

# La Lune



Photo : Bruno Cravic

## Caractéristiques physiques de la Terre et de la Lune

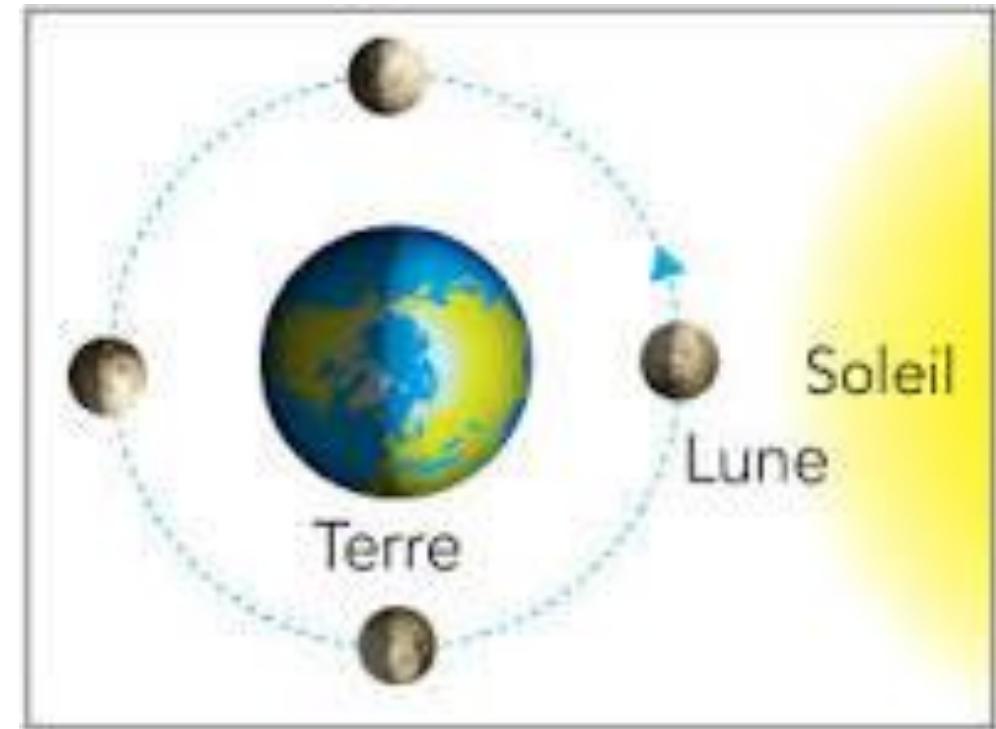
- Masse de la Terre  $\approx 6 * 10^{24}$  kg
- Rayon de la Terre  $\approx 6378$  km
- Masse de la Lune  $\approx 7,35 * 10^{22}$  kg
- Rayon de la Lune  $\approx 3475$  km

Rapport des masses Terre/ Lune : 81

Rapport des rayons Terre/Lune : 1,8

Rapport de la distance Terre-Lune en rayon terrestre : 60

Rapport de la distance (Terre-Lune) / Soleil en utilisant la distance Terre-Lune comme unité : 400



# Caractéristiques physiques de Jupiter et de Io

- Masse Jupiter  $\approx 1,9 * 10^{27}$  kg
- Rayon de Jupiter  $\approx 71\,000$  km
- Masse Io  $\approx 8,9 * 10^{22}$  kg
- Rayon de Io  $\approx 1821$  km

Rapport des masses Jupiter / Io : 21 000

Rapport des masses Terre/Lune : 81

Rapport de la distance Jupiter/Io en rayon jovien : 6

Rapport de la distance Terre/Lune en rayon terrestre : 60

Rapport de la distance (Jupiter-Io) / Soleil en utilisant la distance (Jupiter/ Io) comme unité : 1800

Rapport de la distance (Terre-Lune) / Soleil en utilisant la distance Terre-Lune comme unité : 400

Ce qui représente 2000 fois la distance (Terre-Lune)/ Soleil.

Le système Jupiter-Io est donc  $2000/400 = 5$  fois plus éloigné du Soleil que le système Terre-Lune.

On donc déjà dire que le champ gravitationnel solaire y sera 25 fois plus faible.

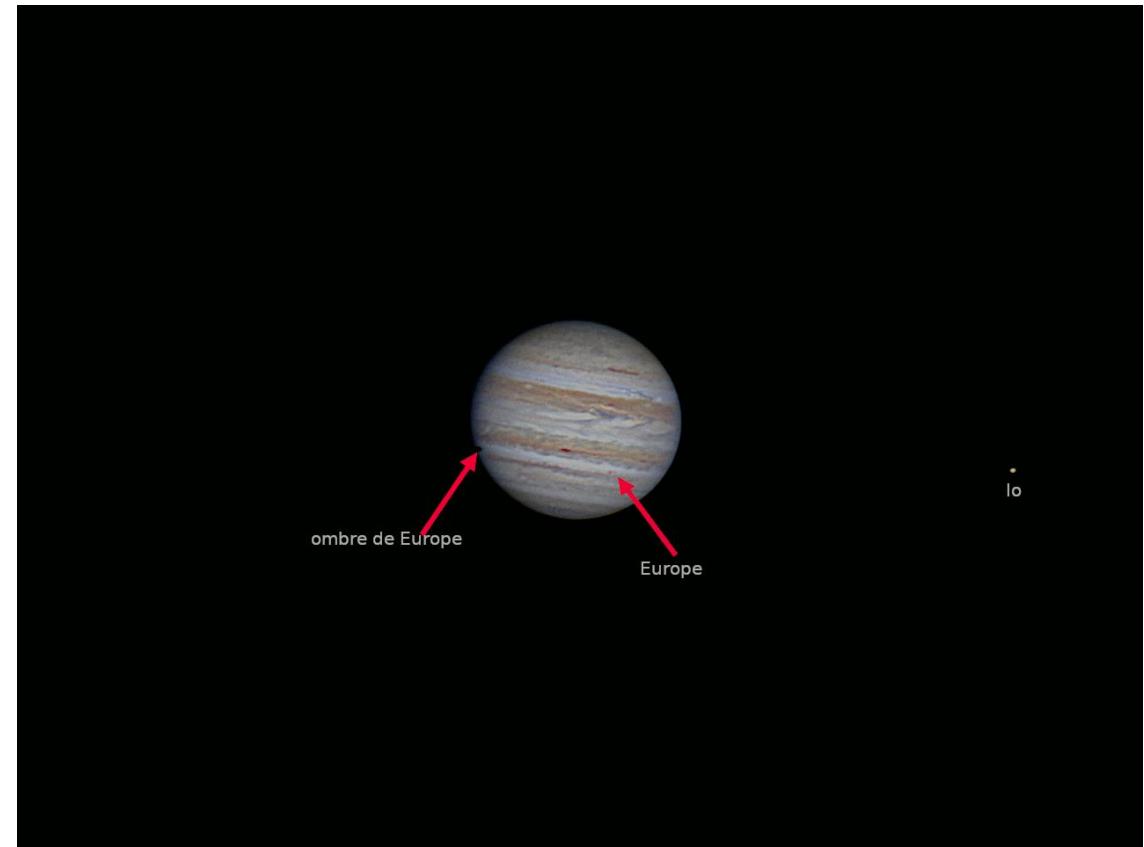
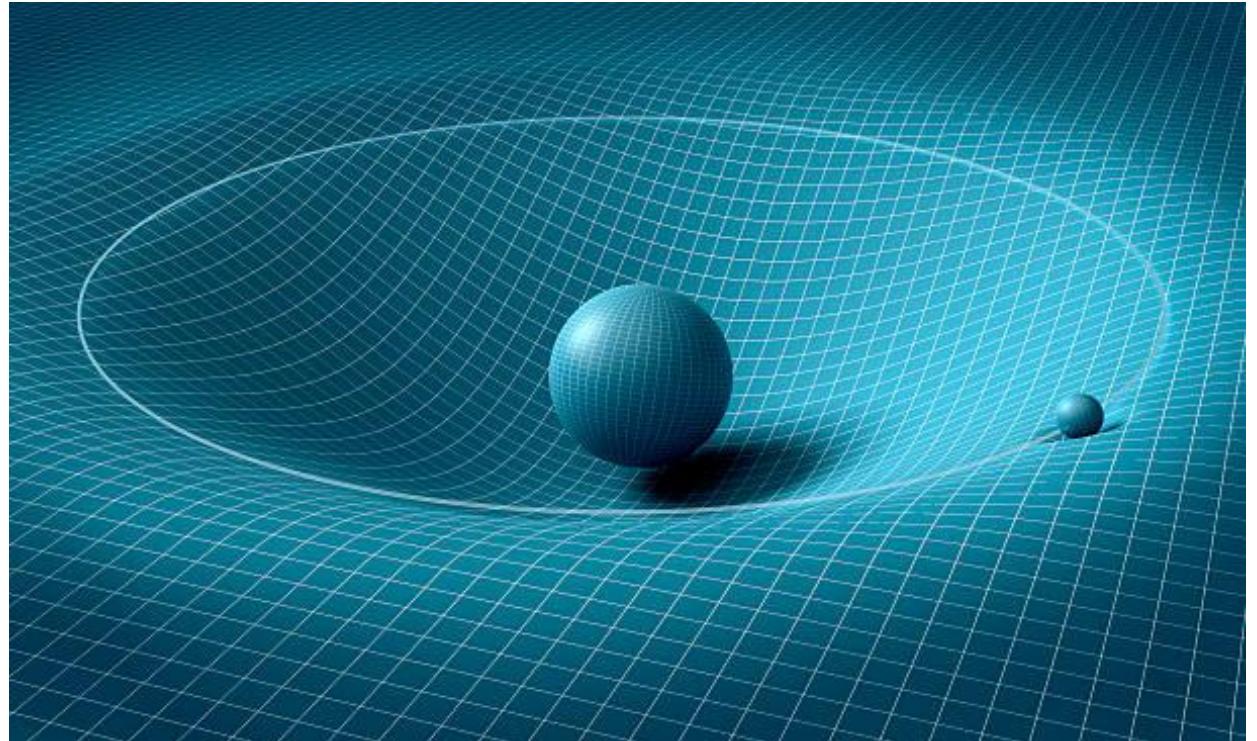


Photo : Bruno Cravic

# Les champs gravitationnels

Le champ gravitationnel du Soleil sur la Lune est deux fois plus grand que celui de la Terre sur la Lune.

Le champ gravitationnel du Soleil sur Io est mille fois plus petit que celui de Jupiter sur Io.



# Mouvements de translation de la Lune autour de la Terre (I)

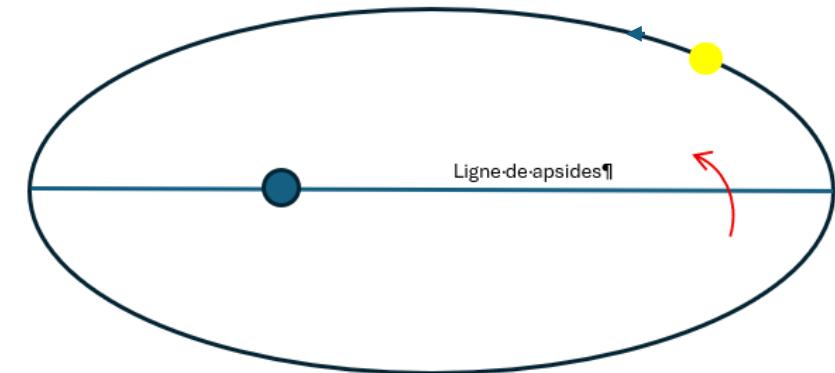
- **Rappel** : L'année sidérale est le temps mis par le Soleil pour accomplir une révolution dans l'écliptique, sa durée est proche de 365,25 jours. La vitesse angulaire moyenne du Soleil dans l'écliptique est de  $0,98^\circ$ .
- **Révolution sidérale de la Lune** : La Lune, satellite de la Terre, se meut autour d'elle dans le sens direct, et comme celle des planètes, sa trajectoire apparente reste comprise dans les limites du zodiaque. La révolution sidérale de la Lune est de 27,322 j.
- **Révolution tropique de la Lune** : La révolution tropique de la Lune se rapporte au point γ, c'est donc l'intervalle de temps nécessaire pour que l'ascension droite de la Lune augmente de 24h. Elle est plus courte que la révolution sidérale de 7s environ et ce, pour les mêmes raisons que pour l'année tropique.

Si la Terre et la Lune étaient isolées dans l'espace, la Lune décrirait par rapport à la Terre une ellipse invariable dont celle-ci occuperait l'un des foyers. Mais le Soleil exerce sur ce mouvement une action perturbatrice considérable qui le trouble profondément. Le mouvement de la Lune est très complexe.

- **Excentricité de l'ellipse** : En quelques heures, le centre de la Lune décrit une trajectoire que l'on peut assimiler à un arc d'ellipse. Mais l'ellipse auquel il appartient se déforme progressivement . Son excentricité varie de 0,045 à 0,065 avec une périodicité de 206 jours, c'est le phénomène d' évection.

# Mouvements de translation de la Lune autour de la Terre (II)

- **Révolution de la ligne des apsides** : la ligne des apsides est la ligne qui passe par les deux points extrêmes de l'orbite d'un corps céleste. Dans le cas de la Lune, la ligne des apsides tourne dans le sens direct. Le périgée accomplit sa révolution autour de la Terre est approximativement de 8,85 ans. Son mouvement est du reste bien loin d'être uniforme.
- **Révolution anomalistique** : Le périgée étant mobile , la période de retour de la Lune à ce point particulier de son orbite est différente de la révolution sidérale, on l'appelle la révolution anomalistique, parce que c'est la période de l'anomalie vraie de la Lune, qui se mesure à partir du périgée même lorsque celui-ci est mobile. La révolution anomalistique est de 27,55 jours.



## Mouvements de translation de la Lune sur la sphère céleste (I)

**Précession de la ligne des nœuds :** Il est commode de considérer en première approximation que la Lune décrit un grand cercle de la sphère céleste. Ce cercle est incliné d'environ  $5,15^\circ$  et il est décrit dans le sens direct. L'inclinaison de ce cercle n'est pas constante, le point  $\lambda$ , où il coupe l'écliptique quand la latitude de la Lune cesse d'être négative pour devenir positive, n'est pas fixe. La trajectoire s'apparente à un cercle mobile.

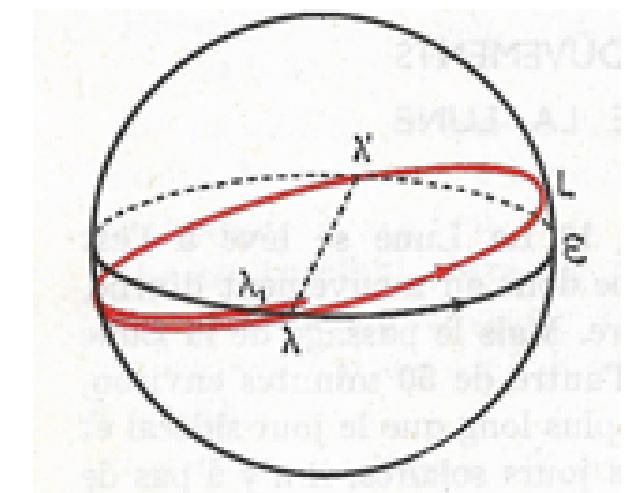
C'est par rapport à l'écliptique que l'on étudie les variations de l'orbite lunaire. Cette orbite  $L$  coupe l'écliptique en deux points diamétralement opposés  $\lambda$  et  $\lambda'$ , appelés nœuds.

Le nœud  $\lambda$  pour lequel la latitude céleste de la Lune s'annule en passant des valeurs négatives aux valeurs positives est dit le nœud ascendant, le point  $\lambda'$  est le nœud descendant.

L'orbite lunaire est définie par la longitude du nœud ascendant et par l'inclinaison de son plan sur l'écliptique.

La ligne des nœuds tourne dans le sens rétrograde, le nœud ascendant accomplissant une révolution autour de la Terre, dans l'écliptique en 18,6 années.

Ce phénomène est tout à fait analogue à la précession des équinoxes. On peut notamment, le représenter par le déplacement du pôle  $\pi$  de l'orbite lunaire sur la sphère des fixes. Ce pôle reste en moyenne à  $5,15^\circ$  du pôle  $O$  de l'écliptique, il décrit donc approximativement un petit cercle autour de ce pôle, en 18,6 années.

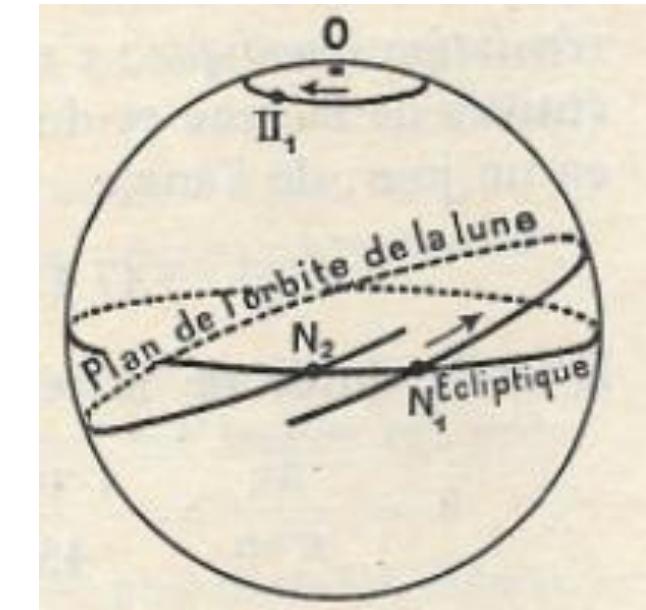




## Mouvements de translation de la Lune sur la sphère céleste (II)

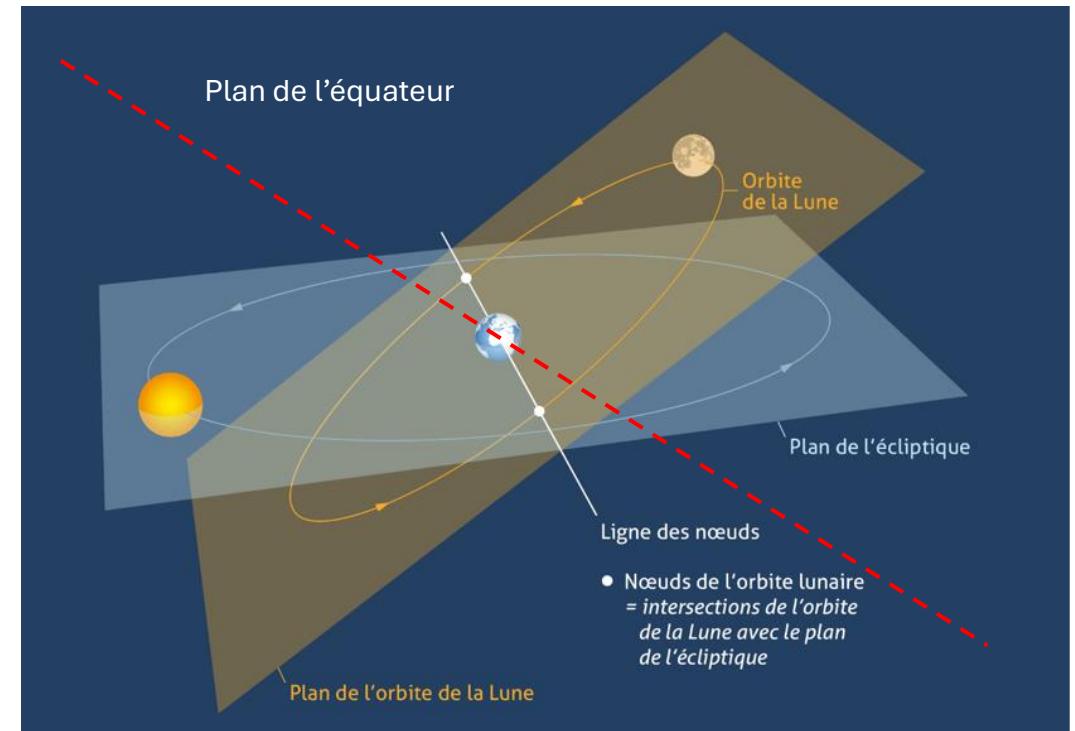
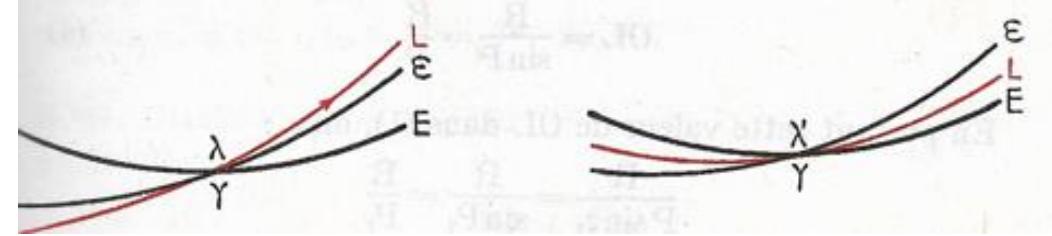
**Révolution draconitique** : On appelle révolution draconitique l'intervalle moyen de deux passages consécutifs de la Lune à son nœud ascendant. Celui-ci rétrogradant de  $0,053^\circ$  par jour, la révolution draconitique a pour durée 27,212 j.

Dans cet intervalle, le nœud s'est déplacé de  $1,5^\circ$  environ en moyenne, c'est-à-dire environ trois fois le diamètre apparent de la Lune, ce qui est considérable.



## Déclinaison de la Lune et lunistique

Lorsque le nœud ascendant coïncide avec le point  $\gamma$ , l'inclinaison de l'orbite s'ajoutant à l'obliquité de l'écliptique, l'inclinaison de l'orbite lunaire sur l'équateur atteint sa plus grande valeur :  $23,4 + 5,15 \approx 28,6^\circ$ . C'est aussi la plus grande valeur absolue (moyenne) que puisse atteindre la déclinaison de la Lune. Neuf ans plus tard, le nœud ascendant étant alors opposé au point  $\gamma$ , l'inclinaison de l'orbite se retranche de l'obliquité et l'angle de l'orbite et de l'équateur n'est plus que de  $23,4 - 5,15 \approx 18,3^\circ$



## La révolution synodique et jour lunaire

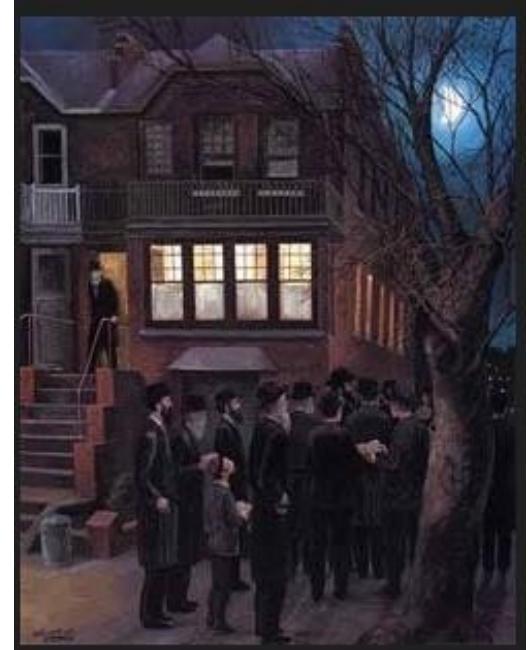
**La révolution synodique** est la plus importante des révolutions lunaires : c'est l'intervalle moyen de deux conjonctions consécutives de la Lune et du Soleil. La durée de la révolution synodique est de 29,531j.

Cette période appelée mois lunaire ou lunaison, unité de temps des calendriers les plus anciens, régit le retour des phases de la Lune. Elle intervient dans les phénomènes des marées et, concurremment avec la révolution draconitique, dans la prédiction des éclipses.

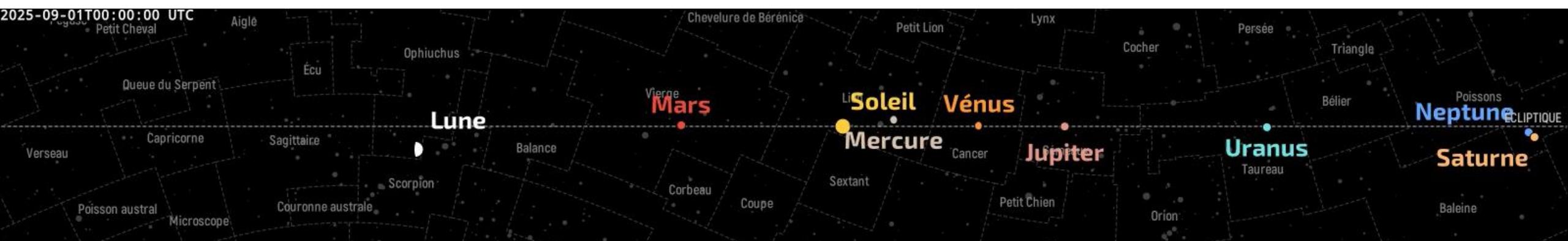
**Le jour lunaire** est l'intervalle de deux passages consécutifs de la Lune au méridien. La lune s'écartant progressivement du Soleil vers l'Est, la durée du jour lunaire dans le référentiel terrestre est plus longue dans que celle du jour solaire. En d'autres termes, la Lune passe au méridien chaque jour sensiblement plus tard que la veille.

La durée du jour lunaire est 1, 035 j soit 1j 0h 50 mn.

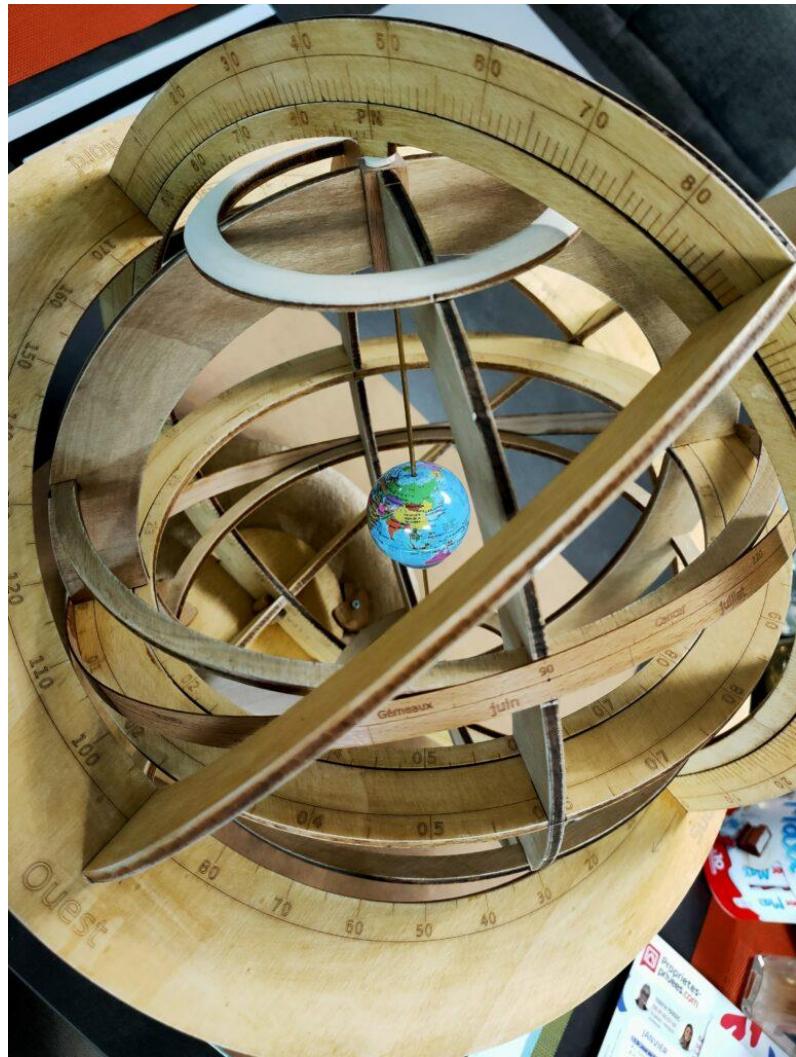
L'ascension droite de la Lune n'étant pas uniforme, le retard vrai peut différer du retard moyen de +/- 15 mn.



## Déplacement de La Lune vu dans le plan de l'écliptique.



Phases, Lever, Coucher , passages au méridien aux époques remarquables de l'année.



Manipulations autour de la sphère armillaire

## Phases, Lever, Coucher , passages au méridien aux époques remarquables de l'année dans le plan de l'écliptique.

	Équinoxe de printemps				Solstice d'été				Équinoxe d'automne				Solstice d'hiver			
	NL	PQ	PL	DQ	NL	PQ	PL	DQ	NL	PQ	PL	DQ	NL	PQ	PL	DQ
Lever	6h/E	10h/NE	18h/E	2h/SE	4h/NE	12h/E	20h/SE	0h/E	6h/E	14h/SE	18h/E	22h/NE	8h/SE	12h/E	16h/NE	0h/E
Passage au méridien	12h/43°	18h/67°	0h/43°	6h/20°	12h/67°	18h/43°	0h/20°	6h/43°	12h/43°	18h/20°	0h/43°	6h/67°	12h/20°	18h/43°	0h/67°	6h/43°
Coucher	18h/0	02h/NO	6h/0	10h/SO	20h/NO	0h/0	4h/SO	12h/0	18h/0	22h/SO	6h/0	14h/NO	16h/SO	0h/0	8h/NO	12h/0
	Visi de 12h	Visi de 16h	Visi de 12h	Visi de 8h	Visi de 16h	Visi de 12h	Visi de 8h	Visi de 12h	Visi de 12h	Visi de 8h	Visi de 12h	Visi de 16h	visi de 8h	visi 12h	visi de 16h	visi de 12h

## Ce qu'il faut retenir

	Lever	Passage au méridien	Coucher	
Nouvelle Lune	6h	12h	18h	
Premier Quartier	12h	18h	0h	
Pleine Lune	18h	0h	6h	
Dernier Quartier	0h	6h	12h	

Le premier quartier peut être visible en fin d'après-midi et le dernier quartier en début de matinée

## Lunistices (I)



Manipulations autour de la sphère armillaire

## Lunistices (II)

	Solstice d'été / -28,4°	Solstice d'hiver/ +28,4°
	Pleine Lune	Pleine Lune
Lever	Sud Est / 20h30	Nord Est / 15h30
Passage au méridien	0h/ 13°	0h/ 72°
Coucher	Sud Ouest / 3h30	Nord Ouest / 8h30
	Visi 7h	Visi 17h

### Lune

Année  Mois  Jour  Déclinaison :

Événement	Heure	Altitude	Azimut
Coucher	09:40	-0,8°	312°
Lever	17:42	-0,8°	50°
Culmination	01:05	69,7°	180°

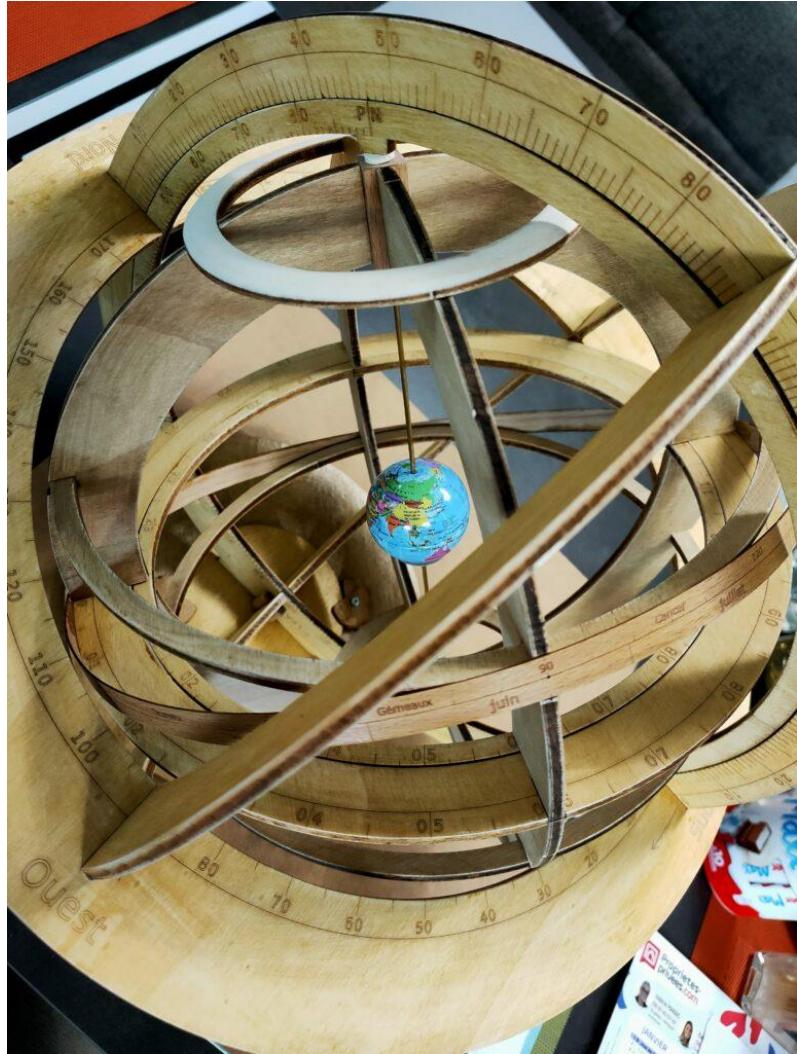
Qu'est-ce que la "Super Lune Bleue" ? Et où l'observer en Europe ?



Dans cette configuration, la Lune ne peut être au zénith que pour une latitude donnée, ici  $\approx 30^\circ$

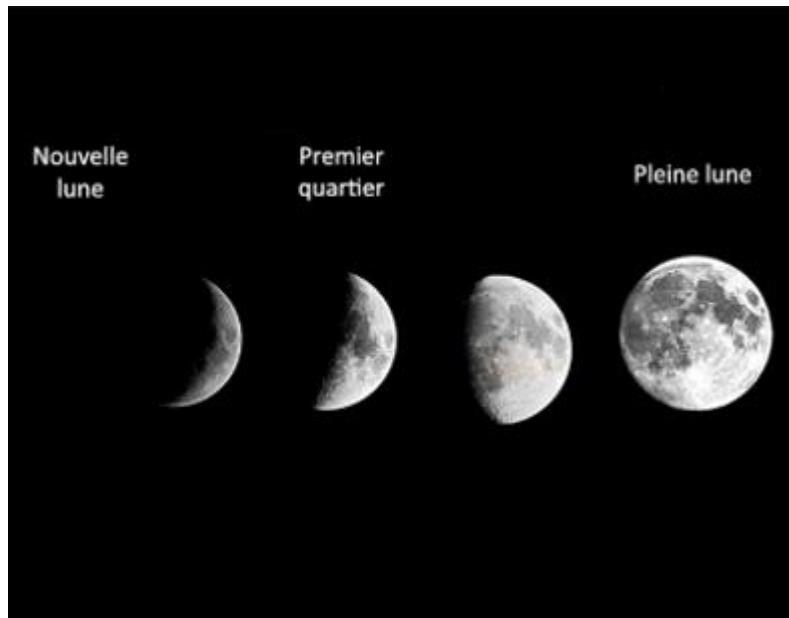
Lune bleue en mai 2026 ( PL les 1<sup>er</sup> et 31 mai.)

## Lune croissante ou Lune montante ? (I)

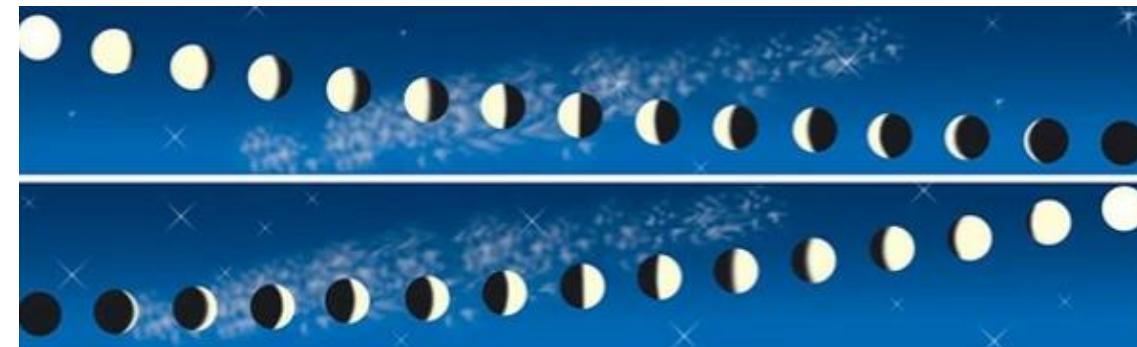


Manipulations autour de la sphère armillaire

## Lune croissante ou Lune montante ? (II)

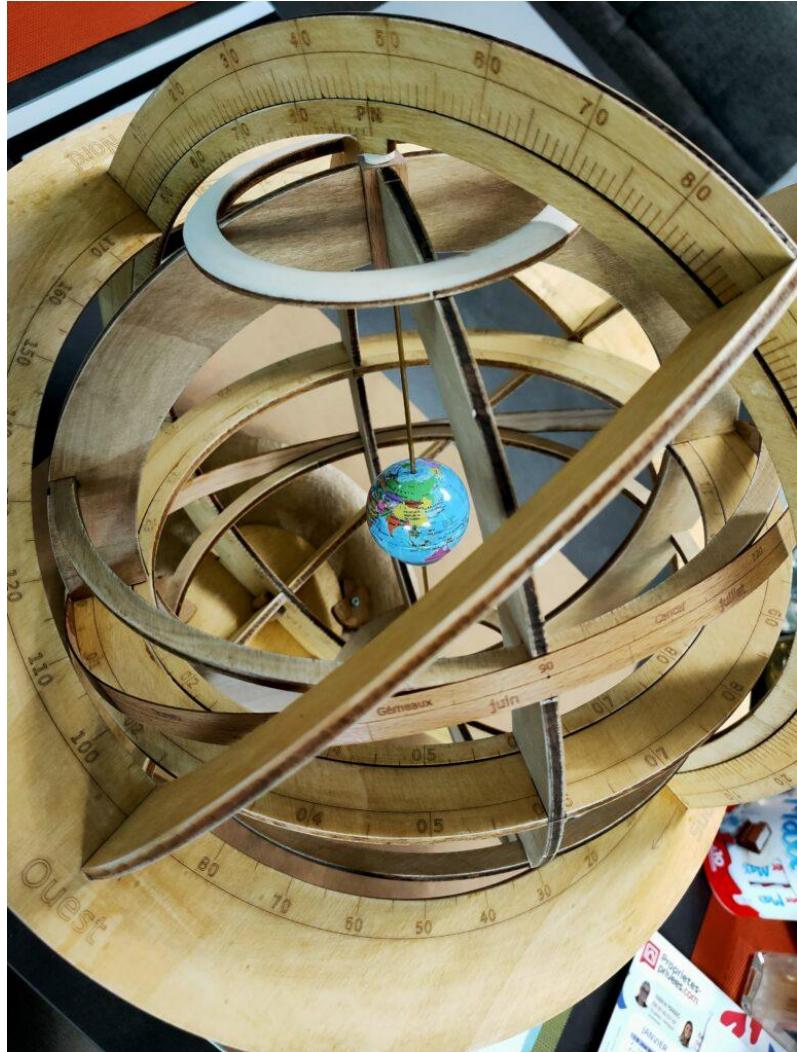


	Date	Longitude écliptique	déclinaison	hauteur
NL	23-août	150°	14°	55°
	25-août	173°	4°	46°
	27-août	195°	-8°	36°
	29-août	217°	-18°	27°
PQ	31-août	240°	-22°	20°



D'après le site Rustica

## Des jours sans Lever ou Coucher (I)



Manipulations autour de la sphère armillaire

## Lune

Année  Mois  Jour

Événement	Heure	Altitude	Azimut
Coucher	15:18	-0,8°	312°
Lever	23:07	-0,8°	47°
Culmination	06:46	68,4°	181°

## Des jours sans Lever ou Coucher (II)



## Lune

Année  Mois  Jour

Événement	Heure	Altitude	Azimut
Coucher	16:31	-0,8°	315°
Lever	-	-	-
Culmination	07:47	70,6°	180°

## Lune

Année  Mois  Jour

Événement	Heure	Altitude	Azimut
Coucher	17:29	-0,8°	314°
Lever	00:03	-0,8°	45°
Culmination	08:48	70,9°	180°

Photo de Frère Jean-Marie, le 1<sup>er</sup> avril 2025

## Lune et calendriers (I)

**Après le jour et la nuit, la Lune avec ses phases est le premier phénomène périodique que l'on peut observer dans le ciel. Elle a donc été utilisée très tôt pour mesurer le temps.**

Sur cette pierre tombale d'un cimetière proche d'Istanbul, on lit que la femme défunte est née en 1326 et décédée en 1995. Cette dame aurait-elle vécu 669 ans ?

En fait 1326 correspond à la date de naissance dans le calendrier musulman tandis qu'elle est décédée en 1995, date correspondant au calendrier grégorien.

Quel était l'âge de la dame lors de son décès ?

### **Le calendrier musulman.**

Le calendrier musulman est un calendrier lunaire. On peut considérer avec une bonne approximation que la durée du cycle lunaire est de 29,53 jours. L'année musulmane contient 12 lunaisons.

Le calendrier grégorien qui règle la vie sociale est un calendrier solaire, le cycle du Soleil est de 365,24 jours.

Par ailleurs, ces deux calendriers n'ont pas la même origine d'ère. L'ère chrétienne commence à la naissance de Jésus-Christ tandis que l'ère musulmane commence le 16 juillet 622 de l'ère chrétienne



## Lune et calendriers (II)

### Calcul de la date de naissance de la défunte dans l'ère chrétienne.

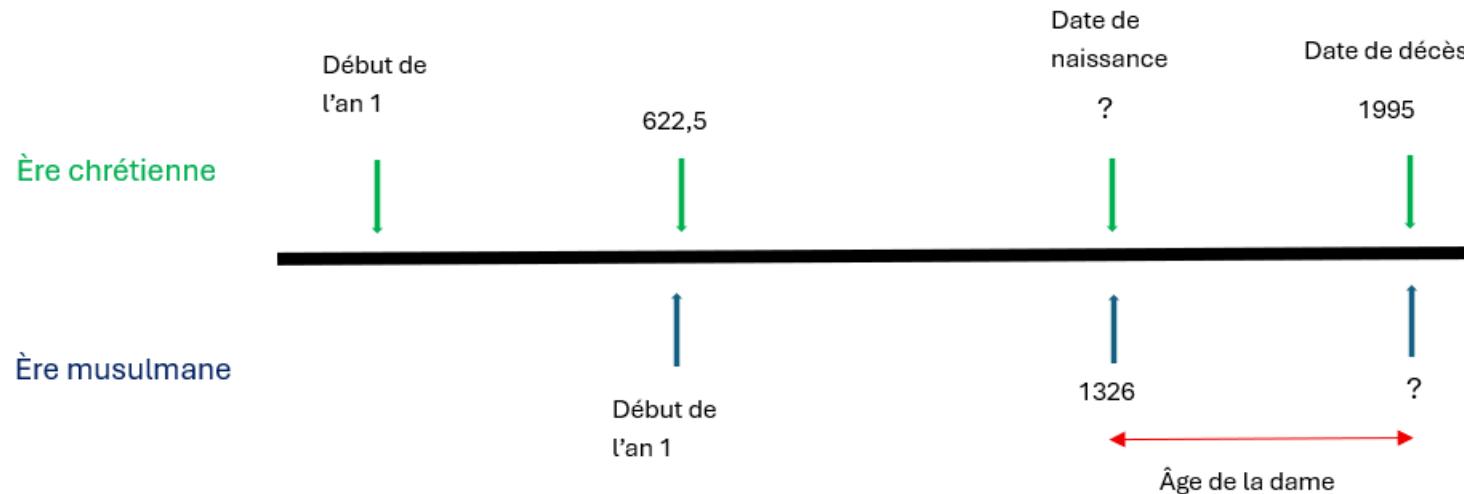
On prend pour hypothèse que la dame est née en début d'année 1326. Nous allons calculer le nombre de jours entre le début de l'an 1 et le début de l'année 1326 de l'ère musulmane.

Durée d'une année musulmane :  $12 \times 29,53 = 354,36$  jours

Nombre de jours entre l'an 1 et l'an 1326 :  $1325 \times 354,36 = 469527$  jours

Cette quantité correspond aussi dans l'ère chrétienne au nombre de jours entre 622,5 et la date de naissance recherchée :  $469527 / 365,24 = 1285,5$  ans.

La date de naissance de la défunte dans le calendrier grégorien est :  $622,5 + 1285,5 = 1908$  soit le début de l'année 1908 dans l'ère chrétienne.



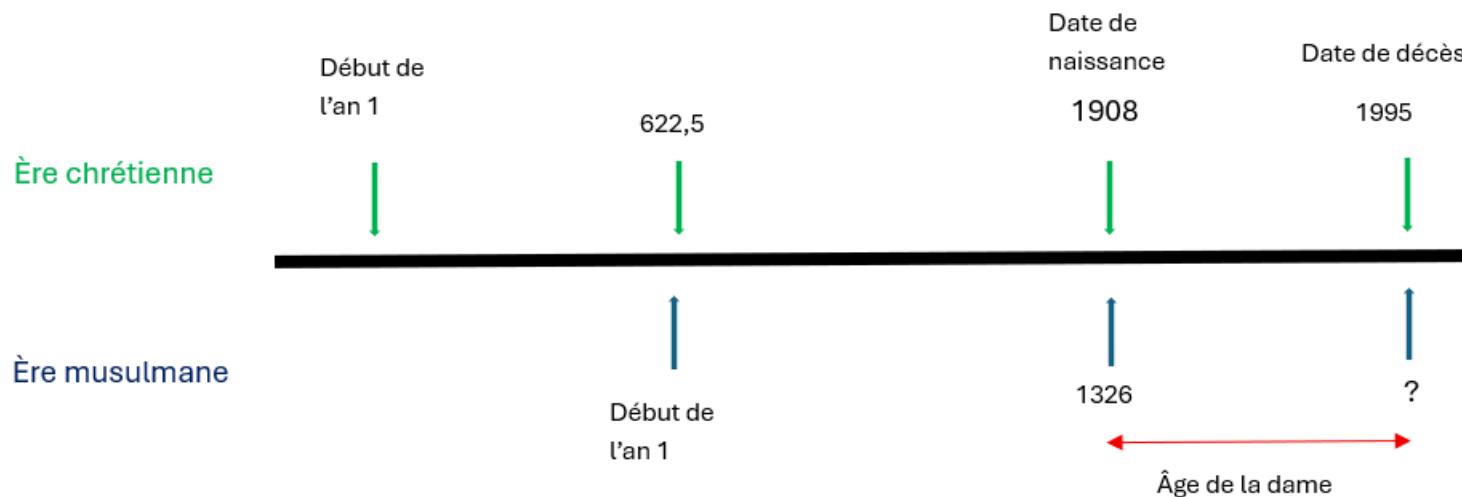
## Lune et calendriers III

### Calcul de la date de décès dans l'ère musulmane.

Calcul du nombre de jours entre 622,5 et le début de 1995 de l'ère chrétienne :  $(1995-622,5)*365,24 = 501291,9$  jours.

Cette durée correspond à  $501291,9 / 354,36 = 1414,6$  ans.

Comme le calendrier commence en l'an un, 1414,6 ans après l'an un cela fait 1415,6 ou milieu 1415.

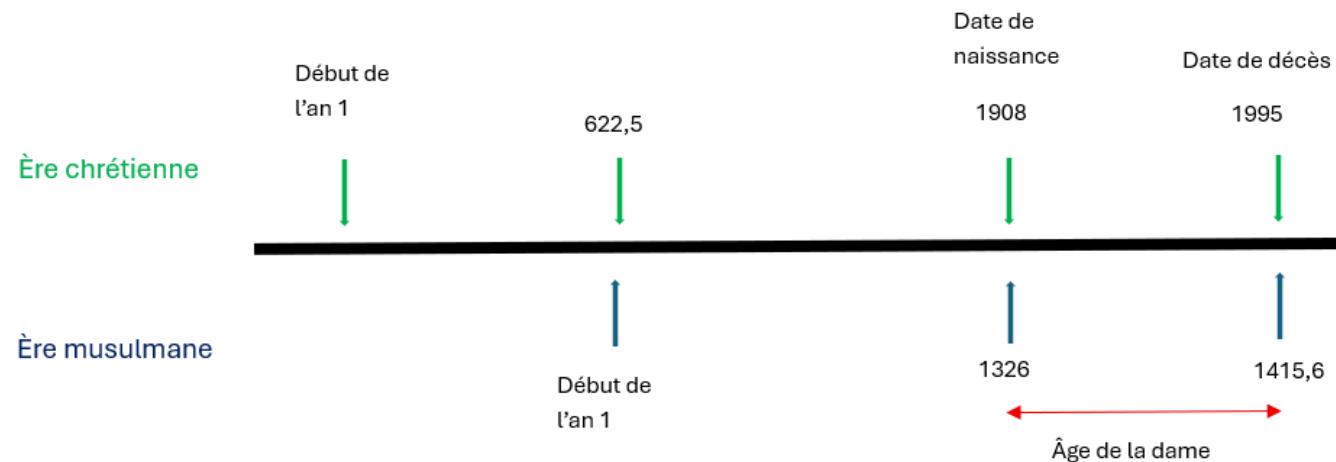


## Lune et calendriers (IV)

Cette dame a donc vécu de 1908 à 1995 soit 87 années dans le calendrier grégorien (civil) et de 1326 à 1415,6 soit 89,6 années dans le calendrier musulman. L'âge civil est une notion relative selon le calendrier utilisé.

Les années musulmanes étant plus courtes que les années chrétiennes, le décalage est de  $365,24 - 354,36 = 10,88$  jours par an.

Une personne qui a 59 ans dans l'ère chrétienne a vécu  $59 * 365,24 = 21549,16$  jours. Son âge dans l'ère musulmane est de  $21549,16 / 354,36 = 60,8$  ans



## Lune et calendriers. Le cycle de Méton.

Malheureusement, si un bon calendrier lunaire est de mise en place aisée, les cycles des phases de la Lune, hormis pour les habitants des littoraux, ne joue pas un rôle direct dans le rythme de notre vie qui est imposé par les saisons, sauf dans quelques régions où les saisons sont peu marquées. Les calendriers celte, grec et juifs basés sur le mouvement de la Lune, s'efforçaient tant que mal de suivre les saisons et les années.

On a longtemps cherché une correspondance entre la lunaison et le calendrier solaire. Pour cela, on cherche une durée qui soit à la fois un nombre entier d'années et un nombre entier de lunaisons.

Il faut d'abord connaître les valeurs précises de ces périodes : le mois lunaire dure 29,5306 jours et l'année tropique ou année des saisons 365,2422 jours.

Pour résoudre le problème, il existe une méthode mathématique connue sous le nom de fractions continues. Il s'agit de trouver une fraction de deux entiers qui soient le plus proche possible du quotient des deux périodes.

Cette technique montre que  $365,2422 / 29,5306$  est proche de  $235/19$ , ce qui peut aussi s'écrire  $365,2422 * 19 \approx 29,5306 * 235$  (produit en croix). Ainsi tous les 19 ans on retrouve les Nouvelles Lunes, Pleines Lune et quartiers aux mêmes dates. C'est le cycle de Méton (Vème siècle avant J.C.). L'écart annuel entre l'année solaire et l'année tropiques est proche de 6 mn 30s

Une meilleure approximation est  $4131 / 334$ ; 334 années correspondent à 4131 lunaisons. L'écart est de -9s