



À LA MESURE DU TEMPS

La mesure du temps a toujours été une préoccupation des hommes depuis qu'ils ont pris conscience de son écoulement. Cette mesure a très vite permis d'organiser la société. Pour cela, les hommes ont créé des dispositifs de plus en plus ingénieux pour mesurer le temps à l'aide de phénomènes physiques bien choisis. Les liens entre la mesure du temps et l'astronomie sont d'ailleurs des plus anciens. C'est pour cette raison que la mesure du temps et la mesure de l'espace ont souvent été regroupées dans les observatoires astronomiques. Et cette intrication de l'espace et du temps est encore plus prégnante dans le cadre de la théorie de la relativité d'Einstein.

TEMPS SOCIÉTAUX, TEMPS MESURÉS – II

Comme nous l'avons vu dans le premier épisode, la mesure du temps a d'abord été essentiellement sociale, en lien avec des enjeux sociaux, politiques ou culturels. Néanmoins, l'écoulement du temps se devait d'être de mieux en mieux maîtrisé, lors des procès dans la Grèce antique par exemple, ou afin d'informer les citoyens sur les heures d'assemblées.

En Chine, l'astronomie ancienne était surtout liée à la production agricole tout en étant de nature divinatoire. Elle était essentiellement basée sur l'observation et, de ce point de vue, était bien supérieure à ce qui existait en occident avant notre Moyen Âge. Les connaissances scientifiques occidentales arriveront en Chine au XVI^e siècle via les missionnaires jésuites, en particulier Matteo Ricci.

Après nous être intéressés à la Mésopotamie et à l'Égypte dans le premier épisode, nous continuerons ici à passer sommairement en revue les étapes initiales de la mesure du temps en Grèce et en Chine.

La mesure du temps en Grèce

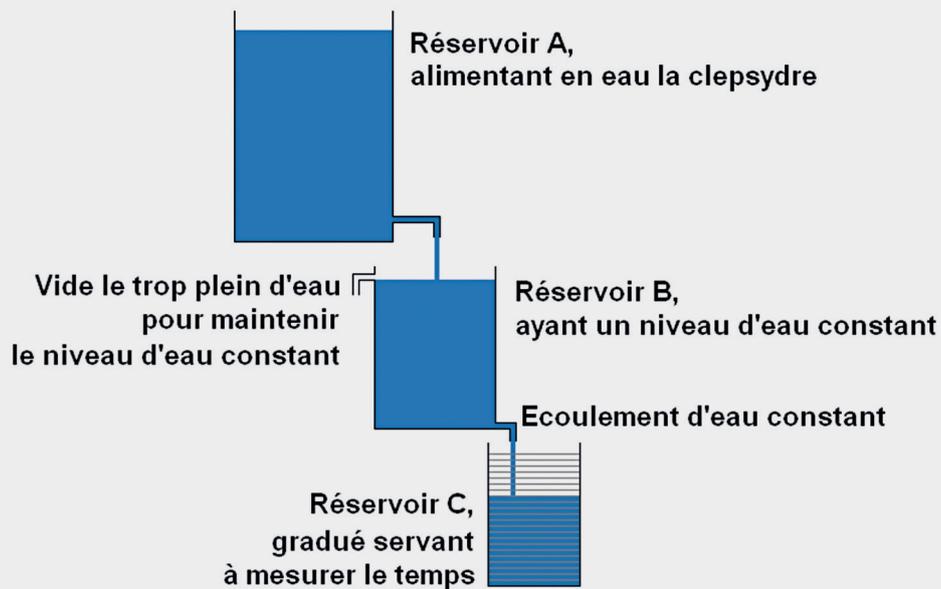
VITRUVÉ, dans son ouvrage *De Architectura* (livre IX, chap. VIII, § 2 à 7) attribue la paternité de la clepsydre à Ctésibios (284 av. J.-C. - 221 av. J.-C.).

Le principal défaut de la clepsydre égyptienne, ou **clepsydre à écoulement**, était d'avoir un débit d'eau non constant, d'où un temps qui s'écoule moins vite lorsque le vase se vide (la pression de l'eau étant de moins en moins importante).

Afin de résoudre ce problème, Ctésibios propose une **clepsydre réceptrice** à trois réservoirs. Le premier réservoir, qu'il est possible de remplir au fur

et à mesure, se vide comme une clepsydre à écoulement traditionnelle dans un deuxième réservoir. Ce dernier à la particularité d'être muni d'un « trop plein » qui permet de maintenir son niveau d'eau constant. Ce deuxième réservoir se vide, à débit constant, dans un troisième qui est gradué et qui permet donc la mesure du temps (durée).

Autre innovation due à Ctésibios, l'adjonction d'un flotteur dans le troisième réservoir, flotteur sur lequel on ajoute une tige dentée en contact avec une roue qui entre donc en rotation avec la montée du niveau d'eau. La rotation de la roue est donc proportionnelle au déplacement linéaire du flotteur.



Principe de la clepsydre de Ctésibios.

Domaine public

Vitruve décrit ainsi l'horloge hydraulique de Ctésibios (livre IX, chap. VIII, § 5 & 6) :

« On trace encore sur des colonnes
ou sur des pilastres les heures,
qu'une petite figure vient,
pendant tout le jour,
montrer avec le bout d'une baguette. »

« On fait encore d'autres règles
et d'autres tambours,
dentelés de la même manière,
qui, soumis à un seul
et même mouvement,
produisent en tournant différents effets.
De petites figures s'agitent,
des pyramides tournent.
On voit lancer de petits cailloux,
qui en retombant forment des sons.
Des trompettes sonnent. »



Horloge hydraulique de Ctésibios (III^e siècle av. J.-C.), d'après Claude Perrault (XVII^e siècle), tiré des Dix livres d'architecture de Vitruve, Paris, Coignard 1684.

La « petite figure » y est clairement visible.

Domaine public



La tour des Vents à Athènes.

Domaine public

Un exemple d'**horloge hydraulique** de Ctésibios se trouve dans la « **tour des Vents** » (horloge d'Andronicos, astronome grec de l'ancienne ville de Cyrrhus en Macédoine). En plus de ce dispositif hydraulique, la tour possédait un cadran solaire sur chacune de ses huit faces, orientées selon les huit vents principaux, ainsi qu'une girouette aujourd'hui disparue, mais décrite par Vitruve (livre I, chap. VI, § 4) :

« Sur cette tour il éleva une pyramide en marbre, qu'il surmonta d'un triton d'airain, tenant une baguette à la main droite. Il était disposé de manière à se prêter

à tous les caprices des vents, à présenter toujours la face à celui qui soufflait, et à en indiquer l'image avec sa baguette qu'il tenait au-dessus. »

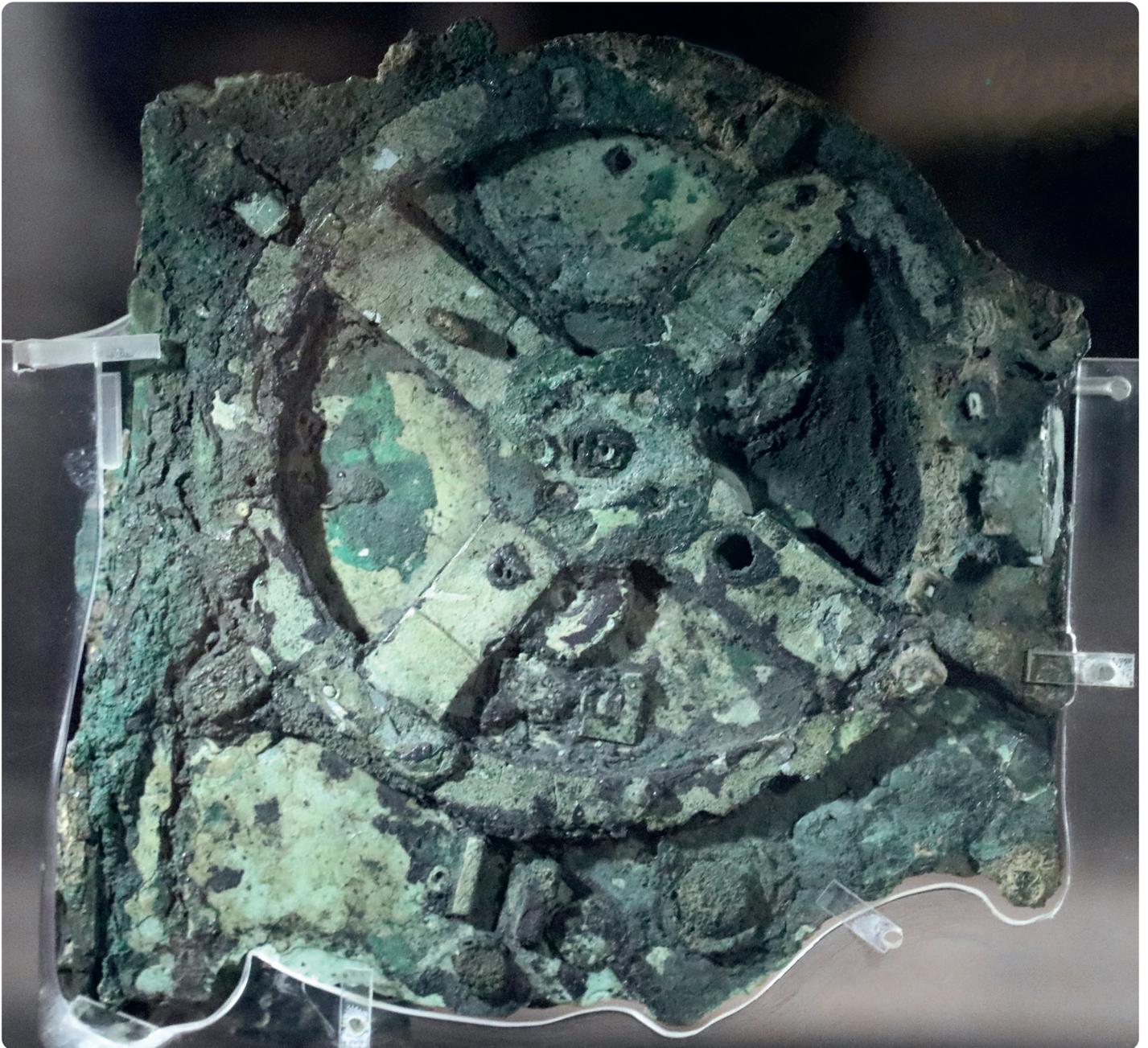
La tour des Vents est située à Athènes, dans le quartier de l'Agora romaine, à proximité des quartiers de Plaka et de Monastiraki. Elle aurait été construite par l'ingénieur Andronicus Cyrrestès au I^{er} siècle av. J.-C. (ou peut-être commandée au II^e siècle av. J.-C. par le roi Attale III de la dynastie des Attalides). Elle est construite en marbre, d'une hauteur de 14 mètres, chacune de ses huit faces ayant une longueur d'environ 3 mètres.

Même s'il ne s'agit pas à proprement parler d'un instrument de mesure du temps, le **mécanisme d'Anticythère** mérite d'être évoqué.

Ce mécanisme de dimensions modestes (21 cm × 16 cm × 5 cm), retrouvé au début du xx^e siècle, se trouvait à bord d'un navire romain qui coula vers 50 av. J.-C. près de l'île d'Anticythère (au nord-ouest de la Crète). Il s'agit d'un « calculateur analogique » qui décrivait les mouvements du Soleil, de la Lune et des planètes visibles à l'œil nu.

Il servait également à la prédiction des éclipses. Il est en bronze et comprend une trentaine de roues dentées bien identifiées.

Il n'est pas possible de parler d'horloge astronomique au sens strict. D'une part, ce mécanisme était actionné par une manivelle et, d'autre part, sa fonction première n'était pas de donner l'heure ou de mesurer une durée. Cependant, le temps était intimement lié aux mouvements des planètes et à la prédiction des éclipses via les engrenages.



Fragment principal du mécanisme d'Anticythère, exposé au Musée national archéologique d'Athènes.

CC BY-SA 4.0 F. Bini



Fragment secondaire du mécanisme d'Anticythère, exposé au Musée national archéologique d'Athènes.

CC BY-SA 4.0 F. Bini

D'ailleurs, en 2011, une montre a été réalisée sur le principe du mécanisme d'Anticythère. Seuls 4 garde-temps identiques ont vu le jour et ont été réalisés par une manufacture horlogère suisse.

Nous aurons l'occasion de revenir dans des épisodes futurs sur les montres mécaniques, ainsi que sur la construction et les principes mécaniques des mécanismes d'horlogerie modernes.

La mesure du temps en Chine

COMME EN MÉSOPOTAMIE, le plus ancien instrument d'astronomie utilisé par les Chinois est le **gnomon**. Le plus ancien gnomon a été trouvé sur le site préhistorique de Taosi en 2002, il daterait de 2 300 av. J.-C. (fin du Néolithique en Europe occidentale et en Chine) et servait à la détermination des saisons.

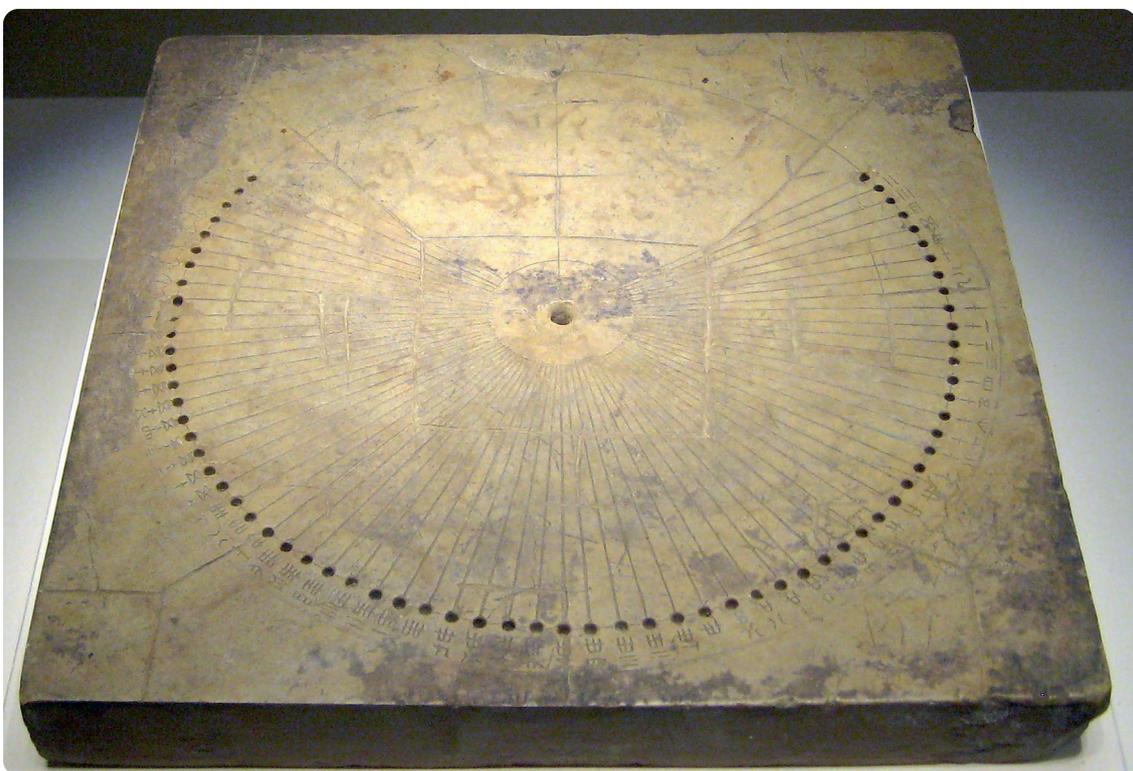
Les *Vingt-Quatre histoires* sont les annales qui couvrent l'ensemble de l'histoire des différentes dynasties de la Chine. Le premier livre traite effectivement de la période allant de l'Empereur Jaune jusqu'au I^{er} siècle av. J.-C. Cet empereur aurait régné cent ans, de -2698 à -2598, mais son existence historique est débattue depuis le début du xx^e siècle.

L'histoire de l'astronomie et de la mesure du temps en Chine avant la dynastie des Han (206 av. J.-C. à 220 apr. J.-C.) reste donc très vague. Aux IV^e et III^e siècles av. J.-C., trois grands recueils astrologiques décrivaient la marche du Soleil, des planètes et de

la Lune et donnaient un catalogue d'étoiles. Ils ont malheureusement été perdus à la fin de la dynastie Song (XIII^e siècle), même si des cartes du ciel avaient été dressées d'après eux au IV^e siècle.

Le *Tcheou-Pei* (livre sacré du calcul), autre ouvrage du début de la dynastie Han, a été traduit par Édouard Biot (ingénieur et sinologue français, 1803-1850). Ce document parle du gnomon, le plus important des instruments astronomiques chinois, et de la longueur des ombres.

Au temps des Han, on n'employait que le gnomon de 8 pieds (ou d'un multiple de 8, le pied des Han valant 24 cm). Vingt siècles plus tard, pendant la dynastie mandchoue, les jésuites firent adopter le gnomon de 10 pieds pour rentrer dans le système décimal. Mais le *Tcheou-Pei* ne fait cependant aucune mention du **cadran solaire** qui existait déjà du temps des Han. Un cadran en jade, possiblement horizontal, a en effet été retrouvé en 1932 à Luoyang dans la province du Henan. Ce cadran aurait pu servir de régulateur à une **clepsydre**.



Guiyi découvert à Luoyang, Province du Henan, en 1932, exposé au Musée national de Chine à Pékin.

CC BY-SA 3.0 BabelStone

D'autres instruments d'astronomie étaient utilisés par les astronomes chinois : tube de visée, sphère armillaire, globe céleste et horloge hydraulique.

Zhang Heng (78-139) était un astronome chinois qui, le premier, a utilisé un système hydraulique (roue à aubes et clepsydre) pour actionner une sphère armillaire rotative.

Après divers perfectionnements dus entre autres à Ma Jun (200-265), un autre astronome chinois, Yi Xing (683-727) met au point la première horloge à échappement chinoise en 725. Cette horloge était davantage un instrument astronomique qu'une horloge. On y voyait les mouvements du Soleil et de la Lune et elle indiquait le moment des aubes et des crépuscules, des pleines et des nouvelles lunes.

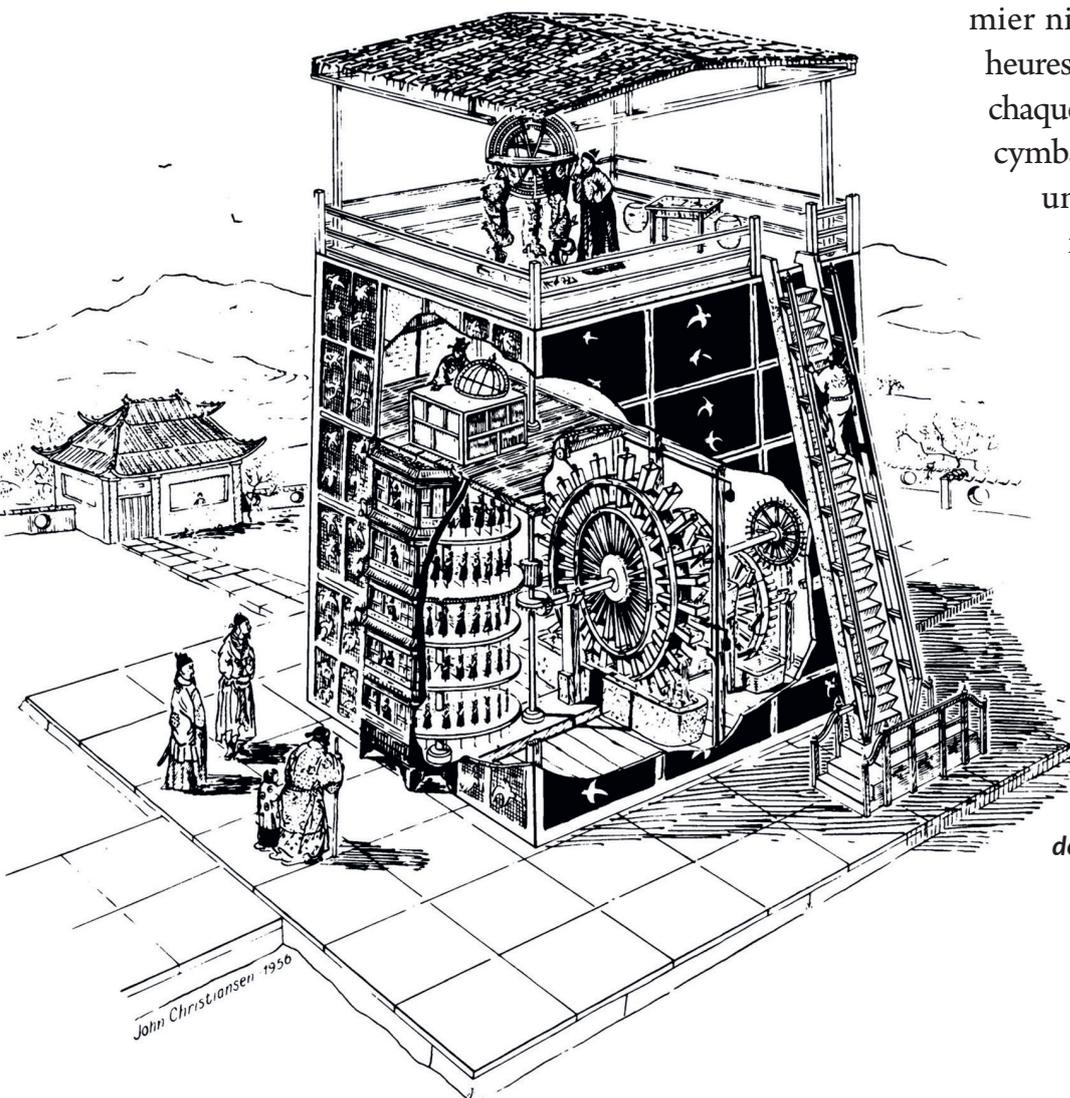
L'eau pouvant geler, elle fut remplacée par du mercure dans l'horloge construite par Zhang Sixun en 976 apr. J.-C. C'était « une tour de trois étages, chacun de plus de 3 m de hauteur, contenant la machinerie. Elle était ronde au sommet pour symboliser les Cieux et carrée au-dessous pour symboliser la Terre... La machine effectuait une révolution complète en 24 heures et les sept luminaires (Soleil, Lune et planètes) suivaient leur course le long de l'écliptique. Les heures étaient indiquées par douze panneaux montés sur douze tringles apparaissant de deux heures en deux heures... ».

Mais la plus grande horloge chinoise (haute de près de douze mètres) fut construite par Su Song (1020-1101) entre 1086 et 1092. Elle se trouvait dans les étages supérieurs du palais impérial de Khaifeng (1092-1126) et fut démontée en 1126 par les Tartares, puis emportée à Pékin. À son premier niveau, l'horloge annonçait les heures grâce à des figurines animées. À chaque instant particulier, un gong, des cymbales et des clochettes émettaient un signal sonore. À son niveau intermédiaire, un globe céleste tournait de façon synchrone avec la sphère armillaire supportée par le niveau supérieur. L'élément central de cette horloge était une roue à godets que l'eau ou le mercure s'écoulant d'un réservoir faisait tourner. ■

À son premier niveau, l'horloge annonçait les heures grâce à des figurines animées. À chaque instant particulier, un gong, des cymbales et des clochettes émettaient un signal sonore. À son niveau intermédiaire, un globe céleste tournait de façon synchrone avec la sphère armillaire supportée par le niveau supérieur. L'élément central de cette horloge était une roue à godets que l'eau ou le mercure s'écoulant d'un réservoir faisait tourner. ■

*Représentation moderne (1956)
de l'horloge astronomique de Su Song,
tiré du Bulletin - United States
National Museum, 1877.*

Domaine public



Bibliographie

- E. Biot, « Traduction et examen d'un ancien ouvrage chinois appelé Tcheou-Pei », *Journal asiatique ou Recueil de mémoires, d'extraits et de notices relatifs à l'histoire, à la philosophie, aux langues et à la littérature des peuples orientaux*, 3^e série, t. XI, Paris, 1841.
- J.-M. Bonnet-Bidaud, *4 000 ans d'astronomie chinoise*, éd. Belin, 2017.
- J. Bonnin, *Horologia Romana. Recherche sur les instruments de mesure du temps à l'époque romaine - Étude typologique, urbanistique et sociale*, thèse (3 tomes) en archéologie romaine, université de Lille 3, 2012.
- J. Bonnin, *La Mesure du temps dans l'Antiquité*, éd. Les Belles Lettres, 2015.
- « Le Génie scientifique de la Chine : 3 000 ans d'inventions et de découvertes », *Le Courrier de l'UNESCO : une fenêtre ouverte sur le monde*, XLI, 10 [536], 1988
- V. Deluz, « De la clepsydre animée à l'horloge mécanique à automates, entre Antiquité et Moyen Âge », *Autour des machines de Vitruve*, S. Madeleine, P. Fleury (dir.), Caen, PUC, 2017, p. 173-194.
- K. Deng, « Ancient Chinese Sundials », *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, C. Ruggles (eds), Springer, New York, 2015, https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6141-8_222.
- C.-H. Eyraud, *Horloges astronomiques au tournant du XVIII^e siècle : De l'à-peu-près à la précision*, doctorat d'histoire de l'Université de Lyon, 2004.
- G. Li, « Gnomons in Ancient China », *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, C. Ruggles (eds), Springer, New York, 2015, https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6141-8_219.
- Y. Lu, *A History of Chinese Science and Technology*, Springer Heidelberg New York Dordrecht London, 2015.
- H. Maspero, « Les Instruments astronomiques des Chinois au temps des Han », *Mélanges chinois et bouddhiques*, VI, Institut belge des hautes études chinoises, Bruxelles, juillet 1939, p. 187-356.
- H. Maspero, « L'astronomie dans la Chine ancienne : Histoire des instruments et des découvertes », *Mélanges posthumes sur les religions et l'histoire de la Chine*, III. *Études historiques*, SAEP & Musée Guimet (Bibl. de diffusion, LIX), 1950.
- H. Maspero, « L'astronomie chinoise avant les Han », *T'oung Pao*, 1929, second series, vol. 26, N^o 4/5 (1929), p. 267-356.
- L. de Saussure, *Les Origines de l'astronomie chinoise*, Librairie orientale et américaine, Maisonneuve Frères, 1930.

Y. Shi, « Ancient Chinese Astronomy, – An Overview », *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, C. Ruggles (eds), Springer, New York, 2015, https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6141-8_210.

N. Siron, « Le temps qui passe. Présence et représentations du temps dans les tribunaux athéniens », *Dialogues d'histoire ancienne*, 48/2, 2022, p. 153-173.

X. Sun, « Taosi observatory », *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, C. Ruggles (eds), Springer, New York, 2015, https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6141-8_215.

F. Xu, « Dengfeng Large Gnomon », *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, C. Ruggles (eds), Springer, New York, 2015, https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6141-8_218.