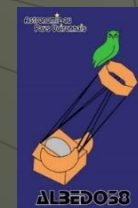


Le couple Terre - Lune et la Lunaison



JL Mainardi
Aout 2023
Albedo 38

Le mouvement de la Lune autour de la Terre

- Orbite elliptique

- excentricité $e = 0,054$
(aplatissement de l'ellipse)
- demi-grand axe :
 $a = 384\,748$ km

- Distance moyenne : 384400 km

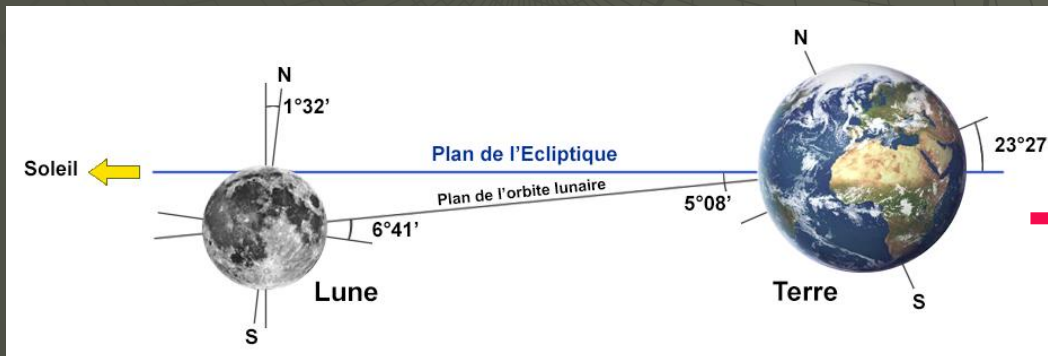
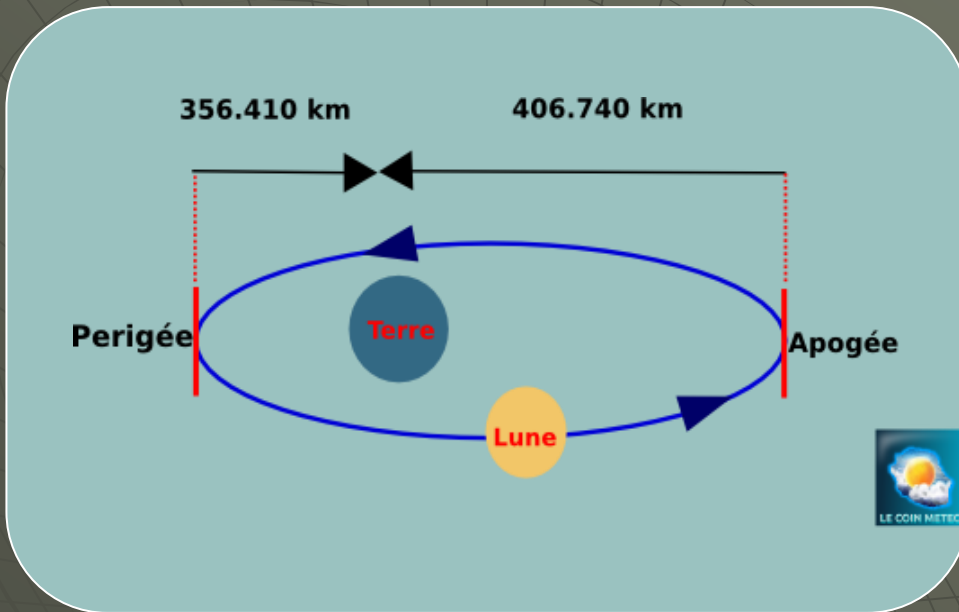
Périgée = 356 410 km

Apogée = 406 740 km

(la distance peut varier de 1000 km en 6 heures de temps !)

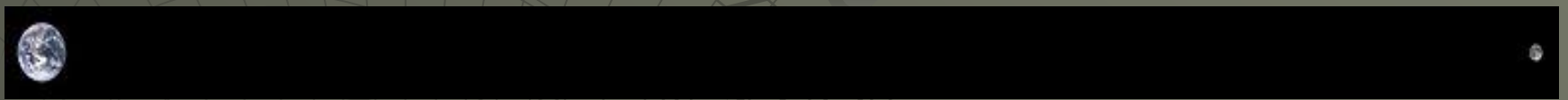
- Révolution de la Lune autour de la Terre:

Période Sidérale = 27,32 j

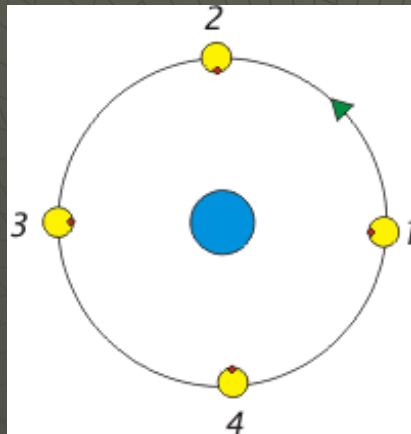


Les Pleines lunes d'été sont basses sur l'horizon-les Pleines Lunes d'hiver sont hautes sur l'horizon

La Terre et La Lune

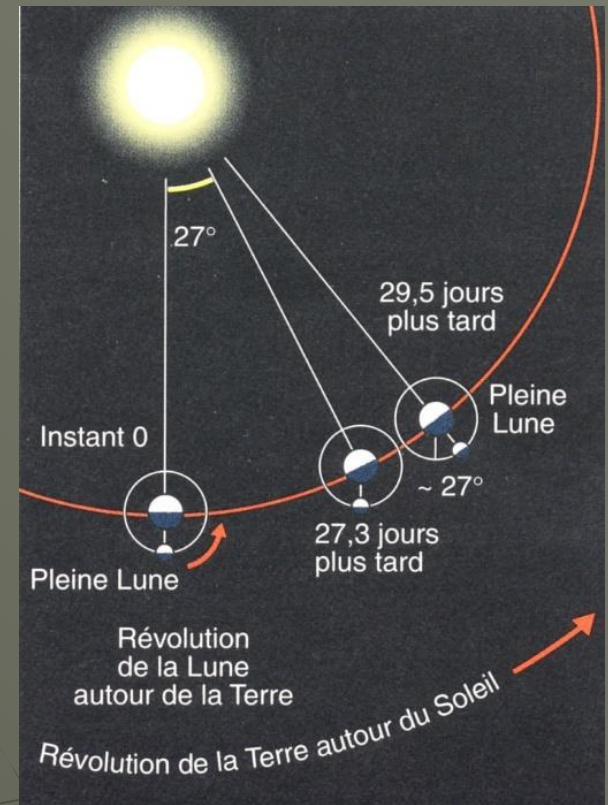
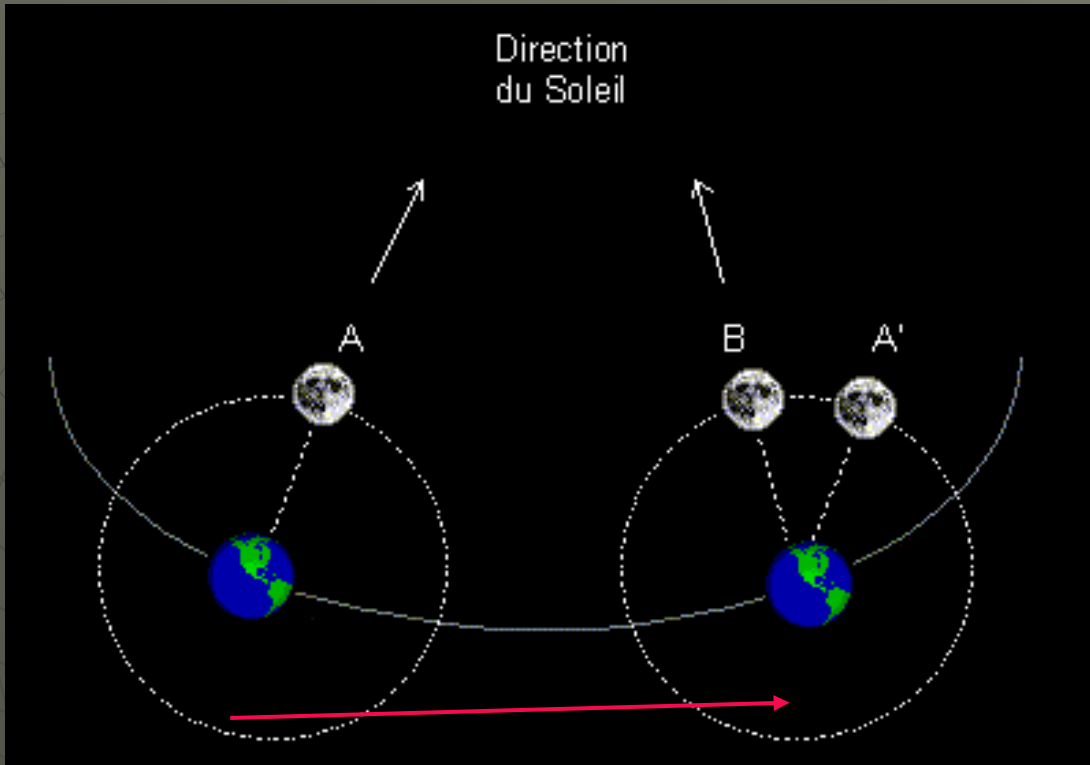


(Représentation à l'échelle de la distance et des diamètres)



**Période Rotation de la lune sur elle-même en synchronisme
avec la Révolution Sidérale = 27,32 j**
==>la lune présente toujours la même face !

Diamètre Terre = 12 756 km
Diamètre Lune = 3 475 km
(Lune = Europe)



Révolution de la Lune autour de la Terre (de A à A') =

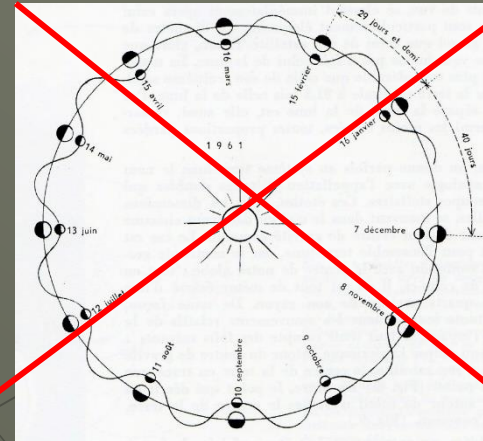
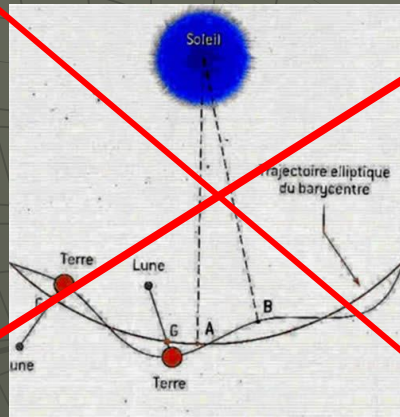
Période sidérale T sidérale = 27,32 j

Même configuration des directions Soleil - Terre - Lune (de A à B) =

Période synodique T synodique = 29,53 j

==>La période synodique est plus longue car la Lune doit décrire en plus l'arc A'B du fait du déplacement de la Terre sur l'écliptique (→)

La Lune tourne aussi autour du Soleil !!!



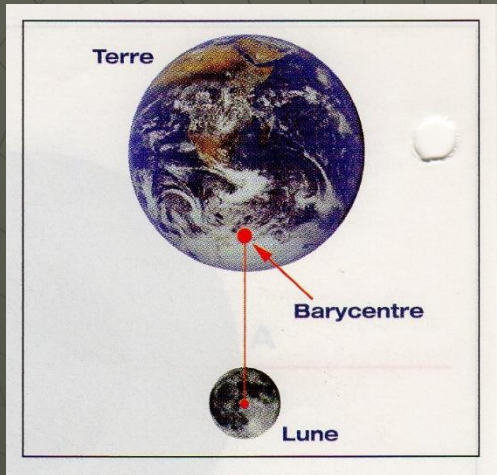
L'orbite de la Lune autour du Soleil présente toujours la même convexité (courbure) vers le Soleil

Le Couple Terre-Lune

La Terre et la Lune sont liées gravitationnellement :
on parle de "Couple Terre - Lune"

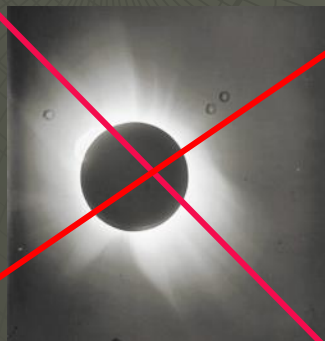
Effet des marées = Frottement de l'eau sur la terre
==> Allongement de la durée du jour
de 23 microsecondes par an

Conséquence = éloignement de la Lune de 38 mm /an
(76 m depuis 2000 ans) par Principe de conservation
du Moment cinétique de rotation du couple



$$M_{\text{terre}} = 81 \times M_{\text{Lune}}$$

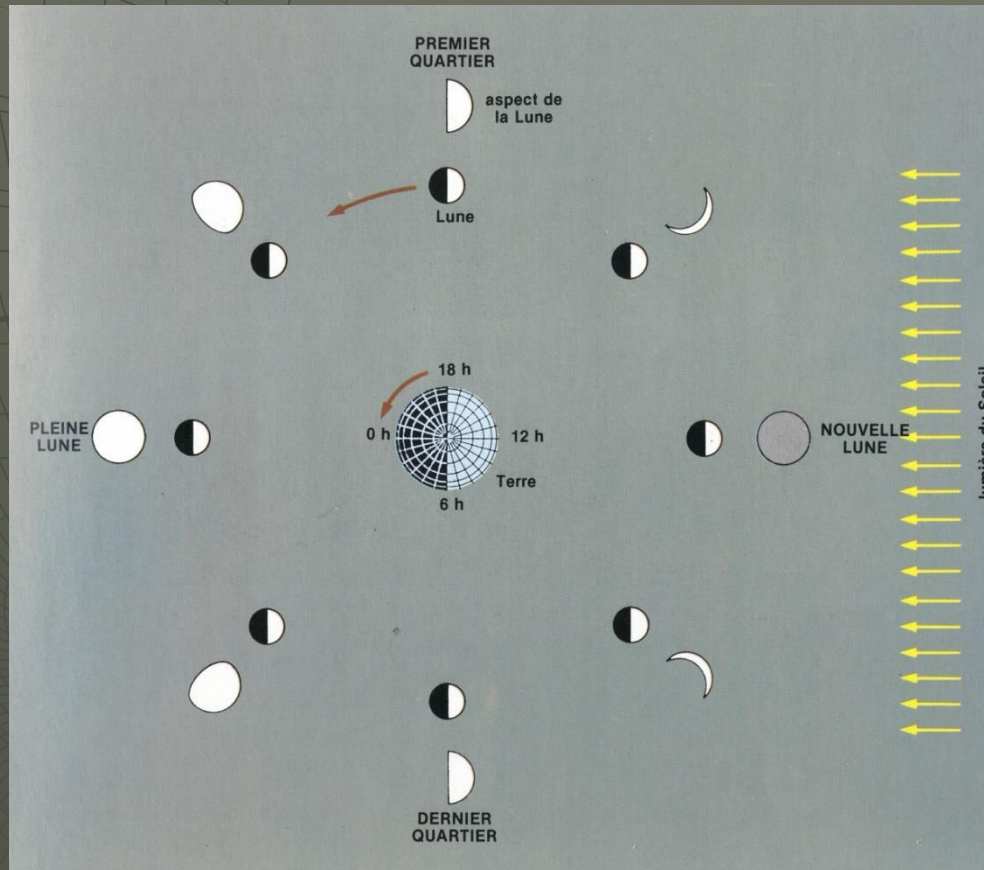
A terme : disparition des éclipses totales



Eclipse annulaire

Orientation Soleil - Terre - Lune :

La Lunaison



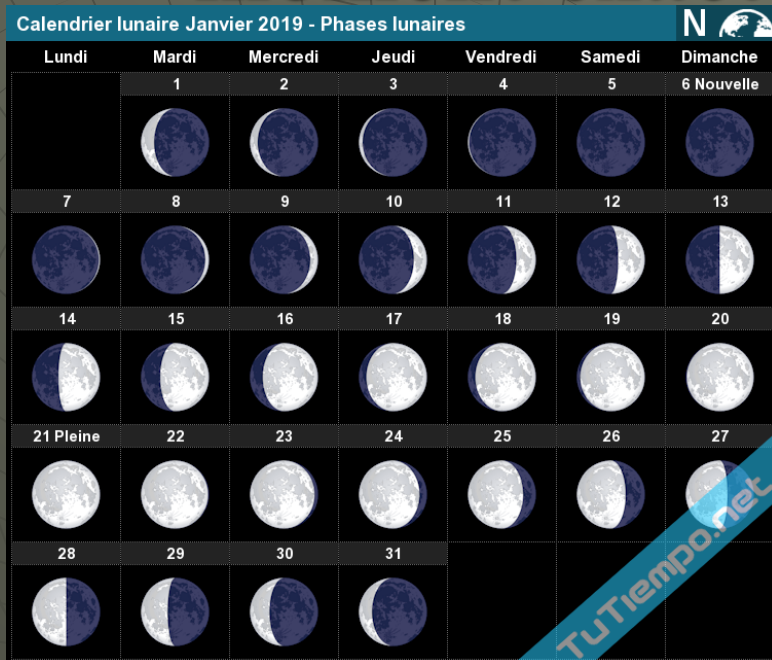
2 Syzygies :
NL et PL
(alignement
des 3 astres)

La Lunaison est la période de temps qui sépare
deux phases lunaires identiques successives
Lunaison moyenne (Période synodique) = 29,53 jours



**Les différents aspects d'une lunaison: NL-PQ-PL-DQ :
= 4 phases de 7 jours environ = définition de la semaine**

Le problème de la détermination du moment exact de la Pleine Lune



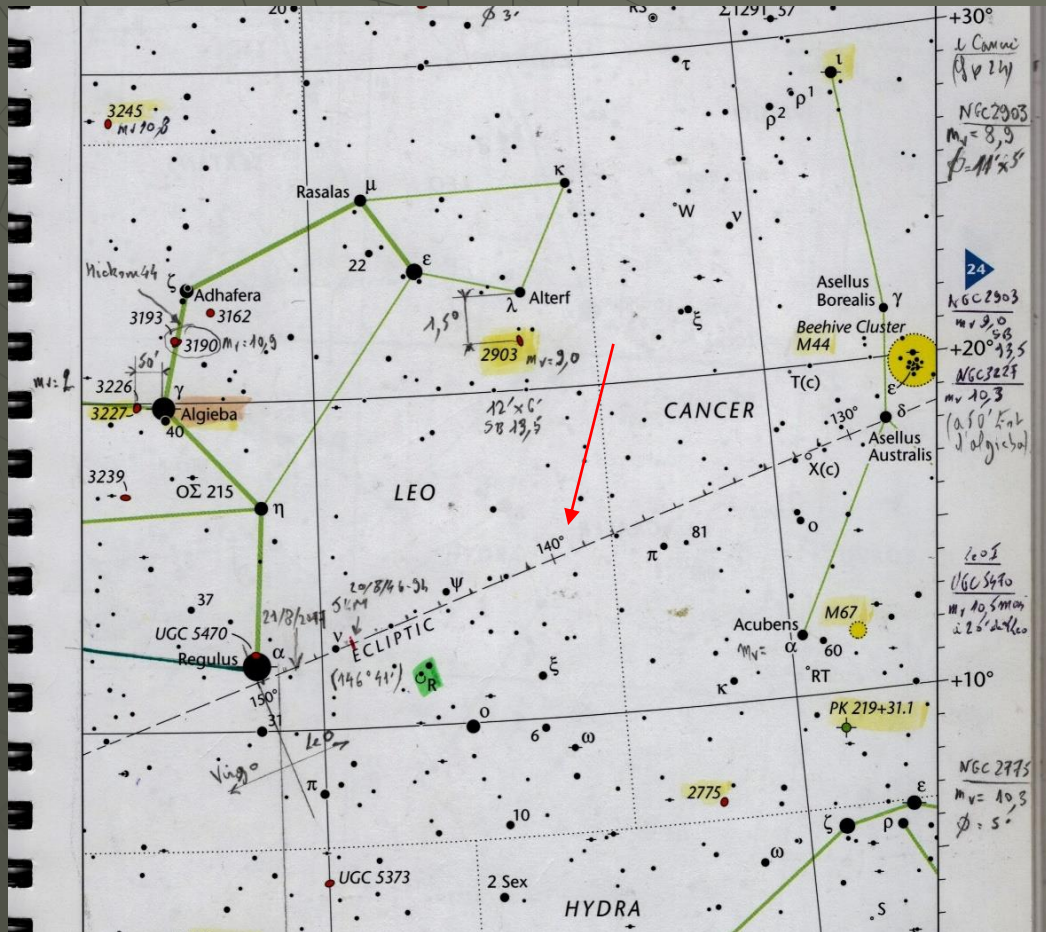
Exemple= calendrier Janvier 2019

==> Durant environ 5 j, l'aspect de la lune à l'œil nu ne change pas de façon sensible = difficulté pour déterminer l'instant exact de la Pleine Lune

Problème pour les Chrétiens pour déterminer la Pleine Lune Pascale de Mars :

==> Lune mathématique du Comput (détermination à l'aide de l'épacte et du nombre d'Or - (cf mois de Février du Calendrier))

Détermination exacte des phases lunaires



Définition exacte des phases lunaires:

Les phases lunaires sont définies par les coordonnées écliptiques (et non pas par les coordonnées équatoriales)

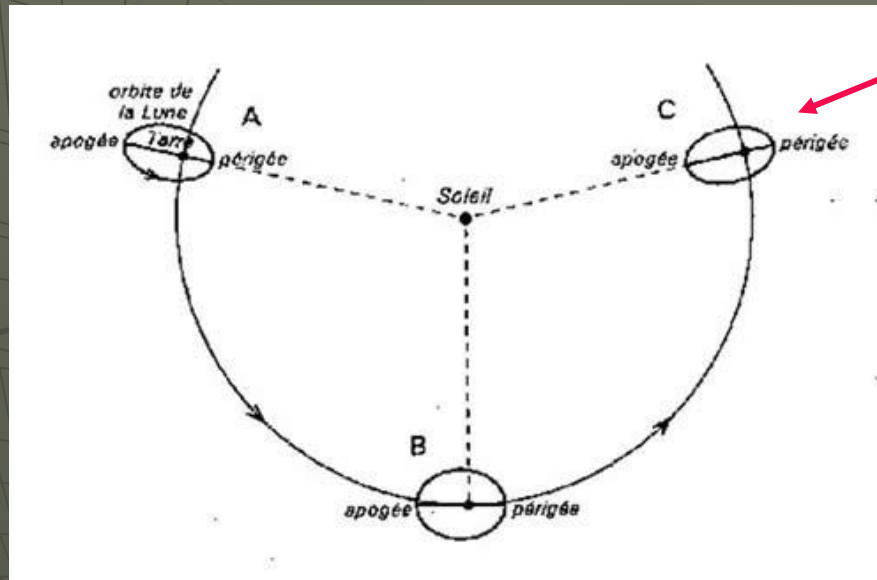
Exemple :

-le moment exact de la NL est celui quand la longitude écliptique de la Lune est égale à celle du Soleil

-le moment exact de la PL est celui quand la longitude écliptique de la Lune est à 180° de celle du Soleil

Carte 35 du PSA: longitude écliptique repérée $=140^\circ$ (flèche rouge)

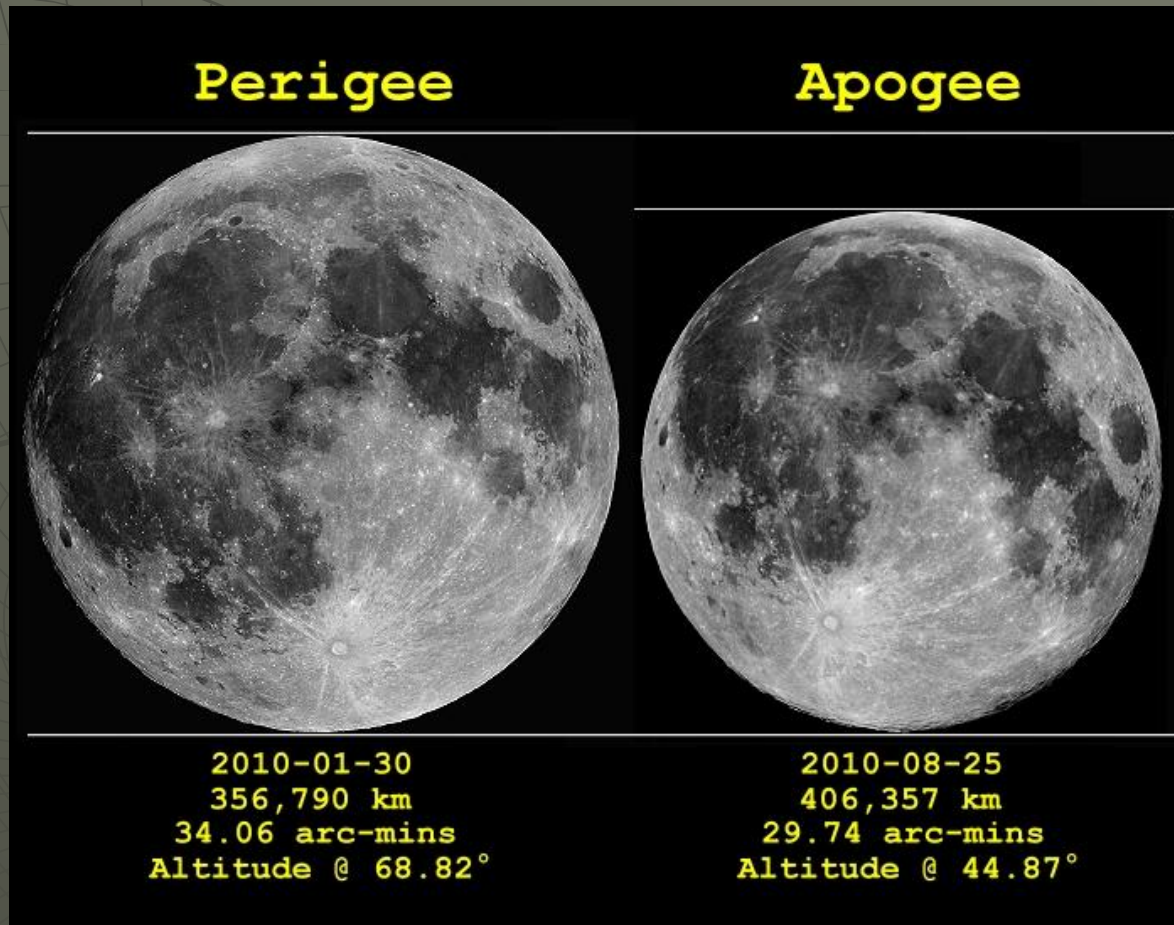
Regardons en détail la Lunaison



L'orientation du grand axe de l'orbite elliptique lunaire vers le Soleil se modifie lors du déplacement de la Lune autour du Soleil (cycle de 9 ans) :
A certaines époques le périgée est dirigé vers le Soleil à d'autres époques c'est l'apogée qui est dirigée vers le Soleil

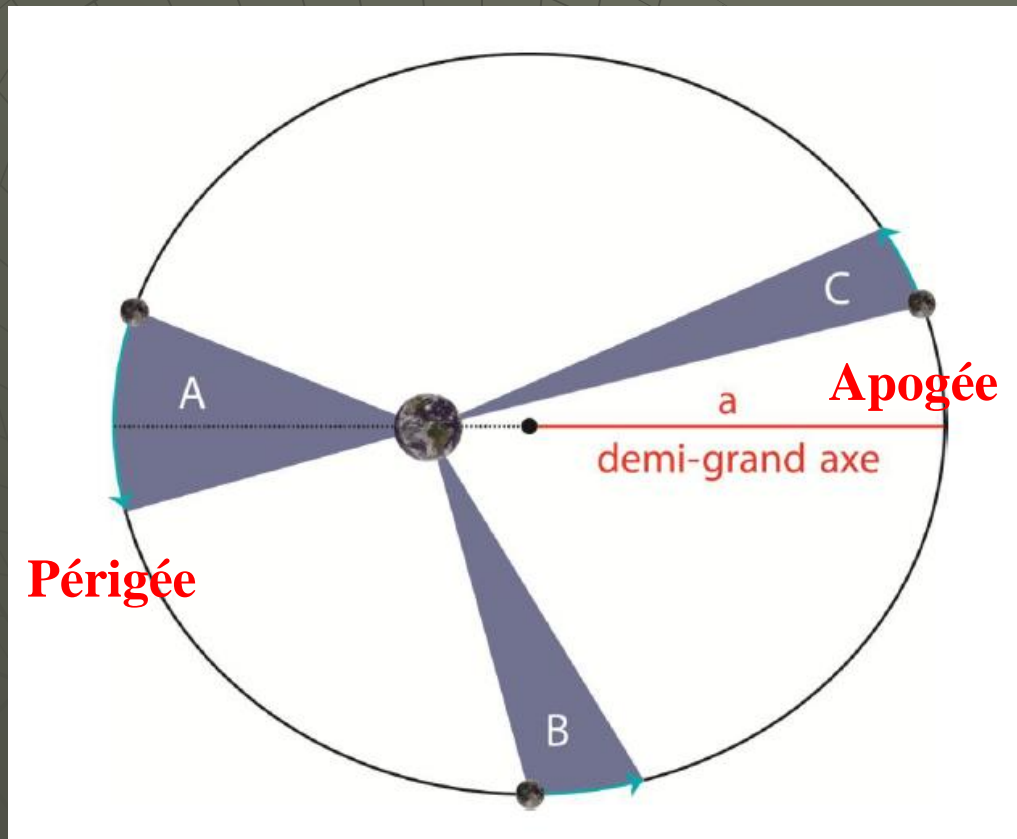
NB : Quand le périgée est opposé au Soleil et que la Pleine Lune a lieu à ce moment (cas de figure C), on a une *Super Lune*

Super Lune (des médias)



La dimension angulaire d'une Pleine lune au périgée (Super Lune) est 1,14 fois plus grande que la dimension angulaire d'une Pleine Lune à l'apogée (et sa luminosité est 1,3 plus importante)

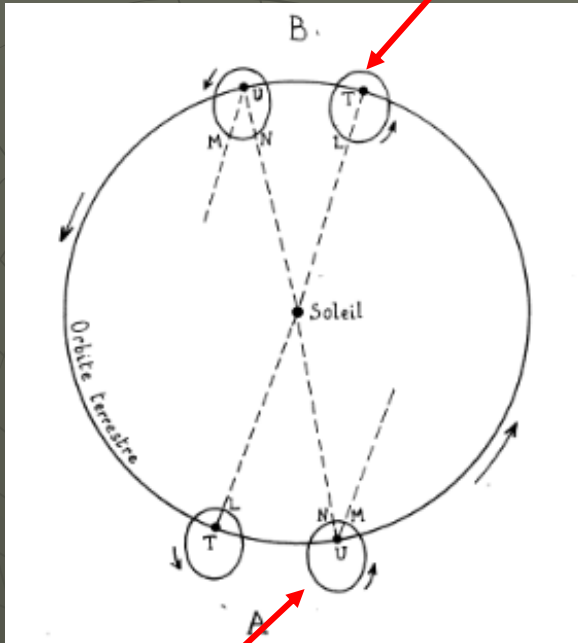
Conséquence d'une orbite elliptique : la vitesse de déplacement n'est pas constante le long de l'orbite



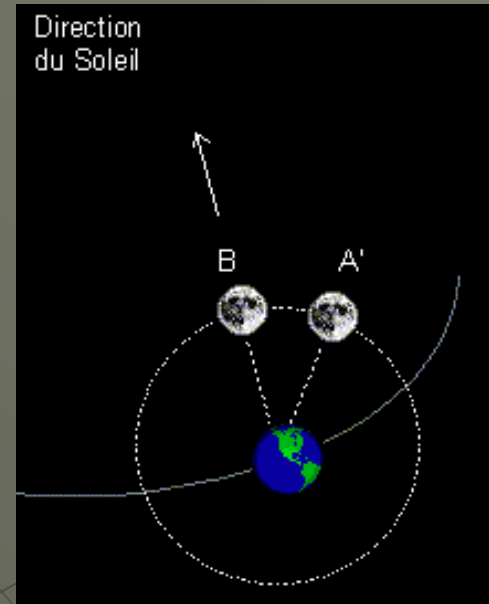
Du fait de la deuxième
Loi de Kepler (Loi des Aires)
les surfaces des triangles A et
C sont les mêmes pour
des temps de parcours égaux

Conséquence:
la vitesse linéaire
de la Lune est plus rapide
en A qu'en C
==> La Lune parcourt plus
rapidement son orbite en A
qu'en C
(l'arc est plus grand pour
une même durée)
==> La vitesse de la Lune est plus
rapide au périgée qu'à l'apogée

1- apogée vers Soleil



2- périgée vers Soleil



Suivant l'orientation du grand axe de l'ellipse au moment de la Nouvelle Lune (ou de la Pleine Lune de façon symétrique) le temps de parcours pour décrire l'arc AB' sera plus ou moins long

Cas 1 = périgée de l'ellipse opposé au Soleil :
durée courte car vitesse élevée
==> Le Lunaison sera courte

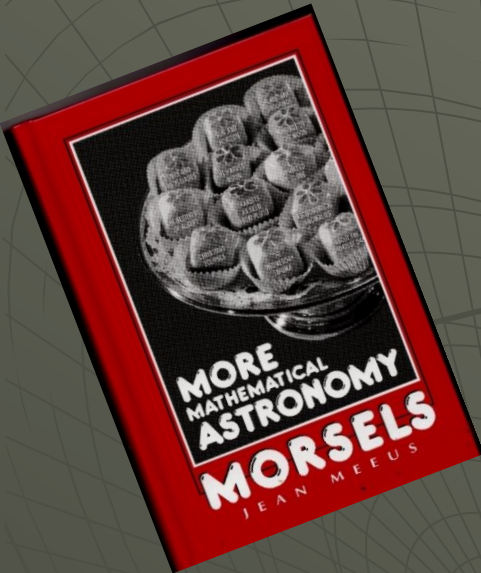
Cas 2 = Apogée de l'ellipse opposée au Soleil :
durée longue car vitesse lente
==> la Lunaison sera longue

La période de Lunaison varie donc en fonction de l'orientation du grand axe de l'orbite lunaire

En moyenne la lunaison est de 29 jours 12 heures 44 minutes
29,53 jours

Mais cette durée est variable :

- Lunaison la + courte (durant la période 1760-2200)
= 29 jours 6 heures 34 min
(PL du 15 Juin 1783 au 14 Juillet 1783)
- Lunaison la + longue (durant la période 1760-2200)
= 29 jours 19 heures 58 minutes
(PL du 16 Décembre 1880 au 15 Janvier 1881)



Données issues
du Livre de
Jean Meeus

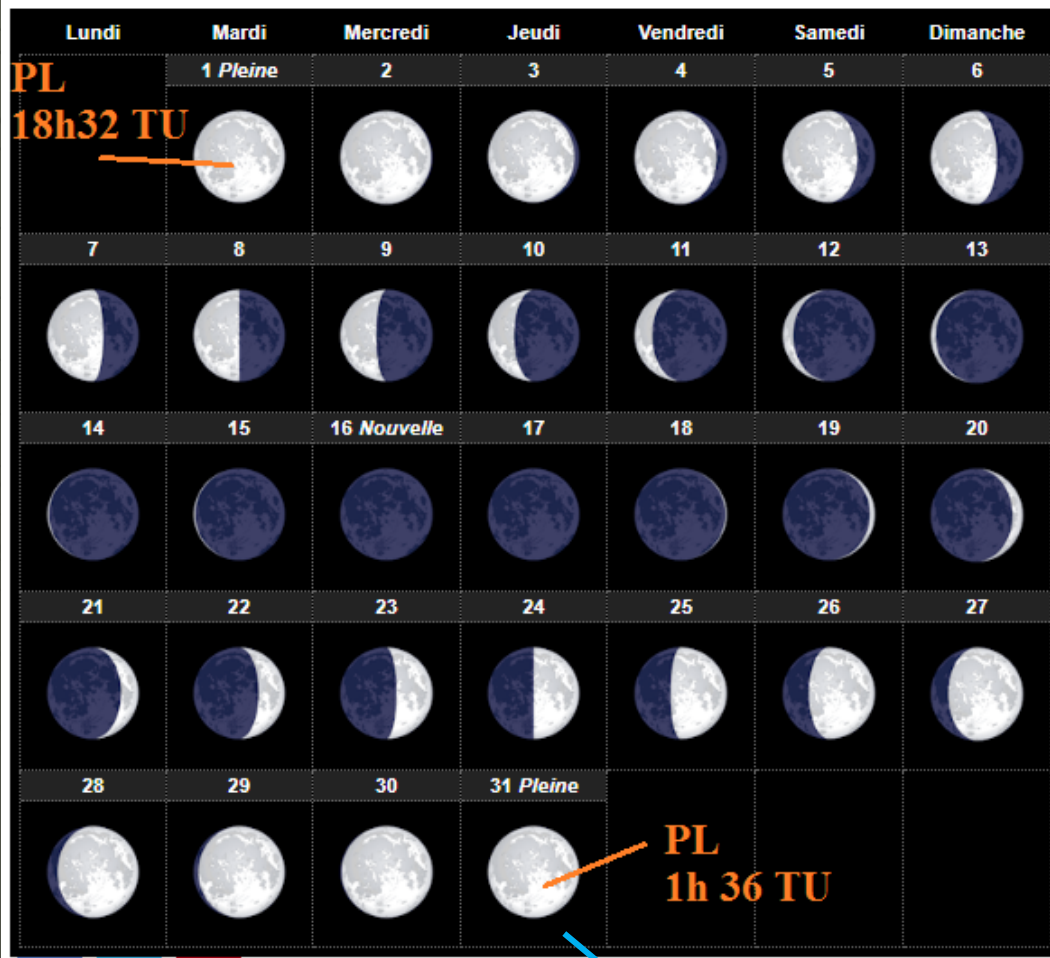
[Au 21^{ème} Siècle= 29 jours 19 heures 53 minutes entre les PL
du 11 Décembre 2027 et 9 Janvier 2028]

NB: La durée de la lunaison dépend aussi de l'excentricité de l'orbite terrestre

Quand e est supérieur à 0,047 la lunaison peut être supérieure à 30 j mais elle ne peut jamais être inférieure à 29 j

La Lunaison d'Aout 2023

Durée de la Lunaison en Aout 2023



Dates France:

1er Aout : de 18 h 32 à 24 h
= 5h 28 min

Du 2 Aout-0h au 31 Aout-0h
= 29 j

Du 31 Aout 0h à 1h 36 TU
= 1h 36

Durée Lunaison = 29 j 7 h 4 min

C'est donc une lunaison
particulièrement courte
la PL lieu près du périgée
==>Super Lune



Blue Moon

Les 2 pleines lunes d'Aout 2023

Pleine Lune du 1er Aout 2023-18 h 42 TU

Longitude écliptique du Soleil = $129^{\circ} 15'$

Longitude écliptique de la Lune = $309^{\circ} 15'$

Différence entre les longitudes écliptiques = 180° ==> Pleine Lune

Pleine Lune du 31 Aout 2023-1h 36 TU

Longitude écliptique du Soleil = $157^{\circ} 25'$

Longitude écliptique de la Lune = $337^{\circ} 25'$

Différence entre les longitudes écliptiques = 180° ==> Pleine Lune

NB : L'écliptique, qui représente sur le ciel le trajet du Soleil au cours d'une année est graduée en 360° avec l'origine 0° au point vernal γ . D'un mois sur l'autre le Soleil se déplace de $\# 30^{\circ}$ sur l'écliptique soit 360° en une année.

Mois calendaire avec 2 Pleines Lunes

(soit 5 phases lunaires dans le mois)

Combien de temps cela prend-t-il pour qu'une même phase lunaire décrive en moyenne tous les jours d'un mois ?



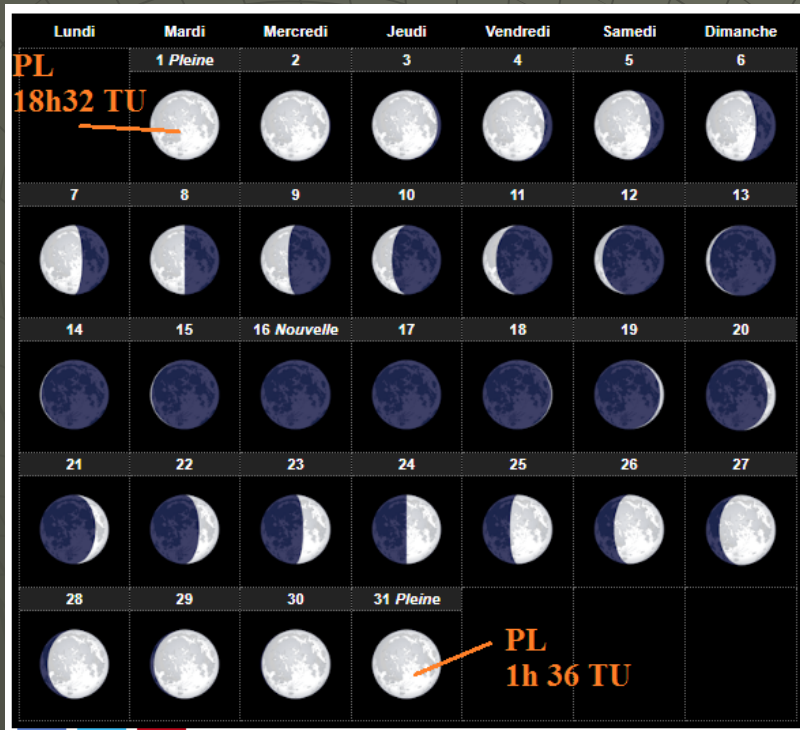
- Durée moyenne d'un mois $M = 365,2425 \text{ j} / 12 = 30,436875 \text{ jours}$
- Durée moyenne d'une lunaison $L = 29,530589 \text{ jours}$
- d'où un écart $(M-L) = 0,906286 \text{ jours mensuellement}$

Donc en moyenne après une durée de $30,436875 / 0,906286$ soit 33,5 mois la même phase lunaire se retrouve au même jour (quantième) du mois
Ce qui a lieu selon un intervalle de 32,5 mois soit $32,5 / 12 \approx 2,7$ ans

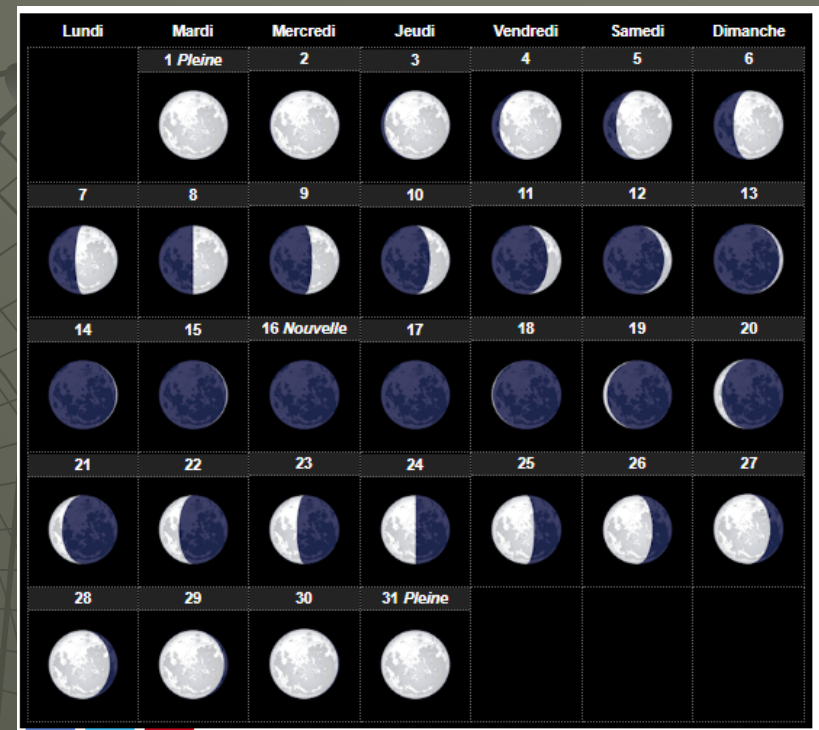
==> Tous les 2,7 ans on retrouve en moyenne un mois à 2 Pleines Lunes
Prochain mois avec Blue Moon (2 PL dans le mois) = Mai 2026
(Quid de Février d'une année Bissextile ?)

Hémisphère Nord-Hémisphère Sud et aspect de la Lune

Exemple : Lunaison Aout 2023



Hémisphère Nord (Voiron)



Hémisphère Sud (Le Cap)

Entre les 2 hémisphères l'aspect des phases lunaires est symétrique !

