord. M.C. BERDUCOU), Paris, 1990, p. 120-162.

R. BARCLAY, A. FERGERON et C. DIGNARD, *Supports pour objets de musée : de la conception à la fabrication*, Ottawa, 1995.

I. BIRON, *Le matériau verre et les objets du patrimoine. Origine et manifestation des problèmes rencontrés*, dans *Conservation, restauration de verre. Actualité et problématiques muséales* (Actes du colloque, Trélon, 28 sept. 2007), 2007, Fourmies, p. 13-23.

S. DAVISON, *Conservation of Glass and Vitreous Materials*, dans G. KORDAS (dir.), *Hyalos, Vitrum, Glass* (1st International Conference), Athènes, 2002, p. 175-179.

P. DE HENAU, *Qu'est-ce que le verre ? Ses altérations, sa conservation*, dans *Bulletin de l'Institut royal du Patrimoine artistique*, 27, 1996/98, p. 261-272.

S. FLORQUIN, E. DE WITTE et A. TERFVE, *Vergelijkend onderzoek van enkele «alleslijmers»*, dans *Bulletin de l'Institut royal du Patrimoine artistique*, 19, 1982/83, p. 105-114 = *Étude comparative de quelques colles «universelles»* (trad. J.-J. CHRISTIANS), dans *Conservation Restauration. Revue technique des Artistes Restaurateurs des Œuvres d'Art*, 7/8, 1986, p. 34-37.

CH. FONTAINE-HODIAMONT et P. DE HENAU, *Les verres*, dans *Vade-mecum pour la protection et l'entretien du patrimoine artistique*, *Bulletin de l'Institut royal du Patrimoine artistique* XXI, 1986-1987, p. 76-79

CH. FONTAINE-HODIAMONT, *Conservation et restauration de verres archéologiques*, dans *3^e Congrès de l'Association des Cercles francophones d'Histoire et d'Archéologie de Belgique* (Namur, 18-21 août 1988. Actes IV), Namur, 1991, p. 173-179.

CH. FONTAINE-HODIAMONT, M. KAPPES et P. LEROY-LAFAURIE, *Du sol à l'atelier de restauration : conseils pour la sauvegarde temporaire des verres archéologiques*, dans *Bulletin de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre (AFAV)*, 2015 (Paris, 29^e Rencontres, 2014), p. 124-127.

I. GARACHON, *Voorzichtigheid is de moeder van de porseleinkast. Preventieve conservering van ceramiek en glas* (CL Informatie, 16), Amsterdam, 1994.

N. GARNIER, *À la recherche du contenu des objets archéologiques en verre par les analyses de composition*, dans *Bulletin de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre (AFAV)*, 2015 (Paris, 29^e Rencontres, 2014), p. 131-139.

M. KAPPES, CH. FONTAINE-HODIAMONT et P. LEROY-LAFAURIE, *Les gestes qui sauvent...*, dans *Bulletin de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre (AFAV)*, 2015 (Paris, 29^e Rencontres, 2014), p.126-130.

ST. P. KOOB, *Conservation and Care of Glass Objects*, Corning [N Y], 2006 (Archetype Publications).

J. LAMBRECHTS, *Glass, on the site of Faro, Vlaams steunpunt voor cultureel erfgoed (Depotwijzer)*. Online: <https://www.depotwijzer.be/glas-0>.

J. NAVARRO, *Moving Displays : Four Methods of Mounting Ceramics and Glass in Drawers*, dans *Preprints of the 12th Triennial Meeting of the ICOM-CC*, II, Lyon (1999), p. 793-798.

R. NEWTON et S. DAVISON, *Conservation of Glass*, Oxford, 1989 [rééd. 1996].

V. OAKLEY, *The Deterioration of Vessel Glass*, dans *Glass and Enamel Conservation* (The United Kingdom Institute for Conservation, Occasional Papers, 11), Londres, 1992, p. 18-22.

M. OTTE et K. VAN LOOKEREN CAMPAGNE-NUTTALL, *Keramiek en Glas*, dans *Syllabus bij de basis cursus Behoud en Beheer. Passieve Conservering. Deel 2 : Materialen* (LCM-publicatie, 7), Tilburg, 1996, p. 73-80.

P. PLISKA, *Conservation et restauration des verres*, dans *À travers le verre du Moyen Âge à la Renaissance* (catalogue d'exposition, Musée départemental des Antiquités, Rouen), Nancy-Maxéville, 1989, p. 424-428.

J. PINCEEL et L. COGNARD, *En salle d'opération ! Le laboratoire de conservation et de restauration*, dans *Bruxelles Patrimoine*, n° 17, déc. 2015, p. 78-91, en particulier p. 83-84.

Préserver les objets de son patrimoine. Précis de conservation préventive (SFIIC), Sprimont, 2001 (Mardaga). Voir en particulier Le verre, p. 95-100 ; Le vitrail, p. 101-109 ; Les émaux, p. 110-115 ; Les objets de fouilles, p. 124-130.

L. ROBINET, *Le rôle des polluants organiques dans l'altération des verres sodiques historiques*, 2006 (Thèse, Université Pierre et Marie Curie – Paris – Edinburgh University, sous la dir. de Christopher Hall et Nelly Lacombe).

B.A. RODGERS, *The Archaeologist's Manual for Conservation. A guide to Non-Toxic, Minimal Intervention Artifact Stabilization*, New York, 2004, p. 139-157.

N.H. TENNENT (éd.), *The Conservation of Glass and Ceramics. Research, Practice and Training*, Londres, 1999.

A. WINTER, *Comment le verre s'altère avec le temps*, dans *Science Progrès La Nature*, n° 3374, 1966, p. 208-214.

Pour la problématique spécifique liée aux panneaux de vitraux, sujet non abordé ici, il est conseillé de consulter les ouvrages suivants :

I. LECOCQ et Y. VANDEN BEMDEN, *La conservation et la restauration des vitraux. Recommandations pour l'élaboration d'un cahier des charges* (Dossier de la Commission royale des monuments, sites et fouilles, 13), Liège, 2010. Voir aussi les conseils judicieux donnés par J. CAEN, *Glas*, dans *Verzekerde Bewaring*, 7, 2013, p. 3-24 (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap), récemment mis en ligne : https://s3.amazonaws.com/verzekerdebewaring/aflevering_glas.pdf

Remerciements

Pour leur précieuse collaboration à la présentation du vade-mecum et à sa seconde édition sur internet nous tenons à remercier tout particulièrement : Catherine Bourguignon, Marie-Christine Claes, Charlotte Cuvelier, Marjolijn Debulpaep, Stijn De Groof, Ragna Dehertogh, Jean-Luc Elias, Simon Laevers, Dahlia Mees, Caroline Meert, Bernard Petit, Marina Van Bos, Adeline Vanryckel, Damien Yernaux (IRPA) ; Guy Focant et Marie-Hélène Schumacher (AWaP), Janette Lefrancq (Conservatrice honoraire, MRAH), Bénédicte Rigoli (MRAH) et Nicole Minten (restauratrice indépendante).

Crédits photographiques

Nous nous sommes efforcés d'appliquer les prescriptions légales en matière de copyright. Quiconque se considérerait autorisé à faire valoir des droits est prié de s'adresser à la direction de l'IRPA.

Bruxelles, © KIK-IRPA, Bruxelles :

Photos KIK-IRPA (service photographique, en particulier Jean-Luc Elias, Jacques Declercq et Hervé Pigeolet) accessibles via BALaT (balat.kikirpa.be) : fig. 1 (Z013132), fig. 2 (X069333 et X069340), fig. 4 (Di070699), fig. 5 (KN009205), fig. 6 (Z006712), fig. 9 et (Z002386), fig. 10 (Z002386), fig. 11 (KM008612), fig. 13 (X015077), fig. 14 (M194855), fig. 17 (Z004933), fig. 18 (Z003864), fig. 22 (Z005370), fig. 27 (KM008619), fig. 29 (KN009205), fig. 34 (Z003993), fig. 38 (X027784), fig. 43 (KM008619)

Images tirées des dossiers d'intervention de l'IRPA : fig. 1 (Z013169L), fig. 3 (Z003576L et Z003715L), fig. 5 (KE001028L), fig. 6 (KM000899L), fig. 7 (Z013442L), fig. 8 (Z002948L), fig. 11 (KM000459L), fig. 13 (X015053L et X015059L), fig. 14 (Z001404L), fig. 15 (Z004379L et Z004380L), fig. 16 (Z002947L et Z002944L), fig. 19 (KM002202L), fig. 21 (X075023L et X075022L), fig. 23 (KM000902L), fig. 24 (Z002945L), fig. 25 (KE001136L), fig. 26 (KE002334L et KM000518L), fig. 28 (Z001059L, Z008056L et Z002135L), fig. 29 (KM000930L), fig. 35 (Z003217L), fig. 36 (X072323L et X072322L), fig. 39 (Z003220L et Z003226L), fig. 40 (Z002950L et Z002951L aussi reprise sur la couverture), fig. 42 (Z003223L et Z003224L)

Photos de travail :

Fontaine-Hodiamont, Chantal : fig. 21, fig. 31, fig. 32, fig. 37, fig. 41

Lefrancq, Janette : fig. 12

Minten, Nicole : fig. 33

Namur, SPW, Guy Focant : fig. 20

