

Histoire des instruments de la mesure du temps



L'horloge du Capitole (Toulouse)

Plan

- Mesurer le temps naturel,
- Mesurer un temps artificiel : les horloges mécaniques,
- Horlogerie et révolution industrielle,
- Aujourd'hui, la montre à quartz met tout le monde à l'heure,
- Et nous sommes tous à la même heure !,
- Bibliographie.

Bibliographie

ATTALI Jacques. 1982. *Histoires du temps*. Fayard

DUCAN David Ewing. 1999. *Le temps conté, la grande aventure de la mesure du temps*, Nil Editions

SALIMANN Jean-Michel .1999 . *Astronomes, philosophes, théologiens, les inventeurs du calendrier*
L'Histoire, n°238, décembre 1999

LACRAMPE Corinne.1995. *La mesure du temps*. Science et nature .n° 55 mars 1995

Textes et Documents pour la classe, *La mesure du temps*. n° 746 15-31 décembre 1997

Textes et Documents pour la classe, *calendriers et fêtes*. n° 766 15-31 décembre 1998

Mesurer le temps naturel

Le cadran solaire

Le gnomon : le mot vient du grec connaître. C'est l'ancêtre du cadran solaire. C'est un bâton planté en terre verticalement ; la longueur de l'ombre permet de repérer l'heure au soleil.

Le cadran solaire le plus ancien que nous connaissons est égyptien et date de 1500 avant JC. Ce système est connu dans toutes les civilisations, mais il est imprécis.



Cadran solaire sur une maison varoise

Le cadran solaire : c'est une surface plane dans laquelle est plantée une tige appelée style . La direction de l'ombre indique l'heure au soleil . le cadran est divisé en douze heures du lever au coucher du soleil, mais comme la durée du jour varie selon les saisons, la durée des heures varie également . Progressivement la graduation du cadran se perfectionne, mais elle est toujours imparfaite en raison de l'orientation verticale du style . Au XIV siècle, les Arabes, en inclinant la tige du cadran selon la latitude du lieu ,en font un instrument fiable.

Le cadran solaire donne l'heure locale, quand le soleil n'est pas voilé.

La clepsydre ou l'horloge hydraulique

Le mot vient du grec klepsydria, voleur d'eau car elle servait à limiter le temps de parole des avocats lors des procès .C'est un instrument qui mesure le temps par l'écoulement d'une certaine quantité d'eau d'un récipient dans un autre .On pense qu'elle fut inventée par les Egyptiens au XVI e siècle avant JC . Elle est peu fiable car

la vitesse de l'écoulement varie en fonction de la température et de la pression de l'eau, et difficile à graduer . les Egyptiens pallient cet inconvénient en utilisant des récipients de forme évasée . Mais c'est le physicien grec, Ctésibios d'Alexandrie, qui améliore considérablement l'horloge à eau par un système de flotteur qui régule le débit dans un récipient annexe. Des perfectionnements complexes améliorent sa fiabilité , mais elle doit être réglée sur le cadran solaire.

Progressivement les deux techniques du cadran solaire et de la clepsydre sont associées dans des horloge à eau astronomique mises au point dès l'Antiquité grecque.

Le sablier

Peu cher et silencieux, il doit être hermétique pour que le sable ne soit pas humide . Les progrès de la verrerie ont rendu sa fabrication possible . Utilisé couramment au XIV e siècle, il permet de mesurer le temps quand le ciel est couvert et que les cadrans solaires ne peuvent plus servir. On l'utilise sur les bateaux où il sert à définir le service de bord de quatre heures, le quart .

Horloge à encens

En Chine, le temps est aussi mesuré par la combustion lente d'un bâton d'encens qui brûle un fil ; ce fil est relié à une boule qui tombe dans un récipient métallique marquant ainsi une certaine durée.



Horloge à encens, "Textes et Documents pour la classe", n°746, 15-31 décembre 1997

Mesurer un temps artificiel : les horloges mécaniques

Où est la nouveauté ?

Le temps est mesuré par le mouvement discontinu de roues dentées dont l'énergie est fournie par la chute d'un poids. Le problème technique et théorique est de trouver comment stabiliser la vitesse des rouages alors que la chute du

poids l'accélère .Un mécanisme régulateur est nécessaire, c'est l'échappement .Il consiste à bloquer le poids et donc la rotation des roues pendant un temps court et à intervalles réguliers à l'aide d'un balancier ou d'un pendule. On mesure donc un temps artificiel qui dépend de la correction des effets de la pesanteur. C'est un temps qui n'est pas continu comme l'écoulement de l'eau ou le mouvement apparent du soleil, c'est un temps divisible en unités successives.



Horloge en hébreu,
avec les aiguilles tournant en sens inverse,
à l'ancien Hôtel de ville du quartier juif de Prague

D'abord les horloges à foliot

En 1370 apparaît la véritable horloge mécanique dont une pièce appelée *foliot* permet de réguler l'énergie fournie par un poids à une roue . Le mouvement est ensuite transmis à des rouages qui entraînent les aiguilles . La régulation est imparfaite car la dérive peut atteindre une heure par jour. Les premières horloges ne montrent pas l'heure . Reliées à une cloche, elles sonnent l'heure et sont avant tout destinées aux moines dont les journées ont été strictement découpées par la règle de saint Benoît en sept périodes de prières, du milieu de la nuit où on sonne la première prière, les matines, jusqu'aux deux dernières, les vêpres et complies, en fin de journée.



Horloge astronomique, Beffroi de l'Hôtel de Ville de Staré Mesto (Prague), XVe siècle.



Signes du zodiaque, chiffres arabes et humains

En 1657, l'invention de la première horloge à pendule révolutionne l'horlogerie

Elle est le résultat des travaux de Christian Huygens (1629-1695), mathématicien , physicien et astronome hollandais, dont le père fut un ami de Descartes et qui eut connaissance des travaux de Pascal et Pierre de Fermat . A partir des découvertes de Galilée (1564-1642) sur les propriétés des oscillations du pendule, il eut l'idée de remplacer le foliot par un pendule ; c'est l'horloger Salomon Coster qui a réalisé la première horloge à pendule à partir des indications de Huygens . Presque toutes les horloges existantes furent alors transformées car la modification permettait d'abaisser les erreurs de 6 à 1 . On ne trouve donc plus guère d'horloge à foliot.

Cette amélioration de la mesure du temps pouvait-elle s'appliquer à la montre ?

L'invention du spiral réglant, sorte de ressort, par le même Huygens, permet la réalisation de la première montre à spiral par Isaac Thuret, maître -horloger , en 1675. La précision de la montre est ainsi multipliée par 5 . A la fin du XVII e siècle est mise au point l'indication des heures et des minutes grâce à deux aiguilles concentriques qui font le tour en 12 heures et une heure, respectivement . Le grand horloger londonien Daniel Quare (1649-1724) créa notre cadran , qui sera modifié plus tard par l'ajout de l'aiguille des secondes.

Horlogerie et révolution industrielle

Les horlogers ont joué un rôle essentiel dans la mise au point des premières machines de l'industrie textile. Ainsi, en 1768, John Dray, horloger anglais, conçoit la navette volante avec un autre horloger Richard Arkwright , et construit le premier métier à filer en utilisant des engrenages, des roulettes, des ressorts ...adaptés de l'horlogerie.

Denis Papin, élève de Huygens, met au point un piston à vapeur en 1707 ; mais il faut encore de longues années pour que James Watt, avec l'aide de l'horloger Wilkinson, réalise la machine à vapeur.



Horloge de la gare de Toulouse

Des horlogers ont également joué un rôle décisif dans la naissance de la grande industrie. Ainsi, vers 1770, Frédéric Japy, produit 100 000 montres par an dans son usine de Beaucourt, près de Montbéliard, où travaillent 300 salariés issus des artisans et paysans locaux . Il est un des premiers capitalistes à avoir consciemment cherché à rentabiliser les énormes capitaux investis en produisant un maximum d'objets par unité de temps . La division du travail dans l'horlogerie est alors en avance sur le reste de l'industrie.

Aujourd'hui, la montre à quartz met tout le monde à l'heure

La montre à quartz, dont le principe est connu depuis les années 1920, fonctionne grâce à 2 éléments essentiels :

La pile a très faible consommation de l'ordre de 10 millionième de watt/heure, est la source d'énergie qui remplace le ressort.

Le quartz est utilisé pour ses oscillations stables, précises et reproductibles . Ce que les électroniciens appellent quartz, ce n'est pas la forme cristalline de la silice, ni sa forme synthétique, c'est le composant qui en est tiré dont la coupe et les dimensions définissent une fréquence précise.

La technologie de la montre à quartz s'appuie sur la piezo-électricité, phénomène propre à certains type de cristaux, tel le quartz . Il apparaît à la surface de ces corps quand on les soumet à des pressions ou à des charges électriques . Cela permet d'obtenir des vibrations électriques ou mécaniques stables . Ces propriétés ont été mises en évidence à Paris , en 1880, par Pierre et Jacques Curie.

Et nous sommes tous à la même heure...



Horloge du donjon du Capitole, Toulouse

En France, la loi du 14 mars 1891, fixe l'heure légale , qui est celle du temps moyen à Paris. Au niveau international, c'est la loi du 9 mars 1911 qui instaure le temps universel (TU).

Cette décision a été précédée de longues discussions sur le choix du méridien origine. En 1883, à la conférence de Rome, le méridien de Greenwich est adopté car c'est le méridien dont la partie opposée traverse le minimum de terres émergées, ce qui évite de couper un état en deux pour le changement de date . De plus, la plupart des marins se servent de cartes anglaises ayant Greenwich comme origine.

... à quelques microsecondes près !

Toutes les années n'ont pas exactement la même durée parce que les différents mouvements de la terre, rotation et révolution, ne sont pas réguliers. Ils sont perturbés par la présence de la lune et de grosses planètes qui engendrent des mouvements complexes de l'axe la terre appelés précession et nutation, qui modifient sensiblement la durée de l'année de quelques microsecondes . Ces variations intéressent les scientifiques . D'où l'a mise au point du temps atomique international, le TAI , dont l'utilisation est obligatoire pour dater les événements scientifiques . La seconde est définie en 1967, à la Conférence générale des Poids et Mesures, comme " la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome césium 133".

C'est le Bureau International de l'Heure, situé à l'observatoire de Paris, qui donne l'heure TAI à partir des 230 meilleures horloges atomiques du monde. Une horloge atomique est un chronomètre au césium qui est un garde-temps précis à 10^{-10} [10 puissance moins 10] . En 1958, par convention, on a fait coïncider le TAI et le

TU légèrement modifié , puis on a crée le Temps Universel Coordonné, compromis entre le TAI et le TU modifié. Ainsi, la planète vit au rythme d'un temps de plus en plus homogène et de plus en plus précis.

Auteur: Marie-Christine Roques, IA-IPR Histoire - Géographie.