

2^e étage

La mesure du temps

Le quartz et l'horlogerie

Fiche professeur

La mesure du temps change de dimension au courant du XX^e siècle. Des innovations vont transformer l'ère du tout mécanique et la course à la précision s'accélère. Quel lien il y a-t-il entre l'horlogerie et le quartz, ce minéral, qui se présente sous forme de plusieurs variétés (améthyste, citrine, cristal de roche, etc.) ou plus simplement sous forme de sable? (Fig. 1)

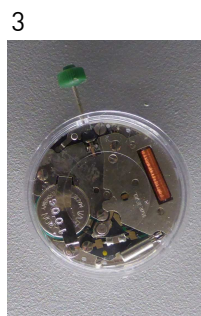
Les frères Pierre et Jacques Curie sont à l'origine d'une découverte qui va révolutionner la mesure du temps. En étudiant le quartz, ils remarquent en 1880 un phénomène intéressant : Lorsqu'il est soumis à une pression, le quartz voit ses faces s'électrifier, une tension électrique se crée. Inversement, si on applique de la tension électrique sur un morceau de quartz, il va se comprimer. Ce phénomène est appelé piézoélectricité (du grec piezein, presser) et trouvera, suite à sa découverte, de nombreuses applications. On aurait bien surpris ces deux physiciens si on leur avait annoncé, que moins d'un siècle après, leur découverte était appliquée aux meilleurs garde-temps.

Comment un bout de quartz comprimé peut-il jouer un rôle dans l'horlogerie ? En lui appliquant une tension électrique, le quartz se déforme, se comprime et se met à vibrer rapidement. Grâce à cette vibration, un quartz remplit la même fonction qu'un pendule dans une horloge ou qu'un balancier-spiral dans une montre. Par ses oscillations régulières et rapides (32 768 fois à la seconde) il constitue un excellent régulateur. En matière de précision, une horloge à quartz dépasse largement l'horlogerie mécanique.

Les premières horloges à quartz sont construites à partir de 1928. Elles ont la taille d'une armoire, comme l'horloge à quartz de l'atelier parisien Belin des années 1930, exposée au musée (fig. 1). A côté d'elle, est exposé un deuxième oscillateur à quartz des années 1960, de dimensions déjà considérablement réduites, provenant de l'Observatoire de Besançon (fig. 2). C'est seulement à la fin des années 1960 qu'on commence à produire, à grands frais, les premières montres à quartz. La révolution du quartz va transformer complètement l'horlogerie et la montre à quartz dépassera dans les années 1970 l'horlogerie traditionnelle mécanique. Aujourd'hui, la montre mécanique est devenue un produit luxueux, à l'inverse de la montre à quartz produite à peu de frais et vendue en masse.

Légende

- 1 Horloge à quartz, Edouard Belin, Ruel-Malmaison, années 1930, don Cetehor, MDT.
- 2 Horloge à quartz à transistor, France, vers 1960, dépôt Observatoire, MDT, © P. Guenat.
- 3 Mouvement de montre à quartz, MDT.
- 4 Montres contemporaines à quartz, MDT.



... On passe à la pratique !

Corrigé



Comment fonctionne une montre à quartz ?

La source d'énergie est constituée par une **pile (1)**, qui fait vibrer une **lame de quartz (2)** en forme de diapason. Les oscillations ont une fréquence beaucoup trop élevée et une amplitude trop faible pour qu'on puisse leur faire entraîner directement les rouages. Pour cette raison, une série de **diviseurs de fréquence (3)** réduit successivement la fréquence de moitié jusqu'à obtenir un signal d'une seconde. Ce signal électrique est envoyé au **moteur pas à pas (4)**, qui le convertit en un **déplacement mécanique des roues et des aiguilles de la montre (5)**. On peut différencier deux principaux types :

- la montre à affichage *analogique* (aiguilles), ci-contre
- la montre à affichage *numérique* (ou digital), munie de cristaux liquides qui reçoivent directement du circuit intégré les impulsions nécessaires à l'affichage de l'heure.

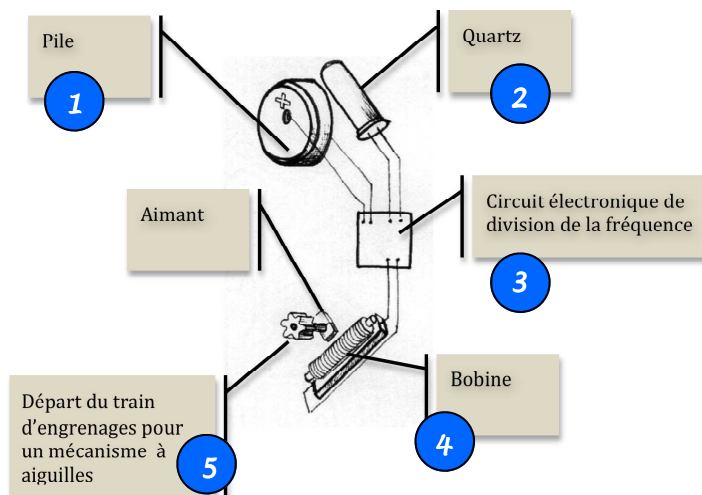
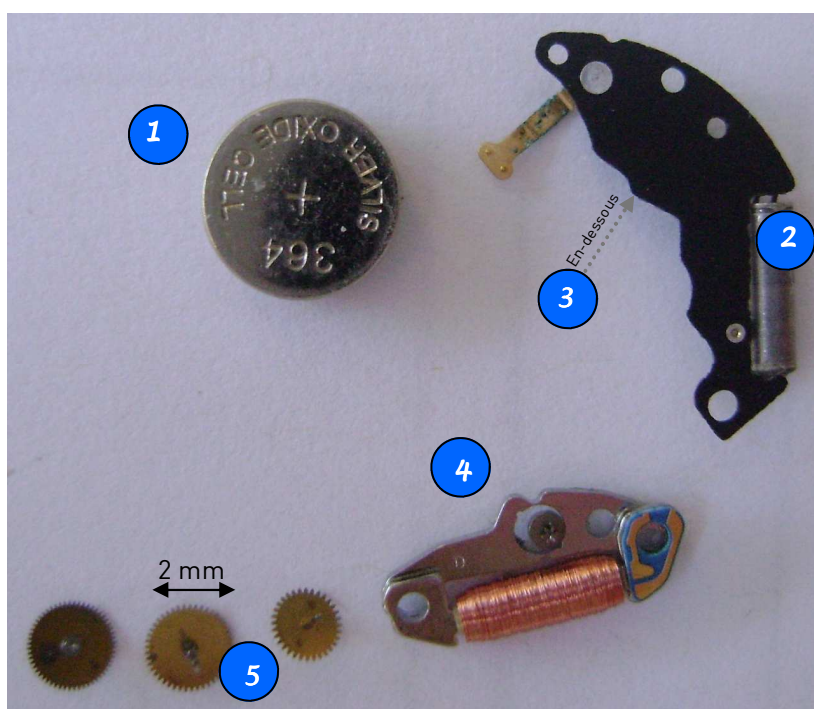


Schéma présentant les composants d'une montre à quartz à affichage *analogique* (à aiguilles), dessin © service médiation MDT



La photo ci-contre représente les mêmes pièces, qui ne mesurent pas plus que 1.5 cm (pour le circuit intégré), env. 2 mm pour les rouages.

Pouvez-vous attribuer sur ce document les chiffres intégrés dans le texte et le schéma ci-dessus et identifier ainsi les composants ?



Quartz naturel - quartz artificiel ?

Parmi toutes les variétés de quartz, seul le cristal de roche est utilisé en horlogerie. Aujourd'hui, le quartz employé en horlogerie est fabriqué artificiellement. Dans la vitrine dédiée au quartz, vous trouverez des exemples artificiels.



32 768 vibrations à la seconde

Les montres à quartz sont d'une extrême précision grâce à une fréquence élevée de vibrations. La fréquence d'oscillation varie selon la coupe du quartz et l'épaisseur. Pour les quartz utilisés en horlogerie, elle est pour la plupart du temps de 32 768 Hz, la lame oscille donc 32 768 fois par seconde. Pourquoi ce chiffre ? Il fallait choisir une fréquence suffisamment élevée pour obtenir une bonne précision. En même temps, cette fréquence devait pouvoir être réduite successivement par division pour arriver à une seconde. 32 768 égale 2^{15} , le diviseur de fréquence doit donc diviser 15 fois la fréquence de moitié pour arriver à une seconde.

Compléments scientifiques

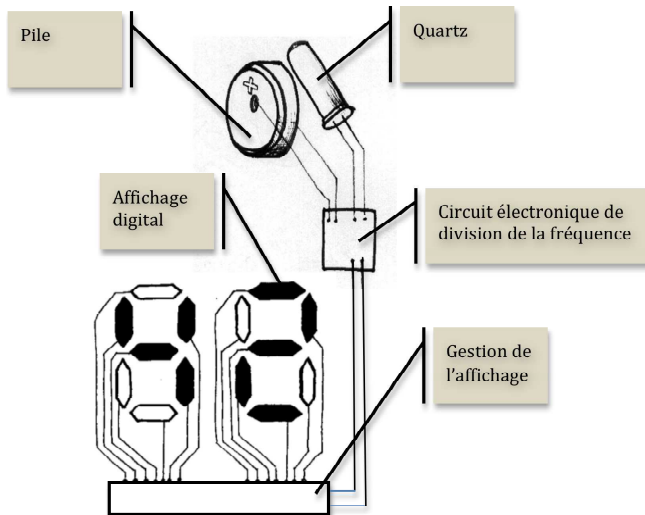


Schéma général de la montre à affichage *numérique* (ou digital), munie de cristaux liquides qui reçoivent directement du circuit intégré les impulsions nécessaires à l'affichage de l'heure.

La lame de quartz en forme de diapason est logée dans un étui de protection. Ses dimensions sont de l'ordre de 5 mm dans une montre standard.

