



# Comment l'homme a mesuré le temps au cours de l'Histoire

A l'[échelle](#) de l'histoire de l'humanité, le **chronométrage** est un désir relativement récent, probablement vieux de 5000 à 6000 ans. Il a très probablement été initié au [Moyen-Orient](#) et en Afrique du Nord. A travers cet article, nous nous intéresserons à l'**Histoire du temps**, la manière dont il a été observé et mesuré et la manière dont l'homme l'a domestiqué en mettant au point des dispositifs mécaniques et atomiques.

Embarquez pour un voyage à travers l'**histoire de la mesure du temps** !

## Observer les éléments, observer le temps

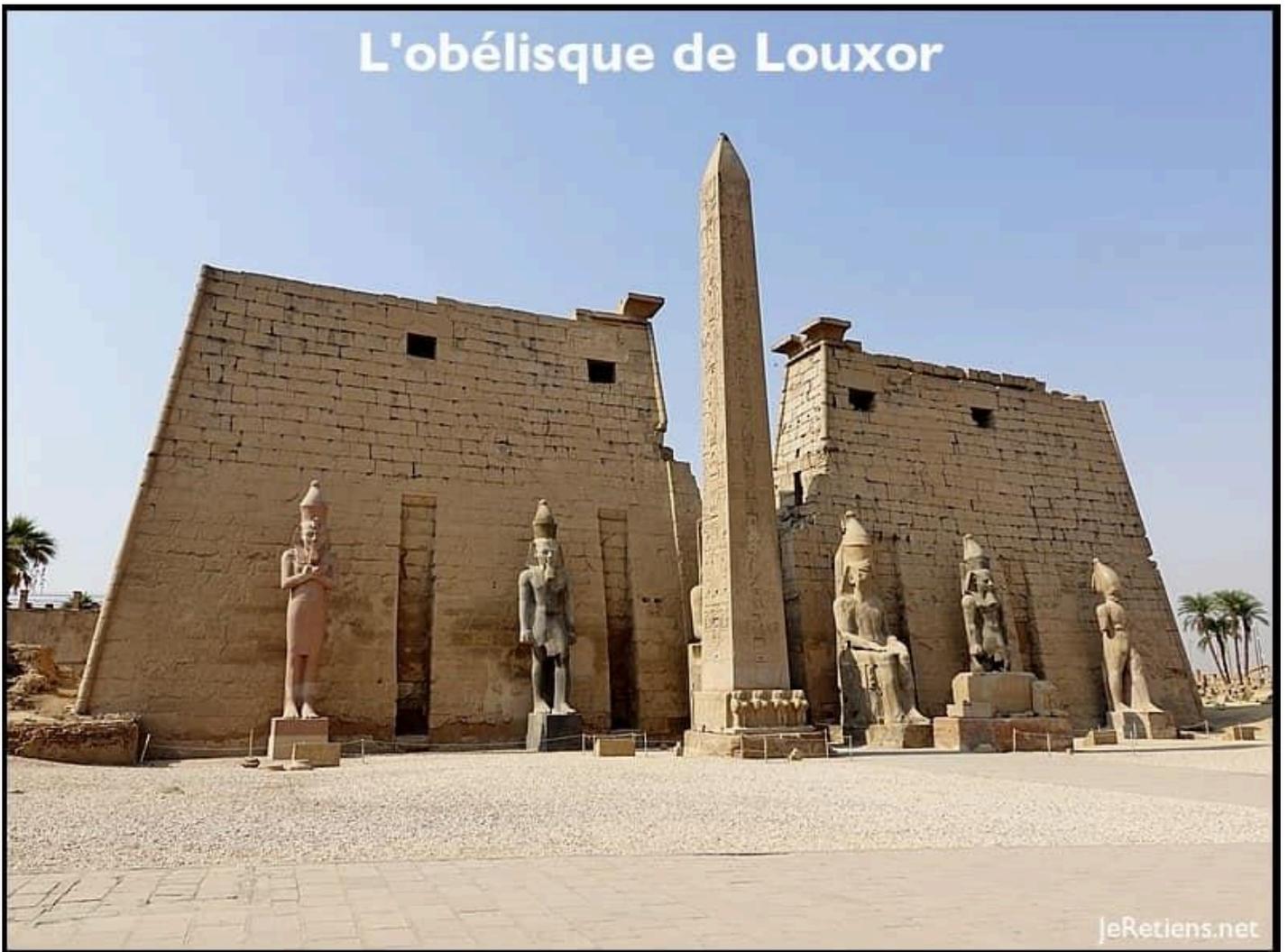
Depuis que les hommes ont remarqué pour la première fois le mouvement régulier du Soleil et des étoiles, ils se sont interrogés sur le passage du temps. Les peuples [préhistoriques](#) ont enregistré pour la première fois les phases de la [Lune](#) il y a environ 30 000 ans, et l'enregistrement du temps a été un moyen pour l'humanité d'observer les cieux et de représenter les progrès de la civilisation.

Les premiers événements naturels à être reconnus se sont produits dans le [ciel](#), mais aussi au cours de l'année. De nombreux autres événements ont indiqué des changements importants dans l'environnement. Les vents et les pluies saisonnières, les inondations des rivières, la floraison des arbres et des plantes, et les cycles de reproduction ou de migration des animaux et des oiseaux, ont tous conduit à des divisions naturelles de l'année, et une observation plus poussée et les coutumes locales ont conduit à la reconnaissance des saisons.

## Mesurer le temps en observant le Soleil

Les **Égyptiens** sont les premiers dont on peut raisonnablement prouver qu'ils ont pris la **mesure du temps** au sérieux en tant que culture. Beaucoup pensent que les Sumériens avaient des milliers d'années d'avance, mais la preuve n'est que spéculative.

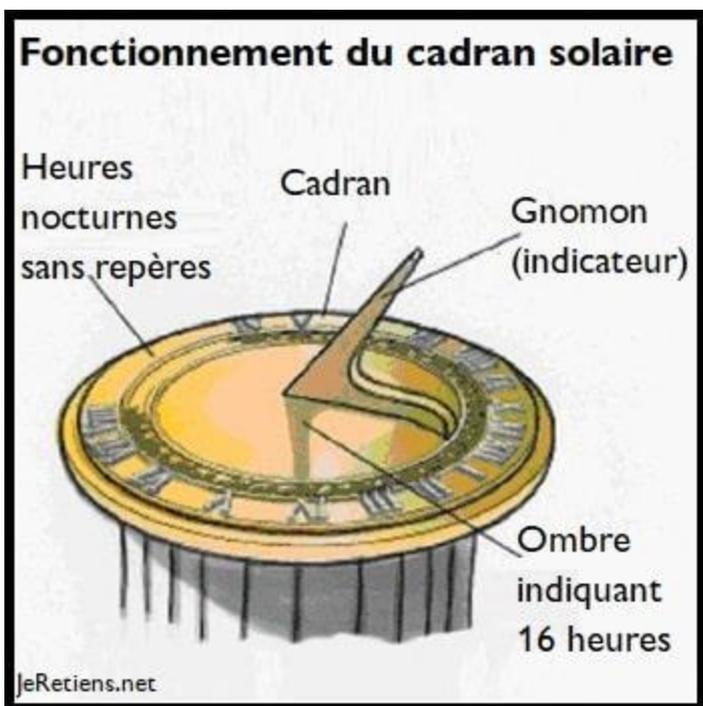
# L'obélisque de Louxor



L'obélisque du temple de Louxor.

Vers 3500 avant J.-C., les Égyptiens ont construit des **obélisques**, de grands monuments effilés à quatre faces, et les ont placés à des **endroits stratégiques** pour projeter des **ombres** sur le sol. Leurs ombres mobiles formaient une sorte de cadran solaire, permettant aux citoyens de diviser la journée en deux parties en indiquant [le midi](#). Ils indiquaient également les jours les plus longs et les plus courts de l'année, lorsque l'ombre de midi était la plus courte ou la plus longue de l'année. Plus tard, des marqueurs ajoutés autour de la base du monument indiqueront d'autres subdivisions temporelles.

Vers 1500 avant J.-C., les Égyptiens ont fait un pas de plus avec une **horloge à ombre** soit un **cadran solaire** plus précis. Le cadran solaire était divisé en 10 parties, avec deux heures crépusculaires indiquées. Ce cadran solaire ne gardait l'heure précise (en termes relatifs) que pendant une demi-journée. Ainsi, à midi, il fallait tourner l'appareil de 180 degrés pour mesurer les heures de l'après-midi.



Fonctionnement du cadran solaire: un indicateur (gnomon) visualise sa propre ombre par le déplacement du Soleil. En marquant le cadran par des unités de temps, il est possible de suivre le découlement des heures. La forme la plus sommaire du cadran solaire est un bâton planté dans le sol.

Un cadran solaire suit le mouvement apparent du soleil autour du pôle céleste de la terre en projetant une **ombre** (ou un point de [lumière](#)) sur une surface marquée par des lignes d'heures et de minutes. C'est pourquoi l'objet qui projette l'ombre (le **gnomon** ou le stylet) doit pointer vers le pôle céleste nord, qui est très proche l'étoile polaire. Le gnomon sert d'axe autour duquel le soleil semble tourner.

Plus la ligne d'ombre est nette, plus la précision est grande. Ainsi, en général, plus le cadran solaire est grand, plus la précision est grande, car la ligne des heures peut être divisée en plus petites portions de temps. Mais si un cadran solaire devient trop grand, un point de rendements décroissants est atteint car, en raison de la diffraction des ondes lumineuses et de la largeur de la face du soleil, l'ombre s'étend et devient floue, rendant le cadran difficile à lire. Dans la recherche d'une plus grande précision tout au long de l'année, les cadrans solaires ont évolué, passant de plaques horizontales ou verticales plates à des formes plus élaborées. L'une des versions était le cadran hémisphérique, une dépression en forme de bol taillée dans un bloc de pierre, portant un gnomon (aiguille) vertical central et portant des séries de lignes d'heures pour différentes saisons. L'hémicycle, dont on pense qu'il a été inventé vers 300 avant J.-C., a supprimé la moitié inutile de l'hémisphère pour donner l'apparence d'un demi-bol découpé dans le bord d'un bloc carré.

## Mesurer le temps en observant les étoiles



Figure votive datée de 32500 ans avant J.-C., représentant possiblement la constellation d'Orion, trouvée dans la Vallée de Aach, plus précisément dans la grotte de Blaubeuren.

Un morceau de défense de mammouth vieux de 32500 ans représente probablement la plus ancienne représentation d'étoiles, la [constellation d'Orion](#). Des chercheurs y voient la constellation symbolisée par un homme debout, le bras droit levé et une épée à la ceinture. **Orion** est visible dans le monde entier à différentes périodes de l'année. Orion était le dieu du soleil des Égyptiens et des Phéniciens. Dans certaines régions d'Afrique, sa ceinture et son épée sont connues sous le nom de « trois chiens chassant trois cochons » et les **Boranas** d'Afrique de l'Est ont basé un calendrier sophistiqué sur l'observation des amas d'**étoiles près de la ceinture d'Orion**. Orion contient certaines des étoiles les plus brillantes de la partie sud du ciel d'hiver de l'hémisphère nord et peut être observé plus tard dans l'hémisphère sud.

Principales étoiles d'Orion

Les trois étoiles de la ceinture d'Orion et l'étoile rouge de son bras droit peuvent être facilement reconnaissables.

Possible première représentation de la ceinture d'Orion sur une défense de mammouth (32500 av. J.-C.)



JeRetiens.net

Comparaison de la figurine votive et de la ceinture d'Orion.

La plus ancienne carte des étoiles égyptiennes date d'environ 3500 ans et montre la conjonction la plus inhabituelle des planètes (Vénus, Mercure, Saturne et Jupiter) dans la constellation d'Orion et l'occurrence d'une éclipse solaire qui s'est produite en 1534 avant Jésus-Christ.

Les archives **babyloniennes** des observations des événements célestes remontent à 1600 avant J.-C. La raison de l'adoption de leur **système arithmétique** est probablement que **60** a de nombreux diviseurs, et leur décision d'adopter 360 jours comme longueur de l'année et 3600 dans un cercle était basée sur leurs mathématiques existantes et la commodité que le soleil se déplace dans le ciel par rapport aux étoiles fixes à environ 1 degré chaque jour. La constellation du Taureau, symbole de force et de fertilité, figure en bonne place dans la mythologie de presque toutes les premières civilisations, de Babylone à l'Inde en passant par l'Europe du Nord. Le taureau assyrien ailé à tête d'homme avait la force d'un taureau, la rapidité d'un oiseau et l'intelligence humaine.

À partir de 700 avant J.-C. environ, les Babyloniens ont commencé à élaborer une théorie mathématique de l'**astronomie**, mais le zodiaque à 12 constellations (d'où les [signes du zodiaque](#)) également réparties apparaît plus tard, vers 500 avant J.-C., pour correspondre à

leur année de 12 mois de 30 jours chacun. Leur système de base à 60 fractions que nous utilisons encore aujourd'hui (degrés/heures, minutes et secondes) était beaucoup plus facile à calculer que les fractions utilisées en Égypte ou en Grèce, et est resté le principal outil de calcul des astronomes jusqu'après le XVI<sup>ème</sup> siècle, lorsque la notation décimale a commencé à prendre le dessus.

Les Égyptiens ont **amélioré le cadran solaire** avec un **merkhet**, le plus ancien outil astronomique connu. Il a été mis au point vers 600 avant J.-C. et utilise une corde avec un poids à l'extrémité pour mesurer avec précision une ligne verticale droite (un peu comme un charpentier utilise aujourd'hui un fil à plomb). Une paire de *merkhet*s était utilisée pour établir une ligne nord-sud en les alignant avec l'étoile polaire. Cela permettait de mesurer les heures de [nuit](#), comme lorsque certaines étoiles traversaient un méridien marqué sur le cadran solaire.

En 30 avant J.-C., pas moins de 13 types de cadrans solaires différents étaient utilisés en Grèce, en Asie mineure et en Italie.

Les premières preuves archéologiques de **calendriers chinois** apparaissent vers 2000 avant Jésus-Christ. Ils montrent une année de **12 mois** avec la présence occasionnelle d'un **13<sup>ème</sup> mois**. Cependant, les archives traditionnelles chinoises suggèrent l'origine d'un calendrier de 366 jours dépendant des mouvements du Soleil et de la Lune dès 3000 ans avant Jésus-Christ. Au cours d'une si longue période d'observation, les astronomes chinois se sont rendu compte que leur calendrier n'était pas précis, et dès le deuxième siècle de notre ère, il a été reconnu que le calendrier devenait peu fiable tous les 300 ans. Ce problème est appelé « Précession » et a été enregistré par les historiens chinois aux quatrième et cinquième siècles. Au cinquième siècle, le savant Zu Chongzi a créé le premier calendrier prenant en compte la précession, et le calendrier le plus complet était le calendrier Dayan, élaboré sous la dynastie Tang (616-907 de notre ère), bien avant qu'une telle évolution ne se produise en Europe.

En Méditerranée, **Hipparque** a fait les premiers calculs de précession vers 160 avant Jésus-Christ. Le problème a été repris par les astronomes du Moyen-Orient et de l'Inde qui ont reconnu que la précession modifiait progressivement la longueur de l'année. Les calendriers ont dû être modifiés régulièrement. En 325, l'équinoxe de printemps (vernal) avait été déplacé au 21 mars. L'empereur [Constantin](#) a fixé les dates des fêtes chrétiennes, mais [Pâques](#) est basé sur la date de l'équinoxe de printemps qui varie chaque année car l'équinoxe est un événement astronomique. En 1582, l'équinoxe de printemps a été déplacé de dix jours supplémentaires et le pape Grégoire a établi un nouveau calendrier. Ce changement est la raison pour laquelle il y a un jour supplémentaire à chaque année bissextile.

## Quand le temps a-t-il été divisé en heures ?

Un cadran solaire égyptien datant d'environ 1500 ans avant J.-C. est la première preuve de la division du jour en parties égales, mais le cadran solaire n'était d'aucune utilité la nuit. Le passage du temps était extrêmement important pour les astronomes et les prêtres qui étaient chargés de déterminer l'heure exacte pour les rituels quotidiens et pour les grandes fêtes religieuses, c'est pourquoi une horloge à eau a été inventée.

Comme nous l'avons mentionné, les Égyptiens ont amélioré le cadran solaire avec un *merkhet*, l'un des plus anciens instruments astronomiques connus. Il a été développé vers 600 avant J.-C. et utilise une corde avec un poids comme fil à plomb pour obtenir une véritable ligne verticale, comme sur la photo. L'autre objet est la nervure d'une feuille de palmier, dépouillée de ses frondes et fendue à une extrémité, formant une fine fente pour la vue.

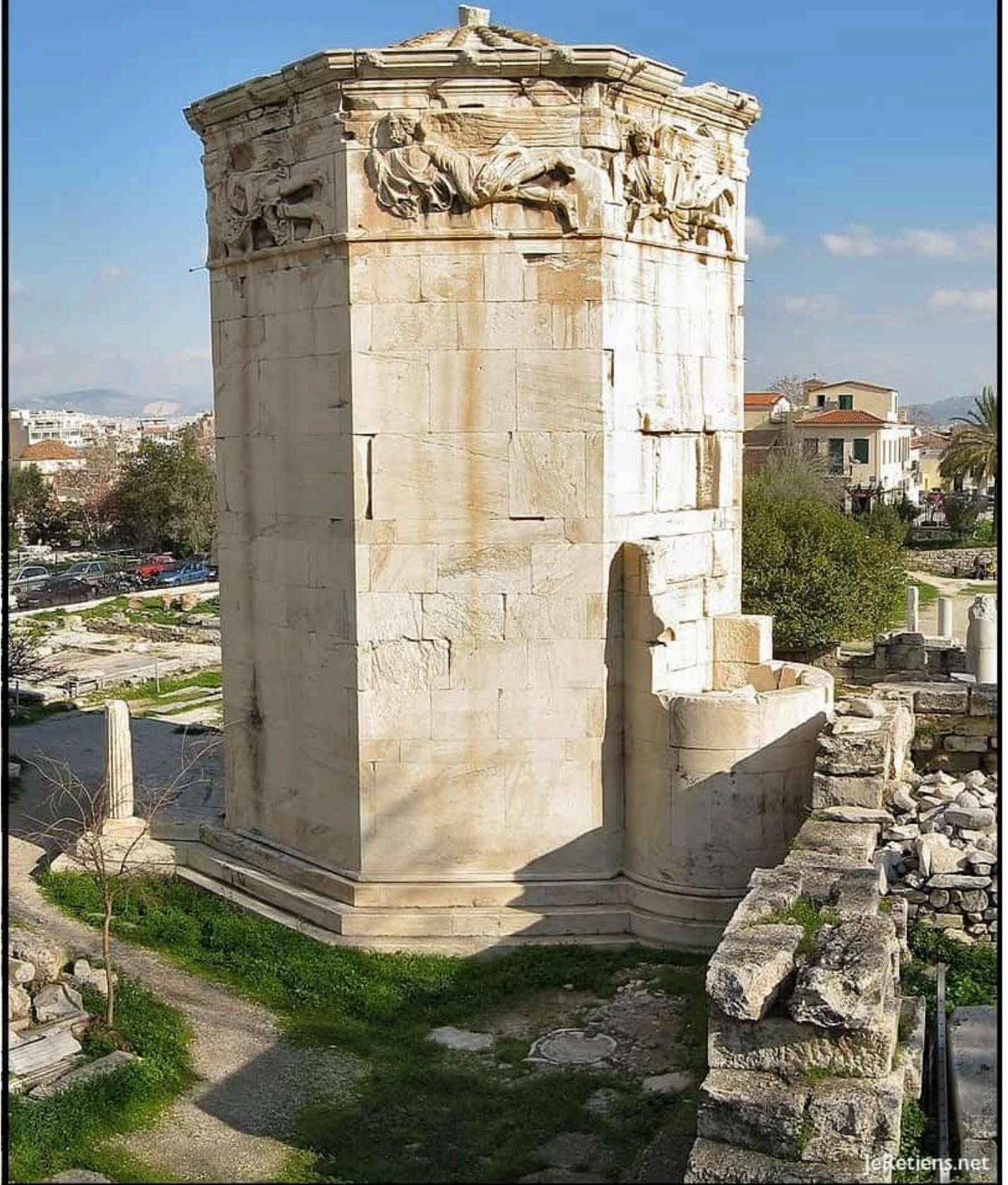
Une paire de *merkhets* a été utilisée pour établir une direction nord-sud en les alignant l'un derrière l'autre avec l'étoile polaire. En observant les fils à plomb du viseur, on s'assurait que les deux *merkhets* et le viseur étaient alignés sur la même ligne droite que l'étoile polaire. Cela permettait de mesurer les événements nocturnes avec une horloge à eau lorsque certaines étoiles traversaient le fil à plomb vertical (une ligne de transit), et ces événements pouvaient ensuite être enregistrés par des « lignes nocturnes » tracées sur un cadran solaire.

Il existe différentes théories sur le **développement de la journée de 24 heures**. Le fait que la journée ait été divisée en 12 heures pourrait s'expliquer par le fait que 12 est un facteur de 60, et que les civilisations babylonienne et égyptienne ont toutes deux reconnu un cycle zodiacal de 12 constellations.

Durant la [Grèce classique](#) et l'époque romaine, on utilisait douze heures du lever au coucher du soleil mais comme les jours d'été et les nuits d'hiver sont plus longs que les jours d'hiver et les nuits d'été, la **durée des heures variait** tout au long de l'année.

Vers 50 avant J.-C., Andronicos de Cyrrhus, a construit la **Tour des vents** à Athènes. Il s'agissait d'une horloge hydraulique combinée à des cadrans solaires positionnés dans les huit principales directions du vent. C'était alors l'appareil le plus précis construit pour donner l'heure.

## La tour des Vents à Athènes et le réservoir de sa clepsydre



La Tour des Vents à Athènes, construite pour mesurer le temps. Le réservoir d'eau de la clepsydre est situé sur le côté droit de la tour.

Les heures n'avaient pas de durée fixe jusqu'à ce que les Grecs décident qu'ils avaient besoin d'un tel système pour les calculs théoriques. Hipparque a proposé de diviser la journée en **24**

**heures égales**, appelées heures équinoxiales. Elles sont basées sur 12 heures de lumière du jour et 12 heures d'obscurité les jours des équinoxes. Cependant, la **population** a continué à **utiliser pendant longtemps des heures variant selon les saisons**. Ce n'est qu'avec l'avènement des horloges mécaniques en Europe au XIV<sup>ème</sup> siècle que le système que nous utilisons aujourd'hui est devenu communément accepté.

## Mesurer le temps avec des outils

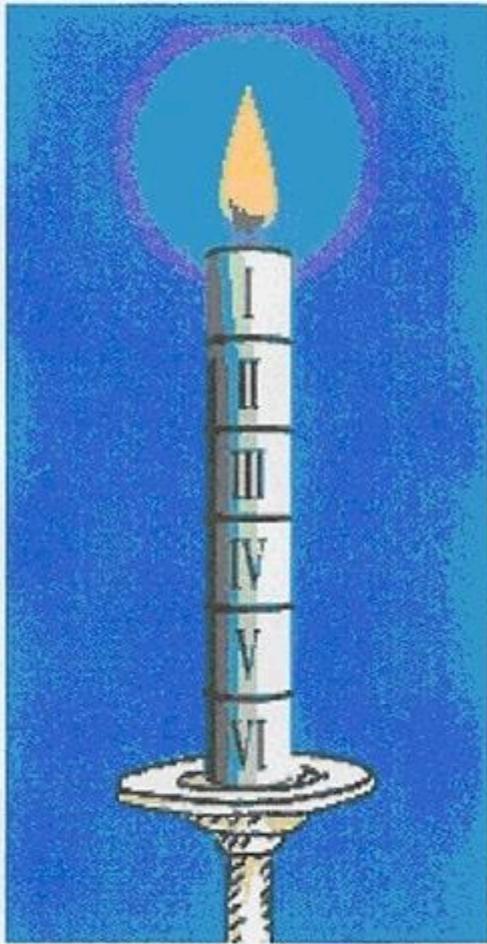
Les premières inventions avaient pour but de diviser le jour ou la nuit en différentes périodes afin de réguler le [travail](#) ou les rituels, la durée des périodes variant donc beaucoup d'un endroit à l'autre et d'une culture à l'autre.

## Les lampes à huile

Il existe des preuves archéologiques de lampes à huile datant d'environ 4000 ans avant Jésus-Christ, et les Chinois utilisaient le pétrole pour le chauffage et l'éclairage dès 2000 ans avant Jésus-Christ. Les lampes à huile sont toujours importantes dans les pratiques religieuses, symbolisant le voyage de l'obscurité et de l'ignorance vers la lumière et la connaissance. La forme de la **lampe** a progressivement évolué vers le style de poterie typique présenté. Il a été possible de concevoir un **moyen de mesurer le niveau** dans le réservoir de pétrole pour mesurer le passage du temps.

## Les bougies

## L'horloge à feu



JeRetiens.net

Les bougies ou chandelles sont marquées afin de pouvoir indiquer le temps à mesure qu'elles fondent.

Les **bougies marquées** ont été utilisées pour donner l'heure en Chine à partir du sixième siècle. Il existe une histoire populaire selon laquelle le roi Alfred le Grand aurait inventé l'horloge à feu, mais elles étaient utilisées en Angleterre à partir du dixième siècle. Cependant, la vitesse de combustion est soumise à des courants d'air et à la qualité variable de la cire. Comme les lampes à huile, les bougies étaient utilisées pour marquer le passage du temps d'un événement à un autre, plutôt que pour indiquer l'heure.

L'ancêtre de la bougie est la **chandelle**, utilisée notamment par les moines pour [mesurer le temps au Moyen-Âge](#). Une chandelle brûle environ en 3 ou 4 heures, ce qui permettait une mesure assez précise du temps.

## Les clepsydres

Les **clepsydres**, horloges hydrauliques ou **horloges à eau** ont été parmi les premiers appareils de **chronométrage** qui n'ont pas utilisé le soleil ou le passage des corps célestes pour calculer le temps. L'une des plus anciennes a été trouvée dans la tombe de l'ancien roi égyptien Amenhotep I<sup>er</sup>, enterré vers 1500 avant J.-C. Vers 325 avant J.-C., les Grecs ont commencé à utiliser les clepsydres (étymologiquement, clepsydre vient de *κλεψύδρα* qui signifie « dérobeur d'eau » ou « voleur d'eau ») en faisant couler régulièrement de l'eau par une ouverture étroite et en accumulant l'eau dans un réservoir où un flotteur portant une aiguille se levait et marquait les heures. Une horloge à eau légèrement différente libérait de l'eau à un débit régulé dans un bol jusqu'à ce qu'elle coule. Ces horloges étaient communes dans tout le Moyen-Orient et étaient encore utilisées dans certaines régions d'Afrique au début du XX<sup>ème</sup> siècle et au XXI<sup>ème</sup> siècle dans l'émission Ford Boyard. On ne pouvait pas compter sur elles pour donner l'heure de plus près qu'une fraction d'heure assez importante.

Des horloges à eau mécanisées plus élaborées et plus impressionnantes ont été mises au point entre 100 avant J.-C. et 500 après J.-C. par des horlogers et des astronomes grecs et romains. Cette complexité supplémentaire visait à rendre le débit plus constant en régulant la pression, ce qui permettait d'afficher le temps avec plus de précision. Certaines horloges à eau [sonnaient des cloches](#) et des gongs ; d'autres ouvraient des portes et des fenêtres pour montrer de petites figures humaines, ou déplaçaient des pointeurs, des cadrans et des modèles astrologiques de l'univers.

Un astronome grec, Andronicos de Cyrrhus, a supervisé la construction de la Tour des Vents à Athènes au I<sup>er</sup> siècle avant J.-C. Cette structure octogonale montrait aux savants et aux acheteurs du marché à la fois des cadrans solaires et des indicateurs horaires mécaniques. Elle comportait une clepsydre mécanisée de 24 heures et des indicateurs pour les huit vents dont la tour tire son nom, et elle affichait les saisons de l'année ainsi que les dates et périodes astrologiques.

En Extrême-Orient, l'horlogerie astronomique et astrologique mécanisée s'est développée de 200 à 1300 après J.-C. Les clepsydres chinoises du III<sup>ème</sup> siècle étaient à l'origine de divers mécanismes qui illustraient les phénomènes astronomiques. L'une des tours d'horloge les plus élaborées a été construite par Su Sung et ses associés en 1088 après J.-C. Le mécanisme de Su Sung incorporait un échappement à eau inventé vers 725 après J.-C.

## Les sabliers

Avec le développement de la technologie du **soufflage du verre**, il est devenu possible de fabriquer des **sabliers** à partir du XIV<sup>ème</sup> siècle. À l'origine, les sabliers étaient utilisés pour **mesurer des périodes de temps** comme les lampes ou les bougies, mais à mesure que les horloges devenaient plus précises, elles étaient utilisées pour calibrer les sabliers afin de

mesurer des périodes de temps spécifiques, et pour déterminer la durée des sermons, des cours universitaires et même des périodes de torture.

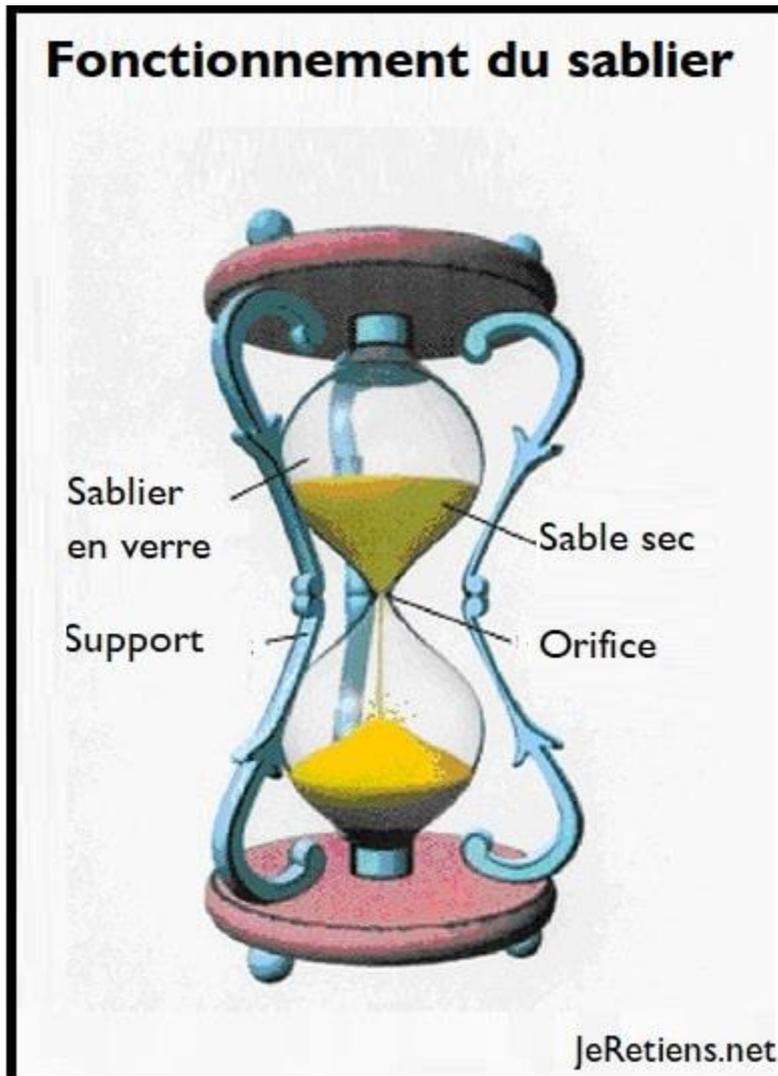
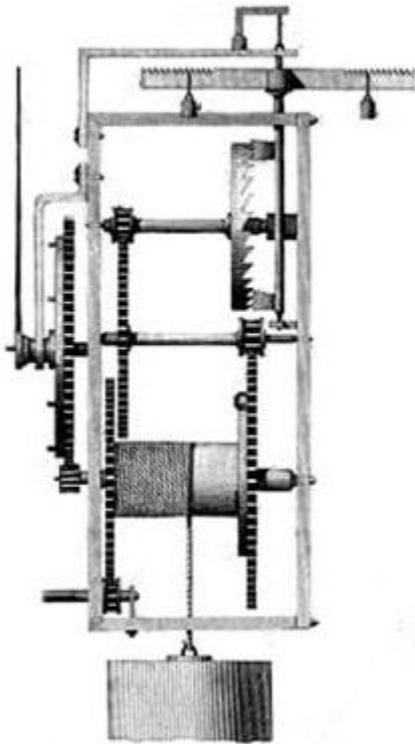


Schéma du sablier.

## Les horloges

### Les horloges mécaniques

## Illustration du mécanisme d'une horloge à poids



JeRetiens.net

Ce mécanisme illustre un échappement de base. Le poids fait tourner le tambour qui entraîne la roue dentée qui donne au mécanisme son mouvement de [tic-tac](#).

Les **horloges mécaniques** ont **remplacé** les anciennes **clepsydres**, et le premier **mécanisme d'échappement** d'horloge semble avoir été inventé en 1275. Le premier dessin d'un échappement a été donné par Jacopo di Dondi en 1364.

Dès le XIV<sup>ème</sup> siècle, de grandes horloges mécaniques ont commencé à apparaître dans les tours de plusieurs villes. Toutes avaient le même problème de base : la période d'oscillation du mécanisme dépendait fortement de la force motrice des poids et de la friction dans l'entraînement. Des arrangements astucieux d'engrenages et de roues qui tournaient grâce à des poids qui y étaient fixés. Lorsque les poids étaient tirés vers le bas par la force de [gravité](#), les roues étaient forcées de tourner lentement et régulièrement. Un pointeur, correctement fixé aux roues, marquait les heures.

Ces horloges devinrent courantes dans les **églises** et les **monastères** et on pouvait s'y fier pour savoir quand sonner les cloches pour les prières régulières ou la fréquentation de l'église. Finalement, les horloges mécaniques ont été conçues pour **sonner l'heure** et même pour sonner le quart d'heure. Cependant, elles n'avaient qu'une aiguille des heures et n'étaient pas fermées. Même les meilleures de ces horloges pouvaient gagner ou perdre jusqu'à une demi-heure par jour.

L'invention de l'horloge à ressort vers 1500-1510, attribuée à Peter Henlein de Nuremberg, en Allemagne, a constitué une avancée technologique. Comme ces horloges pouvaient tenir sur un manteau ou une étagère, elles sont devenues très populaires parmi les riches. Elles ont cependant connu quelques problèmes de chronométrage, car l'horloge ralentissait lorsque le ressort principal se déroulait. Le développement de l'horloge à ressort a été le précurseur de la mesure précise du temps.

En 1582, le scientifique italien Galilée, alors adolescent, avait remarqué les lustres oscillants dans une cathédrale. Il lui semblait que le mouvement de va-et-vient était toujours le même, que la balançoire soit grande ou petite. Il a chronométré le balancement avec son pouls et a ensuite commencé à expérimenter avec des poids de balancement. Il a découvert que le « pendule » était un moyen de marquer avec précision de petits intervalles de temps. Une fois que **Galilée** eut fait cette découverte, le **battement régulier du pendule** devint la source la plus précise utilisée pour réguler le mouvement des roues et des engrenages d'une horloge.

Ce n'était pas un système parfait, cependant, car le pendule se balance sur un arc de cercle, et lorsque c'est le cas, le temps de la balançoire varie légèrement en fonction de sa taille. Pour que le pendule garde une heure vraiment précise, il doit être amené à se balancer dans une courbe appelée cycloïde.

En 1656, l'astronome néerlandais Christian Huygens a conçu pour la première fois une horloge à pendule à succès. Il utilisa de courts pendules qui battaient plusieurs fois par seconde, encastra les pièces dans du bois et accrocha l'horloge au mur. Elle présentait une erreur de moins d'une minute par jour. Il s'agissait d'une amélioration considérable par rapport aux horloges mécaniques précédentes, et les perfectionnements ultérieurs ont réduit la marge d'erreur à moins de 10 secondes par jour.

En 1670, l'horloger anglais William Clement utilisa un pendule d'environ un mètre de long qui mettait une seconde entière à se déplacer d'avant en arrière, permettant une précision plus grande que jamais. Il a encastré le pendule et les poids dans du bois afin de diminuer l'effet des courants d'air. Pour la première fois, il était logique d'ajouter une aiguille des minutes au cadran, puisqu'il était désormais possible de mesurer le temps à la seconde près.

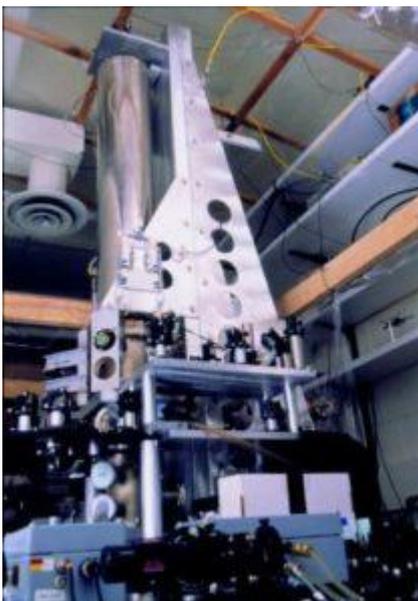
En 1721, George Graham a amélioré la précision de l'horloge à pendule à une seconde près par jour en compensant les changements de longueur du pendule causés par les variations de température. L'horloge mécanique a continué à se développer jusqu'à atteindre une précision d'un centième de seconde par jour et est devenue la norme acceptée dans la plupart des observatoires astronomiques. L'horloge à pendule rend possible le chronométrage ce qui mènera un siècle plus tard à la création des [fuseaux horaires](#).

## Les horloges à quartz

Le fonctionnement d'une **horloge à quartz** est basé sur une **propriété électrique** du cristal de **quartz**. Lorsqu'un champ électrique est appliqué à un cristal de quartz, il modifie la forme du cristal lui-même. Si vous le pressez ou le pliez, un champ électrique est généré. Lorsqu'il est placé dans un circuit électronique, l'interaction entre la contrainte mécanique et le champ électrique fait vibrer le cristal, ce qui génère un signal électrique constant qui peut ensuite être utilisé pour mesurer le temps.

Les horloges à quartz continuent de dominer le marché en raison de la **précision et de la fiabilité** de leurs performances et de leur faible coût lorsqu'elles sont produites en grande quantité.

## Les horloges atomiques



L'horloge atomique qui détermine le temps UTC.

Appelée NIST F-1, l'**horloge atomique au césium** du *National Institute of Science and Technology* (NIST), à Boulder, Colorado, est le principal étalon de fréquence qui sert à **définir le Temps universel coordonné** (connu sous le nom d'**UTC**), l'heure mondiale officielle. C Le NIST F-1 est appelé horloge à fontaine parce qu'il utilise un mouvement d'atomes en forme de fontaine pour obtenir un meilleur calcul du temps. Tout d'abord, un gaz d'atomes de césium est introduit dans la chambre à vide de l'horloge. Six faisceaux laser infrarouges sont ensuite dirigés à angle droit les uns par rapport aux autres au centre de la chambre. Les lasers poussent doucement les atomes de césium en une boule. Dans le processus de création de cette boule, les lasers ralentissent le mouvement des atomes et les refroidissent jusqu'à ce qu'ils soient proches du zéro absolu.

Deux lasers verticaux sont utilisés pour lancer doucement la boule vers le haut (l'action de la fontaine), puis tous les lasers sont éteints. Cette petite poussée est juste suffisante pour faire

monter la boule d'environ un mètre de haut à travers une cavité remplie de micro-ondes. Sous l'effet de la gravité, la balle retombe ensuite à travers la cavité.

Lorsque les atomes interagissent avec le signal micro-ondes – en fonction de la fréquence de ce signal – leurs états atomiques peuvent être modifiés ou non. L'aller-retour complet pour la boule d'atomes prend environ une seconde. Au point d'arrivée, un autre laser est dirigé sur les atomes de césium. Seuls ceux dont les états atomiques sont modifiés par la cavité micro-ondes sont amenés à émettre de la lumière (appelée fluorescence). Les photons (minuscules paquets de lumière) émis en fluorescence sont mesurés par un détecteur.

Cette procédure est répétée de nombreuses fois pendant que l'énergie micro-onde dans la cavité est accordée sur différentes fréquences. Finalement, on obtient une fréquence de micro-ondes qui modifie l'état de la plupart des atomes de césium et maximise leur fluorescence. Cette fréquence est la fréquence de résonance naturelle de l'atome de césium – la caractéristique qui définit la seconde et qui, à son tour, rend possible un chronométrage ultra précis.

La « Fréquence naturelle », reconnue actuellement comme la mesure du temps utilisée par tous les scientifiques, définit la période d'une seconde comme étant exactement 9 192 631 770 oscillations ou 9 192 631 770 cycles de la Fréquence de résonance de l'atome de césium. L'horloge au césium du NIST est si précise qu'elle ne gagnera ni ne perdra une seconde en 20 millions d'années.

Enfin, l'homme a également élaboré une mesure de distance appelée « [année-lumière](#) » pour mesurer les distances dans l'espace : le temps que prend la lumière pour parcourir, dans le vide, une distance en une année.

[source jeretiens.net par Sam Zylberberg](#)