

## LA MESURE DU TEMPS III - L'INVENTION DE LA SECONDE

Françoise SUAGHER (suite)

### UN PROGRES DECISIF.

Les foliots, régulateurs à inertie, contiennent en eux la source de leur irrégularité, car le temps qu'ils mettent pour permettre l'échappement dépend de toutes sortes de facteurs externes (état d'usure des palettes, des dents de la roue de rencontre, de la viscosité des lubrifiants, ...)

Ibn Younis, astronome arabe au début du XI<sup>ème</sup> siècle avait dit-on observé qu'un corps suspendu à une corde donnait des oscillations à peu près égales. En 1612, le médecin italien Sanctorio imagine un système qui comptabilise mécaniquement les oscillations. Ce travail est repris par Galilée. Il imagine une combinaison où le balancier est aussi peu influencé que possible.

Mais le problème n'est définitivement résolu que par Huygens, qui réunissant le principe de Sanctorius, à celui des horloges à échappement; imagine en 1656, d'entretenir le pendule par l'échappement lui-même. Dorénavant l'horloge ne résulte plus d'un équilibre fragile entre l'entraînement du poids et l'inertie du foliot, mais résulte d'un phénomène pendulaire, oscillatoire, qui possède une période propre, intrinsèque où la source d'énergie n'intervient que pour compenser les frottements et faire fonctionner les annexes comme l'affichage et la sonnerie..

L'échappement à ancre permet d'acquérir un gain en précision de l'ordre de 10 fois. C'est la solution encore employée aujourd'hui pour conserver l'heure dans les horloges et montres mécaniques.

Deux problèmes restent à résoudre : la durée d'oscillation est légèrement variable avec l'amplitude ; la température modifie la longueur de la tige.

### VERS LA MINIATURISATION

Les horloges à poids moteurs ne peuvent pas être transportées, aussi on pense à remplacer le poids par un ressort. On trouve mentionné en 1493, des petits appareils dont on ignore l'inventeur et qui sont à l'origine de nos montres.

Dès l'invention du ressort comme source d'énergie, on fabrique des horloges tours (XVI<sup>ème</sup>) que l'on pose sur un meuble. Les horloges de table ont un cadran horizontal, gradué de 12 ou 24 heures, avec une seule aiguille et une sonnerie. Celle ci joue vraisemblablement un rôle plus important que l'aiguille, dans un monde où l'heure s'entend plus qu'elle ne se lit. Elles connaissent un grand succès du XVI au XVIII<sup>ème</sup> pour disparaître complètement par la suite.

### LES PREMIERES MONTRES

Les premières montres ne sont rien d'autre que l'horloge de table, ronde, miniaturisée. La plus ancienne date de 1548; elle fut créée à Nuremberg. Des montres sont fabriquées également à Augsbourg, Munich, Blois, Rouen, Dijon et Lyon à la fin du XVI<sup>ème</sup> siècle.

Les premières montres sont en laiton doré, munies d'un cadran gravé, protégé dans un premier temps par un couvercle plein, plus tard savamment reperlé. Le pourtour du cadran est équipé d'un dispositif qui permet de connaître l'heure la nuit au toucher. Le cadran a une aiguille et il est gradué en 12 ou 24 heures.

Ces montres sont peu précises, un retard de près d'une heure par jour n'est pas exceptionnel, d'où la nécessité de posséder un cadran solaire de poche pour la remise à l'heure.

L'extrémité du ressort, en se déroulant, entraîne la roue motrice, mais en raison de la détente progressive de la lame, la force motrice décroît au fur et à mesure que le ressort se détend.

Les horlogers mettent près de deux siècles pour résoudre ce problème par l'utilisation de la fusée : au ressort, on fixe une chaînette qui s'enroule autour d'un axe de section conique (la fusée). On compense l'affaiblissement de la tension en augmentant le bras de levier, le couple moteur est alors constant. Sous Louis XIII (1610-1643), la montre devient un objet prestigieux qui éclipse l'horloge.

## **LE RESSORT SPIRAL**

Dans la seconde moitié du XVII la montre bénéficie d'améliorations décisives. Huygens, Hooke et l'Abbé de Hautefeuille pensent à relier le balancier au rouage par un ressort bien flexible : le ressort spiral de nos montres. La première montre à ressort spiral a été fabriquée en 1675. Cette amélioration de la précision rend nécessaire l'aiguille des minutes. Quare et Barlow réalisent une montre avec une sonnerie à la demande.

Au début du 18<sup>ème</sup> siècle la possession d'une montre est signe d'appartenance à un certain rang social. A cette période les montres dérivent d'une quinzaine de minutes par jour, le recalage se fait par l'intermédiaire du cadran solaire qui devient un objet précieux, de petite taille, très décoratif.

Cependant, les montres sont coûteuses, et du XIV au XVIII<sup>ème</sup> siècle, l'instrument commun de mesure du temps reste le sablier. Il est très commode pour mesurer la durée d'une action, et de plus il est d'un grand emploi en mer ou il est moins perturbé que les horloges.

## **LE SIECLE DE L'HORLOGERIE**

### **DES ETAPES DECISIVES**

Le XVIII<sup>ème</sup> est le siècle de l'horlogerie. Le perfectionnement des montres va subir plusieurs étapes décisives. Graham met au point en 1715 un mécanisme capable d'entretenir les oscillations du pendule des horloges sans en perturber la période.

L'aiguille des minutes apparaît surtout à partir de 1700. En 1704, des rubis sont utilisés pour les pivots des axes. Les montres et les horloges se répandent largement, l'écart s'abaisse à 5 minutes par jour. La remise à l'heure est hebdomadaire, de plus en plus au moyen d'un mini cadran qui ne donne l'heure qu'aux alentours de midi et que l'on appelle méridienne.

Puis l'échappement est encore perfectionné par P. Leroy et T. Mudge avec le système à ancre, entre 1754 et 1759. A partir de ce moment, on ne construit plus de foliot, toutes les pendules nouvelles sont équipées d'une ancre.

Ce progrès foudroyant de l'horlogerie rend possible la mise au point en France et en Angleterre de nombreuses machines-outils. Le mouvement perpétuel est amorcé: on ne peut fabriquer des pendules et des ancres sans machine-outil; mais on ne peut développer les machines-outils sans les inventions des horlogers. Avec la fabrication en série, la montre va devenir meilleure et moins coûteuse. Diverses tentatives de production de masse ont échoué en Angleterre. Le premier à réussir est le savoyard Frédéric Japy, en 1772. Son usine de Beaucourt, à la frontière suisse, regroupe 300 ouvriers et fabrique en série toutes les pièces d'une montre à ancre. Quatre ans plus tard, sa production annuelle est de 100 000 ébauches. Le prix des montres va s'effondrer et devenir accessible aux bourses moyennes.

## LE TEMPS DES MERS

Dans les temps anciens la navigation se fait à l'estime, mais quand on commence à s'aventurer de plus en plus loin sur les océans, il faut trouver des solutions pour déterminer la longitude, la latitude ne posant pas de difficultés particulières, par des mesures de hauteur des astres. Depuis Alonzo de Santa Cruz (1510) et Gemme Frisius (1530), on sait que l'on peut déterminer la longitude par le transport de l'heure. Pierre Kruger applique cette méthode en 1615 en transportant une montre de Koenigsberg à Dantzig.

Mais, à cette époque, aucune horloge n'est assez sûre pour qu'on puisse lui faire confiance en mer. Une horloge qui dérive de une minute par jour provoque au bout d'un mois de navigation une erreur de positionnement de 500 kilomètres. Or, la navigation en pleine mer, stimulée par la découverte des Amériques connaît un essor important. Le commerce triangulaire (pacotille-esclaves- rhum, sucre et coton) banalise la traversée de l'Atlantique. Les grands pays européens Espagne, Portugal, Hollande, Angleterre et France veulent conquérir des empires coloniaux pour augmenter leur puissance. Les gouvernements prennent l'initiative et offrent des récompenses substantielles, à qui résoudra le problème des longitudes en mer.

Il faudra pratiquement tout le XVIII<sup>ème</sup> siècle pour trouver non pas une, mais plusieurs solutions. La méthode astronomique des distances lunaires donne de bons résultats sur Terre, mais elle est très difficile à appliquer sur mer.

En 1765, un charpentier de village anglais, devenu très habile horloger, J Harisson, reçoit du parlement d'Angleterre un prix de 250 000 F pour une montre qui avait donné assez exactement la longitude de la Jamaïque. En France, l'Académie des Sciences, met au concours pour 1767 la meilleure manière de mesurer le temps à la mer. Ce fut une période de grande émulation où se distinguèrent particulièrement P. Leroy et F. Berthoud. Ils figurent en tête de ceux qui contribuèrent, dans une atmosphère de concurrence féroce, à mettre au point puis à fabriquer en série ces merveilles de mécanique que sont les chronomètres de marine, capables de garder à quelques secondes près, l'heure du port d'embarquement pendant plusieurs mois de navigation parfois difficile. Le prix fut remis en 1767 à P Leroy.

## LE SYSTEME DES POIDS ET MESURES

Partout et toujours, les hommes ont compté, pesé, mesuré pour des besoins de commerce et d'échanges. Mais les systèmes traditionnels d'unités d'espace, de temps, et de monnaie sont complexes, archaïques et surtout multiples. En 1581, Galilée découvre l'isochronisme des oscillations : deux pendules de même longueur ont même période. C'est un lien entre longueur et durée. Au moment de la Révolution, l'idée directrice est d'assurer l'invariabilité des mesures en les rapportant à des étalons pris dans la Nature, donc universels.

Dès 1670, les astronomes Picard, Huygens, et Roemer suggèrent de se référer à la longueur du pendule battant la seconde (environ 99 cm) pour définir l'unité de longueur. Mais en 1672, Richer à Cayenne découvre que cette longueur dépend du lieu d'observation. En 1747 La Condamine propose la référence de l'équateur, et en 1775, Condorcet et Messier préfèrent la latitude 45° plus accessible. Après bien des hésitations, les savants rejettent l'idée du pendule à seconde, en raison de son caractère local et proposent la longueur du méridien terrestre. La seconde, la 86 400<sup>ème</sup> partie du jour, et le mètre sont définis indépendamment l'un de l'autre.

*(à suivre)*