

<https://www.thalesgroup.com/fr/worldwide/case-study/horloges-atomiques-pourquoi-devons-nous-etre-lheure>

Les horloges atomiques commercialement disponibles sur le marché les plus exactes offrent une variabilité correspondant à moins d'une seconde tous les trois millions d'années. A quoi sert une telle précision ? C'est une question que tout un chacun pourrait se poser alors que dans notre quotidien, nous avons une maîtrise du temps toute relative !

Impressionné par la performance de ces horloges ultra-précises ? C'est pourtant bien en dessous de ce qu'offrent les horloges de laboratoires qui sont, elles, 100 fois plus précises... La recherche suit son cours pour encore augmenter cette performance. Mais laissons-là les applications de laboratoire qui visent à aller toujours plus loin dans la performance pour démontrer la justesse ou au contraire invalider des théories physiques.

Une horloge atomique, pourquoi faire ?

En fait, les horloges atomiques sont caractérisées par deux grandeurs physiques, l'exactitude et la stabilité sur une certaine durée. Le choix de l'horloge sera effectué en fonction de l'application recherchée. Bien que les horloges atomiques stables mais sans caractère d'exactitude soient les plus répandues et les moins chères du marché, nous avons choisi de parler ici des horloges les plus exactes qui permettent un fonctionnement autonome.

Grâce à ces horloges, de multiples applications ont révolutionné notre quotidien et nous ne le savons pas toujours.

La précision de ces systèmes de navigation par satellite repose avant tout sur la bonne synchronisation de ces horloges : ainsi, on sait qu'une microseconde de différence génère une erreur de positionnement de 300 mètres. L'erreur de synchronisation doit donc être 100 fois inférieure à la microseconde. Par ailleurs, les horloges des satellites doivent pouvoir fonctionner sans être corrigées sur une période d'au moins 12 heures. En d'autres termes, la variation des horloges ne doit pas excéder une valeur correspondant à 1 seconde tous les 140 000 ans.



L'Europe développe le système de navigation par satellite GALILEO qui concurrencera le GPS, avant la fin de la décennie. GALILEO sera plus précis que le GPS et fournira une garantie de qualité du signal ouvrant de nouvelles perspectives d'utilisation, en particulier pour la navigation aérienne. Thales, au travers de ses activités MIS, développe une horloge atomique pour les satellites de la 2ème génération.

Un autre domaine de notre quotidien qui utilise des horloges atomiques est celui des réseaux de télécommunication. Lorsque nous téléphonons ou envoyons des données sur les réseaux, nos informations voyagent en passant par différents opérateurs sans que nous ne sachions leur nombre ou leur identité. Ces informations sont envoyées par paquets et sont reconstituées à l'arrivée.

Si les réseaux ne sont pas au même rythme, cela entraîne une perte d'information ou un ralentissement du flux. L'Union Internationale des Télécommunications impose donc une norme aux opérateurs qui limite la différence de rythme entre deux réseaux, et de ce fait, impose l'usage d'horloges dont la variation est limitée à une seconde tous les 3000 ans. Seules les horloges atomiques peuvent répondre à cette exigence.

Ce besoin de synchronisation de réseau s'applique également au réseau mobile de haut débit (4G) mais aussi au réseau de distribution d'électricité, pour raccorder des sources d'énergie entre elles, avec une fréquence identique et des phases synchronisées. Le développement de réseaux intelligents (smart grid) augmente encore le besoin d'horloges.

Les banques ont elles aussi besoin d'horloges très précises : la datation des transactions haute fréquence doit être garantie, avec une précision de l'ordre de la microseconde. Elles utilisent généralement des horloges basées sur des récepteurs GPS particuliers conçus pour garantir la datation et respecter la chronologie des transactions.

Les horloges atomiques ont révolutionné notre rapport au temps : il ne bat plus au rythme des mouvements de la Terre mais au rythme de l'atome de césium 133. Le Temps Atomique International (TAI), élaboré à l'aide de 340 horloges atomiques réparties dans le monde entier, a remplacé les observations des astronomes. En effet, le seul rattachement de l'heure sur la rotation moyenne de la terre est l'ajout d'une seconde intercalaire de temps en temps (souvent plusieurs années entre deux ajouts) pour compenser le ralentissement de la terre. Les horloges atomiques utilisées dans ce cas doivent être les plus exactes et les plus stables sur la longue durée commercialement disponibles ; les meilleures horloges atomiques de laboratoire du monde sont également mises à contribution.

Le champ d'application des horloges atomiques s'élargit et chaque jour naissent de nouveaux usages, notamment par le biais du GPS et autres systèmes de navigation par satellites.

