



Comment le GPS donne l'heure au monde !

Connaitre l'heure exacte est quelque chose qui paraît normal mais qui décide si l'heure est juste ? Comment l'heure est-elle déterminée ? Et quel est le rôle du GPS dans tout ça ?

Réponse courte : le BIPM (Bureau International des Poids et Mesures) de Paris : en plus de nous dire quelle est la longueur de 1 mètre, il nous dit également quelle heure il est.

Pour déterminer l'heure, il s'appuie sur les contributions d'une collaboration internationale de laboratoires dédiés qui comparent chacun leur mesure du temps avec le temps du GPS.

Une seule horloge règle toutes les autres.

Les laboratoires dédiés à l'heure utilisent des horloges précises telles que les horloges atomiques au Césium et à l'Hydrogène parmi les plus connues. Bien que ces horloges soient très fiables (d'une précision d'environ 2 nanosecondes/jour), on peut observer quelques variations.

Au BIPM de Paris, les spécialistes comparent la performance des horloges des laboratoires temps du

Qui est responsable de l'heure ?



monde entier et calculent par une moyenne pondérée de tous les résultats ce qu'on appelle l'UTC Universal Time Coordinated

(Temps Universel Coordonné). Les laboratoires dotés d'horloges plus performantes ou plus stables ont plus de poids dans le calcul de l'UTC.

Ceci signifie que l'UTC temps réel n'est qu'une approximation – quoique très précise – avec le calcul plus précis déterminé rétrospectivement. Le journal Circular-T, publié tous les mois par le BIPM, contient les petites corrections à appliquer à l'UTC pendant le mois précédent.

Quel est le rôle des récepteurs GPS ?

Chaque laboratoire dédié au temps qui contribue à l'UTC mesure sa propre version de l'UTC : par exemple l'UTCBrussels est la mesure belge de l'UTC. Alors, comment

le BIPM peut-il comparer la performance de toutes les différentes horloges ? Il le fait en utilisant les récepteurs GPS, ou plus précisément des récepteurs GNSS Global Navigation Satellite System (Système de Positionnement et

UTC

de Datation par Satellites) qui, en plus de GPS, suivent d'autres constellations telles que GLONASS, Galileo, BeiDou et IRNSS.



En comparant les horloges individuelles avec l'heure GPS, on peut ainsi les comparer entre elles.

La mesure précise du temps est au cœur des récepteurs GPS. Les distances entre le satellite et le récepteur, utilisées pour calculer la position, sont déterminées en mesurant le temps de transit des signaux du satellite jusqu'au récepteur. Une erreur d'une nanoseconde dans le temps de transit se traduit par une erreur de 30 cm dans la distance. La constellation satellitaire GPS utilise sa propre mesure de temps précise appelée temps GPS avec chaque satellite doté de ses propres horloges atomiques. Ainsi les satellites peuvent être considérés comme des horloges précises volantes.

En suivant un satellite GPS, un récepteur peut enregistrer les différences de temps entre sa propre horloge et l'horloge du satellite, comme par exemple UTCBrussels-**heure du GPS (GPS time)**. Ces différences de temps, en même temps que d'autres informations, sont collectées dans un format de données appelé CGGTTS et envoyées au BIMP. En utilisant CGGTTS et d'autres données, le BIMP peut comparer une horloge à Bruxelles avec une horloge à New York en soustrayant les différences individuelles avec

l'heure du GPS (GPS time) : une technique connue sous le nom de « common view » (observation simultanée des satellites).

$$UTC_{Brussels} - UTC_{New York} = (UTC_{Brussels} - GPS\ time) - (UTC_{New York} - GPS\ time)$$

Les deux « **heures du GPS** » (**GPS time**) ci-dessus s'annulent entre elles pour laisser la seule différence entre UTCBrussels et UTCNew York.

Installation d'un laboratoire du temps

Pour pouvoir comparer les horloges atomiques utilisées par les laboratoires temps, celles-ci doivent être connectées à un récepteur GPS temps. Il s'agit d'un récepteur spécial qui peut utiliser une horloge atomique externe à la place de sa propre horloge et ceci est possible en utilisant deux signaux de sortie provenant de l'horloge atomique :

- une pulsion toutes les secondes synchronisée à l'UTC (PPS IN) et
- une référence d'une fréquence de 10 MHz qui est essentiellement une onde sinusoïdale (REF IN).

Les éléments de base d'un laboratoire temps sont réunis dans le visuel ci-dessous. Cependant, atteindre la précision nanoseconde nécessaire requiert une grande préparation et de grandes compétences. Il faut calibrer précisément les retards de signal lors de l'installation et, pour cela, le BIMP possède un ensemble de récepteurs de voyage pré-calibrés qui servent de référence pour la calibration. Septentrio fournit au BIMP les récepteurs temps destinés à la calibration ainsi que 1/3 des récepteurs temps utilisés pour le calcul de l'UTC.



Éléments de base pour un laboratoire de transfert de temps : une horloge atomique CS, un récepteur temps PolRx5TR et une antenne

Les limites de la science repoussées

Ces dernières années, non seulement les récepteurs temps GPS ont permis de définir et diffuser l'UTC, mais ils se sont également hissés au premier rang dans le domaine de la science. Dans le cas de l'expérience T2K par exemple, en mesurant de façon précise le temps de transit des neutrinos entre 2 endroits, on peut placer des limites sur leur masse et ainsi faire plus de lumière sur la nature de ces particules insaisissables.

A l'autre bout du spectre des tailles, la technique du VLBI – Very Long Baseline Interferometry (Interférométrie à très longue base) utilise des télescopes radio à endroits distants reliés en réseaux en synchronisant leurs observations grâce à la « common view » (observation simultanée des satellites). La résolution ainsi obtenue est bien supérieure à tous les résultats de chacun des satellites.

En partant de l'activité relativement banale d'horodater les transactions bancaires jusqu'aux mondes vraiment extraordinaires de l'astronomie et de la physique des hautes énergies, la technologie GNSS continue de trouver de nouvelles possibilités d'améliorer notre monde et d'approfondir nos connaissances de ce monde.



Votre distributeur en France

Atelier Topographie Services
11 rue Galin
33100 Bordeaux, France
05.56.77.39.39

www.ats-topographie.fr
contact@ats-topographie.fr



Septentrio Europe

Greenhill Campus
Interleuvenlaan 15i
3001 Leuven, Belgium
+32 16 30 08 00

www.septentrio.com
sales@septentrio.com
[@septentrio](https://twitter.com/septentrio)

