

AVEC NOS ÉLÈVES

La Lune tourne-t-elle rond ?

Petite promenade dans les éphémérides de la Lune

Daniel Bardin, Marseille

La Lune ne tourne pas rond ; on s'en doutait mais, en utilisant les éphémérides, ce phénomène devient clairement compréhensible.

Les éphémérides astronomiques sont des ouvrages qui paraissent chaque année. Ils fournissent, pour l'année suivante, une foule d'informations concernant essentiellement les objets mobiles du Système solaire.

Les calculateurs travaillent au sein de l'Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides (IMCCE). En 1792, le Bureau des longitudes, à l'observatoire de Paris, a publié le premier bulletin.

Nous allons essayer, en utilisant les éphémérides de la Lune (figure 1), de « retrouver » certaines caractéristiques des mouvements de notre satellite. Inutile de vous cacher qu'il faudra nous limiter aux problèmes les plus élémentaires.

Les phases de la Lune

Dans sa révolution autour de la Terre, la Lune passe par quatre célèbres points de son orbite (figure 2) : la nouvelle Lune (NL), lorsque cet astre est en conjonction en longitude avec le Soleil.

La Lune, « vue » de la Terre, est alors éclairée à contre-jour et reste donc invisible. Les points

suivants sont le premier quartier (PQ), la pleine Lune (PL) et le dernier quartier (DQ).

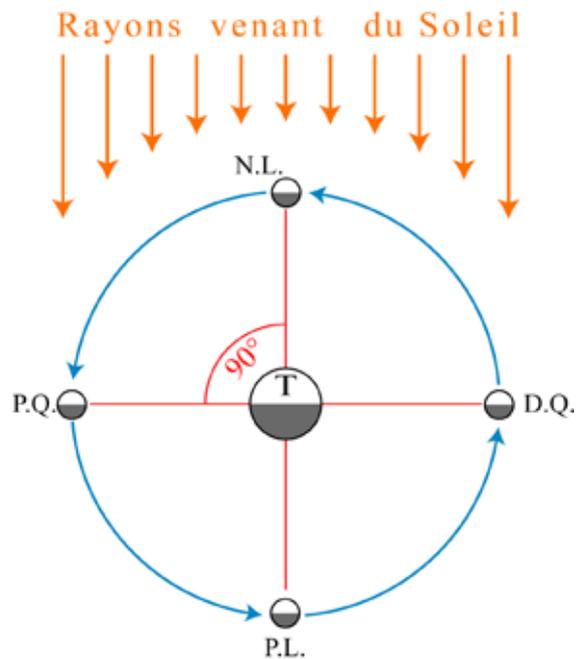


Fig.2. Les phases de la Lune.

Lune — Août 2019											
Jour du mois	à 0 ^h UT						à Paris				
	Ascension droite	Déclinaison	Paral. horiz. équat.	Frac. écl.	Libration		Angle de pos. axe phase		lever	pass.	couch.
	h m	° ' "	° ' "		l	b	°	°	h m	h m	h m
1	8 37.9	+20 17	60 46	0.00	-2.73	-2.20	16.08	147.3	4 26	12 21	20 04
2	9 40.0	+17 05	61 00	0.01	-0.93	-3.79	20.28	275.7	5 47	13 21	20 40
3	10 39.7	+12 44	60 56	0.05	+0.95	-5.11	22.96	284.0	7 10	14 17	21 09
4	11 36.9	+ 7 38	60 36	0.12	+2.77	-6.07	24.02	287.9	8 31	15 11	21 36
5	12 31.7	+ 2 10	60 03	0.21	+4.39	-6.61	23.55	289.6	9 51	16 02	22 01
31	11 12.7	+ 9 49	61 22	0.01	+0.65	-5.67	23.73	264.4	6 03	12 57	19 35
		h m						h	diam.	distance	
N.L.	1 aou	3 12						périgée 2 aou 7	33' 15"	359 398 km	
P.Q.	7 aou	17 31						apogée 17 aou 11	29' 25"	406 245 km	
P.L.	15 aou	12 29						périgée 30 aou 16	33' 27"	357 176 km	
D.Q.	23 aou	14 56									
N.L.	30 aou	10 37									

Fig.1. Extrait d'une page des éphémérides de la Société Astronomique de France (réalisation Jean Meeus).

Notons ici que les points des phases se trouvent toujours aux extrémités d'une croix centrée sur la Terre, chaque branche orientée à 90° de ses voisines, la branche Terre – NL visant toujours le centre du Soleil.

Premiers calculs, phases et lunaison

Les éphémérides permettent de calculer la durée de chaque phase. Si on le fait pour le mois d'août 2019 (données sur la figure 1), on obtient :

- de la NL au PQ : 6 j 14 h 19 min ;
- du PQ à la PL : 7 j 18 h 58 min ;
- de la PL au DQ : 8 j 2 h 27 min ;
- du DQ à la NL : 6 j 19 h 41 min.

On observe des différences importantes, incompatibles avec une trajectoire circulaire de la Lune parcourue à vitesse constante.

Un autre calcul consiste à compter le nombre de jours entre deux nouvelles lunes, la lunaison. Si on compte en nombre entier de jours, on obtient pour 2019 : 29 j, 30 j, 30 j, 29 j, 30 j, 29 j, 30 j, 29 j, 29 j, 30 j, 29 j, 30 j, soit 6 lunaisons de 29 jours et 6 lunaisons de 30 jours, ce qui donne une moyenne de 29,5 jours.

Si on tient compte de l'heure, on trouve comme durée de la lunaison en jours : 29,82 j, 29,79 j, 29,7 j, 29,58 j, 29,47 j, 29,38 j, 29,33 j, 29,31 j, 29,33 j, 29,38 j, 29,48 j, 29,59 j (moyenne 29,51 jours). On voit ici une seconde irrégularité : la lunaison varie entre 29,33 jours et 29,82 jours.

L'orbite de la Lune

Notre Lune se déplace sur une orbite elliptique dont la Terre occupe l'un des foyers.

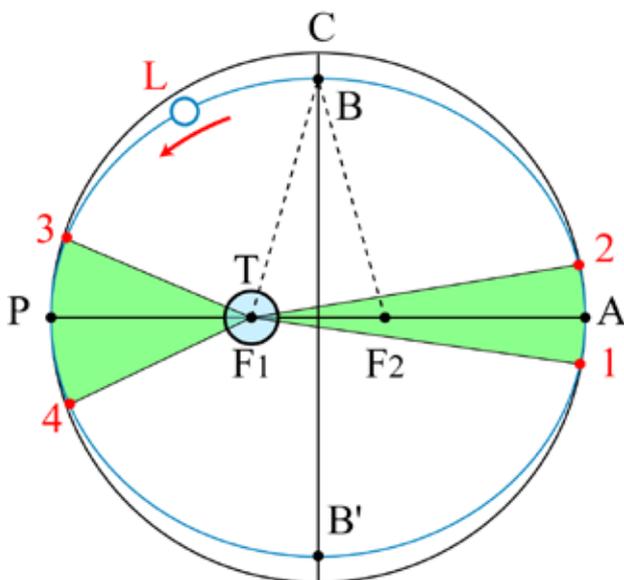


Fig.3. L'orbite de la Lune et la loi des aires.

La figure 3, qui montre une ellipse un peu plus aplatie qu'en réalité pour la rendre plus lisible, se compose comme suit :

- AP, le grand axe avec A, l'apogée, éloigné de T (la Terre) et P le périégée, plus proche de T ;
- BB', le petit axe, CB étant l'aplatissement par rapport au cercle ;
- F₁ et F₂, les deux foyers de l'ellipse.

Kepler découvrit la loi des aires : si un corps, en orbite autour d'un autre (l'orbite étant une ellipse), se déplace de 1 à 2 puis de 3 à 4 dans le même temps, les deux zones en vert auront la même aire. Le corps en orbite doit donc se déplacer plus vite entre 3 et 4 qu'entre 1 et 2. La Lune ne tourne donc pas à vitesse constante autour de la Terre (voir le paragraphe vitesse de la Lune). C'est d'ailleurs la même chose pour le couple Terre Soleil. Pour l'instant, seuls deux corps sont impliqués dans notre promenade...

Périégée et apogée

Les éphémérides indiquent les distances des périégées et apogées (données depuis le centre de la Terre). Si nous en dressons un tableau à chaque lunaison sur une année, cela donne la figure 4.

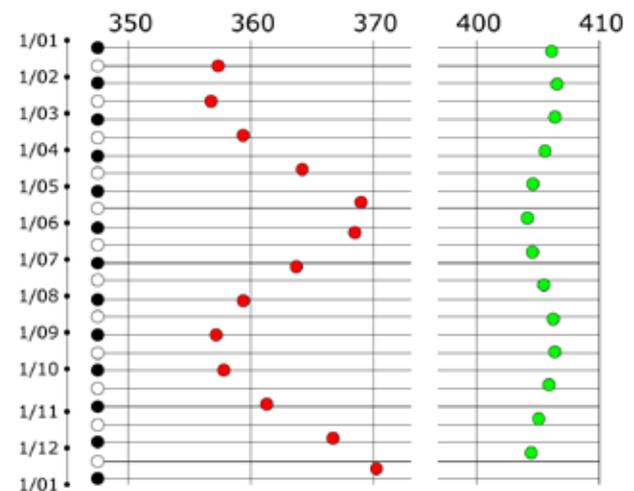


Fig.4. Passages de la Lune au périégée (en rouge) et à l'apogée (en vert) en 2019 (distances en milliers de km). On a également indiqué à gauche les phases de la Lune, NL et PL.

Les périégées varient entre 357 000 km et 369 000 km avec deux minimums ; les apogées font presque de même, mais entre 404 000 et 406 500 km.

Il nous semble que le Soleil intervient dans les oscillations de nos graphiques : en effet, le grand axe et le petit axe de l'orbite gardent approximativement leur position par rapport aux étoiles (sur des temps « pas trop longs »¹).

1 Le grand axe se déplace quand même mais lentement avec une période de près de 9 ans.

Il arrive donc que le grand axe pointe en direction du Soleil, deux fois par an en moyenne. Ce fut le cas mi février (périgée en même temps qu'une pleine Lune) et début septembre (périgée en même temps qu'une nouvelle Lune). Les attractions Soleil – Terre – Lune s'échangent sur une ligne à peu près droite d'où ce couplage des positions : quand les apogées s'éloignent de la Terre, les périgées se rapprochent. On dit que l'excentricité de l'orbite augmente. Nous venons de plonger dans le fameux problème des trois corps. Les calculs des astronomes deviennent beaucoup plus complexes mais les ordinateurs, alimentés par des milliers de données, rendent le travail moins long.

Vitesse de la Lune

Puisque notre satellite accélère en partant de son apogée vers le périgée et ralentit ensuite jusqu'à l'apogée, il est normal que les intervalles entre les différentes phases n'aient pas la même durée. Il est possible de calculer les temps de passage entre chacune des phases.

Mois	NL à PQ	PQ à PL	PL à DQ	DQ à NL
janvier	8,22	6,94	6,66	8
février	8,06	6,73	6,82	8,19
mars	7,77	6,64	7,1	8,19
avril	7,43	6,67	7,46	8,02
mai	7,1	6,83	7,81	7,73
juin	6,83	7,11	8,05	7,4
juillet	6,65	7,45	8,15	7,08
août	6,6	7,79	8,1	6,82
septembre	6,69	8,06	7,92	6,66
octobre	6,93	8,18	7,65	6,62
novembre	7,28	8,13	7,32	6,75
décembre	7,66	7,93	6,99	7,01

Fig.5. Durée d'une phase à une autre en 2019, comptée en jours décimaux. Le mois indiqué est celui du milieu de la lunaison.

Les éphémérides nous donnent les dates et les heures de ces phénomènes et, en face, les dates et heures des minimums et maximums des distances Terre-Lune (figure 1).

On peut faire quelques remarques :

- en début d'année, la pleine Lune avait lieu en même temps que le périgée (sur la figure 4, rond blanc et rond rouge sur la même ligne). La vitesse de la Lune étant alors plus grande, les périodes autour de la pleine Lune sont plus courtes, moins de 7 jours de PQ à PL ou de PL à DQ ;
- en septembre, c'est la nouvelle Lune qui avait lieu en même temps que le périgée et ce sont les périodes autour de la nouvelle Lune les plus courtes, avec moins de 7 jours de DQ à NL ou de NL à PQ.

Mais les résultats ne présentent pas, dans leurs répétitions, de régularité saisissante.

On peut voir, là encore, les interactions entre tous les facteurs définissant les mouvements de la Lune : orbite inclinée en moyenne de 5° par rapport au plan de l'écliptique ; mouvement de précession de cette orbite sur 18 ans ½ environ ; rotation du grand axe de l'orbite en 9 ans, dans son propre plan ; évection²; librations, équation annuelle et même de petites variations dues aux planètes proches !

La Lune ne passe jamais deux fois au même endroit ; vous pouvez alors apprécier la grande précision dans le calcul des éclipses !

Bon courage en utilisant les éphémérides et n'oubliez pas la sublime beauté d'un joli ciel étoilé.

■

² Variation périodique du mouvement de la Lune causé par l'attraction solaire du fait de l'excentricité de l'orbite lunaire.

Les éphémérides dans les productions du CLEA

Dans le hors-série n° 11 Les constellations texte sur les coordonnées pages 49 à 54 et diaporama sur le CD

Sur le site du CLEA (www.clea-astro.eu), onglet lunap puis onglet coordonnées (avec une présentation ppt)

Dans les anciens numéros des Cahiers Clairaut (clea-astro.eu/archives).

(tous les numéros de plus de 3 ans sont en libre accès sur notre site clea-astro.eu, archives des CC).

Utiliser les éphémérides avec des élèves CC n° 160 (2017).

Les coordonnées célestes, notions de base n° 155 (2016).

Les planètes médicéennes de Jupiter, de la «découverte» aux calculs astronomiques de Galilée CC n° 130 (2010).

Vitesse de la lumière : Römer revisité CC n° 130 (2010).

Du bon usage des éphémérides obtenues à l'IMCCE avec l'aide d'un tableur CC n° 116 (2006).

Origines du Bureau des Longitudes CC n°s 55-56-57 (1991-1992).