

LE TEMPS



Des **cadrans
solaires**
aux **horloges
atomiques**

Michel **Rousselet**



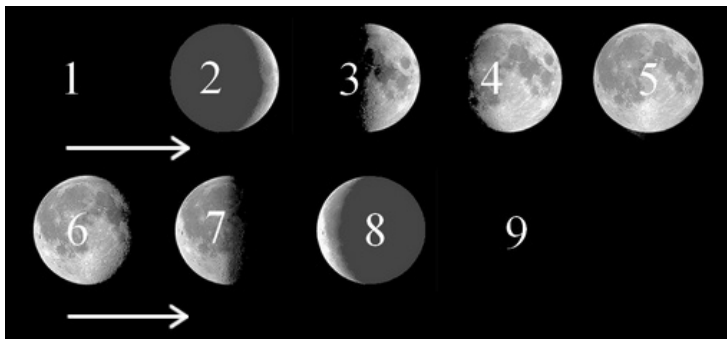
- 3400 : Le calendrier sumérien

Située entre deux fleuves, le Tigre et l'Euphrate, la Mésopotamie est une région du Moyen-Orient qui est aujourd'hui partagée entre la Syrie et l'Irak. Cette région a vu se succéder les civilisations sumérienne, akkadienne, babylonienne, assyrienne et chaldéenne. Elle a été conquise par les Perses en 539 avant J.-C.

La plus ancienne civilisation mésopotamienne qui nous soit connue est celle de Sumer. Elle regroupait plusieurs cités États. Dirigée par un roi qui gouvernait en s'appuyant sur les prêtres, chacune avait son propre calendrier. Ces calendriers étaient des calendriers lunaires fondés sur l'observation des phases de la Lune.

Un calendrier lunaire

L'aspect de la Lune change de façon cyclique. Au cours d'une *lunaison*, qui dure entre 29 et 30 jours solaires, elle apparaît sous différentes formes (ou phases). Après la nouvelle lune (1 et 9), phase pendant laquelle notre satellite n'est pas visible, on voit successivement le premier croissant (2), le premier quartier (3), la première lune gibbeuse¹ (4), la pleine lune (5), la deuxième lune gibbeuse (6), le dernier quartier (7), le dernier croissant (8), puis le cycle recommence !



Les phases de la Lune

Après avoir constaté qu'un cycle complet des saisons contient un peu plus de 12 lunaisons, les scribes sumériens ont choisi de partager l'année de leur

1. D'un mot latin signifiant « bossu ».

calendrier en 12 mois ayant alternativement 29 et 30 jours. La durée d'un mois est donc à peu près celle d'une lunaison, tantôt un peu plus courte et tantôt un peu plus longue. Comme $29 \times 6 + 30 \times 6 = 354$, le calendrier sumérien possède 354 jours.

Les noms des mois étaient différents d'une cité à l'autre et renvoyaient en général à des activités agricoles (préparation des champs, semailles, récolte) ou à des activités liées à l'emploi des briques (leur fabrication par moulage de l'argile par exemple) ou encore à des fêtes religieuses. Les calendriers indiquaient les dates des événements les plus importants de la vie sociale, économique et religieuse. L'année commençait à l'arrivée du printemps.

Comment reconnaître le 1^{er} jour d'un mois !

À Sumer, chaque nouveau mois commençait avec la nouvelle lune, le soir au coucher du Soleil lorsqu'un fin croissant de lune devenait visible pour la première fois. Il se terminait à la tombée de la nuit, quand la Lune cesse d'être visible.

Pour déceler la fin d'une lunaison et le début de la lunaison suivante, il fallait observer le ciel de façon continue afin de déterminer le moment exact du passage d'un mois au suivant. C'est pourquoi les scribes astronomes attachés à la cour royale observaient le ciel le soir du 30^e jour du mois en cours. Si la lune était visible, on considérait que le mois en cours n'avait comporté que 29 jours et le jour de l'observation devenait le premier du mois suivant. En revanche, si la lune n'était pas visible ce soir-là, le jour était « confirmé » comme étant le trentième du mois en cours et c'est le mois suivant, qui ne commencerait que le lendemain soir, qui ne compterait que 29 jours.

Un 13^e mois exceptionnel

Puisque l'année des saisons a une durée légèrement supérieure à 365 jours, il y avait chaque année un décalage légèrement supérieur à 11 jours entre le calendrier et l'année des saisons. Au fil du temps, ce décalage s'est accentué et est devenu de plus en plus important. Au bout de 3 années du calendrier sumérien, le début de chaque mois avait reculé d'environ 33 jours et les dates choisies pour marquer le début des saisons étaient complètement décalées et n'avaient plus de sens !

Pour corriger ce décalage, les Sumériens ont décidé de modifier leur calendrier en ajoutant un mois supplémentaire à certaines années, toujours après le 12^e mois. Seul le Roi, après avis des plus hauts dignitaires religieux, avait le pouvoir d'organiser et de modifier le calendrier. Il pouvait choisir le moment et la date à laquelle procéder pour ajouter un mois supplémentaire au

calendrier de l'année en cours. En moyenne, une année de 13 mois apparaissait tous les 3 ans.

La chronologie des événements historiques

Comme en Égypte, pour conserver la mémoire des grands événements de l'histoire de la cité, on numérotait les années pendant lesquelles un roi avait régné et on leur associait les actions importantes accomplies par ce souverain : ses victoires militaires, la construction d'un temple, etc. On se souvenait du règne d'un roi grâce à deux dates : celle de son accession au trône et celle qui marquait la fin de son règne.

- 3200 : Le calendrier des pharaons

3200 ans avant notre ère, les royaumes de Haute Égypte et de Basse Égypte ont été unifiés pour former l'empire égyptien, celui des pharaons. Cet empire a duré plus de 3 000 ans avant d'être conquis par des peuples étrangers, les Perses d'abord, puis les Grecs et enfin les Romains.

Le calendrier archaïque

Peuple d'agriculteurs vivant principalement de la culture du blé, les Égyptiens ont d'abord conçu l'année comme le temps nécessaire à l'obtention des récoltes. Pour construire leur premier calendrier, ils ont cherché à concilier la durée des lunaisons avec le retour régulier des saisons en dotant l'année de 12 mois de 30 jours, ce qui représente à peu près 12 lunaisons. Chaque mois était partagé à son tour en 3 décades de 10 jours chacune. L'année du premier calendrier égyptien possède donc 360 jours mais, comme l'année des saisons dure en réalité un peu plus de 365 jours, l'année du calendrier était en retard d'un peu plus de cinq jours sur l'année des saisons.



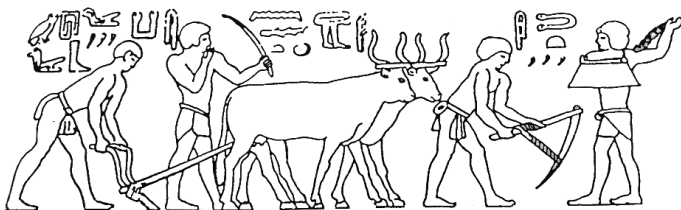
Mesure du grain après la récolte. D'après une fresque de la vallée des artisans

Peu à peu, au fil des années, ce décalage est devenu de plus en plus important. Les dates choisies dans le calendrier pour marquer le début des saisons ne retrouvaient leurs places exactes dans le cycle des saisons que tous les 72 ans ! Les paysans ne pouvaient donc plus se fier au calendrier pour prévoir les travaux des champs. Il fallait donc changer le calendrier.

Le calendrier nilotique

En Égypte, le Nil déborde chaque année et enrichit la terre de ses alluvions. À Héliopolis, les scribes avaient observé que le lever héliaque de l'étoile Sothis, qu'on appelle aujourd'hui Sirius, coïncidait à peu près avec le début de cette

inondation. Après avoir été visible pendant presque 300 jours, Sothis cesse de l'être pendant 70 jours environ. Sa réapparition dans le ciel se fait au moment du lever du Soleil. Comme les levers héliaques de Sothis se produisaient tous les 365 jours, les prêtres d'Héliopolis ont décidé, voici un peu plus de 4 000 ans¹, de remplacer le calendrier de 360 jours par un nouveau calendrier de 365 jours. Ils ont conservé les 12 anciens mois de 30 jours mais ont ajouté 5 jours supplémentaires qu'ils ont placé à la fin de l'année. Le jour du lever héliaque de Sothis a été choisi comme premier jour de l'année. Celle-ci a été partagée en 3 saisons de 4 mois chacune : *akhet* était la saison de l'inondation, *peret* était celle des semailles et enfin *chémou* était celle des moissons.



Scène de labourage et de semailles. D'après une fresque de la vallée des artisans

La création des années « bissextiles »

Malheureusement, au bout de quelques années, on constata que l'année de 365 jours était encore trop courte car il existait toujours un décalage entre le calendrier et l'année des saisons. Selon le nouveau calendrier, au bout de 120 années, les dates du début des saisons avaient glissé d'un mois complet dans le nouveau calendrier. L'étoile Sothis ne se levait plus au début de la saison de l'inondation. Au bout de 730 ans, les récoltes se faisaient en plein hiver selon le calendrier car le décalage avec les saisons représentait six mois de l'année ! Ce n'est qu'au bout de 1461 ans que le lever héliaque de Sothis eut lieu de nouveau comme cela avait été prévu, c'est-à-dire le premier jour de l'année. En l'an 238 avant J.-C, les scribes égyptiens s'avisèrent que le décalage du calendrier avec l'année des saisons représentait un jour entier tous les 4 ans. Pour supprimer ce décalage, ils décidèrent d'ajouter tous les 4 ans un jour supplémentaire à l'année du calendrier. Le pharaon Ptolémée III Évergète décréta que « *pour que les saisons se succèdent d'après une règle absolue et conformément à l'ordre du monde, un jour supplémentaire sera intercalé tous les quatre ans entre les cinq jours épagomènes et le nouvel an* ». Mais ce décret ne fut suivi d'aucun effet et les Égyptiens continuèrent à utiliser comme auparavant le calendrier de 365 jours.

1. Voir Paul Couderc, *Le calendrier*, PUF Que Sais-je ! 1948.

- 3100 : Le temps double des anciens Égyptiens

En dépit de l'existence d'un calendrier, les Égyptiens ne percevaient pas le temps comme un flux qui s'écoule de façon continue du passé vers l'avenir. Ils avaient une conception totalement différente qui s'appuyait sur leur religion¹.

En Égypte, chacun pouvait observer un grand nombre d'événements cycliques. Les saisons se succèdent périodiquement et, chaque année, le Nil déborde. Les migrations des oiseaux sont saisonnières elles aussi. Dans le ciel, la Lune connaît des phases croissantes et décroissantes qui se succèdent et reviennent périodiquement. Chaque matin le Soleil se lève et chaque soir il se couche.

Des hommes et des femmes meurent mais des enfants naissent et les remplacent. Une nouvelle année n'est pas celle qui suit la précédente, mais un recommencement. C'est pourquoi le mot égyptien qui désigne une année signifie « *ce qui se rejunit* ».

De même, au début de son règne, un nouveau pharaon engage la société égyptienne dans un nouveau cycle.

Le cycle de la vie et de la mort

Dans la société égyptienne, la religion occupe une très grande place. Au V^e siècle avant J.-C. l'historien grec Hérodote écrira dans ses *Histoires*, après avoir voyagé en Égypte : « *Comparée aux autres civilisations, les Égyptiens sont religieux à l'excès* ». L'existence des hommes est envisagée comme un cycle qui commence à la naissance et se termine avec la mort mais, bien que la vie de chaque homme soit relativement courte, ce cycle est perpétuel car il est toujours recommencé, du moins tant que l'ordre du Monde sera maintenu par les Dieux.

Après la mort, un nouveau cycle peut commencer pour chaque homme car celle-ci ne marque que le début d'une nouvelle vie dans l'au-delà, c'est-à-dire dans le royaume du dieu Osiris.

Les Égyptiens et la vie éternelle

Pendant toute sa vie, chaque Égyptien était préoccupé par la mort qui viendrait nécessairement. Dans la mesure de ses moyens, il devait préparer la

1. Voir, dans ce livre, le texte « - 2150 : Les horloges stellaires des prêtres égyptiens ».

« *maison d'éternité* » qui abriterait son corps après la mort. Cette maison d'éternité pouvait être une simple tombe creusée dans la terre, un édifice funéraire plus important, un mastaba ou une pyramide.

Dans le livre qu'il a écrit au IV^e siècle avant J.-C., entre 320 et 305 avant J.-C., l'historien grec Hécatee d'Abdère rapporte que « *les Égyptiens accordent très peu de valeur au temps qu'ils passent à vivre. Ils appellent les maisons pour les vivants des abris provisoires en raison du peu de temps qu'ils y passent. Au contraire, ils accordent le plus de valeur au temps après leur mort, pendant lequel la mémoire de la vertu les préservera. Les tombes des morts sont appelées « maisons éternelles » parce que les morts passent un temps infini dans le monde souterrain. C'est pourquoi ils ne se souciaient guère des matériaux terrestres de leurs maisons, mais, en revanche, il semble qu'aucune dépense n'ait été trop élevée pour leurs tombes.* »

Pour qu'il puisse entreprendre son voyage vers le Royaume des morts, présidé par Osiris, le corps du mort devait être embaumé et momifié. Le mort n'était admis qu'après avoir été jugé par le tribunal des morts.

Le temps double¹ des Égyptiens

Les anciens Égyptiens croyaient que la vie dans le monde des mortels était courte par rapport à la vie éternelle qui attend ceux qui sont admis dans l'au-delà. Ils avaient donc deux concepts du temps nommés respectivement *neheh* et *djet*.

Pour l'égyptologue Frédéric Servajan, « *Neheh, c'est le temps des êtres et des choses qui viennent au monde, qui se transforment, qui vieillissent et qui meurent*² ». C'est le cas des plantes, des corps célestes, des nuages, de la pluie, de la crue du Nil et des êtres humains. Le temps *Djet* est « *le temps de ce qui est immuable, de ce qui ne se transforme jamais, de ce qui reste toujours identique à lui-même* ». C'est le cas de la Terre, des dieux, des corps momifiés des défunts, des sanctuaires et des temples. Le dieu soleil Rê était associé au temps *neheh* puisqu'il mourait chaque nuit, attaqué par le serpent Apophis, mais renaissait chaque matin. Il est le symbole du cycle perpétuel de la vie et de la mort. Osiris, appelé aussi « *celui qui continue à être parfait* », est souvent représenté momifié. Il était associé au temps *djet* et symbolisait le cycle de la mort et de la vie éternelle. *Neheh* est aussi le temps de la renaissance tandis que *djet* est celui du souvenir.

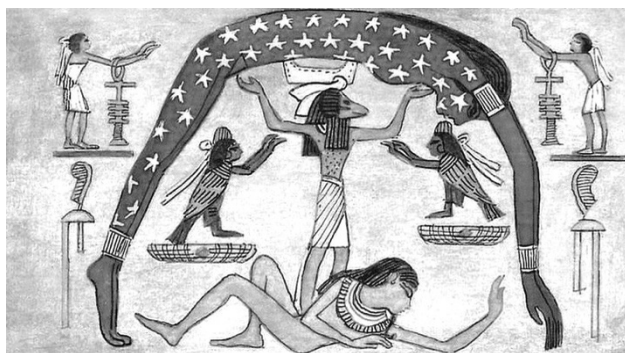
1. Voir l'article de Jan Assmann, « Le temps double des Égyptiens » dans la revue *Pour la Science*, n° 397, novembre 2010.

2. Cité dans l'article de Jan Assmann, « Le temps double des Égyptiens ».

- 2150 : Les horloges stellaires des prêtres égyptiens

Pour les prêtres de l'ancienne civilisation égyptienne, l'aspect du ciel était toujours interprété dans le cadre de la religion car les observations astronomiques avaient toujours une signification religieuse.

Les anciens Égyptiens croyaient qu'il existait, bien avant que les hommes ne soient créés, une étendue d'eau indifférenciée appelée le Noun. Le Dieu créateur Atoum sortit de cette eau sous la forme du soleil. Il engendra alors le premier couple divin formé de Shou, le dieu de l'air, et de Tefnout, la déesse de l'humidité. Shou et Tefnout engendrèrent à leur tour Geb, le dieu de la terre et Nout la déesse du ciel étoilé. Puis, de l'union de la terre et du ciel, naquirent quatre dieux, Osiris et son frère Seth ainsi que leurs sœurs Isis et Nephtys.



Représentation du ciel et de la Terre

L'explication de l'alternance du jour et de la nuit

Les Égyptiens interprétaient l'alternance du jour et de la nuit selon leurs croyances religieuses. Dans une première version, le dieu Soleil parcourt chaque jour le ciel dans sa barque et navigue la nuit dans le ciel inférieur, celui qui est sous la Terre. Le matin, quand il émerge de l'obscurité, il s'appelle alors Khépri. Le midi, dans toute sa force, il se nomme Rê. Le soir, quand il va s'enfoncer à nouveau dans les profondeurs de la nuit, il devient Atoum qui est attaqué chaque par Apophis, un serpent gigantesque qui est le dieu des ténèbres et des forces mauvaises. Pour repousser les attaques d'Apophis, Atoum est aidé par d'autres dieux. Isis essaye de désorienter le serpent pour que la déesse Bastet,

sous la forme d'un chat, puisse le décapiter. Dans une autre version, la barque du Soleil s'enfonce dans le monde souterrain où règne Osiris, le dieu des morts. Ré et Osiris ne forment plus alors qu'un seul dieu. Au matin, après la victoire sur le serpent Apophis, chaque dieu retrouve son propre corps et la course de Ré dans le ciel peut recommencer une nouvelle fois.

Les « horloges stellaires¹ »

Ce ne sont pas des horloges au sens strict du terme mais des tables de données astronomiques qui ont été peintes sur les sarcophages de quelques grands dignitaires de l'Empire. Les premières datent du milieu du XXII^e siècle avant notre ère. Toujours accompagnées de représentations mythologiques, elles décrivent une division de la nuit en 12 parties de durées variables.

Le calendrier égyptien possédait 12 mois de 30 jours et 5 jours supplémentaires à ajouter à la fin de l'année. Chaque mois était divisé en 3 décades de 10 jours chacune. Une année de 360 jours représentait donc 36 décades de 10 jours.

Les prêtres ont choisi d'associer des groupes d'étoiles, les *étoiles décanales*, à chacune des 36 décades du calendrier. Les tables des « horloges stellaires » associaient des noms d'étoiles décanales à chacune des 36 décades.

Le partage de la nuit en 12 parties

Dans le ciel, au cours de la nuit, les étoiles visibles semblent se déplacer vers l'ouest. Comme l'axe de rotation de la Terre est incliné *par rapport à l'écliptique*, certaines étoiles ne sont visibles que pendant une partie de l'année. *Sans pouvoir l'expliquer, les prêtres égyptiens avaient constaté ce fait. Le retour de l'étoile Sirius par exemple, restée invisible pendant 70 jours, annonçait la saison de l'inondation et marquait ainsi le nouvel an. Cette période de 70 jours avait une grande importance symbolique car les croyances des Égyptiens l'associaient à la durée au bout de laquelle les défunts pouvaient renaître dans l'au-delà et commencer le voyage après la mort. En été, saison pendant laquelle les nuits sont les plus courtes, les prêtres ne pouvaient voir au plus que 12 étoiles décanales se lever dans une même nuit. C'est pour cette raison qu'ils ont choisi de partager les nuits en 12 parties, chacune étant liée au lever d'une étoile décanale. Des tables stellaires leur permettaient, année après année, de relier les « heures » de la nuit au lever des étoiles choisies afin de suivre le voyage des âmes dans le ciel et de prier pour elles.*

1. Voir l'article de Léïla Haddad, « La céleste horloge de Pharaon » sur le site. <https://media.afastronomie.fr/Expo-CMC/pdf/CMCPharaon.pdf>.

Le partage de la journée en 12 « heures »

Par symétrie avec la nuit, la journée a été divisée elle-aussi en 12 parties égales. Cependant, faute d'instruments de mesure précis, cette division de la journée restera théorique pendant des siècles et n'aura pratiquement pas de conséquences sur la vie de la plus grande partie des Égyptiens. Ils continueront en pratique à partager les jours en quatre parties seulement : la matinée, l'après-midi, la soirée et la nuit.

Vers la même époque, les Babyloniens ont choisi eux aussi de partager la journée en 12 heures¹ mais pour des raisons différentes, liées à leur système de numération.

1. Voir, dans ce livre, le texte « –1800 *La mesure du temps à Babylone* ».

- 2000 : L'invention du gnomon

En Égypte, mais aussi en Mésopotamie, on a observé assez tôt qu'un simple bâton enfoncé verticalement dans le sol permet de suivre la course du Soleil dans le ciel. Les déplacements de son ombre permettent de partager la journée en différentes parties.

Le *gnomon* (d'un mot grec qui signifie « indicateur ») est une simple tige rectiligne et verticale dont on observe l'ombre sur un sol plan et bien horizontal. L'usage de cet instrument est attesté 2000 ans avant notre ère en Mésopotamie et en Égypte. Dans la journée, si le temps le permet, on peut observer que la longueur et la direction de l'ombre d'un gnomon varient de façon continue avec le mouvement apparent du Soleil dans le ciel. L'angle que font les rayons du Soleil avec le socle horizontal du gnomon dépend de la hauteur du Soleil dans le ciel.

Mouvement apparent du Soleil et latitude

Le mouvement du Soleil n'est pas vu de la même façon selon le lieu d'où il est observé. Au pôle Nord par exemple, le Soleil ne se couche pas pendant six mois de l'année et reste caché pendant les six autres. Quand il est visible, sa hauteur dans le ciel est constante et il semble décrire un cercle parallèle au bord de l'horizon. À l'équateur, la course apparente du Soleil est un arc de cercle situé dans un plan vertical. Ailleurs dans l'hémisphère Nord, le Soleil se lève chaque matin à l'est puis se déplace vers l'ouest en décrivant un arc de cercle autour de l'axe des pôles.

En réalité, le Soleil ne se lève exactement à l'Est et ne se couche exactement à l'Ouest que deux fois par an, les jours d'*équinoxe* qui, dans l'hémisphère nord, marquent le début du printemps et le début de l'automne.

Les variations de la hauteur du Soleil

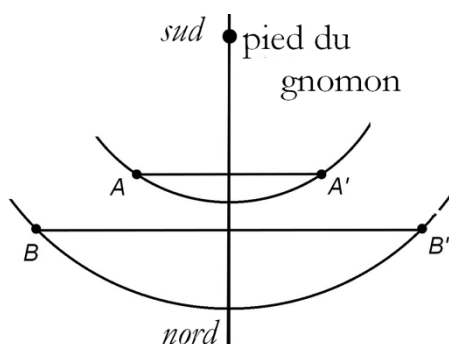
En un point donné de la Terre, sauf aux pôles, la hauteur du Soleil dans le ciel change pendant la journée. Chaque jour, le Soleil est au plus haut quand il traverse le méridien du lieu à midi. La hauteur du Soleil varie également avec les saisons. Quand il traverse le méridien en hiver, il est bas sur l'horizon mais il est beaucoup plus haut en été et atteint sa hauteur maximum le jour du solstice d'été. Sa hauteur à midi est la plus basse de l'année le jour du solstice d'hiver.

Le midi solaire

On peut suivre la marche du Soleil dans la journée en observant la longueur de l'ombre d'un gnomon et sa direction. Au fur et à mesure que le Soleil s'élève dans le ciel, l'ombre d'un gnomon tourne d'ouest en est. Très longue et peu distincte au lever du Soleil, sa longueur diminue de plus en plus puis s'allonge de plus en plus pendant l'après-midi. Le soir, elle est à nouveau difficilement visible. Par définition, on dit qu'il est midi¹ quand le Soleil est le plus haut dans le ciel. L'ombre du gnomon est alors la plus courte de la journée.

La ligne méridienne

Avec un gnomon, on peut déterminer la méridienne d'un lieu quelconque, c'est-à-dire la ligne droite qui va du nord au sud. Pour cela, on utilise la méthode dite « des cercles indiens ».



Construction de la ligne méridienne

On commence par marquer sur le sol deux positions A et B de l'extrémité de l'ombre du gnomon avant midi puis on trace les cercles qui passent par ces points en prenant pour centre le pied du gnomon. Après l'heure de midi, on pointe les passages successifs de l'extrémité de l'ombre du gnomon sur ces cercles en A' et en B'. On joint à la règle les points A et A' ainsi que les points B et B' puis on trace les médiatrices des segments obtenus. Ces droites, qui doivent être confondues, représentent alors la ligne méridienne cherchée.

1. Il s'agit du midi solaire qui n'est pas exactement celui de notre montre !

Le gnomon et le calendrier¹

Pour connaître la date des solstices, il suffit de relever chaque jour la longueur de l'ombre d'un gnomon à l'heure de midi, au cours d'une année complète. Le jour du solstice d'hiver, à midi, l'ombre du gnomon est la plus longue de l'année. Le jour du solstice d'été, à midi, l'ombre du gnomon est la plus courte de l'année. En comptant les jours qui séparent deux solstices d'été ou deux solstices d'hiver consécutifs, on peut en déduire la durée (en jours) d'une année des saisons.

Au III^e siècle avant notre ère, les Grecs partageront le jour en 24 heures à la façon des Égyptiens. Au II^e siècle avant notre ère, l'astronome grec Hipparque attribuera le numéro 12 à l'heure de midi car cette heure est placée au milieu des heures du jour.

1. Voir le texte de Denis Savoie, « Usages astronomiques du gnomon au cours des siècles », <https://hal.science/hal-02303616/document>.

- 1800 : La mesure du temps à Babylone

Fondée par les Akkadiens 1800 ans avant notre ère, Babylone a succédé à Sumer et a rayonné sur une grande partie de la Mésopotamie. L'empire babylonien a connu son apogée au VI^e siècle avant notre ère. Il a été conquis par les Perses en 539 avant J.-C.

Le calendrier babylonien

Comme celui de Sumer, le calendrier babylonien était de type lunaire et comprenait 12 mois ayant alternativement 29 et 30 jours. L'année commençait au printemps, à la reprise des travaux agricoles. Comme à Sumer, on ajoutait un mois supplémentaire au calendrier tous les 3 ans pour corriger le décalage avec l'année des saisons. C'est ainsi par exemple que le roi Hammourabi ordonne à son ministre, 1800 ans avant notre ère, d'ajouter un mois supplémentaire à l'année en cours : « *Hammourabi à son ministre Sindinman, dit ceci : l'année est hors de place. Fais enregistrer le prochain mois sous le nom de second Ululu. Le paiement des impôts à Babylone, au lieu de se terminer le 25 Tasritu, devra s'achever le 25 du second Ululu.* »

La division de la journée

À Babylone, le jour commençait au lever du Soleil et se terminait au lever de Soleil suivant. Comme en Égypte, la journée était partagée en trois parties, la matinée, l'après-midi et la soirée. Un gnomon permettait de repérer exactement l'heure de midi puisque c'est le moment de la journée où l'ombre du gnomon est la plus courte. Dans la journée, on pouvait suivre la marche du Soleil en observant la direction et la longueur de l'ombre d'un gnomon. Selon l'historien et géographe grec Hérodote (484 à 420 avant J.-C.), les journées étaient partagées en 12 heures égales : « *Car, pour l'usage du gnomon, et pour la division du jour en douze parties, c'est des Babyloniens que les Grecs l'apprirent.* »

Aujourd'hui, on appelle ces heures des *heures temporaires* (ou *saisonnnières*). Pour une journée donnée, la durée d'une heure temporaire représente 1/12 de la durée de cette journée. Comme la durée d'une journée change tout au long de l'année, la durée d'une heure temporaire change aussi d'un jour à l'autre.

Pourquoi choisir le nombre 12 !

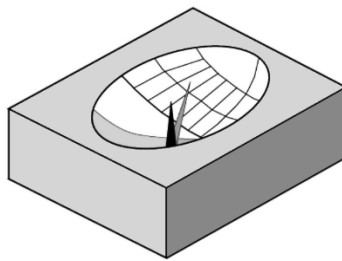
Le choix du nombre 12 par les Babyloniens a été fait pour une autre raison que celle qui a guidé les Égyptiens. En Mésopotamie, le nombre 12 a toujours joué un rôle important dans la définition des unités de mesures, de leurs multiples et sous-multiples, probablement parce qu'il possède d'assez nombreux diviseurs, ce qui facilite les calculs. On suppose, mais sans avoir de réelle certitude, que c'est la raison qui a dicté le choix de ce nombre.

Comme les savants babyloniens employaient la base 60 dans la représentation des nombres, l'heure a été divisée en soixante minutes et la minute en soixante secondes. Cependant, en l'absence d'instruments de mesure du temps suffisamment précis, ces subdivisions de l'heure sont restées longtemps beaucoup plus théoriques que pratiques !

Les savants grecs emprunteront leurs techniques de calcul et la base 60 aux Babyloniens. Ils adopteront la division du cercle en 360° ainsi que les unités de mesure du temps que sont l'heure, la minute et la seconde.

L'invention du polos

Un nouvel instrument, le *polos*¹ est apparu à Babylone au deuxième millénaire avant J.-C.



Représentation d'un polos

Cet instrument comprenait une tige placée verticalement au centre d'une demi-sphère creusée dans un bloc de pierre. Au cours de la journée, l'extrémité de l'ombre de la tige décrivait un arc de cercle sur la paroi intérieure de la demi-sphère. Le trajet de ce point commençait à l'ouest sur le bord du polos, coupait à midi un demi grand cercle orienté vers le sud et s'achevait le soir sur le bord est du polos. Les « heures » déterminées par les lignes tracées sur la surface intérieure de l'appareil avaient des durées inégales.

1. D'un mot grec ancien qui signifie « voûte céleste ».

La division de la nuit en 12 heures

Par analogie avec la journée, les Babyloniens ont partagé la nuit en 12 parties égales, les heures de nuit. Cependant, sauf aux équinoxes de printemps et d'automne, une heure de nuit n'avait pas la même durée qu'une heure de jour car la longueur de la nuit est différente de celle du jour. Plus la durée de la journée est grande et plus la durée de la nuit est courte et, inversement, plus la durée de la journée est courte et plus celle de la nuit est longue. Comme ils ne disposaient pas d'instruments capables de mesurer les heures de nuit¹, les Babyloniens estimaient approximativement les durées nocturnes en observant la rotation des étoiles dans le ciel. Elles semblent en effet faire un tour complet de l'étoile Polaire en 24 heures. Comme un tour représente 360° , chaque étoile tourne donc de 15° par heure.

1. À la façon des Égyptiens, ils utiliseront eux aussi des clepsydes, mais beaucoup plus tard.

- 1500 : Clepsydras et règles en L en Égypte

En Égypte, les clepsydras étaient des horloges à eau qui servaient à mesurer des durées. Les règles en L étaient des sortes de cadrans solaires qui utilisaient les rayons du Soleil pour indiquer des moments particuliers de la journée.

Les premières clepsydras¹ se présentaient sous la forme d'un bol rempli d'eau. Un trou percé au point le plus bas permettait à l'eau de s'écouler peu à peu, exactement comme du sable peut couler d'un compartiment à l'autre dans un sablier. Mais, comme la pression à la sortie du bol diminue au fur et à mesure que le niveau de l'eau baisse, le débit n'est pas constant. La durée nécessaire à l'écoulement complet de l'eau fournit néanmoins une sorte d'unité de mesure des durées.

Un gnomon permet de repérer certaines dates dans l'année et permet de partager la journée en plusieurs parties. Les premières clepsydras ne mesuraient que des durées.

Très vite, on a utilisé deux sortes de clepsydras. Celles de petite taille servaient à mesurer des durées assez courtes mais celles de grande taille permettaient de partager la nuit en périodes assez longues, toutes de même durée. L'utilisation des gnomons et des clepsydras a posé deux problèmes « techniques » aux Égyptiens :

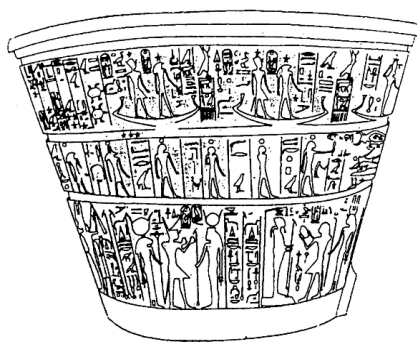
- comment synchroniser les indications données par les clepsydras avec les « heures » solaires indiquées par les gnomons ?
- comment fabriquer deux clepsydras fonctionnant de manière absolument identique ?

La clepsydre du temple de Karnak

Cette clepsydre, qui date de l'époque où régnait le pharaon Amenhotep III (entre -1390 et -1352), a été trouvée à Karnak en 1904. Elle est actuellement exposée au Musée archéologique du Caire. C'est un récipient d'albâtre ayant la forme d'un tronc de cône. Cette forme a été choisie pour maintenir le débit de l'eau à peu près constant. En effet, pour assurer un débit constant, il faut que la quantité d'eau à évacuer diminue quand la pression devient plus basse et quand l'eau s'écoule moins vite. C'est ce que réalise à peu près la forme choisie. La baisse du niveau de l'eau dans la clepsydre ralentit en

1. Du mot latin « clepsydra » qui dérive lui-même d'un mot grec signifiant « voler de l'eau ».

effet le débit de l'eau mais cette baisse est compensée, en raison de la forme donnée à la clepsydre, par la diminution progressive de la quantité d'eau à évacuer.



La clepsydre de Karnak

Des marques, disposées en 12 colonnes verticales, sont placées sur la paroi intérieure et permettent de lire chaque mois les 12 heures de la nuit. Les hauteurs des colonnes ont été trouvées empiriquement et sont différentes selon les mois. La colonne qui correspond au mois du solstice d'été, mois qui possède les nuits les plus courtes, est la plus petite avec une hauteur de 12 doigts. Celle qui correspond au mois du solstice d'hiver, mois qui possède les nuits les plus longues, est la plus grande et mesure 14 doigts. Depuis -1500, on savait en effet que la durée de la nuit variait dans ces proportions tout au long de l'année. Cependant, la correction apportée par la forme tronconique choisie pour les clepsydes restait encore approximative car le débit de la clepsydre n'est pas proportionnel à la hauteur de l'eau. Les premières heures étaient un peu trop courtes tandis que les dernières étaient un peu trop longues mais, malgré tout, la précision obtenue était tout à fait remarquable pour l'époque.

On trouvera plus tard des clepsydes plus perfectionnées en Grèce et de véritables horloges hydrauliques en Chine.

Les règles en L

Les Égyptiens utilisaient aussi une sorte de cadran solaire, appelée règle en L par les archéologues. Il comprend deux parties, le talon et le corps de la règle.

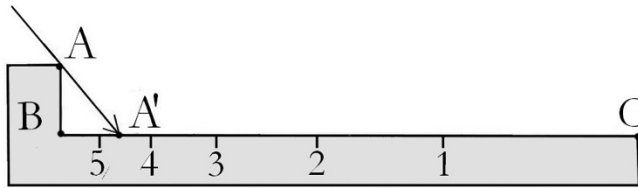


Schéma d'une règle en L

L'instrument devait être posé sur un plan horizontal, ce que permettait de vérifier le fil à plomb qui lui était fixé. Il devait être orienté selon une ligne méridienne, le talon vers le sud. Les 5 marques irrégulièrement espacées sur la partie la plus longue de la règle correspondent à 5 divisions de la matinée et à 5 divisions de l'après-midi. Leurs positions et leurs espacements dépendaient de la latitude pour laquelle l'appareil avait été conçu. La marque A' indiquée par l'ombre BA' du talon sur le corps de la règle indique en quelque sorte « l'heure de la journée ».

Fonctionnement d'une règle en L

Quand il y a du soleil, le talon fonctionne comme un gnomon et l'ombre du coin A vient se placer en A' sur la partie la plus longue de la règle. Pour lire « l'heure », il suffit de repérer la position de A' par rapport aux marques qui sont placées sur le corps de la règle. L'appareil est facile à transporter mais n'est réellement utilisable qu'à une latitude très voisine de celle du lieu pour lequel il a été construit.

- 841 : Les clepsydres chinoises

En Chine, les gnomons ont été employés dès le deuxième millénaire avant notre ère. Les observations faites avec ces instruments ont permis d'établir des calendriers. Au V^e siècle avant J.-C., on a commencé à employer des clepsydres.

Selon des documents datés de l'année -841, un très ancien calendrier lunaire a été remplacé par un calendrier luni-solaire¹ sous la III^e dynastie chinoise, celle des Zhou. À la différence d'un calendrier purement lunaire, un calendrier luni-solaire tente d'accorder le cycle de la Lune avec celui du Soleil. L'année définie par ce calendrier comptait 12 mois lunaires ayant de façon alternée 29 ou 30 jours. Pour rattraper son retard sur l'année des saisons, un mois supplémentaire était ajouté tous les deux ou trois ans selon des règles assez mal définies. L'année était divisée en saisons mais celles-ci ne commençaient ni aux solstices ni aux équinoxes. Le solstice d'été par exemple était situé exactement au milieu de l'été. De même, l'équinoxe de printemps était situé au milieu du printemps. L'hiver, qui commençait fin janvier ou début de février, était la dernière saison de l'année. Un mois nouveau commençait toujours le jour d'une nouvelle Lune. Les mois étaient numérotés mais étaient également désignés par des noms. Quand un mois supplémentaire était ajouté, on lui donnait le même numéro que le mois normal qui le précédait.

L'équivalent chinois du cycle de Méton

Vers 484 avant J.-C. apparaît l'équivalent du cycle de Méton² qui sera utilisé par les Grecs pour obtenir une année de 365 jours 1/4 en moyenne. Dans un cycle de 19 années, on ajoute un mois supplémentaire aux années qui portent les numéros 1, 4, 7, 10, 12, 15 et 18. Ce sont des décrets impériaux qui fixent la longueur de chaque mois de telle façon que le 15^e jour du mois soit toujours celui d'une pleine Lune. Une autre contrainte est maintenue : la date du solstice d'hiver doit être placée au milieu de la saison d'hiver, pendant le 11^e mois de l'année. Il en résulte que le premier jour de l'année doit être placé entre le 21 janvier et le 20 février. La date du jour de l'an n'est donc pas fixée une fois pour toutes ! À partir de 256 avant J.-C., de nombreuses dynasties se succéderont mais le calendrier civil chinois restera pratiquement inchangé jusqu'en 1912, date à laquelle il sera remplacé par le calendrier grégorien.

1. Voir Jean Lefort. « La saga des calendriers », *Bibliothèque Pour la Science*, Belin 1998.

2. Voir le texte « -700 Les calendriers de la Grèce antique ».

Le calendrier solaire agricole

Si le calendrier lunaire peut définir les moments importants de la vie sociale et religieuse des paysans, c'est l'année des saisons qui fixe le rythme de leurs travaux agricoles. Le calendrier agricole comptait 365 jours et 24 périodes. Après avoir constaté que le mouvement du Soleil est plus rapide en automne et en hiver qu'au printemps et en été, les astronomes chinois ont choisi de donner des durées inégales à ces périodes.

Le partage du jour et de la nuit en « heures »

Les premières clepsydres chinoises sont apparues environ 500 ans avant notre ère, à la fin de la dynastie Zhou. Comme elles n'avaient qu'un seul réservoir, les débits n'étaient pas constants. Pour remédier à cela, on a eu l'idée, vers l'année -205, de les doter d'un deuxième réservoir. Le réservoir supérieur se vidait dans le réservoir inférieur pour y maintenir constant le niveau de l'eau et assurer ainsi un fonctionnement « heures égales ». Grâce à cette invention, on a pu partager les jours et les nuits en parties égales. Cela a été fait de deux façons différentes. Au V^e siècle avant J.-C. le jour a d'abord été divisé en 100 parties égales appelées *ke*, un *ke* représentant entre 14 et 15 de nos minutes. Le *ke* était divisé à son tour en 10 *fen*. On a également divisé le jour en 12 parties égales appelées *shi*, un *shi* valant environ deux de nos heures.

Les principales heures de la journée étaient signalées à la population par des cloches ou par des roulements de tambour. La nuit était partagée en 5 *geng* de durées identiques mais variables au cours de l'année.

La conception du temps dans la Chine ancienne

Le mot temps correspond en chinois à deux caractères. Le caractère *shi* peut être traduit par le mot « temps » mais il ne renvoie qu'à des notions concrètes comme l'époque, la saison ou le moment. En revanche, le caractère *jiu*, généralement traduit par *durée*, a un sens beaucoup plus abstrait et correspond en fait à notre mot *temps*. Au V^e siècle avant notre ère par exemple, le philosophe Mozi (478-392) a utilisé ce caractère pour écrire que « *la durée recouvre les divers temps* ». Selon le commentaire qui accompagne ce texte, Mozi évoque l'ensemble de tous les moments du temps qui forment le passé, le présent et l'avenir. Comme Héraclite¹, les lettrés chinois considéraient le temps comme une rivière qui suit son cours sans jamais s'interrompre : « *Le cours du temps est comme ce fleuve ; vienne la nuit, vienne le jour, jamais il ne s'arrête* »².

1. Voir dans ce livre le texte « 500 Le temps chez Héraclite ».

2. *Entretien de Confucius*, traduction et présentation par Anne Cheng, Seuil, Paris 1981, page 78.

- 750 : Comment Homère concevait-il le temps ?

Dans la mythologie grecque, il existait trois divinités, Chronos, Aïon et Kairos, qui personnifiaient trois conceptions du temps. Le poète Homère a utilisé ces trois noms comme des adjectifs dans ses récits.

Le dieu Chronos

Chronos¹, qui personnifie le temps qui passe, est le fils de Gaïa (la Terre) et d'Hydros, le dieu des eaux primordiales. Les anciens Grecs le représentaient comme un serpent à trois têtes, une tête d'homme, une tête de taureau et une tête de lion. Dans la mythologie romaine, Chronos est le père des Heures, déesses qui personnifient les douze heures du jour ou de la nuit. Les représentations modernes le montrent généralement comme un vieillard qui possède une longue barbe et deux grandes ailes noires. Il porte un sablier et une faux. Le sablier symbolise le temps qui s'écoule sans cesse du passé vers le futur et que rien ne peut arrêter. La faux rappelle que le temps de la mort viendra inéluctablement pour chacun et chacune d'entre nous.



Représentation de Chronos sur une pendulette du XIXe siècle

1. Ce nom est à l'origine de notre mot *chronomètre*.

Le dieu Aïon

Pour les Grecs, le cercle est la figure parfaite par excellence. Le Cosmos est limité par un cercle et la Terre est ronde. Dans le ciel, les constellations du zodiaque sont placées sur un cercle que le Soleil parcourt. Comme leur nom l'indique, l'existence des phénomènes cycliques est liée à la figure parfaite du cercle. Le dieu Aïon personnifie le temps des cycles, celui des saisons, de l'alternance du jour et de la nuit, de la respiration et du sommeil par exemple. Ce temps « cyclique¹ » s'applique aux événements qui reviennent perpétuellement. Aïon est aussi le dieu de l'éternité et du destin.

Le dieu Kairos

Le dieu Kairos personnifie le moment opportun qu'il faut savoir saisir pour agir. À partir du IV^e siècle avant J.-C., les sculpteurs le représentent comme un jeune homme ailé qui ne porte qu'une touffe de cheveux sur le devant de la tête. Quand il passe près de nous, on peut ne pas le voir mais, en revanche, si on « ressent » au moment où il passe que le moment est favorable, on peut tendre la main et « *saisir l'occasion par les cheveux*² ». Le temps qu'il représente est donc un moment qui allie la chance et le flair. Le temps *kairos* est un temps dont le discernement est essentiel pour les stratégies militaires, les hommes politiques, les médecins, etc. qui doivent toujours savoir saisir les moments favorables pour agir.

Le temps dans l'œuvre d'Homère

L'*Illiade* et l'*Odyssee* sont les œuvres littéraires grecques les plus anciennes que nous connaissions. Ces deux épopées ont été composées par Homère, probablement entre les années 850 et 750. La première conte l'histoire de la guerre de Troie, la seconde raconte le long périple qu'Ulysse a effectué pour rentrer à Ithaque.

G.E.R. Lloyd, historien des sciences et spécialiste de la Grèce ancienne précise dans son étude *Le temps dans la pensée grecque*³ qu'on ne trouve chez Homère « *aucun terme qui soit l'équivalent de notre mot français temps* ». Le poète n'utilise en effet que « *des mots du vocabulaire courant pour indiquer les principales périodes de temps, les années, les saisons, les mois et les jours* ». Comme

1. Parler d'un temps cyclique est un abus de langage.

2. Le nom *Kairos* a donné en latin *opportunitas* (opportunité, saisir l'occasion).

3. Voir G.E.R. Lloyd, « *Le temps dans la pensée grecque* », publication de UNESCO, 1972.

Hésiode¹, l'autre poète prestigieux de cette période, il emploie souvent le mot *hōra* (heure) pour indiquer une saison mais aussi le moment qu'il convient de choisir pour agir. Quand il évoque le dieu Chronos, il le présente comme un devin « *qui connaît le passé, le présent et le futur*² » mais, bien que perçu et ressenti, le passage du temps n'agit ni sur les choses ni sur les êtres. Quand, par exemple, Ulysse retrouve Pénélope après vingt ans de séparation, leurs corps et leurs sentiments n'ont pas changé. Selon G.E.R. Lloyd, il n'y a chez Homère « *aucune conception abstraite du temps ni aucune méthode précise pour en mesurer les intervalles* ». En revanche, on trouve trois adjectifs dérivés des noms *Chronos*, *Aïon* et *Kairos* qui servent à préciser trois conceptions différentes du temps : le temps *Chronos* désigne un temps linéaire qui voit se succéder les événements, le temps *Aïon* fait référence à la durée de la vie où au destin, le temps *Kairos* indique le moment opportun qu'il faut être capable de saisir pour agir efficacement.

1. Voir Hésiode (fin du VIII^e siècle, début du VII^e), *Théogonie* et *Les travaux et les jours*, Folio classique, 2001.

2. Voir *Illiade* (I,70), Folio classique, 2006.

- 700 : Les calendriers de la Grèce antique

La civilisation grecque a commencé vers le milieu du deuxième millénaire avant notre ère et a rayonné sur les rives de la Méditerranée pendant des siècles. Elle a pris fin avec l'occupation romaine, au III^e siècle après J.-C.

Au VIII^e siècle avant notre ère, on se réglait sur l'observation du ciel pour décider du moment des labours, des semailles ou des moissons. Dans *Les travaux et les jours*¹, le poète Hésiode rappelle que l'apparition de certaines constellations dans le ciel marquait le début de la plupart des travaux agricoles. Dans ce livre, qui est un véritable calendrier de l'année d'un agriculteur, il donne une description des travaux agricoles de son époque. Pour évoquer le moment où il faut effectuer certains travaux, il écrit par exemple : « *Au lever des Pléiades, filles d'Atlas, commencez la moisson, les semailles à leur coucher. Elles restent on le sait quarante nuits et quarante jours invisibles mais l'année poursuivant sa course, elles se mettent à reparaitre quand on aiguisse le fer* ». Plus loin, il indique à son frère Persès le moment où il faut commencer les vendanges : « *Quand Orion et Sirius auront atteint le milieu du ciel et qu'Aurore aux doigts de rose pourra voir Arcturus, alors Persès, cueille et rapporte chez toi toutes tes grappes.* » À l'époque d'Hésiode, les Grecs faisaient débiter le jour au coucher du soleil. La journée et la nuit étaient partagées en trois parties chacune. Les premiers calendriers sont apparus en Grèce au VII^e siècle avant notre ère. Chaque cité avait le sien.

Les deux premiers calendriers d'Athènes

Fondé sur la durée des lunaisons, le premier calendrier d'Athènes comprenait 12 mois de 30 jours mais l'année de 360 jours ainsi définie n'était en accord ni avec le cycle de la Lune ni avec l'année des saisons. Pour remédier à cela, 700 ans avant J.-C., on a remplacé les 12 mois de 30 jours par 12 mois ayant alternativement 29 et 30 jours. Les jours du mois étaient groupés en décades de 10 jours sauf dans le cas des mois de 29 jours où la dernière décade n'avait que 9 jours ! L'année du nouveau calendrier comprenait 354 jours, soit 12 lunaisons exactement, et se trouvait davantage en concordance avec le cycle de la Lune. En revanche, elle l'était beaucoup moins avec l'année des saisons.

1. Hésiode, La Théogonie. Les travaux et les jours, Livre de poche, 1999.

Comme cela était déjà le cas pour les Babyloniens, les saisons accusaient chaque année un retard de 11 jours sur le calendrier.

À Athènes, au VI^e siècle avant J.-C., on décida d'ajouter un treizième mois de 30 jours tous les deux ans pour corriger cette insuffisance du nouveau calendrier mais l'année possédait alors 369 jours en moyenne, ce qui était trop ! Au V^e siècle avant J.-C., le treizième mois de 30 jours fut ajouté tous les 3 ans, ce qui donnait à l'année à une valeur moyenne de 364 jours. Cette fois, ce n'était pas assez !

Le cycle octaétéridique

On attribue généralement à Solon (–638 ; –559), l'un des sept sages de la Grèce, l'idée d'ajouter 3 mois supplémentaires au cours d'un cycle de huit années, appelé « *octaétéride* ». Le premier de ces trois mois de 30 jours était ajouté à la fin de la troisième année du cycle, le deuxième mois était ajouté à la fin de la cinquième année. Le dernier des trois mois supplémentaires était ajouté à la fin de la huitième année. Calculée sur l'ensemble du cycle, la durée moyenne de l'année devenait égale à $2922 \div 8 = 365,25$ jours. Cependant, une observation attentive a montré qu'une octaétéride contient en fait un peu plus de 99 lunaisons. Il existait donc encore un petit décalage entre le cycle lunaire et l'année des saisons. Bien que léger, ce décalage était suffisant pour que, à la fin d'une octaétéride, les phases de la Lune soient légèrement en retard sur les dates prévues par le calendrier. Au bout de 10 octaétérides, le retard atteignait même 2 semaines complètes et on voyait la pleine lune arriver à la place de la nouvelle lune attendue !

Le cycle de Méton

Au milieu du V^e siècle avant notre ère, l'astronome athénien Méton a démontré que la durée de 19 années des saisons correspond exactement à celle de 235 lunaisons, ce qui signifie qu'après 19 ans les phases de la Lune reviennent exactement aux mêmes dates dans le calendrier. Ce résultat fut publié en –433, à l'occasion des jeux Olympiques. Vers –335, un autre astronome nommé Callippe (–370 ; –300) proposa de modifier le calendrier en utilisant le cycle découvert par Méton. Il proposait d'organiser ce cycle de 19 ans de la façon suivante : il y aurait 5 années de 355 jours, 7 années de 354 jours, 6 années de 384 jours et 1 année de 383 jours. La durée moyenne de l'année serait donc égale à $6940 \div 19 = 365,26$ jours. Mais la correction proposée par Callippe resta lettre morte et on continua d'utiliser l'octaétéride.

Le jour et ses divisions

Dans le monde grec, les jours étaient divisés en 24 heures, 12 heures pour la journée et 12 heures pour la nuit. Les heures de la journée étaient plus longues en été qu'en hiver car les journées ont des durées différentes au cours de l'année. On comptait les heures de la journée à partir du lever du jour. Jusqu'à ce qu'ils copient les clepsydres égyptiennes, les Grecs n'ont disposé longtemps que de gnomons pour juger de l'avancement du temps dans la journée. Ils se servaient aussi bien de la longueur de l'ombre que de sa direction. Pour la vie courante, ils distinguaient le matin, la mi-journée, l'après-midi, la soirée et enfin la nuit. La sixième heure de la journée, repérée par une marque particulière, était celle de midi.

La chronologie des événements historiques

En Grèce, la chronologie des événements historiques n'est véritablement apparue qu'au troisième siècle avant notre ère. On a d'abord associé les années aux noms des rois, des tyrans ou des magistrats mais après Alexandre, les Grecs ont numéroté les années en faisant référence aux jeux Olympiques. Le point de départ de cette numérotation fut fixé à la date des premiers jeux (année 776 av. J.-C. selon notre calendrier). Une année était désignée par 2 nombres : le premier était le numéro de l'olympiade et le second le rang de l'année dans cette olympiade. Par exemple la seconde année des centièmes olympiades était notée Ol.100.2.