

*L 'an 2000 (ou 2001),
la même heure pour tous*

Jean-Louis Monin

Observatoire de Grenoble

<http://www-laog.obs.ujf-grenoble.fr>

<http://www-laog.obs.ujf-grenoble.fr/~monin>

*L 'an 2000 (ou 2001),
la même heure pour tous*

Jean-Louis Monin

Observatoire de Grenoble

<http://www-laog.obs.ujf-grenoble.fr>

<http://www-laog.obs.ujf-grenoble.fr/~monin>





Lever et coucher de
soleil

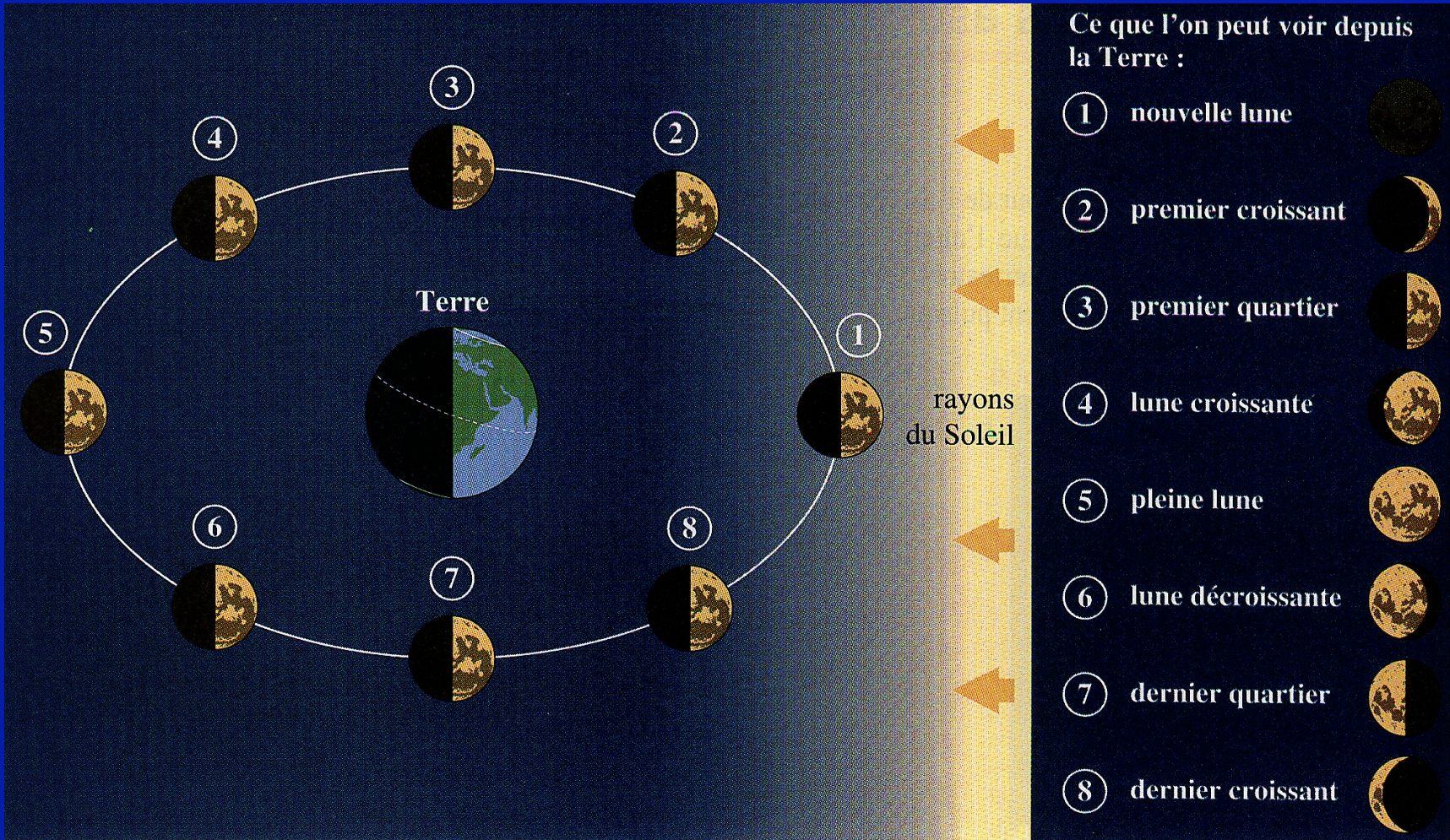
→ Rotation de la Terre
sur elle-même

JOUR



Les phases de la lune au cours du mois (lunaire)

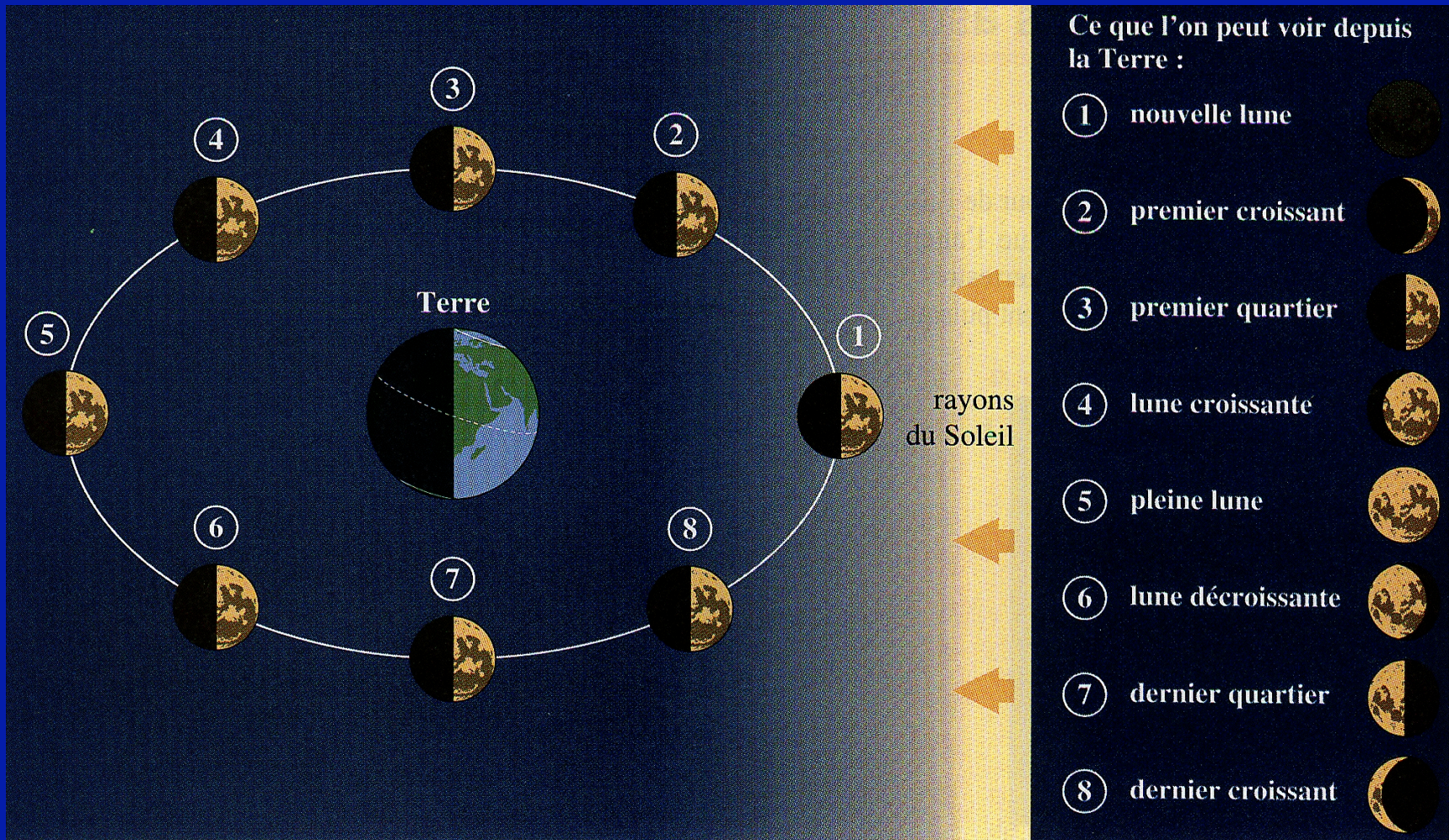
29 jours 1/2



Les phases de la lune au cours du mois (lunaire)



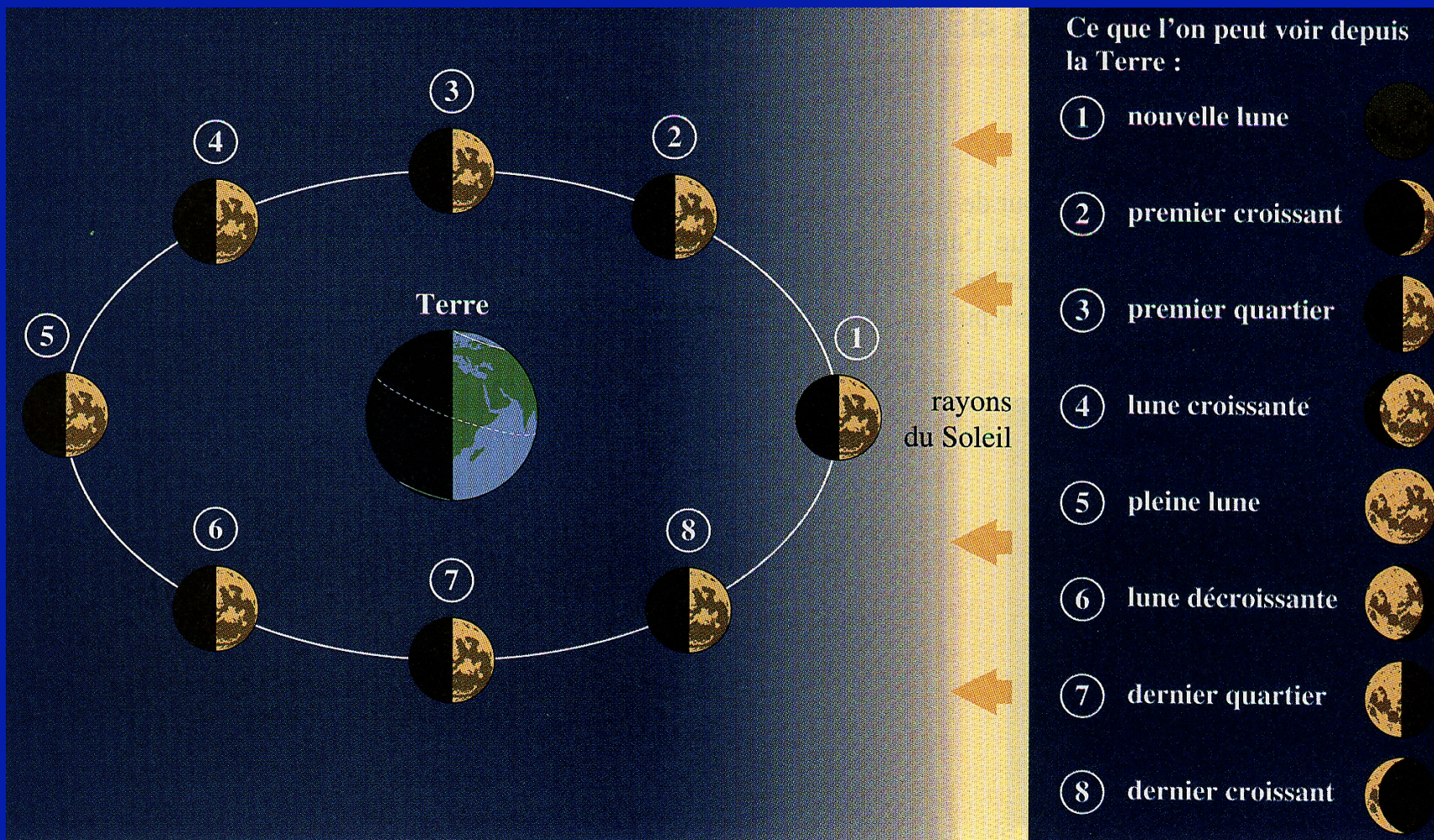
29 jours 1/2



Les phases de la lune au cours du mois (lunaire)



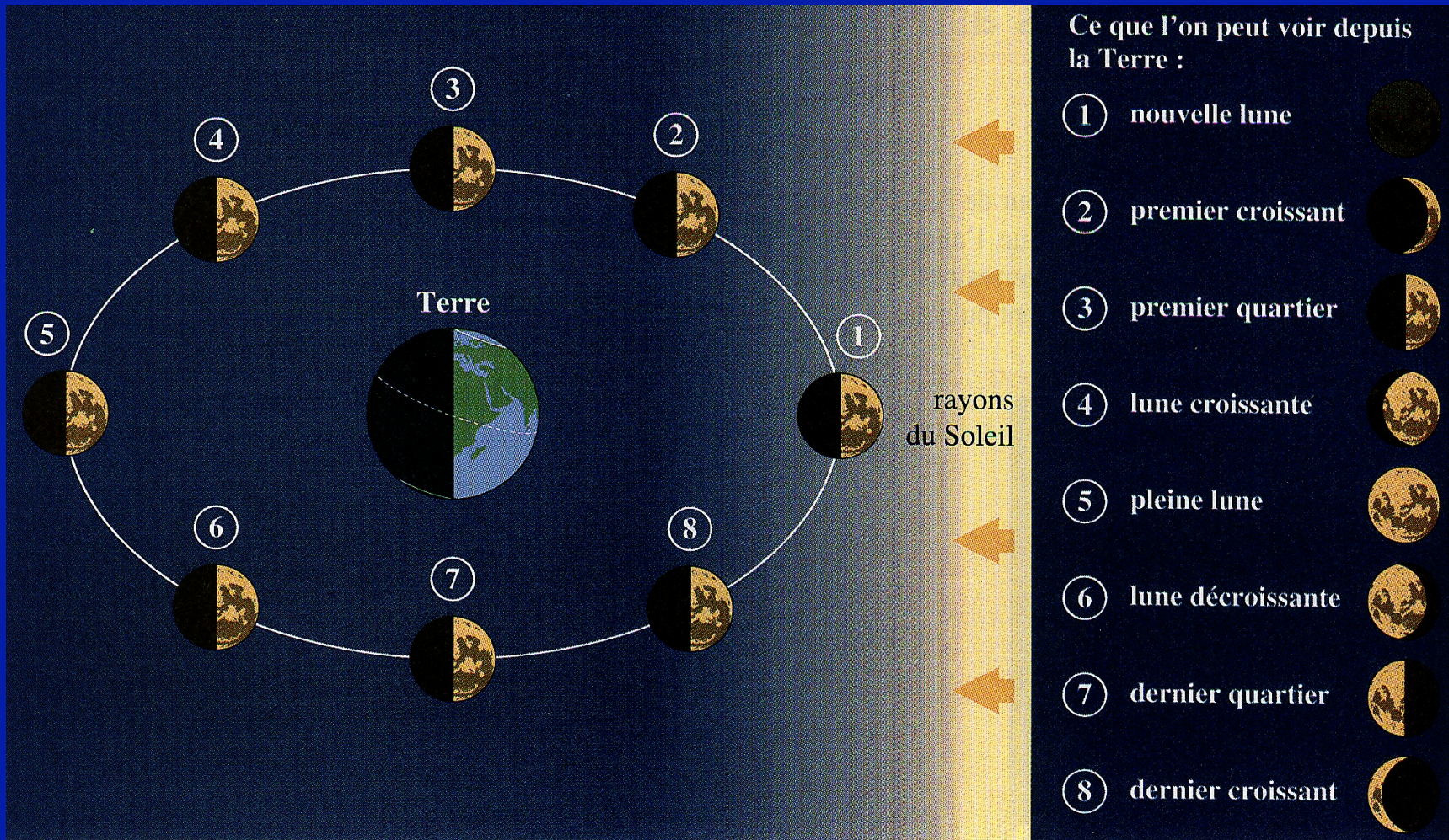
29 jours 1/2



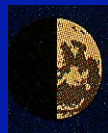
Premier croissant :
la semaine dernière ...

Les phases de la lune au cours du mois (lunaire) ▼

29 jours 1/2



Premier croissant :
la semaine dernière ...

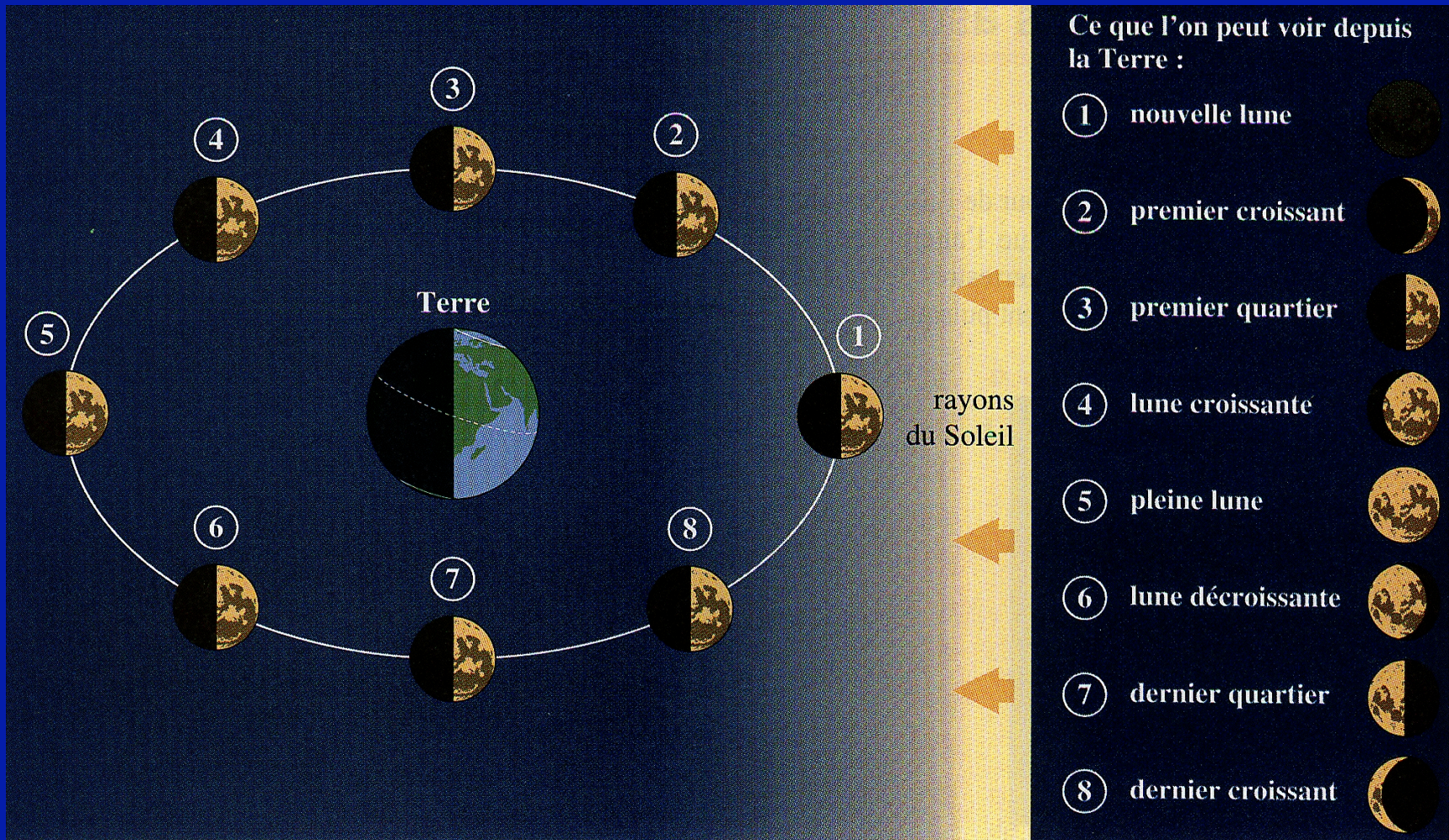


Premier quartier :
ce soir !

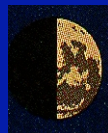
Les phases de la lune au cours du mois (lunaire)



29 jours 1/2



Premier croissant :
la semaine dernière ...



Premier quartier :
ce soir !



Pleine lune :
jeudi prochain !



Passage des saisons



hiver

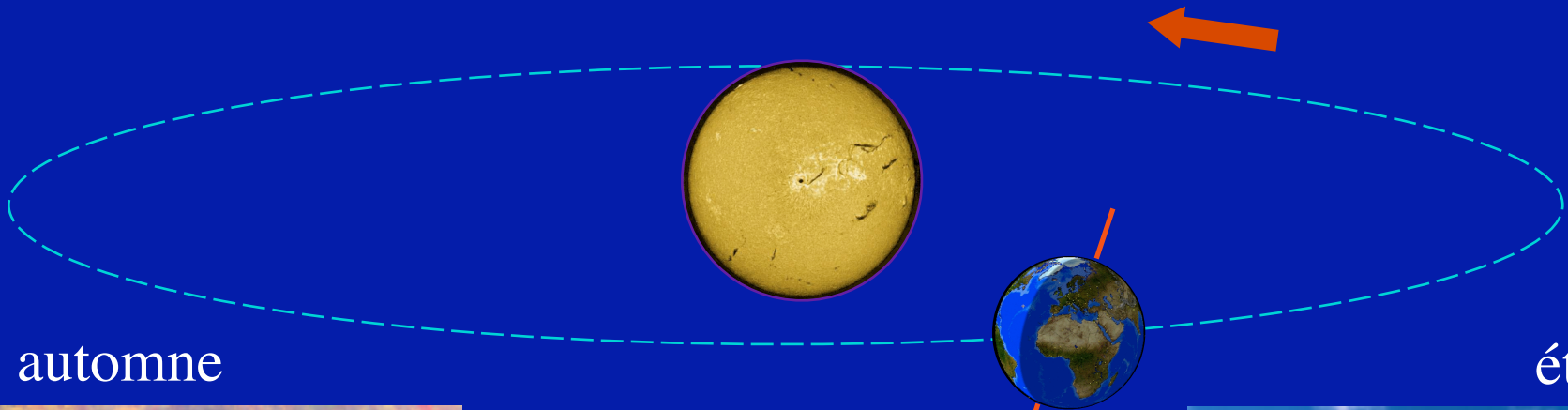
Passage des saisons

→ Orbite de la Terre
autour du soleil
et inclinaison sur son axe



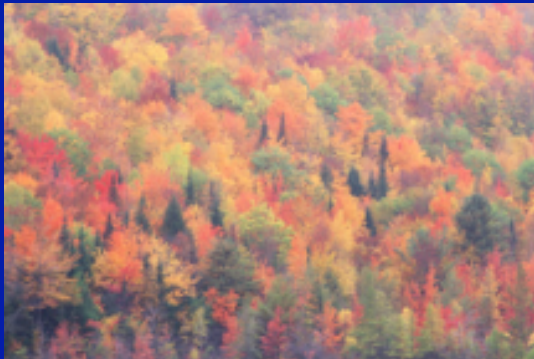
printemps

ANNEE



automne

été



365 jours 1/4



Mesure du temps : phénomènes répétitifs

Jours, mois, années ...

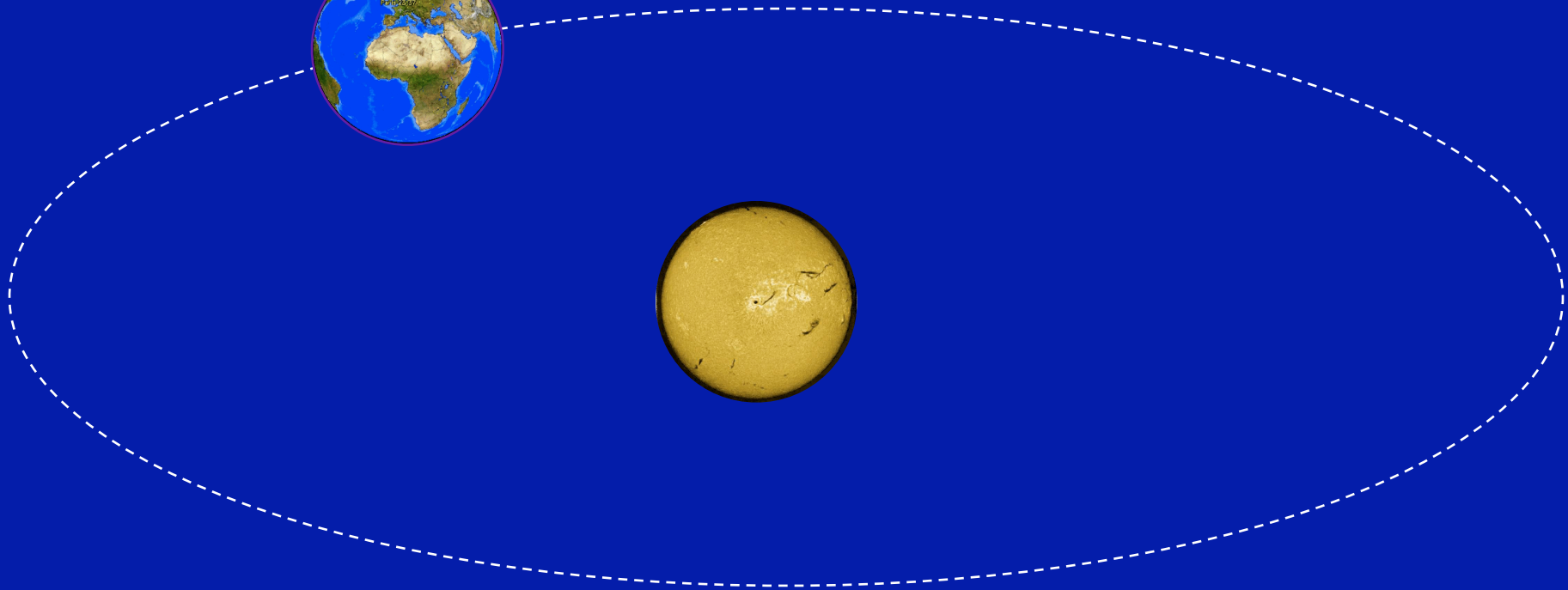
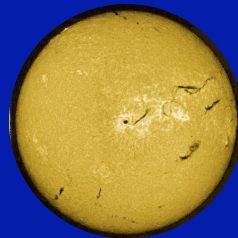
★ Jour Solaire = 86400 secondes
(ou bien : une seconde = $1/86400$ jour)

★ Mois lunaire = 29,53 jours

★ Année = 365,242 jours = 12,37 mois

Construction d'un calendrier : période et origine

Construction d'un calendrier : période et origine



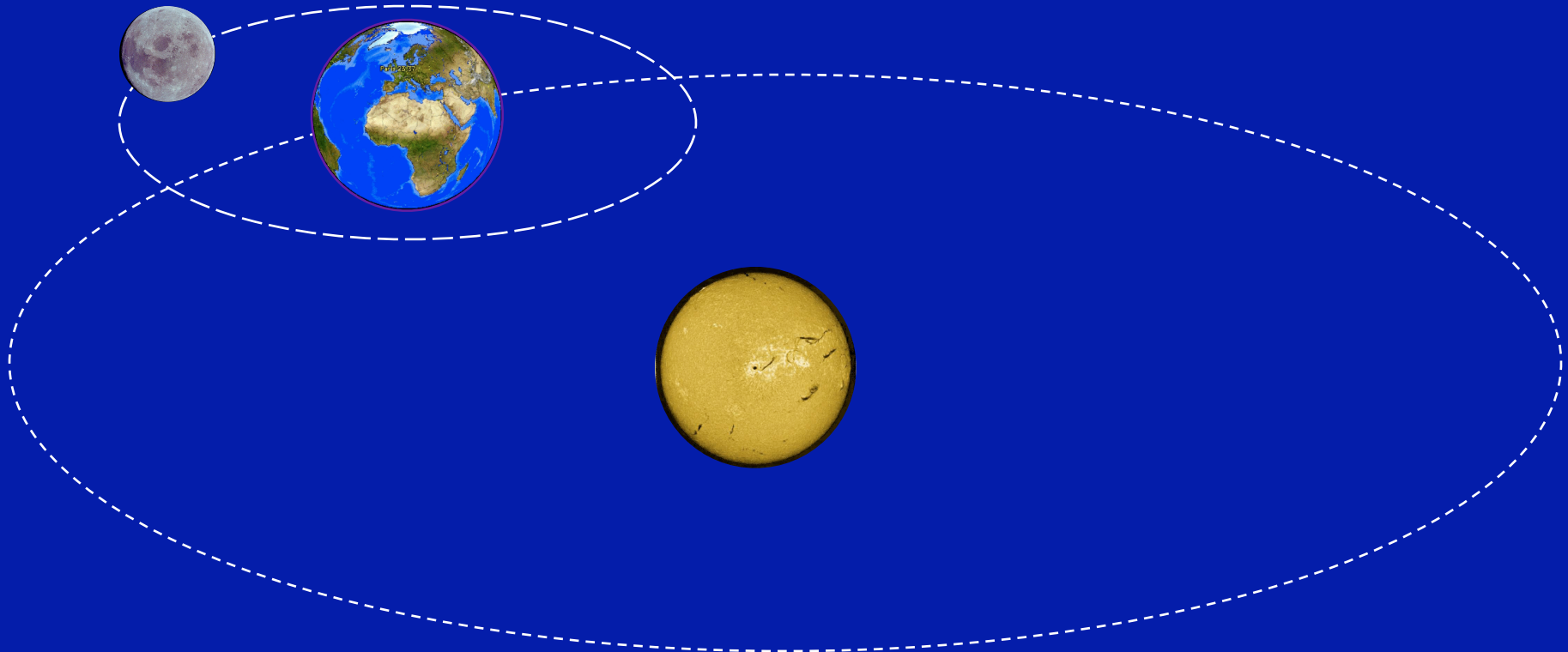
SOLAIRE : 365,25 jours

- calendrier Chaldéen
- Calendrier Julien & Grégorien

Construction d'un calendrier : période et origine

LUNAIRE : 29,5 jours x 12 ou 13

- ancien calendrier Romain
- calendrier musulman



SOLAIRE : 365,25 jours

- calendrier Chaldéen
- Calendrier Julien & Grégorien

Le calendrier **Julien** (Jules César, 46 av JC)

Calendrier solaire : 365 jours / an + 1 jour / 4 ans (bissextile)

Mais l 'année fait 365,242 jours : écart de 0.008 jour = 12 minutes/an

(En fait : 1 an=365,242199...)

➔ Décalage de 1 jour tous les 125 ans (Noël au balcon, Pâques aux tisons?)

Le calendrier **Grégorien** (pape Grégoire XII, 1582)

Décalage de 10 jours par rapport à l 'année (saisons)

➔ Passage du 4 octobre au 15 octobre 1582 ...

➔ Suppression d 'une année bissextile tous les 400 ans 1900 non, 2000 oui

et rajout de quelques petites secondes par ci par là ...

Au début de l'an 2000, nous étions ...

Au début de l'an 2000, nous étions ...



En 2000 dans le calendrier Grégorien (!)

Au début de l'an 2000, nous étions ...



En 2000 dans le calendrier Grégorien (!)

En 1999 dans le calendrier Julien

Au début de l'an 2000, nous étions ...



En 2000 dans le calendrier Grégorien (!)

En 1999 dans le calendrier Julien

En 2753 dans le calendrier Romain primitif

Au début de l'an 2000, nous étions ...



En 2000 dans le calendrier Grégorien (!)

En 1999 dans le calendrier Julien

En 2753 dans le calendrier Romain primitif

En 208 dans le calendrier Révolutionnaire

Au début de l'an 2000, nous étions ...



En 2000 dans le calendrier Grégorien (!)

En 1999 dans le calendrier Julien

En 2753 dans le calendrier Romain primitif

En 208 dans le calendrier Révolutionnaire

En 1420 dans le calendrier Musulman

Au début de l'an 2000, nous étions ...



En 2000 dans le calendrier Grégorien (!)

En 1999 dans le calendrier Julien

En 2753 dans le calendrier Romain primitif

En 208 dans le calendrier Révolutionnaire

En 1420 dans le calendrier Musulman

En 6236 dans le calendrier Egyptien

Au début de l'an 2000, nous étions ...

En 2000 dans le calendrier Grégorien (!)

En 1999 dans le calendrier Julien

En 2753 dans le calendrier Romain primitif

En 208 dans le calendrier Révolutionnaire

En 1420 dans le calendrier Musulman

En 6236 dans le calendrier Egyptien

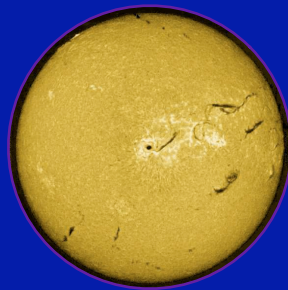
En 1716 dans le calendrier Copte



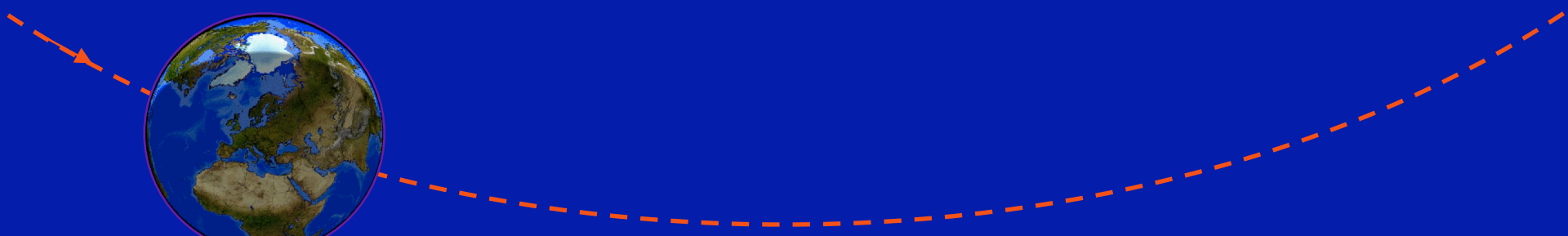
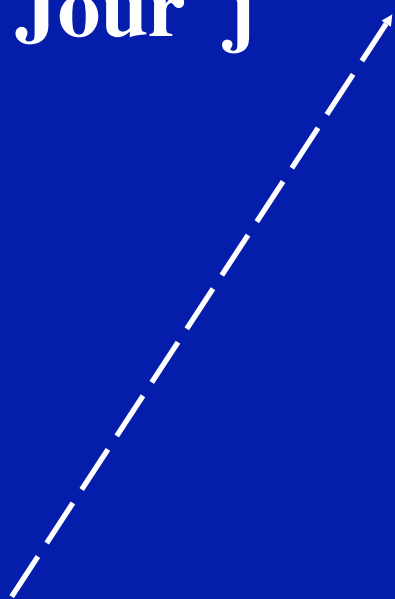
Comment mesurer le temps ?

Le jour solaire

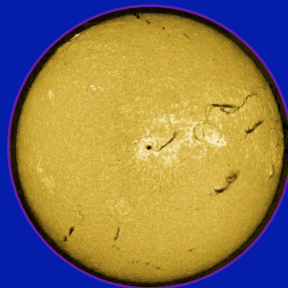
Le jour solaire



Jour j



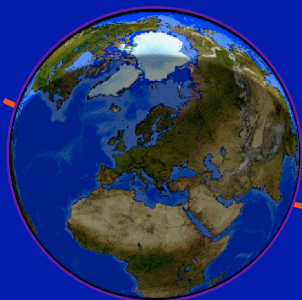
Le jour solaire



... un peu plus d'un tour !

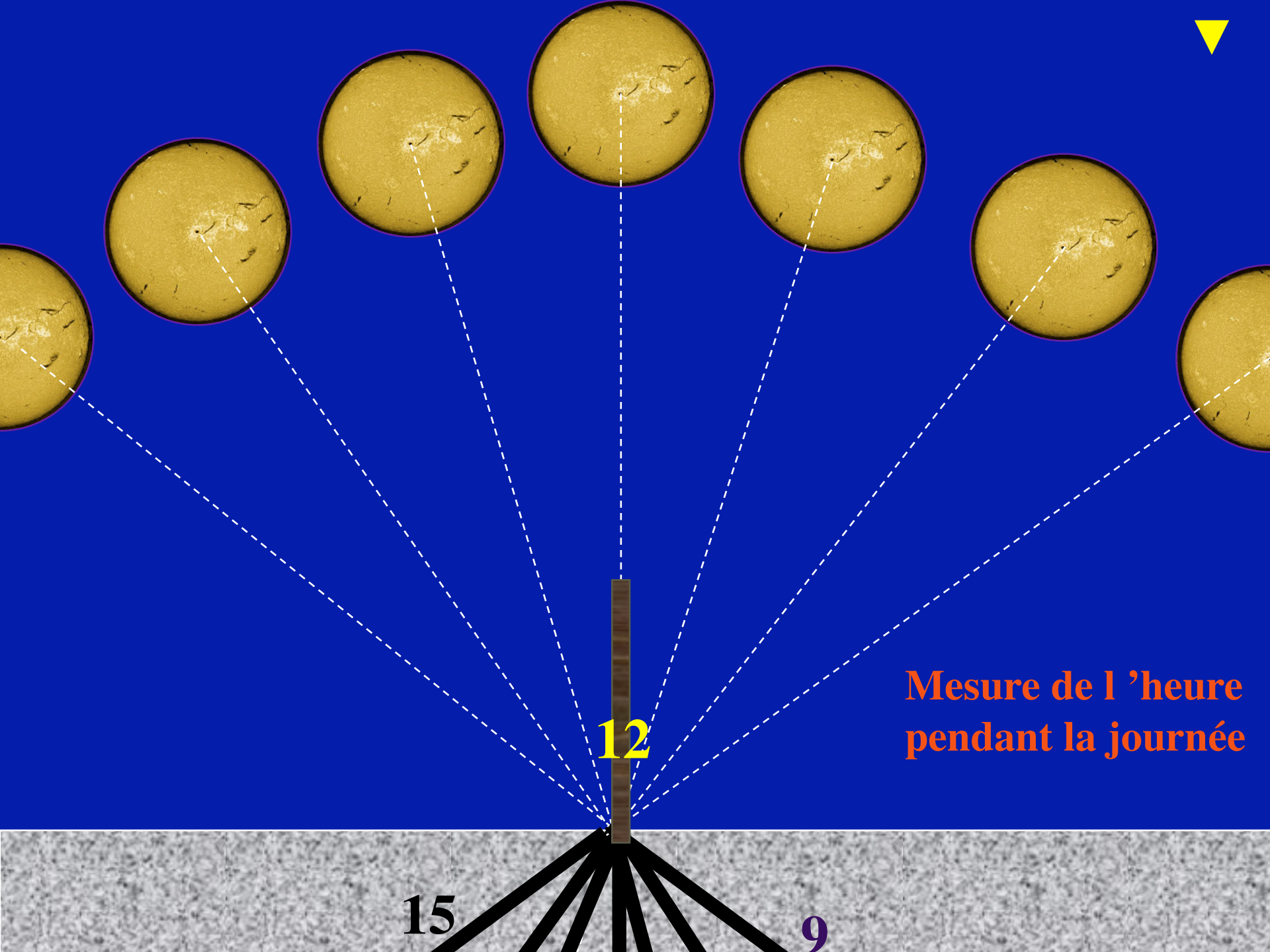
Jour j

Jour j+1





**Mesure de l'heure
pendant la journée**



Mesure de l'heure pendant la journée

12

15

9

CADRAN SOLAIRE

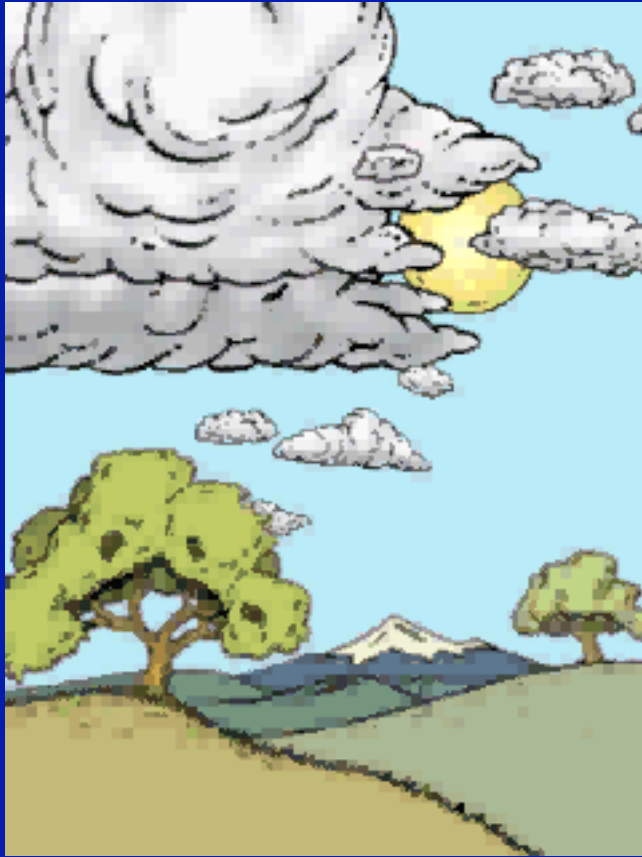


mesure de l'heure
pendant la journée

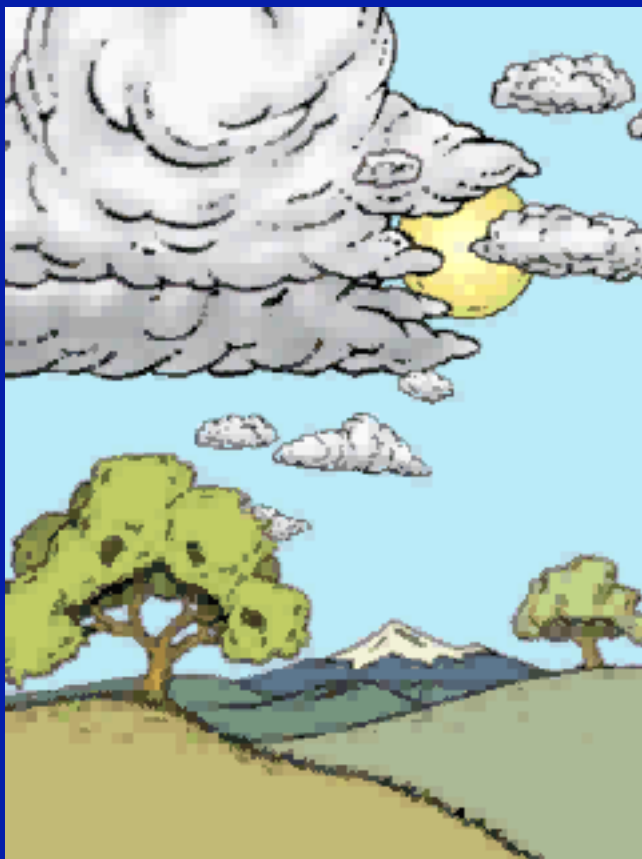
15

9

Le cadran solaire ne peut pas fonctionner tout le temps

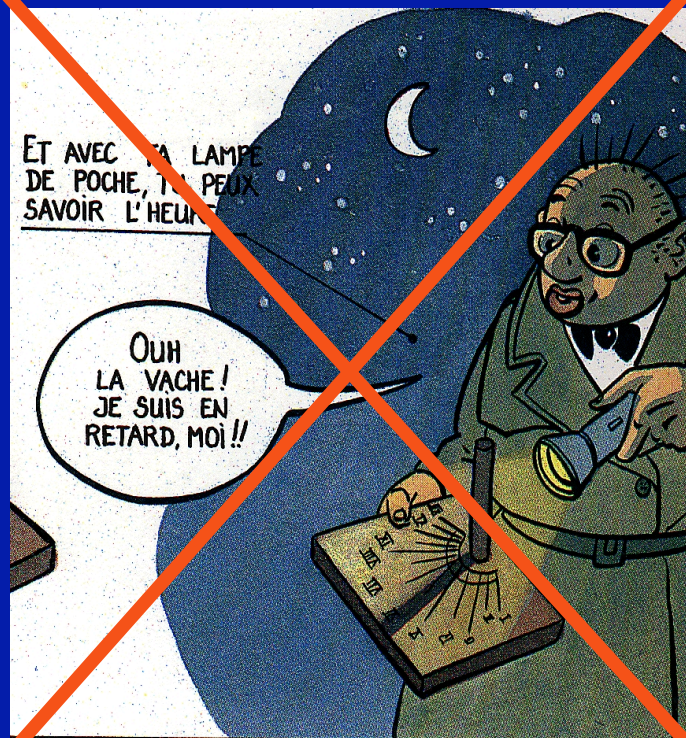


Le cadran solaire ne peut pas fonctionner tout le temps



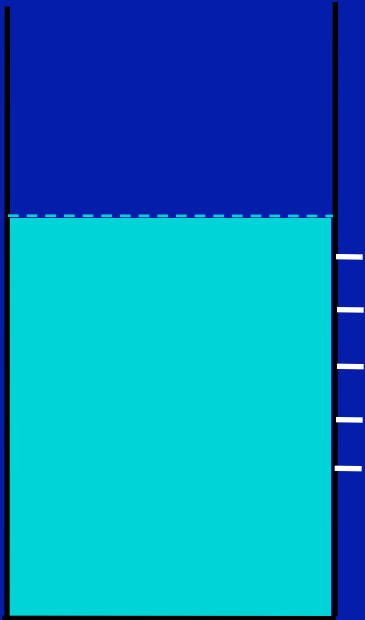
Pas tous les jours ...

... et pas la nuit !



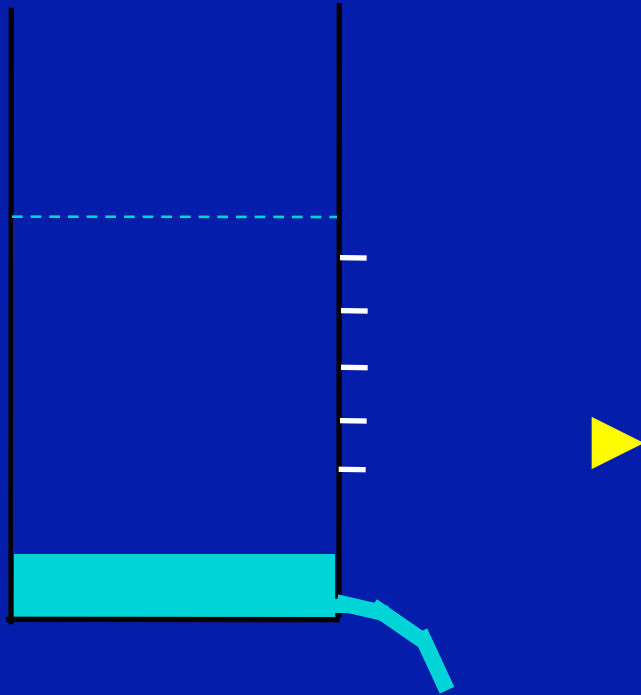
HORLOGES ...

à eau



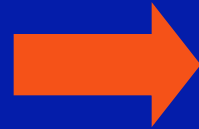
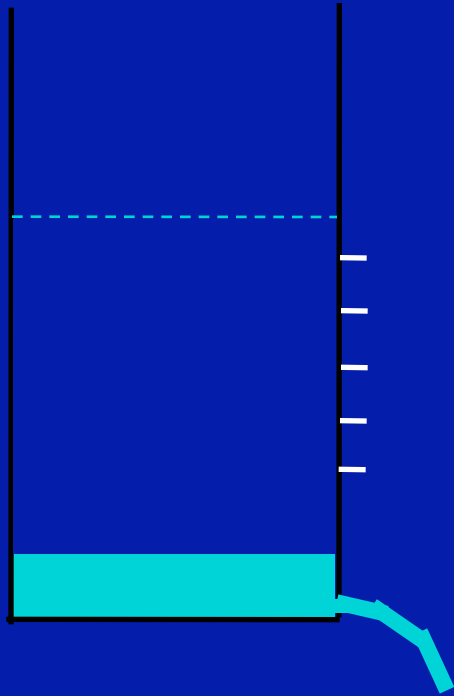
HORLOGES ...

à eau



HORLOGES ...

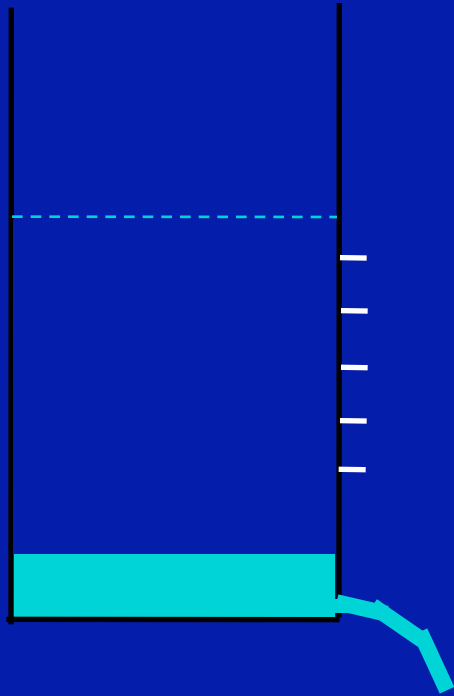
à eau



CLEPSYDRES

HORLOGES ...

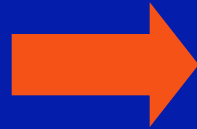
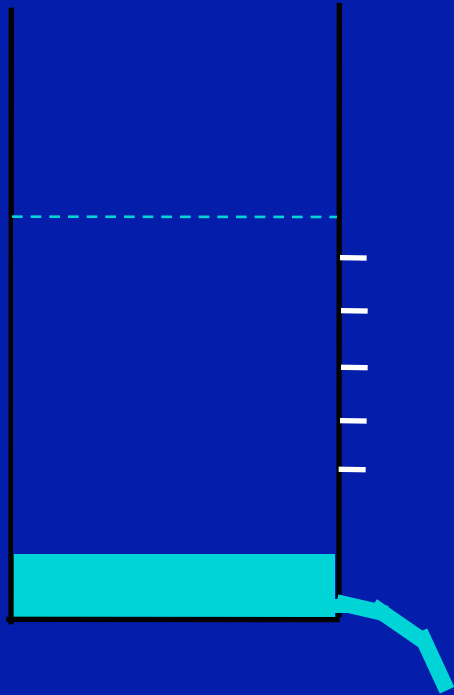
à eau



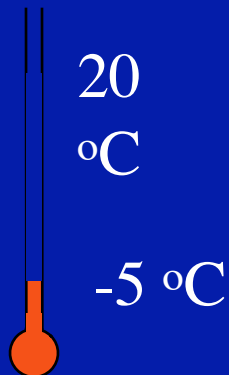
CLEPSYDRES

HORLOGES ...

à eau

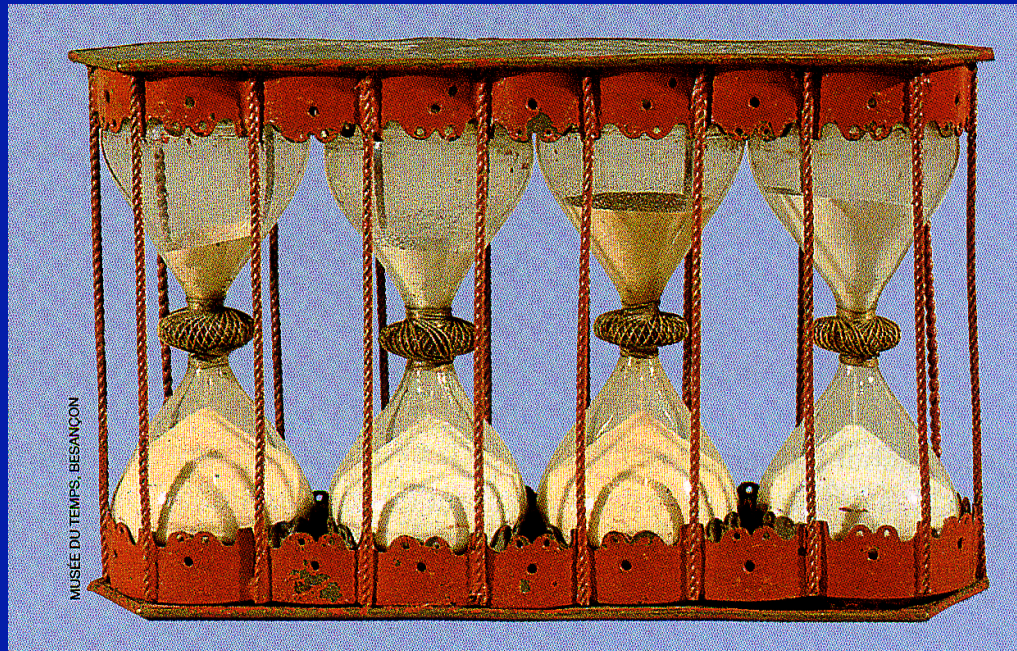


CLEPSYDRES



fonctionne la nuit et ne craint pas le gel : le sablier.

fonctionne la nuit et ne craint pas le gel : le sablier.



1/4h

1/2h

3/4h

1heure



Mais ... pour de courtes durées



Horloges mécaniques : de l'écoulement au battement

du temps solaire

au temps de l'horloge

la même heure pour tous

vers une « discipline » du temps
(tous là à 13H30 ...?)

apparition du numérique

la précision (à un battement près)

augmentera jusqu'à l'horloge atomique



« garde temps »

Chacun peut voir midi (solaire) à son clocher ...

Mais tous ont la même heure à leur montre.



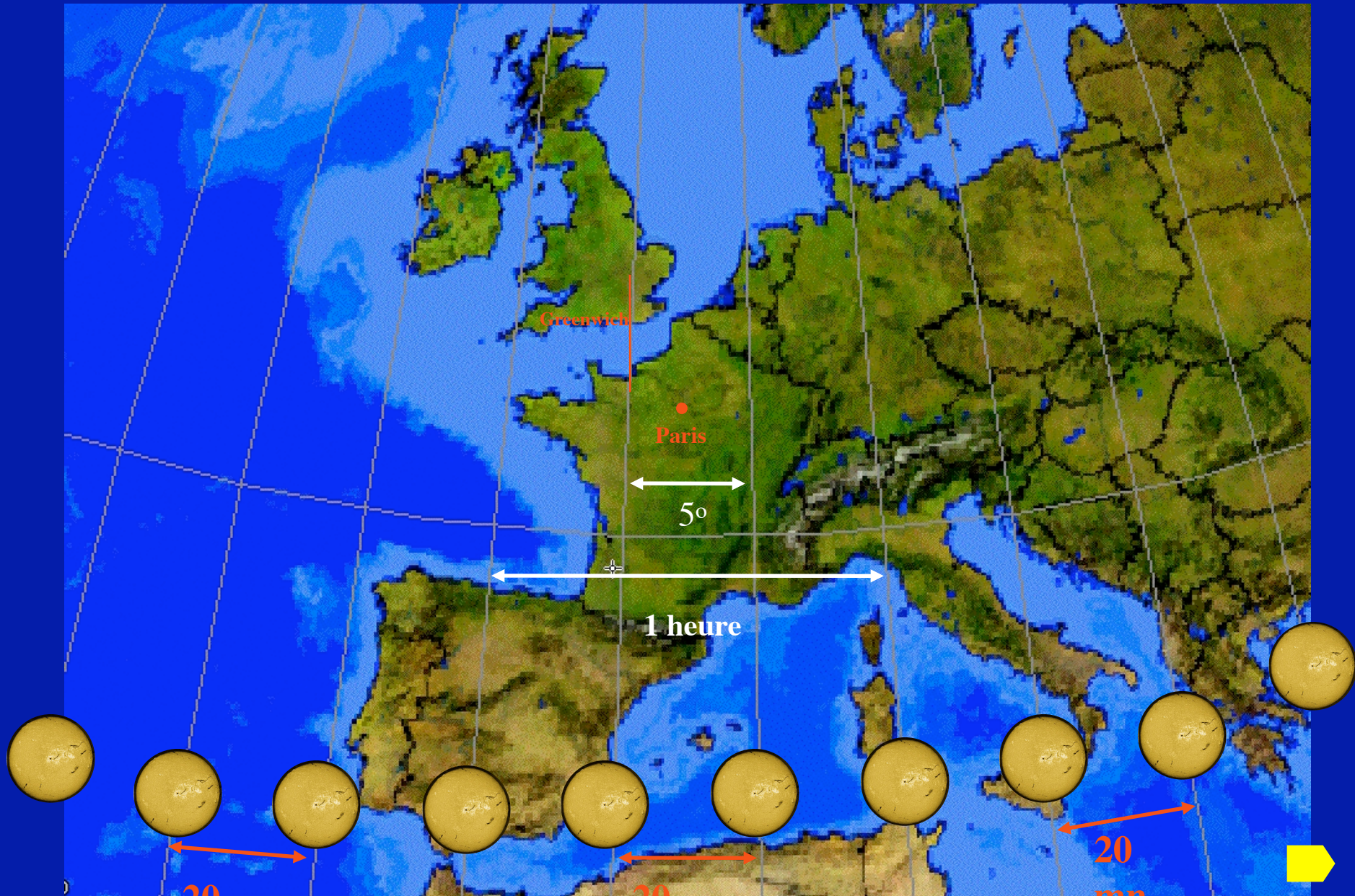
Chacun peut voir midi (solaire) à son clocher ...

Mais tous ont la même heure à leur montre.



Chacun peut voir midi (solaire) à son clocher ...

Mais tous ont la même heure à leur montre.



La durée du jour varie au cours des siècles ...

Le jour à l'époque des dinosaures : 23 heures

La durée du jour varie au cours des siècles ...



Le jour à l'époque des dinosaures : 23 heures



1



il y a 120 millions d'années ...



La durée du jour varie au cours des siècles ...



Le jour à l'époque des dinosaures : 23 heures



Effet de marée

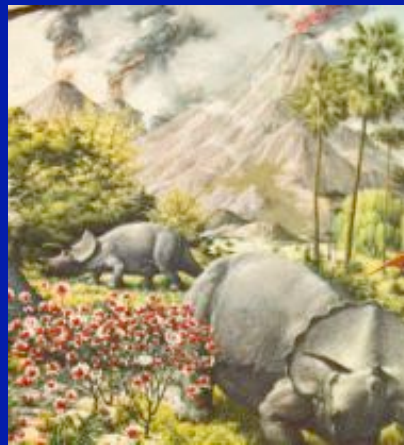


+ rotation ...

1



il y a 120 millions d'années ...



La durée du jour varie au cours des siècles ...



Le jour à l'époque des dinosaures : 23 heures



Effet de marée ²

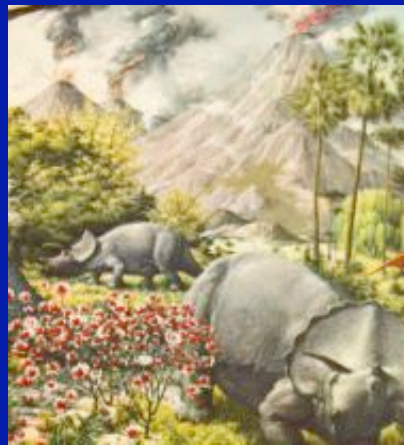


+ rotation ...

= freinage



il y a 120 millions d'années ...



Ralentissement

=

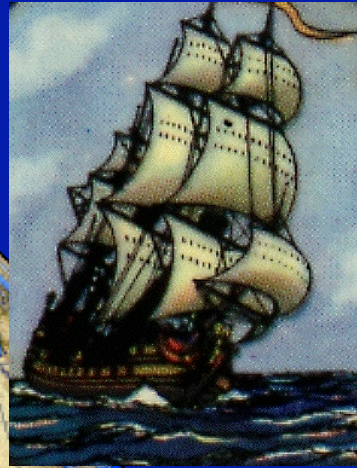
1 seconde / 40000 ans



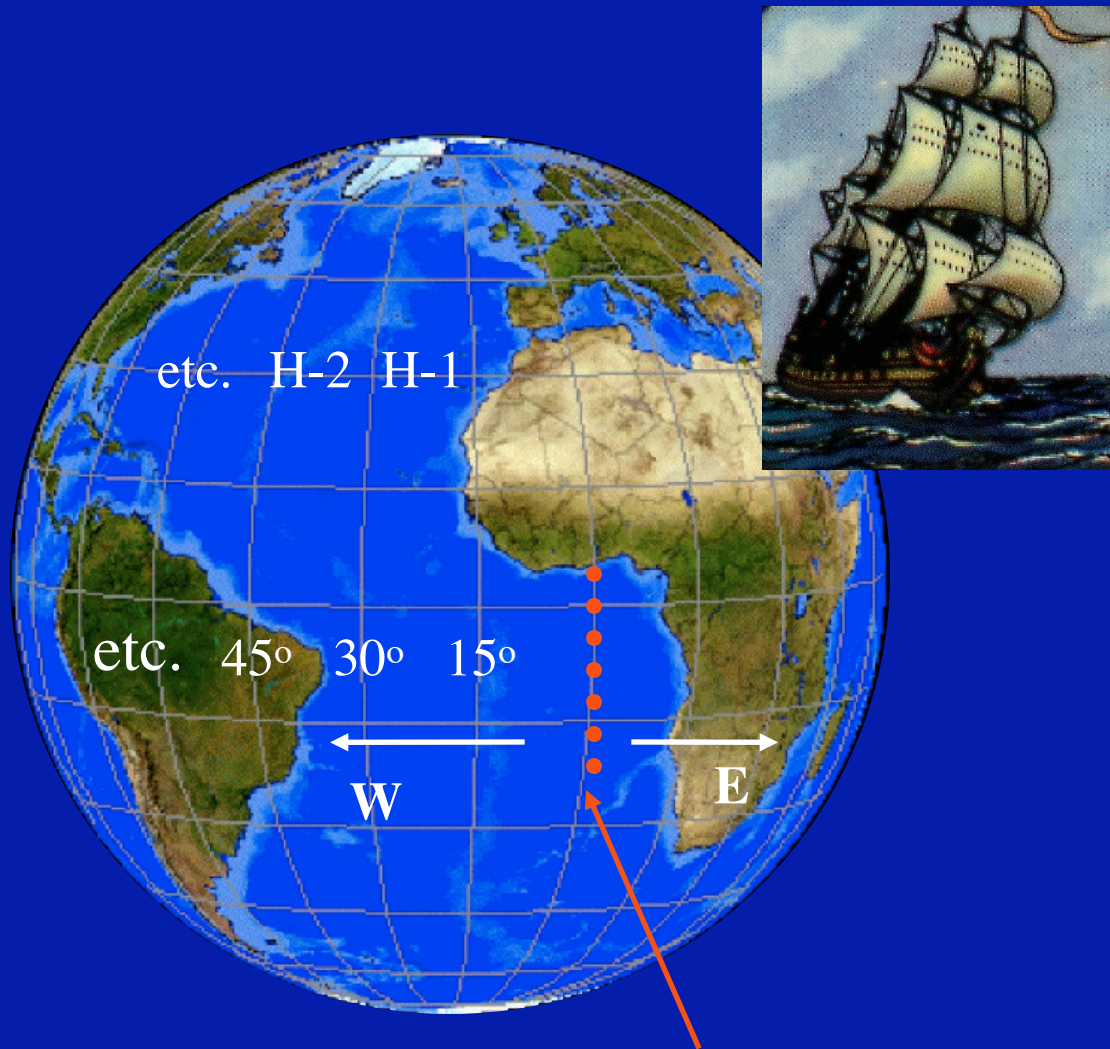
Comment mesurer la position ?

Le mystère des longitudes ...

Le mystère des longitudes ...

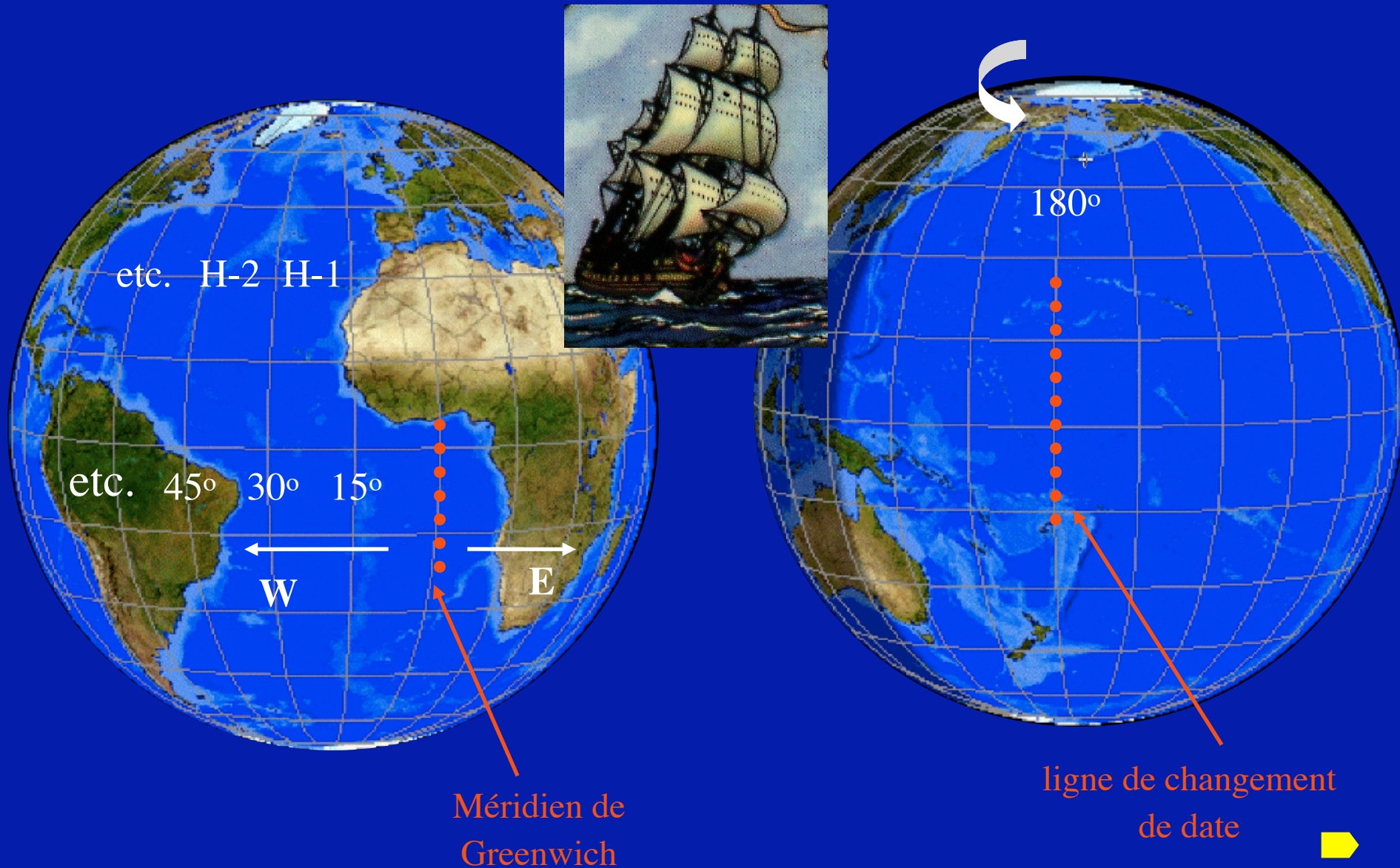


Le mystère des longitudes ...



Méridien de
Greenwich

Le mystère des longitudes ...



Repérage de la **longitude** :

astronomie → mesures difficiles et complexes

Lune, satellites
de Jupiter
+ calculs

horlogerie : garder l 'heure d 'un lieu connu → impossible...

(humidité, température,roulis,
etc.)

Mystère gardé pendant des siècles.
Des dizaines de bateaux perdus
(1degré = 110 km à l 'équateur).

Un enjeu déterminant pour
La domination des mers

Greenwich
Paris

Une querelle sans pitié entre
astronomes et horlogers

Newton
Harrison

Des « millions de dollars » de prix

20.000 Livres
en 1714

Repérage de la **longitude** :



astronomie → mesures difficiles et complexes

Lune, satellites
de Jupiter
+ calculs

horlogerie : garder l 'heure d 'un lieu connu → impossible...

(humidité, température, roulis,
etc.)

Mystère gardé pendant des siècles.

Des dizaines de bateaux perdus
(1 degré = 110 km à l 'équateur).

Un enjeu déterminant pour

La domination des mers

Greenwich
Paris

Une querelle sans pitié entre

astronomes et horlogers

Newton
Harrison

Des « millions de dollars » de prix

20.000 Livres
en 1714

Repérage de la longitude :

astronomie → mesures difficiles et complexes

Lune, satellites
de Jupiter
+ calculs

horlogerie : garder l'heure d'un lieu connu → impossible...

(humidité, température, roulis,
etc.)

Mystère gardé pendant des siècles.

Des dizaines de bateaux perdus
(1 degré = 110 km à l'équateur).

Un enjeu déterminant pour
La domination des mers

Greenwich
Paris

Une querelle sans pitié entre
astronomes et horlogers

Newton
Harrison

Des « millions de dollars » de prix

20.000 Livres
en 1714

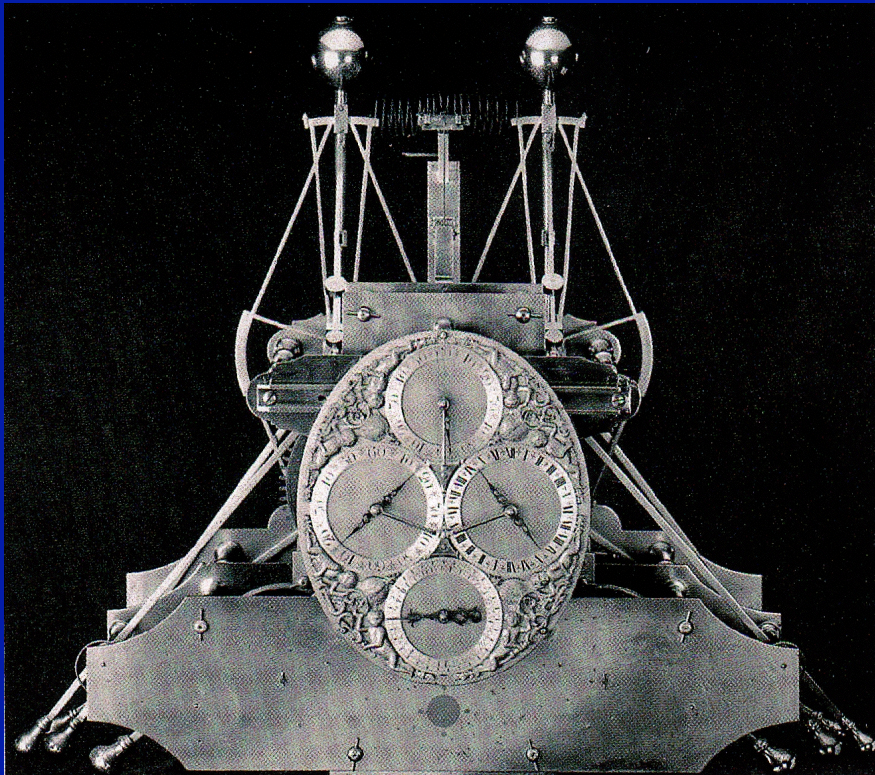


Le vainqueur du mystère des longitudes fut un horloger anglais : John Harrison.

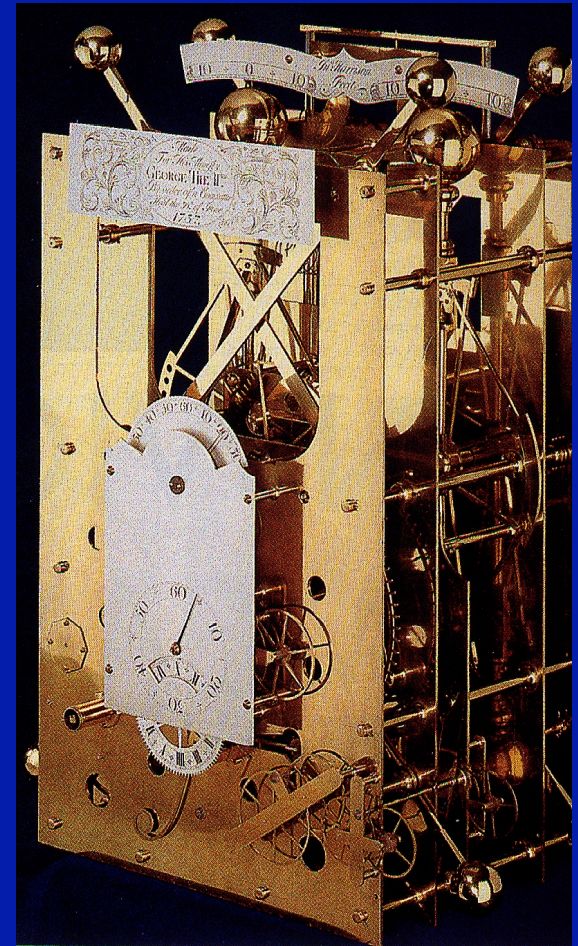
Le vainqueur du mystère des longitudes fut un horloger anglais : John Harrison.

H2

H1



H4



15 secondes de retard
en 5 mois de voyage



Temps et position : à quelle précision est-on précis ?

Mesure par satellite :





Temps et position : à quelle précision est-on précis ?

Mesure par satellite :

GPS
1

GPS
2

GPS
3



1 millionième de seconde ?...



Temps et position : à quelle précision est-on précis ?

Mesure par satellite :

GPS
1

GPS
2

GPS
3



1 millionième de seconde ?...

➔ 300 mètres !

1 milliardième de seconde ?...

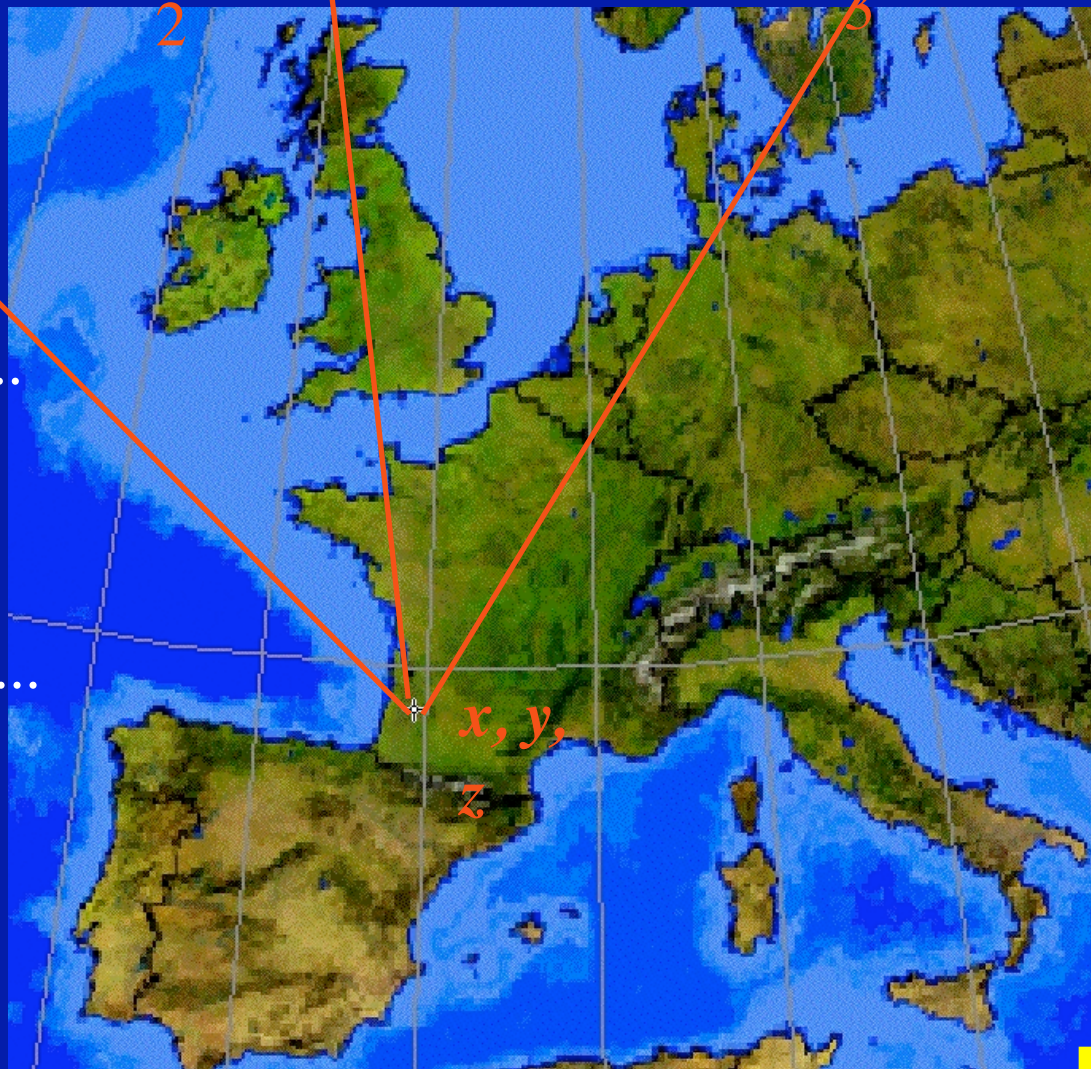
Temps et position : à quelle précision est-on précis ?

Mesure par satellite :

GPS
1

GPS
2

GPS
3



1 millionième de seconde ?...

➔ 300 mètres !

1 milliardième de seconde ?...

➔ 30 centimètres



L'an 2001, la même heure pour tous ...

- Aujourd'hui le temps de l'horloge a remplacé le temps du soleil : l'horloge synchronise les activités humaines (dans une maison, une école, une entreprise, un pays).
Plus personne ne voit « midi à son clocher ».

- Les changements d'heure sont fixés « par décret » au passage de frontières politiques et pas forcément aux fuseaux horaires.

Mais l'heure solaire se rappelle à nous par l'intermédiaire de notre horloge biologique interne sous la forme du « décalage horaire ».

- Sur toute la planète Terre, il existe un temps, une « même heure pour tous » : **l'heure TU** (temps moyen de Greenwich ou GMT).

Merci, et à bientôt !



Temps et position : le temps de l'univers à la vitesse de la lumière

Temps et position : le temps de l'univers à la vitesse de la lumière



Temps et position : le temps de l'univers à la vitesse de la lumière ▼

lune



1 sec



Temps et position : le temps de l'univers à la vitesse de la lumière ▼

Saturne



lune



1 sec



1 heure 30

Temps et position : le temps de l'univers à la vitesse de la lumière ▼

Nébuleuse d'Orion



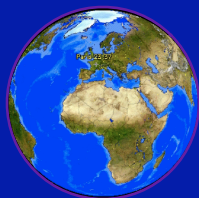
Saturne



lune



1 sec



1500 ans

1 heure 30

Temps et position : le temps de l'univers à la vitesse de la lumière ▼

Nébuleuse d'Orion



Saturne



lune



1 sec



1500 ans

1 heure 30

2 millions d'années

Galaxie d'Andromède



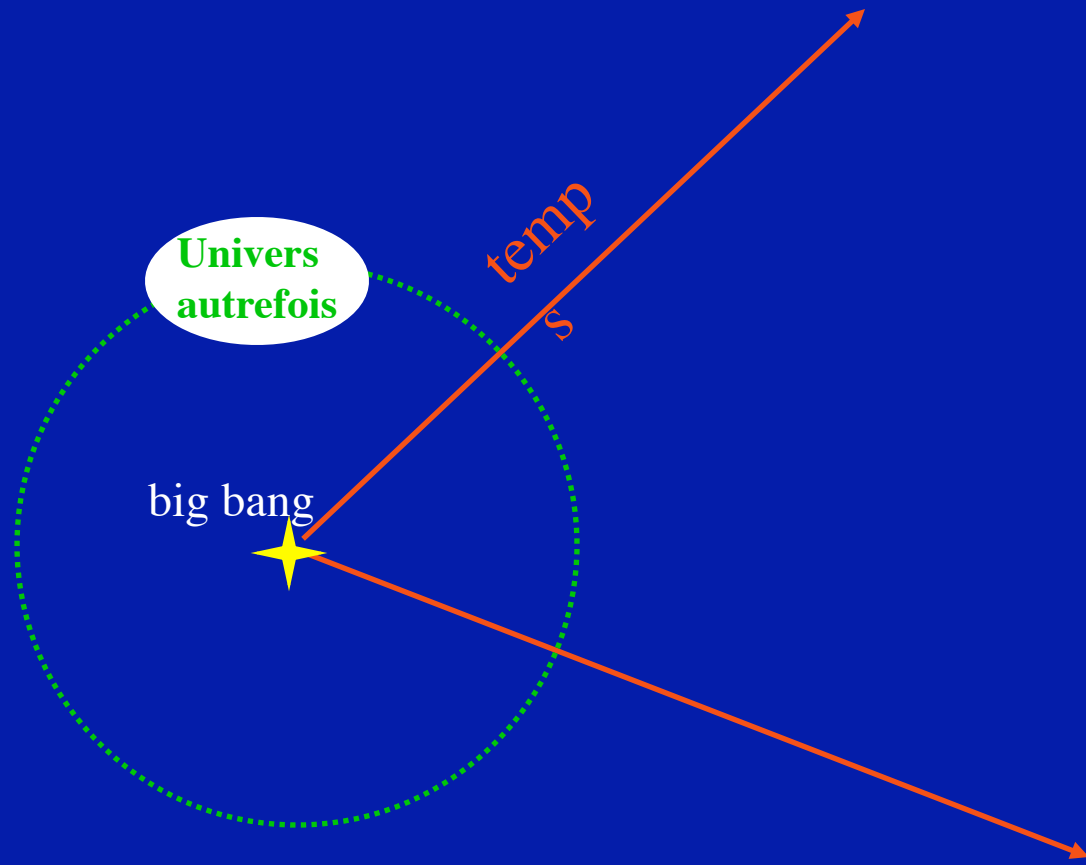
regarder loin = regarder dans le passé



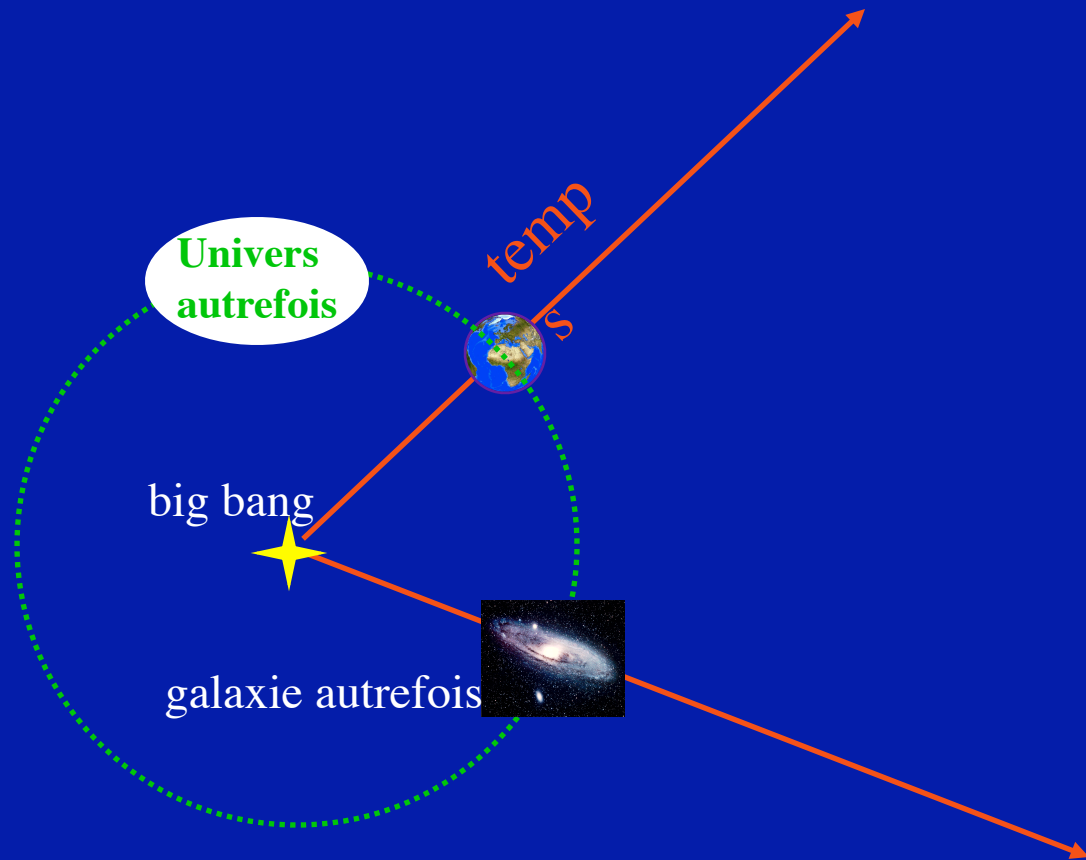
La même heure dans tout l'univers mais sans pouvoir y aller ...

big bang

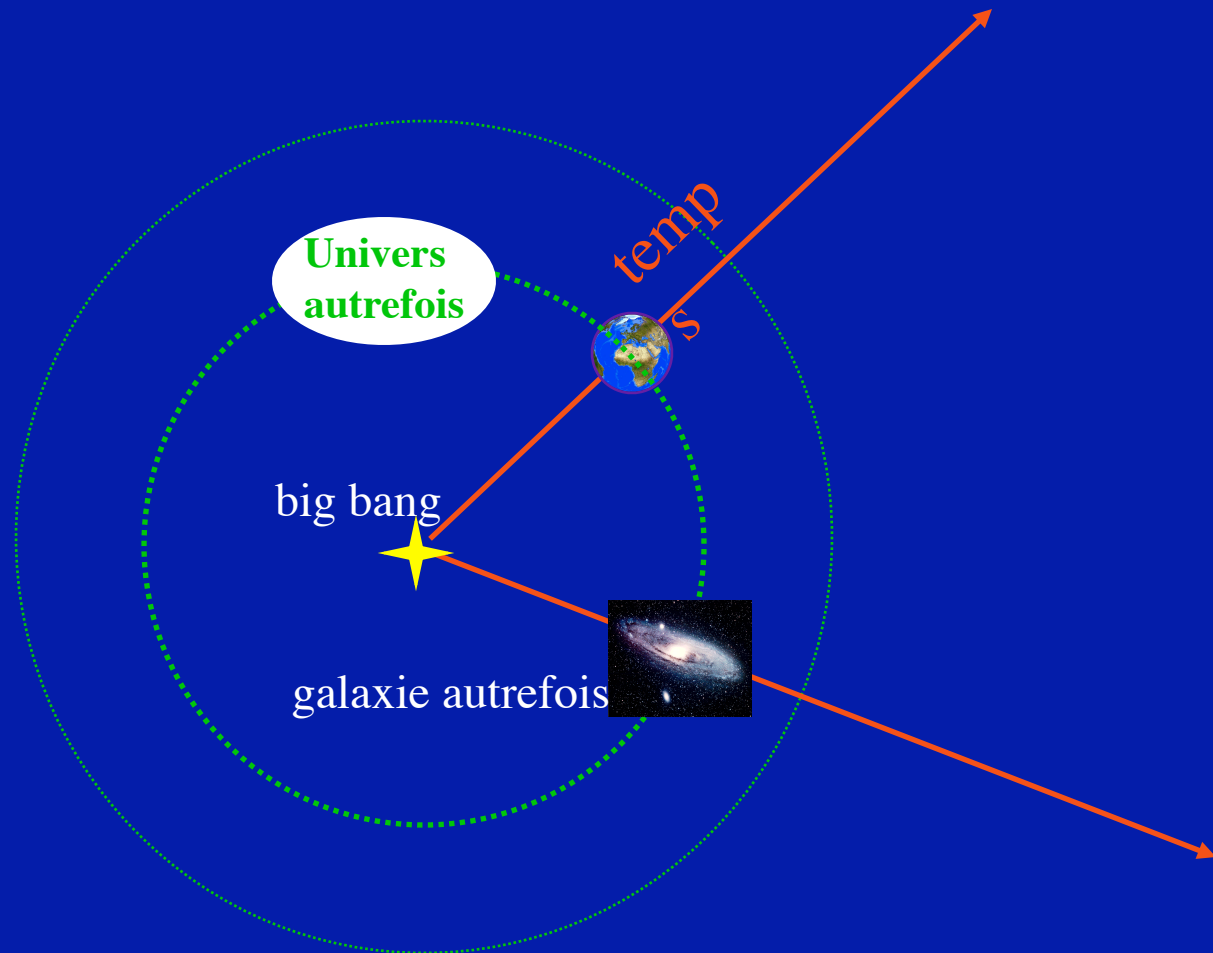

La même heure dans tout l'univers mais sans pouvoir y aller ...



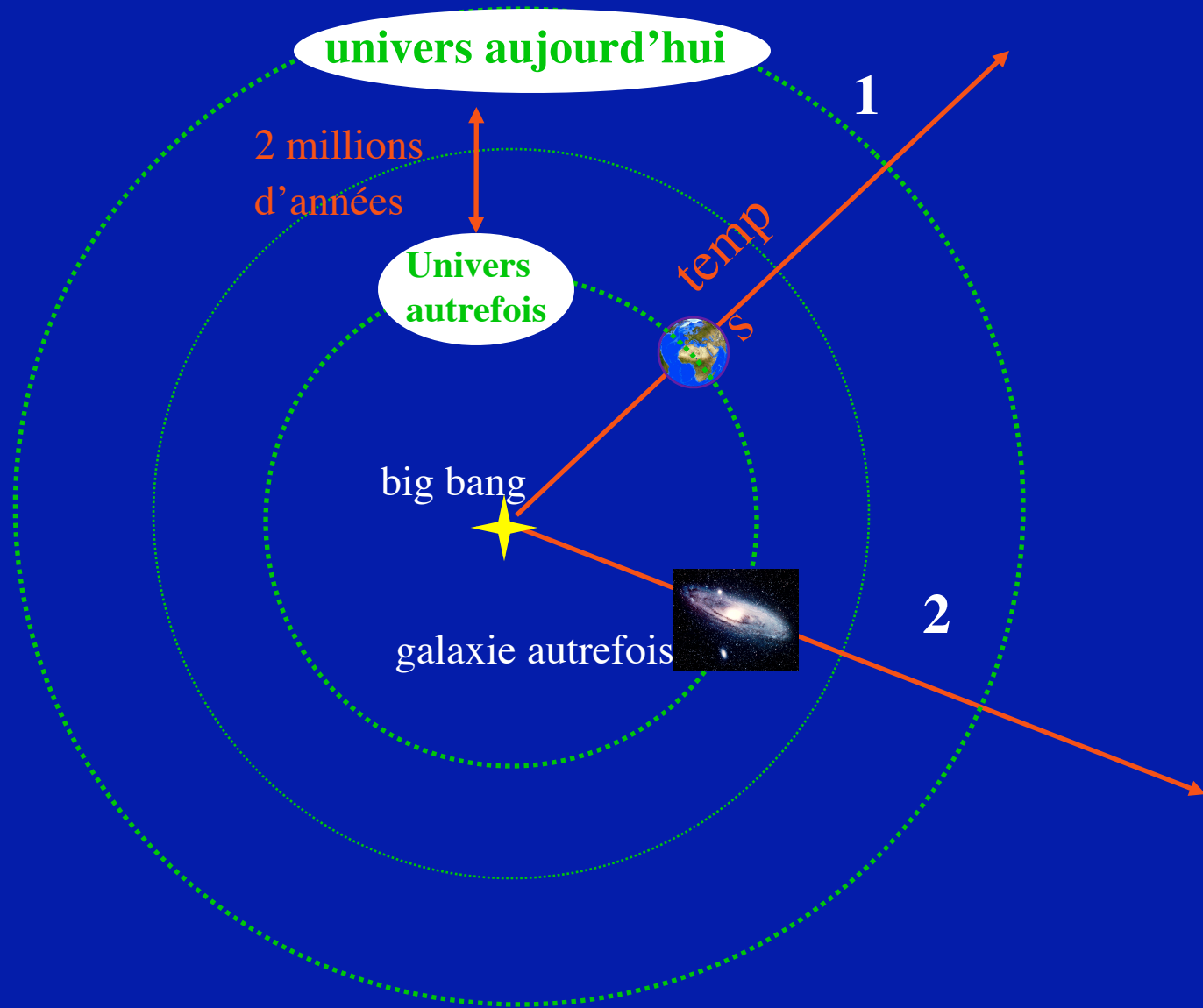
La même heure dans tout l'univers mais sans pouvoir y aller ...



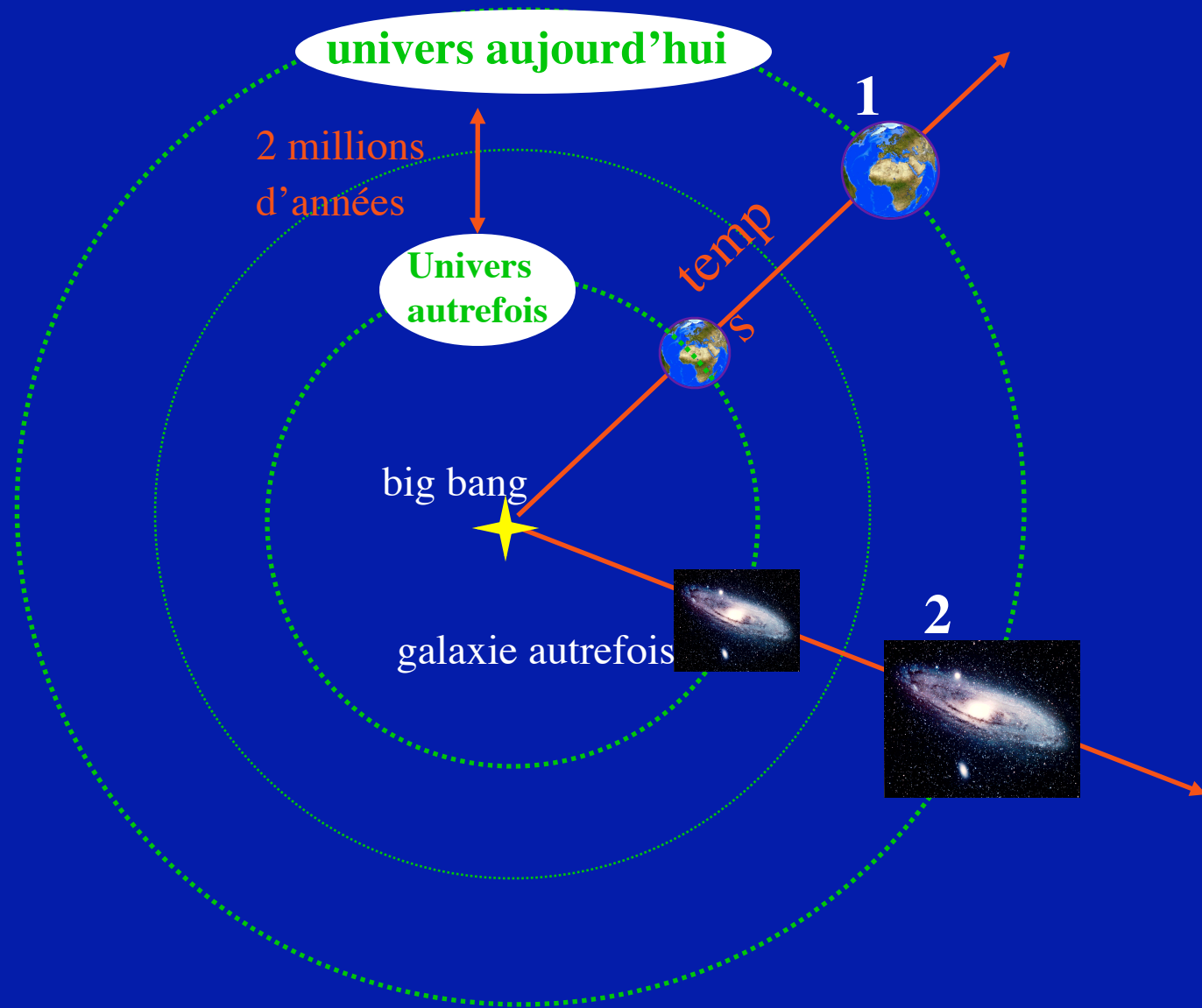
La même heure dans tout l'univers mais sans pouvoir y aller ...



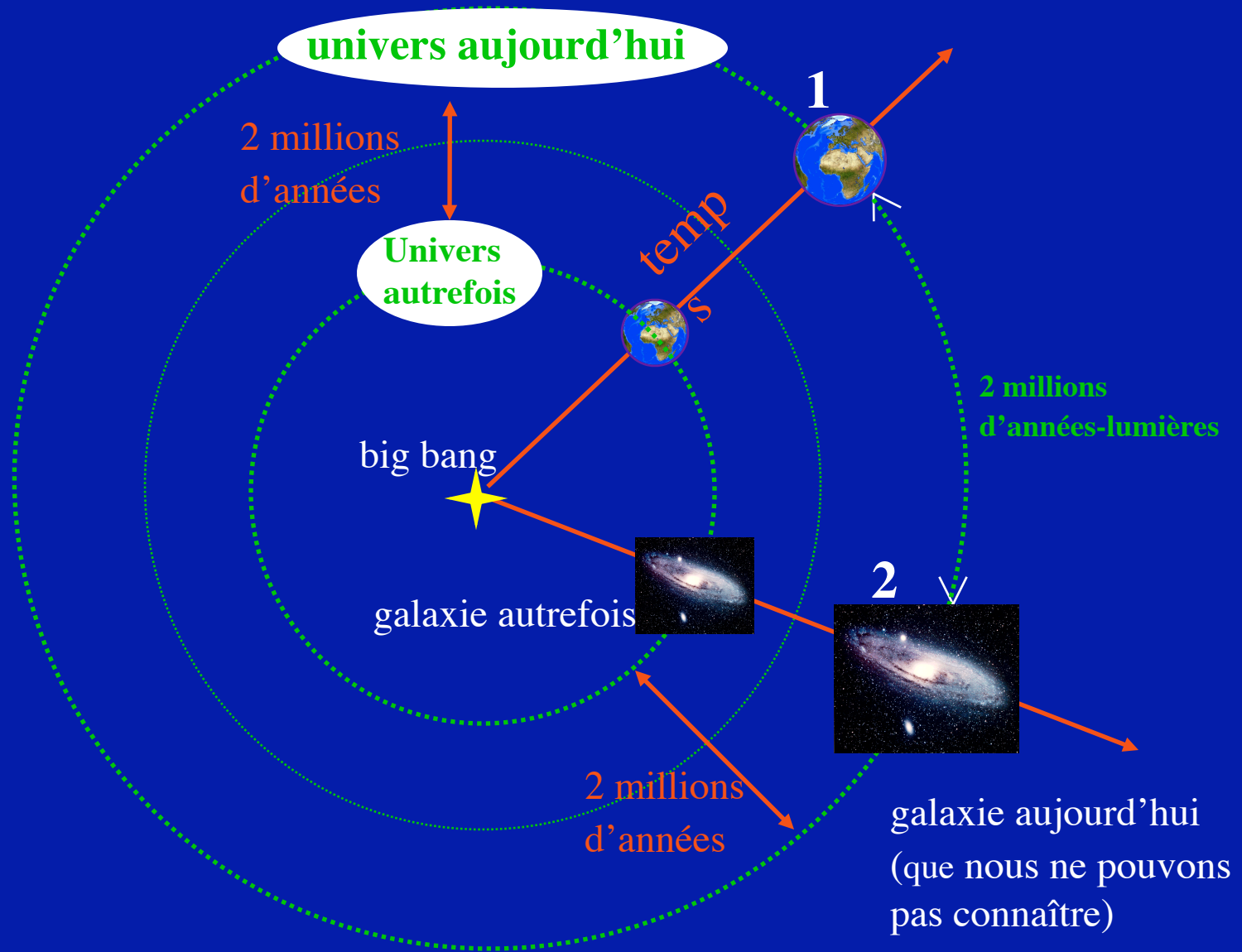
La même heure dans tout l'univers mais sans pouvoir y aller ...



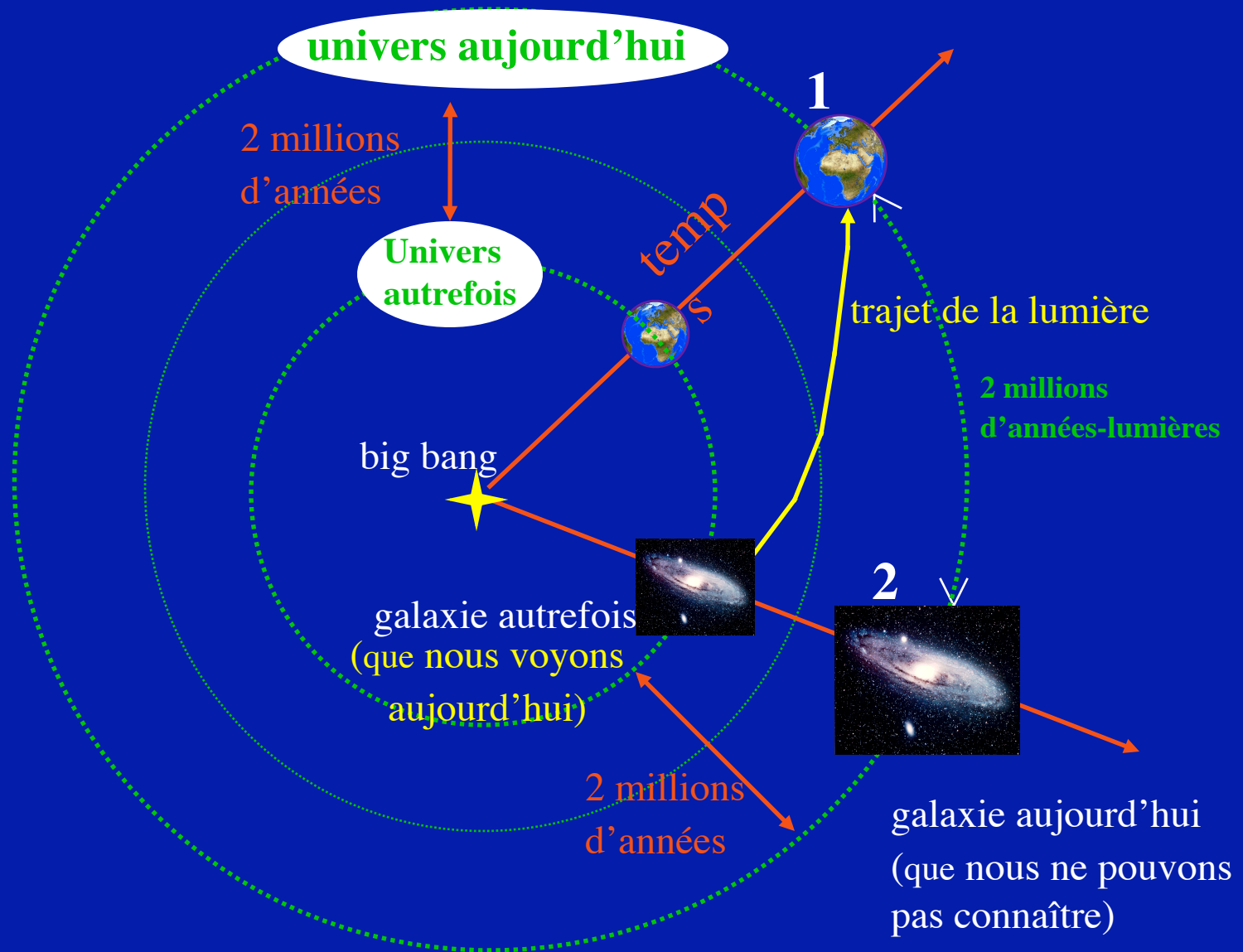
La même heure dans tout l'univers mais sans pouvoir y aller ...



La même heure dans tout l'univers mais sans pouvoir y aller ...

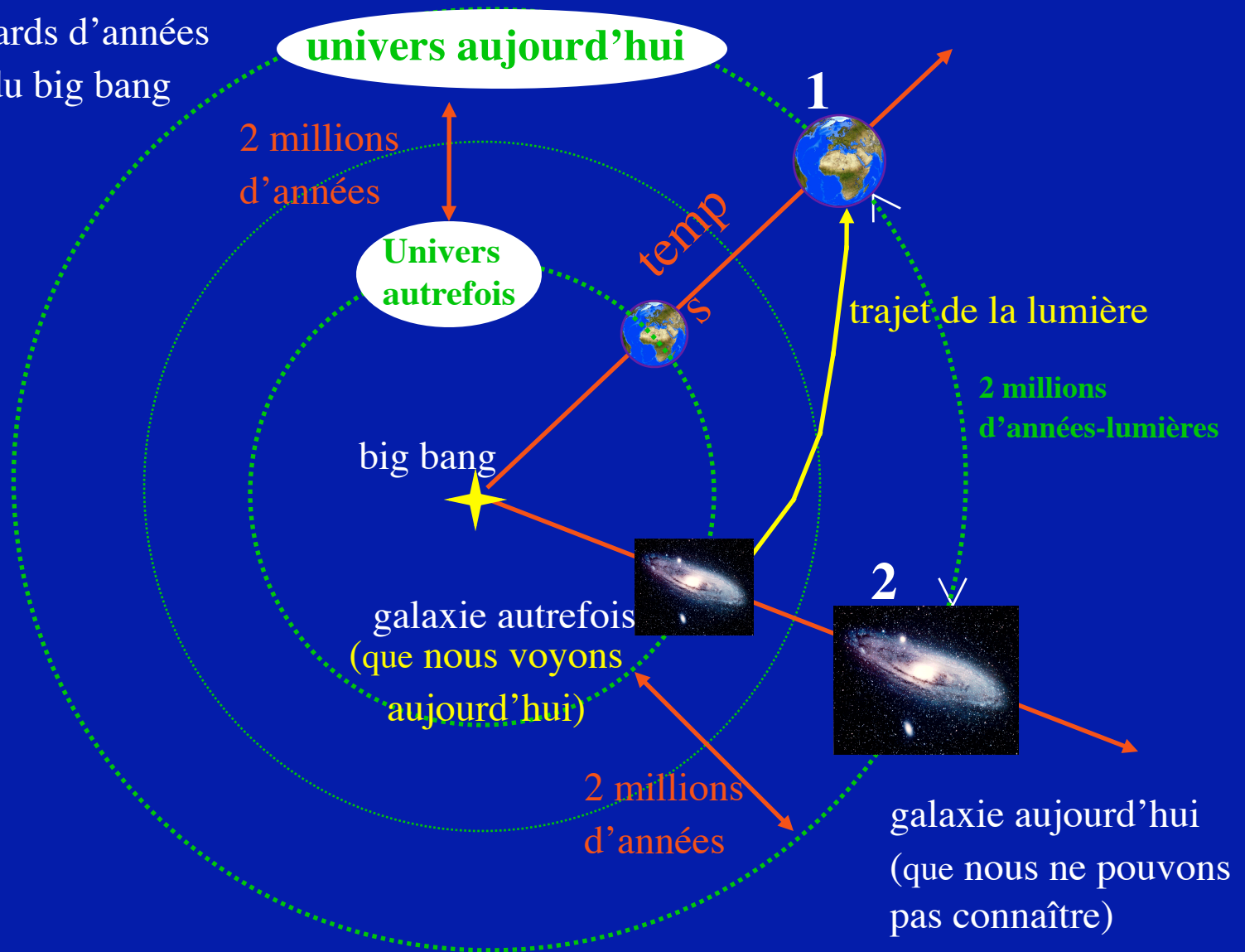


La même heure dans tout l'univers mais sans pouvoir y aller ...



La même heure dans tout l'univers mais sans pouvoir y aller ...

Il est 12 milliards d'années dans l'ère du big bang



En l'an 2000, nous étions ...

En 2544 dans le calendrier Bouddhiste

En l'an 2000, nous étions ...



En 2544 dans le calendrier Bouddhiste

En l'an 2000, nous étions ...



En 2544 dans le calendrier Bouddhiste

En 4698 dans le calendrier Chinois

En l'an 2000, nous étions ...



En 2544 dans le calendrier Bouddhiste

En 4698 dans le calendrier Chinois

En 5760 dans le calendrier Juif

En l'an 2000, nous étions ...



En 2544 dans le calendrier Bouddhiste

En 4698 dans le calendrier Chinois

En 5760 dans le calendrier Juif

En 2746 dans le calendrier Chaldéen

En l'an 2000, nous étions ...

En 2544 dans le calendrier Bouddhiste

En 4698 dans le calendrier Chinois

En 5760 dans le calendrier Juif

En 2746 dans le calendrier Chaldéen

En 5119 dans le calendrier Maya



L 'an 2000 ...

Les rouages de l'horloge astronomique

Des jours et des jours ...

Cadrans solaires et premières horloges

Calendriers : lunaire / solaire

Julien et années bissextiles

Grégorien

En quelle année sommes-nous ?

En quel siècle sommes-nous ?

Temps et position : le mystère des longitudes

Le temps de l 'Univers

la même heure pour tous

L 'an 2000 ...

Les rouages de l'horloge astronomique

Des jours et des jours ...

Cadrans solaires et premières horloges

Calendriers : lunaire / solaire

Julien et années bissextiles

Grégorien

En quelle année sommes-nous ?

En quel siècle sommes-nous ?

Temps et position : le mystère des longitudes

Le temps de l 'Univers

la même heure pour tous

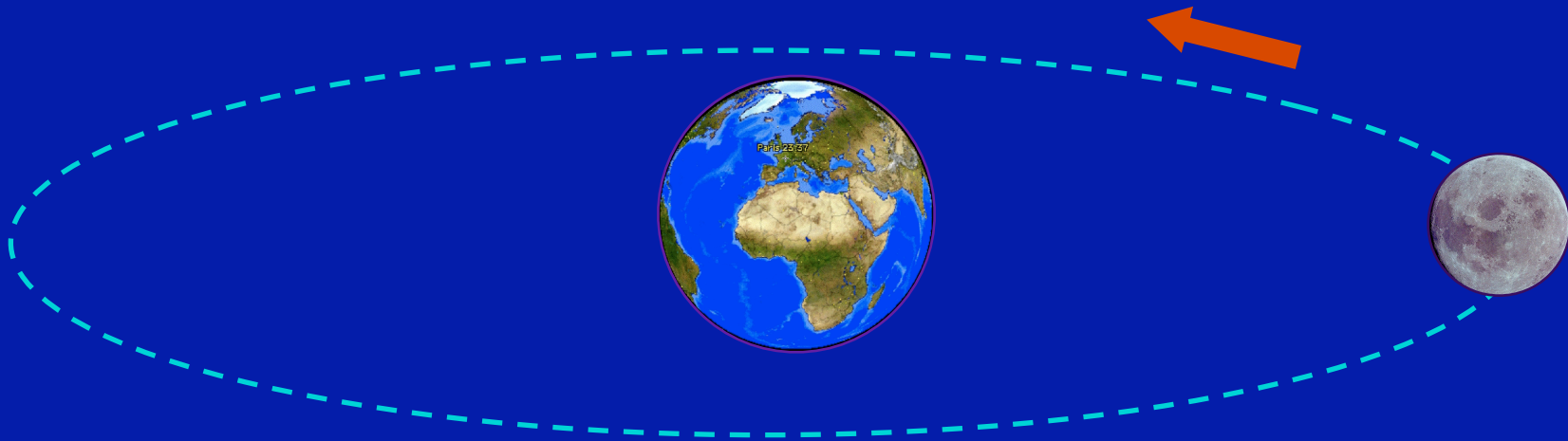




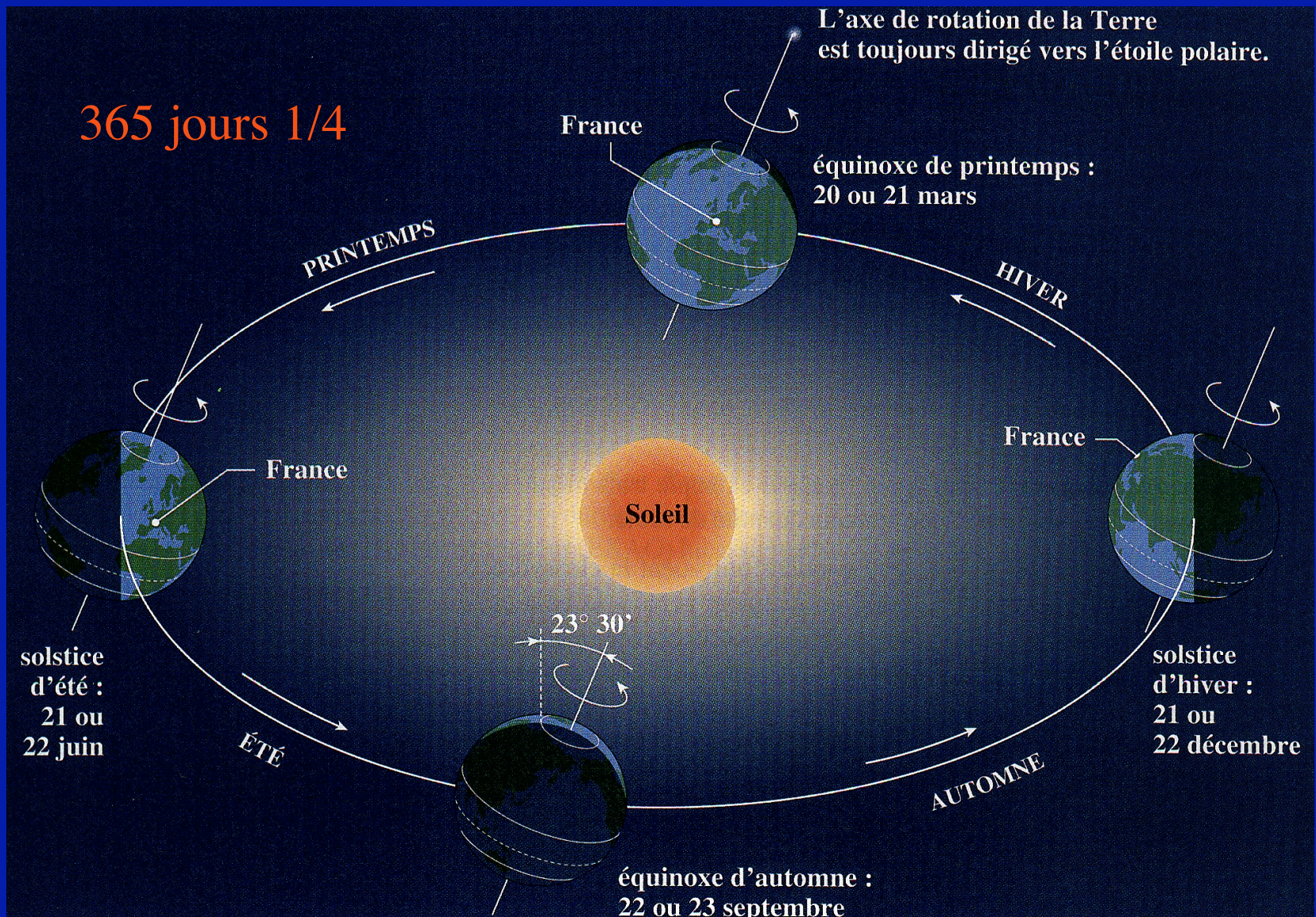
Phases de la lune

→ Rotation de la lune
autour de la Terre

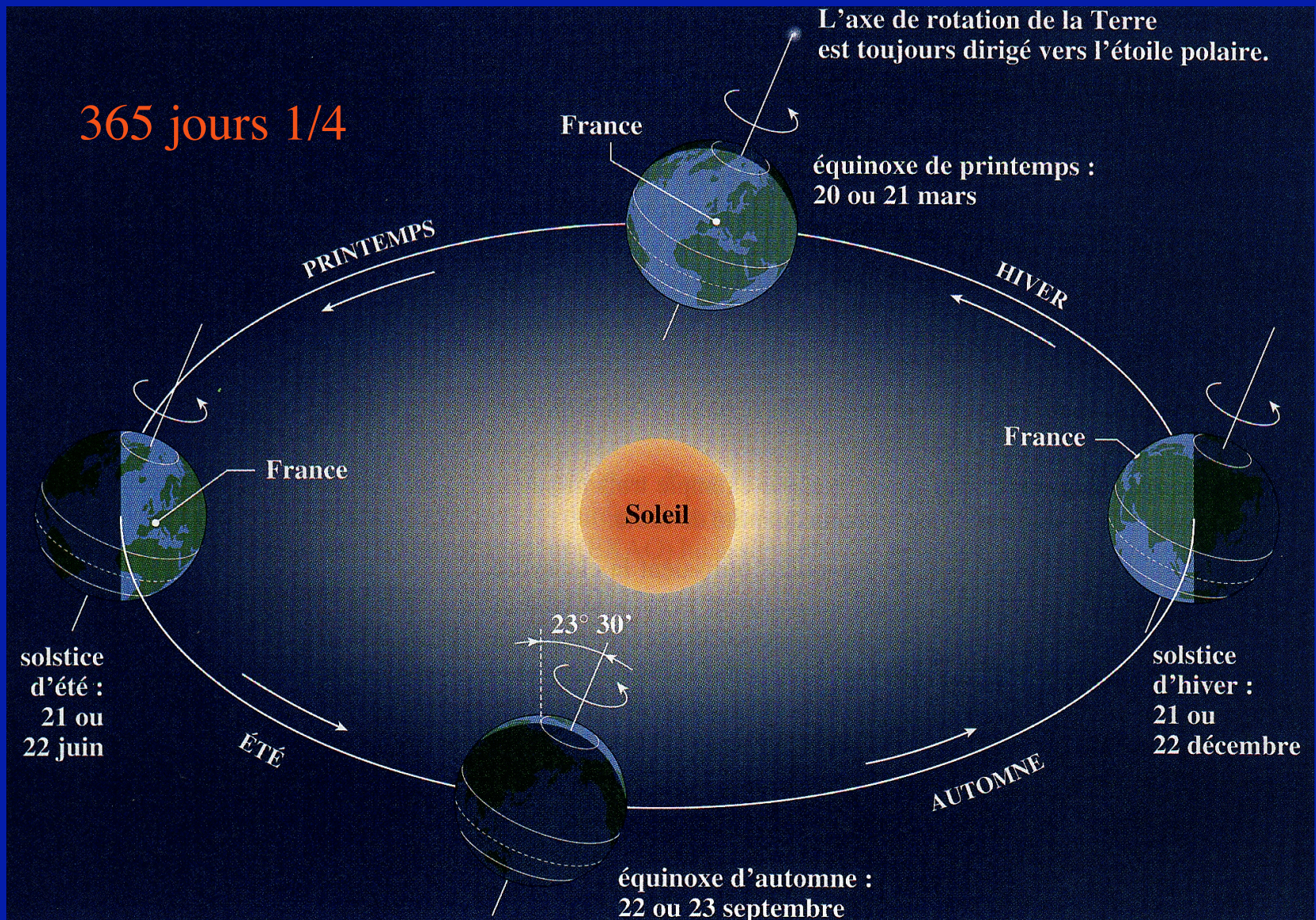
MOIS

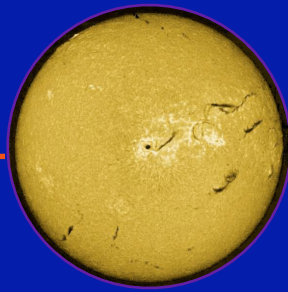


Les saisons terrestres au cours de l'année



Les saisons terrestres au cours de l'année



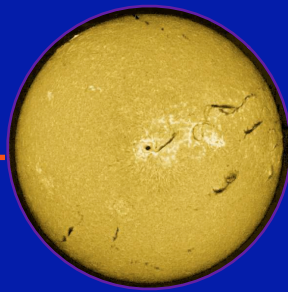


Jour solaire

=

Intervalle de temps
entre deux passages
du **soleil** au zénith





4 minutes



Jour solaire

=

Intervalle de temps
entre deux passages
du **soleil** au zénith

Jour sidéral

=

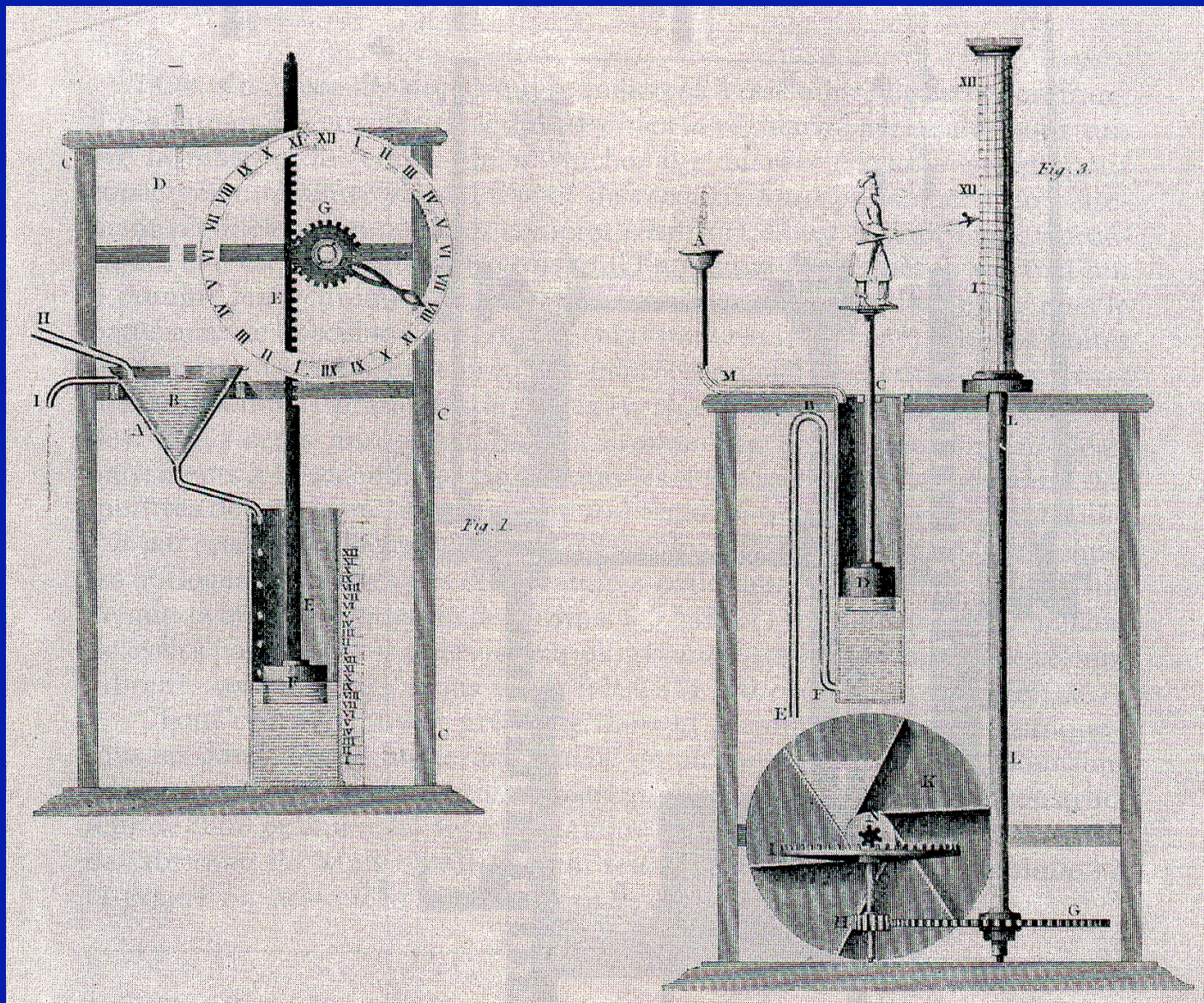
Intervalle de temps
entre deux passages
d'une **étoile** au zénith
=
durée d'une rotation
de la terre sur elle-même



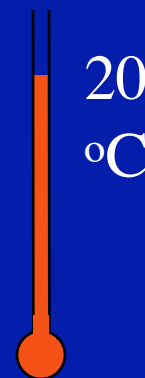
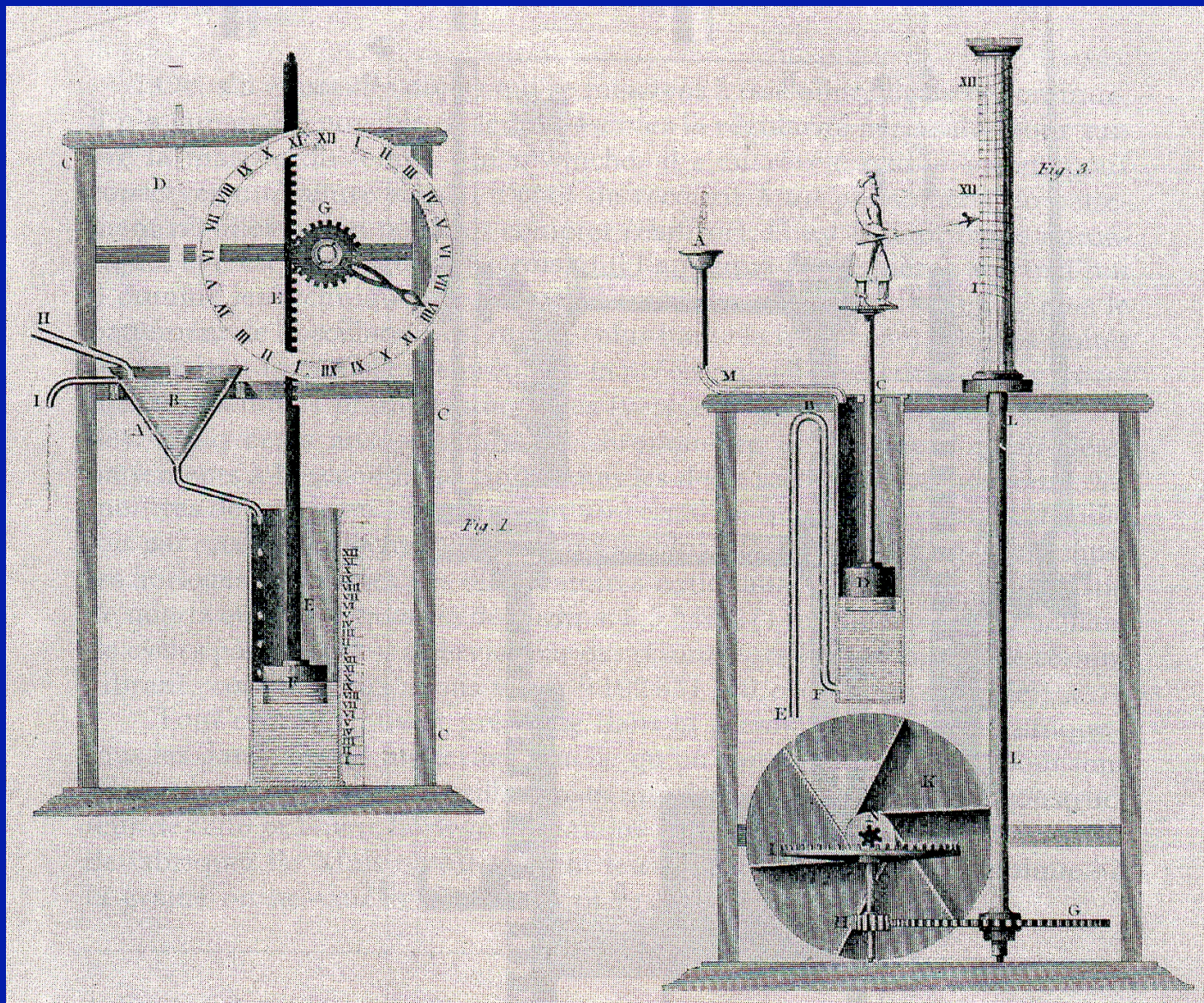
jour solaire > jour sidéral
une rotation = 23h 56mn



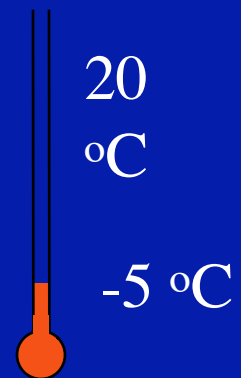
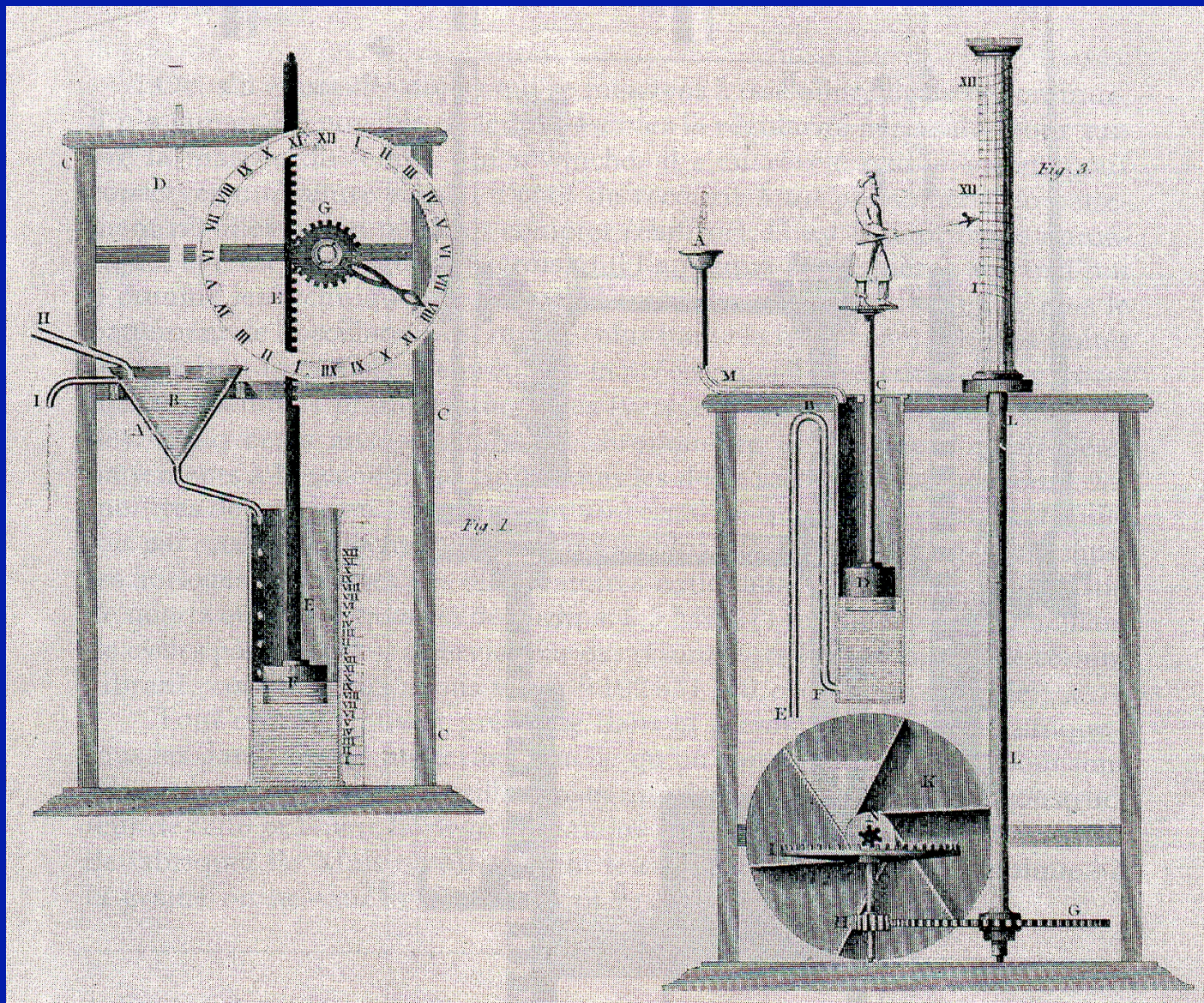
Une horloge à eau sophistiquée



Une horloge à eau sophistiquée



Une horloge à eau sophistiquée



Le temps solaire et le temps de l'horloge

Le jour solaire (de midi à midi) varie au cours de l'année : sur un jour donné, la différence peut atteindre 30 secondes. A certaines périodes de l'année, il existe près de **15 minutes** de décalage entre le temps solaire (« élastique ») et le temps de l'horloge (régulier).

Au cours de l'année les variations se compensent et le jour solaire *moyen* fait bien *24 heures*

Cette différence ne doit pas être confondue avec la variation de la longueur du « jour » (durée d'ensoleillement) entre l'été et l'hiver qui est due aux saisons, ni avec le décalage de l'heure locale avec le soleil par exemple (2 heures en France en été), ou avec les décalages de l'heure d'été ou d'hiver.

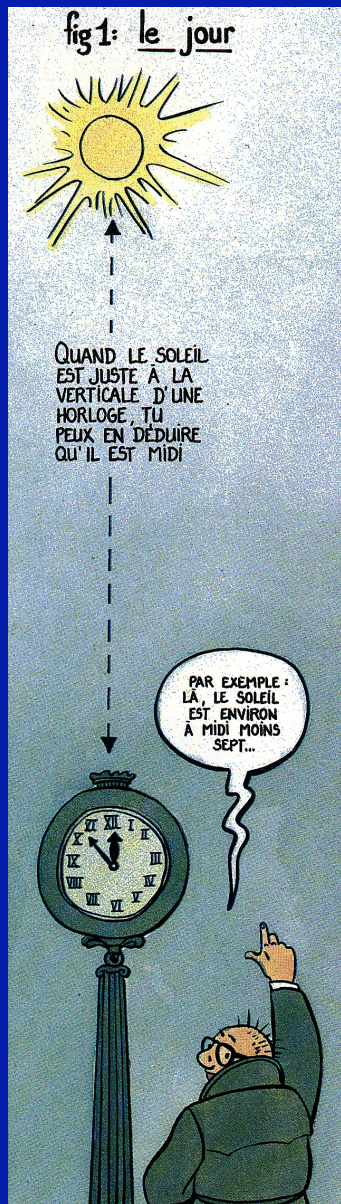
Le temps solaire et le temps de l'horloge

Le jour solaire (de midi à midi) varie au cours de l'année : sur un jour donné, la différence peut atteindre 30 secondes. A certaines périodes de l'année, il existe près de **15 minutes** de décalage entre le temps solaire (« élastique ») et le temps de l'horloge (régulier).

Au cours de l'année les variations se compensent et le jour solaire *moyen* fait bien *24 heures*

Cette différence ne doit pas être confondue avec la variation de la longueur du « jour » (durée d'ensoleillement) entre l'été et l'hiver qui est due aux saisons, ni avec le décalage de l'heure locale avec le soleil par exemple (2 heures en France en été), ou avec les décalages de l'heure d'été ou d'hiver.

Le temps solaire et le temps de l'horloge



Le jour solaire (de midi à midi) varie au cours de l'année : sur un jour donné, la différence peut atteindre 30 secondes. A certaines périodes de l'année, il existe près de **15 minutes** de décalage entre le temps solaire (« élastique ») et le temps de l'horloge (régulier).

Au cours de l'année les variations se compensent et le jour solaire *moyen* fait bien *24 heures*

Cette différence ne doit pas être confondue avec la variation de la longueur du « jour » (durée d'ensoleillement) entre l'été et l'hiver qui est due aux saisons, ni avec le décalage de l'heure locale avec le soleil par exemple (2 heures en France en été), ou avec les décalages de l'heure d'été ou d'hiver.

En quel siècle sommes-nous ?

en supposant que nous sommes bien en l'an 2001 ...

Comme il n'y a pas d'année « zéro »,

Le compte des années commence à 1,

Et pour faire 100 années, il faut ... 100 ans !

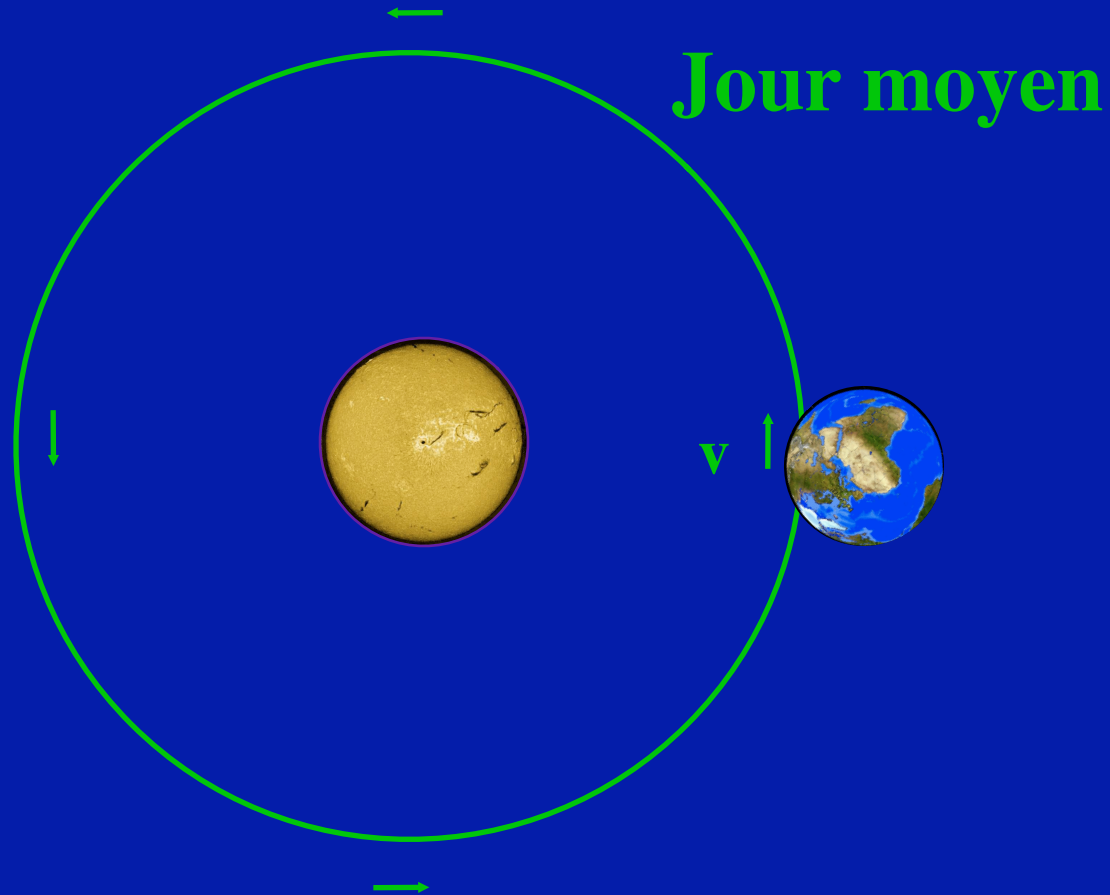
Le 20^e siècle a commencé le 1^{er} janvier 1901,

Le 21^e siècle a commencé le 1^{er} janvier 2001.

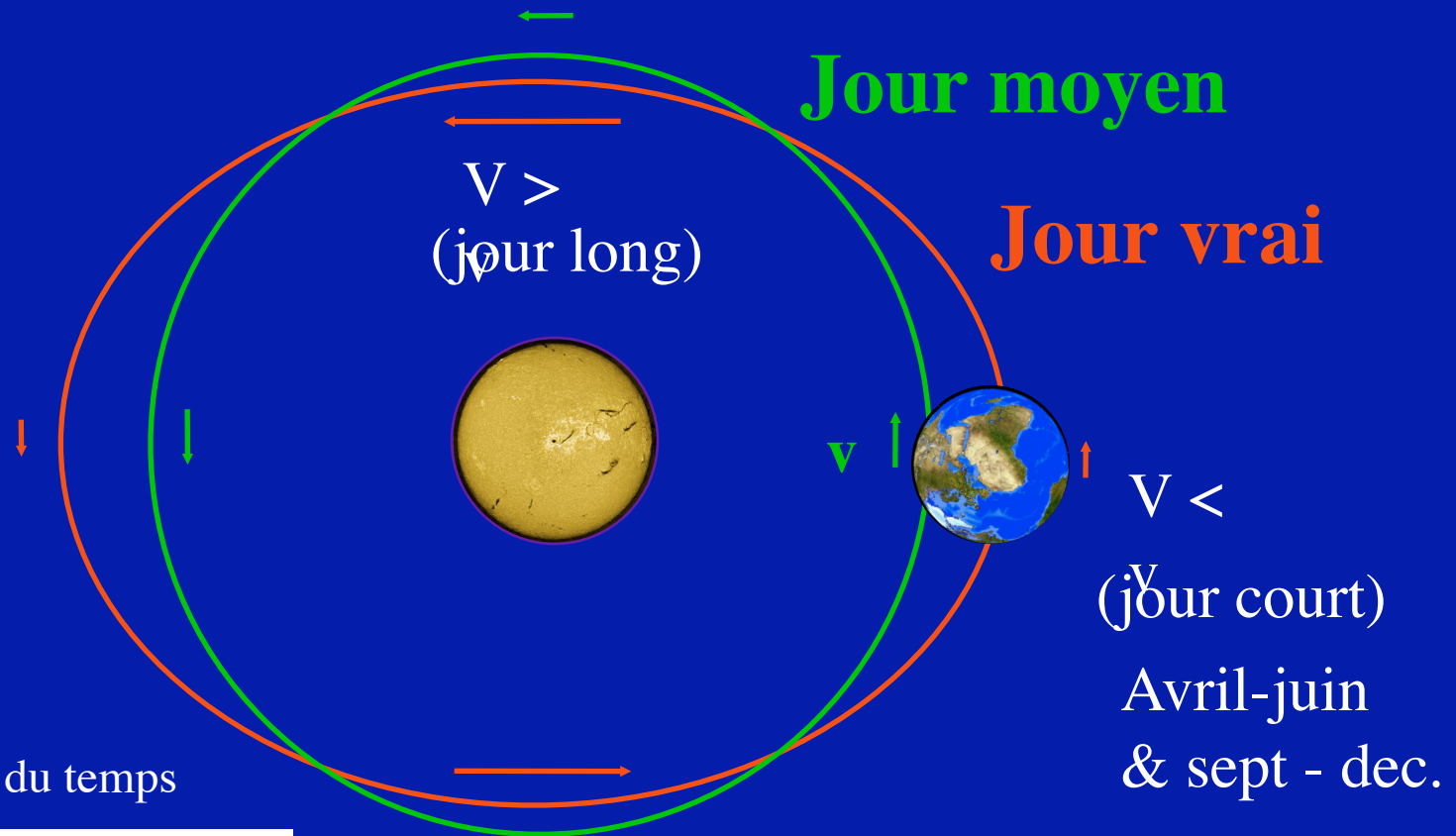
Mais on a le droit d'aimer les chiffres ronds !

**La durée du jour (de midi à midi)
varie au cours de l'année ...**

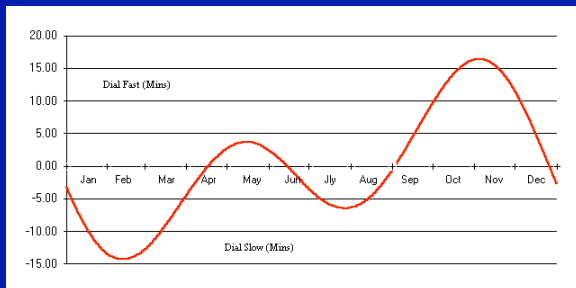
La durée du jour (de midi à midi)
varie au cours de l'année ...



La durée du jour (de midi à midi) varie au cours de l'année ...



➔ Equation du temps



Attention à ne pas confondre avec la variation
De la durée du jour entre hiver et été !



Le calendrier **Julien** (Jules César, 46 av JC)

À partir du calendrier Romain primitif (lunaire) $30 \times 12 + 5 + \dots$

Astronome Egyptien Sosigène (culte du soleil)

Calendrier solaire : 365 jours / an + 1 jour / 4 ans (bissextile)

365,242199...

Mais l 'année fait 365,242 jours : écart de 0.008 jour = 12 minutes/an

➔ Décalage de 1 jour tous les 125 ans (Noël au balcon, Pâques aux tisons?)

L'ère Chrétienne (Denis le petit en 525)

Le calendrier Grégorien (pape Grégoire XII, 1582)

Calcul de la date de Pâques (pleine lune après équinoxe de printemps)

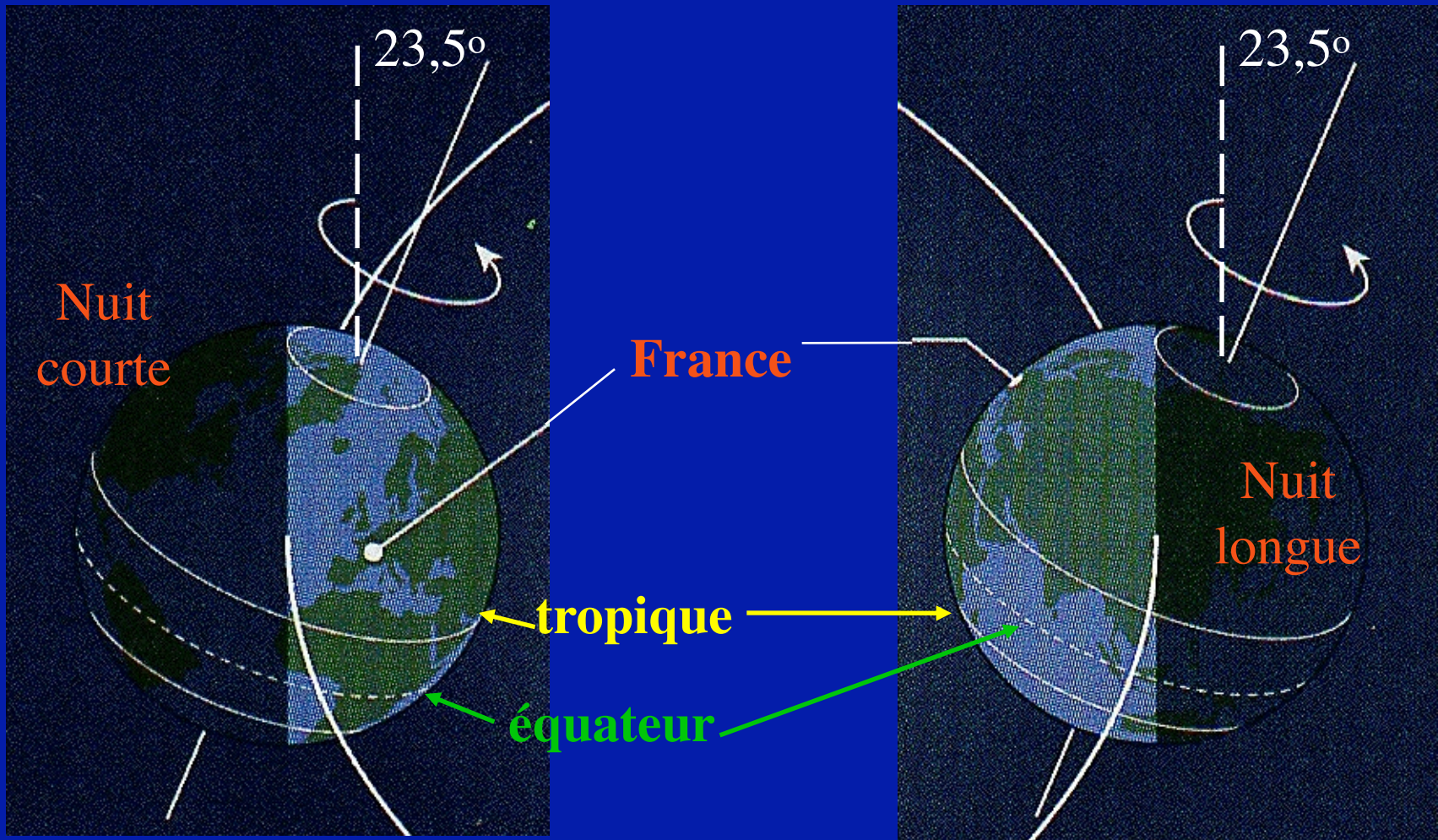
Décalage de 10 jours par rapport à l 'année (saisons)

➔ Passage du 4 octobre au 15 octobre 1582 ... Pas accepté tout de suite partout

➔ Suppression d 'une année bissextile tous les 400 ans 1900 non, 2000 oui

et rajout de quelques petites secondes par ci par là ...

Les solstices : jour et / ou nuit les plus longs

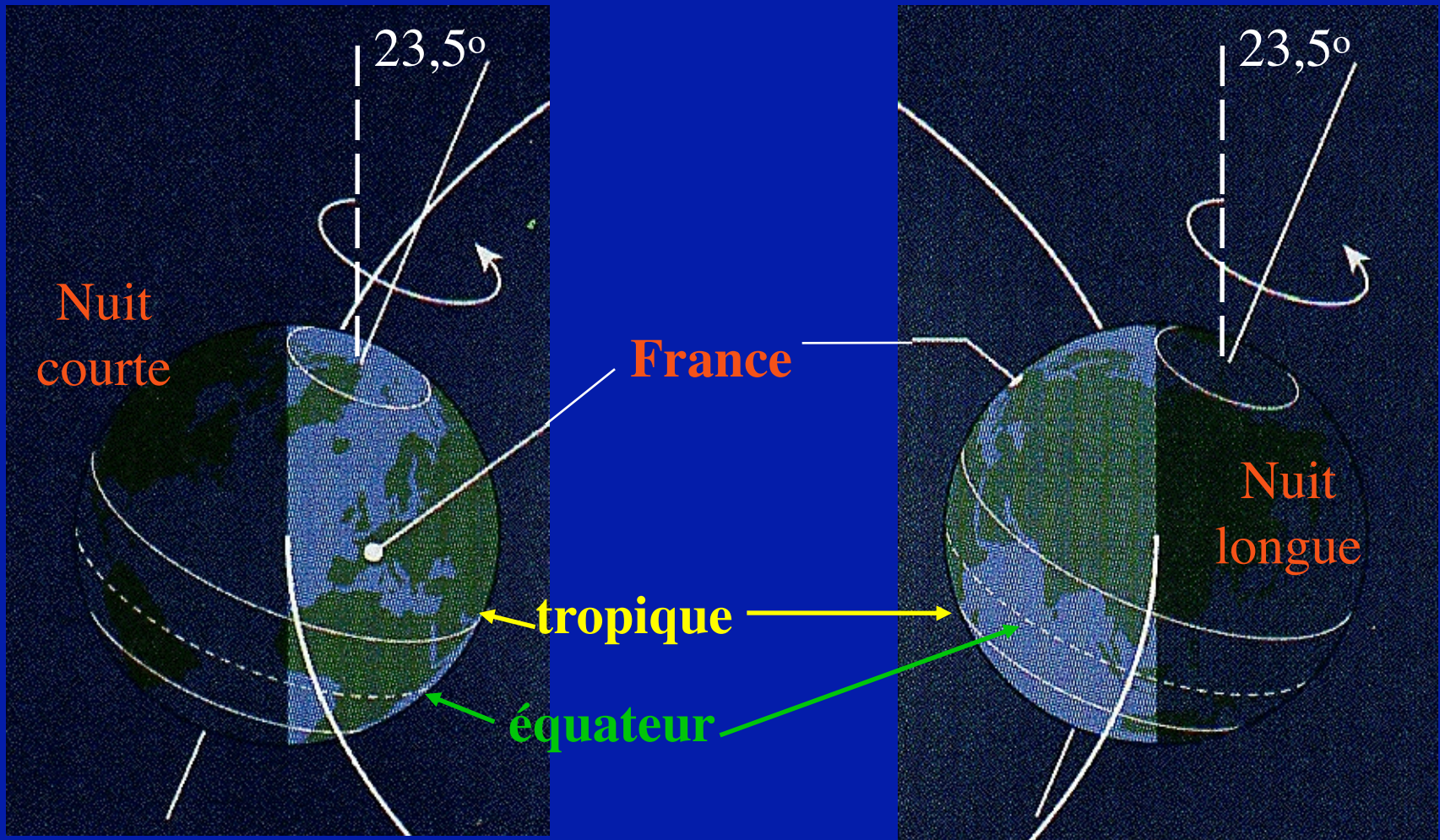


été (juin)

Dans l'hémisphère **NORD**

hiver (décembre)

Les solstices : jour et / ou nuit les plus longs



été (juin)

Dans l'hémisphère **NORD**

hiver (décembre)



L 'an 2000, la même heure pour tous

- ◆ Jean-Louis Monin
- ◆ Observatoire de Grenoble

Bibliographie

L'heure qu 'il est - D.S. Landes - Gallimard

L'an 2000 entre autres - magazine Air France décembre 1999

Longitude - D. Sobel - Clays Ltd

Les inventeurs du calendrier - J.M. Sallmann - La Recherche, 238, 66

Raymond Calbuth - Tronchet -

Tintin et le secret de la licorne - Hergé - Gallimard

La mesure du temps - livre de cours - Education Nationale

L 'an 2000, la même heure pour tous

- ◆ Jean-Louis Monin
- ◆ Observatoire de Grenoble

Bibliographie

L'heure qu 'il est - D.S. Landes - Gallimard

L'an 2000 entre autres - magazine Air France décembre 1999

Longitude - D. Sobel - Clays Ltd

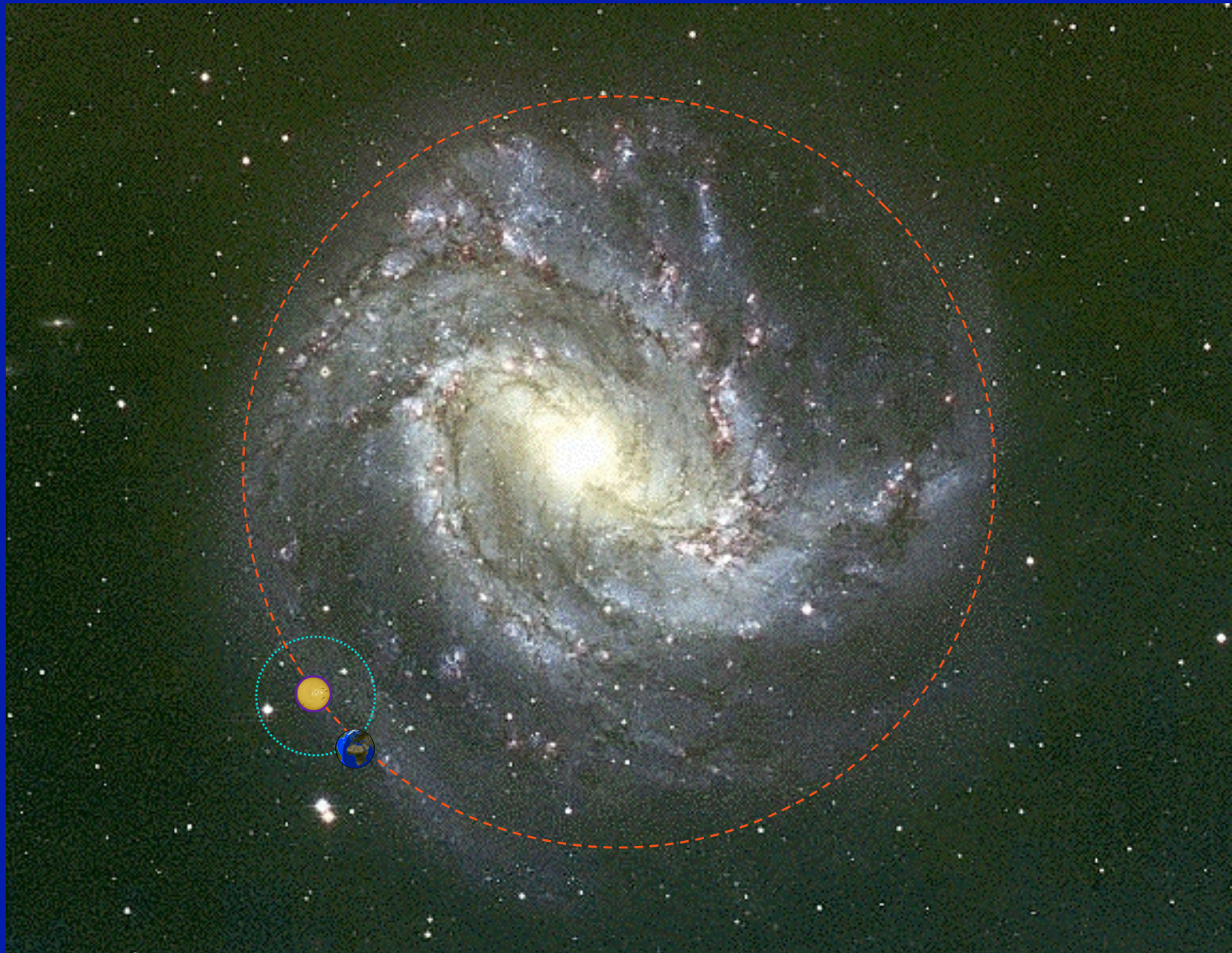
Les inventeurs du calendrier - J.M. Sallmann - La Recherche, 238, 66

Raymond Calbuth - Tronchet -

Tintin et le secret de la licorne - Hergé - Gallimard

La mesure du temps - livre de cours - Education Nationale

«Année» galactique = 250 millions d'années solaires





«Année» galactique = 250 millions d'années solaires

