

« Schwilgué » et l'horloge astronomique de la cathédrale de Strasbourg

Il est difficile de parler de Jean-Baptiste SCHWILGUE sans mentionner cette merveille technique fruit de son génie mathématique, mécanique et astronomique.

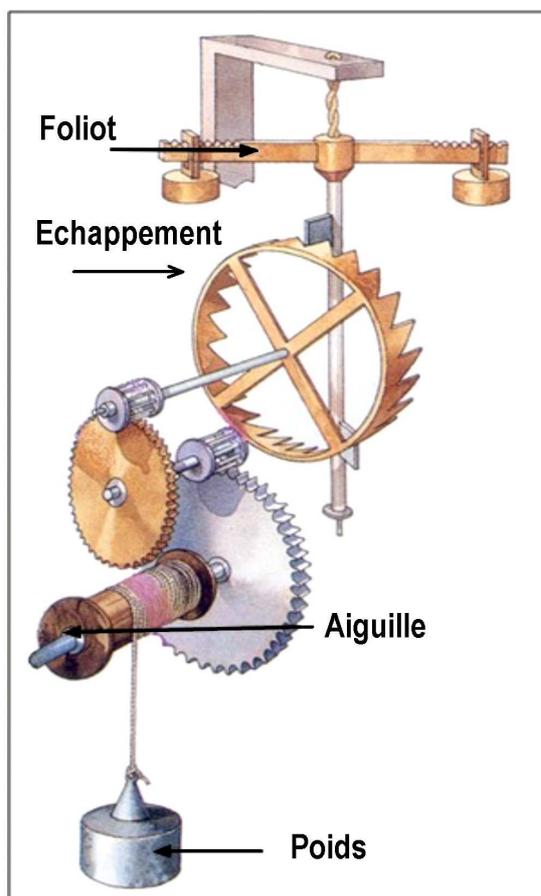
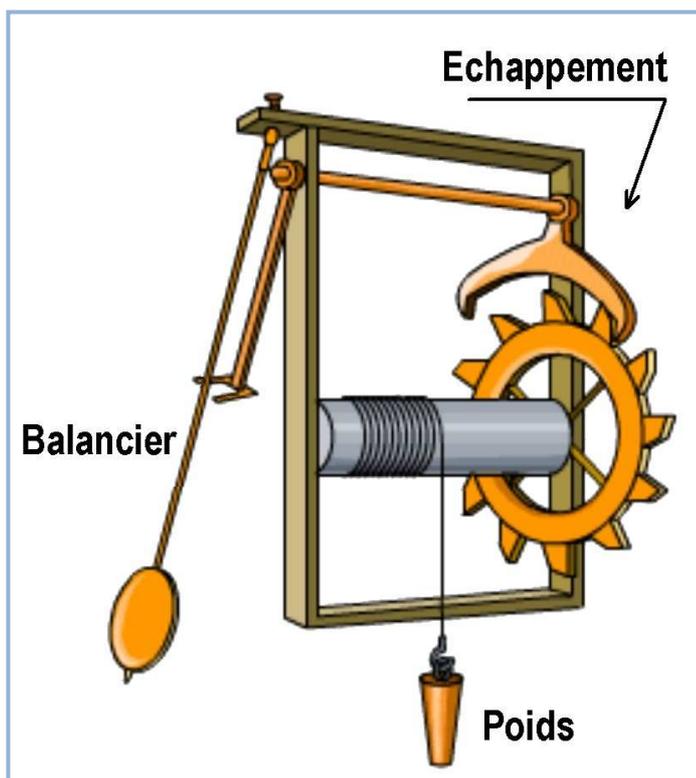
Tout le monde connaît l'horloge de la cathédrale de Strasbourg, et il n'est pas question ici d'en faire une description exhaustive, mais de nous laisser surprendre par quelques détails techniques qui émaillent cette œuvre.

Commençons par un bref rappel historique

Il y eu trois horloges successives.

La **première horloge** de Strasbourg, construite vers 1350 était une horloge dite « à foliot » système inventé au XIII^e siècle. Il s'agissait d'un système à échappement classique, mais au lieu que l'avancement dent par dent soit commandé par un pendule, il était commandé par un balancier oscillant. Ce système était peu précis car les oscillations ne sont pas constantes. Le réglage s'effectuait en modifiant le moment d'inertie du balancier.

Cette première horloge était placée sur le mur en face de l'horloge actuelle. Il s'agissait déjà d'une horloge astronomique, car elle donnait le mouvement apparent du soleil autour de la terre.



La **deuxième horloge** réalisée entre 1547 et 1574 soit plus de 200 ans après la première, fut le fruit des mathématiciens Christian HERLIN et Conrad DASYPIDIUS et de deux horlogers, les frères HABRECHT.

En 1656 une modification majeure fut apportée en utilisant un pendule à balancier pour régulariser la marche.

Cette horloge était une horloge astronomique planétaire et indiquait donc le déplacement des planètes sur un astrolabe. Un calendrier perpétuel indiquait les fêtes mobiles sur une durée de 100 ans. L'horloge de DASYPIDIUS cessa de fonctionner peu avant la Révolution française et resta dans cet état jusqu'en 1838.

La troisième horloge, celle que l'on peut voir aujourd'hui, ressemble extérieurement à la précédente, car le buffet qui l'habille a été conservé presque à l'identique.

De 1838 à 1843, l'horloge fut transformée par Jean-Baptiste SCHWILGUE (1776 -1856), un Alsacien autodidacte qui après avoir été apprenti horloger, devint professeur de mathématiques, vérificateur des poids et mesures, et enfin entrepreneur. SCHWILGUE avait souhaité réparer l'horloge dès son plus jeune âge et cela resta une force directrice toute sa vie.

Le comput ecclésiastique

L'horloge de SCHWILGUE fait la même chose que l'horloge de DASYPODIUS, mais différemment, voire mieux : alors que l'ancienne horloge indiquait les fêtes mobiles par avance sur une période de 100 ans, la nouvelle horloge détermine les fêtes mobiles de l'année à venir à la fin de chaque année. Moyennant un remontage et un entretien régulier, on peut considérer ce mécanisme — **le comput ecclésiastique** — comme un calendrier perpétuel. Le dimanche de Pâques est mentionné en clair. Ce n'est pas un mince exploit que de calculer par un moyen mécanique la date de Pâques si on se rappelle que la définition est la suivante : Pâques est le premier dimanche qui suit la première pleine lune à partir du 21 mars (équinoxe de printemps), lorsque cette pleine lune tombe un dimanche, la date est reportée au dimanche suivant.

Un mécanisme compliqué situé derrière le cadran insère le jour marqué « Pâques » au bon endroit et ajoute un jour pour les années bissextiles.

Toutes les informations liées aux dates religieuses y sont affichées : **épacte** (nombre de jours entre le premier janvier et la nouvelle lune précédente), **lettre dominicale**, **indiction** (datation des bulles pontificales). Dans l'état actuel de nos connaissances, Schwilgué a été le premier à avoir traduit le calcul de Pâques sous forme mécanique.



L'horloge astronomique de la cathédrale de Strasbourg



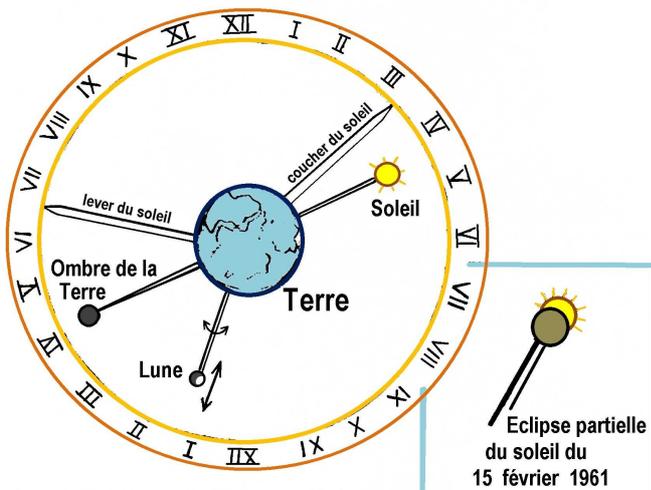
Le comput ecclésiastique



Le système géocentrique

Le cadran ci-contre à la base de l'horloge donne le mouvement apparent du Soleil et de la Lune, les heures de lever et de coucher du Soleil, les éclipses de lune et de soleil, les jours de la semaine, la date de Pâques. Le schéma ci-dessous permet de mieux comprendre certains aspects de ce système, appelé Géocentrique.

Le Soleil et la Lune tournent autour de la Terre, placée au centre. Symétrique du Soleil par rapport à la Terre, un disque noir représente l'ombre de la Terre. On pourrait s'attendre à ce que la Lune passe devant le Soleil ou derrière le disque d'ombre à chaque tour. Eh bien non ! En effet, la tige qui supporte la Lune a une longueur variable, ajustée, le cas échéant, pour que la Lune éclipse le Soleil ou soit éclipsée par l'ombre de la Terre aux dates et heures prévues. Dans l'exemple donné il s'agit de l'éclipse partielle visible dans notre région le 15 février 1961.

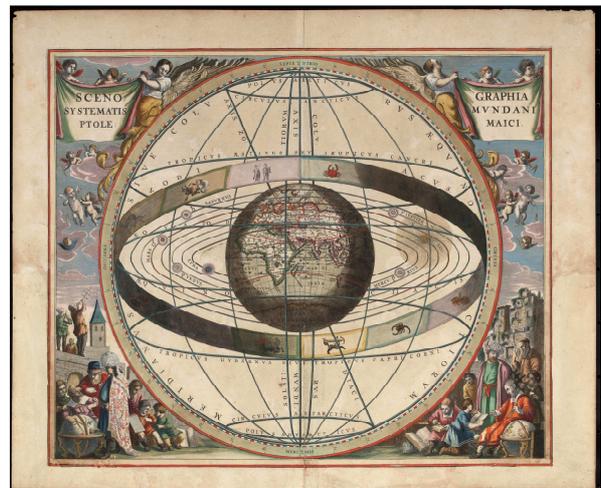


Prise en compte de la précession des équinoxes.

Pour illustrer encore le souci du détail, SCHWILGUE a pris en compte la précession des équinoxes. L'axe de rotation terrestre décrit lentement un cône, à raison d'un tour tous les 25 800 ans ! Depuis la construction de l'horloge, la rotation a été de moins d'une dent d'engrenage. Promettons-nous de venir vérifier plus tard que cette rotation se fait à la bonne vitesse !

Le temps sidéral

Deux passages successifs d'une même étoile au méridien sont séparés de 23h56 c'est le « temps sidéral » Cette différence d'environ 4 minutes par rapport au temps solaire, qui est notre référence, s'explique ainsi : en une année, la Terre effectue environ 365 tours sur elle-même par rapport au Soleil, mais effectue aussi un tour complet autour du Soleil. Donc, par rapport aux étoiles, 365 jours solaires équivalent à 366 jours sidéraux (364 si l'orbite terrestre était rétrograde). Les jours sidéraux sont donc un peu plus courts que les jours solaires. La période réelle de l'année étant de 365,2422 jours solaires, la durée exacte du jour sidéral est de : $365,2422 / (365,2422 + 1) = 0,9972696$ jour solaire, soit 23 h 56 min 4,09 s.



Systeme solaire Ptolémaïs avec la terre au centre, créé en 1660 par Andreas Cellarius

Le temps sidéral est également indiqué par l'horloge de la cathédrale de Strasbourg.

Encore quelques prouesses techniques

La difficulté de conception d'une horloge astronomique réside dans la représentation de mouvements périodiques dont les périodes sont dans des rapports non entiers alors que les roues dentées censées produire le mouvement ont un nombre de dents entier. Nous verrons plus loin comment SCHWILGUE a réussi à résoudre cette difficulté.

Le mécanisme fondamental est un pendule battant la seconde. La perfection de la réalisation est telle que la dérive ne dépasse pas 40 secondes par an. Si on croit cette estimation, l'horloge serait plus précise qu'une montre à quartz.

Cette remarquable précision s'explique par plusieurs perfectionnements. Tout d'abord les dents des engrenages ont une forme qui leur permet de rouler les unes sur les autres, sans frottement (voir la figure ci-dessus). Il

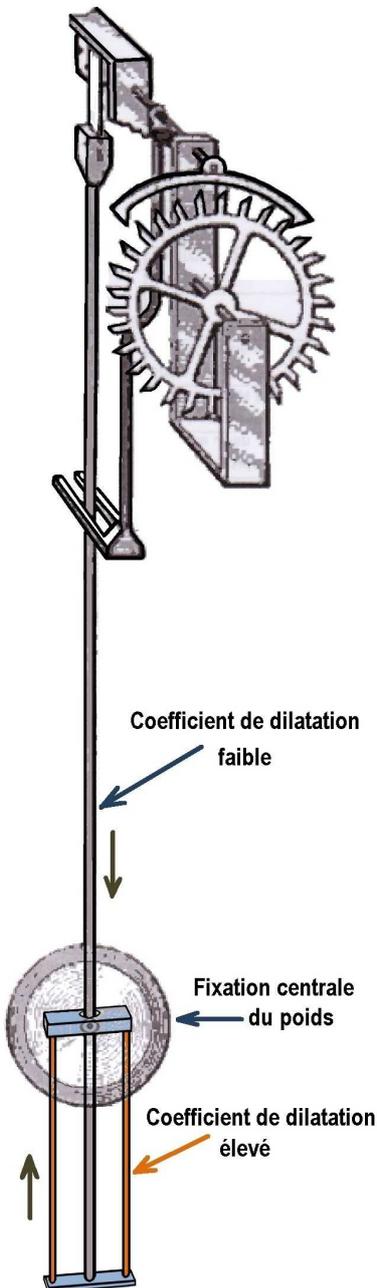
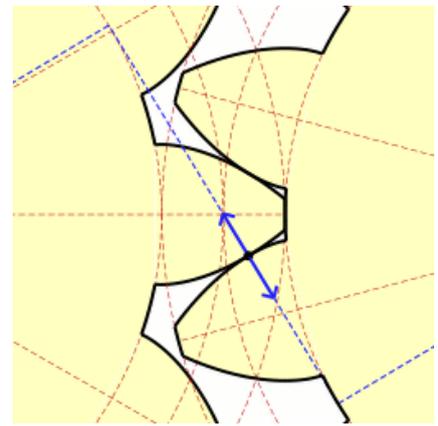
n'y a donc pas de cause de ralentissement incontrôlé. Le balancier du pendule est compensé pour absorber les variations de température. Pour cela, le bras est constitué de métaux différents, dont les coefficients de dilatation maintiennent constante la longueur effective du pendule. La figure ci-contre permet de comprendre le principe d'une telle compensation.

A partir de cette base de temps, toutes les périodes vont être réalisées par des combinaisons d'engrenages, donc de nombres entiers.

Ainsi, la période de révolution de la Terre autour du Soleil est réalisée par la combinaison suivante : $(156 \times 188 \times 269) / (9 \times 10 \times 10) = 365,2422$ tours au lieu des 365,26 attendus pour faire une année. L'erreur n'est que de 4,2 secondes de temps par jour.

Cette durée fondamentale est utilisée ensuite pour produire les périodes de révolution des autres planètes.

Bien d'autres caractéristiques et détails, aussi complexes les uns que les autres, montrent le degré de perfection auquel SCHWILGUE est arrivé. Les brochures ou les livres que les touristes peuvent se procurer mettent surtout l'accent sur les décorations et les sculptures qui font également de cette horloge un chef d'œuvre artistique.



Etienne POMMOIS

Sources : G. PATUREL de l'observatoire de Lyon
P. DUBOIS de l'observatoire de Strasbourg
"Les trois horloges astronomiques de la cathédrale de Strasbourg" Par Henri BACH et Jean-Pierre RIEB