

137 – Marées, soyons un peu sélénique, mais pas trop lunatique

Aujourd'hui, nous disposons d'une information nautique et astronomique très complète et souvent immédiate, que ce soit sur internet ou dans les documents nautiques actuels. Mais il n'en a pas toujours été ainsi et encore moins pour les marins aventureux des grandes découvertes ou du siècle d'or. Comment s'y prenaient-ils ?

Des livres tels les instructions nautiques de Diego Garcia de Palacio, la Cosmographie Pratique de Chavez ou encore le Regimento de navegación (principes de navigation) de Pedro de Medina nous décrivent les méthodes utilisées par les marins de l'époque.

En guise d'amuse-bouche et d'aide-mémoire

Lors de la nouvelle Lune, cet astre franchit le méridien supérieur à peu près à midi vrai. À la pleine Lune, l'astre franchit le méridien supérieur à peu près à minuit vrai.

On appelle lunaison l'intervalle de temps compris entre deux nouvelles lunes consécutives. La durée moyenne d'une lunaison est actuellement admise à 29 j 12 h 44 min et 2,8 s.

L'âge de la Lune est le temps écoulé depuis une nouvelle Lune ; le jour de la Lune est un nombre entier, associé aux jours d'une lunaison. On les numérote à partir du jour numéro 1, lequel est attribué au jour de la Nouvelle Lune. Dans les écrits, l'expression « à son 14^e jour », se réfère à la pleine Lune. On voit qu'il s'agit d'une approche, mais pas d'une précision mathématique vu que la lunaison est de l'ordre de 29,53 jours et non de (2x 14) 28 jours.

Nous savons aussi que la Lune a en moyenne 50 minutes de retard journalier lors de son passage au méridien, ce qui signifie que si la Lune est au méridien d'un lieu, alors et en moyenne, elle repassera audit méridien au bout de 24 h et 50 minutes. Les anglais parlent volontiers du « retard journalier de la Lune » ... Un retard qui se retrouve dans les marées et les heures de pleine mer ou de basse mer.

Avant les ordinateurs et avant les calculs proposés par La Lande et sa fameuse formule harmonique, on utilisait des éléments simples, basés sur l'observation :

Cycle de Méton

Méton d'Athènes est un astronome qui a vécu au Ve siècle avant J.-C. Il était l'élève d'un astronome mal connu, Phaéno.

Il est dit qu'en l'an -432, Méton proposa le fameux cycle qui porte son nom, mais d'autres prétendent qu'il s'agit d'une trouvaille de Phaéno...

Amador Rebullida Conesa, dans le livre intitulé « Arqueoastronomia Hispana » nous rappelle, à son chapitre 4, qu'au paléolithique supérieur les peintures rupestres nous montrent la connaissance de tels « numéros mystiques », en particulier le chiffre 19. On sait par ailleurs que la question de la précession des équinoxes était connue à cette même période de l'humanité. Il y a de quoi méditer, non ?

Bref, il est constaté que 19 années solaires de 365 jours 1/4 correspondent « pratiquement » à 235 lunaisons :

- 19 années solaires (19 × 365,25 j) = 6939,75 j
- 235 lunaisons (235 × 29,53 j) = 6939,55 j

Cette coïncidence fait que, tous les 19 ans, les lunaisons commencent aux mêmes dates, à très peu de chose près (environ 2h).

Par exemple, le 26 janvier à 00:31, il y a eu la première pleine Lune de l'année 1986. Nous avons eu le même phénomène le 25 janvier 2005 à 10:32, soit 19 ans plus tard. Les phases de la Lune revenant (presque) aux mêmes dates tous les 19 ans, les tables nous disent que pour 2024 ce sera le 25 janvier, à 17:54. On pourrait pratiquement utiliser l'annuaire des marées 1986 pour cette année 2024 !

De fait, pour être exact et prendre en compte nos connaissances actuelles, les moments des lunaisons ne se répètent plus exactement qu'après une période de 5'700'000 ans, soit 2'081'882'250 jours ou 70'499'183 lunaisons.... Et pendant ce temps la Terre continue à ralentir et la Lune de s'éloigner ce qui modifiera ces chiffres que nous ne pourrons jamais confirmer de notre vivant...

Nombre d'or

Le rang d'une année dans le cycle métonique est appelé en astronomie le « nombre d'or ».

Il existe ainsi 19 Nombres d'or (de 1 à 19, pas de zéro) et chaque année se voit attribué son propre Nombre d'Or. A noter que cette notion n'a aucun rapport avec le nombre d'or « ϕ » (phi) utilisé en mathématiques et dans d'autres arts.

La clé du calcul réside en ce que l'an 1 de notre ère s'est vu attribué officiellement le Nombre d'Or 2. Le nombre d'or se détermine par la formule suivante :

Reste de la division du millésime +1 par 19

Comment peut-on calculer de manière simple le Nombre d'or d'une année, par exemple l'année 2024 ?

- Diviser l'année par 19 : $2024 / 19 \approx 106,53$, soit 106 entiers ;
- Prendre ces entiers et les multiplier par 19 : $106 \times 19 = 2014$
- De 2014 à 2024, il y a dix années ;
- Ajouter 1 : $10 + 1 = 11$; l'année 2024 a donc pour Nombre d'or : 11

Ce qui correspond, pour les matheux, à la formule : (année modulo 19) + 1

Épacte

L'épacte d'une année (après la réforme grégorienne de 1582) est définie comme l'âge de la lune, à la veille du 1er janvier de ladite année.

Le nombre d'or servait à calculer l'épacte qui lui à son tour, était utilisé pour déterminer les phases de la Lune de l'année. Depuis la réforme grégorienne du calendrier, l'épacte dépend aussi du siècle.

Nous avons vu que l'année civile est de 365,25 jours environ et celle de la Lune 354, si on compte avec 12 mois lunaires moyens de 29,5 jours. Soit une différence de 11 jours sur une année. Dit autrement, il y a un décalage de 11 jours par an entre le calendrier solaire et le calendrier lunaire. Si le décalage est de 11 jours pour une année, il sera logiquement de 22 pour la suivante, puis 33, ce qui correspond à 3 ($33-30=3$) en admettant 30 jours pour un mois lunaire. Ensuite ce sera 14, etc....

Le calcul de l'épacte avec le calendrier grégorien est assez complexe ; on le retrouve sur internet, par exemple à la page <https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89pacte>

Les marins disposaient de tables « perpétuelles » leur donnant ces valeurs, ainsi que de petites règles à calcul circulaires, sous forme de figurine à 3 disques concentriques. En mathématique de modulo, connaissant l'âge de la Lune d'un jour particulier, et en ajoutant une unité par jour écoulé (modulo 29.53) on peut trouver l'âge de la Lune à une date donnée.

Par exemple si l'âge de la Lune du 1 mars était 19, on peut calculer que l'âge de la Lune le 15 juillet sera de 7 ($19 + 136 \text{ j, modulo } 29.53 = 7$) on en sera au septième jour de la Lune, soit son premier quartier.

Libro quinto.

Tabla perpetua para saber las conjunciones de la Luna.

Aureo numero.	enero	febr.	Març	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agof.	Setie.	Octu.	Novie.	Dize.	
1565	6	23	22	23	21	21	23	19	18	16	16	14	14
	7	13	11	12	10	10	8	8	6	5	4	3	3
	8	13	0	1	31	29	28	27	27	25	23	21	21
	9	20	19	20	19	18	16	16	14	13	12	11	11
	10	9	8	10	8	8	6	5	4	2	2	30	29
	11	28	27	28	26	26	24	23	22	20	20	18	18
	12	16	15	17	15	15	14	13	11	10	9	8	7
	13	6	4	6	4	4	3	2	1	30	29	28	27
	14	25	23	25	23	23	21	21	20	18	18	16	16
	15	14	13	13	12	11	11	9	8	6	6	5	4
	16	3	1	3	1	30	28	28	26	25	25	24	23
	17	22	20	22	20	19	18	17	16	14	14	13	12
	18	11	10	11	10	9	8	7	5	3	3	2	1
	19	30	29	29	28	27	26	25	23	21	21	20	19
	1	18	17	18	17	17	15	14	13	11	11	9	8
	2	7	6	7	6	6	4	4	2	1	30	28	28
	3	16	15	16	15	15	13	13	11	10	10	10	10
	4	10	14	15	13	13	11	11	9	8	8	6	6
	5	4	3	4	2	2	1	29	28	27	27	25	25

Esta cuenta del aureo numero como en esta tabla esta sirve hasta el año del nacimiento de. 1581 que son. 5. de Aureo numero. Luego el año de. 1582. boluer se ha al principio de esta tabla que son. 6. de aureo numero: e assi cada vez q̄ esta tabla se acabare que es de. 18 en. 19 años tornar se ha a començar del principio de esta manera es perpetua.

Table de Pedro de Mendoza pour l'an 1565 et les 18 années suivantes, incluant, colonne de droite, les 19 Nombres d'Or (Aureo Numero)

Les calculs donnent la valeur arrondie suivante de l'épacte à prendre en compte pour les années à venir :

2023, 08j ; 2024, 19j ; 2025, 00j ; 2026, 11j ; 2027, 22j ; 2028, 03j ;

Ce qui signifie en d'autres termes que le dernier jour de cette année 2023, la Lune en sera à son 19^e jour du cycle (décroissante) et qu'ainsi la première Nouvelle Lune de l'année qui suit aura lieu le 11 janvier 2024.

Établissement du port

En théorie, une pleine mer devrait se produire lorsque la Lune est en culmination, mais dans la réalité, il existe un délai dû à divers facteurs, dont la géographie. L'établissement d'un port se définit comme le retard moyen de la pleine mer sur l'instant du passage de la Lune au méridien du lieu.

L'établissement du port varie fortement d'un lieu à l'autre de la planète, mais est relativement constant en un lieu précis.

L'établissement du port permet d'estimer sommairement les éléments des marées, quand on connaît le passage de la Lune au méridien. Il ne s'applique qu'aux marées de type semi-diurne, ce qui est le cas pour les eaux européennes atlantiques.

C'est une notion qui est restée d'actualité dans ce début de nouveau millénaire.

Ainsi donc, avec des notions extrêmement simples, les navigateurs calculaient, avec la précision de l'époque, les heures et les marnages des marées.

Un petit exemple, tiré du 2^e livre des instructions nautiques de Diego Garcia de Palacio et dont on appréciera le style d'écriture de l'époque :

Querendo vuestra merced sacar con la Epacta, la conjunción de la Luna con el Sol,
lo hará

de esta manera : Ha de juntar el número de la Epacta de aquel año que quiere saber la tal conjunción y el número del mismo mes de esta manera : enero 1, febrero 2, marzo otra vez 1, abril 2, mayo 3, junio 4, julio 5, agosto 6, septiembre 7, octubre 8, noviembre 9, diciembre 10 ; y todos los numeros juntos, si no llegan a 30, los que faltaren, a tantos días de aquel mes, sera la conjunción de la Luna

Ejemplo :

Si quiero saber la conjunción del mes de octubre de este año 1586 cuando sera, he de contar los 8 de los meses y diez de la Epacta, que hacen diez y ocho ; para 30 faltan doce. Y así entenderé que a doce de octubre será la conjunción de la Luna con el Sol.

Y si los dichos dos números pasaren de treinta, los que faltan para sesenta a tantos días de aquel mes será la conjunción ; y así si preguntaren.

Si votre Seigneurerie veut connaître la conjonction de la Lune avec le Soleil avec l'Épacte, on le fera de cette manière :

Il faut réunir le nombre de l'Épacte de l'année dont on veut connaître la conjonction et le nombre du même mois de cette manière : janvier 1, février 2, mars 1 encore, avril 2, mai 3, juin 4, juillet 5, août 6, septembre 7, octobre 8, novembre 9, décembre 10 ; et tous les nombres réunis, s'ils n'atteignent pas 30, ceux qui manquent, sur tant de jours de ce mois, seront la conjonction de la Lune.

Exemple :

Si je veux savoir quand sera la conjonction du mois d'octobre de cette année 1586, je dois compter les 8 des mois et les 10 de l'épacte, ce qui fait dix-huit ; pour 30, il en manque douze. Et ainsi je comprends que le 12 octobre sera la conjonction de la Lune avec le Soleil.

Et si ces deux nombres dépassent trente, ceux qui manquent pour soixante à tant de jours de ce mois seront la conjonction ; et ainsi si l'on demande.

Nous voyons que, comme dans la recherche d'une méthode pour déterminer la longitude*, les sciences avancent au rythme de la technologie, mais qu'à la base il y a des règles qui ont été découvertes par l'observation, l'intelligence de l'être humain. On peut et doit rester admiratif devant la clairvoyance et l'ouverture d'esprit de personnages comme ceux qui sont nommés dans ce texte et bien d'autres, connus ou inconnus. Trop souvent nous jugeons des anciens d'après nos connaissances modernes et ne tenons pas assez compte des moyens, des circonstances, des lieux d'observation de nos ancêtres.

P.-A. REYMOND, novembre 2024

* Voir texte 049, Distances lunaires, navigare-necesse-est

Sources :

- Arqueoastronomia Hispana
Editeur : Equipo Sirius SA, Madrid
ISBN : 84-95495-00-7
- Cours de navigation astronomique, P.-A. Reymond
- Texte 32 - Méton+cycles (2013), navigare-necesse-est.ch
- Espejo de Navegantes, Alfonso de Chaves, Musée Naval, Madrid
- Instrucción náutica, Diego Garcia de Palacio, Musée Naval, Madrid