Les cycles célestes
- Le jour
- Le mois lunaire
- L'année solaire

Quelques données astronomiques
- Les éclipses
- Paramètres de Milankovic
- Rotation de la Lune autour de la Terre

**Parenthèse mathématique**

- Comment approximer un nombre réel
- Décomposition en fractions continues

**Types de calendriers**

- Calendriers lunaires
- Calendriers solaires
- Calendriers luni-solaires
- Calendriers chronologiques

Calendriers Mésopotamiens

Calendriers Égyptiens

Calendriers Hébreux
- Calendrier ancien
- Calendrier Juif moderne

Calendriers Grecs

Calendriers Romains
- Calendrier antique dit de Romulus
- Calendrier de Numa Ponpilus (700 ans av. J.-C.)
- Calendrier Julien (45 apr. J.-C.)

Calendriers Chinois

Calendriers Maya

Calendrier actuel

Les cycles célestes
- Le jour
- Le mois lunaire
- L'année solaire

Quelques données astronomiques
- Les éclipses
- Paramètres de Milankovic
- Rotation de la Lune autour de la Terre

**Cosmologie**

Les Mythes et religions
Relations entre les croyances et les phénomènes célestes
Cosmologie actuelle

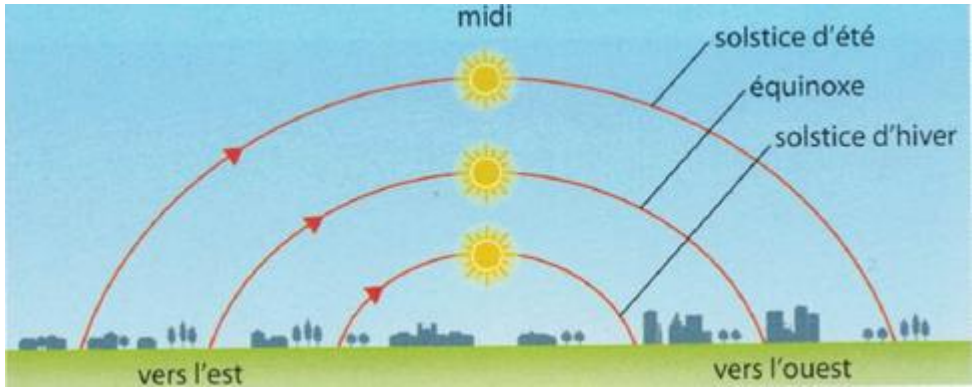
**L'économie**

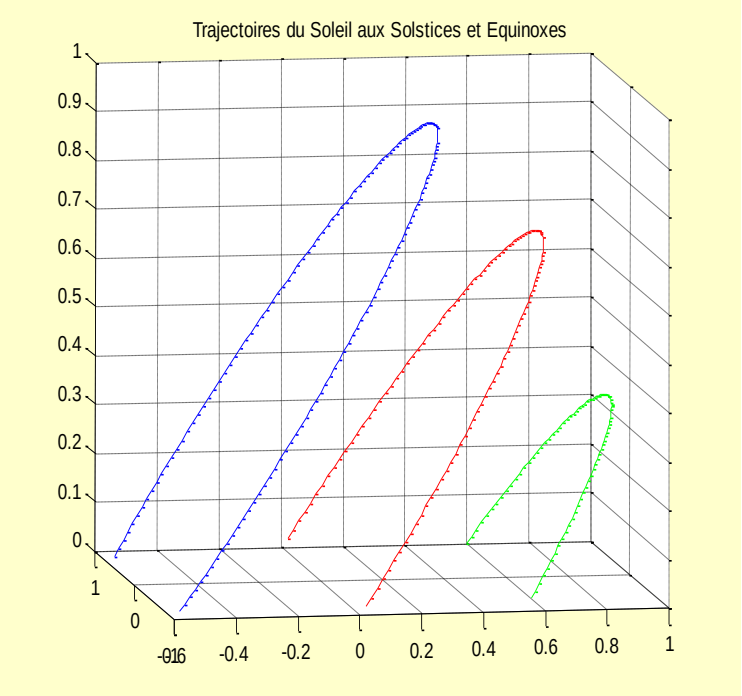
Quand semer ?
Quand récolter ?

**Comment ?**

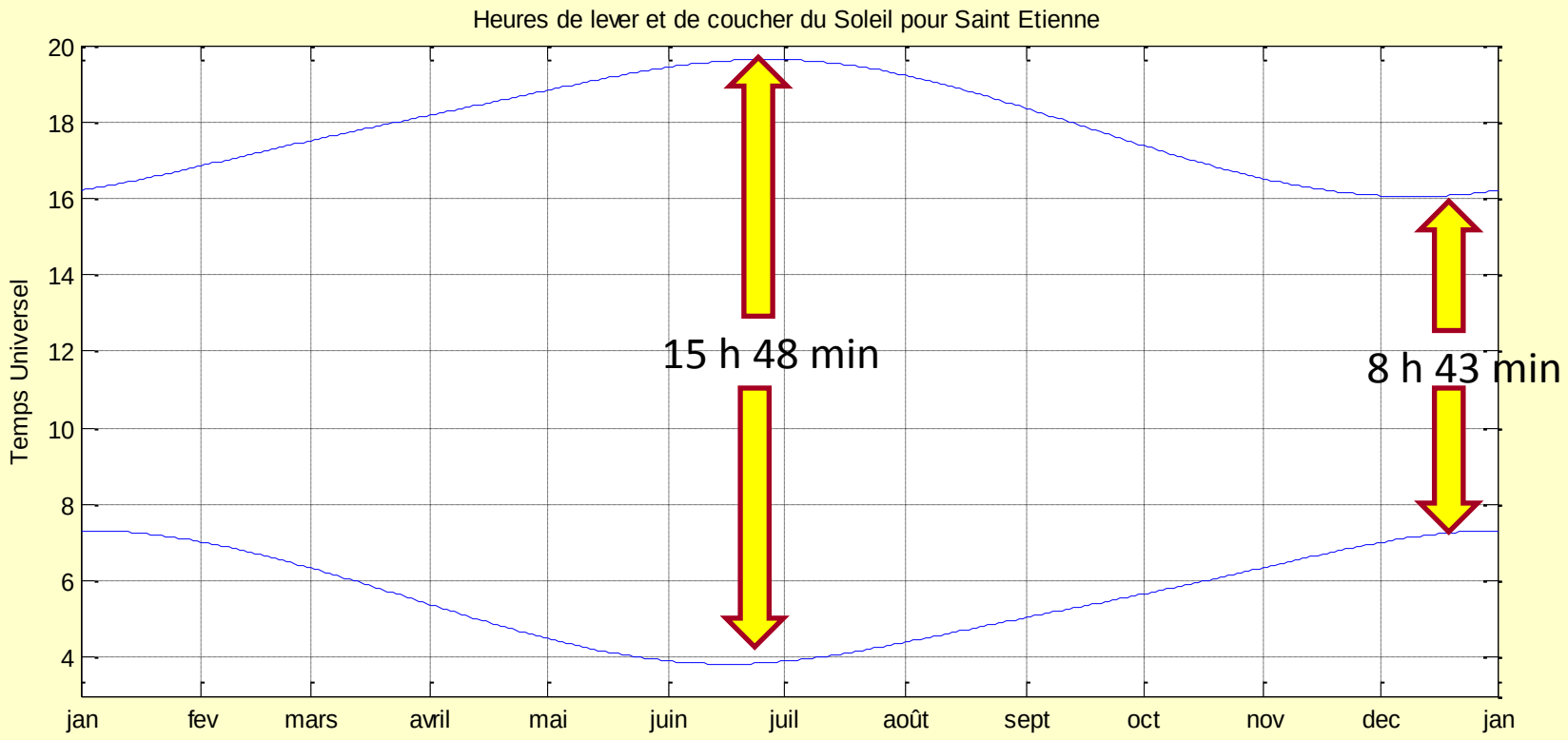
Repérer des phénomènes célestes
Suivre un calendrier

## Rotation apparente du Soleil autour de la Terre



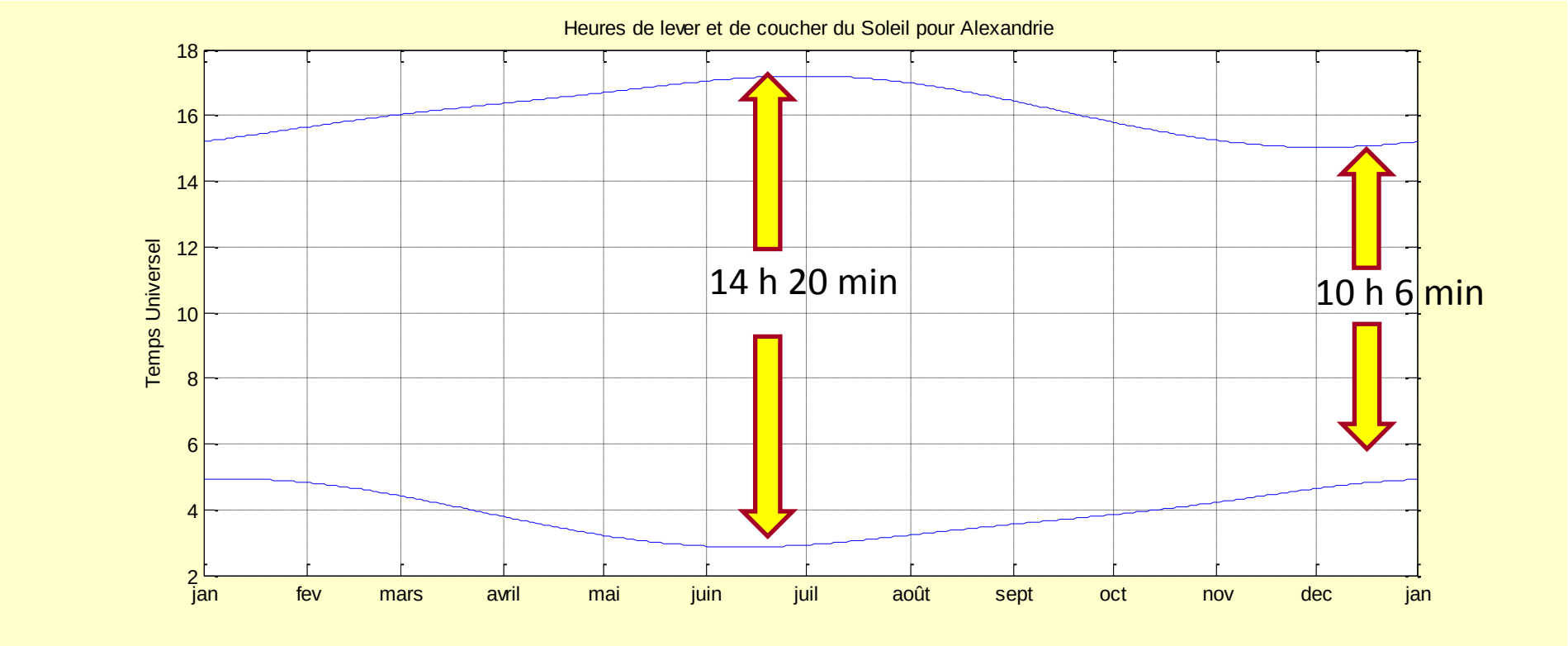



## Rotation apparente du Soleil autour de la Terre




Saint-Étienne N 45° 25’

## Rotation apparente du Soleil autour de la Terre

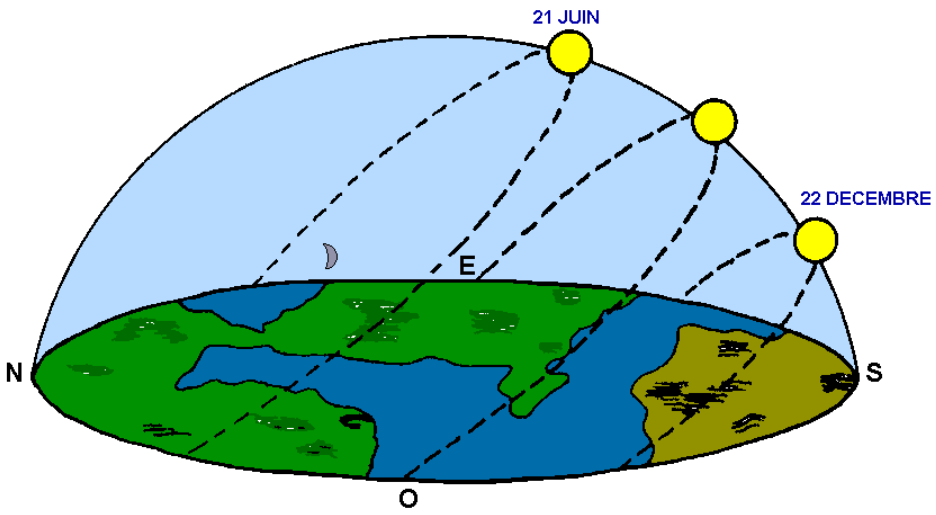



ALEXANDRIE N 31° 12’

## Rotation apparente des étoiles durant la nuit

Périodicité variable comprise entre 29 et 30 jours

## Variation de la hauteur du Soleil lors du passage au méridien




Danemark (Tycho Brahé) latitude $\varphi = 57°95'$

10°48'<hauteur soleil< 57°40'

Saint-Étienne latitude $\varphi = 45°25'$

21°8'<hauteur du soleil< 68°

Alexandrie latitude $\varphi = 31°12'$

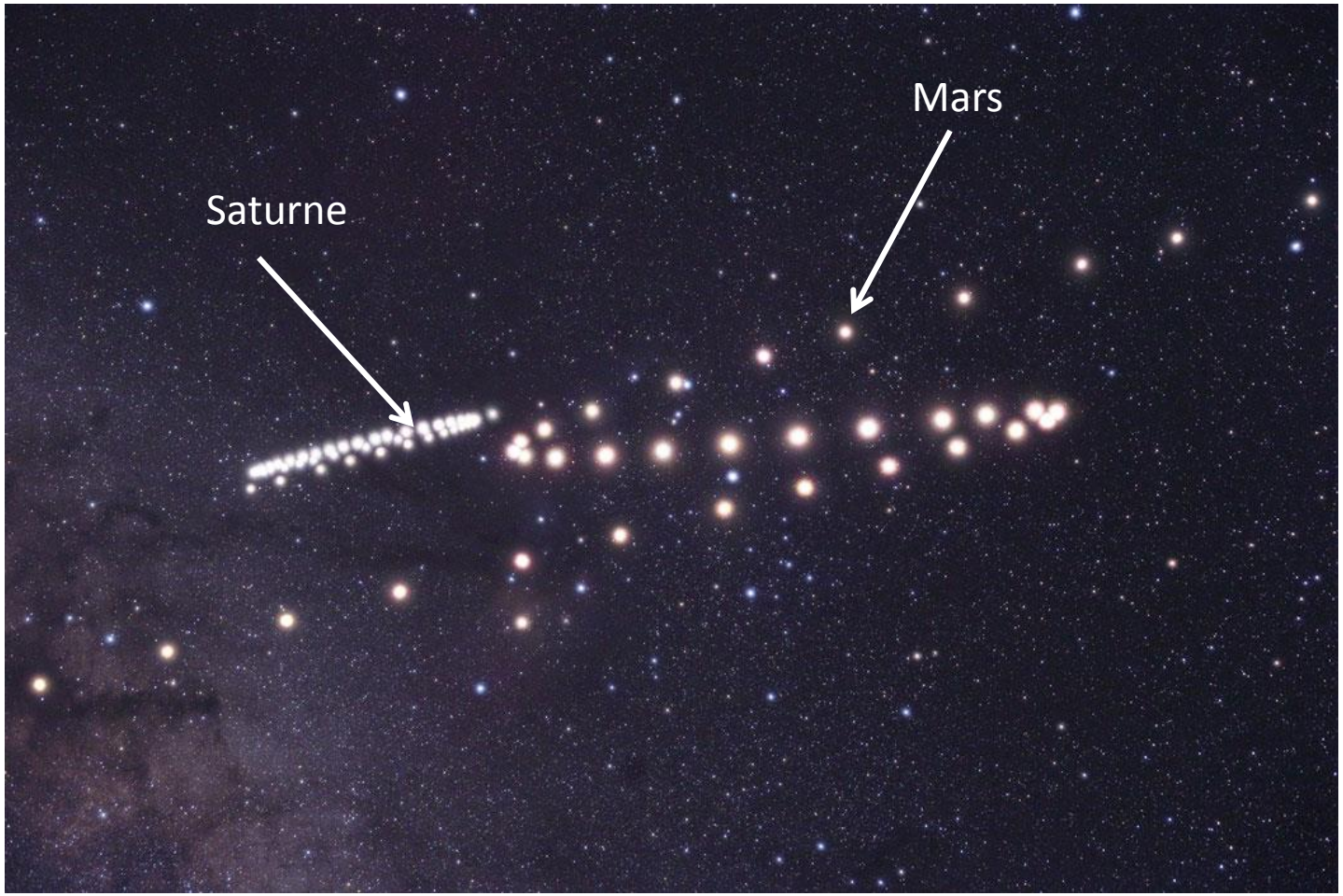
35°21'<hauteur du soleil< 82° 13'

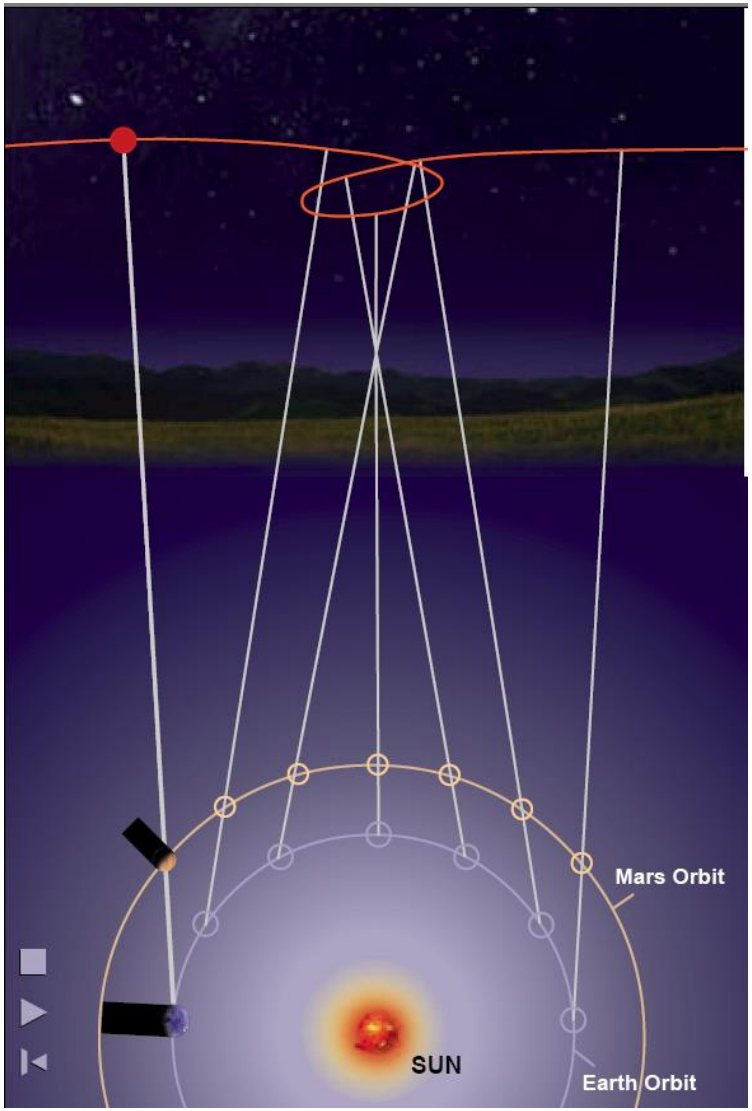
Syène Égypte $\varphi = 24°5'$

60°33'<hauteur du soleil< 89° 25'

## Positions des étoiles inchangées, planètes changeant de position

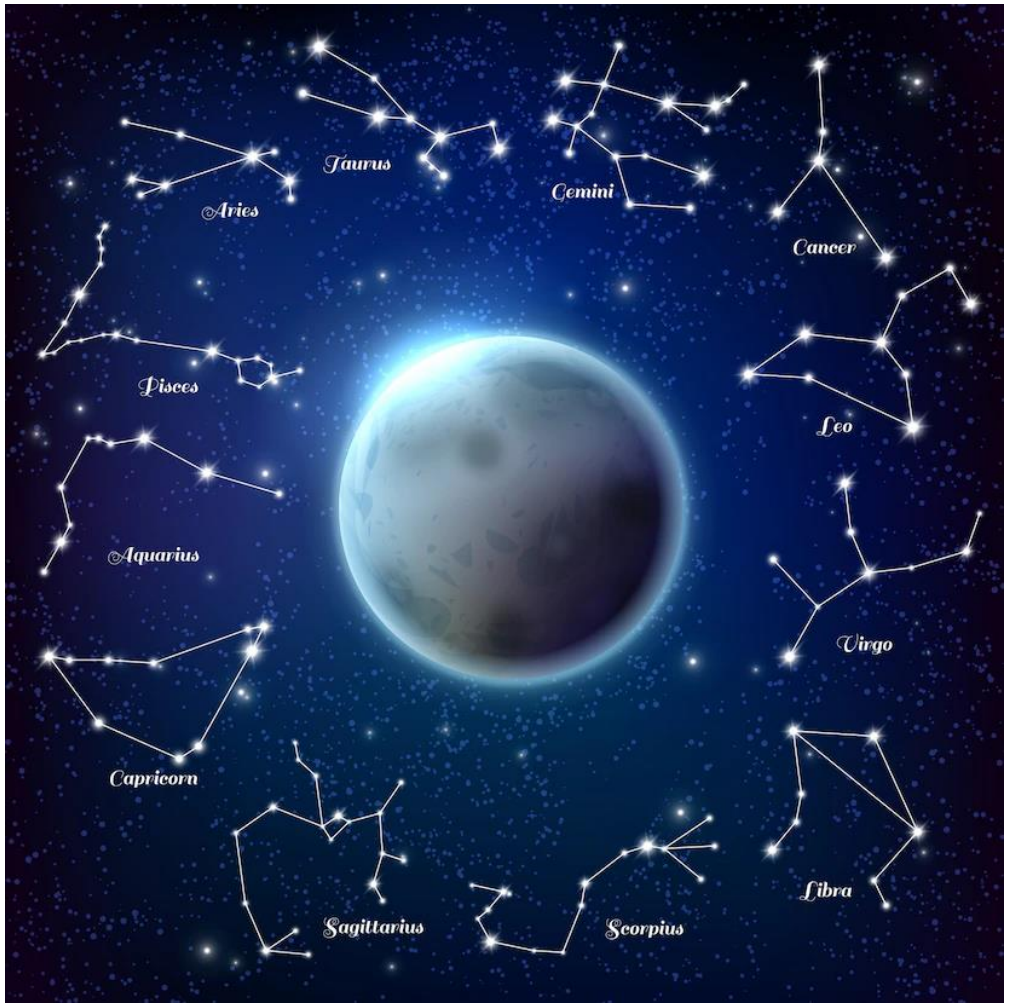
### Sphère des fixes, les planètes (les voyageuses)





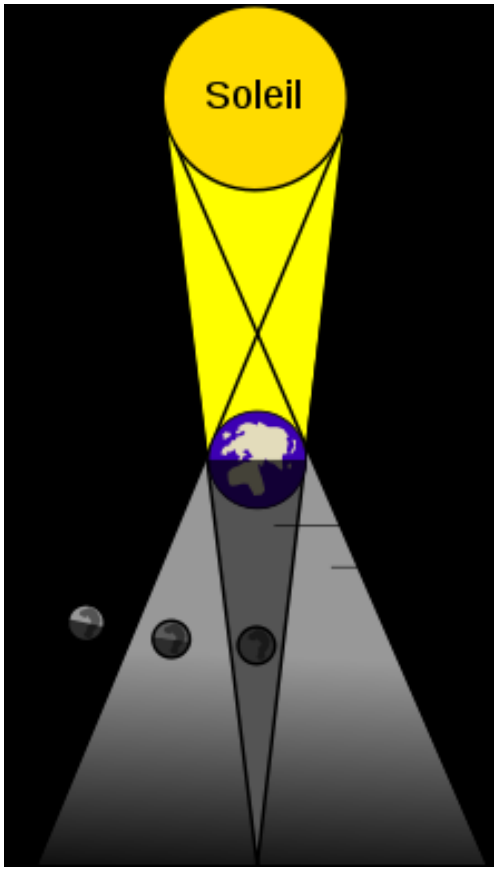
Rétrogradation de mars

## Les constellations du zodiaque apparaissent chaque mois au lever



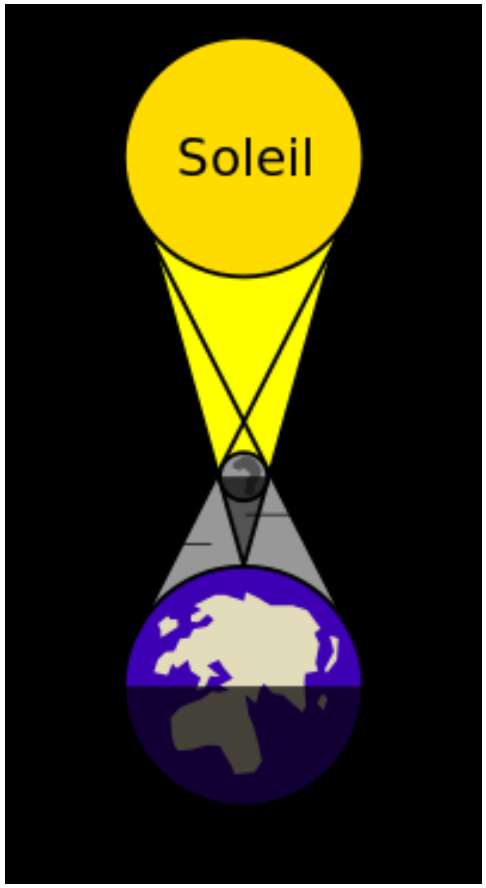
## Lever héliaque de Sirius (Sôthis) début juillet

## De Lune




**Difficile à prévoir**

## De Soleil




Les Babyloniens en auraient prévu au 5e siècle AV. J.-C.

## Rotation de la Terre sur elle-même

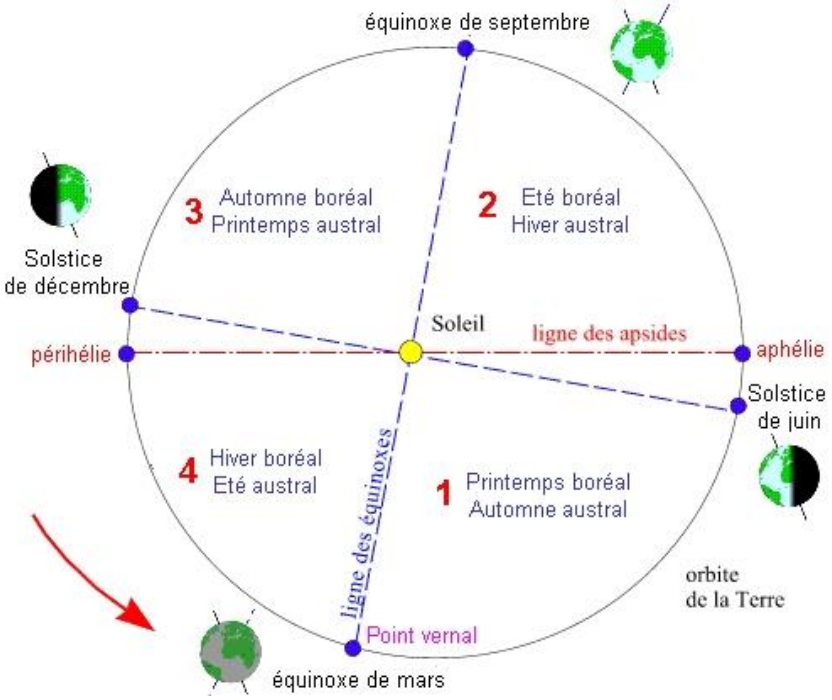
**23 h 56 min par rapport à un repère fixe**
**24 h par rapport au Soleil (en moyenne)**

## Rotation de la Terre autour du Soleil

**365,242 198 78 jours**
**par rapport à un repère lié aux équinoxes (point vernal)**

## Rotation de la Terre autour du Soleil

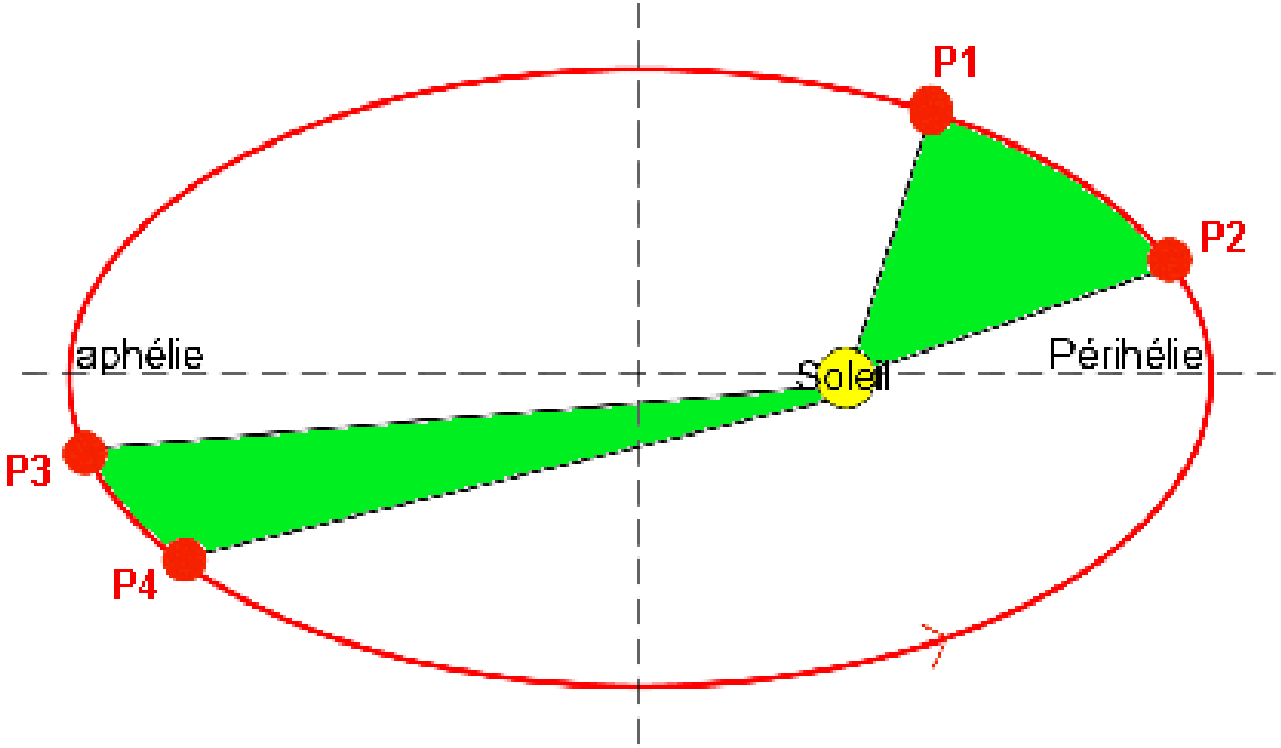
**365,256 363 jours**
**par rapport à un repère fixe par rapport au fond du ciel**



Hérite des mesures de Tycho Brahé

Casse le principe des trajectoires circulaires des astres

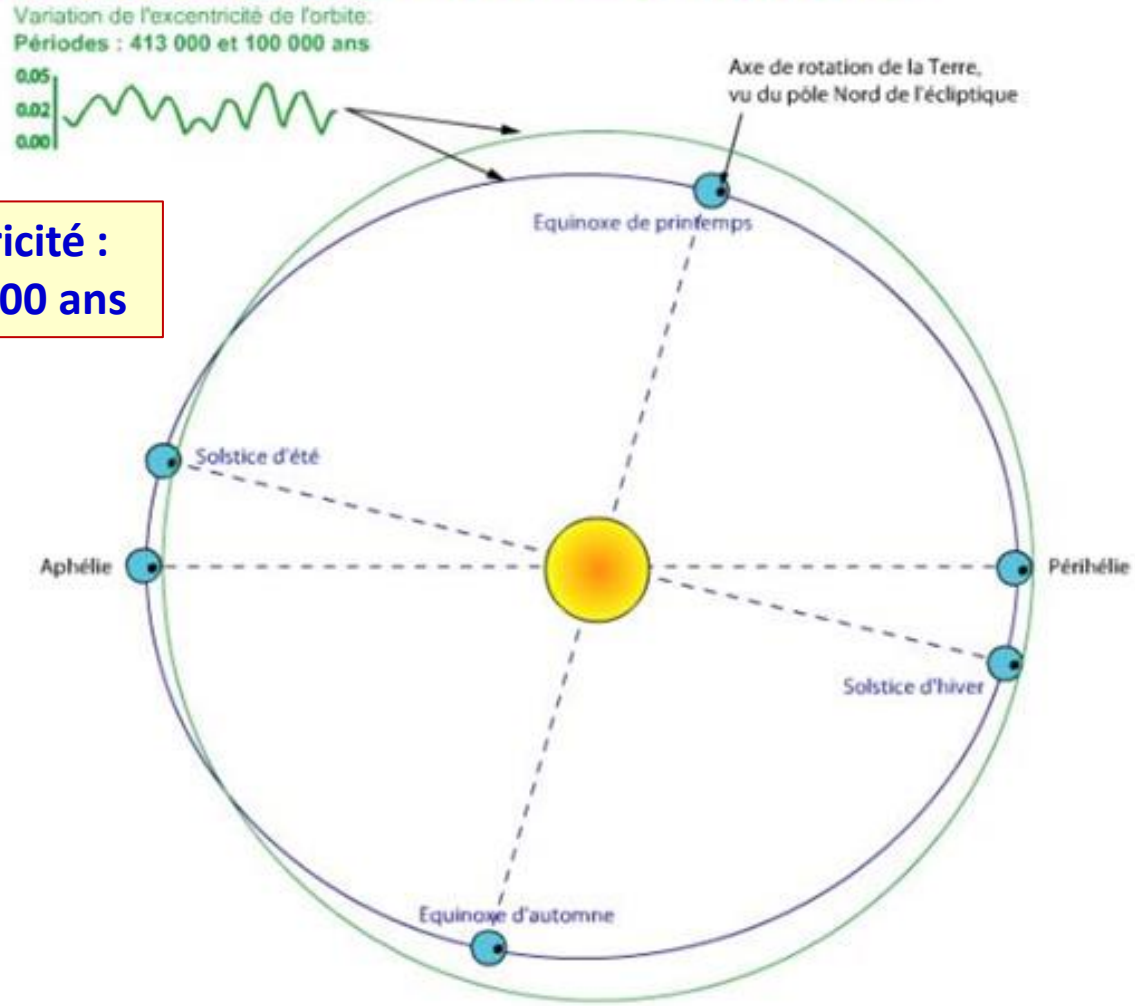
Les trajectoires sont des ellipses



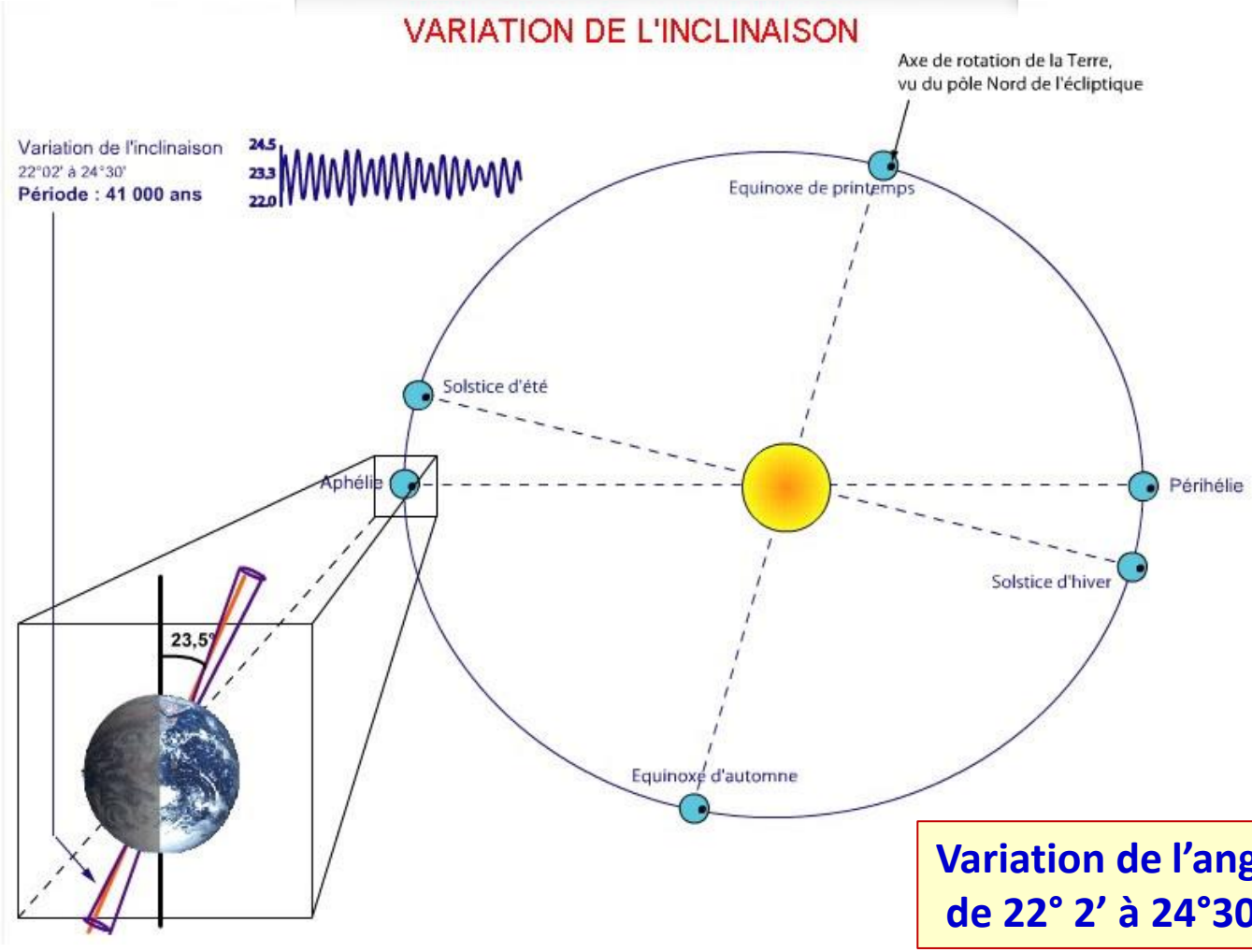
# Paramètres de MILANKOVIC

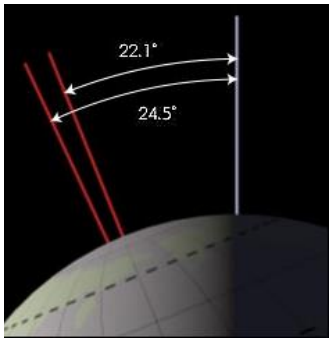
## VARIATION DE L'EXENTRICITÉ DE L'ORBITE

**Variation de l'excentricité : 413 000 ans et 100 000 ans**



# Paramètres de MILANKOVIC



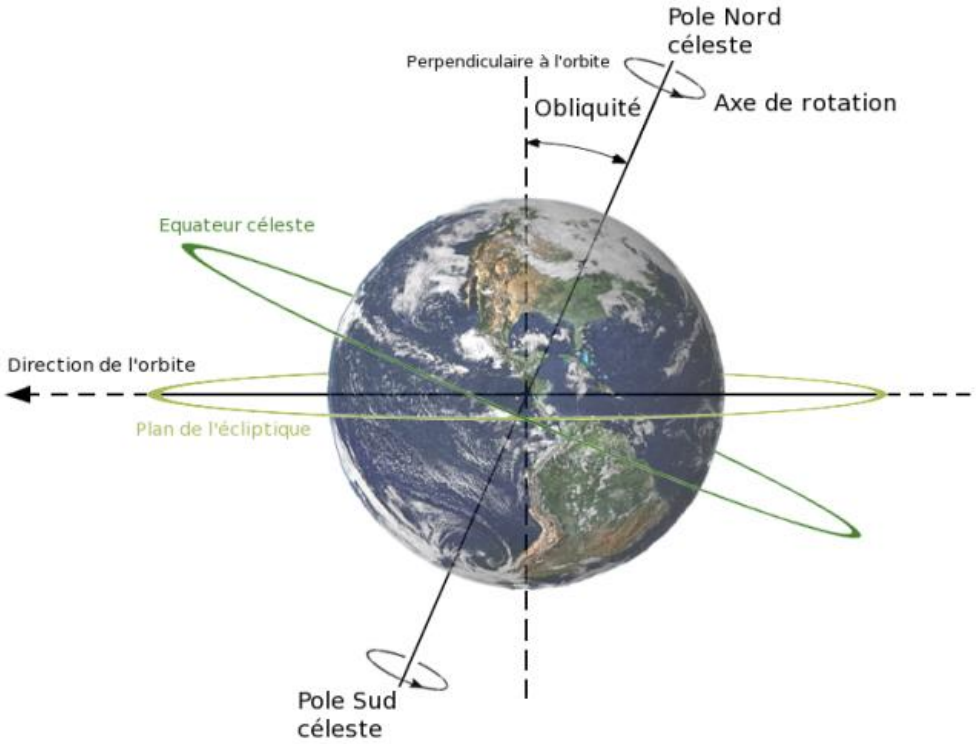



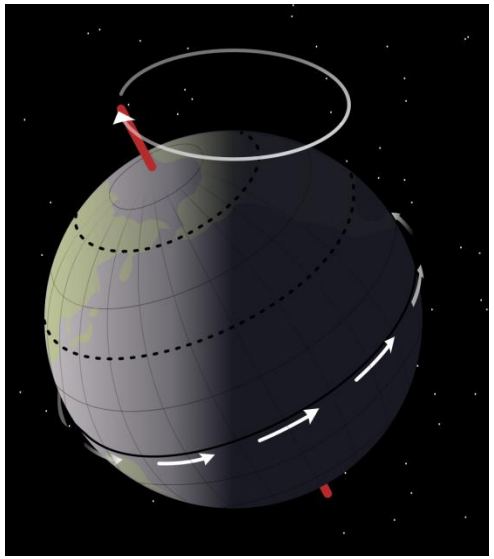

**Variation de l'angle d'inclinaison : de 22° 2' à 24°30' en 41 000 ans**

# Paramètres de MILANKOVIC

**Détectée par Hipparque vers 127 av. J.-C.**

**Précession des équinoxes : 25 760 ans**



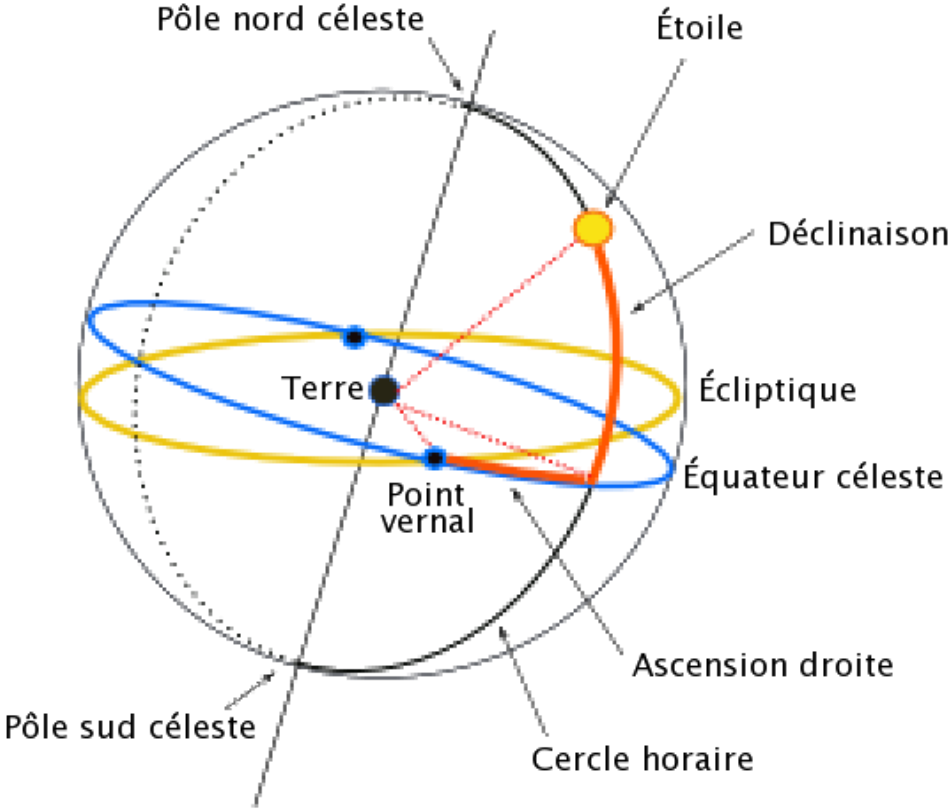



Un signe du zodiaque tous les 2146 ans

# Paramètres de MILANKOVIC

**Précession des équinoxes : 25 760 ans**

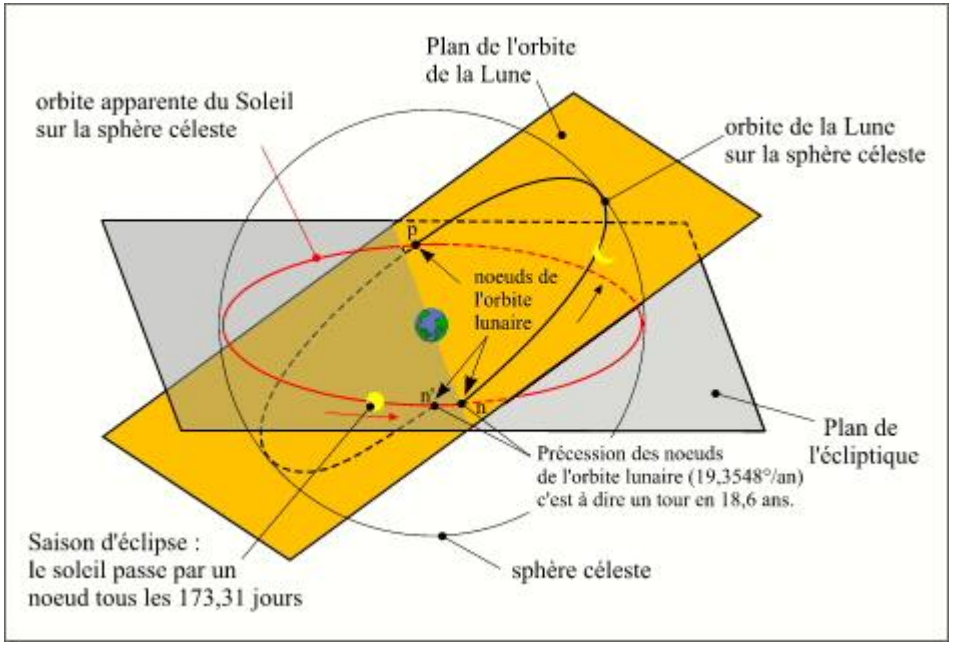
**Détectée par Hipparque vers 127 av. J.-C.**



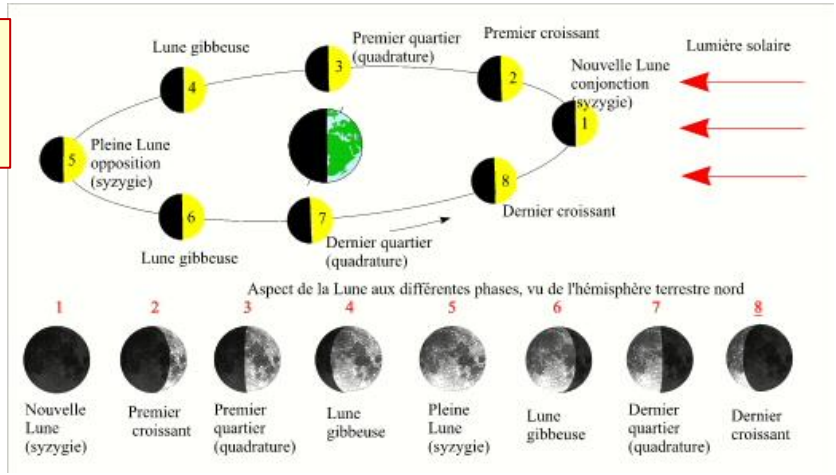
# Données astronomiques : Rotation de la Lune autour de la Terre

**1er partie**

**Inclinaison de 5,14° par rapport au plan de l'écliptique**
**Révolution en 27,32 jours**




**Révolution moyenne**
**Par rapport à la Terre 29,530 588 jours**



**Parenthèse mathématique**

- Comment approximer un nombre réel
- Décomposition en fractions continues

**Types de calendriers**

- Calendriers lunaires
- Calendriers solaires
- Calendriers luni-solaires
- Calendriers chronologiques

**Le jour**

12 h ou 24 h

**Le mois**

$$\frac{\text{Année tropique}}{\text{Mois lunaire}} = \frac{365{,}242\ 198\ 78}{29{,}530588} = 12{,}368$$

Proche du mois lunaire : varie entre 27 jours et 32 jours

**La semaine**

29 est un nombre premier !

Divise le mois, elle dure 10 jours (Égyptiens, Chinois Grecs) ou 7 jours Hébreux Romains

**L'année**

Un an environ **365,242 jours**

Elle varie suivant les civilisations 300, 304, 354, 355, 365, 366

Question comment approximer un nombre réel par la somme d'un nombre entier et d'une fraction

1er étape décomposition en fractions continues

$$x = a_0 + \cfrac{1}{a_1 + \cfrac{1}{a_2 + \cfrac{1}{a_3 + \cfrac{1}{a_4 + \cfrac{1}{a_5 + \cfrac{1}{a_6 + \cdots}}}}}}$$

2em étape réduction au même dénominateur

$$x = a_0 + \frac{n_1}{n_2}$$

Exemple : Approximation du nombre $\pi = 3{,}14159265358979$

$$x = a_0 + \cfrac{1}{a_1 + \cfrac{1}{a_2 + \cfrac{1}{a_3 + \cfrac{1}{a_4 + \cfrac{1}{a_5 + \cfrac{1}{a_6 + \cdots}}}}}}$$

1er étape décomposition en fractions continues

$$\pi \simeq 3 + \cfrac{1}{7 + \cfrac{1}{15}}$$

2em étape réduction au même dénominateur

$$\pi \simeq 3 + \cfrac{1}{7 + \cfrac{1}{15}} = 3 + \cfrac{1}{\cfrac{105+1}{15}} = 3 + \frac{15}{106} = \frac{333}{106}$$

$$x = a_0 + \frac{n_1}{n_2}$$

$$\pi \simeq 3.14159292$$

**Exemple pour un calendrier lunaire** $x = 29,530\,588$ **jours**

$$\text{Mois lunaire} \simeq 29 + \frac{n_1}{n_2}$$

**Parenthèse mathématique**

$n_1$ : nombre de mois de 30 jours

$n_2$ : nombre de mois total

$(n_2 - n_1)$ : nombre de mois à 29 jours

$$\text{Mois lunaire} \simeq \frac{29(n_2 - n_1) + 30 \cdot n_1}{n_2} = \frac{29 \cdot n_2 - 29 \cdot n_1 + 30 \cdot n_1}{n_2} = \frac{29 \cdot n_2 + n_1}{n_2} = 29 + \frac{n_1}{n_2}$$

## Développement au 1er ordre

$$29+\frac{1}{1+\frac{1}{1}}=29+\frac{1}{2}=29,5$$

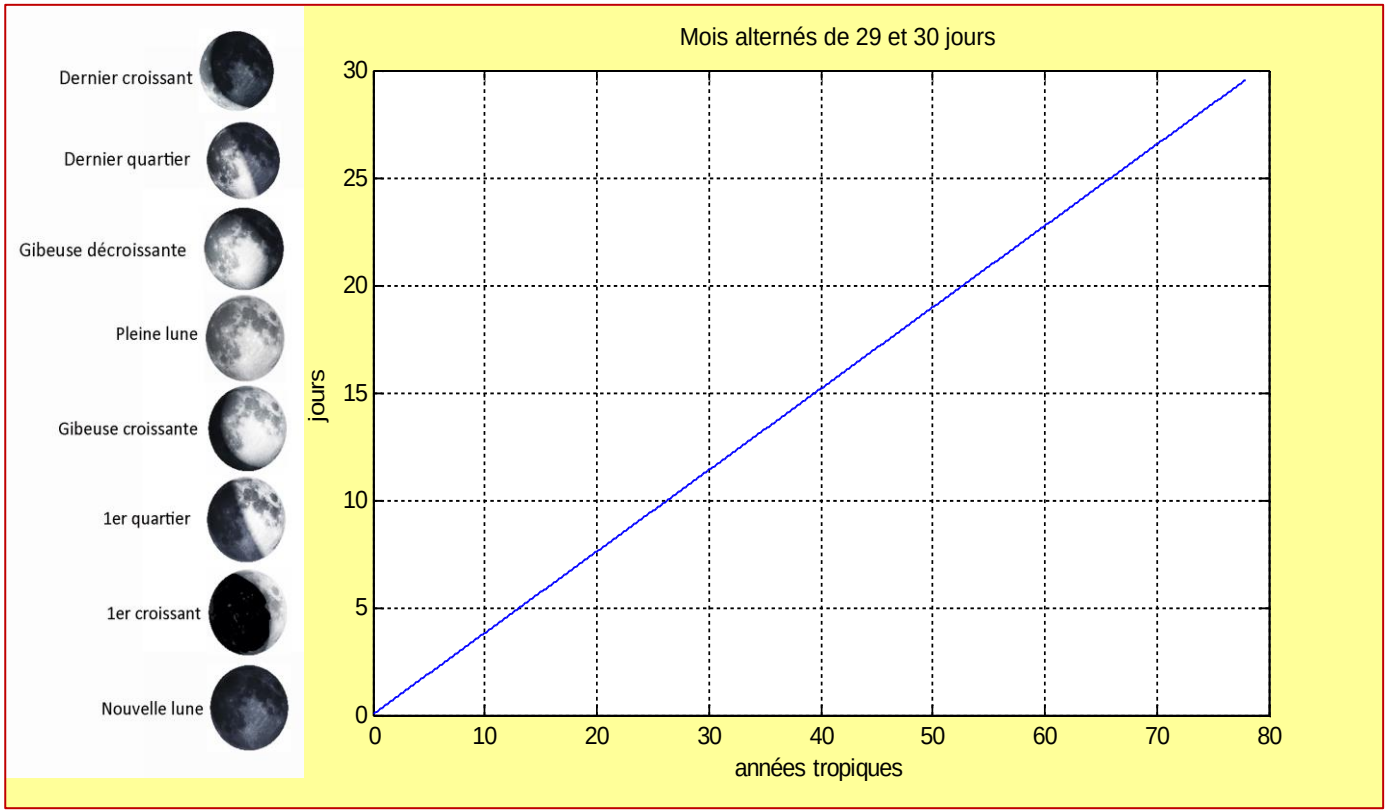
$$\text{Mois lunaire} = 29,530\,588 \text{ jours}$$

6 mois de 29 jours et 6 mois de 30 jours donnent une année de 354 jours
Ce calendrier lunaire très simple fut tout d'abord utilisé, notamment par les Grecs

Erreur 29,530588 – 29,5 =0,030 jour par mois lunaire

- 44 min par mois lunaire
- 8 h 48 min pour 12 mois lunaires
- 1 jour 2 heures 25 min en 36 mois lunaires

Idée, ajouter 1mois à 30 jours tous les 3ans




*Décalage d'un quartier tous les 10 ans*

## **Seconde approche** : Correction d'un jour tous les 3 ans

En 3 ans, l'alternance de mois lunaires de 29 et 30 jours conduit à environ un jour de retard (1 jour 2 heures 25 min 41 s)

Année 1 : 6 mois de 29 jours et 6 mois de 30 jours soit 29,5 jours en moyenne

Année 2 : 6 mois de 29 jours et 6 mois de 30 jours soit 29,5 jours en moyenne

Année 3 : 5 mois de 29 jours et 7 mois de 30 jours.

Pour 36 mois lunaires, nous aurons 17 mois à 29 jours et 19 mois à 30 jours

**Seconde approche** : Correction d'un jour tous les 3 ans

Pour cette seconde approche la Lunaison

est approximée par $\boxed{29+\frac{19}{36}=29,52778}$

## Comparaison avec un développement au 3e ordre

$$29+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{7}}}=29+\frac{8}{15}=29,533333$$

$$\frac{8}{15}=\frac{19,2}{36}$$

Il faudra 29 ans pour avoir un décalage d'un jour
Et 110 ans pour avoir un écart d'un quartier lunaire

# Cycle du Méton

Existe-t-il un nombre de lunaisons qui correspondent à un nombre entier d'années ?

Année tropique $\mathrm{An_T} = 365,24219818 \text{ jours}$

Lunaisons $\mathrm{Lu_M} = 29,53058885 \text{ jours}$

Nous allons nous intéresser au rapport : $\mathrm{An}\dfrac{\mathrm{An_T}}{\mathrm{Lu_M}} = \mathrm{An}\dfrac{365,24219818}{29,53058885} = (12,36826668222703)\,\mathrm{An}$

Nombre de lunaisons à chaque fin d'année

| An | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mois | 12,37 | 24,75 | 37,10 | 49,47 | 61,84 | 75,21 | 86,58 |
| An | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Mois | 98,95 | 111,31 | 123,68 | 136,05 | 148,42 | 160,79 | 175,16 |
| An | 15 | 16 | 17 | 18 | **19** | | |
| Mois | 185,52 | 197,89 | 210,26 | 222,63 | **235,00** | | |

# Cycle du Méton

Au quatrième siècle av. J.-C., l'astronome grec Méton propose un cycle de 235 mois lunaires correspondant à 19 années tropiques.

Nombre de lunaisons $m = 235$ Nombre d'années $n = 19$

19 années tropiques font $6939{,}60177682 \text{jours}$

235 mois lunaires font $6939{,}68818 \text{ jours}$

Ecart $0{,}08640318 \text{ jours}$ soit $2 \text{ heures}$

**BRAVO !**

# Cycle du Méton

Parmi ces 235 mois, pour garder la synchronicité avec les phases de la Lune nous aurons :

110 mois de 29 jours et 125 de 30 jours soit 6940 jours

Valeur moyenne du mois $29+\frac{125}{235}=29,53191$ Valeur du mois lunaire 29,530 588 jours

Pour le cycle de Méton le mois est supérieur en moyenne au mois lunaire
Erreur de $-0,00113\,268$ jour par mois

Une des solutions pour utiliser le cycle de Méton est d'avoir :

- 12 ans de 12 mois lunaires = 144 mois
- 7 ans de 13 mois lunaires = 91 mois

# Cycle du Méton

$$\text{Mois} = 29 + \frac{125}{235} = 29,5319$$

$$\text{Lu}_{\text{M}} = 29,53058885 \text{ jours}$$

Durée pour une erreur d'un jour lunaire 68,8 ans

Comparaison avec un développement à l'ordre 4

$$\text{Mois} = 29 + \frac{9}{17} = 29 + \frac{124,41}{235}$$

$$29 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{7 + \cfrac{1}{1}}}} = 29 + \frac{9}{17} = 29,529412$$

Durée pour une erreur d'un jour lunaire 70,5 ans

Pour ces calendriers, il faut que l'année en moyenne s'approche de l'année tropique de **365,242 198 78 jours**

Les jours de chaque mois ne sont plus en phase avec la Lune, ils varient selon les époques entre 28 et 31 jours.

Ces calendriers sont généralement de 360 **à** 365 jours avec ajout, certaines années, de jours supplémentaires .

## Contraintes du calendrier solaire

1. Approcher la durée de l'année tropique de 365,242 198 78 jours
2. Alterner des années ayant une durée variable (360; 365; 366) jours
3. Répartir en 12 mois de (28 à 31 jours) la durée de l'année

## Approche formelle de l'année tropique

$$365,24219878 \simeq 365 + \cfrac{1}{4 + \cfrac{1}{7 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{5}}}}} = 365 + \frac{n_1}{n_2}$$

$$n_1 = \text{Nombre d'année de 366 jours}$$

$$(n_2 - n_1) = \text{Nombre d'année de 365 jours}$$

$$\frac{365(n_2 - n_1) + 366 \cdot n_1}{n_2} = \frac{365 \cdot n_2 - 365 \cdot n_1 + 366 \cdot n_1}{n_2} = \frac{365 \cdot n_2 + n_1}{n_2} = 365 + \frac{n_1}{n_2}$$

## Approche formelle de l'année tropique

$$365,24219878 \simeq 365 + \cfrac{1}{4 + \cfrac{1}{7 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{5}}}}}$$

## Développement à l'ordre 1

$$365 + \frac{1}{4} = 365,25$$

$$365,24219878 \simeq 365 + \cfrac{1}{4 + \cfrac{1}{7 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{5}}}}}$$

**Nous retrouvons là le calendrier Julien** avec l'ajout d'un jour tous les 4 années.

En 128 ans ce calendrier prend 1 jour d'avance

# Contrainte de l'année tropique

Pour ces calendriers, deux contraintes doivent être satisfaites :

1. Des jours sont ajoutés périodiquement aux mois pour respecter les lunaisons
2. Des années à 12 mois ou 13 mois pour approcher l'année tropique

Difficultés

Le rapport entre l'année tropique et le mois lunaire synodique n'est pas un nombre entier

$$\frac{365,242\,198\,78}{29,530\,588} = 12,368\,267$$

# Contrainte de l'année tropique en mois

$$12,368267 \simeq 12 + \frac{n_1}{n_2}$$

$$12,368267 \simeq 12 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{17}}}}}$$

$n_1$ Nombre d'années à 13 mois

$n_2$ Nombre d'années total

$n_2 - n_1$ Nombre d'années à 12 mois

$$\text{Année Tropique} = \frac{12(n_2 - n_1) + 13 \cdot n_1}{n_2} = \frac{12 \cdot n_2 - 12 \cdot n_1 + 13 \cdot n_1}{n_2} = \frac{12 \cdot n_2 + n_1}{n_2} = 12 + \frac{n_1}{n_2}$$

## Contrainte de l'année tropique

$$x = 12,368267$$

$$12 + \frac{1}{2} = 12,5$$

1 année à 13 mois lunaires
1 année à 12 mois lunaires

Développement à l'ordre 1

$$12,368267 \simeq 12 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{17}}}}}$$

Alternance d'années à 12 mois et 13 mois

# Contrainte de l'année tropique

Développement à l'ordre 2

$$x = 12,368267$$

$$12+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1}} = 12+\frac{1}{3} = 12,3333$$

$$12,368267 \simeq 12+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{17}}}}}$$

1 année à 13 mois lunaires
2 années à 12 mois lunaires

Ajout d'un mois lunaire tous les 3 ans, utilisé ensuite par les Grecs

## Contrainte du mois lunaire de 29,530 588 jours

### Cycle de Méton

125 mois de 30 jours
et 110 mois de 29 jours

12 ans de 12 mois lunaires = 144
7 ans de 13 mois lunaires = 91

Erreur d'un jour en 63 ans lunaires

Les rythmes de base sont le mois et l'année, ces calendriers suivent une répétition immuable sans ajouts de jours supplémentaires pour se synchroniser avec le Soleil.

Les civilisations qui ont utilisé ces calendriers avaient une connaissance assez précise de l'année tropique, mais préféraient laisser dériver leurs calendriers vis-à-vis du Soleil (Égypte et Maya).

Calendriers Mésopotamiens

Calendriers Égyptiens

Calendriers Hébreux
- Calendrier ancien
- Calendrier Juif moderne

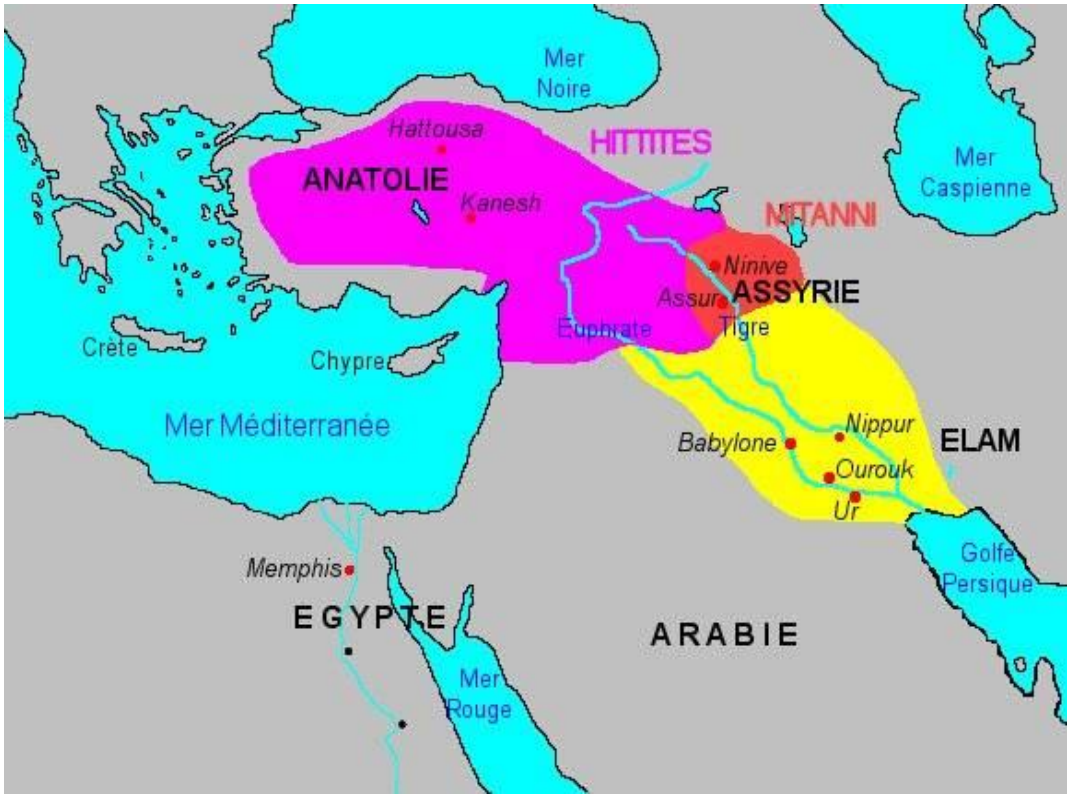
Calendriers Grecs

Calendriers Romains
- Calendrier antique dit de Romulus
- Calendrier de Numa Ponpilus (700 ans av. J.-C.)
- Calendrier Julien (45 apr. J.-C.)

Calendriers Chinois

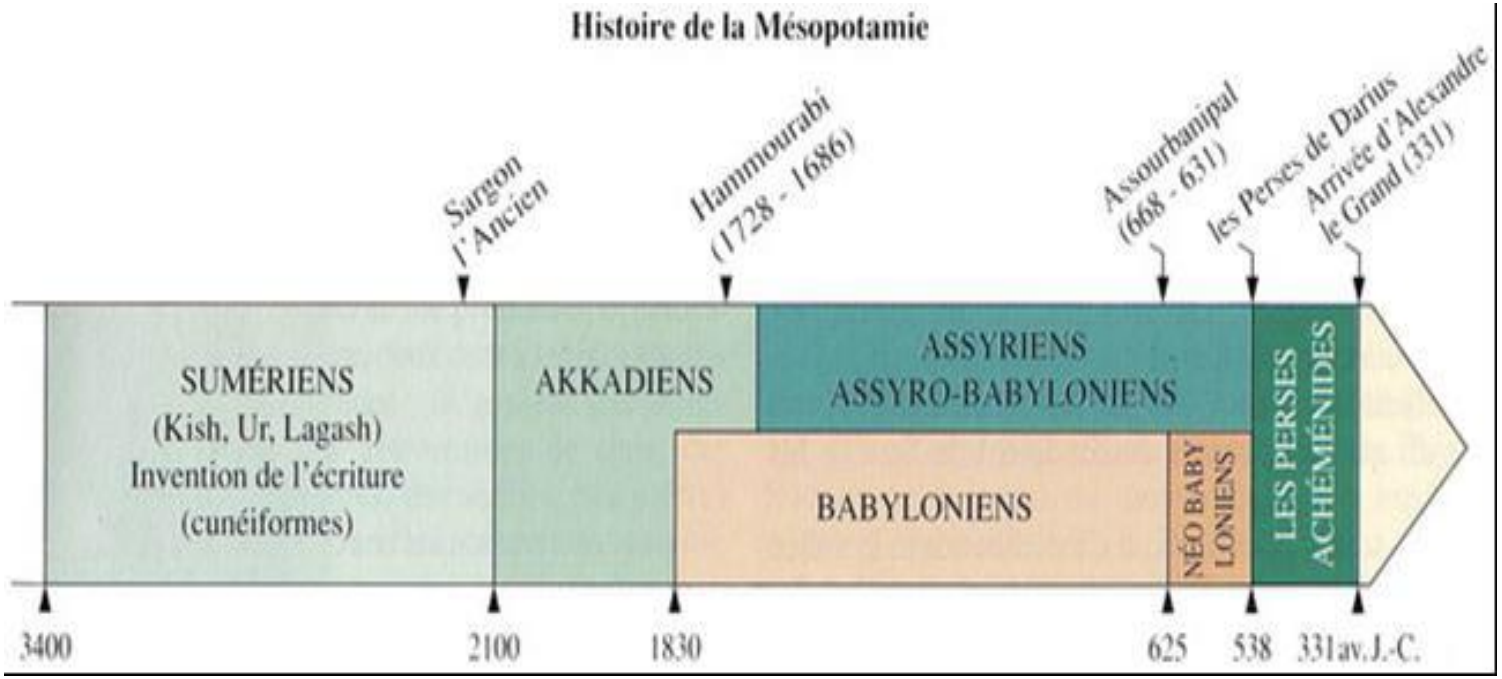
Calendriers Maya

Calendrier actuel




Naissance de la civilisation, Sumer, Assyrie, Babylone et Chaldée.

Invention de l'écriture vers 3300 ans av. J.-C.
Invention de la numération par position
Astrologie et Numérologie




Naissance de la civilisation, Sumer, Assyrie, Babylone et Chaldée.

Les premières mesures, faites en Mésopotamie, de la rotation apparente du Soleil autour de la Terre ont donné **360 jours** avec, durant une année, **12 constellations** qui apparaissaient.

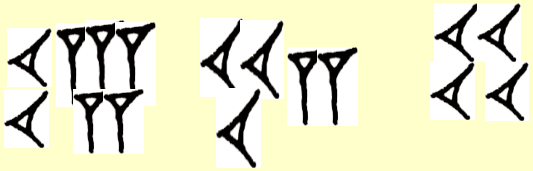
Vers 2000 av. J.-C. les Sumériens inventèrent la numération par position
Invention du zéro vers 400 av. J.-C.

*Ils avaient opté pour la base 60 avec une numérotation décimale héritée des Akkadiens, ce qui les a conduits à considérer qu'un cercle était composé de 360 degrés et ceux-ci subdivisés en 60 minutes.*

Notre numération à base 10

$$91945 = 9(10\,000) + 1(1000) + 9(100) + 4(10) + 5$$

$$91945 = 9 \cdot 10^4 + 1 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 4 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$$



25 32 40

$$N = 25 \cdot 60^2 + 32 \cdot 60 + 40 = 25(3600) + 32(60) + 25 = 91945$$

Les Sumériens vers 2700 ans av. J.-C. avaient un calendrier solaire, constitué d'une l'année en 360 jours, répartie en 12 mois de 30 jours

Ensuite vers -2100 ans av. J.C ils adoptèrent un Calendrier luni-solaire avec alternance de mois de 29 et 30 jours et ajout d'un mois supplémentaire pour éviter le décalage des saisons.

## Numérologie

- « Pythagore » 1700 av. J.C
- Calcul de $\sqrt{2}$ avec 6 décimales 1800 av. J.C

## Astrologie

- Prévision des éclipses
- Tables ayant servi à Thalès 6e siècle av. J.C

les Égyptiens optèrent pour un système simple d'années de **365 jours** comprenant **12 mois de 30 jours** plus 5 jours additionnels
**Semaine de 10 jours**

Bien qu'ils avaient une mesure plus précise de l'année
Ce calendrier, dit vague, aux origines très anciennes de 4000 ans avant J.C, perdura durant toute la civilisation égyptienne

**365 jours**

Décalage d'un jour tous les 4 ans
En 123 ans ce calendrier était décalé d'un mois de 30 jours
et en 1500 ans d'une année tropique.

Ce calendrier rythmait les fêtes religieuses.

L'agriculture était calée sur la crue du Nil qui correspondait au lever héliaque du Sirius (juillet du calendrier Grégorien)

Les Égyptiens repérèrent un ensemble de 36 étoiles ou groupes d'étoiles dont le lever découpait la nuit en 12 parties égales, ceci constituant une horloge céleste.

Calendrier était luni-solaire

Inspirés par les civilisations babyloniennes, les Hébreux adoptèrent une semaine de 7 jours, ils avaient 6 sortes d'années

| Année | Mois de 29 jours | Mois de 30 jours | Année | Lune moyenne |
|---|---|---|---|---|
| Commune | 6 | 6 | 354 | 29,5 |
| Abondante | 5 | 7 | 355 | 29,5833 |
| Défectives | 7 | 5 | 353 | 29,4147 |
| Embolismique 1 | 7 | 6 | 383 | 29,4615 |
| Embolismique 2 | 6 | 7 | 384 | 29,5385 |
| Embolismique 3 | 5 | 8 | 385 | 29,6154 |

Mois lunaire 29,530 588 85 jours

Calendrier était luni-solaire

Mois lunaire 29,530 588 85 jours

| Année | Erreur sur la lunaison | Erreur sur année | Année | Lune moyenne |
|---|---|---|---|---|
| Commune | 0 h 44 min | 11 jours 5 h | 354 | 29,5 |
| Abondante | -1 h 15 min | 10 jours 5 h | 355 | 29,5833 |
| Défectives | 2 h 44 min | 12 jours 5 h | 353 | 29,4147 |
| Embolismique 1 | 1 h 39 min | -17 jours 18 h | 383 | 29,4615 |
| Embolismique 2 | -0 h 11 min | -18 jours 18 h | 384 | 29,5385 |
| Embolismique 3 | -2 h 2 min | -19 jours 18 h | 385 | 29,6154 |

En jouant sur les années embolismiques qui ajoutent un 13e mois à l'année et en jouant sur les années qui augmentent ou diminuent la lunaison les Hébreux arrivaient à avoir des mois lunaires qui ne s'écartent pas trop du cycle solaire

## Calendrier luni-solaire

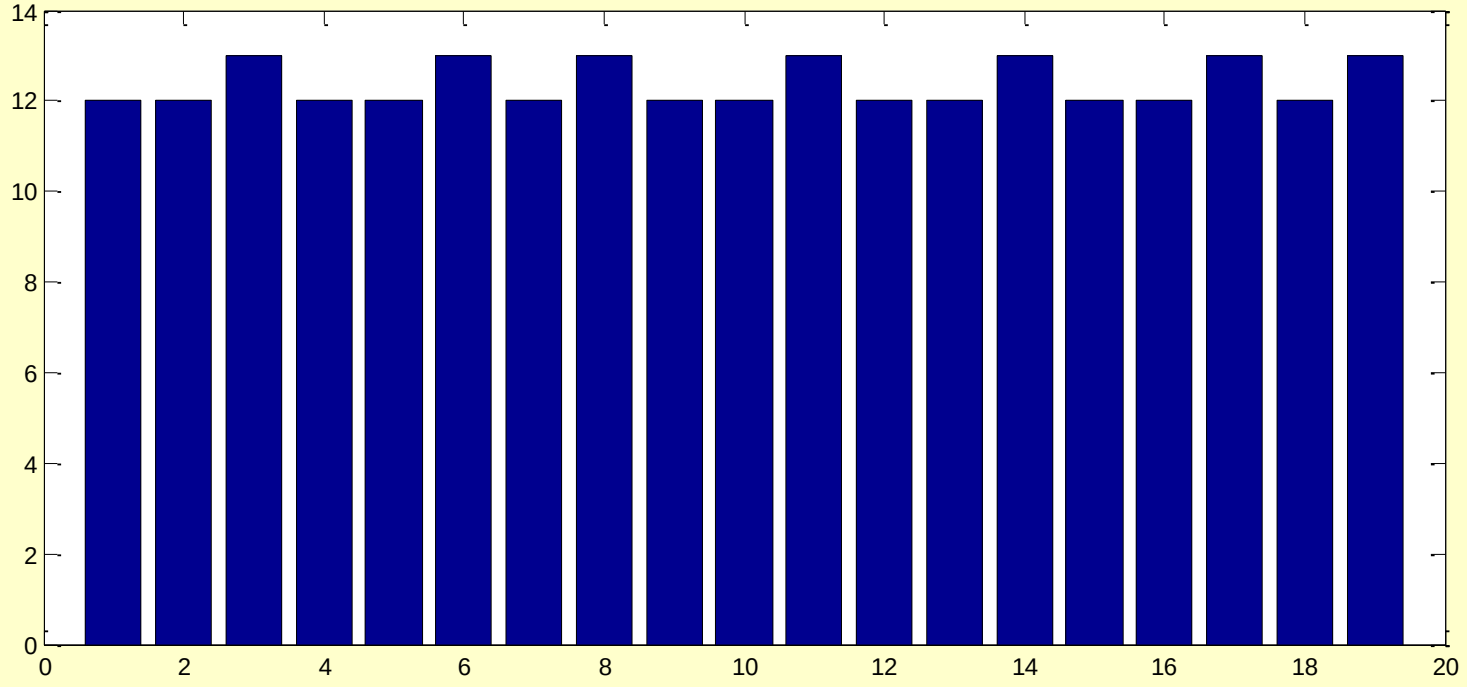
Ce calendrier luni-solaire a été basé sur le cycle de Méton comprenant 235 lunaisons en 19 années.

Avec ce cycle les lunaisons reviennent en phases avec les années en 19 ans et il doit y avoir 7 années de 13 mois

Pour avoir des jours dans le mois en relation avec les phases de la Lune il faut 110 mois de 29 jours et 125 de 30 jours.

# Calendrier luni-solaire

Pour avoir des jours dans le mois en relation avec les phases de la Lune il faut 110 mois de 29 jours et 125 de 30 jours.




*Répartition des années de 13 mois sur le cycle de Méton de 19 ans*

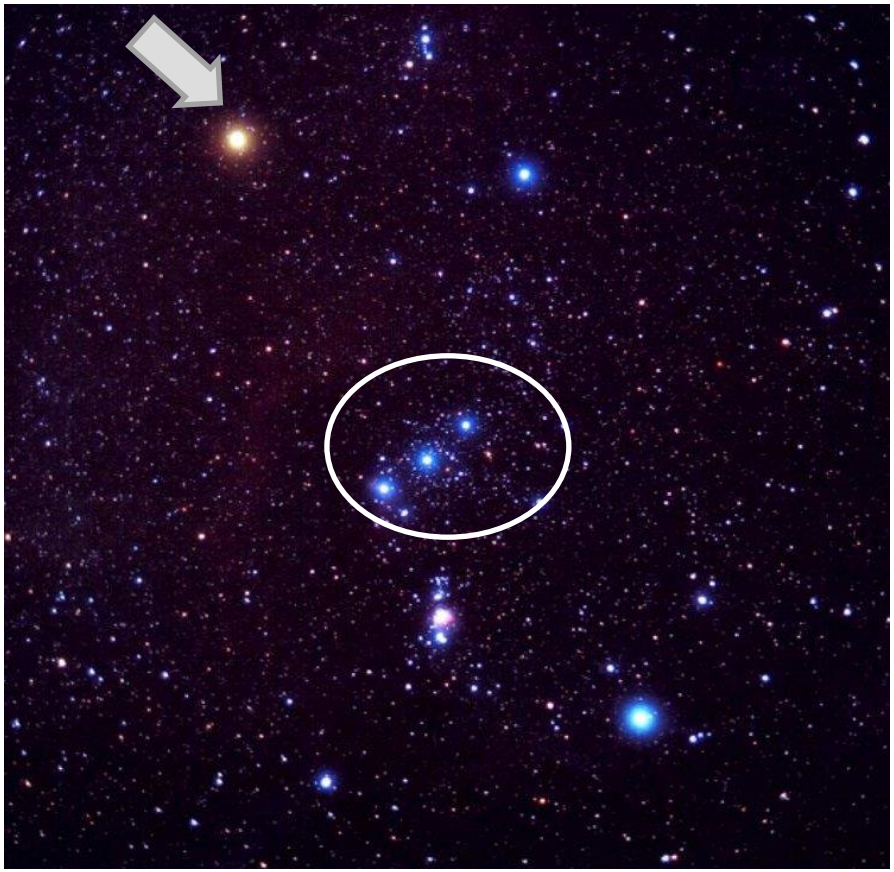
À l'origine, le calendrier grec avait des mois de 30 et de 29 jours, la semaine était de 10 jours et l'année avait une durée de 354 jours.

Pour les printemps
ils repéraient le lever héliaque des pléiades, constellation du Taureau (17 mai)

444 Années Lumière

À l'origine, le calendrier grec avait des mois de 30 et de 29 jours, la semaine était de 10 jours et l'année avait une durée de 354 jours.

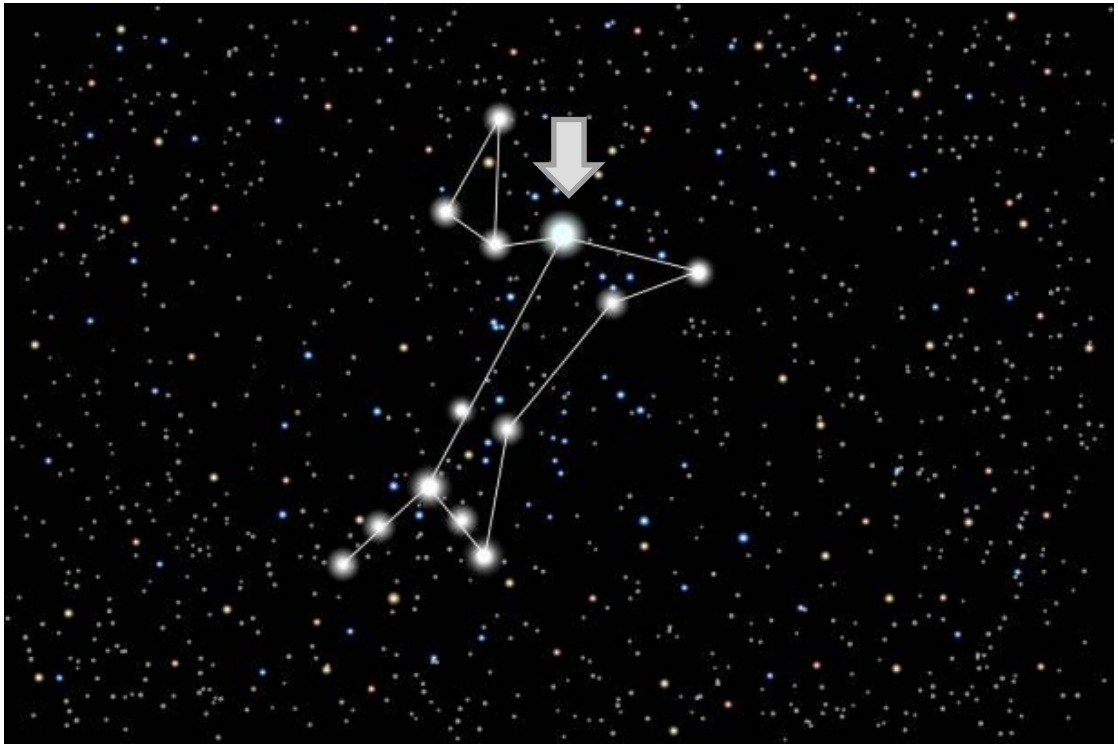
Pour l'été
Le baudrier d'Orion (1er juillet),



Environ
1000 années-lumière

À l'origine, le calendrier grec avait des mois de 30 et de 29 jours, la semaine était de 10 jours et l'année avait une durée de 354 jours.

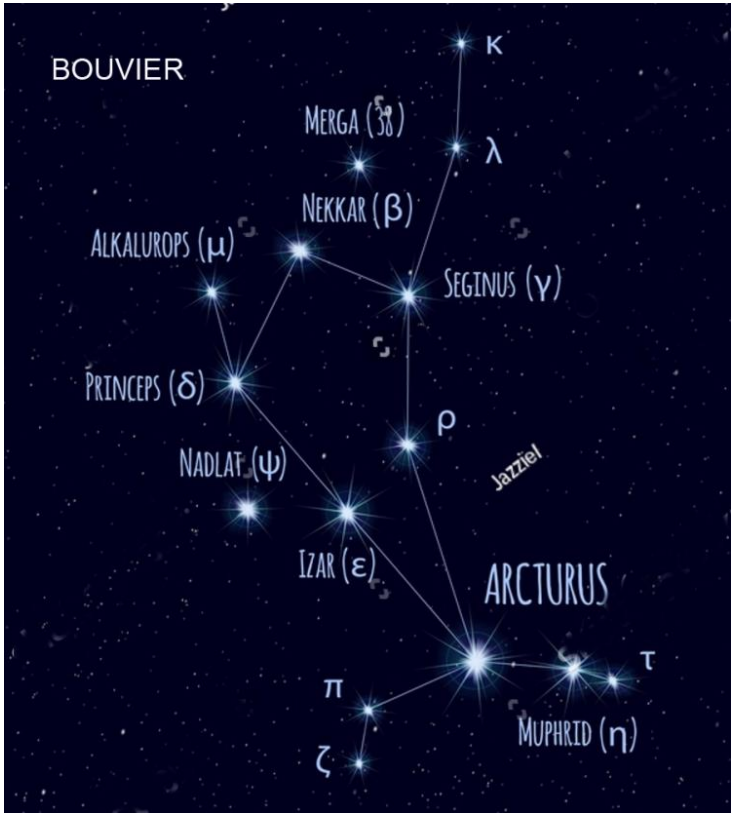
Pour l'été
Sirius (15 juillet), constellation du grand chien



8,6 années-lumière

À l'origine, le calendrier grec avait des mois de 30 et de 29 jours, la semaine était de 10 jours et l'année avait une durée de 354 jours.

Pour l'automne
Arcturus (8 septembre) géante rouge de la constellation du Bouvier




25 fois diamètre du soleil
Géante rouge
36,5 années-lumière

Ce calendrier purement lunaire évolua, au temps d'Hérodote (425 av. J.-C.) vers un calendrier luni-solaire par l'ajout d'un mois tous les 3 ans.

Année 1 : 6 mois de 29 jours et 6 mois de 30 jours = 354 jours
Année 2 : 6 mois de 29 jours et 6 mois de 30 jours = 354 jours
Année 3 : 5 mois de 29 jours et 7 mois de 30 jours+ 1 mois de 30 jours=385 jours.

Au VIe siècle av. J.-C. . apparurent les cadrans solaires et la division en de la journée en 2 groupes de 12 heures ne fut établi qu'avec l'utilisation des clepsydres

$$\frac{354+354+385}{3}=364,3333<365,24219878$$

Ensuite, les Grecs eurent recourt à une période de 8 années :

Année 1 : 6 mois de 29 jours et 6 mois de 30 jours = 354 jours
Année 2 : 5 mois de 29 jours et 7 mois de 30 jours = 355 jours
Année 3 : 6 mois de 29 jours et 6 mois de 30 jours + 1 mois de 29 jours=383 jours.
Année 4 : 5 mois de 29 jours et 7 mois de 30 jours = 355 jours
Année 5 : 6 mois de 29 jours et 6 mois de 30 jours + 1 mois de 29 jours = 383 jours
Année 6 : 5 mois de 29 jours et 7 mois de 30 jours = 355 jours
Année 7 : 6 mois de 29 jours et 6 mois de 30 jours = 354 jours
Année 8 : 6 mois de 29 jours et 6 mois de 30 jours + 1 mois de 30 jours = 383 jours

$$\frac{(354+355+383+355+383+355+354+383)}{8} = \frac{2922}{8} = 365,25 > 365,24219$$

## Calendrier luni-solaire

Du 4e siècle avant J.-C à 1911 plusieurs centaines de calendriers furent utilisés

Les mois sont donc de 29 ou 30 jours et un 13e mois intercalaire est ajouté de temps en temps pour ne pas se décaler avec les saisons.

Une année ordinaire de 12 mois fait 353, 354 ou 355 jours
Une année de 13 mois fait 384 ou 385 jours

Le mois lunaire se divise en 3 semaines de 9 ou 10 jours

Plusieurs mécanismes d'ajout furent utilisés, dont probablement, le cycle de Méton de 19 ans

Les Mayas, dont le système de numération vicésimale (base 20) a construit des calendriers pour lesquels cette base était centrale.

Deux systèmes de calendriers coexistaient, le premier avait 13 périodes de 20 jours et une périodicité de 260 jours, chacune de ces périodes était liée à une divinité.

Le second calendrier de type solaire, dit vague, était civil et avait une durée de 365 jours constitués de 18 mois de 20 jours plus 5 jours additionnels.

Le calendrier religieux de 260 jours se décalait par rapport à l'année de 365 jours

$260 = 2^2 \cdot 5 \cdot 13$ $\quad 365 = 5 \cdot 73$ $\quad$ Le PPCM vaut $\quad 2^2 \cdot 5 \cdot 13 \cdot 73 = 18980$ jours

Ce cycle correspond à 52 années de 365 jours

# Cycles du calendrier Maya



| Ordre d'unités | Glyphe | Noms | Équivalence | Jours | Années Tropique |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | Kin<br>Jour | 0 | 1 | |
| 2 | | Uinal<br>Mois de 20 jours | 20 Kin | 20 | |
| 3 | | Tun<br>"année de 18 mois" | 18 Uinal | 360 | 0,98 |
| 4 | | Katun<br>Cycle de 20 "ans" | 20 Tun | 7 200 | 19,7 |
| 5 | | Baktun<br>Cycle de<br>400 "ans" | 20 Katun | 144 000 | 394,26 |
| 6 | | Pictun<br>Cycle de<br>8 000"ans" | 20 Baktun | 2 880 000 | 7885,2 |
| 7 | | Calabtun<br>Cycle de<br>160 000 "ans" | 20 Pictun | 57 600 000 | 157 703,6 |
| 8 | | Kinchiltun<br>Cycle de<br>3 200 000 "ans" | 20 Calabtun | 1 152 000 000 | 3 154 071,5 |
| 9 | | Alautun<br>Cycle de<br>64 000 000 "ans" | 20 Kinchiltun | 23 040 000 000 | 63 081 609 |

## Calendrier chronologique

Comprends 10 mois de 6 de 30 jours et 4 de 31 jours donnant une année de 304 jours

L'année était ainsi décomposée en 38 semaines de 8 jours

| Nom | Jours | |
|---|---|---|
| **Martius**, (*mars*) | 31 | nommé ainsi en l'honneur du dieu romain Mars |
| **Aprilis** (*avril*) | 30 | dédiés à la déesse grecque Aphrodite, Début de l'année |
| **Maius** (*mai*) | 31 | en l'honneur de Maia, une très ancienne déesse romaine, souvent désignée comme la compagne de Vulcain |
| **Iunius** (*juin*) | 30 | En l'honneur de la déesse romaine Junon |
| **Quintilis** (*juillet*) | 31 | Le cinquième |
| **Sextilis** (*août*) | 30 | Le sixième |
| **September** (*septembre*) | 30 | Le septième |
| **October** (*octobre*) | 31 | Le huitième |
| **November** (*novembre*) | 30 | Le neuvième |
| **December** (*décembre*) | 30 | Le dixième |

Décalage d'environ 61 jours par an !

Calendrier chronologique

Ajout de janvier et de février : année de 355 jours

| Nom | Jours | |
|---|---|---|
| Martius, (*mars*) | 31 | nommé ainsi en l'honneur du dieu romain Mars |
| **Aprilis** (*avril*) | 29 | dédiés à la déesse grecque Aphrodite, Début de l'année |
| **Maius** (*mai*) | 31 | en l'honneur de Maia, une très ancienne déesse romaine, souvent désignée comme la compagne de Vulcain |
| **Iunius** (*juin*) | 29 | En l'honneur de la déesse romaine Junon |
| **Quintilis** (*juillet*) | 31 | Le cinquième |
| Sextilis (*août*) | 29 | Le sixième |
| **September** (*septembre*) | 30 | Le septième |
| **October** (*octobre*) | 31 | Le huitième |
| **November** (*novembre*) | 29 | Le neuvième |
| **December** (*décembre*) | 29 | Le dixième |
| Ianuarius (*janvier*) | 29 | |
| - Februarius (*février*) | 28 | |

# Calendriers Romains : Calendrier de Numa Pompilus

**3e partie**

700 ans av. J.-C.

Ajout de janvier et de février : année de 355 jours

Calendrier chronologique

Décalage d'environ 10 jours par an

Ajout d'un 13e mois de 22 jours, appelé *Mercedonius*, tous les 2 ans qui s'intercalait entre le 23 et 24 février

Géré par le collège des Pontifes, moyen de fraude et de corruption pour favoriser les consuls en exercice ou minimiser les intérêts des prêts

## Calendrier solaire

Jules César fit venir l'astronome grec Sosigène établi à Alexandrie et le chargea de modifier le calendrier

Hipparque, grand astronome de l'antiquité avait établi une centaine d'années auparavant que la durée d'une année était inférieure à 365,25 jours

Hipparque avait mesuré une année de 365 jours 5 heures 56 minutes, la valeur actuelle est de 365 jours 5 heures 49 minutes

7 minutes d'erreur, belle précision 150 ans av. J.-C. !!

Il fut choisi une année de 365 jours avec ajout d'un jour supplémentaire en février tous les 4 ans

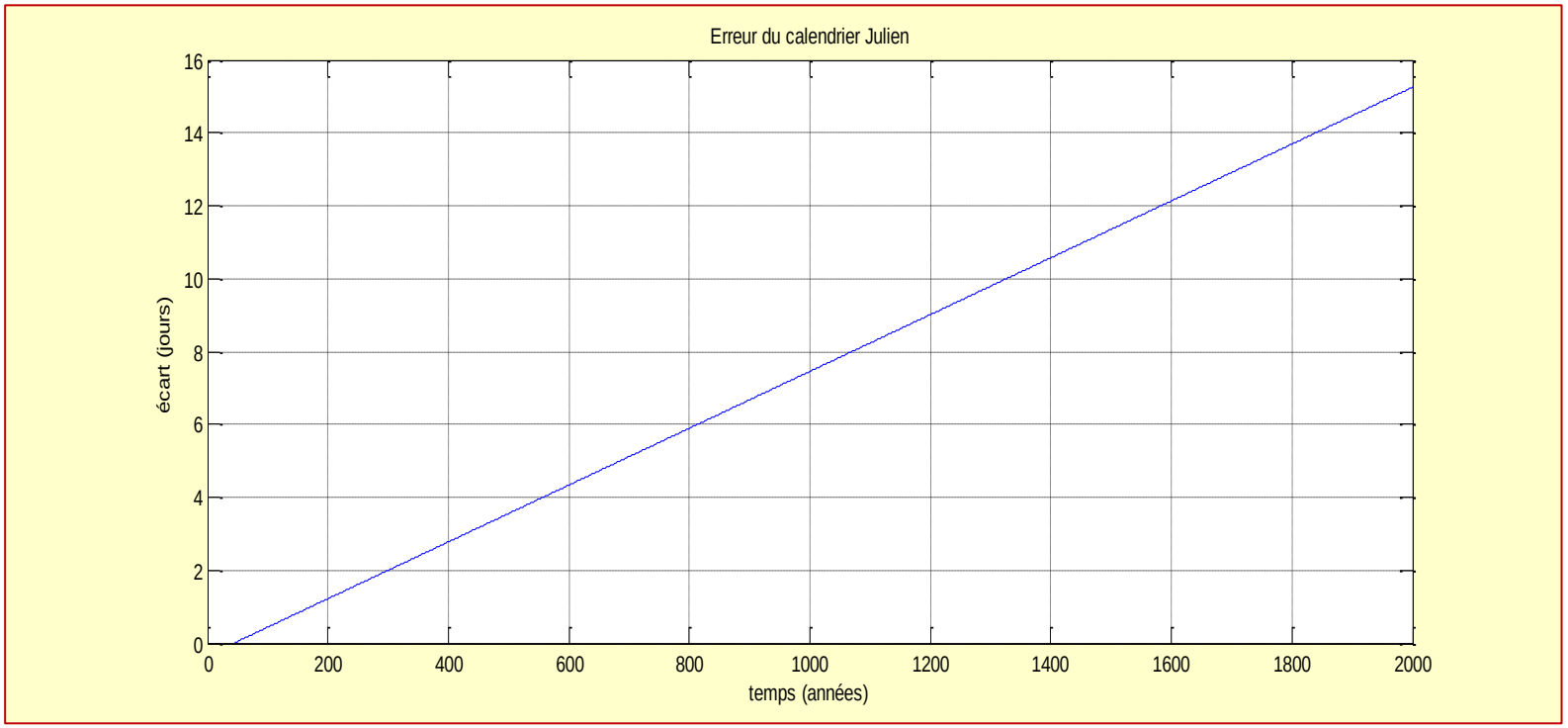
Année moyenne 365,25 jours

Une année tropique : 365,24219878 jours

# Calendrier solaire

Une erreur de 11 minutes 14 secondes par année

Début de ce calendrier en janvier 45 après J.C




Décalage du calendrier Julien

# Calendrier Julien



Une année bissextile tous les 4 ans, moyenne 365,25

Avec le calendrier Julien, en 1582 l'équinoxe de printemps tombe avec 10 jours d'avance soit le 11 mars

## Calendrier Grégorien

Le pape Grégoire XIII fait construire une tour d'observation stellaire et constitue une commission de savants.

Un jour est ajouté tous les 4 ans comme dans le calendrier Julien, cependant les exceptions suivantes sont introduites :

1. Les années séculaires 1500 ; 1700 ; 1800 ; 1900 normalement bissextiles ne le seront plus.

2. Si le millésime est un multiple de 400 les années restent bissextiles, ainsi 1600 et 2000 ont été bissextiles. c

# Précision du calendrier Grégorien

Sur une période de 400 ans

- Le calendrier Julien aurait donné 100 années bissextiles
- Pour le calendrier Grégorien, les années (1700, 1800, 1900) ne le sont pas
- Ce qui fait donc 97 années bissextiles sur cette période

L'année moyenne sera donc de :

$$\frac{97(366)+303(365)}{400}=\frac{146\,097}{400}=365+\frac{97}{400}=365,2425$$

L'écart avec l'année tropique est de

$$365,2425-365,24219878=3\cdot 10^{-4}\ \text{jour / an}$$

Il y aura un jour de décalage en 3 320 ans ; nous avons le temps de nous voir venir.

# Comparaison avec un Développement au 3e ordre

$$365+\cfrac{1}{4+\cfrac{1}{7+\cfrac{1}{1}}}=365+\frac{8}{33}=365,242\,424=365+\frac{96,969}{400}$$

1 jour d'erreur en 4435 ans

$$\frac{97\cdot 366+303\cdot 365}{400}=365+\frac{97}{400}=365,2425$$

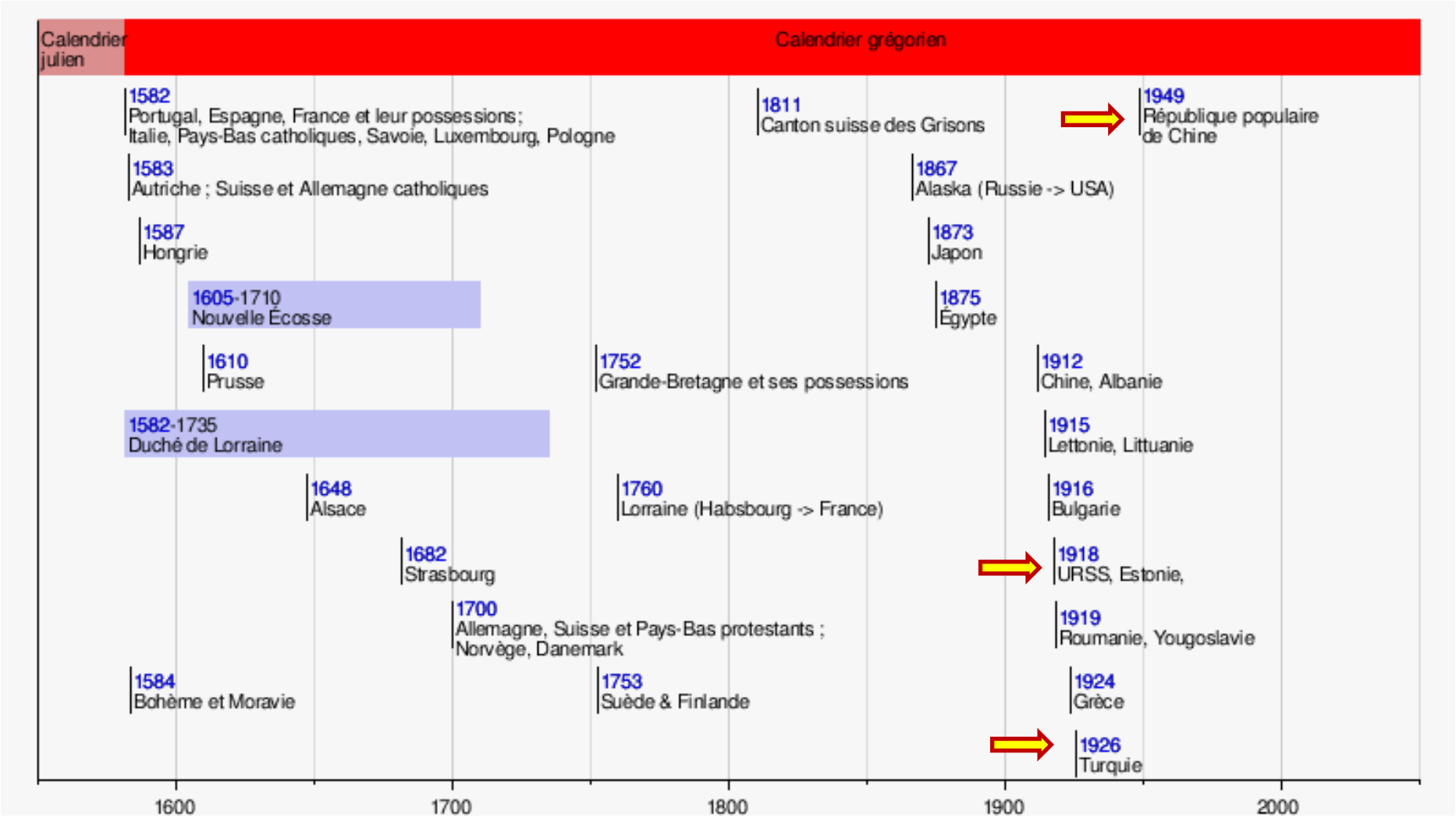
1 jour de décalage en
3 320 ans

# Calendrier actuel : Calendrier Grégorien

**3e partie**

Adoption du calendrier Grégorien

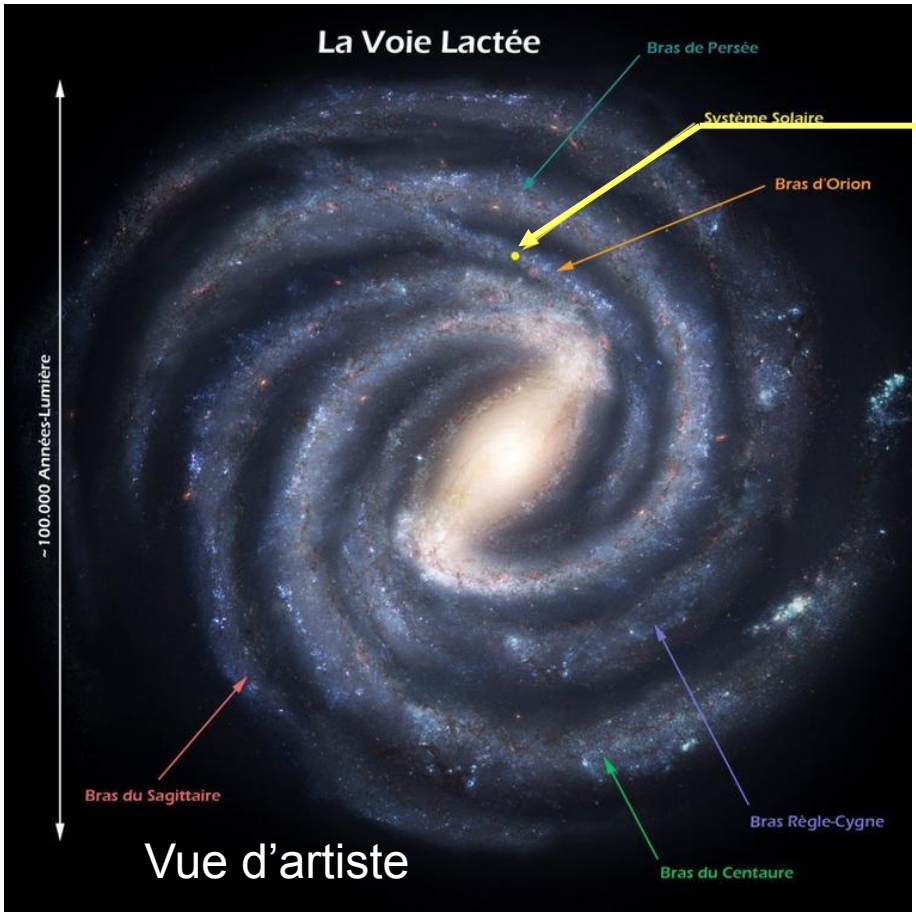
Demandé par le concile de trente le 25 mai 1560



# FIN de l’exposé

Merci

# Notre position dans la galaxie




Système solaire

Nous sommes à 33 000 années-lumière du centre galactique

Le système solaire évolue à 225 km/s

Nous faisons un tour en 250 millions d'années

# **Notre vision du ciel** : La terre se déplace

La terre tourne sur elle-même à l'équateur 1178 km/h soit 327 m/s

La terre tourne autour du soleil à une vitesse de 29,8 km/s

Le système solaire tourne autour du centre galactique à 225 km/s

**Il n'y a plus de référentiel fixe !**
**Nous sommes le centre de rien**

La seconde est égale à la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133 non perturbé.

Longueur d'onde 32,6 microns (infra-rouge)

Le césium est un métal de N° atomique 53

$$1\text{s} = 9192631770 \text{ périodes}$$