

UNIVERSITÉ PARIS 1 PANTHÉON-SORBONNE
CENTRE DE RECHERCHE HiCSA
(Histoire culturelle et sociale de l'art - EA 4100)

PAPIERS EN VOLUME, TRADITIONS ASIATIQUES ET OCCIDENTALES

Actes de la journée d'étude du 4 novembre 2016
Claude Laroque et Valérie Lee (dir.)

HISTOIRE TECHNOLOGIQUE DES GLOBES,
LA PROBLÉMATIQUE DU MOUVEMENT

FLEYGNAC OLIVIER

Pour citer cet article

Fleygnac Olivier « Histoire technologique des Globes, la problématique du mouvement », dans Claude Laroque et Valérie Lee (dir.), *Papiers en volume, traditions asiatiques et occidentales*, actes de la journée d'étude du 4 novembre 2016, site de l'HiCSA, mis en ligne en février 2018, p. 38-50.

HISTOIRE TECHNOLOGIQUE DES GLOBES, LA PROBLÉMATIQUE DU MOUVEMENT

FLEYGNAC OLIVIER

Restaurateur du patrimoine, spécialité arts graphiques

Cet article, issu de la conférence « Papiers en volume », a pour objet de mettre en relation l'évolution technologique de la fabrication des globes avec la progression des connaissances géographiques et la transformation de leur valeur d'usage. Nous essayerons de démontrer l'importance de comprendre ces liens pour assurer une conservation appropriée.

Évolution technologique

Les globes sont des objets composites où coexistent des matériaux aussi variés que le bois, le plâtre, la toile (de chanvre ou de coton), les colles, celluloses ou protéiniques, le métal et, bien sûr, le papier, qui y est utilisé aussi bien comme élément structurel que comme support cartographique. Pourquoi une telle complexité, alors qu'il existe des cartes précises, plus aisément transportables ? Pourquoi, de manière générale, l'utilisation des globes supplante-t-elle celle des planisphères ?

Dès l'antiquité, le ciel est représenté sur un globe. Sa cartographie est assez clairement décrite par Hipparque dès le II^e siècle av. J.-C. Bien que non conforme à la réalité des astres, elle résulte d'une projection géométrique des étoiles sur le globe terrestre. L'observateur doit donc imaginer se trouver sur terre et observer les étoiles de manière inversée.

Ces représentations célestes sont réalisées sur des supports pérennes et coûteux, tels que le marbre. La copie antique de l'Atlas Farnèse datée du II^e siècle avant J.-C. (**fig. 1**), est un exemple parlant dont l'emploi démontre clairement l'importance qu'on lui accorde. L'objet devait non seulement être agréable à regarder, mais également permettre une lecture aisée durant une période longue dépassant la durée de vie d'un seul homme. La valeur de cette statue présume donc une certaine universalité de ce qu'elle représente.

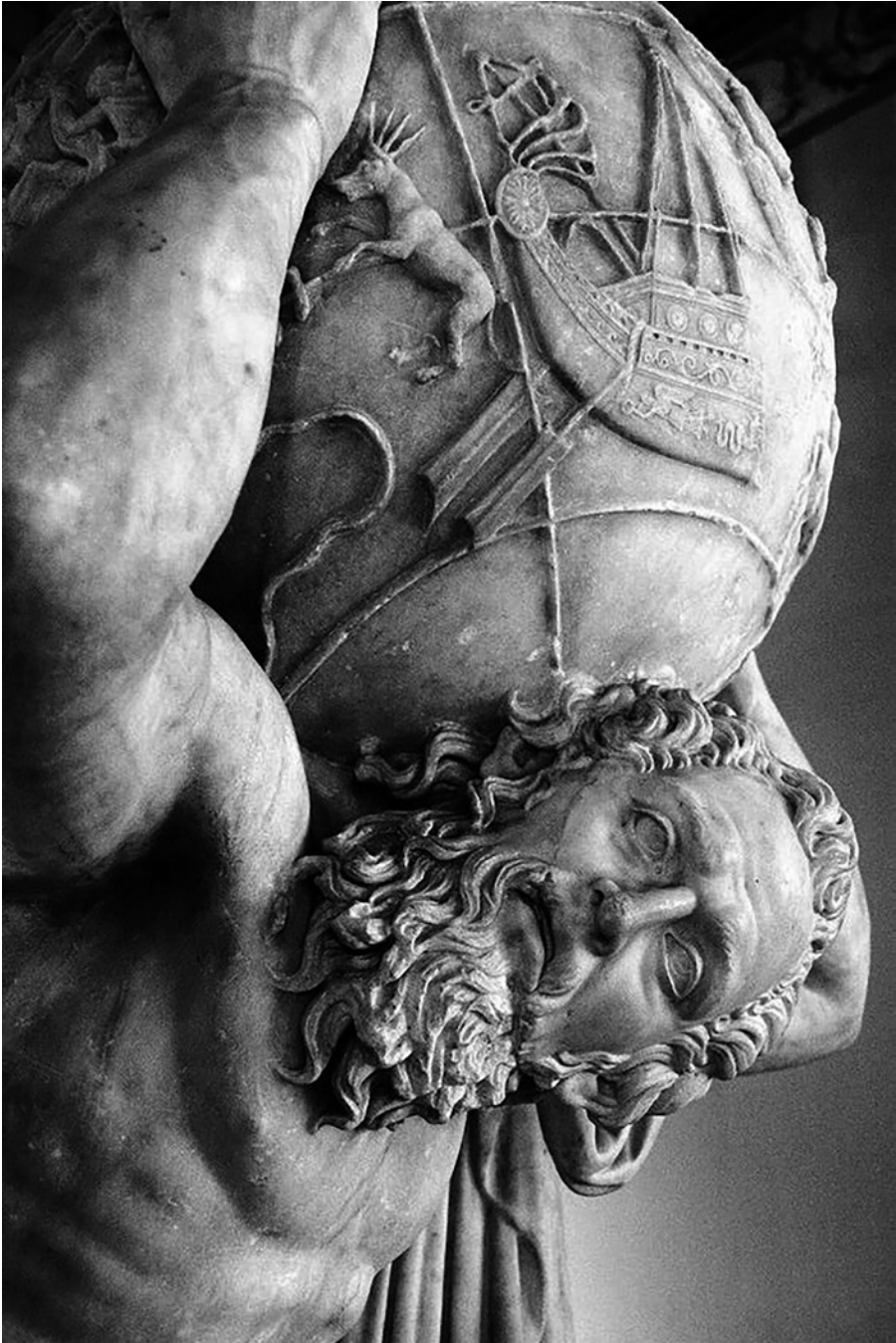


Fig. 1. Atlas Farnèse, Musée archéologique National de Naples, détail, © O. Fleygnac

Les cartographies d'Hipparque nous apportent, en effet, des informations cruciales : la ligne d'écliptique représentant la course du soleil sur terre et les signes zodiacaux qui s'y réfèrent, permettent aux cartographes d'aujourd'hui d'évaluer les mouvements effectués par la terre, depuis l'Antiquité jusqu'à nos jours, en situant, notamment, la position actuelle des constellations par rapport à cet axe.

Un autre exemple, le globe de Mayence, du III^e siècle av. J.-C., est considéré comme une copie antique d'une sphère encore plus ancienne. Il est fabriqué en métal, ce qui témoigne encore une fois de l'importance de la transmission de l'objet. On observe, par ailleurs, que le trou permettant le passage de l'axe est un parfait carré. Cette petite sphère était donc destinée à être placée sur un axe mobile rotatif et à ne pas s'en décaler. Un montage novateur, qui n'est pas sans rappeler des œuvres beaucoup plus tardives, comme certains planétariums, où les planètes se déplacent les unes par rapport aux autres dans une juste proportion de temps grâce à l'action d'une manivelle. Par conséquent, la valeur historique de cet objet ne se limite pas à sa cartographie, mais également à l'introduction d'une nouvelle technique d'assemblage, voire même d'un nouvel objet, ancêtre du planétarium.

Ces premiers globes célestes, quelle que soit leur technique de fabrication et leur destination, ont introduit, avec beaucoup de précision cartographique, ce que le planisphère ne pouvait faire que difficilement : le mouvement des astres, l'idée d'une rotation.

Le globe de Martin Behaim, daté de 1492, est le premier globe terrestre qui nous soit parvenu. Sa coque est constituée de plusieurs couches de papier collées entre elles et recouvertes de plâtre. Elle fut ensuite doublée de parchemin sur lequel est peinte la cartographie. Un tel niveau d'aboutissement technique n'est évidemment pas le fait d'une première expérience, il n'était sans doute pas le seul globe produit à cette époque.

Sa première version est dépourvue de table d'horizon. Behaim, qui se déplace beaucoup pour les affaires, l'a fait réaliser à titre publicitaire pour financer son prochain voyage en Chine. L'usage du papier lui permettait d'obtenir un globe rapidement et à peu de frais, pour être utilisé sur un court terme. L'adjonction de parchemin, beaucoup moins poreux que le papier, était, avant tout, destiné à empêcher la pénétration de la peinture dans le papier, ce qui aurait produit un effet terne et moins solide au toucher.

En 1510, et probablement après le voyage de Behaim en Chine, le globe subit une transformation et reçoit une table d'horizon, preuve qu'il est devenu un document de travail, prêt à être bougé et étudié.

Nous sommes donc ici en présence d'un objet scientifique plus « utilitaire » : il est utilisé pour préparer et réaliser les voyages, mais il n'est plus destiné à la transmission du savoir aux générations futures.

Les premiers globes terrestres connus après celui de Behaim sont produits en Allemagne à la fin du xv^e siècle. L'usage privilégié d'un globe par rapport à un planisphère se fait dans une intention de précision scientifique permettant de minimiser les déformations de la cartographie liées à la rotondité de la terre.

Les Pays-Bas supplantent très rapidement l'Allemagne au cours du xvi^e siècle et s'imposent comme le premier producteur de globes en Europe et ce jusque dans les années 1670. Leurs nombreuses colonies et l'importance de leur flotte de commerce leur permettent de préciser les cartographies connues. Leur technicité dans l'art de la gravure sur cuivre leur permet également d'obtenir des représentations plus claires. Gerard Mercator au xvi^e siècle, puis Hans Willem Blaeu au xvii^e siècle en sont les plus remarquables représentants.

La création en France de l'Académie royale des sciences en 1666 favorise les mises à jour cartographiques et prépare le déplacement du centre de production des Pays-Bas vers la France au début du xviii^e siècle. La volonté de Louis XIV de rayonner à travers le monde grâce à l'épanouissement de la recherche scientifiques et des objets qui s'y rattachent, favorise le renouveau de la cartographie. On pense, bien évidemment, aux cartes de Cassini, qui dressent, pour la première fois, une image précise et non exhaustive du pays. C'est à l'un de ses élèves, Nicolas Delisle, que l'on doit une paire des plus beaux globes français dotés des sphères armillaires et majoritairement constitués de fuseaux imprimés d'après des gravures en cuivre. La qualité de leur support indique la richesse de leur commanditaire, mais des versions moins coûteuses existent également, pour une clientèle plus modeste. Beaucoup de particuliers en équipent leur bibliothèque et le rayonnement français, tant voulu par le roi, s'étend à toute l'Europe.

L'apparition de l'imprimerie au xvi^e siècle bouleverse la fabrication des globes en abaissant leur prix et en permettant une plus large diffusion. Le papier est utilisé à la fois pour la fabrication de la coque et pour la réalisation de la cartographie, imprimée d'après des plaques gravées de bois ou de cuivre. Le principe est simple. Des fuseaux sont préalablement découpés à la taille exacte d'une sphère constituée de papier et de plâtre, puis collés sur la sphère où ils reçoivent un encollage de surface et un vernis.

Évolutions cartographiques et transformation de la valeur d'usage des globes

Dans ce bouillonnement intellectuel, qui va perdurer tout au long du XVIII^e siècle, avec ses grandes découvertes, le papier est un matériau idéal pour renouveler rapidement les cartographies. Rappelons-nous, pour ceux qui en connaissent l'histoire, que le grand cartographe Vincenzo Coronelli connaît un échec cuisant en présentant à Louis XIV une paire de globes monumentaux. Mesurant chacun quatre mètres de diamètre, réalisés en bois, toile et plâtre, avec une cartographie peinte à la main, leur coût de production et le temps de travail nécessaire à leur réalisation sont colossaux. Les matériaux mis en œuvre semblent pourtant inadaptés au contexte historique, puisque leur cartographie est déjà obsolète lorsqu'ils sont livrés à Marly et que le roi s'en désintéresse rapidement.

Au cours du XVIII^e siècle le nombre colossal des découvertes cartographiques va multiplier par quatre le volume de production des globes. Les découvertes de Cook apparaissent sur les globes français, tels que ceux de Robert de Vaugondy, à peine un mois après que le marin ait posé pied à terre de retour de sa première expédition. Celui-ci réalise, à la demande de Louis XV, une paire de globes destinée à équiper la marine royale ainsi que des réductions, destinées à pourvoir la demande de la bourgeoisie.

Chaque découverte fait l'objet de modifications sur les plaques d'impression des fuseaux et chaque fabricant tente de se distinguer de ses concurrents en vendant les globes les plus à jour. Les globes réalisés perdent leur valeur d'usage à une vitesse grandissante, il n'est plus question de les conserver, encore moins leur cartographie d'origine.

Pour les personnes n'ayant pas les moyens d'acquérir un nouveau globe, les imprimeurs proposent des mises à jour cartographiques, et il est possible de coller sur son globe de nouveaux fuseaux. C'est une sorte de révolution dans la conception du globe pour sa valeur intellectuelle à long terme. L'usage d'un matériau à faible coût d'exploitation, comme le papier, correspond, au cours du XVIII^e siècle, à une forme d'obsolescence programmée de la cartographie. Même si le globe est encore considéré comme un objet scientifique, puisque précis et précieux, son caractère de fragilité lui confère une destinée à très court terme. Aux problèmes de transport et de fragilité originale des objets viennent s'ajouter les destructions faites par la révolution de 1789 motivées par la présence de la fleur de Lys, symbole royal, sur les compas et sur les fuseaux pour marquer le Nord.

Sans que la France ne perde son statut de grand producteur de globe, l'Angleterre prend une part importante du marché du fait de la production, alors à la mode, des *Pocket globes*. Très aisément transportables, ils représentent une cartographie très complète, sont conservés dans une boîte sphérique, à l'intérieur de laquelle est figurée la voûte céleste. Ils sont peu onéreux et permettent d'étendre les nouvelles découvertes à une plus grande partie de la population, alors que les globes français demeurent quelque peu élitistes.

En regard du nombre de globes produits, peu d'originaux nous sont parvenus du XVIII^e siècle. Il s'avère difficile par conséquent, de mettre cette époque en comparaison avec l'ère industrielle du siècle suivant.

Les techniques de fabrication industrielle qui apparaissent au XIX^e siècle excluent l'usage de la gravure en creux au profit de la lithographie. Grâce au procédé de pressage sous vide, les coques sont entièrement réalisées en carton, et une entreprise peut en fabriquer jusqu'à six mille par an (**fig. 2**). D'un coût peu élevé, ils participent, par leur très large diffusion, à la vulgarisation de la géographie et à la prise de conscience des masses de l'ensemble de l'univers.

Paradoxalement, ces globes, dépourvus de tables d'horizon, de méridiens, de compas et de tous les accessoires de mesure dont le XVIII^e siècle vantait les mérites, deviennent moins faciles à utiliser. Dans une certaine mesure, et pour celui qui prend la peine d'y réfléchir, la pensée bascule à nouveau dans un système ptolémaïque, où la terre est au centre de l'univers, symbole d'une société qui célèbre ses succès technologiques.

De grands globes continuent à être réalisés au XIX^e siècle, notamment pour les expositions universelles, mais c'est la fonction éducative du globe qui permettra à la production de prendre un essor presque sans limites au début du XX^e siècle. L'écolier de la fin du XIX^e siècle connaîtra des globes parapluies et des globes gonflables, aisément mis en œuvre par le professeur à l'occasion d'un cours de géographie, mais aussi très dégradés par leur usage intensif.

L'évolution des matériaux et de la technique de production des globes en vue de leur démocratisation, ainsi que le manque d'entretien et les conditions de conservation très défavorables, montrent que l'intérêt porté aux globes dépasse les objets eux-mêmes. Les globes véhiculent une image d'érudition et d'ouverture au monde, une soif de découverte et de changement. Ils nous permettent aujourd'hui, même détruits pour moitié, d'observer l'évolution de la découverte du monde et de la connaissance de l'univers.



Fig. 2. Chaîne d'assemblage, entreprise Rand McNally début xxe siècle, © O. Fleygnac

En ce qui concerne l'objet lui-même, sa démocratisation, rendue possible par l'utilisation du carton ou du plastique, à faible coût, le rendra banal, pour être abandonné dans les années 2000 au profit de supports informatiques à plat ou en 3D.

Techniques de fabrication et fragilité des objets

Regardons maintenant plus en détail la mise en œuvre technique des globes et analysons les altérations potentielles dont elle est porteuse.

Le support du globe peut être constitué soit uniquement de bois soit en combinaison, de bois, métal et carton. Il se compose d'une table d'horizon,

d'un pîement et d'un méridien d'origine, généralement gradué, et donnant l'échelle des latitudes. La table d'horizon détermine les longitudes et le cercle imaginaire de la course de la terre dans la galaxie, et permet, à l'aide d'une boussole ou d'un compas attaché au support, d'ajuster la position du globe par rapport au soleil et aux constellations.

La sphère résulte de l'assemblage de deux demi-sphères, réalisées à l'aide d'une forme semi-sphérique, généralement en bois, que l'on recouvre de plusieurs couches de papiers préalablement humidifiées et assemblées entre elles avec une colle, le plus souvent protéinique. Ces colles animales permettent d'obtenir, après séchage, une bonne rigidité avec un minimum de couches de papiers (quatre ou cinq environ).

Une fois les deux demi-sphères réalisées, elles sont collées ensemble autour d'un axe en bois tourné que l'on appelle « os de mort ». Chaque sphère est clouée sur l'extrémité de l'os de mort (**fig. 3**) et une bande de papier est appliquée le long du joint entre les deux sphères. Ce joint correspondra à la ligne de l'équateur.

L'axe de rotation est constitué de deux grands « clous » placés aux deux extrémités de l'os de mort. Avant d'être fixé dans son support définitif, cet axe sera utilisé d'abord pour placer la sphère dans un gabarit en bois, ou elle se trouvera en libre rotation et recevra cinq à dix couches de plâtre. Ce gabarit permettra d'ajuster le diamètre final du globe à la taille des fuseaux déjà imprimés.

La sphère sera équilibrée de manière à ce que sa rotation soit toujours régulière. Pour cela, une charge sera collée à la paroi intérieure de la sphère, introduite par un trou. Ce contrepois d'équilibre est un petit sac en toile de lin contenant des billes de plombs, préalablement humidifié et encollé avec une colle protéinique. En séchant, le lin se resserre autour des billes et en limite le mouvement.

Le globe résulte ainsi d'une combinaison de matériaux instables, créant des tensions et provoquant des déformations.

L'os de mort (**fig. 4**), dont les dimensions vont varier avec le taux d'humidité du lieu de conservation, exercera des poussées et des tractions alternées sur les pôles, entraînant la formation de fissures.

La perte d'homogénéité qu'elles provoqueront, en plus de la porosité originale de la sphère, favorisera les échanges climatiques avec les composants en bois ou en métal.

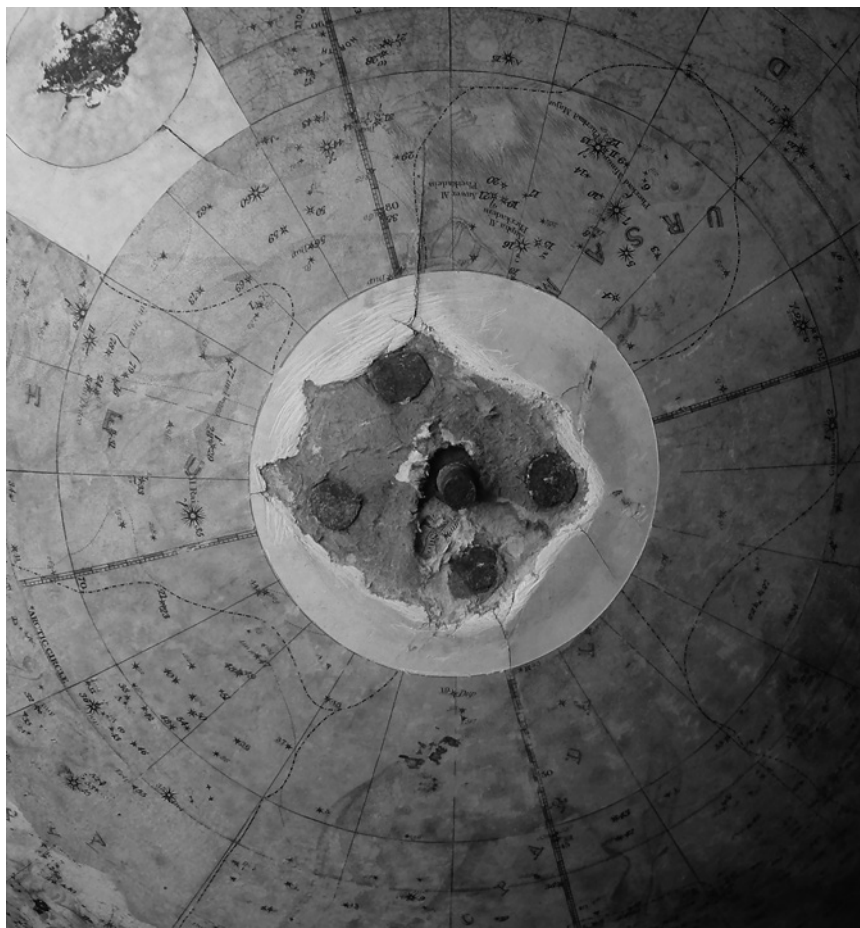


Fig. 3. Clous de fixation d'une demi sphère sur l'os de mort., Sphère céleste par Malbys', © O. Fleygnac

Lorsque l'os de mort sèche et se rétracte, ou bien lorsqu'il est fragilisé par des attaques d'insectes xylophages, un jeu se crée autour des clous. Le maintien des deux demi-sphères n'est plus assuré et la sphère se décentre, venant frotter sur le méridien. Le frottement de la sphère sur son méridien, le plus souvent en métal, dégrade le vernis appliqué sur la cartographie et à plus long terme, la cartographie elle-même.

L'interaction entre le plâtre, un matériau fortement hygroscopique, et le métal sensible à l'humidité, entraîne, en présence de conditions climatiques favorables, la corrosion des clous de fixation et des poids d'équilibres.

Cette pulvérulence entraîne ensuite un changement du volume des éléments altérés : en gonflant, les clous provoquent la fissuration du plâtre et de la cartographie, et les billes de plombs provoquent, elles, la déchirure du sac



Fig. 4. Os de mort visible au centre d'un globe à la coque endommagée, © O. Fleygnac

en tissu qui les contient. La sphère finit par perdre sa cohésion autour de son axe et se retrouve, une nouvelle fois en contact avec son méridien, avec les conséquences que nous connaissons.

Un autre point de fragilité se trouve sur la ligne d'équateur. La fissuration du globe à cet endroit, souvent liés à des chocs, met en évidence un joint trop faible entre les deux demi-sphères, ou, lorsqu'il s'agit de globes industriels, des adhésifs de mauvaise qualité.

Le collage des fuseaux en papier sur une sphère en plâtre implique la création d'une tension de surface. Lorsque la concentration de la colle employée par le fabricant est trop forte, la souplesse naturelle du plâtre n'est pas suffisante pour absorber les mouvements de tension et de relaxation de cet adhésif, liés à des variations climatiques. En se déformant, les fuseaux entraînent

avec eux le plâtre et arrachent les couches de papier de la structure. De manière étonnante, on retrouve ce problème chez le grand fabricant Georges Adams, dont la production de « moyen format » est systématiquement touchée par ce type d'altération.

Enfin, le vernissage du globe, destiné à protéger sa surface contre les éléments extérieurs, finit, avec le temps, par jouer contre la bonne conservation de l'objet.

Sa microfissuration favorise la pénétration de la poussière au plus profond de la feuille de papier, et la fissuration du vernis s'inscrit alors de manière permanente dans la cartographie (**fig. 5**).



Fig. 5. Marque de fissuration du vernis sur un globe après dévernissage, © O. Fleygnac

L'oxydation du vernis, qui se manifeste le plus souvent par un jaunissement de l'œuvre, réduit la lisibilité et favorise l'acidification des papiers. Une dépose des fuseaux devient alors nécessaire pour leur nettoyage.

Les bonnes conditions de conservation de globes exigent une exposition des sphères à 45° par rapport à l'axe Nord Sud, ce qui permet à leur masse de se répartir régulièrement le long de l'axe et limiter l'effet de glissement par rapport à une exposition sur un axe vertical. Avec le temps, la sphère, initialement parfaitement positionnée, finit par glisser en déformant peu à peu le pôle nord, jusqu'à retrouver un nouveau point d'appui, le plus souvent, son méridien d'origine. La rotation du globe devient alors impossible ou très dommageable pour l'objet.

Conservation et restauration

Ainsi que nous avons pu l'expliquer, les globes demeurent, avant tout, des outils géographiques, et il n'est pas surprenant que leurs critères de fabrication se soient adaptés au cours des siècles aux exigences de leurs commanditaires. L'usage du papier s'accompagne d'un certain sentiment d'éphémère : peu de globes furent construits pour durer. Cette « légèreté » technique prouvant l'enthousiasme général pour le renouvellement cartographique et applaudissant les expéditions et les grandes découvertes, pose aujourd'hui de grands problèmes de conservation. Les globes qui nous sont parvenus sont peu nombreux et porteurs d'informations historiques et techniques très intéressantes, surtout grâce à leur substance vernaculaire. La nécessité de la conservation de cet héritage nous amène à faire face à d'importantes dégradations liées à la conception du globe, son usage et ses conditions de conservation.

La première question qui se pose à tout restaurateur de globes est celle de la valeur à préserver en priorité. Est-il plus important de reconstruire la cartographie ou bien de préserver les matériaux et la technique d'origine ? Dans quelle mesure peut-on intervenir sur la structure sans dénaturer l'objet ? Doit-on tenter de ramener à l'état neuf un objet qui n'avait pas vocation à durer ?

Les choix seront motivés par l'importance historique de la cartographie tout d'abord : celle-ci est-elle novatrice, rare, manuscrite ? Peut-elle apporter la preuve de l'existence d'un foyer culturel et scientifique ?

L'analyse de la mise en œuvre viendra ensuite, pour savoir si elle est classique ou même seulement connue. Et si oui, s'inscrit-elle en rupture avec les techniques de son temps ?

La nature informative de chacun des éléments constitutifs d'un globe nous amène à l'assimiler à un objet archéologique.

Par conséquent, quelle que soit la priorité choisie, il sera impératif de conserver le maximum d'éléments originaux, afin de permettre une meilleure compréhension du contexte de sa conception et de son utilisation.

En ce qui concerne les modalités de conservation, il est préférable de limiter l'usage des globes aux communications exceptionnelles car il s'agit ici de documents rares et particulièrement fragiles, du fait de leur structure mobile. La numérisation 3D représente à nos yeux, la meilleure solution de conservation préventive pour ces objets dont l'attrait principal reste de pouvoir observer l'évolution de la découverte du monde.

Bibliographie

Numa Broc, *La géographie des Philosophes, géographes et voyageurs français au XVIII^e siècle*, Paris, Ophrys, 1975.

Olivier Fleygnac, *De l'invention à la restauration d'un globe terrestre de grand format au musée Buffon de Montbard*, mémoire de master dirigé par Lucille Dessennes et Alain Roger, Institut national du Patrimoine, 2008.

Catherine Hoffmann (dir.), *Le globe et son image*, Paris, Bibliothèque nationale de France, 1995.

Dominique Julia (dir.), *L'éducation en France du XVI^e au XVIII^e*, Paris, Sedes, 1976.

Monique Pelletier, *Carte de la France et du monde de la Renaissance au siècle des lumières*, Paris, Bibliothèque nationale de France, 2001.