



L'ARTICLE DE HUGH DOWNS

UNE SECONDE S.V.P.

IL y a seulement une génération, la mesure du temps avait atteint un degré de précision qui a permis de concevoir assez exactement la longueur d'une seconde. Mais le principe même de cette mesure a été ébranlé.

On dit que le temps est la mesure des événements. Nous les mesurons avec des calendriers et des horloges. Les calendriers basent la mesure sur des événements naturels réguliers et les horloges sur des événements réguliers artificiels (battement d'une pendule, échappement à ressort, vibrations de cristaux, etc.).

Une sensation personnelle du temps est l'expérience consciente de la durée.

Saint-Augustin s'est posé le problème du temps de la manière suivante : nous ne pouvons mesurer ce qui n'existe pas. Le Passé et l'Avenir n'existent pas. Mais comment mesurer le présent puisqu'il n'a pas d'étendue ? En d'autres mots, le temps va de ce qui n'existe pas, en passant par ce qui n'a pas d'étendue vers ce qui n'est plus.

Je suis au moins aussi perplexe que Saint-Augustin.

Mais je n'en continue pas moins à consulter fréquemment les calendriers et les horloges en m'imaginant que j'apprends ainsi ce qu'est le temps.

La division élémentaire

Le premier essai de mesure du temps a dû être basé sur la succession du jour et de la nuit. La lumière et l'obscurité en alternant, divisent cette période en deux moitiés et la partie éclairée peut encore être divisée en aube, matinée, midi, après-midi, soirée, crépuscule. Jusqu'à l'avènement d'un nouveau système scientifique de mesure du temps, ce fut là la base de tous les systèmes de mesure de temps. Le jour fut divisé en 24 parties appelées heures, dont chacune fut à son tour divisée en 60 minutes, chacune de ces dernières étant divisée à son tour en 60 secondes.

Merveilleux.

Quel besoin d'inventer un nouveau sys-

tème ? Eh bien, pour commencer, le jour est plus long qu'il n'avait semblé tout d'abord. Cela ne se fait pas encore sentir du point de vue pratique, par exemple pour prendre le train ou l'avion ou arriver à l'heure au bureau, mais depuis 1900, le décalage accumulé a atteint une fraction appréciable de seconde.

Vous voyez alors quel effet ça peut avoir sur la notion d'heure, et aussi de minute ou de seconde. On a le choix : ou bien tenir compte d'un jour qui devient progressivement plus long que 24 heures ou garder la division du jour en 24 heures et corriger les horloges qui semblent avancer de plus en plus.

Les essais pour établir une base inébranlable pour la mesure du temps se sont traduits par les nombreux systèmes de définition créés par les savants depuis quelques dizaines d'années.

1. Temps diurne.

On l'appelle quelquefois temps solaire. Certaines variations du mouvement de la Terre font que le jour astronomique observé est une base peu sûre pour un calcul précis du temps. Comme la Terre n'est pas une sphère parfaite (la force centrifuge due à sa propre rotation lui donne un bourrelet le long de l'Equateur) et comme son axe n'est pas perpendiculaire à son plan de révolution autour du Soleil (sur lequel il est incliné de $23^{\circ} 27'$ environ) il y a de faibles oscillations causées par l'attraction du Soleil et de la Lune sur la ceinture de la Terre. Il y a également des frottements dus aux marées et aux courants atmosphériques marins et telluriques. La Terre peut être comparée à une masse de gélatine agitée de tremblements.

Cela provoque des variations du moment d'inertie de la Terre et rend la longueur du jour sensiblement variable.

Ces variations peuvent être mesurées et pour une période de temps, on peut en tirer une moyenne pour normaliser la seconde. Mais il y a une difficulté. Les frottements dus aux mouvements ralentissent la rotation de la Terre, de sorte qu'il est impossible d'établir une seconde normalisée basée sur la longueur du jour.

2. Le temps sidéral.

Le temps moyen solaire est déterminé en prenant une division convenable d'une année comme jour unitaire. De sorte que le jour observé peut être plus court sans affecter pour cela le réglage des horloges qui est effectué sur la base plus étendue de l'année astronomique. Il y a neuf ans encore, les services des Etalons dans le monde entier reconnaissaient encore comme unité fondamentale de temps la seconde solaire moyenne qui est la $86\,400^{\text{e}}$ partie du jour solaire moyen (le jour observé affecté de corrections tenant compte des mouvements polaires et des irrégularités de la rotation dues à l'inertie).

Il existe une horloge qui a moins d'une seconde d'erreur en 320 ans. Mais nous ne possédons encore aucune base immuable de temps. Aussi Hugh Downs se fie au Soleil et à son estomac pour connaître l'heure du déjeuner.

La vraie seconde ?

A partir de 1955, le Comité international des Poids et Mesures, de Paris, a donné une nouvelle définition de la seconde comme étant la $1/31\,566\,925,9747$ partie de l'année, en se basant sur l'année 1900 prise dès son début. On l'appelle la seconde éphéméride et d'un point technique, l'emploi du mot seconde sans adjectif qualificatif désigne la seconde éphéméride — ce qui laisse entendre que c'est la « vraie seconde ».

L'invariabilité de cette seconde « vraie » est basée sur deux hypothèses (1) que le champ de gravité solaire reste constant dans le temps et (2) que la Terre, dans son mouvement sur le plan de l'Ecliptique ne subira aucun freinage dû au balayage des débris cosmiques. Comme aucune de ces hypothèses n'est valide, il s'ensuit que la seconde telle qu'elle a été adoptée par le Comité international des Poids et Mesures, quoique beaucoup plus stable que l'ancienne seconde solaire moyenne, n'est pas non plus inamovible.

Sur quoi pouvons-nous baser une seconde qui resterait inaltérable dans l'éternité ? Le champ de gravité solaire ne peut pas être constant parce que le Soleil, comme tout corps incandescent, perd de sa masse et du même coup sa puissance d'attraction.

Et que devient la gravité elle-même une fois qu'on a appliqué des corrections pour des variations telles que les pertes de masse ? C'est notre nouvelle base pour la mesure du temps.

3. Le temps de la pesanteur.

Il est certainement possible d'appliquer le principe de la pesanteur à des horloges qui ne sont pas affectées par la perte de masse des corps incandescents en gravitation. Par exemple, la période d'une pendule. Mais comment prouver que la gravité elle-même est une force invariable même dans le champ qui entoure un corps refroidi tel que la Terre ?

4. Le temps électrique.

Les cristaux de quartz, les cristaux annulaires, les oscilloscopes, les compteurs décimaux et les compteurs de battements donnent des mouvements d'horlogerie de haute précision. Mais les cristaux de quartz tendent à devenir plus aigus en vieillissant, c'est-à-dire à vibrer plus vite. Les meilleurs oscillateurs à cristaux peuvent varier jusqu'à $1/50\,000$ seconde par jour. Certains compteurs ont été perfectionnés au point de maintenir leur fréquence à $1/1\,000\,000\,000\,000$ près.

5. Le temps nucléaire.

Pendant un certain temps, on a pensé que s'il existe une horloge parfaite, c'est l'atome. La vie périodique du noyau atomique est apparue non seulement comme vraiment universelle mais aussi éternelle.

Voici donc l'occasion de découvrir si au bout d'un certain temps, il y a un décalage quelconque entre le déroulement du temps de gravitation et celui du temps nucléaire.

(Suite page 117)

L'article de Hugh Downs : Une seconde S.V.P.

(Suite de la page 55)

Mais il semble bien qu'il y en ait un. Et par-dessus le marché, il semble que la quantité de gravité par unité de masse de manière ne reste pas constante. A la suite de quoi, il semble qu'on ne peut que prendre l'atome comme la seule horloge digne de foi. Il y a 16 ans avec l'ammoniaque et il y a une douzaine d'années avec le caesium, on a créé des horloges atomiques extrêmement perfectionnées capables de ne pas dépasser une seconde d'erreur en 320 ans.

Vers 1970, il serait sans doute possible de déterminer tout décalage entre le temps de l'attraction universelle et le temps atomique, avec une précision assez grande.

Ensuite, avec un certain nombre d'horloges atomiques en fonctionnement pour mesurer le passage du temps, nous pourrions enfin avoir une base de temps immuable.

Mais il reste à considérer une chose.

La fréquence de l'horloge d'ammoniaque peut-elle varier par rapport à celle de l'horloge de caesium dans un temps donné ?

L'estomac plus fort que l'atome

On a des raisons de penser que les éléments atomiques ne sont pas nécessairement alignés en phase. On fera prochainement des expériences pour détecter tout décalage de phase. Quel élément servira alors d'horloge « juste » ?

Je donne ma langue au chat.

Mais c'est le cadet de mes soucis pour l'instant, car le Soleil semble déjà bien haut dans le ciel et cela est confirmé par une autre horloge, mon estomac qui me dit qu'il est temps d'aller déjeuner.