

Les instruments de mesure du temps

Fiche découverte

Depuis toujours, les hommes ont cherché à apprivoiser le temps. Celui-ci fut progressivement maîtrisé, au fur et à mesure des découvertes scientifiques et des innovations techniques.

Le musée de l'horlogerie de Saint-Nicolas d'Aliermont vous propose de retracer l'histoire des instruments de mesure du temps, qui est le reflet de celle des techniques et des cultures des différentes civilisations qui ont fabriqué ces ingénieux mécanismes.

Mesurer le temps naturel

Le cadran solaire



Figure 1 : Cadran solaire daté 1797.
Pierre ; encadrement en bois réalisé par Michel Lemaître.
Collection du musée de l'horlogerie de Saint-Nicolas
d'Aliermont.

Le *gnomon* est l'ancêtre du cadran solaire (cf. **Figures 1 et 2**) ; le mot vient du grec connaître. C'est un bâton planté en terre verticalement ; la longueur de l'ombre permet de repérer l'heure au soleil. L'ombre la plus courte s'observe à midi le jour du solstice d'été.

Le cadran solaire le plus ancien que nous connaissions est égyptien et date de 1500 avant notre ère. Ce système est connu dans toutes les civilisations de l'Antiquité.

Fonctionnement d'un cadran solaire

(cf. **Figure 3**) :

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^e siècle, les Arabes, en inclinant la tige du cadran selon la latitude du lieu en font un instrument fiable.



Figure 2 : Cadran solaire diptyque.

Ivoire, laiton doré, 1631.
Musée international de l'horlogerie,
La Chaux-de-Fonds.

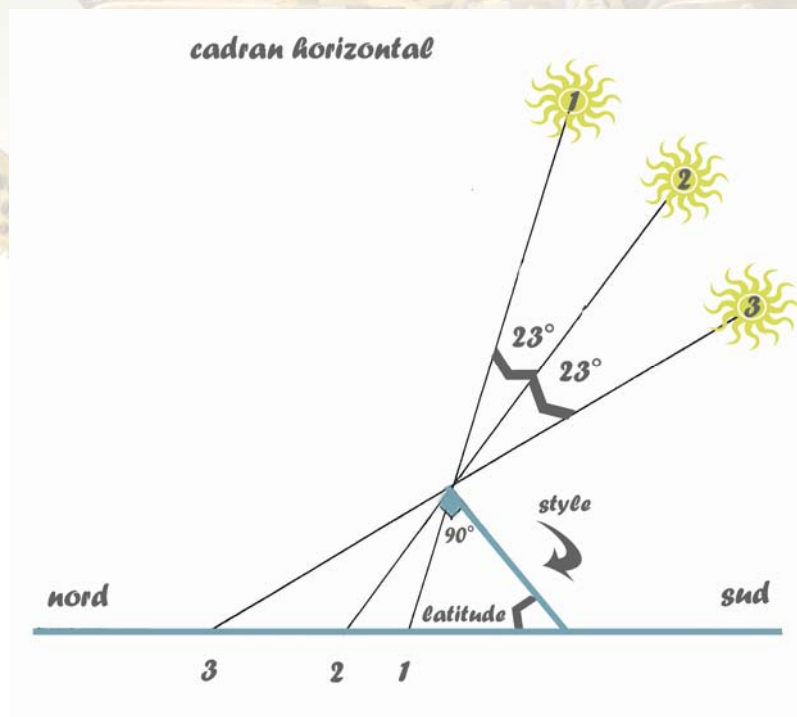


Figure 3 : Schéma explicatif du fonctionnement d'un cadran solaire.

Le cadran solaire possède malgré tout de nombreux inconvénients : il indique l'heure locale et est soumis aux aléas climatiques (le soleil ne doit pas être voilé). D'autre part, il est imprécis.

La clepsydre Ou 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 (cf. **Figure 4**). On pense qu'elle fut inventée par les Egyptiens au XVI^e siècle avant notre ère. Elle est peu fiable car la vitesse de l'écoulement varie en fonction de la température et de la pression de l'eau, et est difficile à graduer.

Les Egyptiens pallient à 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 horloges à eau astronomiques mises au point dès l'antiquité grecque.



Figure 4 : Une clepsydre.

Source : pagesperso-orange.fr/philo-lettres/clepsydre.jpg.

Le sablier

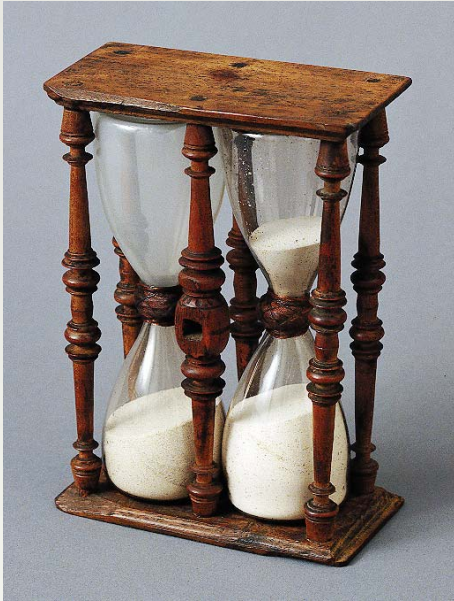


Figure 5 : Sablier double.
Chêne, verre et métal, XVIIIe siècle.
Musée international de l'horlogerie,
La Chaux-de-Fonds.

Peu cher et silencieux, le sablier (cf. **Figure 5**) doit être hermétique pour que le sable ne soit pas humide. Les progrès de la verrerie ont rendu sa fabrication plus aisée.

Utilisé couramment au XIVe 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.

Les horloges à huile ou à feu

• *Horloge à huile*

L'horloge à huile est un instrument, parmi tant d'autres, permettant de mesurer le temps écoulé. (cf. **Figure 7**).

La lampe à huile est constituée d'un petit boîtier en étain qui contient la mèche. Elle est reliée à une fiole en verre tenant lieu de réservoir. Le niveau d'huile dans la fiole indique l'heure qu'il est, puisque les heures de la nuit sont marquées sur la bande en étain graduée de IX à VII.

Figure 7 : Lampe horaire à huile.
Étain et verre, fin du XVIIIe-XIXe siècle.
Musée international de l'horlogerie, La Chaux-de-Fonds.



Musée de l'horlogerie de Saint Nicolas d'Alhiermont
Service de médiation culturelle – 02 35 04 53 98 – museehorlogerie@wanadoo.fr

• *Horloge à feu*

En Chine, le temps est aussi mesuré grâce à une horloge à feu, ou horloge à encens (cf. **Figure 6**). Un bâton d'encens se consume lentement et brûle un fil de soie ; ce fil est relié à une boule qui tombe dans un récipient métallique. Le bruit marque ainsi l'écoulement d'une certaine durée.



Figure 6 : Horloge à feu chinoise.
Bois, bronze et cuivre, milieu du XVIIIe siècle.
Musée de l'horlogerie, Le Locle.

Mesurer un temps artificiel

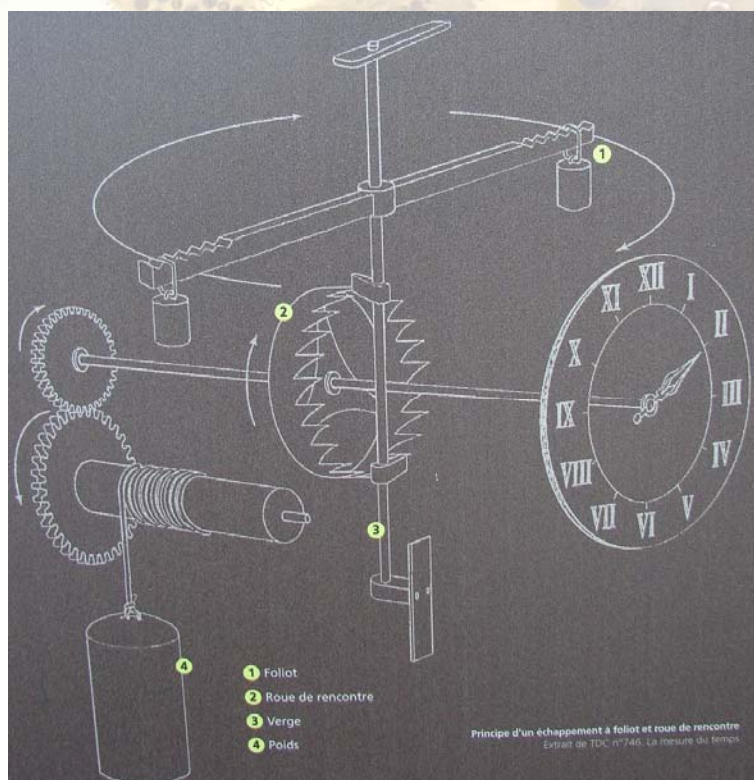
Les instruments de mesure du temps ne doivent dorénavant plus seulement se contenter de mesurer le temps qui s'écoule mais de donner l'heure, la plus précise possible.

La nouveauté réside dans le mécanisme. 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.

L'horloge mécanique

- L'horloge à foliot.



En 1370 apparaît la véritable horloge mécanique. 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 le mouvement des aiguilles (cf. **Figure 8**). La régulation est imparfaite car la dérive peut atteindre une heure par jour.

Figure 8 : Schéma expliquant le principe de fonctionnement d'un échappement à foliot et roue de rencontre.

Extrait de TDC n° 746. *La mesure du temps.*

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, à la fin de la journée.



A partir du XIV^e siècle, les villes d'Europe se dotent d'horloges sur les clochers et les beffrois (cf. **Figure 9**).

Elles sont peu précises et doivent être quotidiennement réglées sur les cadrans solaires ou les clepsydras.

Figure 9 : Le Gros-Horloge de Rouen. C'est l'un des monuments emblématiques de la ville de Rouen.

La construction, accolée à un beffroi, est constituée d'une arche Renaissance enjambant la rue du Gros-Horloge surmontée d'une horloge astronomique du XIV^e siècle.

• *L'horloge à pendule*



Figure 10 : Portrait de Christian Huygens (1629-1695).
Mathématicien, astronome et physicien néerlandais.

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

Elle est le résultat des travaux de Christiaan 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 (cf. **Figure 10**). 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* (cf. **Figure 11**).

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. Les horloges à foliot ont presque toutes disparu.

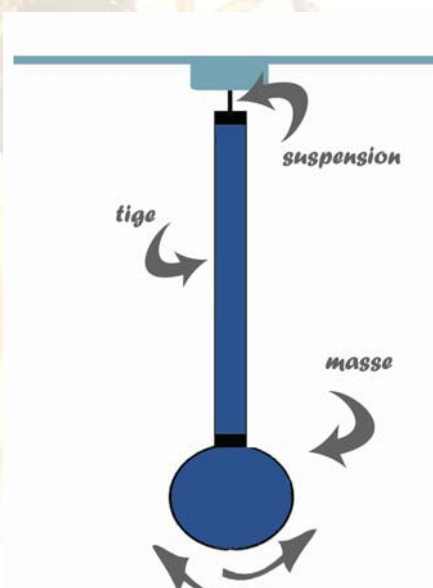
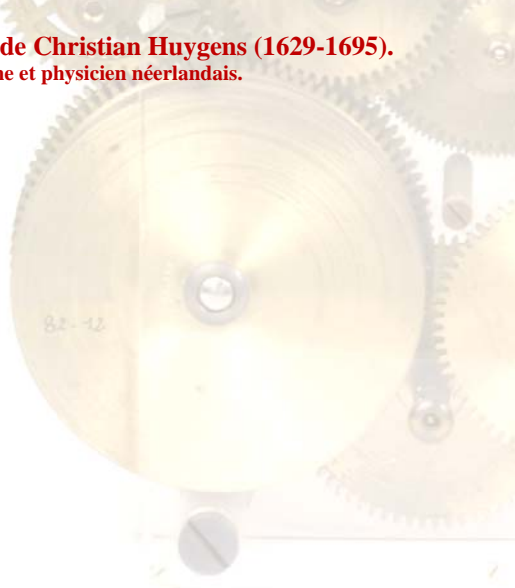


Figure 11 : Schéma d'un pendule.

Explication du fonctionnement d'une horloge (cf. Figure 12) :

Le poids transmet la force au mécanisme et permet de faire perdurer le mouvement du pendule (sans cela, celui-ci s'arrêterait, à cause des frottements de l'air). Les oscillations du pendule actionnent l'ancre à intervalles réguliers, qui agit sur la roue d'échappement, qui met en mouvement la roue des secondes. Par un système d'engrenages, la roue des secondes entraîne celle des minutes, qui entraîne celle des heures. Chaque roue comporte soixante fois plus de dents. Les oscillations du pendule étant *isochrones*¹, ce dernier joue le rôle de régulateur dans le mécanisme.

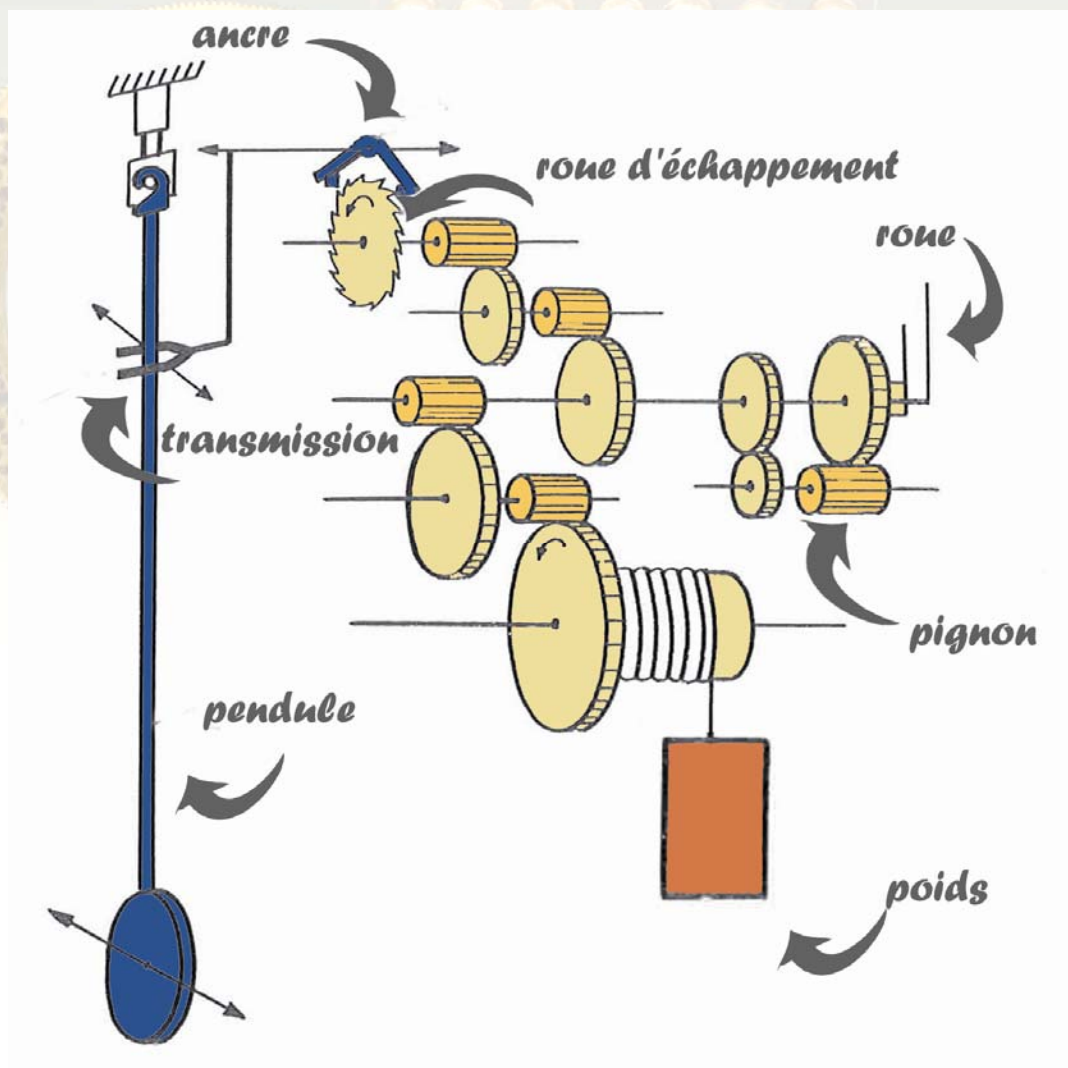


Figure 11 : Schéma explicatif du fonctionnement d'une horloge.

1 Isochrone signifie « qui se produit à intervalles de temps égaux ».



Le mécanisme de l'horloge est également appelé *mouvement*. Il en existe plusieurs types. Le plus répandu est le mouvement franc-comtois, que l'on retrouve dans nombreuses de nos horloges (cf. **Figure 13**).

Cependant, le village de Saint-Nicolas d'Aliermont, à 15 km de Dieppe, en Seine-Maritime, a vu l'émergence d'un mouvement spécifique, nommé mouvement Saint-Nicolas. Ce mouvement possède un balancier beaucoup plus court (12 cm) et plat, qui marque les demi-secondes. Il est logé dans la tête de l'horloge, et non dans le coffre. Le mouvement Saint-Nicolas équipe les horloges Saint-Nicolas (cf. **Figure 14**), appelées les « élégantes », en raison de la finesse de leur corps et des sculptures en bois (il s'agit le plus souvent de chêne) qui ornent leur tête.

Figure 13 : Exemple d'horloge franc-comtoise.
Source : www.horloges-comtoises-anciennes.fr.



Figure 14 : Horloges Saint-Nicolas.
Collections du musée de l'horlogerie de Saint-Nicolas d'Aliermont.

Musée de l'horlogerie de Saint Nicolas d'Aliermont
Service de médiation culturelle – 02 35 04 53 98 – museehorlogerie@wanadoo.fr

Les pendules et les réveils

Au XIXe siècle apparaît un troisième type de mouvement, le *mouvement dit de Paris* (Figure 15), mouvement circulaire équipé d'un ressort. Le ressort transmet la force au mécanisme et remplace les poids. Cette invention permet la fabrication en série de pendules de cheminée, très en vogue à l'époque chez la haute bourgeoisie (Figure 16).



Figure 15 : Mouvement de Paris.

Début XXe siècle.
Don M. Paul Denis.
Collections du musée de l'horlogerie de
Saint-Nicolas d'Aliermont.



Figure 16 : Pendule au berger.

Bronze doré et marbre blanc.
Collections du musée de l'horlogerie de Saint-Nicolas
d'Aliermont.



La miniaturisation des instruments de mesure du temps est encore améliorée grâce au *spiral réglant*, qui joue le rôle de balancier. Le spiral réglant, ou balancier-spiral, est mis au point par Huygens en 1675 (cf. **Figure 17**). La première montre à spiral est réalisée par Isaac Thuret, maître-horloger, en 1675.

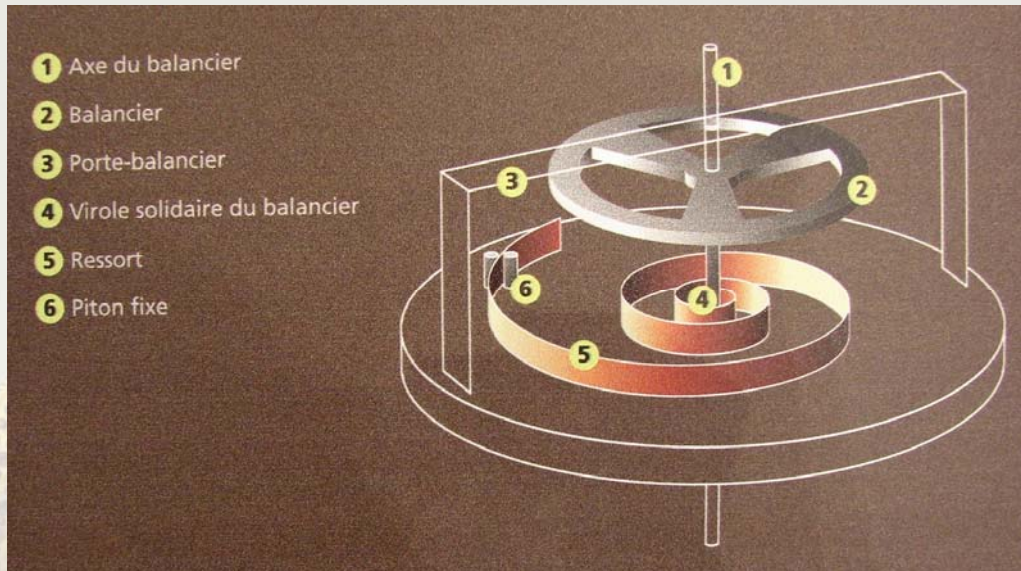


Figure 17 : Schéma d'un spiral réglant.
Le balancier-spiral et son ressort, attaché à ses extrémités et destiné à ramener le balancier à son point d'équilibre.

Schéma, musée de l'horlogerie de Saint-Nicolas d'Aliermont.



Ce mécanisme est finalement adopté par l'ensemble des horlogers et permet d'équiper les horloges de cheminée et de voyage au XIXe siècle puis les pendules murales et les réveils au XXe siècle. Ainsi, les instruments de mesure du temps se démocratisent au fil des années et font leur entrée dans tous les foyers (cf. **Figure 18**).

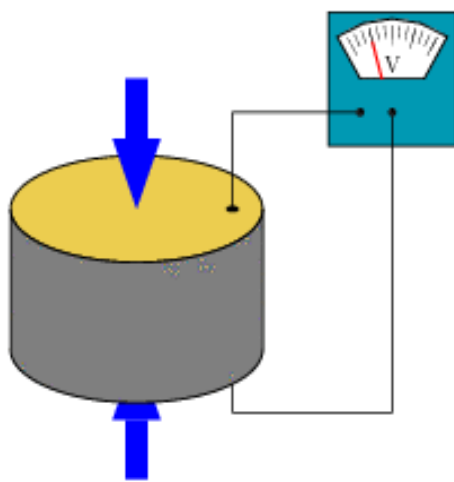
Figure 17 : Réveil Bayard à l'effigie de Mickey.

Collections du musée de l'horlogerie de Saint-Nicolas d'Aliermont.

La montre à quartz

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

- La pile à très faible consommation de l'ordre de 10 millièmes 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 précis.



La technologie de la montre à quartz s'appuie sur la *piézoélectricité*. Cette dernière est la propriété que possèdent certains corps, comme la plupart des cristaux et en particulier le quartz, de se polariser électriquement sous l'action d'une contrainte mécanique et réciproquement de se déformer lorsqu'on leur applique un champ électrique. Ce phénomène 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 (cf. **Figure 18**). Ces propriétés ont été mises en évidence à Paris, en 1880, par Pierre et Jacques Curie.

Figure 18 : Schéma illustrant le comportement d'une pastille piézoélectrique : la contrainte mécanique appliquée crée un signal électrique.

Source : www.wikipedia.fr.

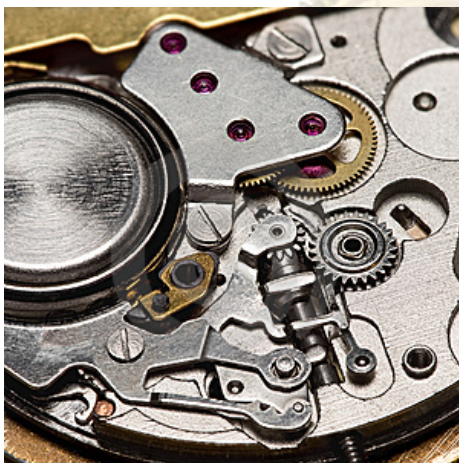


Figure 19 : Photographie de l'intérieur d'une montre à quartz.

Source : fr.dreamstime.com.



Figure 20 : Montre à quartz.

Source : www.amazon.fr.

Aujourd'hui, la montre à quartz met tout le monde à l'heure (cf. **Figures 19 et 20**) !

Ce tour d'horizon vous a permis, nous l'espérons, de prendre conscience des fantastiques améliorations apportées aux instruments de mesure du temps et donc des progrès en terme de précision.

Alors ne perdez pas davantage de temps et venez visiter les collections du musée de l'horlogerie de Saint-Nicolas d'Aliermont ! Un accès gratuit à l'établissement est proposé aux enseignants, sur demande. Des fiches et des mallettes pédagogiques sont également mises à votre disposition. De nombreux ateliers à destination des scolaires sont organisés. N'hésitez pas à nous contacter pour obtenir davantage de renseignements.

Bibliographie

Approche pédagogique (enfants)

- *Top chrono. La mesure du temps qui passe*
FRANKLYN M. BRANDLEY
Castor Poche Connaissances Flammarion – A partir de 10 ans – 144 pages.
- *Secrets de la mesure du temps*
Gallimard, collection Secrets – 1996 – 32 pages.
- *Les dents de l'effort : les engrenages*
Musée des arts et métiers – 8 pages.

Approche scientifique (adultes)

- *Mesures du temps et de l'espace (horloges, montres et instruments anciens)*
GUYE SAMUEL
Bibliothèque des arts – 1970 – 290 pages.
- *L'Heure qu'il est. Les Horloges, la mesure du temps et la formation du monde moderne*
DAVID S. LANDES
Gallimard – coll. Bibliothèque illustrée des histoires – 1987.

- *L'histoire de l'heure*
G. DORHN VAN ROSSUM
Ed. de la maison des Sciences de l'homme – 1997.
- *Les fondements de la mesure du temps*
C. AUDOIN et B. GUINOT
Masson – 1998.

Carnet pratique

Marie BRARD, médiatrice culturelle du musée de l'horlogerie
Tel : 02 35 04 53 98
E-mail : museehorlogerie@wanadoo.fr

Coordonnées du musée :

48, rue Edouard Cannevel
76 510 Saint-Nicolas d'Aliermont (à 15 km de Dieppe).

Retrouvez-nous sur internet :

www.musee-horlogerie-aliermont.fr
www.musees-haute-normandie.fr
www.saint-nicolas-aliermont.fr