

... horloge atomique

proportion les atomes de césium ont été excités et, de ce fait, jusqu'à quel point la fréquence d'excitation des micro-ondes est proche de la fréquence de transition atomique du césium qui est très précise. (La fréquence des micro-ondes est donnée par des multiplicateurs et des synthétiseurs électroniques branchés sur un oscillateur à cristal de quartz de 5 MHz (5 Mc/s)).

Les variations de courant ionique du césium servent à indiquer l'erreur et un signal de rétroaction permet de régler la fréquence de l'oscillateur à cristal. Ainsi, les fréquences de l'oscillateur et celles des micro-ondes sont verrouillées sur la fréquence atomique du césium qui est la base de la seconde internationale. Le Dr Mungall nous a expliqué: "En effet, nous questionnons les atomes pour savoir si notre fréquence est bonne".

Une fois que nous avons la bonne fréquence et qu'elle demeure stable, la fréquence de sortie du Cs V peut être comptée par une série de diviseurs électroniques et elle sert à donner des impulsions régulières à des intervalles de une seconde apparaissant sous forme numérique sur le cadran de l'horloge atomique précise.

Quoique la conception même du Cs V soit semblable à celle de son prédécesseur, le Cs III, certaines modifications ont conduit à une précision et à une stabilité dix fois supérieures à celles du Cs III.

Nous pouvons mentionner comme exemple que le four de césium et les unités de détection sont montés à chaque extrémité de l'instrument ce qui fait que le faisceau peut travailler suivant deux directions. En faisant la moyenne des résultats du fonctionnement dans les deux directions, on a pu compenser toutes les différences entre les phases des deux champs de micro-ondes.

Le Dr Cecil Costain, Chef de la section Temps et fréquence, nous a dit: "Nous voulons réaliser la première définition de l'étalon standard avec autant de précision que possible de sorte que les mesures soient valables, non pas seulement aujourd'hui, mais aussi dans cinquante ou cent ans".

Les scientifiques s'attendent à ce que le Cs V garde une précision de 1×10^{-13} , c'est-à-dire d'un dix millième de milliardième. En d'autres mots, l'horloge atomique ne dériverait pas de plus de trois secondes en un million d'années.

Le seul autre instrument à précision comparable est le maser à hydrogène qui est un étalon de fréquence basé sur l'atome d'hydrogène en tant qu'oscillateur à micro-ondes. En raison de sa stabilité en fréquence plus élevée, mais sur de courtes durées ne dépassant pas 1 000 secondes, deux masers construits au CNRC peuvent servir à évaluer le Cs V de temps à autre. Ces instruments sont toutefois moins appréciés si on les utilise comme horloges puisque leurs performances diminuent graduellement et qu'ils sont sujets à une dérive en fréquence sur une longue durée.

Avec le Cs V, le CNRC augmente la précision des fréquences et du temps diffusés en faveur des utilisateurs canadiens. Cet appareil permettra aussi de participer à des comparaisons au niveau international par l'intermédiaire du Bureau international de l'heure (BIH).

L'échelle de temps du CNRC est également comparée régulièrement à celle des autres pays grâce à la réception au laboratoire principal de la conservation du temps de signaux radio pulsés sur 100 kHz (100 kc/s) du système de navigation Loran-C. La chaîne de ce système consiste en une série de stations s'étendant sur tous les États-Unis et, à travers l'Atlantique, à la Norvège et à l'Europe; elle est exploitée par la Garde côtière américaine et se trouve reliée de très près à l'échelle de temps du "U.S. Naval Observatory" (USNO). Elle assure un réseau de communications régulières des plus pratiques entre différents laboratoires

nationaux de l'heure.

En plus du système Loran-C, les comparaisons à l'aide de signaux de télévision fournissent une relation d'une part entre le CNRC, l'USNO et le "National Bureau of Standards" à Boulder, dans le Colorado et, d'autre part, entre les laboratoires du temps du CNRC et les horloges indépendantes qui donnent les fréquences étalons et les signaux de l'heure émis par la station CHU à Ottawa.

Quoique CHU n'émet son propre signal que par l'intermédiaire d'un étalon au césium secondaire installé en 1963, des comparaisons et des vérifications journalières sont faites avec le laboratoire principal du temps pour s'assurer que les fréquences de la station et le temps qu'elle émet sont en accord avec les étalons internationaux. Les émissions en clair se font en anglais et en français continuellement sur 3 330, 7 335 et 14 670 kHz (kc/s).

M. Sidney Sheard, responsable du fonctionnement de CHU a remarqué: "N'importe qui peut avoir accès à notre service du temps même s'il ne dispose que d'un poste à ondes courtes des moins coûteux. La gamme des utilisateurs s'étend des personnes intéressées aux fonctionnaires et aux membres d'organismes industriels et scientifiques pour lesquels il est essentiel de savoir l'heure avec précision.

Le laboratoire principal est aussi relié aux autres ministères et à Radio-Canada par lignes téléphoniques. Ainsi Radio-Canada donne l'heure exacte en anglais tous les jours à treize heures (heure normale de l'Est) et en français à douze heures.

De plus, de nombreuses méthodes de diffusion sont actuellement à l'étude. Elles comprennent la diffusion de l'heure par satellites équipés pour retransmettre des émissions télévisées et des données numériques à grande vitesse utilisables par les systèmes anti-collision de l'aéronautique.

Un autre service, prévu pour l'avenir proche, consiste en une transmission numérique codée à l'aide de lignes téléphoniques ordinaires. Grâce à ce système, tout utilisateur, où qu'il se trouve au Canada, et qui dispose d'une horloge numérique commerciale pourra faire un numéro sur le cadran de son téléphone pour se brancher sur une horloge-mère se trouvant dans le laboratoire de la section Temps et fréquence du CNRC. Un code de l'heure électronique, fourni par le CNRC, corrigera alors par ligne téléphonique et automatiquement l'heure de l'horloge commerciale avec une précision d'une milliseconde.

Le Dr Costain prévoit que ce service aura de nombreuses applications et plus particulièrement dans les réseaux de communications orales comme ceux qui sont utilisés par de nombreuses forces de police. Dans ce système, les bandes magnétiques comportant les conversations enregistrées peuvent être légalement indexées pour que le temps de ces conversations soit enregistré et puisse apparaître sous forme numérique sur un récepteur approprié au moment de l'écoute.

Une autre utilisation possible se trouve dans l'affichage numérique de l'heure sur les récepteurs privés de télévision. Le Dr Costain nous a dit: "Je pense que c'est la meilleure manière de donner l'heure avec précision et facilement au grand public".

Les garde-temps modernes semblent sans aucun doute plus efficaces que ceux du temps de Shakespeare qui, dans sa pièce "The Taming of the Shrew", fait dire par Petruchio, dans l'acte IV, scène III, "It shall be what o'clock I say it is" (Ce sera l'heure que j'aurai décidé qu'il sera).

Petruchio pouvait donc décider de l'heure à sa fantaisie. Aujourd'hui, avec les horloges atomiques modernes et précises, comme le Cs V, il semble bien certain que c'est maintenant le CNRC qui "décidera" de l'heure officielle au Canada. □