

SAISIR LES CIEUX : LA FABRICATION DES GLOBES CÉLESTES EN TERRES D'ISLAM

par Taha Yasin Arslan

Istanbul Medeniyet University, D-100 Karayolu Guney Kampus, Kadikoy, Istanbul 34000 Turquie
tahayasinarслан@gmail.com

Traduction par Hélène Tronc

Pendant un millénaire, du IX^e au XIX^e siècle, les instruments astronomiques ont joué un rôle vital dans la quête scientifique du monde islamique. Des instruments variés, diverses marques et inscriptions gravées, des noms de fabricants ou des dédicaces, des dates de fabrication ainsi que des caractéristiques artistiques fournissent autant d'indices permettant d'évaluer l'avancée, l'évolution et la transmission des connaissances pendant cette période. Les globes célestes sont des instruments trop souvent négligés alors qu'ils sont d'une importance historique majeure. Avec plus de deux cents exemplaires conservés, ils constituent le deuxième plus grand ensemble d'instruments de l'histoire de l'astronomie dans le monde islamique, après les astrolabes. Malgré la popularité des globes à travers les âges, les procédés de fabrication demeurent assez peu abordés dans les études sur l'histoire des sciences. Cet article présente un tour d'horizon de la tradition de fabrication des globes dans le monde islamique. Il s'appuie sur deux principales sources : les manuels de construction et d'utilisation des globes, et les globes existants. Le *Livre des constellations des étoiles fixes* (*Kitāb Ṣuwar al-kawākib al-thābita*) de l'astronome 'Abd al-Raḥmān al-Ṣūfī (mort en 986) et *De A à Z : une encyclopédie de la mesure du temps* (*Jāmī' al-mabādī wa-l-ghāyāt fī 'ilm al-mīqāt*) d'Abū 'Alī al-Ḥasan al-Marrākushī's (deuxième moitié du XIII^e siècle) seraient les deux sources utilisées par les fabricants d'instruments. L'article soulève plusieurs questions quant à l'influence de ces sources sur les fabricants et donc sur la production des globes. L'analyse de ce vaste sujet s'en tient à quelques exemples, afin de donner quelques repères pour de futures études plus poussées.

Mots clés : Globes célestes, instruments astronomiques, astronomie dans le monde islamique, 'Abd al-Raḥmān al-Ṣūfī, Abū 'Alī al-Ḥasan al-Marrākushī, l'atelier de Lahore.

Les globes célestes sont des instruments imitant le mouvement quotidien du ciel. Ils peuvent servir à réaliser des observations, des calculs ou des démonstrations. Leur diamètre varie de 5 à 35 cm. Plus de deux cents globes provenant du monde islamique ont été conservés (pour une liste détaillée, voir Savage-Smith, 1990-1991). Ils peuvent être classés en trois types principaux. On retrouve dans chacun des trois types les grands cercles essentiels en astronomie que sont l'écliptique, l'équateur céleste et les colures des équinoxes et des solstices. Cette classification se fonde principalement sur le nombre d'étoiles présentes. Le premier type de globe (type A) inclut environ un millier d'étoiles (fig. 1). Ces globes comprennent presque toujours les figures des quarante-huit constellations classiques, même s'ils ne sont pas les seuls à les représenter. Le deuxième type (type B) n'inclut que les étoiles très brillantes, tandis que le troisième type (type C) n'en inclut aucune (Savage-Smith, 1985, pp. 61-62). Ces instruments ont une grande signification historique parce qu'ils nous aident à comprendre le niveau des connaissances scientifiques et les procédés de fabrication des artisans de l'époque, et à mesurer les influences culturelles,

religieuses et politiques intervenant dans l'évolution des sciences.

Les textes sur les globes célestes

Les deux principales sources pour étudier l'histoire des globes célestes sont les sources textuelles et les instruments qui ont été conservés. Parmi les premiers, les plus précieux sont les manuels de fabrication et d'utilisation des globes célestes. Les encyclopédies et les récits de voyage peuvent aussi receler des informations pertinentes, mais ne seront pas abordés dans cet article. La description des méthodes de fabrication et les modes d'emploi contenus dans les manuels recèlent beaucoup plus d'informations détaillées sur les stades de fabrication principaux, l'évolution des globes et la transmission des connaissances sur ces instruments. L'astronome du IX^e siècle Ḥabash al-Ḥāsib (mort après 869) rapporte le fait suivant dans son *Livre sur le globe et ses usages* (*Kitāb fī ma'rifat al-kura wa-l-'amal bihā*) (Lorch et Kunitzsch, 1985, p. 78) : « Le globe est une sphère pleine, fabriquée en martelant et en limant [deux morceaux de métal, que l'on transforme en



*Figure 1 : Globe céleste de type A, fabriqué par Jamāl al-dīn Muḥammad al-Hāshimī en 1573-1574.
Bibliothèque nationale de France, département des Cartes et plans, Ge A 326.*

hémisphères] en utilisant un tour, et en associant [les hémisphères]. » Certains textes seront ici distingués en raison de leur rôle exceptionnel ou de leur influence dans l'histoire de la fabrication des globes.

1. Le premier à enseigner la fabrication des globes dans le monde islamique fut Ptolémée d'Alexandrie (vers 100-180 après J.-C.). Dans le troisième chapitre du livre VIII de l'*Almageste*, il décrit la construction d'un type de globe particulier, qui tient compte de la précession des équinoxes. Selon Ptolémée, la surface du globe doit être peinte de couleurs sombres afin d'imiter le ciel nocturne. On y grave les figures des quarante-huit constellations et on y marque l'emplacement de mille-vingt-deux étoiles et de la Voie Lactée. Deux anneaux, l'un pour le méridien, l'autre pour l'horizon, encerclent le globe. L'ensemble repose sur des colonnes fixées sous l'anneau de l'horizon. Les pôles de l'écliptique sont marqués et percés ; l'écliptique est représenté. En se servant des pôles, on trace un autre grand cercle, perpendiculaire à l'écliptique, pour marquer le début de l'écliptique, qui est ensuite divisé en 360 degrés. Ni l'équateur céleste ni les pôles ne sont indiqués ni gravés sur ce globe, pour éviter toute déviation des équinoxes due à leur précession au fil du temps (1 degré en 72,2 années).
2. L'une des plus anciennes compilations de textes sur les globes célestes dans le monde islamique est le *Livre sur le globe et ses usages* de Ḥabash al-Ḥāsib's, un astronome expert en mathématiques. Il réalisa des observations, rédigea des tables astronomiques (*zīj*), et conçut et décrivit des instruments. Dans son texte sur le globe céleste, il évoque un globe à deux anneaux, l'un pour le méridien, l'autre pour l'horizon. Le globe comporte 1022 étoiles, conformément au catalogue des étoiles dressé par Ptolémée dans l'*Almageste*. Le globe de Ḥabash diffère toutefois du modèle de Ptolémée puisque l'équateur céleste y est tracé tout comme l'écliptique. Ce trait n'est pas propre à ce globe, mais commun à presque tous les globes du monde islamique. Caractéristique rare, les mansions lunaires y sont aussi gravées. La description rapportée ci-dessus, sur la fabrication et l'assemblage de deux hémisphères, est l'unique document écrit du début de l'ère islamique concernant la fabrication de sphères pleines. Malgré ces détails importants, le traité n'était pas complet, et ne connut pas de large diffusion.
3. Le traité *Sur l'usage du globe céleste* (*Risālat al-ʿAmal bi'l-kura dhāt al-kursī*) de Quṣṭā ibn Lūqā's (mort vers 912-913) fut sans doute le traité sur

l'utilisation des globes célestes le plus diffusé. L'auteur est un savant d'origine grecque et chrétienne, travaillant dans le monde islamique au IX^e siècle. Il était spécialiste d'astronomie, traduisait des traités astronomiques grecs et compilait des traités originaux (Kheirandish, 2007, pp. 948-949). Son traité sur les globes mentionne de nombreuses fonctions des globes célestes, à des fins d'observation ou de calcul, en soixante-cinq chapitres. La seule différence entre son globe et celui de Ḥabash semble être le nombre d'étoiles. Tandis que Ḥabash décrit un globe du premier type, Quṣṭā opte pour le deuxième, en indiquant seulement quelques douzaines d'étoiles, comme sur les astrolabes planisphériques. Ce traité est loué par Abū ʿAlī al-Ḥasan al-Marrākushī (deuxième moitié du XIII^e siècle), qui déclare avoir consulté cinq ouvrages sur l'usage des globes, dont le meilleur est celui de Quṣṭā. Les quatre autres sont les traductions en arabe des ouvrages d'Autolykos de Pitane (vers 360-290 avant J.-C.) et de trois savants alexandrins, Philon (vers 280-220 avant J.-C.), Héron (vers 10-70 après J.-C.), et Théon (vers 335-405 après J.-C.) (BnF Arabe 2508, f. 112r). Le texte original de Quṣṭā n'inclut pas de section sur la fabrication des globes mais la traduction en castillan réalisée par des savants de la cour d'Alphonse X de Castille (règne 1252-1284 après J.-C.) comporte un chapitre supplémentaire qui en détaille les étapes (pour une étude approfondie du texte, voir Samso, 2015, 63-79).

4. Un globe unique, qu'il est impossible de ranger dans l'une des trois catégories, est l'œuvre d'Abū ʿAbdallāh Muḥammad ibn Jābir ibn Sinān al-Battānī (mort en 929-930). Il réalisa des observations systématiques pendant plus de quarante ans depuis son observatoire personnel. La précision de ses observations est remarquable, en raison notamment de sa science des nombres et de la qualité de ses instruments. Dans le chapitre 57 du *Livre des tables sabéennes* (*Kitāb al-Zīj*), il mentionne un globe qu'il appelle simplement « œuf » (*bay*) (Battānī, 1977, pp. 210-213 [fol. 142r-144v]). Le globe de Battānī comporte cinq anneaux, une caractéristique inhabituelle, et ne repose pas sur des colonnes mais est suspendu. En partant du centre, les cinq anneaux sont un anneau méridien qui tourne ; trois anneaux de même diamètre, fixés les uns aux autres à angle droit, soit l'horizon, le méridien et le zénith ; et l'anneau extérieur grâce auquel on suspend le globe et auquel on attache le gnomon. Outre les grands cercles habituels, ce globe indique 533 étoiles. Les figures des constellations n'y

apparaissent pas. Battānī cite un gnomon amovible pour les observations. Bien que ce type de globe n'ait pas été prévalent dans l'histoire des globes, les instructions de Battānī pour graver les grands cercles et marquer la position des étoiles sont assez concrètes et peuvent avoir été utiles pour fabriquer des globes de tout type.

5. L'ouvrage qui eut le plus d'influence sur les globes du monde islamique est sans doute le *Livre des constellations des étoiles fixes* (*Kitāb Ṣuwar al-kawākib al-thābita*) d'ʿAbd al-Raḥmān al-Ṣūfī (mort en 986). Ṣūfī s'intéressait à l'astronomie, réalisait des observations et compilait des traités détaillés, consacrés principalement à l'utilisation des instruments astronomiques. Son manuel sur l'utilisation des astrolabes se compose ainsi de 1760 chapitres ; c'est l'ouvrage le plus complet sur la question dans l'histoire de l'astronomie. Son traité le plus célèbre, le *Livre des constellations*, traite de quarante-huit constellations classiques. Les figures de chaque constellation sont représentées à la fois telles qu'on les voit dans le ciel et sur un globe. Elles sont agrémentées des étoiles correspondantes. Une table astronomique fournit la longitude et la latitude écliptiques des étoiles, ainsi que leur magnitude. Les valeurs sont reprises du catalogue de Ptolémée mais les longitudes sont augmentées de 12° 41', pour prendre en compte le temps écoulé entre les deux astronomes. Toutefois, lorsque Ṣūfī n'est pas satisfait des valeurs de Ptolémée, il en fournit d'autres, tirées de ses propres observations (Dekker, 2012, 29-47). Chaque constellation est décrite dans un texte afférent, qui décrit la position des étoiles en son sein.

6. ʿAbd al-Raḥmān al-Ṣūfī compila aussi un traité sur l'usage des globes intitulé *Explication des opérations avec la sphère* (*Fī sharḥ al-ʿamal bi-l-kura*), un ouvrage de 157 chapitres, plus complet que le traité de Quṣṭā. Même s'il ne comprend aucun chapitre sur la fabrication des globes, le contenu de ce mode d'emploi détaillé révèle que le globe de Ṣūfī comprenait un cadran séparé, gradué de 90 degrés, permettant de réaliser plusieurs opérations, et notamment de déterminer les coordonnées de l'horizon et de l'écliptique, et de mesurer l'altitude ou les azimuts du Soleil et des étoiles. En outre, l'anneau méridien est percé à chaque degré de manière à pouvoir être placé à diverses latitudes.

7. Les instructions les plus détaillées concernant la fabrication des globes se trouvent dans *De A à Z : une encyclopédie de la mesure du temps* (*Jāmiʿ al-*

mabādī wa-l-ghāyāt fī ʿilm al-mīqāt) de Marrākushī, un astronome originaire du Maghreb, actif au Caire vers la seconde moitié du XIII^e siècle. On ignore presque tout de sa vie. Son unique ouvrage est sans doute l'œuvre la plus importante de tout le monde islamique sur les instruments astronomiques. Il aborde successivement les méthodes de calcul (volume I), la construction de dizaines d'instruments, allant des cadrans solaires aux astrolabes et quadrants sinusoïdaux (volume II), et l'utilisation de nombreux instruments pour réaliser des observations et des calculs (volume III). Le dernier volume est une succession de 101 questions et réponses (volume IV). La plupart des textes de l'encyclopédie consacrés aux instruments proviennent d'éminents astronomes tels que Quṣṭā ibn Lūqā, Abū Rayḥān al-Bīrūnī (mort après 1053) et Abū Ishāq Ibrāhīm ibn Yaḥyā al-Naqqāsh al-Zarqālī (mort en 1100), mais ont été abondamment révisés par Marrākushī lui-même. Les autres textes sont des écrits originaux de l'auteur. Plus de quarante copies, complètes ou incomplètes, de cette œuvre volumineuse sont conservées.

Le cinquième chapitre du deuxième volume traite des instruments sphériques. Marrākushī les classe en trois catégories : les globes célestes, les astrolabes sphériques et un instrument complet (*al-shāmila*), formé d'un hémisphère creux muni de plaques tournantes, une invention d'Abū Maḥmūd Ḥāmid ibn al-Khir al-Khujandī, un savant du X^e siècle (mort en 1000). Il décrit ensuite les étapes nécessaires pour fabriquer un globe (BnF Arabe 2508, 13r-16v) :

- Fabriquer une sphère en cuivre ou en bois. Il ne fournit malheureusement aucun détail sur les méthodes de fabrication de la sphère.
- Déterminer son diamètre au moyen d'un compas à dessin. Marrākushī propose ici une méthode géométrique compliquée, avec choix de points de référence, tracé de cercles concourants puis obtention d'un grand cercle à partir de leurs points d'intersection. Ce processus trahit peut-être l'utilisation d'une sphère d'une seule pièce, qui ne se répandit qu'à partir du XVII^e siècle. Il aurait sinon été facile de mesurer le diamètre du globe en utilisant la partie ouverte de la sphère.
- Construire deux anneaux de cuivre dont le diamètre intérieur est égal à celui du globe. L'un des deux anneaux doit être deux fois plus large que l'autre. L'anneau le plus large sert pour l'horizon, l'autre pour le méridien.
- Diviser l'anneau de l'horizon en quatre échelles de 90 degrés (fig. 2).
- Construire un demi-cercle et trois colonnes en

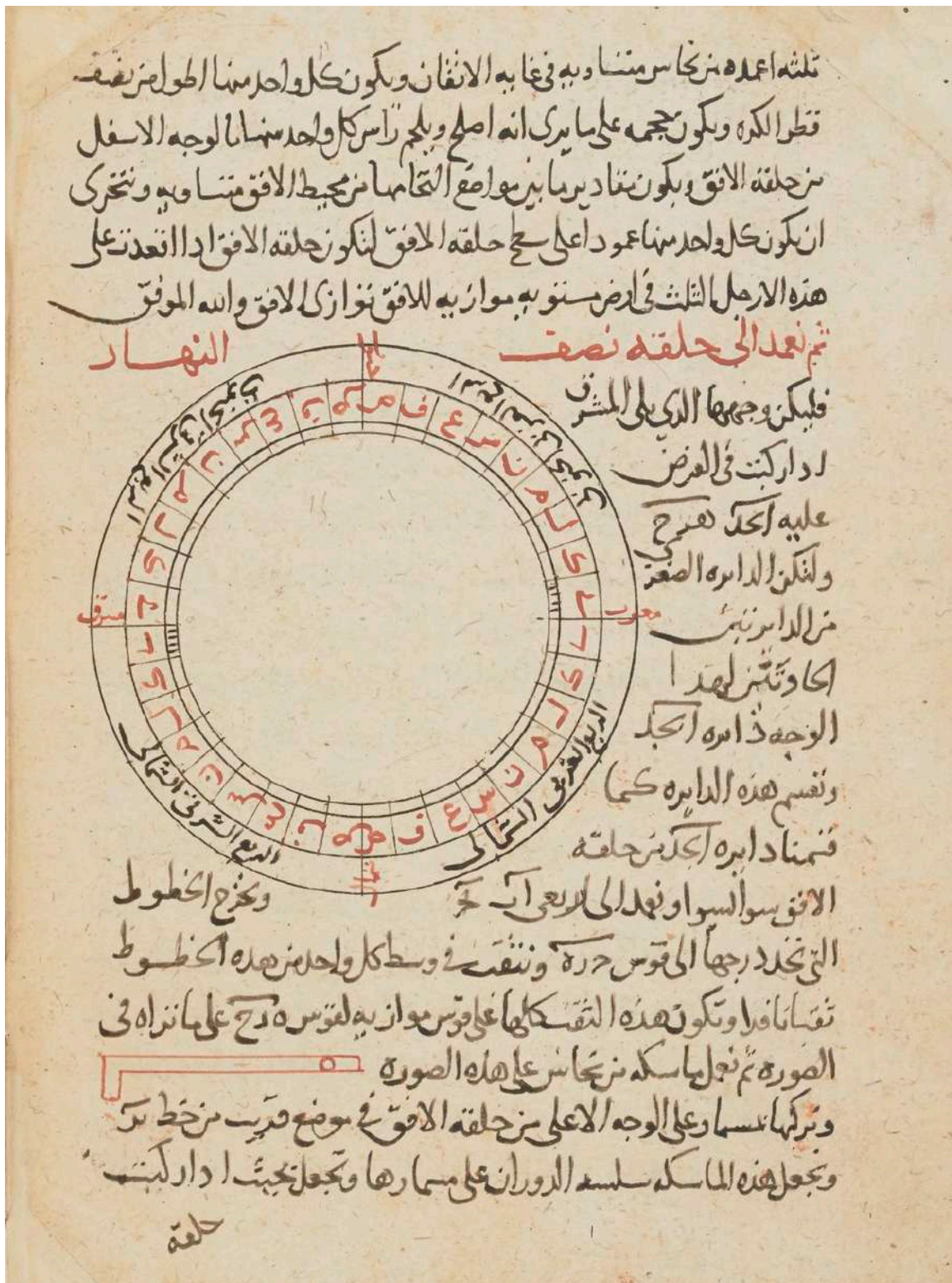


Figure 2 : Extrait de l'ouvrage de Marrākushī montrant l'anneau de l'horizon gradué de quatre échelles de 90 degrés, ms. Paris, Bibliothèque nationale de France, Arabe 2508, 14v.

cuivre pour former le socle. L'extrémité des colonnes et les deux extrémités de la pièce semi-circulaire sont fixées à la partie inférieure de l'anneau de l'horizon.

- Diviser l'anneau du méridien de la même manière que celui de l'horizon.
- Percer des trous à chaque graduation d'un degré sur deux des quatre cadrans de l'anneau du méridien.
- Confectionner deux chevilles pour pouvoir accrocher l'anneau du méridien à la latitude souhaitée.
- Construire un cadran en cuivre doté d'une échelle de 90 degrés, du même diamètre que l'anneau du méridien.
- Utiliser ce cadran pour marquer deux points opposés sur le globe, représentant les pôles célestes.
- Une fois les pôles marqués, utiliser un tour pour tracer l'équateur céleste, puis diviser celui-ci en 360 degrés. Marrākushī recommande d'employer un tour de gravure pour graver avec plus de précision.
- Se servir de l'échelle de l'équateur pour ouvrir les branches du compas à dessin au degré d'obliquité de l'écliptique et marquer les pôles de l'écliptique sur le globe au moyen du compas.
- Tracer l'écliptique avec un tour de gravure.
- Tracer six grands cercles divisant l'écliptique en douze sections égales.
- Diviser chacune de ces sections en trente unités, pour les signes du zodiac.
- Percer les pôles célestes et de l'écliptique.
- Fixer l'anneau du méridien aux pôles de l'écliptique et se servir des graduations sur l'écliptique et l'anneau du méridien pour situer et indiquer les étoiles.

Marrākushī ne cherchait pas à proposer un nouveau modèle de globe mais à aider à fabriquer le globe standard le plus précis et le plus simple à utiliser. Sa contribution à l'histoire de la fabrication des globes peut sembler rudimentaire mais ses conseils sont extrêmement précieux pour saisir les étapes indispensables. Il offre aussi de nouvelles idées de construction, comme la fabrication d'un cadran pour marquer et tracer les pôles et cercles célestes et de l'écliptique, sans négliger les méthodes de ses prédécesseurs. Il utilise ainsi l'anneau méridien pour marquer la position des étoiles, un procédé d'abord décrit par Ptolémée. Bien qu'il ne le mentionne pas de ce chapitre, il réutilise aussi les paramètres d'Abd al-Rahmān al-Šūfī pour la position des étoiles.

Les fabricants d'instruments et les globes célestes conservés

Ces sept traités sont les principales sources textuelles dont nous disposons pour toute l'histoire de la fabrication de globes dans le monde islamique. Il est toutefois relativement difficile de déterminer si ces textes ont effectivement influencé les méthodes de fabrication, de mettre au jour des schémas d'influence et de retracer l'évolution et la transmission des connaissances sur l'instrumentation. Outre un examen de la littérature, il convient d'étudier plus en détail les fabricants et les instruments qui ont été conservés. Les données biographiques concernant les premiers et les inscriptions gravées sur les seconds peuvent révéler des détails permettant de relier ces instruments aux sources textuelles.

Les témoignages anciens indiquent que Ḥarrān, une ville située dans le sud-est de l'actuelle Turquie, était l'épicentre de la fabrication d'instruments aux IX^e et X^e siècles. Šūfī mentionne même qu'il possède plusieurs globes fabriqués à Ḥarrān (BnF Arabe 5036, f. 4b). Malheureusement, aucun globe fabriqué dans cette ville n'a été conservé, et l'on ne sait rien de précis sur les ateliers, les artisans qui y travaillaient et les ventes de globes. L'histoire de la fabrication des globes demeure très peu connue jusqu'à la deuxième moitié du XVI^e siècle. Les villes de Damas, Le Caire, Tolède, Istanbul et Ispahan étaient assez actives dans ce domaine mais les sources manquent pour en savoir davantage sur les ateliers de fabrication.

Les XVII^e et XVIII^e siècles sont relativement bien documentés. Durant cette période, les instruments astronomiques devinrent des objets d'art, notamment dans la Perse safavide et l'Inde moghole. Il existait d'autres ateliers à Lahore et à Ispahan, mais une famille d'artisans de Lahore devint le centre de la production de globes durant cette période, grâce à la précision et à la qualité artistique de ses instruments. Son atelier demeura en activité pendant plus d'un siècle, sur quatre générations : Shaykh Allāhdād Ašturlābī Humāyūnī Lahūrī (actif 1567-1568), son fils Mullā 'Īsā (actif 1600-1605), les deux fils de Mullā 'Īsā, Qā'im Muḥammad (actif 1624-1636) et Muḥammad Muqīm (actif 1621-1660), le fils de Qā'im, Ḍiyā' al-Dīn Muḥammad (actif 1637-1681) et les fils de Muqīm, Ḥāmid (1654-1691) et Jamāl al-Dīn (1666-1691). Trente-trois globes issus de cet atelier sont conservés. Cette famille perfectionna la technique de la cire perdue pour la fabrication de sphères d'une seule pièce. On ne possède malheureusement pas d'inventaire de leur bibliothèque ni des outils de leur atelier, qui



Figure 3a-3b : Une comparaison des figures de la constellation de Céphée dans deux copies du Livre des constellations des étoiles fixes d'‘Abd al-Raḥmān al-Ṣūfī’. Paris, Bibliothèque nationale de France, département des Manuscrits, Arabe 2492, 136v (3a, à gauche) et Arabe 5036, 38r (3b, à droite).

permettraient d'avoir des preuves concrètes de la transmission de savoirs dans ce cadre (pour l'étude la plus complète sur la famille de Lahore, voir Sarma, 2018).

Une rapide étude des globes conservés permet de voir que les figures des constellations reprennent souvent clairement celles du *Livre des constellations des étoiles fixes* de Şūfī. Un examen plus poussé de la position des étoiles permet de comprendre le catalogue utilisé pour la fabrication. Et si l'on parvient à calculer l'ajustement des valeurs, comme Şūfī avait adapté celles de Ptolémée pour son temps, on peut même réussir à dater un globe. Cette information est beaucoup plus facile à obtenir dans le cas du globe fabriqué par Muḥammad ibn Maḥmūd ibn 'Alī al-Tabarī, en 1285-1286, et conservé dans la collection Khalili d'art islamique, à Londres. Une inscription du fabricant affirme qu'il a tiré les valeurs de la position des étoiles et les figures des constellations du *Livre des constellations des étoiles fixes* de Şūfī. Il n'explique malheureusement pas la technique employée pour graver la position des étoiles sur le globe à partir de ces valeurs.

Il se peut que le livre de Şūfī ait été la principale, sinon l'unique, source pour les figures des constellations, mais leurs formes varient beaucoup d'un globe à l'autre. Ces différences tiennent surtout à la copie de l'ouvrage de Şūfī utilisée dans chaque cas. Comme les figures n'avaient pas besoin de tenir dans un cadre strict, les copistes les dotaient souvent de caractéristiques culturelles spécifiques quand ils interprétaient les illustrations du livre. Les figures humaines ont donc parfois une apparence plus locale et portent des vêtements et des coiffes propres à la région du copiste plutôt qu'à la source originale (fig. 3a-3b). Par conséquent, quand un fabricant de globes utilise une copie locale du livre de Şūfī, le globe possède des caractéristiques qui peuvent aider à en déterminer l'origine géographique. L'étude minutieuse des globes fournit donc de précieuses informations pour comprendre à la fois les échanges de connaissances et la localisation du savoir, même lorsqu'un instrument n'est ni signé ni daté. Cette tâche dépasse toutefois le cadre de cet article.

Conclusion

D'évidentes similitudes dans les figures des constellations trahissent l'influence de Şūfī. Il est cependant plus difficile, voire impossible, de connaître

les méthodes employées pour graver certains détails standard comme les grands cercles ou les indicateurs d'étoiles. Les fabricants utilisaient-ils un tour pour graver l'écliptique et d'autres grands cercles, comme le conseillait Marrākushī ? Fabriquaient-ils un cadran doté d'une échelle de 90 degrés pour marquer les pôles célestes et les pôles de l'écliptique ? Employaient-ils la méthode de Battānī ou de Marrākushī pour inscrire les étoiles sur le globe ? Et s'ils employaient un tour ou construisaient un cadran auxiliaire, peut-on savoir si ce sont les travaux de Battānī ou de Marrākushī qui leur en ont donné l'idée, même s'ils ne les citent pas explicitement ?

Il se peut que certains artisans aient fabriqué leurs globes en reproduisant un modèle existant ou en suivant les méthodes d'apprentissage traditionnelles, par transmission des connaissances de maître à élève. Cependant, la fabrication de globes se retrouve dans tout le monde islamique et cette tradition perdura non pas de manière continue mais intermittente. Il convient donc d'étudier le processus de fabrication sous deux angles distincts. Tout d'abord, la fabrication de l'objet lui-même : battre, limer et assembler deux feuilles de cuivre pour obtenir des sphères en deux moitiés ou faire fondre et couler des lingots de cuivre pour créer des sphères d'une seule pièce, et construire des anneaux et des colonnes sont les étapes élémentaires pour fabriquer des globes. Aucune ne nécessite de connaissances en astronomie. Le savoir-faire d'un artisan suffit. Ce type de fabrication artisanale a donc pu être répandu, et dénué d'influence spécifique, pendant des siècles. En revanche, savoir où et comment situer les étoiles et quoi graver sur une sphère (les figures des constellations, les grands cercles, etc.) exige un certain niveau de savoir astronomique, accessible presque exclusivement grâce aux textes sur le sujet, lorsque le fabricant ne reproduisait pas un globe qu'il avait à sa disposition. La précision de nombreux globes existants, en particulier ceux fabriqués par la famille de Lahore, nous incite à penser que des manuels ont dû servir à leur fabrication. Étant donné qu'il n'existait pas de traité plus récent et plus complet sur les constellations que celui de Şūfī, et sur la fabrication des globes en général que celui de Marrākushī, et que les deux ouvrages ont été abondamment copiés et utilisés dans le monde islamique, il est naturel de supposer que ces deux œuvres aient pu fournir toutes les informations nécessaires aux artisans pendant des siècles. Nous espérons que les études futures en apporteront des preuves plus concrètes.

Bibliographie

Al-Battānī Muḥammad ibn Jābir, éd. et trad. Nallino C. A., 1977, *Opus astronomicum (Kitāb al-Zīj)*, réimpr. de l'édition Milan 1899-1907. Hildesheim et New York, Olms.

Al-Marrākushī Abū ʿAlī al-Ḥasan, *De A à Z : une encyclopédie de la mesure du temps (Jāmīʿ al-mabādī wa-l-ghāyāt fī ʿilm al-mīqāt)*, ms. Paris, BnF, département des Manuscrits, Arabe 2508.

Al-Šūfī's ʿAbd al-Raḥmān, *Livre des constellations des étoiles fixes (Kitāb Ṣuwar al-kawākib al-thābita)*, ms. Paris, BnF, département des Manuscrits, Arabe 5036.

Dekker E., 2013, « Islamic Celestial Cartography », dans *Illustrating the phenomena : celestial cartography in Antiquity and the Middle Ages*. Oxford, Oxford university press.

Kheirandish E., 2007, « Qusṭā ibn Lūqā al-Baʿlabakkī », dans *The Biographical Encyclopedia of Astronomers, Springer Reference*, Thomas Hockey et al. (dir.), New York, Springer, p. 948-949.

Lorch R., Kunitzsch P., 1985, « al Ḥāsib's Book on the Sphere and its Use », *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 2, p. 68–98.

Ptolémée C., trad. Toomer G. J., 1984, *Almageste*. Londres, Duckworth.

Samsó J., 2015, « Qusṭā ibn Lūqā and Alfonso X on the celestial globe », *Suhayl*, vol. 5, p. 63-79.

Sarma S. R., 2018, *A Descriptive Catalogue of Indian Astronomical Instruments*. Dusseldorf.

Savage-Smith E., 1985, *Islamicate Celestial Globes: Their History, Construction, and Use, with a chapter on iconography by Andrea P. A. Belloli*. Washington, Smithsonian Institution Press.

Savage-Smith E., 1990/1991, « The classification of Islamic celestial globes in the light of recent evidence », *Der Globusfreund*, 38–39, p. 23-29.