

LA MESURE DU TEMPS IV - LES TEMPS MODERNES

Françoise SUAGHER (suite et fin)

L'ABANDON DU SOLEIL VRAI

Avec l'augmentation de la précision de la détermination de l'heure, on ressent de plus en plus cruellement le problème du décalage entre le temps du Soleil et le temps des montres : les variations de la vitesse de déplacement de la Terre autour du Soleil font que le jour n'a pas une durée constante d'un bout à l'autre de l'année. Les jours solaires ne sont pas égaux. Ptolémée déjà, évoquait le problème dans l'Almageste, et l'expliquait par ses épicycles. Le décalage porte le nom d'équation du temps. Les premières tables d'équation du temps sont publiées en 1672 par Flamsteed.

Pour régler correctement une pendule, au XVIII^{ème} siècle, on se réfère toujours au passage du Soleil dans le méridien, mais on effectue une correction, dont la valeur dépend de la date.

En 1740, Grandjean de Fouchy, substitue, aux tables du temps utilisées jusqu'alors une courbe en forme de 8 : la méridienne de temps moyen.

En 1750, Casanova écrit dans ses mémoires : "Je vois beaucoup de monde dans un coin du jardin, se tenant immobile, le nez en l'air. Je demande ce qu'il y a de merveilleux. On se tient attentif à la méridienne, chacun a sa montre à la main pour la régler sur le point de midi"... A cette époque la plupart des montres ont deux aiguilles et même certaines indiquent les secondes.

On commence à s'intéresser sérieusement à cette imprécision et bientôt on définit le Soleil moyen, Soleil fictif, dont le mouvement, projeté sur l'équateur est uniforme. On adopte comme durée du jour, le jour solaire moyen, de durée constante tout au long de l'année. Cette définition est acceptée par la plupart des pays et donne à la science une unité de temps standard. Le temps solaire moyen a été mis en pratique à Genève en 1780, en Angleterre en 1792, à Berlin en 1810, et à Paris en 1816.

Une petite mise au point s'impose sur la différence entre le jour astronomique et le jour civil. Tous deux ont 24 heures (moyennes), mais les origines sont différentes : le jour astronomique commence à midi, le jour civil qui porte la même date commence 12 heures plus tard, à minuit, le changement de date ayant lieu de jour pour les astronomes et de nuit pour le reste du peuple. Une unification a été tentée à plusieurs reprises au XIX^{ème} siècle, mais elle n'a pas abouti.

LE PROBLEME DU RALENTISSEMENT DE LA TERRE

La rotation de la Terre est supposée constante par Copernic. De toute façon, les insuffisances des théories planétaires et les imprécisions des horloges n'auraient pas pu démontrer le contraire.

Kepler et Newton font des allusions au fait que la rotation de la Terre n'est peut-être pas uniforme. En 1693, Halley dispose de tables du Soleil et de la Lune et recherche des observations d'éclipses anciennes. Cela ne colle pas du tout avec ses calculs...

En 1767 Lalande admet que la rotation est uniforme. On ne saurait pas mesurer sa non uniformité : "il pourrait y avoir un décalage de 2 à 3 secondes par an, on ne le verrait pas".

Vingt ans plus tard, Laplace explique l'accélération de la Lune par la variation de l'excentricité de l'orbite terrestre et Kant pense que ce sont les marées qui ralentissent la terre.

En 1870, l'américain Newcombe, utilise les tables de Hansen pour calculer la position de la

Lune. Si les calculs coïncident sur la période 1750-1850, le décalage atteint 8 s en 1870. Il y a une anomalie à expliquer. Il vient en France, durant la Commune, à l'Observatoire de Paris pour consulter les rapports d'occultations d'étoiles par la Lune. Il pense que les écarts peuvent être dus à la rotation de la Terre. Pour le prouver, il faut montrer que les positions des planètes subissent le même écart. Sinon, il faudra remettre en cause les principes de la mécanique. On se remet donc à refaire tous les calculs des positions de planète. Le travail est gigantesque, il aboutit en 1926, 17 ans après la mort de Newcombe.

L'hypothèse est confirmée. Le ralentissement est de l'ordre de 2,3 milliseconde par siècle. Il est lié à l'éloignement de la Lune et à l'allongement de la durée du jour par effet de marées. Ceci donne un cumul de 45 secondes sur 100 ans, 1 h 15 sur 1000 ans et 5 heures sur 2000 ans. Il y a 300 millions d'années, un jour durait 22 h. On conserve la Terre comme garde-temps car le ralentissement séculaire semble régulier et prévisible. C'est une correction de plus à ajouter dans la détermination du temps.

UN TEMPS POUR TOUS

Avec le développement des chemins de fer, et l'emploi du télégraphe, la nécessité d'un temps unique pour l'ensemble du pays se fait sentir. Les heures locales, qui diffèrent d'une ville à l'autre, d'une région à l'autre ne sont plus adaptées. Au même instant, deux pendules situées Brest et à Strasbourg ont un décalage de près d'une heure.

Le 14 mars 1891, il est décidé, de mettre toutes les pendules de France à la même heure. L'heure légale en métropole et en Algérie est l'heure, temps moyen de Paris (sous entendu : du méridien de l'Observatoire de Paris). Le problème reste posé quant aux pays voisins : par exemple, on ne compte pas moins de cinq heures officielles différentes sur les bords du lac de Constance...

Le 9 mars 1911, est décidé le découpage en 24 fuseaux horaires. Chaque fuseau a une largeur de 15°. Le méridien choisi comme origine est celui de Greenwich (observatoire fondé en 1675), dont l'antiméridien traverse très peu de terres émergées. Le premier fuseau est à cheval sur le méridien origine. Le temps civil de Greenwich est dit TEMPS UNIVERSEL. La France adopte à contrecœur l'heure du méridien de Greenwich, en retardant toutes ses horloges de 9 minutes 21 s, écart en longitude entre les observatoires de Paris et Greenwich.

En 1912, c'est la première diffusion des signaux horaires depuis la Tour Eiffel et en 1933, c'est la création du Bureau International de l'heure (BIH) et de l'horloge parlante : "ODEON 84 00" remplacée aujourd'hui par le 36 99...

L'ABANDON DE LA TERRE

En 1937, Stokyo met en évidence le fait que la Terre ne tourne pas rond. On s'en doutait un peu. Il devient nécessaire de s'incliner devant la preuve des inégalités de la période de rotation de la Terre, atteignant parfois 10^{-7} en valeurs relatives sur quelques années.

Ces inégalités sont la résultante de 4 effets :

- le ralentissement séculaire, progressif, correspondant à l'énergie cinétique perdue par effet de marées.
- les variations saisonnières : on estime actuellement qu'elles ont une amplitude de 0,001 seconde et que la vitesse est maximale en été.
- des termes périodiques d'origine lunaire ou solaire
- des fluctuations irrégulières expliquées par des phénomènes de couplage entre le noyau

et le manteau de la Terre: les écarts les plus importants vont de 0,002 à 0,005 secondes par jour !

Les variations étant chaotiques, donc imprévisibles, on ne peut les corriger qu'à posteriori, il faut donc rejeter la Terre comme référence et abandonner la traditionnelle définition de la seconde, liée à la rotation de la Terre, comme étant la 1/86400^{ème} partie du jour solaire moyen.

LA SECONDE DES EPHEMERIDES:

La seconde des éphémérides, adoptée en 1955, est liée la durée de l'année, donc à la révolution de la Terre autour du Soleil. La seconde est la 1/31 556 925,9747^{ème} partie de l'année tropique 1900. Le Temps des Ephémérides est utilisé par les astronomes depuis 1952.

LA SECONDE ATOMIQUE

En 1967, l'utilisation des horloges atomiques permet un gain formidable de 8 décimales d'un coup. C'est aussi l'année de la découverte du premier pulsar, dans la constellation du Petit Renard, par le radiotélescope de Cambridge.

La seconde atomique, adoptée en 1977 n'a plus rien à voir avec les astres. D'abord définie par rapport à la période de vibration de l'atome d'azote dans l'ammoniac, elle est actuellement définie comme la période de transition entre les 2 niveaux hyperfins (F4, m=0 et F3, m=0) de l'état fondamental de l'atome de césium 133

1 seconde = 9 192 631 770 périodes

Une dernière remarque : 1 s 1937 = 1 s 1993... mais l'année n'en comporte pas le même nombre !

CONCLUSION

Pendant des centaines d'année, le Soleil a régné sur la mesure du temps, il fallait simuler son mouvement journalier. Puis un jour de 1816, il fut remisé car la trajectoire de la Terre le rendait trop capricieux, alors pendant quelques dizaines d'années on s'évertua à simuler la rotation de la Terre sur elle même, jusqu'à ce qu'on se rende compte en 1937, qu'elle aussi était bien trop polissonne. Pour le moment l'atome est, par ses vibrations, le maître du temps.

Mais les récentes découvertes faites sur les pulsars millisecondes, ces étoiles dégénérées qui tournent sur elle même avec des périodes d'une stabilité époustouflante, à faire vibrer les horloges atomiques, laissent penser que les prochaines étapes dans l'évolution de la mesure du temps se feront à nouveau à partir de l'observation du ciel. Les pulsars seront ils les horloges du troisième millénaire?

BIBLIOGRAPHIE

- Histoire du temps de Jacques ATTALI . Livre de poche
- L'invention du temps de Jean MATRICON et Julien ROUMETTE
Editions de la Cité des Sciences et de l'Industrie
- Du gnomon à la montre par TARDY chez Tardy, surtout pour les dates et des illustrations.
- Evolution de l'horlogerie de Lucien BALVAY. Gauthier-Villars
- Annuaire du bureau des longitudes de 1914. Communication de BIGOURDAN
- Montres et Horloges chez Gründ