

A la femtoseconde près !

Information pour les enseignants de branches scientifiques



Faites plonger vos élèves dans l'infiniment précis !

Le nouvel espace d'exposition consacré à l'extrême précision de la mesure du temps par les horloges atomiques et à ses applications au quotidien est ouverte depuis juin 2018.

Venez visiter cet espace avec vos élèves afin de leur faire prendre conscience de l'infiniment petit et des progrès immenses faits dans la mesure du temps.

La quête de la précision, affaire de savants, a été un moteur des innovations horlogères dès le XVIIIe siècle. Les résonateurs sont au cœur de ces développements : le pendule, le balancier-spiral puis le quartz permettent de décupler la précision des horloges. À partir de la Seconde Guerre mondiale, la mesure précise du temps passe des mains des horlogers et des astronomes à celles des physiciens. Dès 1967, la seconde n'est plus définie par les observations astronomiques comme le passage du Soleil au zénith, mais par la mesure d'un phénomène microscopique : l'oscillation d'atomes de césium.

Une femtoseconde – 0,000 000 000 000 001 seconde – correspond à l'imprécision du tic-tac d'une horloge atomique actuelle.

Ce degré de précision, imperceptible au commun des mortels, est indispensable à l'organisation de la société humaine : géolocalisation, navigation, transports, télécommunications sont rendus performants grâce à la précision extrême des horloges qui les gouvernent.



**Avec des élèves du cycle 3
en Sciences de la nature**
SN - 36
Phénomènes naturels et
techniques.

SEC 2

**Avec des élèves des branches
scientifiques de lycée, gymnase
ou collège du secondaire II**
**Avec des élèves en horlogerie et
micromécanique des centres
professionnels**

HEP, UNI et EPF

Avec des étudiants en sciences

Ouverture

du mardi au dimanche de 10h à 17h
sur demande le musée peut ouvrir le lundi et dès 8h.

Contact

Musée international d'horlogerie
Rue des Musées 29 - 2300 La Chaux-de-Fonds
Tél: + 41 (0) 32 967 68 61
mih@ne.ch www.mih.ch

Tarifs

Adultes CHF 15.-
Enfants des 12 ans CHF 7.50.-
Etudiants avec carte jusqu'à 25 ans CHF 12.50.-
Les élèves et étudiants des écoles neuchâteloises
bénéficient en tout temps de la gratuité.

Visite guidée CHF 60.-

Merci d'annoncer votre visite une semaine à l'avance.

Une exposition - 3 espaces

1^{er} espace : Une horloge atomique, comment ça marche ?

Comment ça marche ?

De nombreuses **horloges** - ou parties d'horloges - atomiques et des **maquettes** permettent de comprendre quels sont **les avantages de l'atome et du césium dans la conquête de la mesure du temps**. Le rôle de balancier joué par les atomes de césium est illustré et explicité.

Cette partie permet de **se représenter** très concrètement ce qu'est une horloge atomique (extérieur et intérieur) et comment elle fonctionne.



Vue générale de la Galerie

Pour quoi faire ?

Le rôle du temps atomique dans **le développement des techniques de télécommunications, de positionnement et de navigation** est illustré par différents objets de la vie quotidienne. Les nombreuses **applications scientifiques** sont présentées et expliquées.

Cette partie permet de **créer du sens** pour les élèves et de montrer en quoi des savoirs relativement abstraits sont en lien direct avec leur vie réelle.

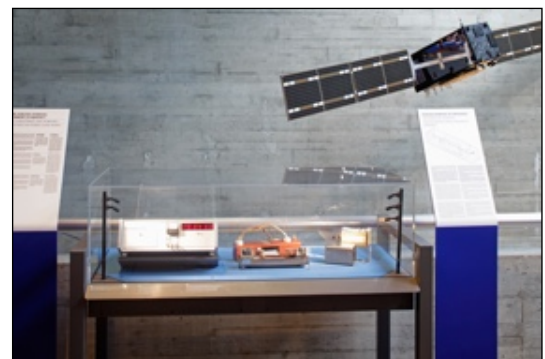


Les applications

Seconde astronomique - seconde atomique

Le passage de la seconde astronomique vers la seconde atomique s'est avéré nécessaire au vu **des mesures extrêmement précises** que nécessitent les nouveaux outils de communication.

Cette partie permet de **mettre en regard** le temps astronomique défini par la seconde telle que nous la connaissons et le temps atomique qui explore l'infiniment petit.

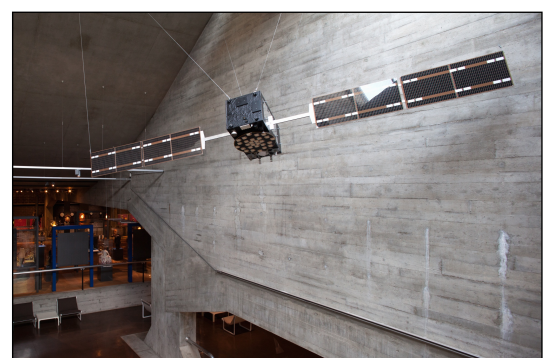


Le fonctionnement d'une horloge au césium

Le satellite Galileo et la lunette méridienne

Opérationnel depuis 2016 Galileo prévoit une constellation de 30 satellites. A bord de chacun d'eux se trouvent quatre **horloges atomiques fabriquées dans le canton de Neuchâtel**.

Bien avant, dès 1858 l'**Observatoire de Neuchâtel** jouait déjà un rôle fondamental dans la détermination de l'heure pour la Suisse et dès 1973 pour **l'établissement du temps atomique international (TAI)**.



Modèle de satellite Galileo

Une exposition - 3 espaces

2^e espace : Au fil du temps

Tout en montant les escaliers les élèves découvrent plusieurs figures majeures de l'histoire de la conquête du temps.

Partant des premières horloges à foliot dès le XIII^e siècle le parcours ascensionnel accompagne le visiteur jusqu'aux horloges atomiques à peigne optique.

Christian Huygens, Galilée, Matthäus Hipp, Warren Alvin Marrison, Louis Essen, autant de **noms importants de la conquête du temps** qui sont présentés ici.

Cette partie permet aux élèves de **replacer la conquête du temps atomique dans l'histoire plus large de la maîtrise du temps.**



La course à la précision

3^e espace : Applications spatiales

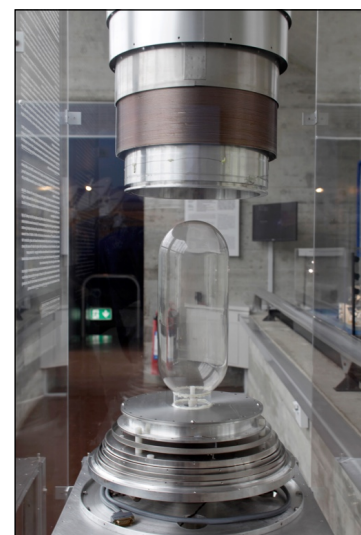
En plus de donner l'heure, les horloges ont permis à l'homme de **se situer dans son environnement**. Les chronomètres de marine ont par exemple permis aux marins de situer la longitude d'un navire. Aujourd'hui, les horloges atomiques présentes dans les satellites permettent de nombreuses **applications** dans les domaines du génie civile, de la géomatique, de la climatologie, de la géolocalisation, de l'agriculture, de la biologie et de la géophysique. **L'Observatoire de Neuchâtel** a développé pour **l'Agence Spatiale Européenne** différents types d'horloges atomiques permettant des applications scientifiques de pointe.

Les coupes d'un **maser à hydrogène** et d'une **horloge à rubidium** permettent d'apprécier de manière plus précise le fonctionnement du temps atomique.

Cette partie permet de comprendre quelles sont les **multiples utilisations des données de localisation** fournies par des satellites et la place du canton de Neuchâtel et de la Suisse dans la recherche scientifique.



Vue générale du Beffroi



Maser à hydrogène