

METON ET CYCLES DE LA LUNE ET DU SOLEIL

Les rythmes suivis par les astres sont connus depuis longtemps par les anciens et ces derniers ne cesseront de nous surprendre par leurs connaissances, qu'ils remontent à la préhistoire, soient Chaldéens, Grecs, Chinois ou Aztèques.

D'une manière générale, selon les lois de la gravitation qui ont été développées par Newton, plus les astres sont proches, plus les forces attractives qu'ils dégagent sont importantes.

Les forces génératrices de la Lune et du Soleil se combinent selon des horloges distinctes, engendrant des interactions qui peuvent sembler chaotiques, mais obéissent nonobstant à des règles bien précises.

A noter en guise de clin d'oeil que le sens de rotation de la trilogie des astres concernés est le même ; il en aurait été tout autre si la Lune ou la Terre avaient orbité en sens inverse.

L'être humain vivant sur la planète Terre, il a assez naturellement adopté comme horloge son étoile la plus proche, le Soleil. La Lune, avec des cycles plus courts, a servi pour beaucoup de civilisations de base de calendrier.

Mais comment coordonner ces deux cycles qui battent à des rythmes distincts ?

Globalement on peut visualiser les mouvements des astres concernés de deux manières :

- tels que nous les voyons depuis la Terre, une vue géocentrique.
- tels que visibles depuis une « capsule spatiale » située en dehors du système solaire, regardant le Soleil ainsi que les autres astres de l'extérieur. C'est une vue héliocentrique, tout tourne autour notre étoile.

Dans la vue géocentrique, depuis une Terre stationnaire, nous avons en dessus de nous la demi-sphère de la voûte céleste. On peut imaginer la voûte située sous l'horizon et sous nos pieds. Ces deux voûtes forment ensemble la sphère céleste, une sphère sans dimension sur laquelle on peut inscrire tous les astres.

Dans cette sphère céleste, le Soleil nous montre son trajet apparent, se déplaçant sur un plan imaginaire, l'écliptique.

Depuis la capsule spatiale nous avons une autre vue, centrée sur un Soleil se présentant comme un astre fixe, la Terre lui tournant autour sur le plan de l'écliptique, de fait le même plan que celui indiqué ci-dessus dans la vue géocentrique.

L'axe de rotation de la Terre est incliné d'un angle accepté à $23\frac{1}{2}^{\circ}$.

Il existe plusieurs systèmes de coordonnées célestes permettant de repérer un point dans le ciel. Ils sont tous basés sur des grands cercles de la sphère céleste.

- Les coordonnées équatoriales locales utilisent l'équateur et le méridien pour déterminer l'ascension droite et la déclinaison.
- Les coordonnées équatoriales horaires utilisent l'équateur et un cercle horaire pour mesurer l'angle horaire et la déclinaison.

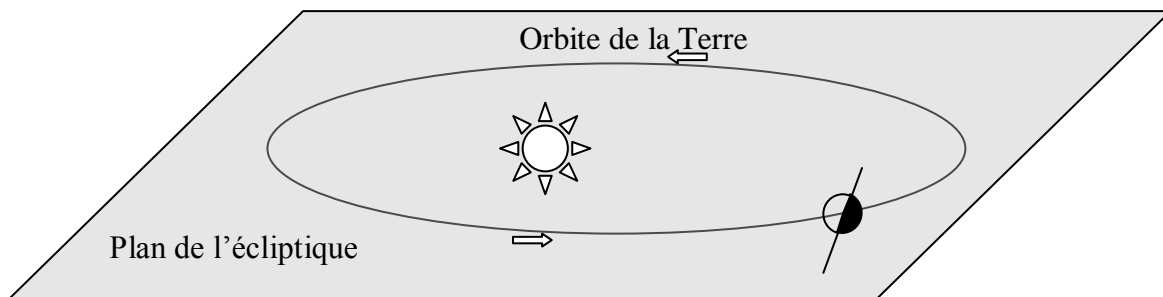
C'est ce système de coordonnées qui s'utilise en navigation astronomique.

- Les coordonnées écliptiques utilisent l'écliptique et des grands cercles passant par les pôles de l'écliptique, pour mesurer la longitude et la latitude célestes.
- Les coordonnées horizontales utilisent l'horizon céleste et les verticaux pour mesurer l'azimut et la hauteur (ou son complément, la distance zénithale) d'un point.

Quelques définitions

Ecliptique :

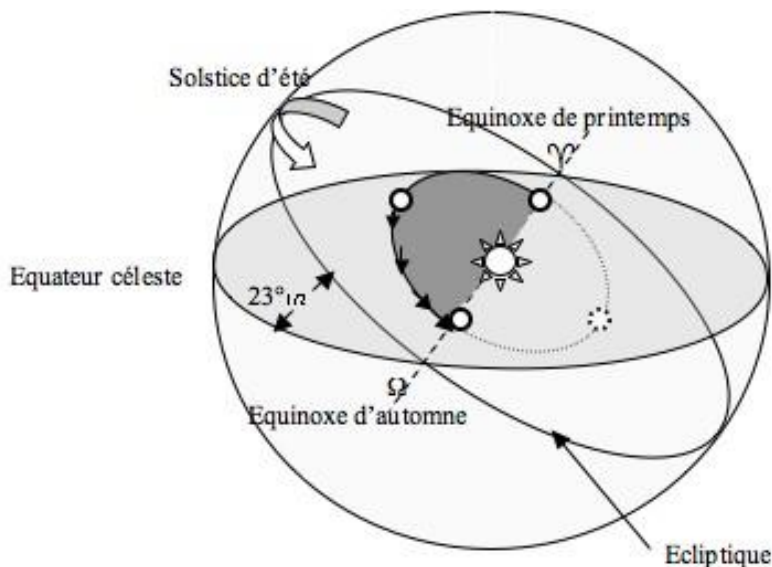
Du point de vue héliocentrique, c'est le plan sur lequel se déplace la Terre dans sa rotation autour du Soleil.



Vu depuis la Terre c'est le plan sur lequel semble se mouvoir le Soleil, en passant par toutes les constellations pendant son déplacement annuel.

Equateur céleste :

C'est le plan que représente la prolongation de l'équateur terrestre. L'équateur céleste coupe l'écliptique en deux points directement vis-à-vis l'un de l'autre. Le point le plus utilisé en astronomie est nommé point vernal ou Ariès et s'abrège par « Υ ». Le point opposé est parfois appelé point oméga « Ω ». Le point vernal est le « zéro » des cartes célestes actuelles.



Jour vrai :

Actuellement c'est l'intervalle de temps entre deux passages du Soleil au méridien supérieur d'un même lieu.

Jour moyen :

C'est la valeur moyenne de tous les jours d'une année. Nous l'utilisons comme unité dans cette approche sur les cycles.

Année tropique :

C'est le cycle qui ramène les saisons. L'année tropique représente 365.2422 jours solaires moyens et sa durée se mesure d'un équinoxe au suivant.

L'année tropique contient 12 lunaisons, plus 10.875 jours moyens.

La lunaison n'est donc pas un sous-multiple de l'année.

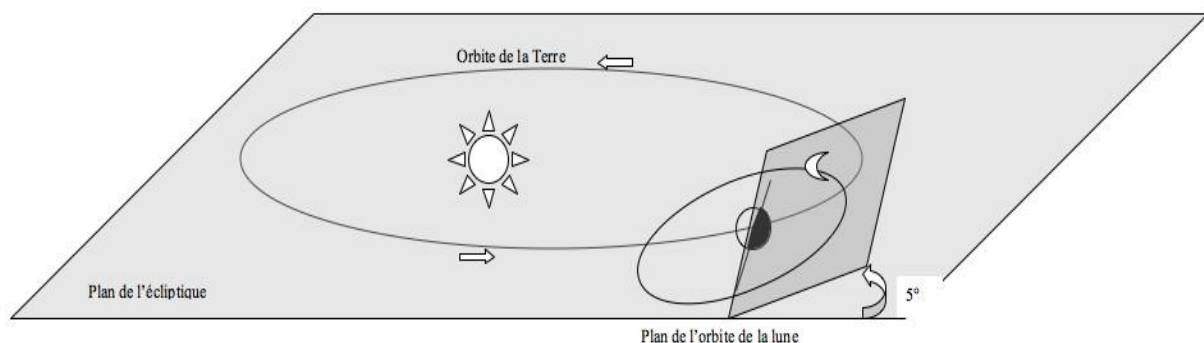
Année sidérale :

C'est le cycle au bout duquel le Soleil revient dans une même position par rapport aux autres étoiles. Elle mesure 365.25636 jours moyens.

La différence de temps entre l'année tropique et l'année sidérale est due à ce qu'on appelle la précession des équinoxes.

Orbite de la Lune :

Ce satellite tourne autour de la Terre sur une orbite dont le plan fait un angle d'un peu plus de 5° avec l'écliptique. L'étymologie du mot « écliptique » vient du fait que c'est précisément lorsque de la Lune se trouve sur le point où son orbite coupe l'écliptique que peuvent se produire des éclipses.

**Période de lunaison :**

La lunaison est l'intervalle de temps entre deux nouvelles lunes consécutives. La valeur est variable, passant de 29 jours et 6 heures à 29 jours et 20 heures, la moyenne étant de 29.531 jours moyens. C'est le mois astronomique.

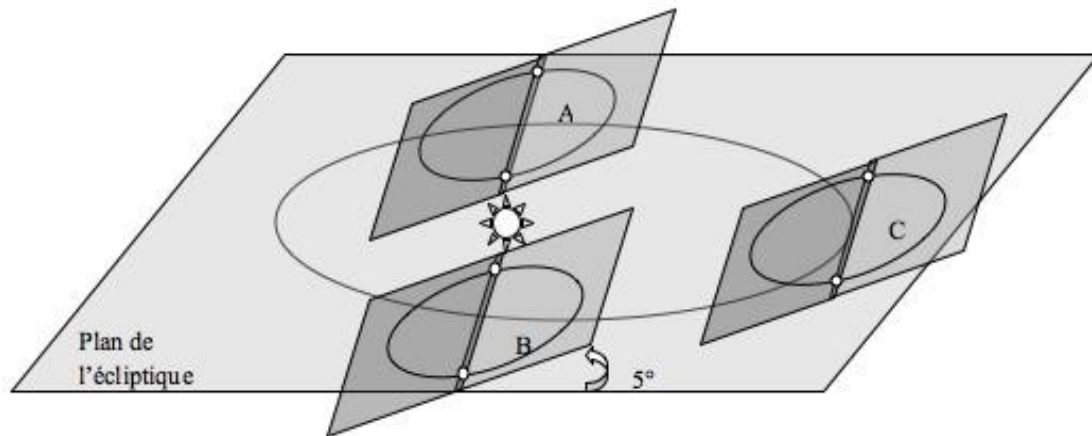
Période de rotation lunaire :

C'est la période que la Lune nécessite pour tourner sur elle-même et pour faire le tour de la Terre. Elle mesure 27.321 jours moyens.

Nœud :

Les nœuds lunaires sont les points de l'orbite de notre satellite où cet astre traverse l'écliptique. On différencie le nœud ascendant et le nœud descendant.

Le cycle du passage de la Lune d'un nœud ascendant au nœud ascendant suivant se fait en une période de 27.21 jours, soit une révolution draconitique.
 A noter que le mot, « draconitique » vient du fait qu'à l'époque les nœuds étaient appelés respectivement tête et queue du dragon.



Une révolution ou un mois draconitique est plus court que le mois sidéral (27.32Jours) vu le mouvement rétrograde des nœuds qui se déplacent dans le sens opposé au mouvement lunaire. Cette rétrocession est de 0.114 degrés par jour. Dans la figure ci-dessus, les nœuds sont marqués par un « o ». Dans la situation « C », la ligne des nœuds ne passe pas par le Soleil, alors qu'aux points « A » et « B » cette ligne des nœuds pointe vers notre étoile. Il y a une demi-année draconitique entre les points A et B.

Année draconitique :

C'est le cycle entre deux passages consécutifs du Soleil par le même nœud lunaire ascendant. Elle mesure environ 346.62 jours solaires moyens. Dans la figure précédente, c'est le retour de la position « A » à la cette même position « A » après une évolution autour du Soleil. On l'appelle aussi année éclipse.

Période anomalistique :

Pour notre satellite, c'est l'intervalle de temps entre deux périées de la Lune, soit le point de son orbite le plus rapproché de la Terre. La valeur moyenne est de 27.555 jours, soit un peu plus que la lunaison, la rétrocession s'effectuant sur 8.85 ans.

Librations :

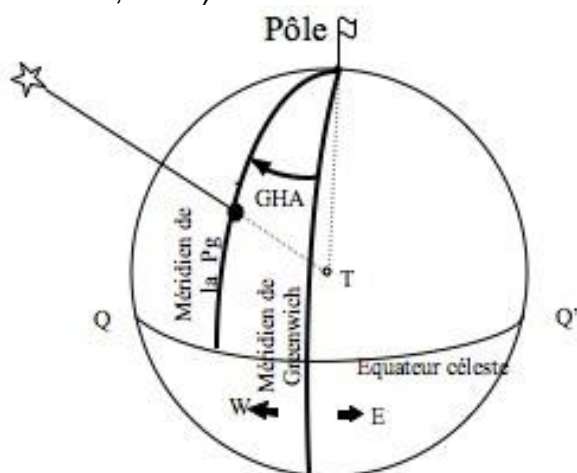
Les librations de la Lune sont de lentes oscillations de cet astre, ce qui nous permet de fait de voir 59% de sa surface, donc plus de la moitié. C'est un peu comme une personne qui hoche ou dit non de la tête : les oscillations de son visage nous montrent un peu plus que la face immobile de la personne.

Coordonnées équatoriales :

Il s'agit d'un système de coordonnées astronomique permettant de définir la position d'un astre sur la sphère céleste. Les coordonnées sont l'angle horaire (GHA) et la déclinaison (D).

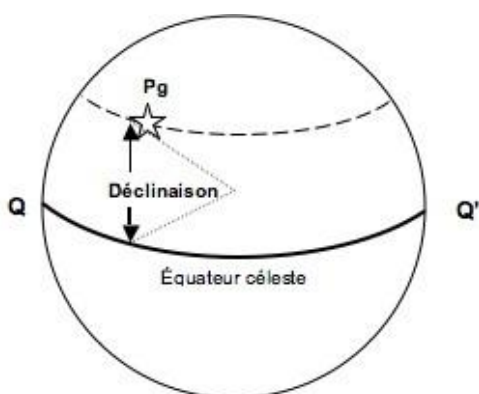
Angle horaire :

C'est la première coordonnée astronomique équatoriale qui permet de situer un astre dans la sphère céleste. Elle se compte de 0° à 360° , vers l'Ouest (voir figure ci-dessous, GHA).



Déclinaison :

On appelle déclinaison la seconde coordonnée angulaire qui permet de situer un astre (Pg) dans la sphère céleste. Elle se compte de 0° à 90° depuis le plan de l'équateur céleste, au Nord ou au Sud.



La Lune, Dame Séléne

Dans la mythologie grecque, après s'être baignée dans l'océan, la Lune mène un char argenté à travers le ciel obscur, tiré par des chevaux blancs pour certains, par des bœufs blancs pour d'autres. Elle est également souvent dépeinte montant un cheval ou un taureau. Elle luit d'une lumière argentée pendant qu'elle voyage à travers les cieux, renvoyant sa douce lueur sur la terre endormie. Les Romains l'appelleront Luna.

La Lune est très certainement l'acteur le plus instable de la trilogie.

L'orbite de la Lune se trouve sur un plan de révolution faisant un angle moyen de quelque 5° 08' par rapport à l'écliptique, variant entre 5°00' et 5°17' sur une période de 173 jours solaires.

L'orbite de la Lune est elliptique, avec une excentricité moyenne de 0.0549, ce qui donne une différence entre apogée et périégée de pratiquement 12%. Cette excentricité n'est pas constante, mais passe de 0.0666 à 0.0432 sur une période de 412 jours, l'orbite prenant une forme d'œuf, plus ou moins dodu selon le moment.

De plus, il a aussi été constaté que la Lune tend à s'éloigner de la Terre à raison de 3.7 cm par année.

Les théories de Kepler nous ont appris que cela avait pour conséquence de diminuer la vitesse orbitale de l'astre, en l'occurrence la Lune.

Cette dernière se trouve en périégée chaque mois (révolution anomalistique de 27,55 jours) et, à ce moment, sa force génératrice des marées est au maximum du cycle dû à la relativement faible distance Terre - Lune.

Au cours de l'année, le périégée se retrouve successivement en phase de pleine lune, de lune dichotome (premier ou dernier quartier) ou en nouvelle lune, ce qui a une autre influence sur l'importance de la marée, en vives-eaux comme en mortes-eaux.

Au vu ce qui précède, on constate que la vitesse de la Lune change constamment, l'astre étant perpétuellement en retard ou en avance sur le moment théorique où devrait avoir lieu une pleine ou nouvelle lune.

La déclinaison de notre satellite est également capricieuse. Elle varie en suivant la période draconitique de 27,21 jours entre les extrêmes de 18°09 N/S et 28° 43 N/S. Ces variations se déroulent selon un cycle d'un peu plus de 18 années.

Lorsque la déclinaison lunaire est de 0°, sa force génératrice est la plus importante de cet autre cycle de notre satellite. Par contre, lorsque la déclinaison est forte, les forces génératrices des marées sont moindres, inférieures d'environ 22%.

L'approche faite dans un de mes articles traitant du ralentissement de la Terre, indiquait que la Planète Bleue était devenue un satellite synchrone (ou géostationnaire) de la Lune, astre errant qui nous montre toujours sa même face, alors que pour les habitants de la Lune, la Terre occupe toujours la même position dans le ciel. Il n'y a donc pas eu de « lever de Terre » pour les astronautes qui gambadaient sur le sol lunaire. Un tel événement, dû aux libérations de la Lune, ne peut se percevoir que sur les bords de la zone visible de la Lune, et ce sur quelques degrés seulement.

Le Soleil, Inti, Râ ou Phœbus

Le soleil lui aussi nous présente des caractéristiques de mouvements variables, mais dans une bien moindre mesure que celles de la Lune.

La rotation synodique du Soleil, soit l'espace de temps entre deux passages successifs du Soleil sur le même méridien, représente une moyenne de 24 heures.

La rotation sidérale se fait en 23h 56m et 4.1s, soit le passage successif d'une étoile sur le même méridien.

On rappellera que la Terre tourne autour du Soleil en une révolution dite sidérale (par rapport aux étoiles) de 365,26 jours.

L'orbite de la Terre autour du Soleil est moins aplatie que celle de la Lune, avec une excentricité de 0.0167, mais reste elliptique, avec une différence de 3% entre l'apogée et le périhélie. Vers le 3 janvier, on est au plus proche du Soleil et sa force génératrice des marées est ainsi accrue. Aux alentours du 3 juillet, c'est l'inverse. Ces valeurs varient lentement, sur un cycle de 209 siècles.

La déclinaison du Soleil est par définition nulle aux équinoxes et maximale lors des solstices.

Cette déclinaison varie quelque peu au cours des siècles. Si actuellement sa valeur maximale est de 23° 26', elle était de 23° 30' du temps de Christophe Colomb (voir ma série d'articles de 1992 concernant la découverte de l'Amérique) et sera ramenée à 23° 25' en l'an 2200.

C'est lors d'une déclinaison proche de zéro que la force génératrice de l'astre solaire qui engendre les marées est la plus renforcée, alors qu'elle est affaiblie en juin et en décembre. La différence représente environ 15%, ce qui n'est pas négligeable.

Tout marin, pêcheur, gastronome ou marin pêcheur gastronome a appris que c'est aux équinoxes que les marées sont les plus importantes. La déclinaison de l'astre en est donc une des causes.

Interaction de ces cycles

Nous voyons que les rythmes de ces astres ne sont pas les mêmes et qu'il faut attendre un plus petit commun multiple de plus de 18 années (18. 03 ans) pour retrouver des conditions de géométrie du système solaire « à peu près semblables ». On appelle ce cycle un Saros.

Le cycle de Saros

Le saros correspond à quelque 223 lunaisons, soit 222 passages de la Lune au nœud ascendant, ou 239 passages en périhélie. Cela représente aussi 242 mois draconitiques, un total de 6585.32 jours, soit 18 années et 10 ou 11 jours (dépendant du nombre d'années bissextiles concerné) et huit heures

Le Saros est utilisé dans les calculs permettant de retrouver les éclipses. On a en effet besoin de trouver dans les divers cycles des astres concernés un multiple de celui de la lunaison (29.53) et du mois draconitique (27.21). Si nous divisons l'une par l'autre ces deux valeurs, on obtient le chiffre de 1.08 et il reste à chercher une fraction entière correspondant à ce nombre. Si nous prenons 242/223 on n'est pas si mal et le Saros a donc été admis sur la base de 223 lunaisons qui représentent aussi 242 mois draconitiques.

Le cycle de Méton

Il daterait du cinquième siècle avant JC, mais il est discuté et discutable de savoir si c'est Méton qui en a fait la découverte ou s'il a simplement repris et amélioré des connaissances plus anciennes. Il semble que tel est le cas et que les Chaldéens connaissaient déjà ce cycle, tout comme les Chinois et même les Néolithiques selon certaines sources.

Il n'en reste pas moins que Méton a mis en exergue le fait que 19 années solaires qui ramènent les saisons correspondent assez exactement à 235 lunaisons, mais aussi à 254 rotations de la Lune, soit 6939 jours au total. On est également très proche de la valeur de 255 mois draconitiques. En chiffres, cela représente :

- 19 années solaires à 365.24 jours	6939.56 jours
- 235 lunaisons à 29.53 jours	6939.55 jours
- 254 rotations à 27.32 jours	6938.28 jours
- 255 mois draconitiques à 27.21 jours	6938.55 jours

Sans télescope et avec les moyens techniques de l'époque, la précision est redoutable et on comprendra que l'annonce de cette « découverte », publiée aux jeux olympiques de 433 AC (siècle de Périclès), ait enthousiasmé les Athéniens. Le rang d'une année dans le cycle de Méton aurait été inscrit en lettres d'or sur les colonnes du temple de Minerve.

Ce cycle est donc la période après laquelle les phases de la Lune reviennent aux mêmes dates du calendrier. En d'autres mots, la géométrie du système Terre-Lune-Soleil revient à l'identique au bout de 19 ans...ou presque.

A noter que l'astronome Callipe améliorera cette approche en groupant 4 cycles de Méton en un seul de 76 ans, une équation qui sera d'ailleurs reconnue par Hipparque en 130 avant JC.

Le cycle des nœuds

La ligne des nœuds n'est pas fixe dans l'espace, mais tourne dans le sens rétrograde en un cycle de 6793.5 ans. Au bout de ce laps de temps, la ligne des nœuds pointe vers la même étoile.

Les différences

Ces cycles ne doivent pas être confondus, bien qu'ils aient une durée assez proche et soit tous liés aux mouvements de la Lune et de la Terre :

- Le Saros est une période qui se base sur la rotation des nœuds de la Lune, ce qui n'est pas le cas du cycle de Méton.

Le cycle de Saros, 6585 jours, est utilisé dans les prédictions des éclipses et les calculs des annuaires des marées.

- Le cycle de Méton concerne aussi la trilogie Terre-Lune-Soleil, mais ne prend donc pas en compte la question des nœuds lunaires.

Le cycle de Méton, 6940 jours, touche aux phases de la Lune et au calendrier. Du fait qu'il est proche de 255 mois draconitiques, il peut servir pour la recherche des cycles des éclipses, mais avec une approximation inférieure au Saros.

- Le cycle des nœuds est à la base de l'année draconitique, une importante harmonique des marées et des éclipses. Ces dernières se produisent lorsque le Soleil et la Lune sont pratiquement alignés avec la Terre, proches de la ligne des nœuds. La saison des éclipses se produit dans un intervalle d'environ un mois.

Quelques valeurs encore

Pour les amoureux des chiffres voici encore le rappel de quelques données relatives aux cycles de ces trois astres :

Cycle sidéral de la Terre	365.256 jours
Cycle sidéral de la Lune	27.322 jours
Cycle de rotation de la ligne des nœuds	6793.5 jours
Cycle du Saros	6585.32 jours
Cycle des nœuds	6793.50 jours
Cycle de Méton	6939.56 jours

Voici aussi quelques formules, basées sur les vitesses angulaires des astres :

Lunaison :

Lunaison⁻¹ = cycle sidéral de la Lune⁻¹, diminué du cycle sidéral de la Terre⁻¹, soit
 $1/27.322$ moins $1/365.256$, soit 29.53 jours

Année draconitique :

Année draconitique⁻¹ = cycle rotation ligne des nœuds⁻¹, augmenté du cycle sidéral de la Terre⁻¹, soit
 $1/6793.5$ plus $1/365.256$, soit 346.62 jours

Mois draconitique :

Mois draconitique⁻¹ = cycle sidéral de la Lune⁻¹, augmenté du cycle de rotation des nœuds⁻¹, soit :
 $1/27.322$ plus $1/6939.56$, soit 27.21 jours

Le Cosmographe d'Anticythère

En l'année 1900, peu avant Pâques, des pêcheurs d'éponges de Smyrne sont contraints de se mettre à l'abri dans la baie de Ormos Potamou, au NE de la petite île d'Anticythère, entre la côte ouest de la Crète et le Péloponnèse. Ils découvrent ainsi par hasard l'épave d'un navire admis comme romain et chargé d'amphores, de statues de marbre, de pièces de monnaies et d'objets en bronze recouverts d'une épaisse couche de concrétions accumulée au cours des siècles. Une de ces pièces se révélera être un instrument extraordinaire et très complexe qui permet de visualiser tout le système solaire ainsi que les phases de la Lune. Il est composé de plus de 80 pièces, dont une trentaine engrenages et roues dentées.

Il fut tout d'abord examiné par le professeur Derek John de Solla Price de l'université de Yale, puis par d'autres chercheurs tels Yanis Bitsakis, Mike Edmunds ainsi que le mathématicien Tony Freeth et surtout Michael Wright et bien d'autres.

Après un examen 3D au moyen d'un scanner, cet instrument mécanique a été entièrement reconstruit par le constructeur horloger Mathias Buttet. L'entreprise horlogère Hublot l'a miniaturisé en en faisant un bijou extraordinaire. Un magnifique témoignage d'admiration, à l'honneur des scientifiques grecs de l'époque.

Ce mécanisme serait basé sur les connaissances de l'époque du cycle de Méton. Il se compose d'engrenages qui permettent de passer du cycle solaire aux cycles de la Lune en passant par la position des planètes. Les engrenages utilisent (entre autres) la cascade des relations suivantes :

$$\frac{64}{38} \times \frac{48}{24} \times \frac{127}{32} = \frac{254}{19}$$

Ce qui correspond au nombre de dents des rouages. Il est aussi fait appel à un dispositif de différentiel, un peu comme dans le pont arrière de nos véhicules.

Cette pièce d'horlogerie permet aussi de retrouver la date des jeux olympiques de l'époque et prédit les éclipses sur la base d'un triple cycle de Saros. On se pose la question de savoir si l'objet ne proviendrait pas de Syracuse, ville où oeuvrait le fameux savant Archimède.

Il est évident que ce mécanisme nous laisse perplexes tant sur le plan des connaissances que sur celui des capacités techniques des gens de cette époque, il y a plus de 2000 ans.

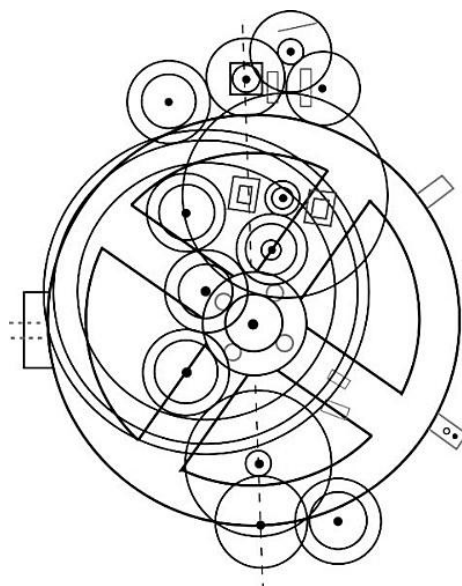


Schéma des engrenages du mécanisme. Image du Blog de Thierry Jamard



Reconstruction du mécanisme d'Anticythère par le professeur Price (†). Image internet

La revue « Nature » propose diverses vidéos sur ce thème qui peuvent se retrouver sur www.nature. On peut aussi visiter le site <mtwright.co.uk>, une merveille. L'objet original est conservé au musée d'archéologie d'Athènes.

Le coin du marin, les marées

En ce qui touche les effets sur les mers, c'est aussi au bout de la période de 19 années du cycle de Méton que les marées retrouvent pratiquement les mêmes valeurs.

Les variations des forces génératrices de marées entraînent des variations des hauteurs d'eau et des heures de pleine ou basse mer. On parle de « composantes harmoniques » et c'est au mathématicien français Laplace que l'on doit cette théorie. Les amplitudes de la marée varient dans des proportions allant de 1 à 6 et les navigateurs utilisent volontiers pour qualifier le marnage la notion des coefficients de marées qui vont de 20 à 120, soit la même proportion.

Dans un article intitulé « la jauge du 5.5% », je rappelais que ce qu'on nomme le coefficient de marée est une caractéristique du marnage, mais pas de la hauteur de la marée ; les écarts peuvent atteindre 0.70 m, soit un joli pied de pilote ! Le SHOM spécifie aussi dans ses documents qu'avec un même coefficient de marée les hauteurs d'eau prédites peuvent être différentes, dans un même port.

Comment se présente la situation en ce qui touche les marées dites semi-diurnes :

- Pour avoir des marées de vives-eaux maximales (coefficient 120), il faut que les forces génératrices de la Lune et du Soleil se combinent au plus fort (maximum d'action ou efficacité maximale), ce qui veut dire que la déclinaison du soleil doit être proche de 0° et qu'au même moment on soit en pleine ou nouvelle lune, astre en périégée et avec une déclinaison lunaire nulle.
- Pour avoir des marées de vives-eaux minimales (coefficient 70), il faut que ces mêmes forces génératrices soient au minimum, soit une déclinaison solaire de solstice combinée avec une nouvelle ou pleine lune ayant une déclinaison maximum, l'astre étant en apogée.
- Pour avoir des marées de mortes-eaux maximales (coefficient 60, voire 62 selon les sources), il faut que les forces génératrices de la Lune et du Soleil se contrarient au plus fort, soit la Lune renforcée et le Soleil diminué. Cela implique pour le Soleil une déclinaison maximale (solstice) et la plus grande distance Terre-Soleil. Au même moment, la Lune doit être en premier ou dernier quartier, en périégée et avec une déclinaison proche de zéro.
- Pour avoir des marées de mortes-eaux minimales (coefficient 20, voire 22 selon les sources), il faut que les forces génératrices de la Lune et du Soleil se contrarient au moins fort, soit la Lune diminuée et le Soleil renforcé. Cela implique pour le Soleil une déclinaison nulle (équinoxes) et la plus petite distance Terre-Soleil. Au même moment, la Lune doit être en premier ou dernier quartier, en apogée et avec une déclinaison maximale.

Il n'est donc pas fréquent d'avoir une marée de 120 et si vous n'avez pas profité de récolter des pousse-pieds le 10 mars 1997, il vous faudra attendre le 21 mars 2015 pour avoir une telle grande marée d'équinoxe, avec un coefficient de 119. Les 10 et 11 juin de cette même année 2015 suivra la plus grande morte-eau du siècle avec un coefficient de 62.

On rappellera aussi que les instituts hydrographiques font des « prédictions » (prédire c'est annoncer ce qui va arriver selon des règles établies), alors que les services de météorologie font des « prévisions ». Ces prédictions de marées sont faites sur la base de 143 composantes harmoniques ainsi que par modélisation.

Concernant la notion du temps et celle de l'heure, il a été fait appel au cycle du Soleil et les astronautes ont longtemps utilisé l'heure GMT. Puis, avec l'apparition des horloges « atomiques » on a pris comme étalon l'atome de Césium 133, avec ses 9'192'631'770 oscillations par seconde. C'était une base de haute précision et on est ainsi passé au temps UTC. Mais notre brave Terre est en voie de ralentissement et on a donc dû intercaler une seconde de correction tous les 4 ans, le soir du réveillon. Cela ne plait pas à tous et, comme le dit mon confrère Tom Cunliffe, il y a déjà des loups prêts à garder le Césium comme étalon et simplement laisser dériver le méridien de Greenwich vers l'Est.

Cela reviendrait à dire que d'ici quelque 2000 ans, on serait de retour au méridien de Paris, situation inacceptable pour un insulaire. La bataille ne fait que commencer et il n'est donc pas encore certain que « les grenouilles mangeront du roast-beef »...

P.-A. Reymond© Edition 18-06-2013

Crédit :

- SHOM
- Le phénomène des marées, Editions Apogée
- Dictionnaire Ed. Guyot, Chambre suisse d'horlogerie, 1953
- Divers articles et documents de cours PAR
- Cours de navigation astronomique CHM &PAR
- CMKCI, Lausanne et Neuchâtel, 1978
- Notes d'études PAR, Université de Southampton