

Proceeding Paper

# Comparison of Armillary Sphere in Ancient China and Western World †

Jian-Liang Lin <sup>1,\*</sup> and Kuo-Hung Hsiao <sup>2</sup>

Traduction automatique anglais-français

Présenté à la 7e Conférence internationale IEEE 2024 sur l'innovation et l'invention de la connaissance, Nagoya, Japon, 16-18 août 2024.

*Eng. Proc.* **2025**, *89*(1), 15; <https://doi.org/10.3390/engproc2025089015>

**Publiée le 25 février 2025**

(Cet article appartient aux actes de la [7ème Conférence internationale de l'IEEE sur l'innovation et l'invention de la connaissance](#))

Téléchargement *Clavier-flèche vers le bas*

[Parcourir les chiffres](#)

[Versions Notes](#)

## Résumé

Les sphères armillaires se sont développées à l'Est et à l'Ouest pendant longtemps. Elles ont développé indépendamment diverses fonctions pour l'astronomie. Dans cet article, nous discutons des différences dans les structures mécaniques, l'apparence et les fonctions entre les sphères armillaires de la Chine antique et de l'Europe. La première sphère armillaire de l'ancienne Chine a été inventée par Luo Xia Hong (z) entre 156 et 87 av. J.-C.. Ensuite, la sphère armillaire de la Chine antique s'est améliorée avec le développement historique de l'astronomie. La fameuse sphère armillaire a été construite dans une tour d'horloge astronomique par Su Song dans la dynastie Song. Cette sphère armillaire était un appareil astronomique pour l'observation des phénomènes célestes et la correction des étalons temporels. Cependant, la sphère armillaire en Europe avait des applications différentes, même si les structures étaient similaires. Les sphères armillaires en Europe ont simulé la trajectoire du soleil en une journée pour prédire les positions du lever et du coucher du soleil. Ils ont ajusté l'angle d'inclinaison de la sphère céleste avec l'altitude d'observation pour observer le trajet des étoiles autour de l'écliptique. Grâce à cet examen, les sphères armillaire de la Chine antique et de l'Europe sont clairement définies.

Mots clefs:

[sphère armillaire](#); [Chine ancienne](#); [Europe](#)

# 1. Introduction

Les corps célestes du ciel ont intéressé l'humanité pour découvrir leurs secrets, quels que soient les personnes se trouvant sur le sol. Les gens ont essayé d'expliquer les phénomènes de l'époque et les mouvements cycliques des corps célestes en construisant l'apparence de l'univers et les théories correspondantes. L'astrologie et l'astronomie ont été développées successivement avec l'observation et les enregistrements pendant longtemps. En raison des besoins d'observation, plusieurs dispositifs mécaniques astronomiques ont été créés, tels que des sphères armillaires, des quadrants, des cadrans solaires et des astrolabes. Les sphères armées ont été inventées par différentes civilisations anciennes à travers le monde. Même si les apparences de sphères armillaires de différentes zones sont différentes, leurs fonctions sont presque les mêmes. De tels dispositifs mécaniques ont été appliqués pour observer les positions des corps célestes et même pour corriger le temps.

Les sphères armillaires sont combinées avec plusieurs anneaux pour former une sphère dans la Chine antique ou dans l'ancien monde occidental, comme le montre la [figure 1](#). Ces anneaux avec différentes échelles ont été utilisés pour construire un système de coordonnées de l'univers. Le noyau de la sphère formée est la Terre. La conception représente que le modèle géocentrique était la théorie essentielle à l'époque où le dispositif a été créé. Bien que leurs apparences soient similaires, les tailles des modèles physiques présentent d'énormes différences. L'ancien modèle chinois est lourd et énorme, et c'est un type de sol. L'ancien modèle occidental est plus petit; il est de bureau ou de type portable.



**Figure 1.** Sphère armillaire dans (a) La Chine et (b) L'Europe.

L'origine de leur invention dans l'ancien monde occidental est discutable. Eratosthène (276-194 av. J.-C.) et Anaximandre de Milet (611-547 av. J.-C.) pourraient être les inventeurs. Dans l'Almageste de Ptolémée, ces instruments étaient beaucoup plus simples, et la structure avait trois ou quatre anneaux. Il pourrait s'agir de sphères d'armement existantes ou plus simples. Il n'y a pas de manuscrits pour le prouver. Une opinion connue est que la première armillaire complète a été inventée par la méthéroskion des Grecs alexigriniens vers 140. Cette structure du premier appareil grec comprenait neuf anneaux à travers le globe. L'instrument avait neuf anneaux, dont l'horizon, le méridien, l'équateur, les tropiques, les cercles polaires, et l'écliptique et un anneau pour soutenir le squelette de la sphère. La sphère armillaire était un important dispositif astronomique pour observer et mesurer les positions et les mouvements des corps célestes jusqu'à l'apparition du télescope au XVIIIe siècle [\[1,22,3\]](#).

La sphère armillaire a été inventée indépendamment dans la Chine antique. Le premier inventeur est Luo Xia-Hong entre 156 et 87 av. J.-C.. Cependant, les gens ont mal compris que la première sphère armillaire connue en Chine a été créée par l'astronome Geng Shou-Chang (z) vers 52 av. J.-C.. Le premier modèle avait un design simple avec plusieurs anneaux représentant l'équateur céleste et le méridien. Correctement compris, le modèle astronomique inventé par Geng Shou-Chang (-) était le globe céleste ([Figure 2](#)). La sphère armillaire de la Chine antique s'est améliorée avec le développement historique de l'astronomie. Au cours de la dynastie des Han de l'Est, un célèbre astronome Heng (78- 139 CE) améliorait la sphère d'antenne. Il a créé un design plus complexe incorporant un anneau équatorial, un anneau méridien et un anneau d'horizon. Cependant, le

dispositif ne comportait pas d'élément (tube) à observer. Le dispositif astronomique de Heng a démontré les corps célestes. La sphère armillaire la plus étonnante a été construite dans une tour d'horloge astronomique par Su Song dans la dynastie Song (figure [Figure 33](#)). La tour de l'horloge comprenait la sphère armillaire, les corps célestes, un dispositif de carillons et une horloge mécanique. Ces dispositifs ont été entraînés par une roue à eau [[44,55,6](#)].



**Figure 2.** Le globe céleste de Geng Shou-Chang.



**Figure 3.** Tour d'horlogerie astronomique (en dollars).

À l'heure actuelle, les gens confondent la sphère armillaire et les globes célestes. Il existe des informations incorrectes sur les sites web. Les sphères armées se sont développées indépendamment dans la Chine antique et dans l'ancien monde occidental. Leurs fonctions et la structure sont similaires. Nous présentons donc le développement historique de la sphère armillaire en analysant sa structure et ses fonctions et en identifiant la sphère armillaire et le globe céleste.

## 2. Sphère agile et globe céleste

Les sphères armillaire et les globes célestes sont des dispositifs astronomiques différents. Les sphères armillaires sont utilisées pour observer, et les globes célestes sont utilisés pour démontrer les positions des étoiles connues dans le ciel à un moment en une nuit. Cependant, en raison de la description de la littérature ancienne, les gens trompent ces deux dispositifs mécaniques sans dessins ou en raison de la mauvaise compréhension de la façon d'utiliser les dispositifs enregistrés dans les manuscrits anciens.

Dans de nombreuses transcriptions anciennes, les apparences de sphères armillaires et de globes célestes sont décrites comme des sphères. Les sphères armillaires sont construites par plusieurs anneaux pour former une structure sphérique, et la surface de la structure n'est pas remplie. Plusieurs anneaux sont fixes et certains anneaux sont rotatifs. Les anneaux se supportent. Les critères d'évaluation des anneaux intérieurs fixes ou rotatifs sont reliés à l'antenne externe, comme le montre la [figure 4](#). Du fait de l'utilisation de la sphère armillaire pour l'observation, ce dispositif comporte un élément pour améliorer la précision et la commodité de l'observation, à l'aide d'un tube droit ou d'un tube à vue avant. En outre, avec le développement de l'observation astronomique, les structures des sphères armillaires se sont compliquées. Des anneaux ont été ajoutés au dispositif de mesure ou de simulation des mouvements des planètes.



**Figure 4.** Sphères armillaires anciennes dans (a) La Chine et (b) L'Europe.

En ce qui concerne les globes célestes, les styles communs sont construits sous forme de boules creuses ([figure 5](#)). Les étoiles connues sont gravées ou bombées à la surface de la bille. La bille construite sur le cadre est rotative. Par conséquent, les utilisateurs peuvent tourner les globes

célestes pour démontrer le ciel en fonction de l'heure et du jour. Les globes célestes ont été construits sur la base des enregistrements d'observation pendant longtemps, qui semblent constituer des données ou des statistiques massives. Certes, ils ont été utilisés pour prédire les phénomènes célestes qui se produiront dans les prochains jours.



**Figure 5.** Ancien globe céleste chinois.

La sphère armillaire de la Chine antique est trop compliquée pour fonctionner de manière conventionnelle. Les conceptions structurelles des sphères armillaires ont plus de neuf anneaux. Un astronome (-) a amélioré le dispositif en séparant ses multiples fonctions et ce que l'on a appelé l'armillaire abrégé (-), comme le montre la [figure 6](#). Dans l'ancien monde occidental, un dispositif mécanique assemblé par plusieurs anneaux concentriques était similaire à la sphère armillaire. Le dispositif visait à simuler les mouvements périodiques du soleil, de la lune et des planètes. D'après l'étude de la littérature, un dispositif comprenant 47 anneaux concentriques a survécu.<sup>7</sup>



**Figure 6.** Armillote abrégée (-).

### 3. Sphère agile dans la Chine antique

La sphère armillaire, un ancien instrument astronomique représentant la sphère céleste avec des anneaux et des cerceaux, a une histoire riche en Chine, reflétant des progrès significatifs en astronomie et en instrumentation.

La théorie des cieux de Sphère décrit l'évolution de la structure de l'univers, qui est devenue complète grâce à des ajouts et des expansions continus de concepts par des chercheurs de diverses dynasties. Lorsque la théorie des Cieux de Sphère s'est développée dans la dynastie des Han de l'Est, le célèbre astronome Heng a préconisé que le ciel et la Terre étaient des sphères comme un œuf, le ciel étant la coquille d'œuf et la terre étant le jaune, le ciel enfermant ainsi la Terre. Sur cette base, il a amélioré la sphère armillaire pour créer un design compliqué incorporant un anneau équatorial, un anneau méridien et un anneau d'horizon. Plus la théorie astronomique est développée, plus le dispositif de sphère armillaire est devenu complexe. Dans la dynastie Tang (-, 618 x 907 apr. J.-C.), l'astronome Li Chunfeng a créé un dispositif d'observation astronomique avec trois couches sphériques en 633 AD appelées « nid », qui corrige les observations astronomiques à partir de nombreux égards. Il a également conçu un tube sur le dispositif d'observation. L'installation du tube était terminée, mais l'astronome Yi Xing (z, 683-727 AD) a joué un rôle central dans l'amélioration de l'instrument. Il a ajouté plus d'anneaux pour représenter les pôles écliptiques et célestes, ce qui a augmenté sa précision.

Dans la Chine ancienne, la forme la plus connue de la sphère d'armillaire a été présentée par Su Song dans la dynastie des Song (plus de 960-1279). Cette forme, sur une plate-forme d'instrument en mouvement d'eau, avait trois systèmes composés de Liuhe Yi, Sanchen Yi et Siyou Yi (-), combinés à un tube de visualisation (-) et un support (-), comme le montre la [figure 7](#) [4-]. Cette sphère armillaire, dont neuf anneaux, a été construite au-dessus d'une tour d'horloge astronomique.

La base était un mécanisme d'alimentation en eau en forme de croix. Cette conception spéciale de l'embase était de corriger le niveau horizontal du dispositif. Les dispositifs mécaniques de la tour étaient entraînés par une roue à eau. Par conséquent, la sphère armillaire avait un anneau céleste courant sur l'eau pour suivre les corps célestes, observer les mouvements des étoiles et enregistrer leurs coordonnées. C'est un symbole de la maturité du développement de la sphère armillaire de la Chine.



**Figure 7.** Analyse structurelle de la sphère armillaire chinoise ancienne.

Le tube de visualisation de la conception Siyou Yi est commode à observer car il peut être tourné dans trois directions axiales. Ensuite, l'astronome a ajouté la vue de face sur le tube de visualisation pour améliorer la précision de la mesure. Dans la dynastie Ming (1368-1644 apr. J.-C.), Guo Shoujing a changé le style du tube d'observation afin que la salle d'observation ne soit pas affectée. Tout au long de son développement, la sphère armillaire de la Chine antique a illustré l'ingéniosité et le dévouement des astronomes chinois pour comprendre le cosmos. L'évolution de l'instrument reflète des avancées scientifiques et technologiques plus larges et souligne les contributions importantes de la Chine à l'histoire de l'astronomie.

## 4. Sphère armillaire dans le monde occidental antique

En ce qui concerne les sphères armillaires dans l'ancien monde occidental, le centre du premier modèle est la Terre, connue sous le nom de Ptolémée. Les derniers modèles utilisant le Soleil comme centre sont connus sous le nom de Copernican. Que les modèles soient suspendus ou reposés sur un stand, leurs structures sont similaires. Il n'existe que des différences entre ces deux modèles conceptuels comme la position et l'angle d'inclinaison de l'écliptique.

La sphère armillaire a une riche histoire dans le monde occidental, remontant à l'époque grecque et romaine de l'Antiquité et évoluant à travers le Moyen Age vers la Renaissance. Dans la Grèce antique et Rome, le concept de la sphère armillaire est attribué aux anciens Grecs. Les premières références connues remontent au III<sup>e</sup> siècle av. J.-C.. Hipparque (190-120 av. J.-C.) est connu pour avoir utilisé une sphère armillaire pour ses observations et calculs astronomiques. Claudius Ptolémée (100-170 apr. J.-C.) décrit l'opération d'une sphère armillaire dans son ouvrage *Almagest*, qui est devenu une pierre angulaire de la connaissance astronomique pendant des siècles. Au début du Moyen Age, une grande partie de la connaissance des sphères armillaires a été préservée et renforcée par les érudits islamiques. Les astronomes islamiques tels qu'Al-Battani (858-929 AD) et Al-Sufi (903-986 AD) ont utilisé et affiné les sphères armillaires, les incorporant dans leurs études astronomiques.

Les sphères armillaires ont été réintroduites en Europe par la traduction de textes arabes aux XII<sup>e</sup> et XIII<sup>e</sup> siècles. Gérard de Crémone (1114-1187 AD) a traduit un grand nombre de ces œuvres, réintroduisant des connaissances astronomiques classiques et islamiques aux chercheurs européens. Ensuite, plusieurs reprises et innovations de sphères armillaires ont été présentées à la Renaissance. Johannes de Sacrobosco (1195-1256 apr. J.-C.) et Regiomontanus (1436-1476) étudièrent et écrivirent sur la sphère armillaire. Nicolas Copernicus (1473-1543 AD) a utilisé la sphère d'antenne pour développer sa théorie héliocentrique, défiant le modèle géocentrique de Ptolémée. Aux XVI<sup>e</sup>

et XVIIe siècles, les sphères armillaires étaient couramment utilisées dans les universités pour enseigner l'astronomie. Ils sont également devenus des outils précieux pour la navigation, aidant les explorateurs pendant l'âge de la découverte.

Une sphère armillaire représente la sphère céleste avec des anneaux et des arceaux centrés sur la Terre (modèle géocentrique) ou Sun (modèle héliocentrique), comme le montre la [figure 8](#). Les anneaux et arceaux primaires autour du centre sont les suivants:[8](#)



**Figure 8.** Des sphères armillaires pour le modèle géocentrique et le modèle héliocentrique.

- L'anneau équatorial représente l'équateur céleste.
- L'anneau écliptique est incliné autant par rapport à l'anneau équatorial; il montre le chemin du Soleil (l'écliptique).
- L'anneau méridien représente le méridien local, passant par les pôles célestes et le zénith.
- L'anneau d'horizon représente l'horizon local de l'observateur.
- Les anneaux tropiques représentent le tropique du Cancer et le tropique du Capricorne.
- Les cercles de l'Arctique et de l'Antarctique représentent les cercles arctique et antarctique.

À l'exception des anneaux, il y a des composants supplémentaires et des caractéristiques réglables. Les petits cercles, appelés almucantars, sont parallèles à l'horizon dans plusieurs sphères armillaires. Rete est une structure en maille représentant le ciel étoilé, souvent utilisée en conjonction avec l'anneau écliptique pour montrer les constellations et les positions des étoiles. Les anneaux tournent pour s'aligner sur les positions des objets célestes, ce qui contribue à démontrer la mécanique céleste et les techniques de navigation. Entre la sphère et la base, une fente est conçue pour régler l'angle d'inclinaison en fonction de l'altitude des observateurs, comme le montre la [figure 9](#).



**Figure 9.** Conception réglable pour l'altitude.

## 5. Conclusions

Avec l'avènement du télescope et d'instruments astronomiques plus avancés, l'utilisation pratique des sphères armillaires a diminué. Ces dispositifs ont joué des rôles différents. La sphère branchillaire a été utilisée pour l'enseignement, l'observation, et comme un outil pour les astronomes pour comprendre les mouvements des corps célestes. Et ils restent d'importants objets historiques exposés dans les musées en tant que symboles de la recherche et de la découverte scientifiques précoces.

Il y a de fausses informations sur la sphère armillaire et le globe céleste. Nous introduisons donc l'origine des sphères armillaires de la Chine antique et de l'ancien monde occidental. Ensuite, les développements historiques, les fonctions et l'analyse structurelle des sphères armillaires dans la

Chine antique et l'Antiquité du monde occidental ont été présentés. Bien qu'il s'agisse de dispositifs mécaniques astronomiques pour l'observation et d'aspects similaires, ils ont des structures et des applications différentes.

## Contributions de l'auteur

Conceptualisation, J.-L. et K.-H.H.; analyse formelle, J.-L.L.; enquête, J.-L.L. et K.-H.H.; ressources, J.-L.L.; écriture-projet de préparation, J.-L. et K.-H.; écriture, J.-L.L. Tous les auteurs ont lu et accepté la version publiée du manuscrit.

## Financement

Cette recherche a été soutenue par le Conseil national de la science et de la technologie (Taipei, Taiwan) sous la forme d'une subvention NSTC 113-2410-H-359-003, constituant l'appui financier de ces travaux.

## Déclaration du Comité d'examen institutionnel

Sans objet.

## Déclaration de consentement éclairé

Sans objet.

## Déclaration constatant la disponibilité des données

Tous les codes logiciels et les données inclus dans cette étude sont disponibles sur demande à l'auteur correspondant.

## Conflits d'intérêts

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

## Références

1. Helmink, L. Sphère armillaire à têtes de vent. Disponible en ligne: <https://www.britannica.com/science/armillary-spiège> (consulté le 1er novembre 2024).
2. Sphère agilaire. Disponible en ligne: <https://en.wikipedia.org/wiki/Armillary-sphere-External-links> (consulté le 1er novembre 2024).
3. Armillary Spheres and Teaching Astronomy, Whipple Museum of the History of Science, Université de Cambridge. Disponible en ligne: <https://www.whipplemuseum.cam.ac.uk/explore-whipple-collections/astronomie/armillary-spheres-and-teaching-astronomy> (consulté le 1er novembre 2024).
4. Chanson, S. Xin Yi Xiang Fa Yao; The Commercial Press, Ltd. Taipei, Taiwan, 1968. ([Sciplier de Google](#))

5. Jenduo, W. Chanson Dai Shui Yun Yi Xiang Tai De Fu Yuan (-); Wen Wu Can Kao 'i Liao; Wenwu: Beijing, Chine, 1958; Volume 9, p. 1-9. ([Sciplier de Google](#))
6. Junwei, La reconstruction et la conception innovante de la sphère arrachère de Su Song dans la dynastie des Songs du Nord. Maîtrise, Southern Taiwan University of Science and Technology, Tainan, Taiwan, 2014. ([Sciplier de Google](#))
7. Linton, C.M. From Eudoxus to Einstein: A History of Mathematical Astronomy Annotated; Cambridge University Press: Cambridge, Royaume-Uni, 2004. ([Sciplier de Google](#))
8. Parkin, C. Sphère agilaire. Disponible en ligne: <https://www.hsm.ox.ac.uk/armillary-sphere> (consulté le 1er novembre 2024).

**Clause de non-responsabilité/Note de l'éditeur:** Les déclarations, opinions et données contenues dans toutes les publications sont uniquement celles de l'auteur ou des auteurs individuels et du (des) contributeur(s) et non du MDPI et/ou du ou des éditeurs. Le MDPI et/ou le(s) éditeur(s) déclinent la responsabilité de tout préjudice causé à des personnes ou à des biens résultant d'idées, de méthodes, d'instructions ou de produits mentionnés dans le contenu.

-  
2025 par les auteurs. Titulaire de la licence MDPI, Bâle, Suisse. Cet article est un article en libre accès distribué sous les termes et conditions de la licence Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).