



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

Dès l'aube de l'humanité, l'homme a pris conscience du temps qui passe par l'observation de phénomènes naturels comme l'alternance des jours et des nuits, le retour des saisons, les phases de la Lune, le mouvement des étoiles et des planètes dans le ciel, pour ne citer que ceux ayant trait à l'astronomie.

Le temps dont il était alors question était un temps sociétal lié à une civilisation particulière (Sumériens, Babyloniens, Égyptiens, Grecs, Romains, Chinois...). La conception du temps était donc surtout utilitaire (économie, agriculture) et religieuse (célébration des cultes). Mais ce temps sociétal, comme il vient d'être dit, était lié à des phénomènes physiques périodiques. Le temps physique et le temps sociétal étaient donc liés, dès les débuts de la mesure du temps.

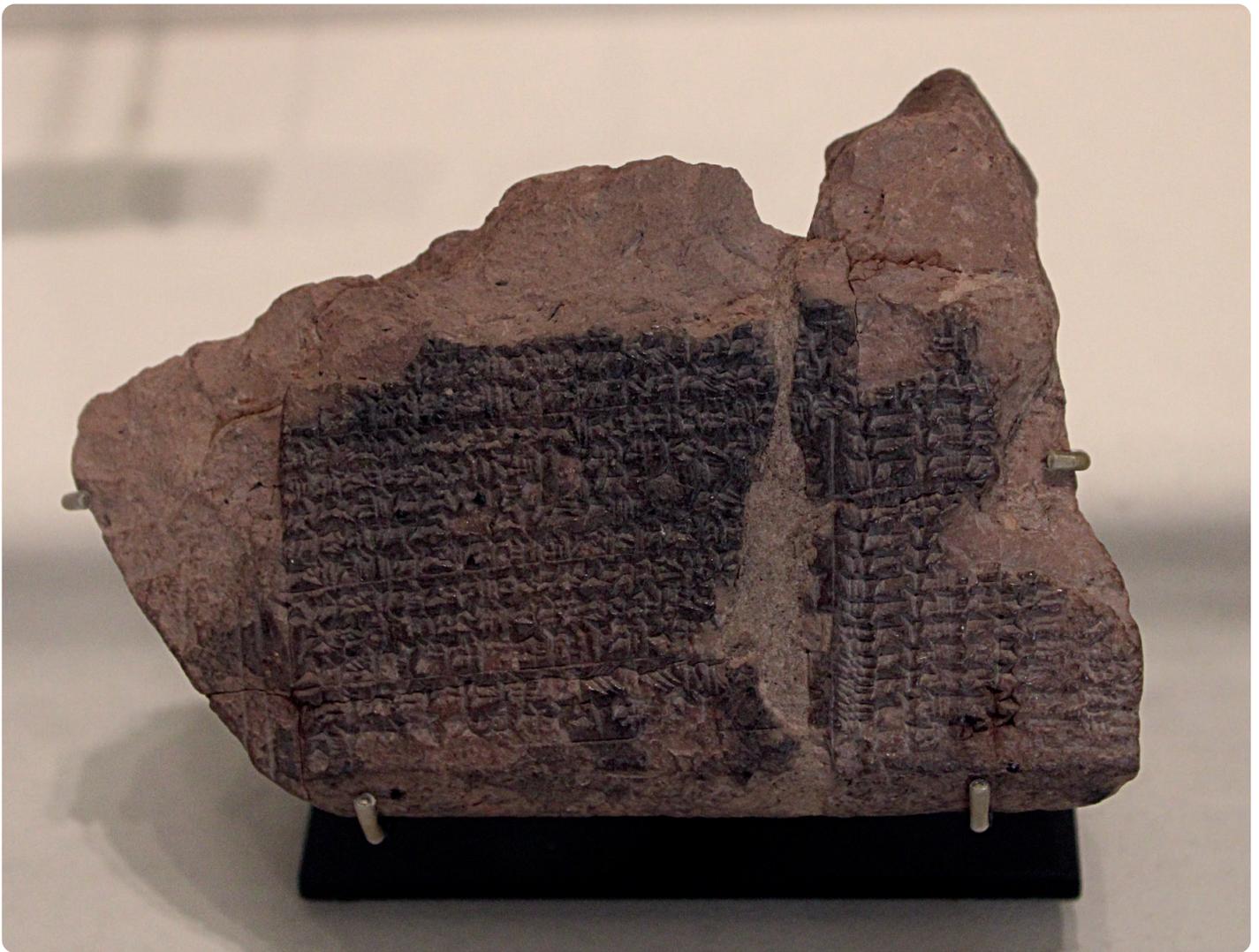
Dans ce premier épisode, nous essaierons de retracer, très sommairement, quelques-unes des étapes initiales de l'histoire de la mesure du temps, d'environ 2 000 av. J.-C. jusqu'aux débuts de notre ère. Certains points pourront être repris dans les prochains épisodes afin de les développer plus particulièrement.

La mesure du temps en Mésopotamie

LES PREMIERS TÉMOIGNAGES d'une mesure du temps qui sont parvenus jusqu'à nous proviennent d'une série de tablettes appelées *Mul Apin* (étoile de la charrue en sumérien). Elles ont été retrouvées lors des fouilles de Ninive, une ancienne ville d'Assyrie au nord de la Mésopotamie (Irak et Syrie actuels). Ces tablettes auraient été écrites vers le VIII^e siècle av. J.-C. et reprendraient des textes plus anciens, datant du

Premier Empire babylonien, soit 2000 ans avant notre ère. Ces tablettes recensent les connaissances astronomiques de l'époque : constellations, dates des levers et couchers héliques de certaines étoiles, « planètes » (Soleil, Lune, Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne), mais aussi et surtout, pour ce qui nous concerne, les saisons et la longueur des ombres. Ces ombres sont celles données par un **gnomon**.

Le gnomon est, tel un observateur se tenant debout, une simple tige rectiligne plantée verticalement sur un sol plan.



Fragment d'une tablette Mul Apin, exposé au musée du Louvre.

CC BY-SA 4.0 Zunkir

Un vers de la comédie d'Aristophane (v^e siècle av. J.-C.) *L'Assemblée des femmes* atteste l'habitude d'indiquer l'heure en fonction de la longueur de l'ombre du corps humain, en faisant en même temps allusion au principe d'utilisation du gnomon.

L'ombre la plus courte de la journée correspond au midi solaire. L'ombre la plus courte de l'année indique le solstice d'été et la plus longue le solstice d'hiver.

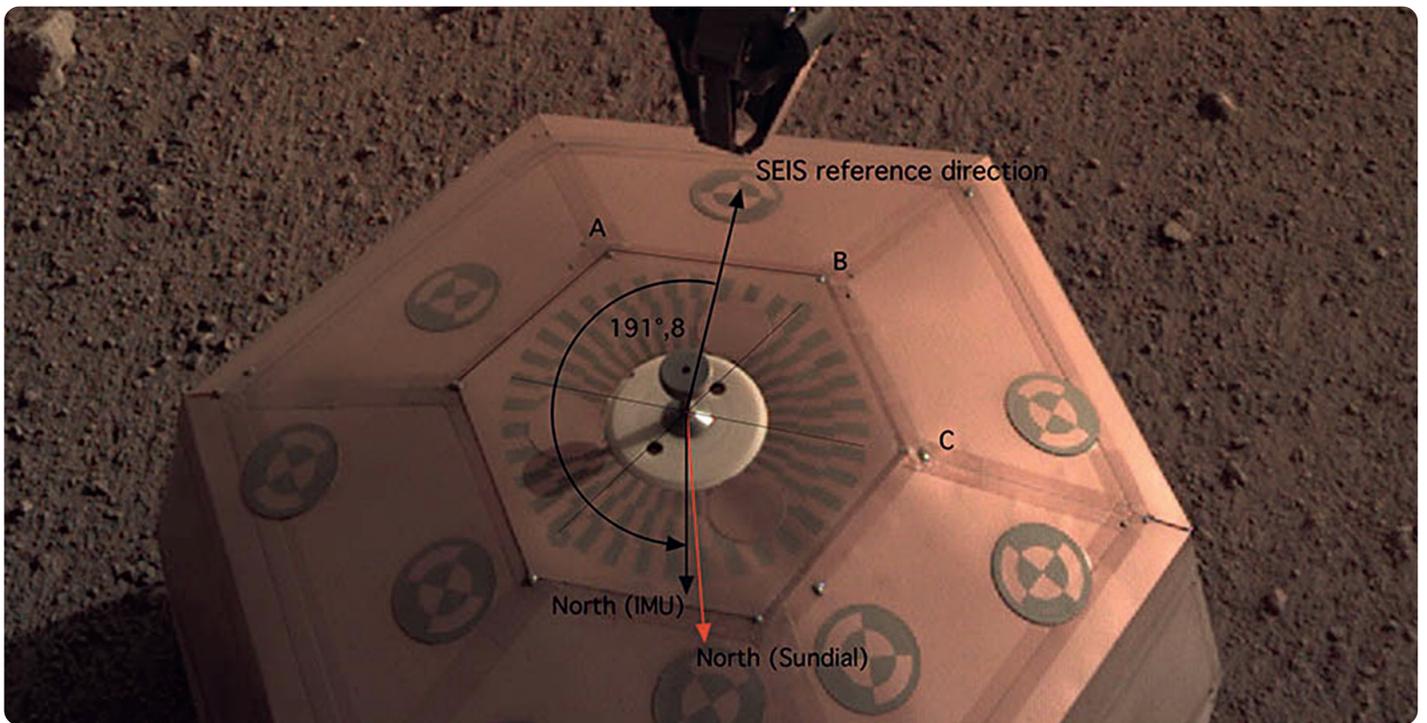
La civilisation babylonienne a donc probablement été la première à mesurer le temps grâce à la longueur de l'ombre d'un bâton planté dans le sol.

Mais l'idée ancienne du gnomon a encore été reprise récemment. En 1999, dans le cadre des festi-

vités du passage au nouveau millénaire, l'obélisque de la Concorde à Paris a en effet été utilisé comme gnomon pour tracer au sol un cadran solaire géant.

Puis, à la fin des années 2010, un gnomon a été embarqué à bord de la mission *InSight* (*Interior Exploration Using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport*) afin de déterminer le Nord martien. Des images ont permis de déterminer la position de l'ombre du gnomon. Puis, connaissant les coordonnées du Soleil, la direction du Nord martien a pu être estimée avec une incertitude de 2,5°.

Mais les Mésopotamiens utilisaient aussi d'autres instruments de mesure du temps, en particulier le **polos** qui est un « gnomon amélioré ». Vers 25 av. J.-C., Vitruve recense les 14 types de cadrans



Ombre du gnomon et direction du Nord obtenue grâce à celui-ci.

Crédits NASA/JPL



L'une des lignes horaires du cadran solaire de la place de la Concorde à Paris.

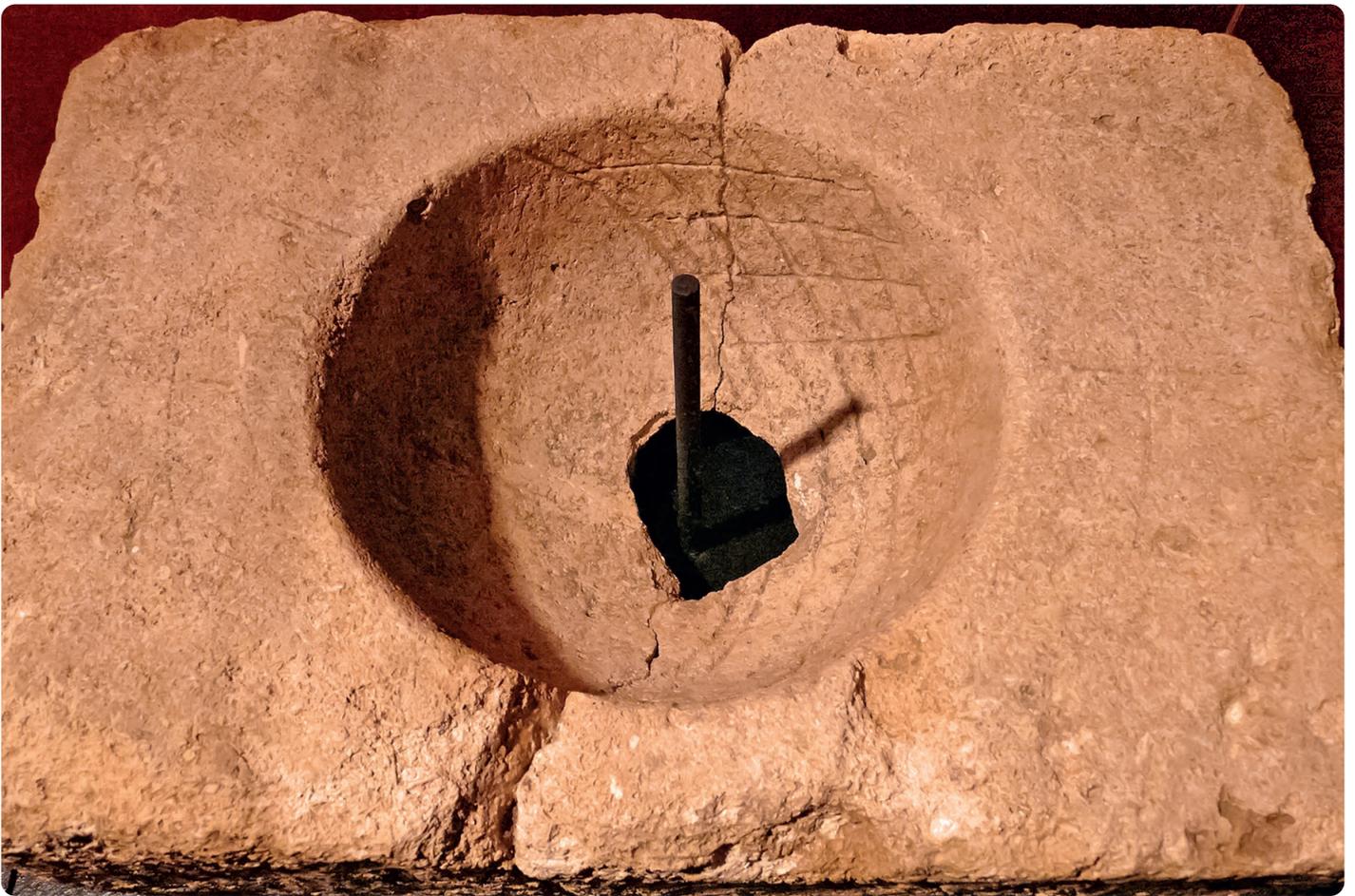
L'ensemble du cadran est en grande partie effacé.

CC BY-SA 2.0 Groupe

solaires connus (classés selon leur forme) dans son ouvrage *De architectura*, et rappelle le nom de leurs inventeurs. Il attribue le polos au prêtre chaldéen Bérose (~340 av. J.-C.) et le **scaphé** à Aristarque de Samos (IV^e siècle av. J.-C.). Le scaphé est un cadran solaire hémisphérique creux. Il possède des lignes horaires, régulièrement espacées, qui sont, tout au long de la journée, parcourues par l'ombre d'un petit gnomon planté en son centre. Les heures ainsi définies sont dites « inégales » (ou « temporaires »), car leur durée s'allonge ou se raccourcit selon les saisons. Le gnomon est parfois remplacé, comme dans le scaphé de Carthage (I^{er} ou II^e siècle après J.-C.), par un petit trou qui laisse entrer la lumière du Soleil et qui projette cette lumière à l'intérieur de la concavité. Dans ce type de cadran en volume, la lecture de l'heure se fait du lever au coucher du Soleil.

Dans le livre II de son *Enquête*, consacré à l'Égypte, Hérodote affirme que les Grecs auraient hérité la division du jour en douze parties des Babyloniens :

« Mais le cadran solaire (πόλος), le gnomon et la division du jour en douze parties nous sont venus des Babyloniens. »



Scaphé grec conservé au musée Clemens-Sels (Neuss, Allemagne).

CC BY-SA 3.0 H. Linge

La civilisation babylonienne s'épanouit en Mésopotamie du Sud entre le II^e millénaire et le I^{er} siècle av. J.-C. Elle a hérité des systèmes numériques de Sumer, une civilisation qui s'est développée du IV^e millénaire au III^e millénaire avant notre ère en Mésopotamie (Irak actuel). Pour compter, les Babyloniens utilisaient leurs doigts. Mais pas à la façon que nous avons de le faire. Au lieu de compter sur les cinq doigts d'une main, ils comptaient sur les trois phalanges de quatre doigts à l'aide du pouce (les phalanges d'une main sont donc numérotées de 1 à 12). Sur l'autre main, les cinq doigts pointent les douzaines de 12 à 60 (12, 24, 36, 48 et 60). La base 12 (système duodécimal) était donc plus naturelle pour les Babyloniens que pour nous, d'où probablement la division en deux fois 12 heures du jour.

Le système sexagésimal que nous utilisons encore aujourd'hui dériverait donc de cette base 12. Par exemple, 75 en base 10 s'écrit (1,15) dans le système sexagésimal. Et effectivement 75 min valent 1 h 15 min.

Les tablettes *Mul Apin* mentionnent également un **bol à immersion**, sorte d'horloge hydraulique antique. Le bol, percé d'un petit trou, était déposé dans un récipient rempli d'eau. Il se remplissait jusqu'à ce qu'il coule sous son propre poids. On pouvait donc mesurer une succession d'immersions, ce qui permettait d'en déduire une durée. Un exemplaire datant du IX^e siècle av. J.-C. a été retrouvé à Nimroud (Irak actuel).



Ancienne horloge à eau utilisée dans le Qanâts (système d'amenée des eaux souterraines) de Gonabad il y a 2 500 ans.

CC BY-SA 3.0 Maahmaah

La mesure du temps en Égypte

AVEC LES CHINOIS, les Égyptiens furent les premiers à utiliser les **clepsydes** pour la mesure du temps. Mais l'usage de la clepsydre est également bien attesté en Grèce, dans l'Empire romain et en Gaule. La plus ancienne clepsydre connue, celle du temple d'Amon à Karnak, a été trouvée au début du **xx^e** siècle par G. Legrain.

C'est le premier témoignage archéologique de l'existence des clepsydes. Elle est en albâtre, mesure 36 centimètres de haut et date du règne d'Aménophis III (environ 1415-1380 av. J.-C.). Elle servait à diviser la nuit en 12 parties et peut donc être considérée comme une sorte de garde-temps pour les méthodes astronomiques.

Dans l'Égypte antique, la journée commençait avec le lever du Soleil et durait 24 heures. Il y avait donc 12 heures de jour et 12 heures de nuit, ces heures étant inégales.

La division en 12 heures chez les Égyptiens vient de l'observation des décans stellaires. Ces décans sont des zones du ciel où se trouve une étoile dont les astronomes observaient le lever héliaque. Le plus célèbre est le lever héliaque de Sirius, durant la période prédynastique, qui coïncidait avec le début de la crue du Nil observée à Thèbes au solstice d'été.

Il y avait 36 décans dans l'année, observables pendant 10 jours. Cela constituait une année « décanale » de 360 jours auxquels les Égyptiens ajoutaient 5 jours dits « épagomènes » afin d'obtenir une année de 365 jours. En Égypte, on pouvait observer au maximum (en été) le lever de 12 décans,

d'où le découpage de la nuit (et ensuite du jour) en 12 heures.

La paroi interne de la clepsydre de Karnak est gravée avec des signes de mesure, alors que sa partie externe est décorée par une description du ciel et des saisons. Le vase, une fois rempli d'eau, se vidait lentement grâce à un petit orifice à sa base. Les signes gravés sur la paroi interne permettaient de mesurer les heures en fonction du mois de l'année, puisqu'au solstice d'hiver la durée de la nuit est

plus longue qu'au solstice d'été. Cette clepsydre accusait un retard de 30 minutes au bout de 6 heures, qu'elle rattrapait par la suite.

Lors des fouilles de l'Agora d'Athènes en 1934, une clepsydre a été mise au jour. Elle permettait de réguler les temps de parole lors des procès qui se tenaient à Athènes de la fin du v^e siècle à la fin du iv^e siècle av. J.-C. Eschine (389-314 av. J.-C.) et Aristote (384-322 av. J.-C.) ont indiqué tous les deux comment le temps était compté lors de ces procès.



Moulage en plâtre de la clepsydre de Karnak. Cette dernière, en albâtre, est conservée au Musée du Caire en Égypte.

CC BY-SA 3.0 Nicola

Lorsqu'il étudiait la chute des corps en 1600, Galilée utilisait encore la clepsydre. Au lieu de lire les graduations, il pesait l'eau qui s'était écoulée :

« Quant à la mesure du temps, nous la fîmes à l'aide d'un grand seau plein d'eau d'où sortait, par un fin tuyau soudé sur le fond, un mince filet d'eau reçu dans un petit verre durant tout le temps de la descente de la boule. Les quantités d'eau recueillies étaient pesées chaque fois sur une balance très exacte donnant par la différence et proportion de leurs poids la différence et proportion des temps. »

Le plus ancien témoignage archéologique de l'existence d'une **horloge à ombre** égyptienne remonte au règne du pharaon Thoutmosis III (1481/1425 av. J.-C.). Elle est conservée au musée de Berlin. Il s'agissait plus de mesurer le temps qui s'était écoulé depuis le lever du Soleil que de donner l'heure au sens auquel nous l'entendons actuellement. Cette horloge était transportable, d'où peut-être le fait qu'elle n'était pas très précise. Cette imprécision venait au moins du fait que, pour une heure donnée, la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon dépend de la saison. L'horloge ne fonctionnait donc correctement que le jour des équinoxes. Elle devait être orientée vers l'est le matin pour mesurer les 6 heures après le lever du Soleil, puis vers l'ouest

l'après-midi pour mesurer les 6 heures avant son coucher. Cinq points gravés sur la partie horizontale de l'instrument permettent de repérer les heures, la sixième heure étant à l'intersection des parties horizontale et verticale. L'explication de l'utilisation des « points horaires » se trouve dans l'inscription du cénotaphe de Sethy I (pharaon de la XIX^e dynastie, qui règne vers 1294/1279 av. J.-C.).

Un modèle plus ancien ne comportant que 4 points horaires serait tombé en désuétude. Il permettait de mesurer 4 heures le matin et 4 heures l'après-midi. Il y avait donc 8 heures en tout, auxquelles il fallait ajouter 2 heures après le lever du Soleil et 2 heures avant son coucher (donc toujours 12 heures au total). Une variante cette fois plus récente de cette horloge à ombre, datée de 320 av. J.-C., sera retrouvée à El Qantara. La partie plane horizontale y est remplacée par un plan incliné.

Le **cadran solaire** le plus ancien jamais retrouvé l'a été en 2013 par une équipe d'archéologues de l'université de Bâle (Suisse). Il provient de la vallée des Rois. C'est un cadran vertical à style (tige) horizontal (perpendiculaire au cadran). Le style polaire des cadrans que nous connaissons aujourd'hui apparaîtra plus tard, au XIV^e siècle, nous y reviendrons dans un autre épisode. De fait, ce cadran indiquait des heures inégales. Il date de

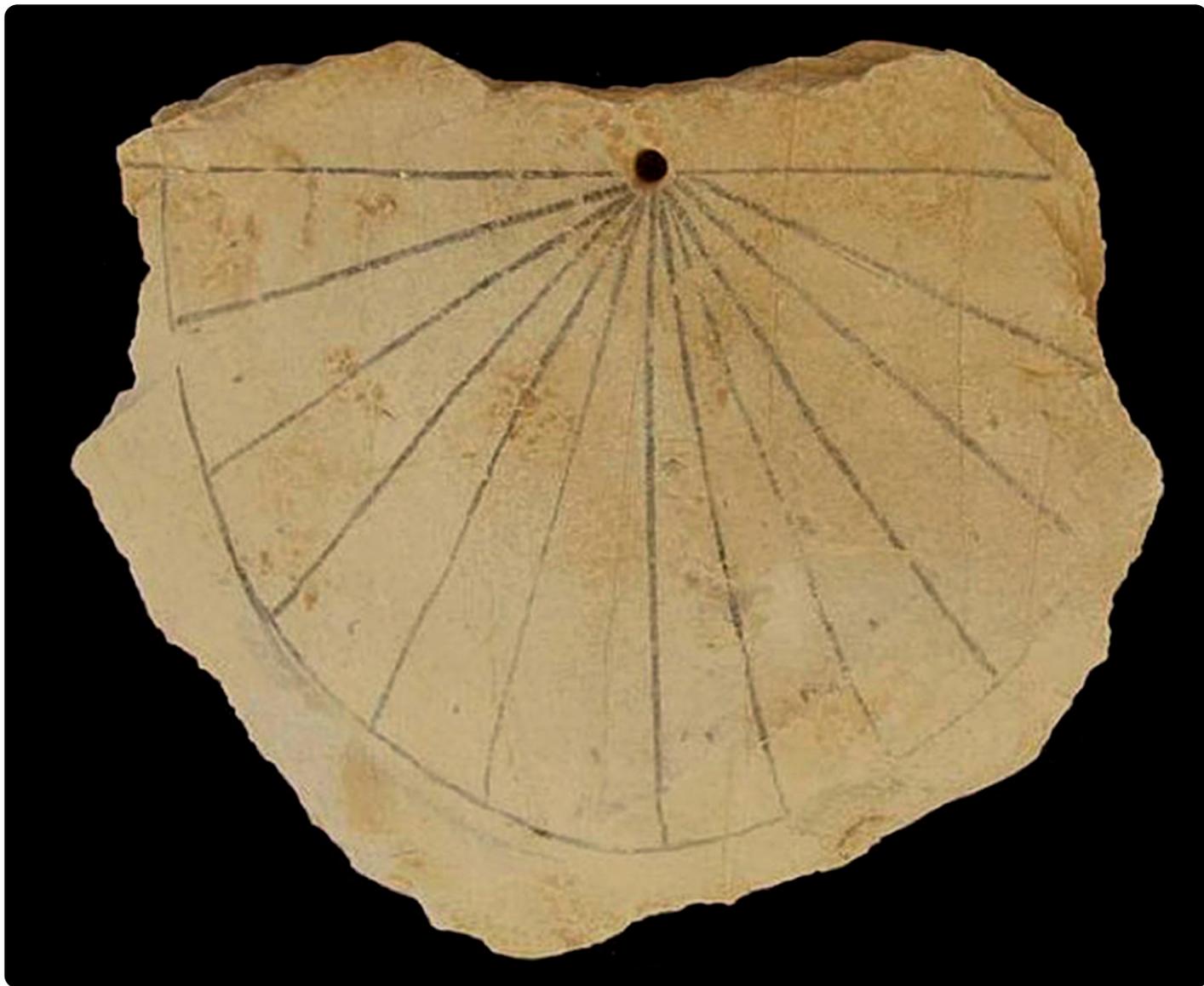


Horloge à ombre datant de Thoutmôsis III.

CC BY-SA 4.0 Ägyptisches Museum und Papyrussammlung, Staatliche Museen zu Berlin

l'époque des pharaons Amenmes (1201 à 1198 av. J.-C.) ou Sethi II (1202 à 1196 av. J.-C.), ce qui en fait l'un des plus anciens de toute l'histoire de l'humanité. La précision de ce cadran solaire, bien

que faible, permettait néanmoins de rythmer le travail et les pauses des ouvriers du bâtiment. Ce cadran est divisé en 12 secteurs correspondant aux 12 heures du jour. ■



Le plus ancien cadran solaire du monde, provenant de la vallée des Rois en Égypte.

Domaine public (University of Basel)

Bibliographie

- H. Andriolat, « L'astronomie égyptienne », *Bulletin de la Classe des sciences*, t. 8, n° 1-6, 1997, p. 71-89.
- E.-M. Antoniadi, « L'astronomie dans l'Égypte antique », *L'Astronomie*, vol. 48, 1934, p. 361-369.
- É. Aubourg, « Sirius et le cycle sothiaque », *Bulletin de l'Institut français d'archéologie orientale* (BIFAO), 100, 2000, p. 37-46.
- S. Bickel, R. Gautschi, « Eine ramessidische Sonnenuhr im Tal der Könige », *Zeitschrift für ägyptische Sprache und Altertumskunde* (ZÄS), 141(1), 2014, p. 3-14.
- A.-S. von Bomhard, « Ciels d'Égypte. Le "ciel du sud" et le "ciel du nord" », *Égypte Nilotique et Méditerranéenne* (ENIM) 5, 2012, p. 73-102.
- CNRS, Actualité de l'INSU, 2021 :
<https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/un-instrument-babylonien-pour-determiner-le-nord-sur-mars>
- Ch.-H. Eyraud, *Horloges astronomiques au tournant du XVIII^e siècle : De l'à-peu-près à la précision*, thèse de doctorat d'histoire de l'université de Lyon, 2004.
- R.M. Feraru, « Nouvelles contributions à l'étude des cadrans solaires découverts dans les cités grecques de Dobroudja », *Dialogues d'histoire ancienne*, 2008, 34/2, p. 65-80.
- P. Gagnaire, « Le scaphé de Carthage (cadrans solaires trouvés à Carthage. Au Louvre M.N.E. 1178) », *Les cahiers Clairaut*, n° 134, revue du CLEA.
- M. Gay, « Le plus grand cadran solaire du monde », *Bulletin de l'Association nationale des collectionneurs et amateurs d'horlogerie ancienne* (ANCAHA) n° 89, 2000.
- A.-C. Salmas, « La mesure du temps de la journée (I). Modules et fonctionnement des premières horloges à ombre », *Bulletin de l'Institut français d'archéologie orientale* (BIFAO), 113, 2013, p. 353-379.
- A.-C. Salmas, « La mesure du temps de la journée (II). Modules et fonctionnement des horloges à ombre tardives et des cadrans solaires », *Bulletin de l'Institut français d'archéologie orientale* (BIFAO), 114, 2014, p. 419-446.
- D. Savoie, R. Lehoucq, « Étude gnomonique d'un cadran solaire découvert à Carthage », *Revue d'Archéométrie*, n° 25, 2001, p. 25-34.
- D. Savoie, « Usages astronomiques du gnomon au cours des siècles », *C. R. Géoscience*, vol 350, 2018, p. 487-497.

D. Savoie *et al.*, « Finding SEIS North on Mars: Comparisons Between SEIS Sundial, Inertial and Imaging Measurements and Consequences for Seismic Analysis », *Earth and Space Science*, vol. 8, iss. 3, March 2021.

D. Savoie, *Une histoire des cadrans solaires en occident. La gnomonique du Moyen âge au xx^e siècle*, Éd. Les Belles Lettres, 2021.

J. Winand, « Temps physique et temps culturels. Le cas de l'Égypte ancienne », *Bulletin de la société royale des sciences de Liège*, vol. 74, 4, 2005, p. 311-325.