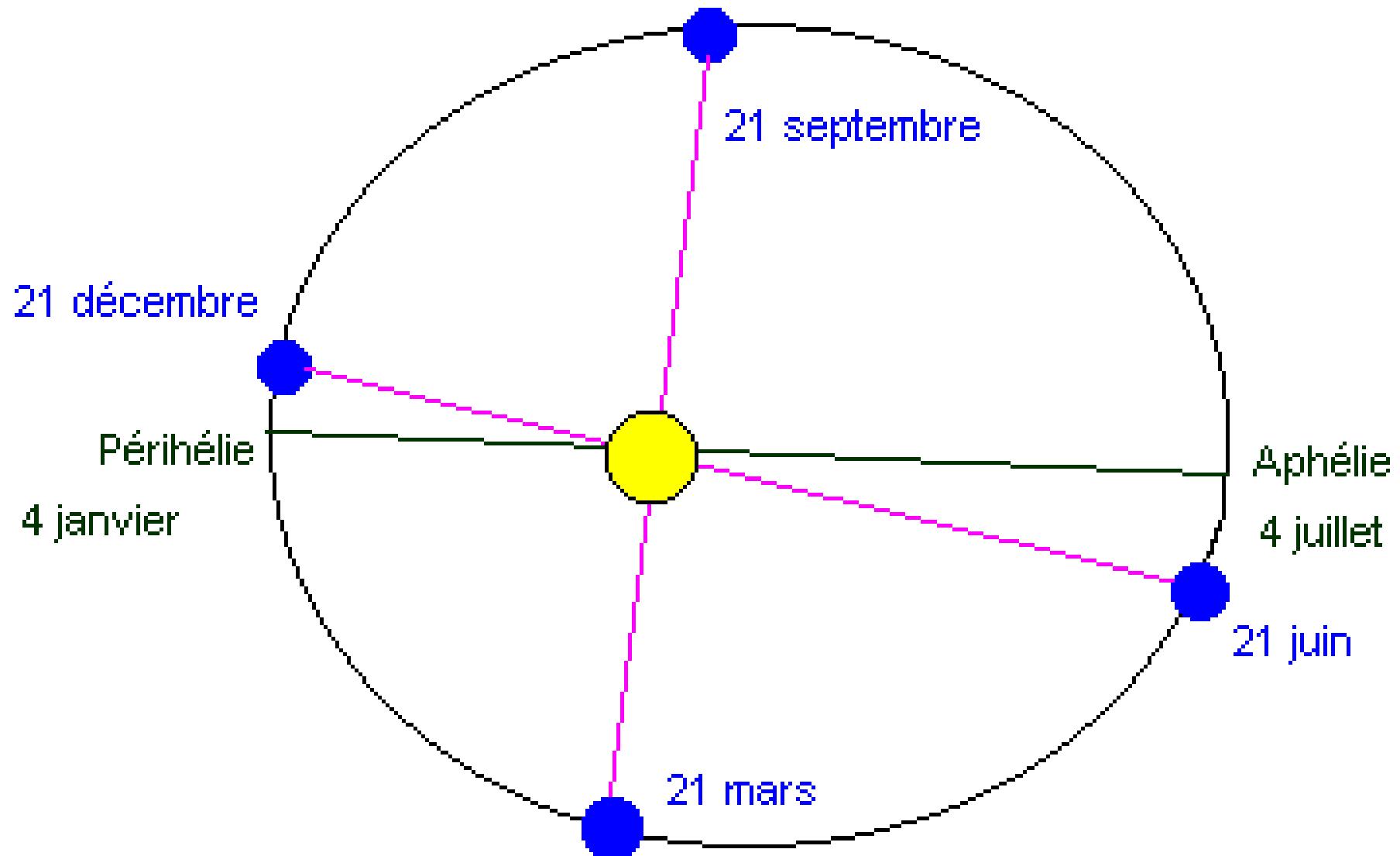


**La Terre dans
l'espace**

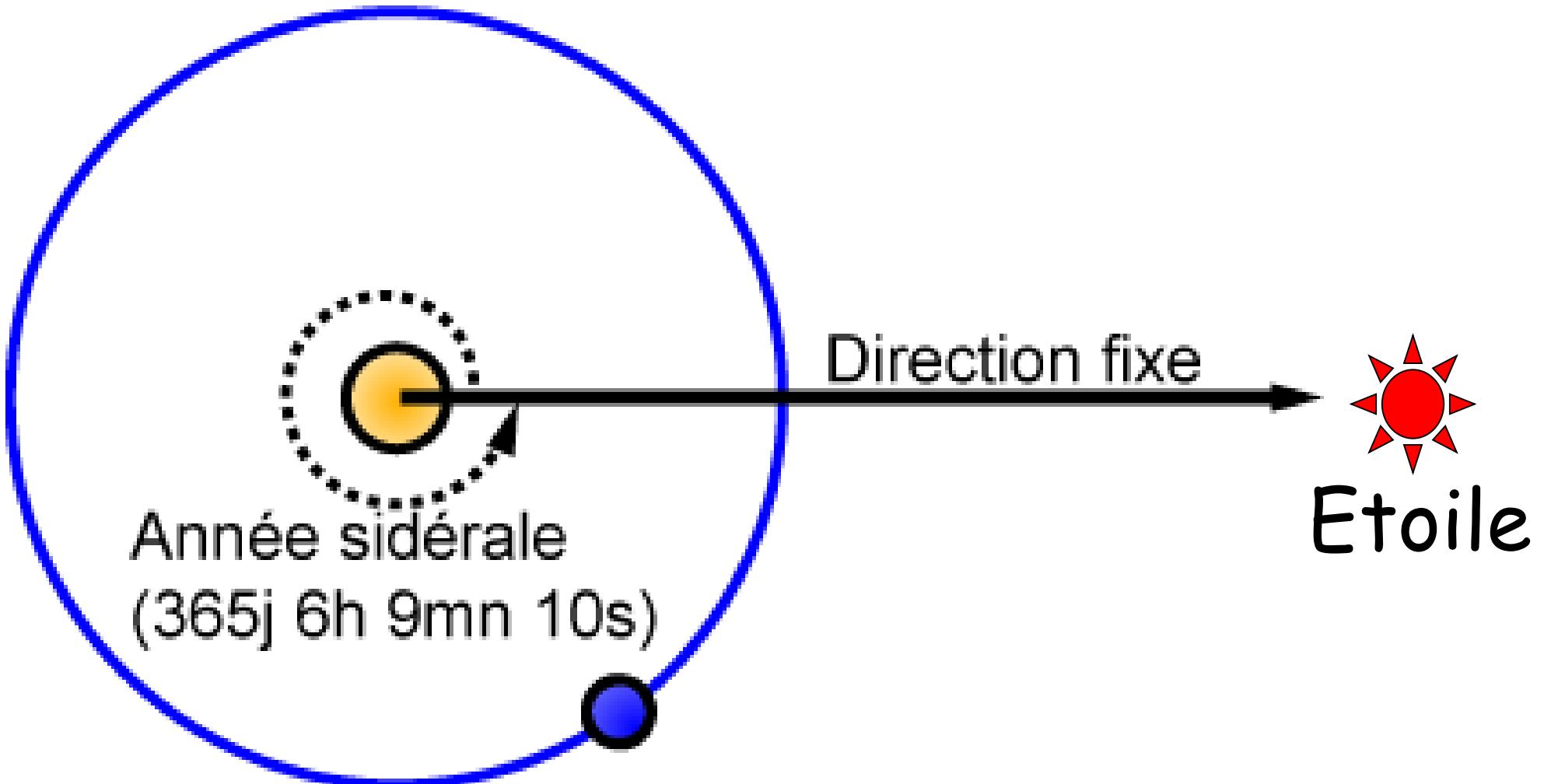
La Terre



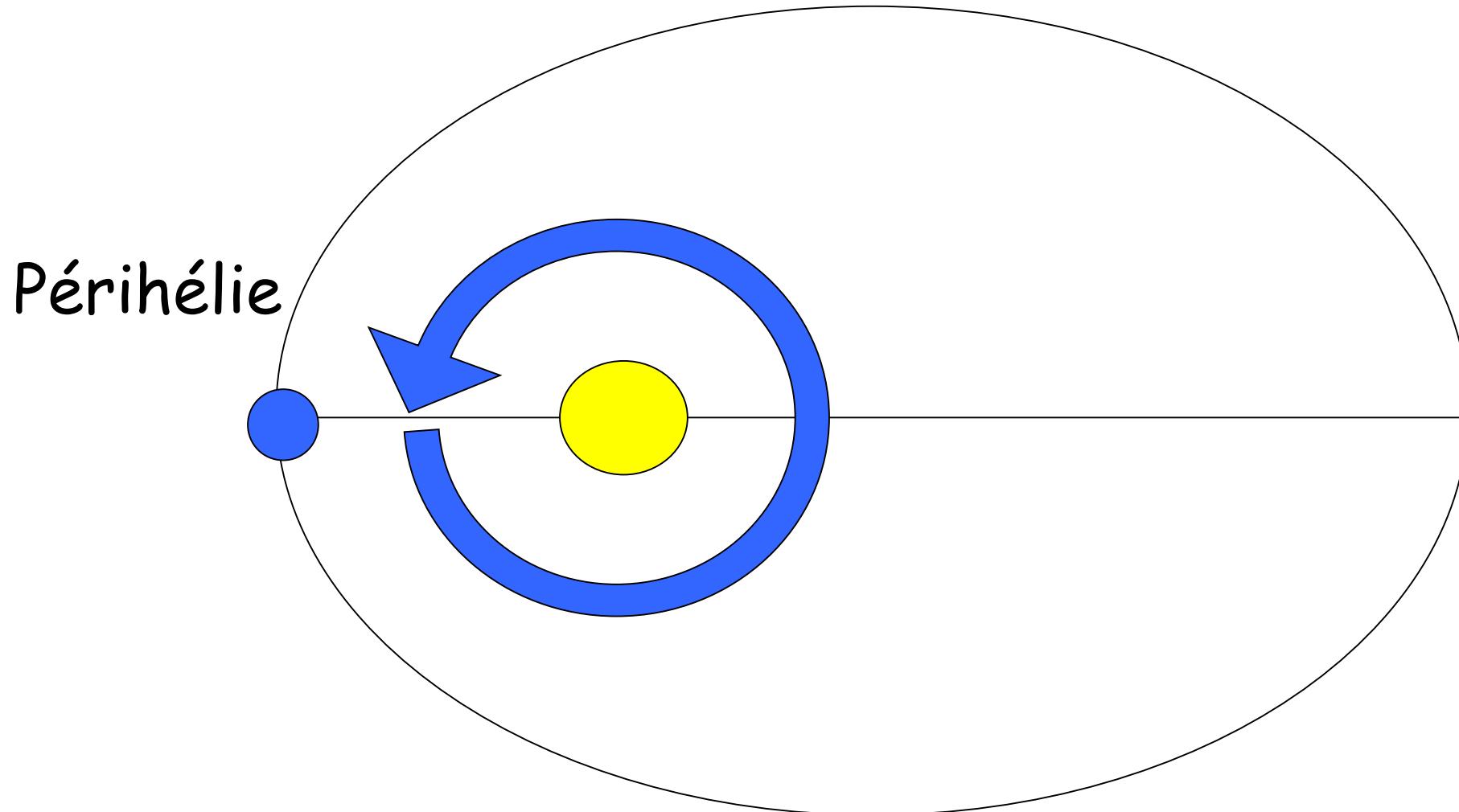
L'orbite de la Terre



L'année sidérale

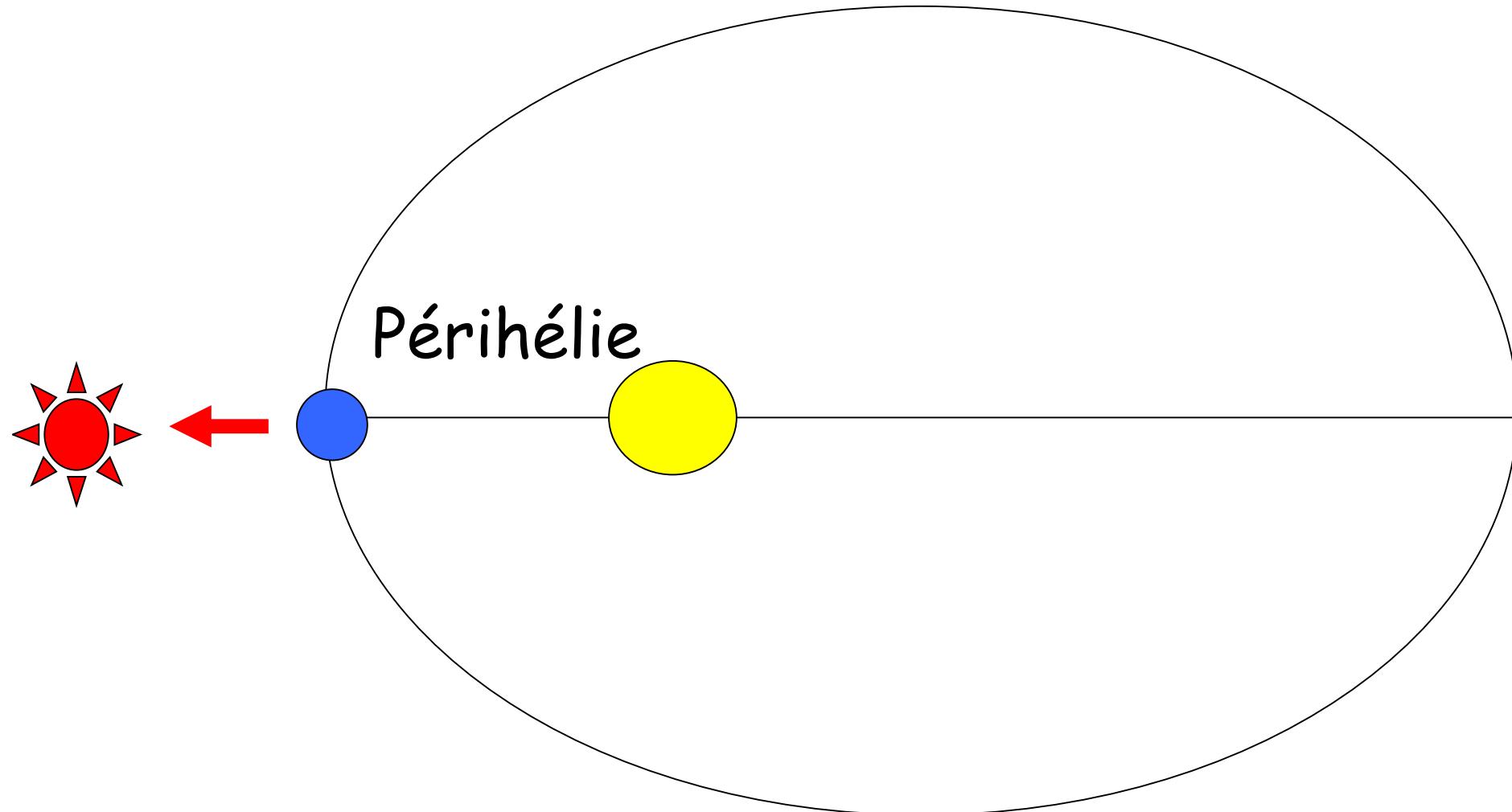


L'année anomalistique



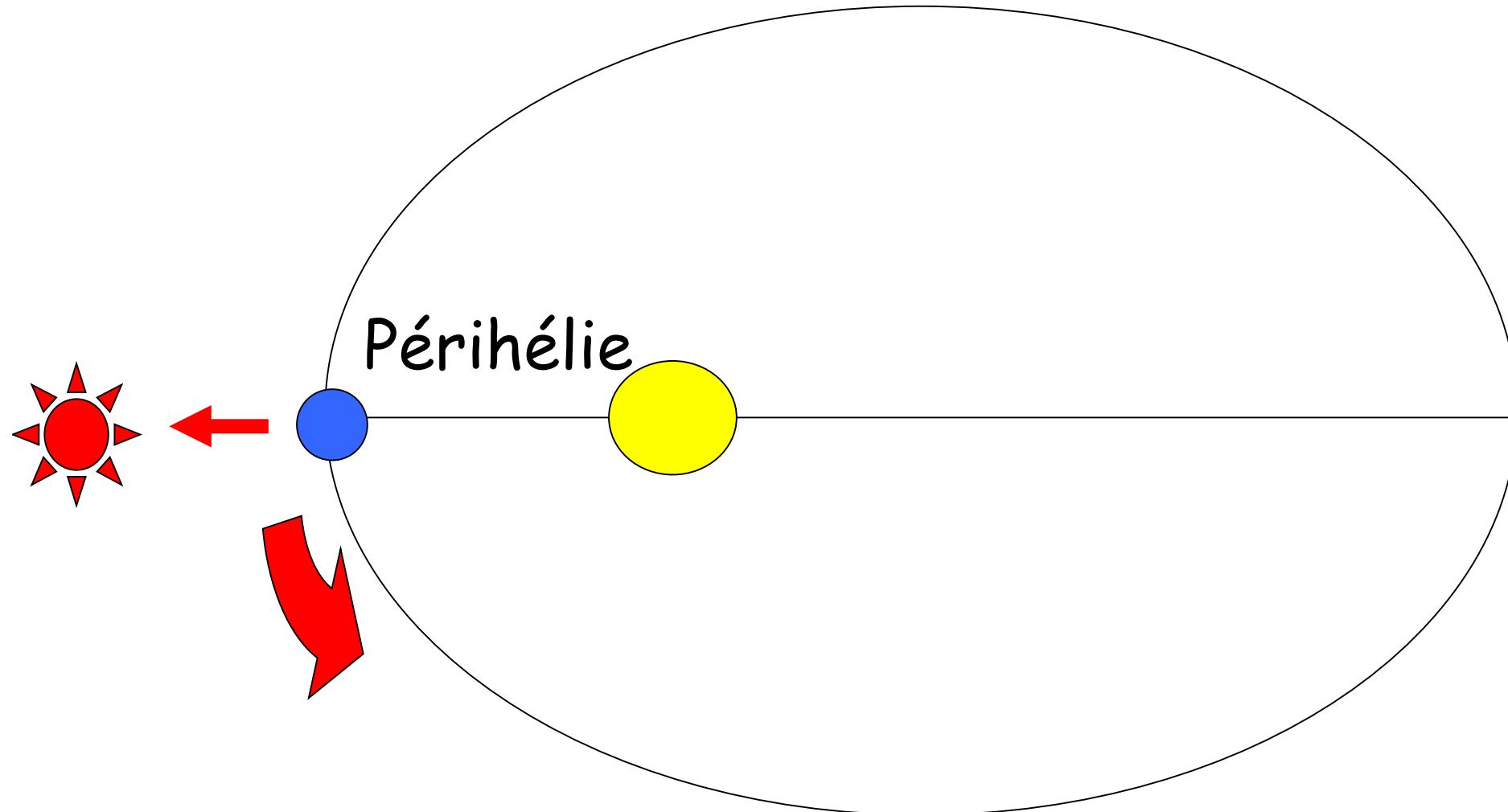
Temps entre 2 passages au périhélie

L'année anomalistique



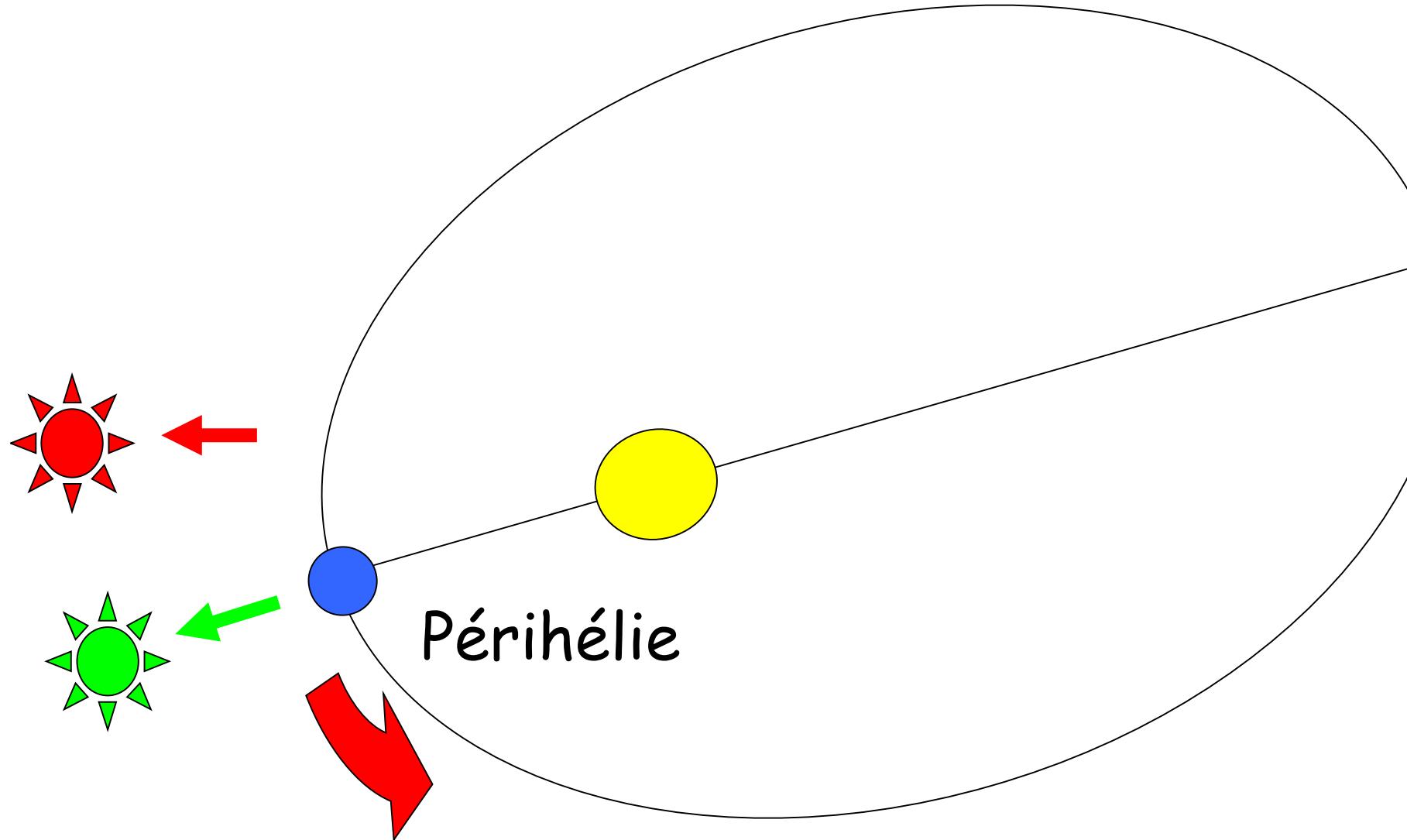
La position du périhélie n'est pas fixe

L'année anomalistique



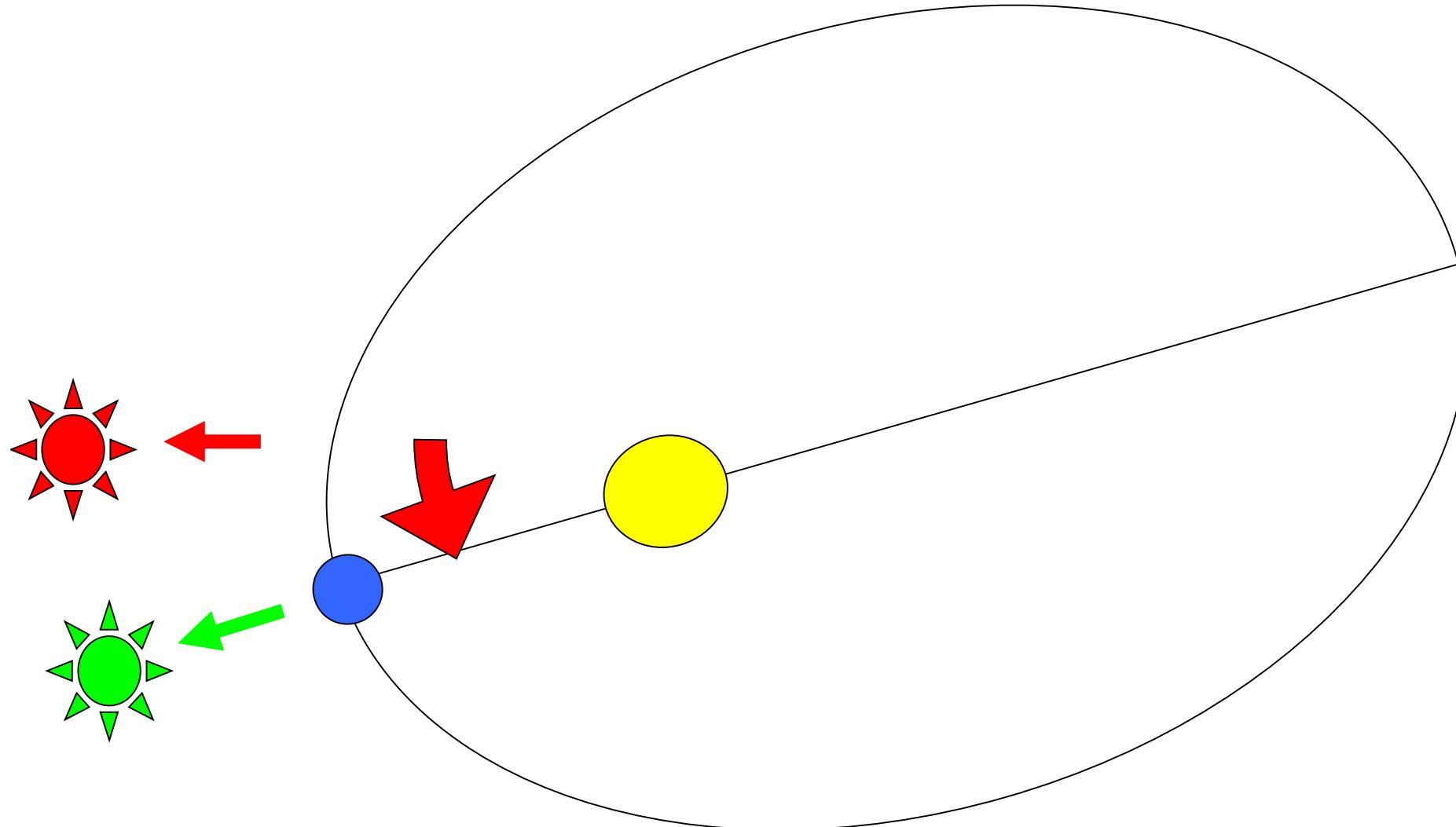
Le périhélie se décale

L'année anomalistique



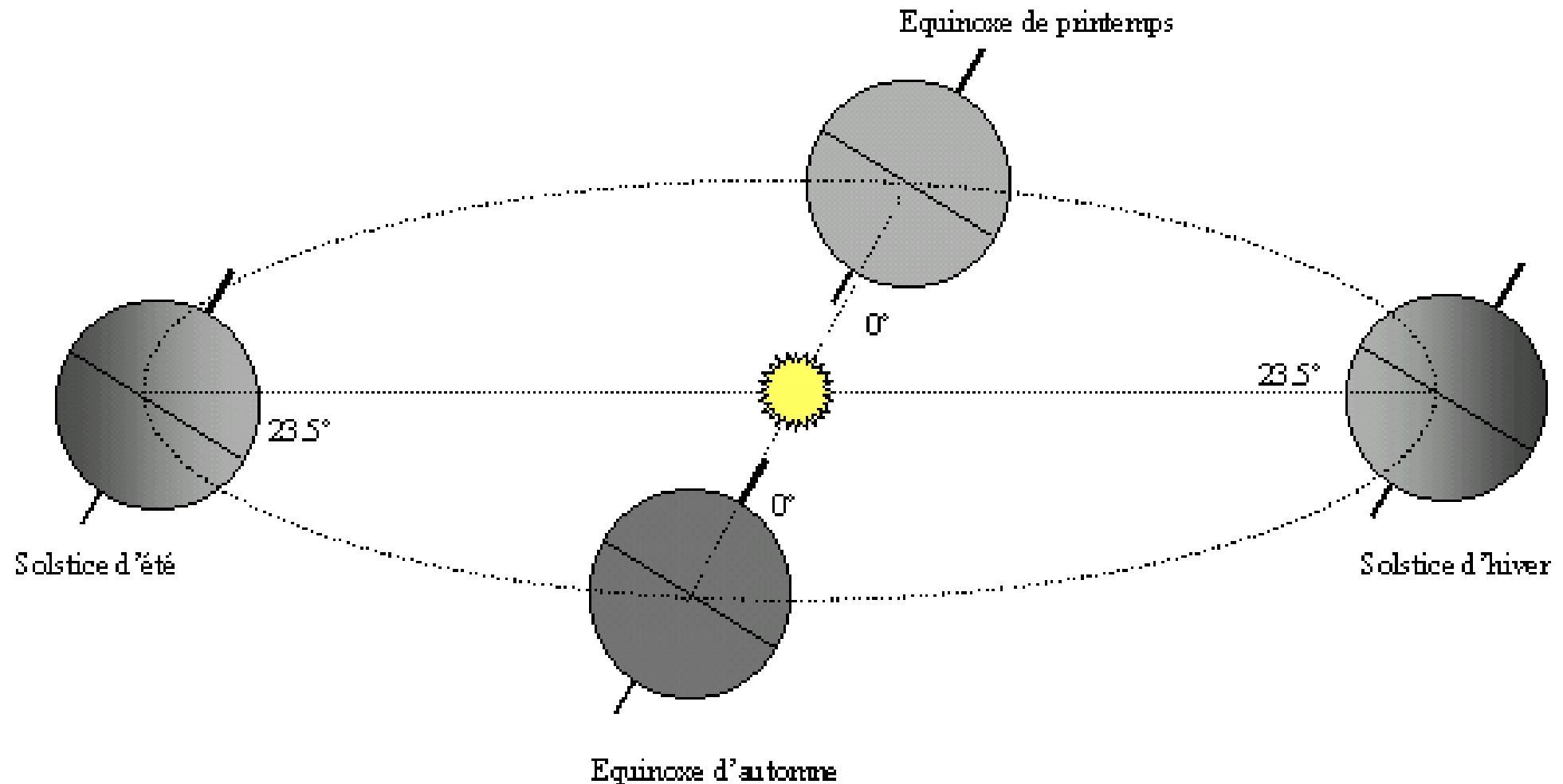
Il fait un tour en 130.000 ans

L'année anomalistique



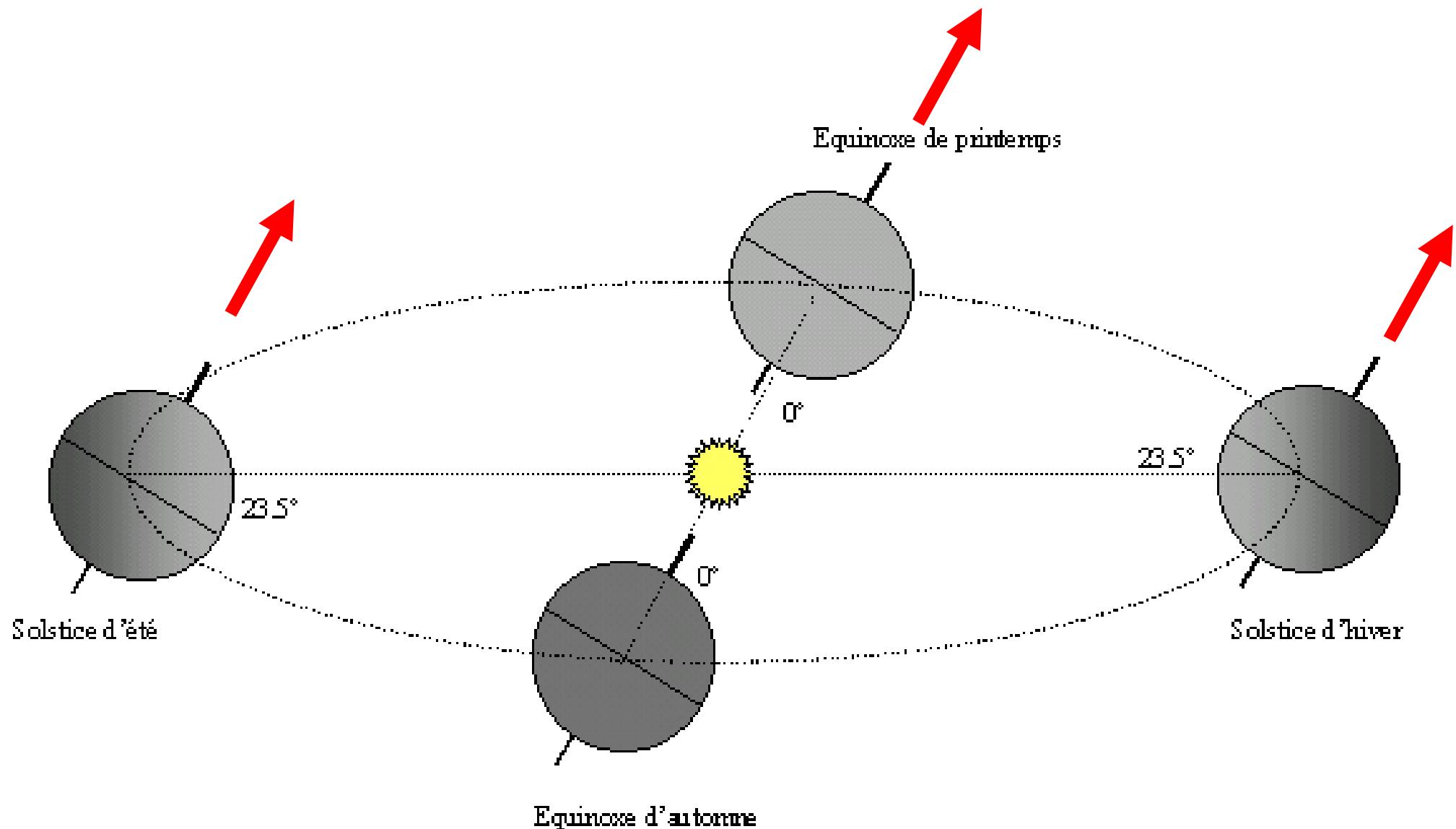
+ 4 mn 43 s

L'année tropique

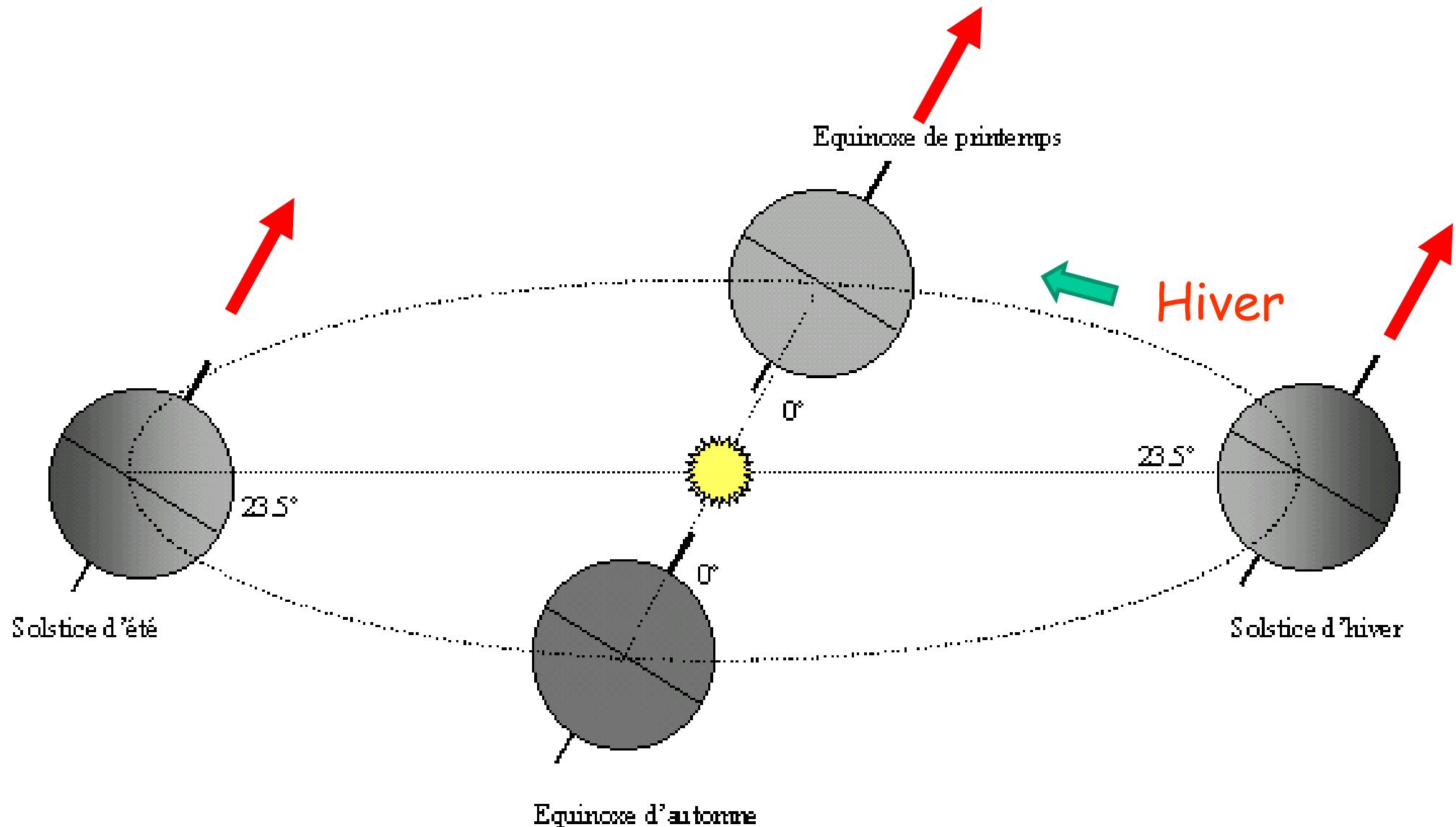


L'année entre 2 équinoxes de printemps

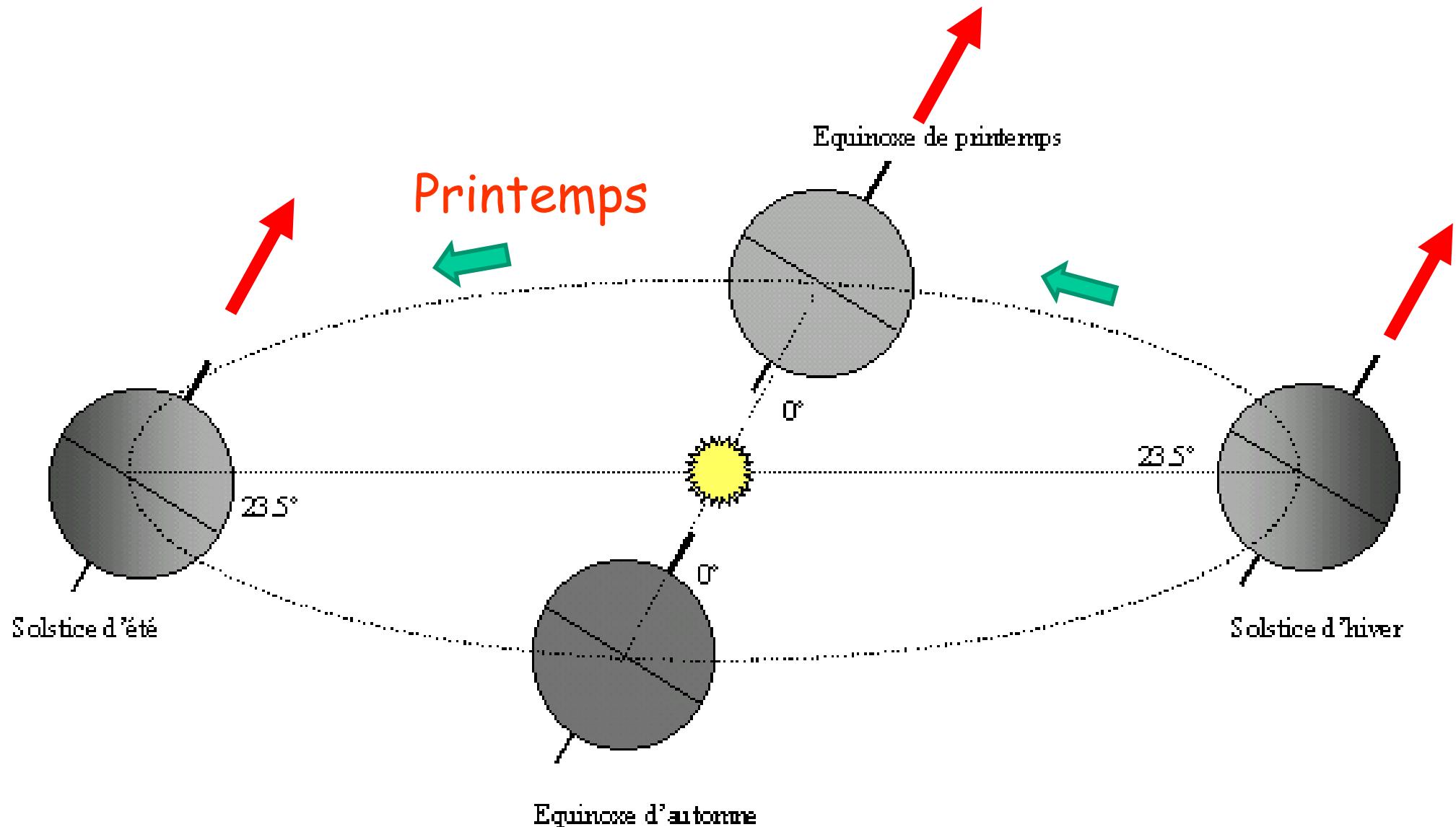
L'axe de la Terre reste fixe



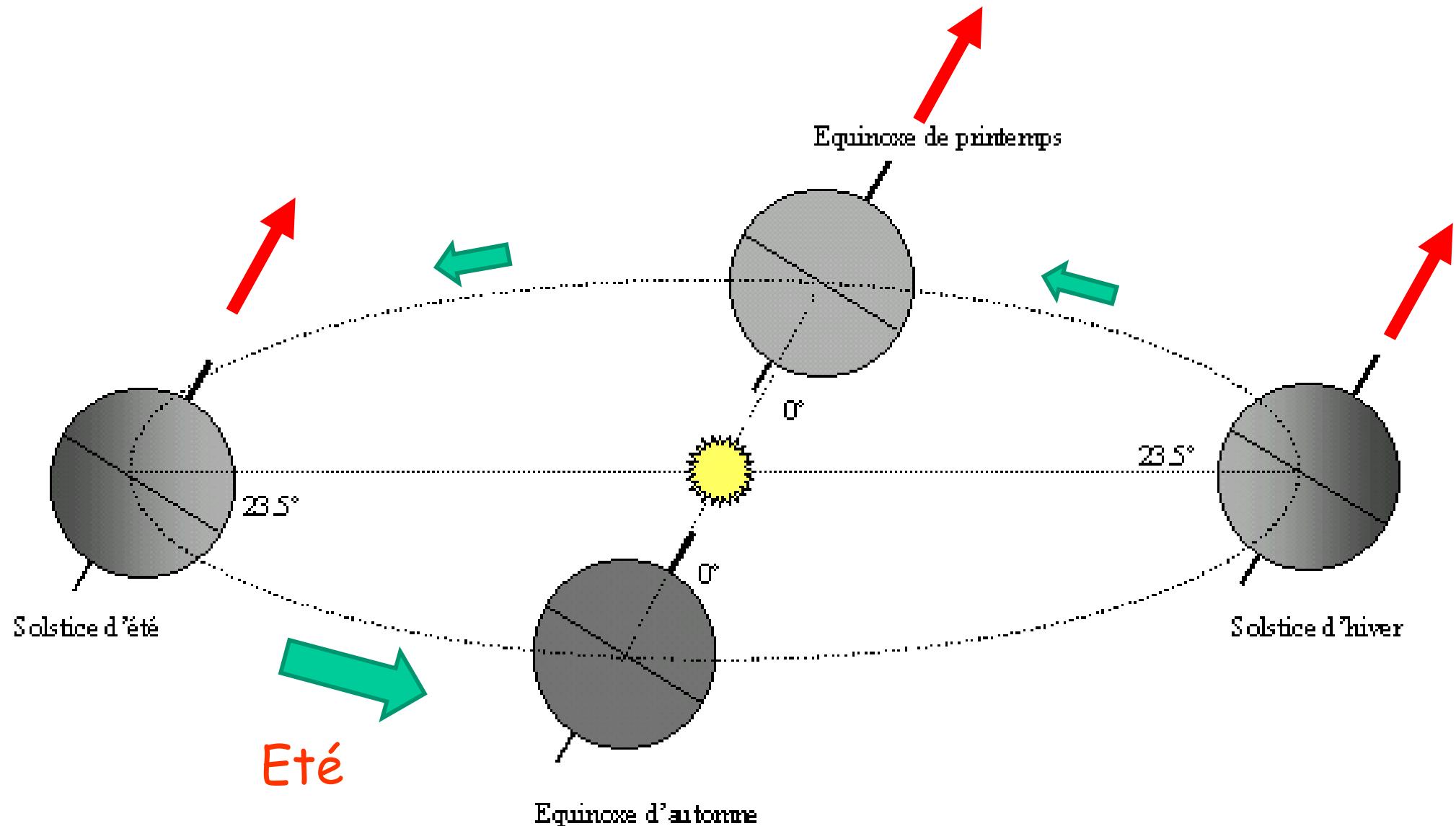
L'axe de la Terre reste fixe



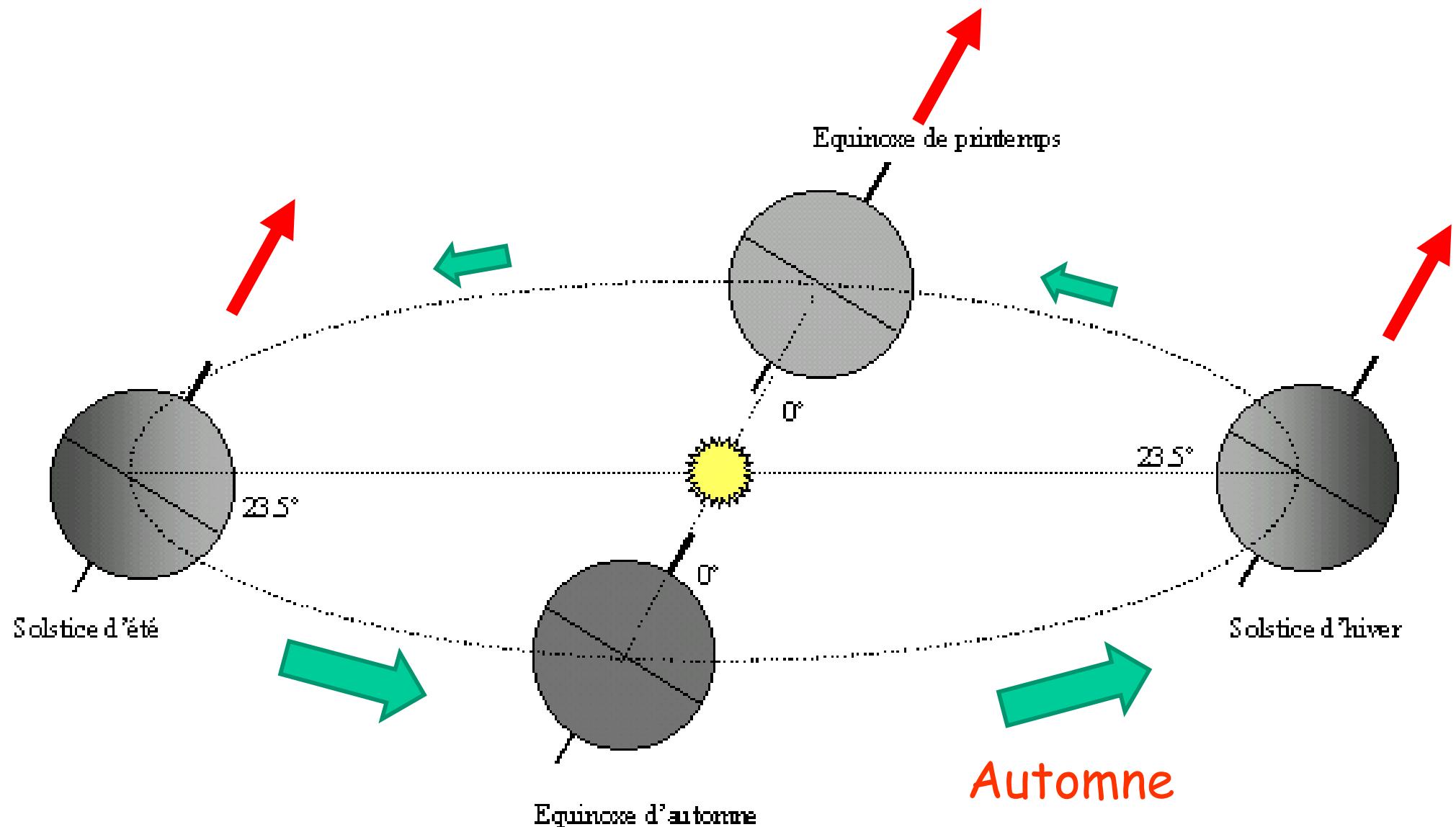
L'axe de la Terre reste fixe



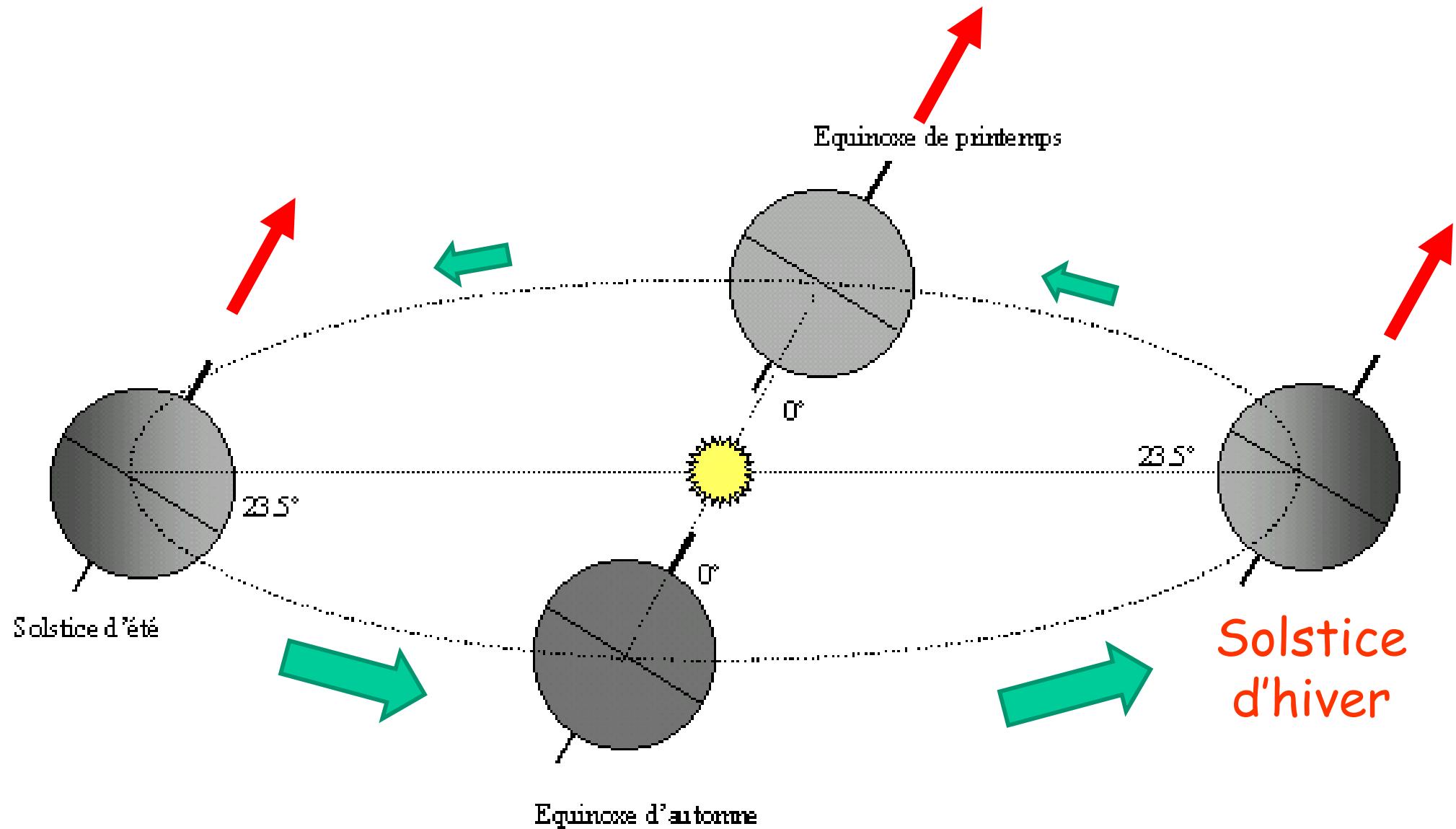
L'axe de la Terre reste fixe



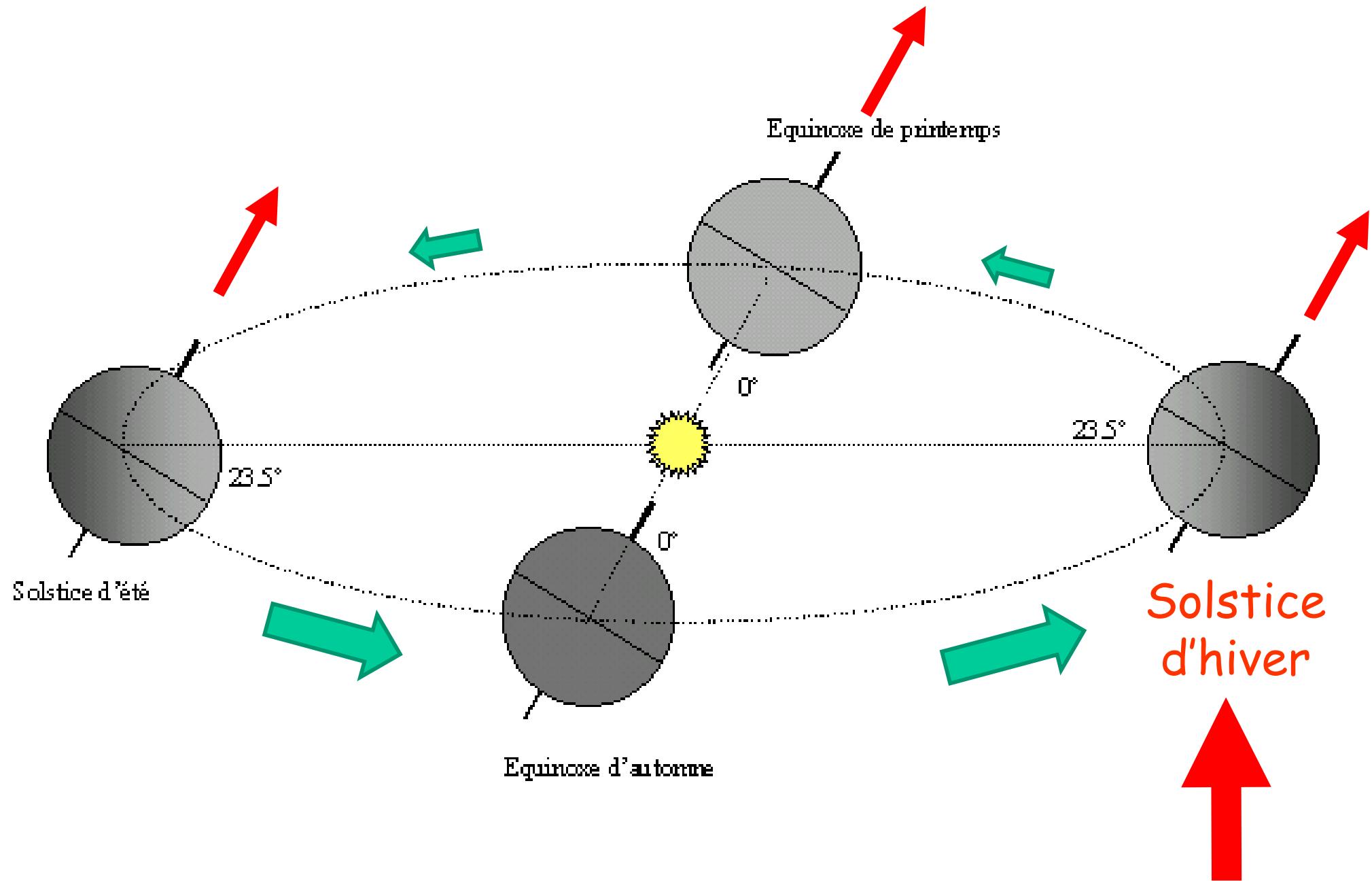
L'axe de la Terre reste fixe



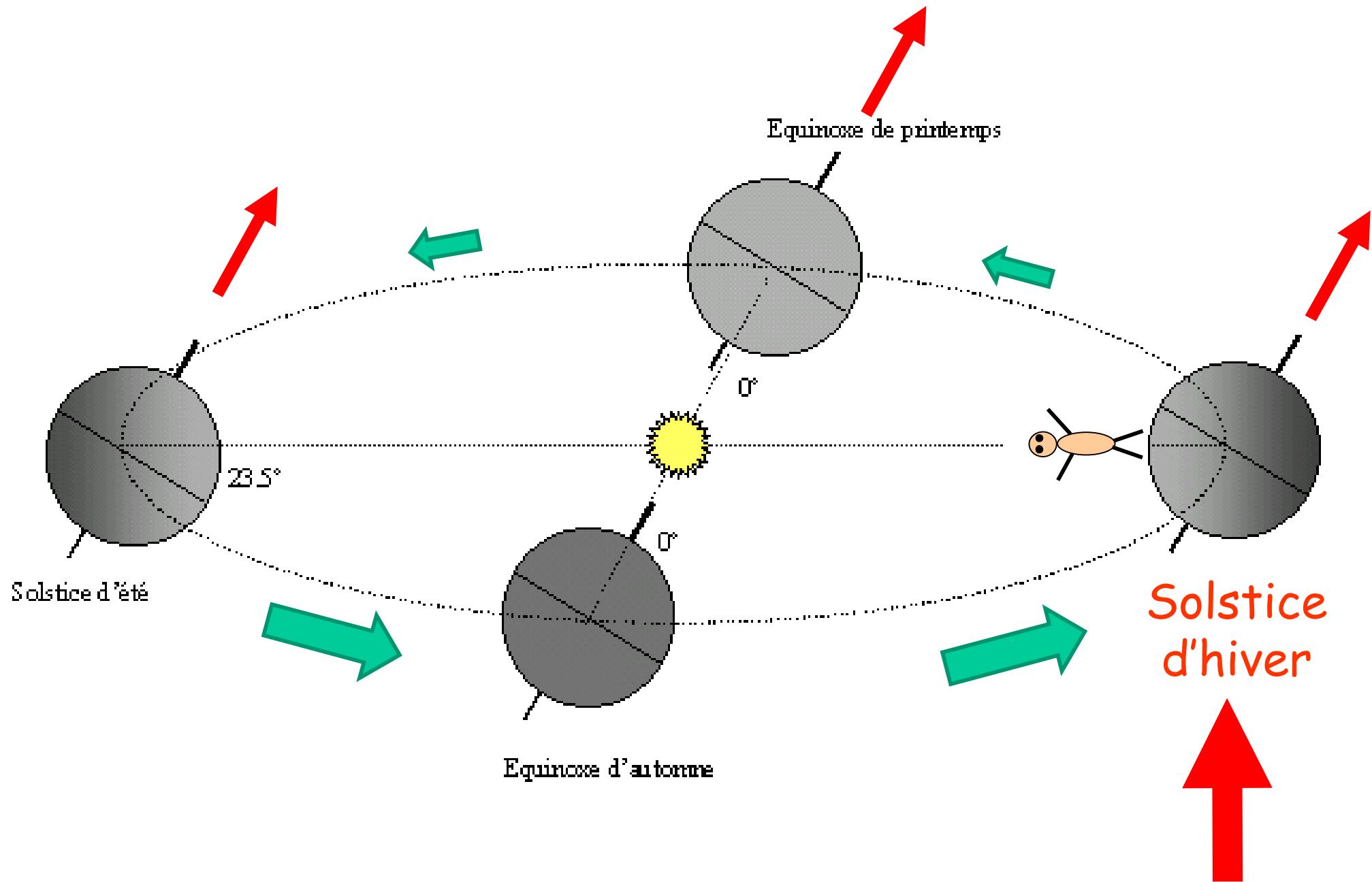
L'axe de la Terre reste fixe



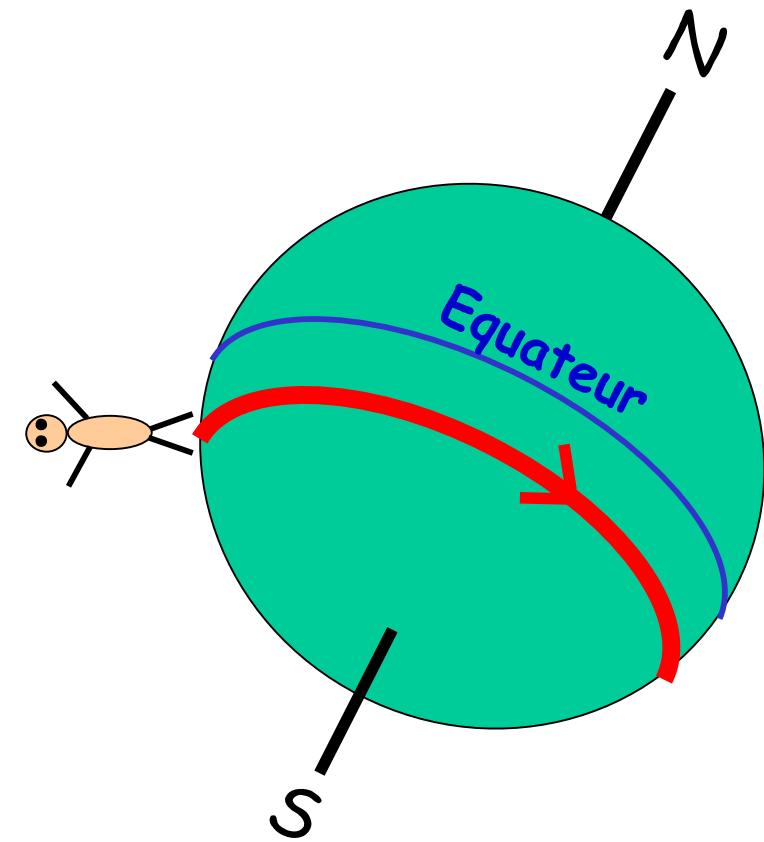
L'axe de la Terre reste fixe



Solstice d'Hiver

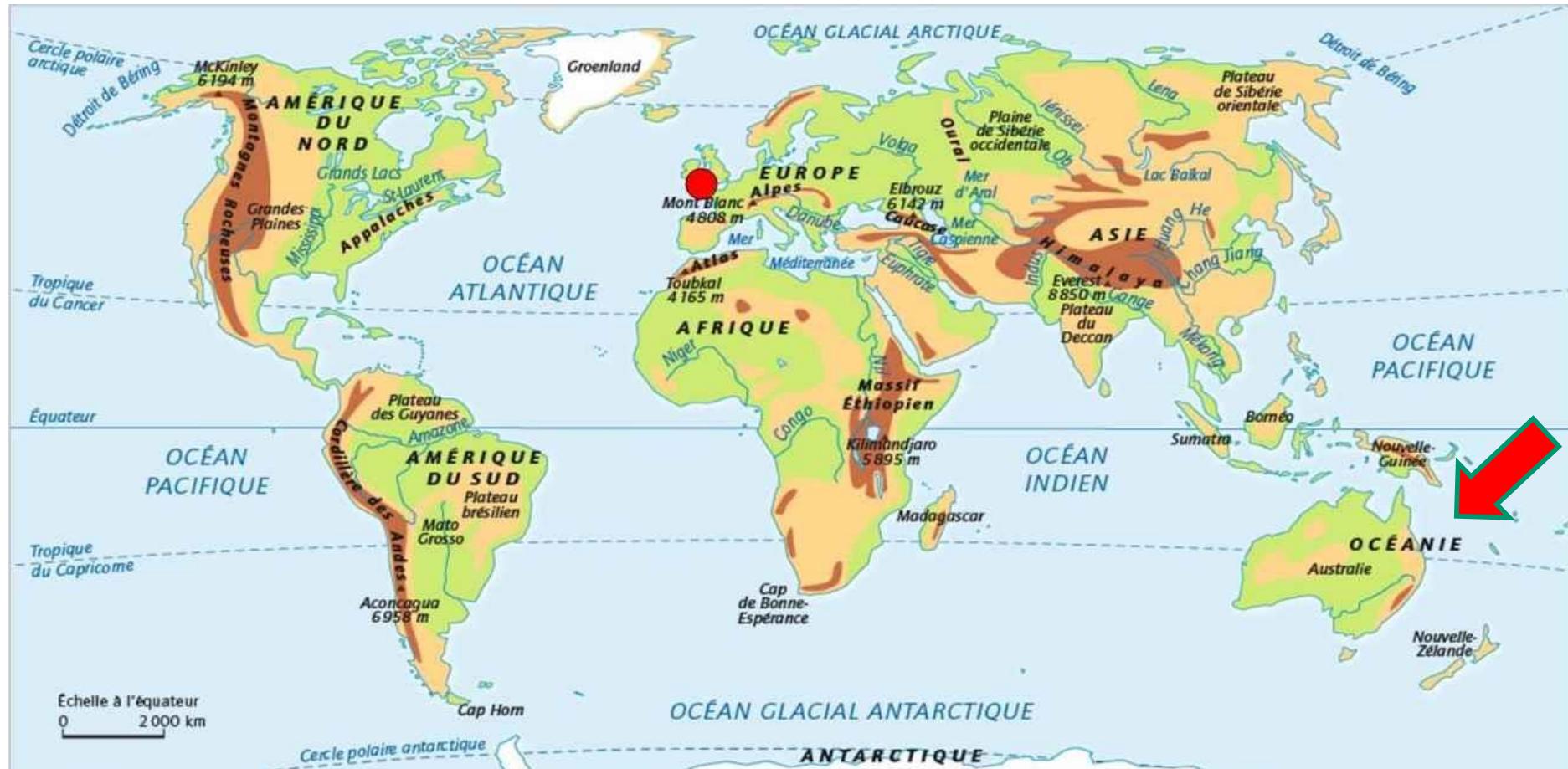


Solstice d'Hiver



Un observateur dans l'hémisphère Sud

Solstice d'Hiver



Un observateur dans l'hémisphère Sud

Solstice d'Hiver



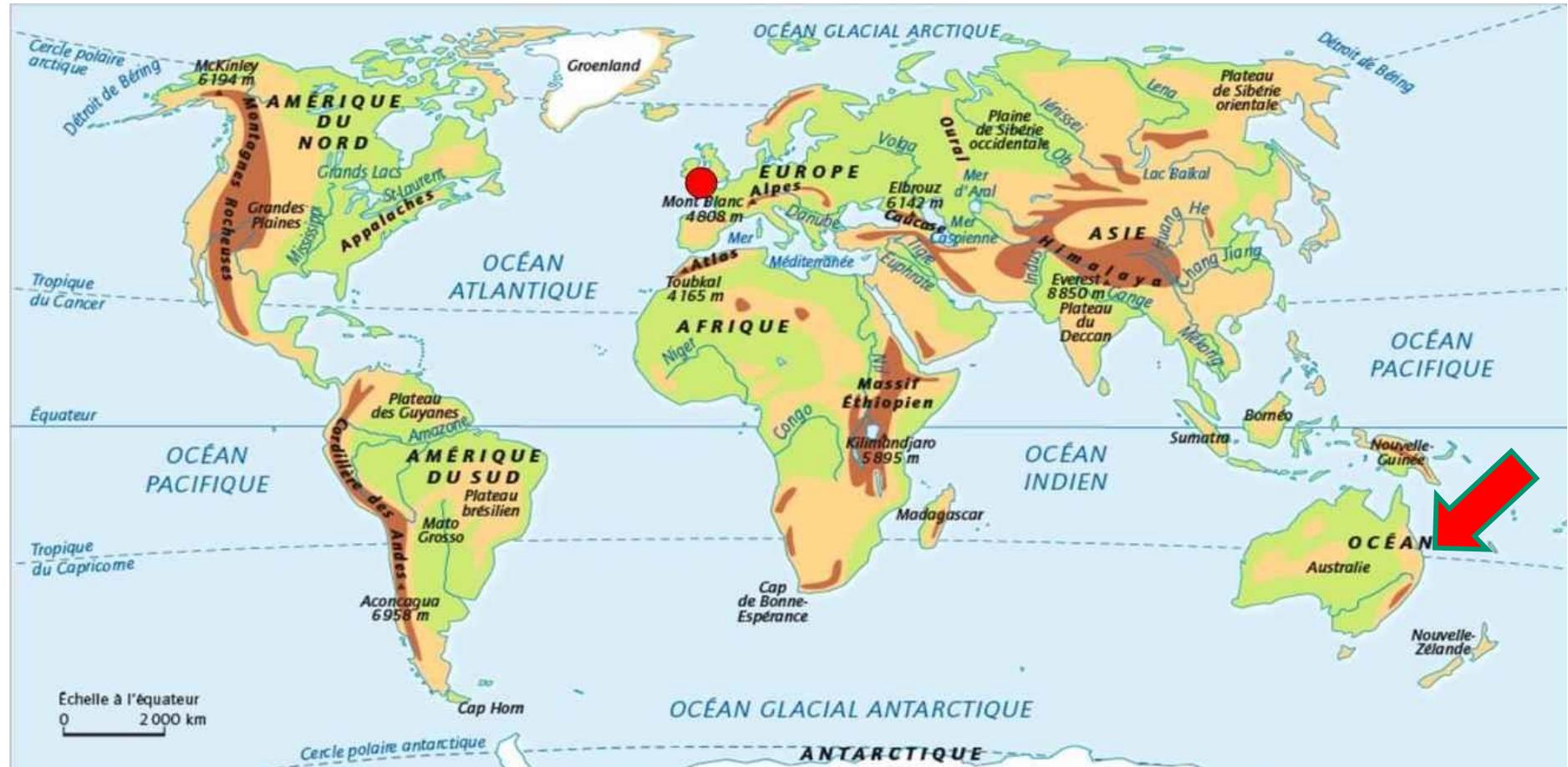
En Australie

Solstice d'Hiver



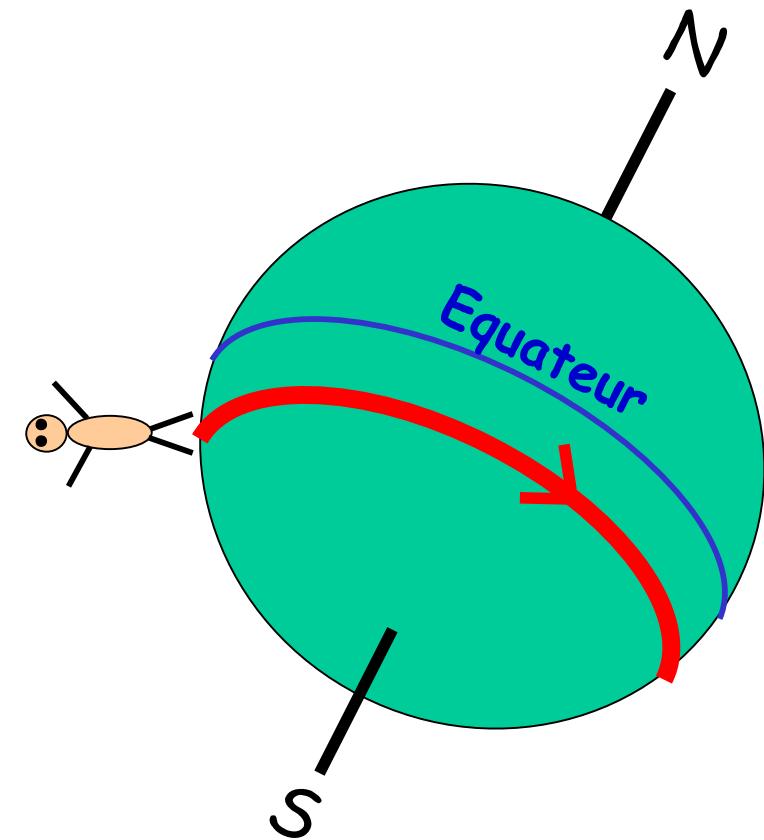
A Rockhampton
sur le tropique du Capricorne

Solstice d'Hiver



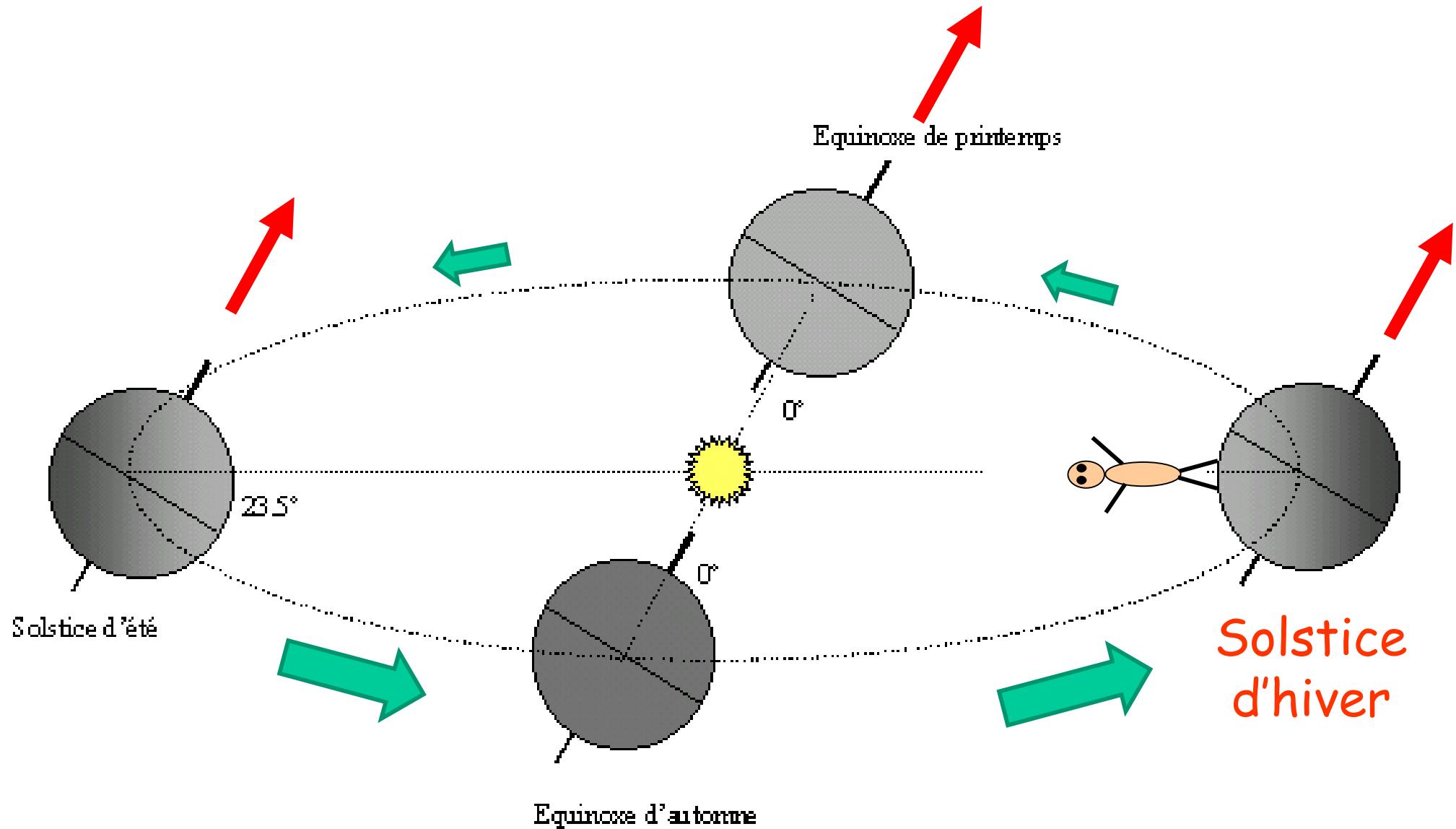
En Australie
sur le tropique du Capricorne

Solstice d'Hiver



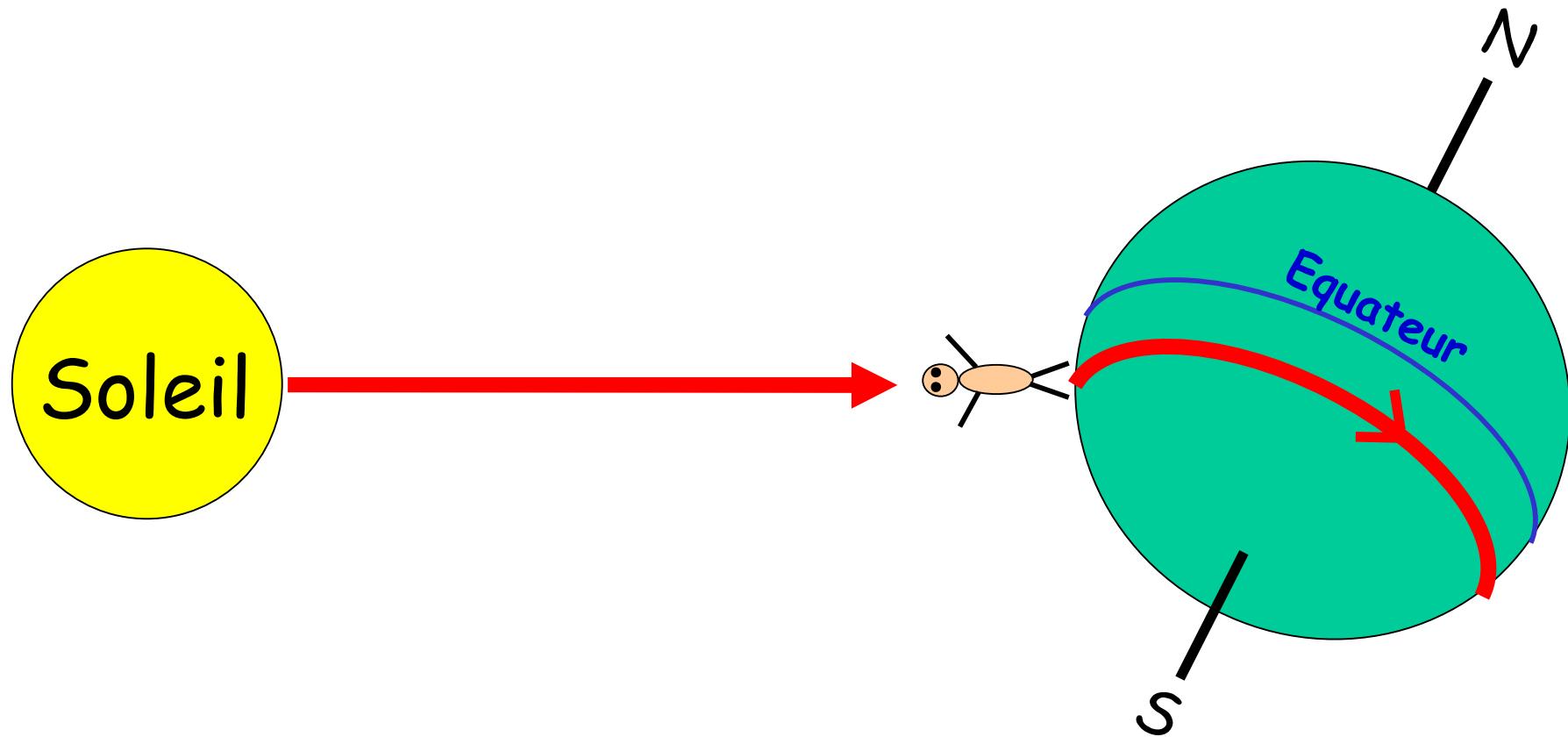
Un observateur dans l'hémisphère Sud
sur le tropique du Capricorne

Solstice d'hiver



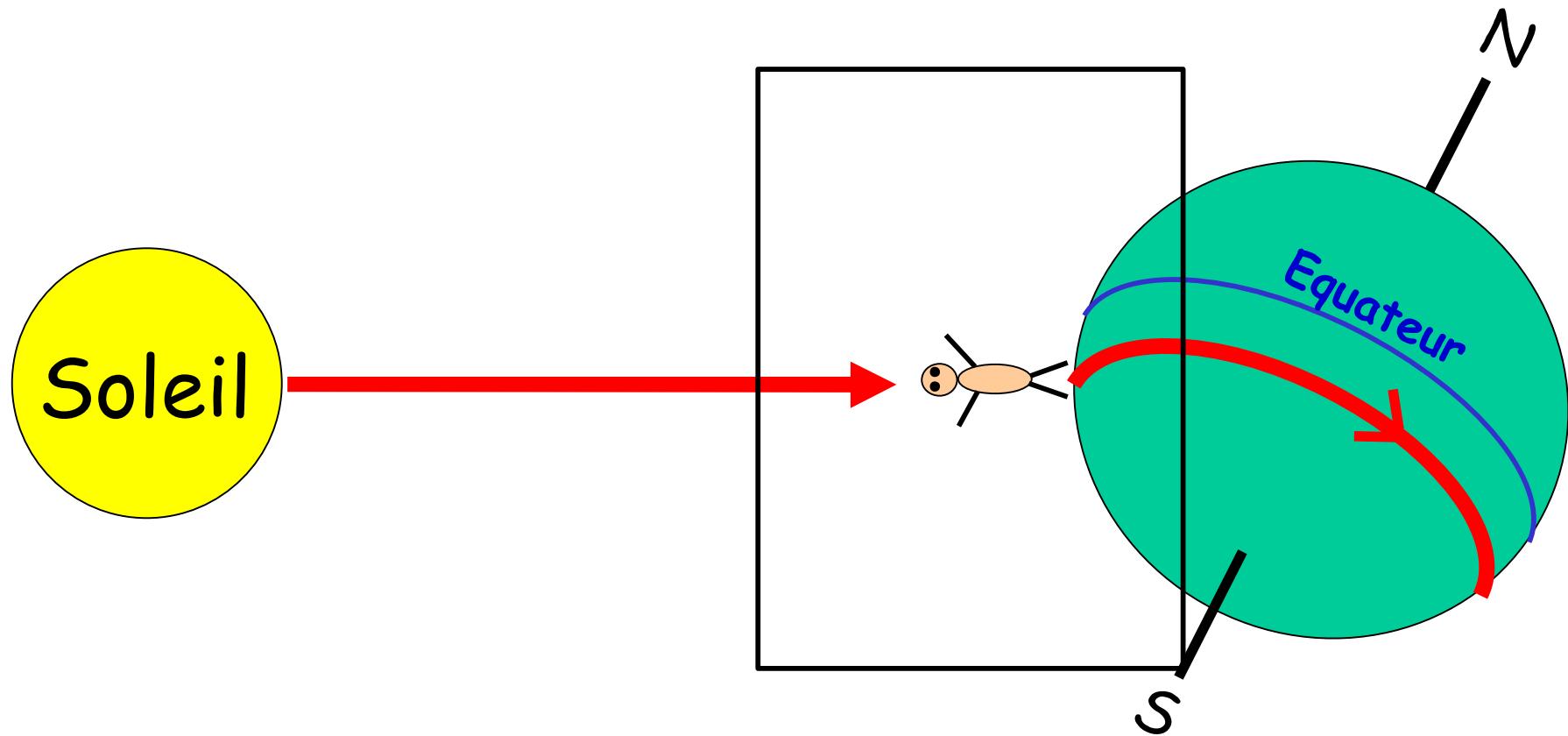
Un observateur sur le tropique du Capricorne

Solstice d'Hiver



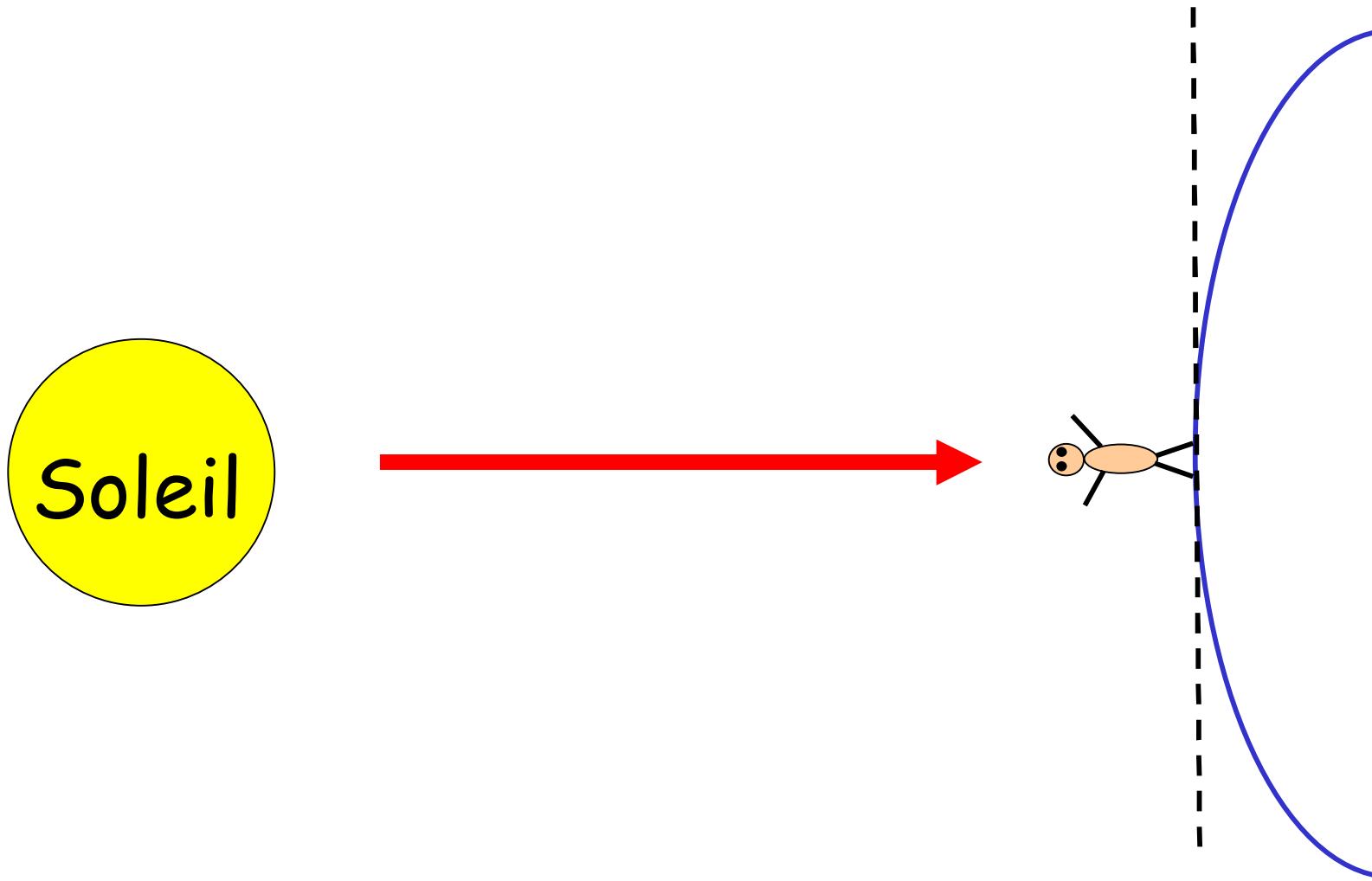
Un observateur sur
le tropique du Capricorne

Solstice d'Hiver



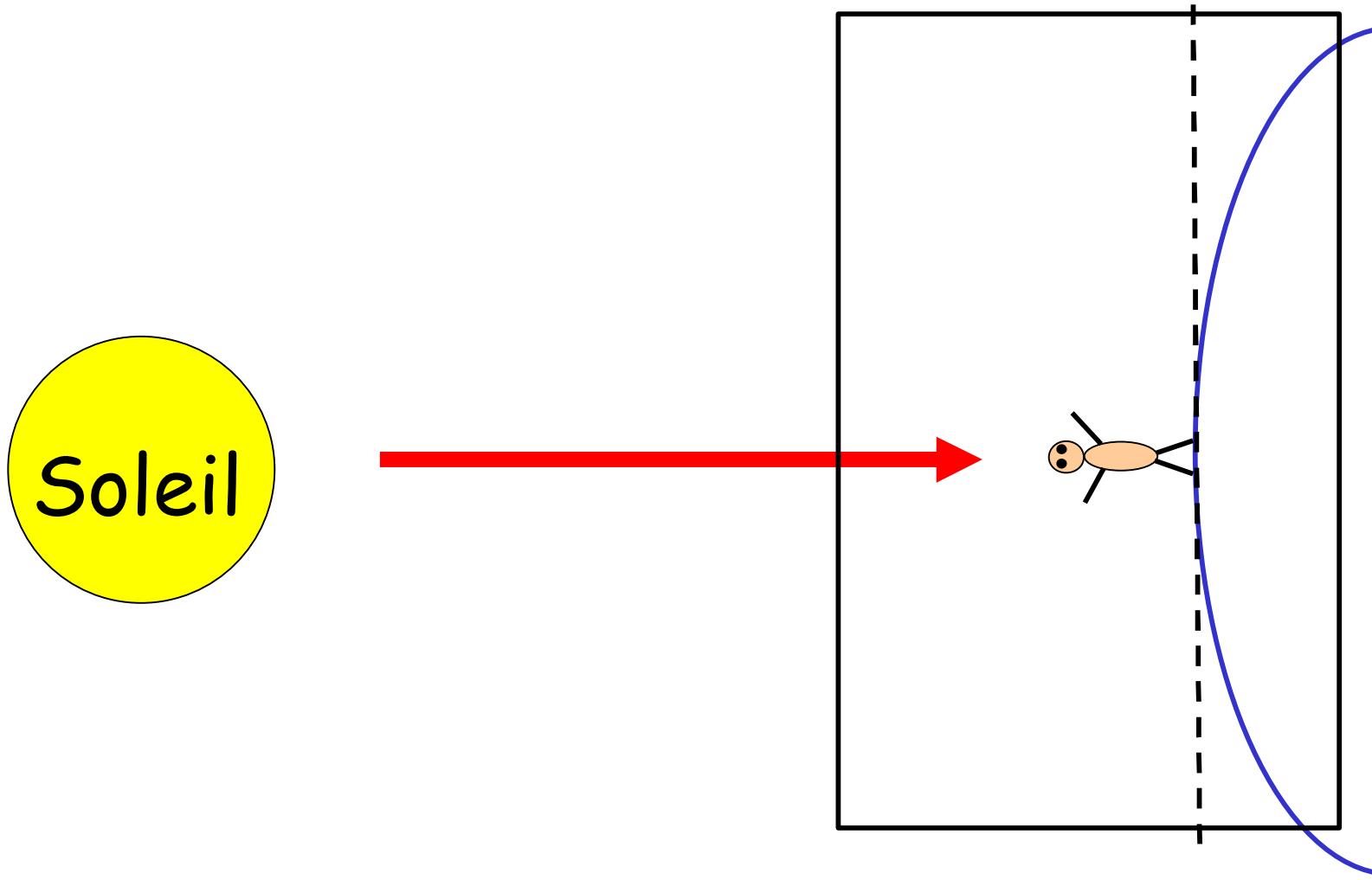
Zoom

Solstice d'Hiver



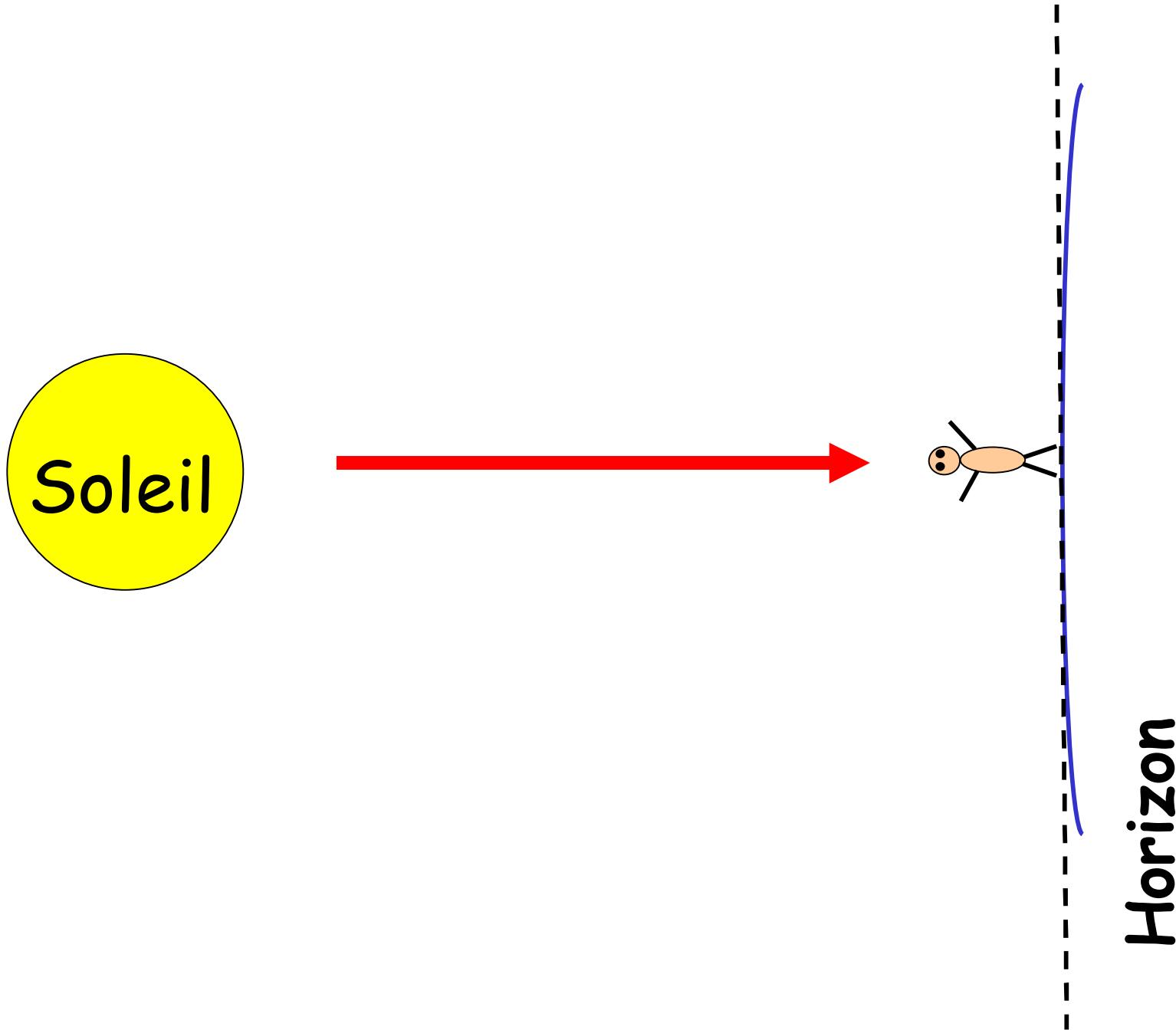
Un observateur sur
le tropique du Capricorne

Solstice d'Hiver

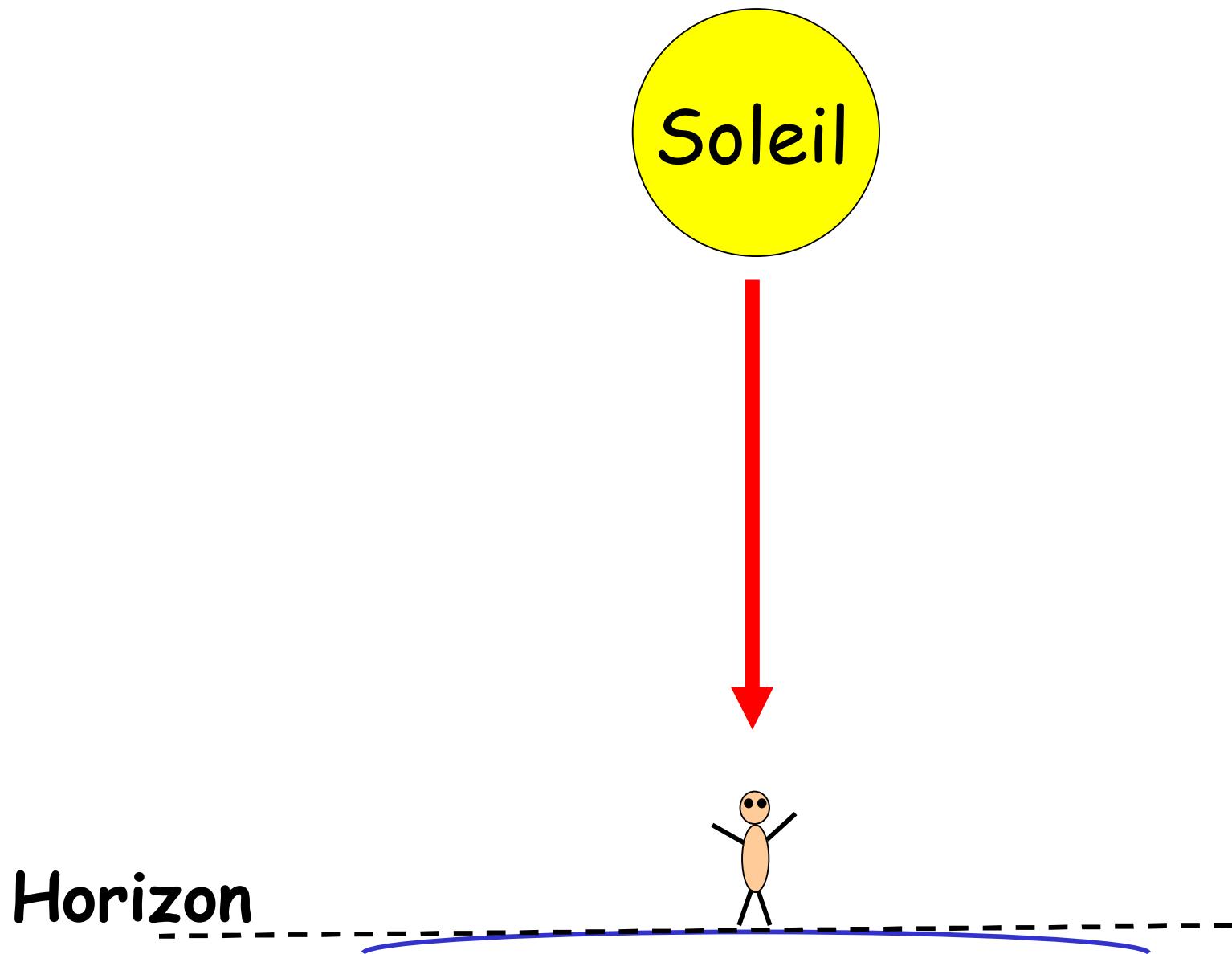


Re - zoom

Solstice d'Hiver

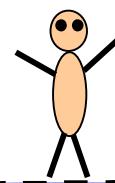
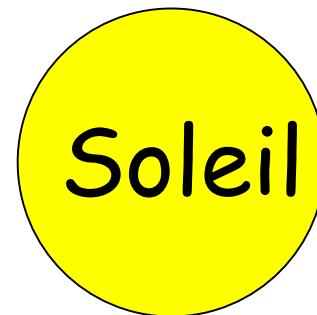


Solstice d'Hiver



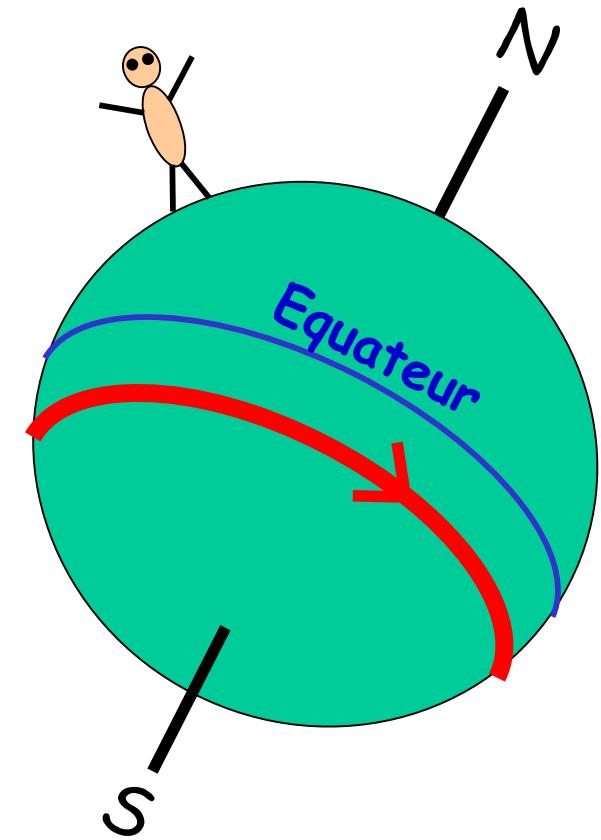
Solstice d'Hiver

Sur le tropique du
capricorne,
à notre solstice d'hiver,
à midi,
le soleil est à la verticale



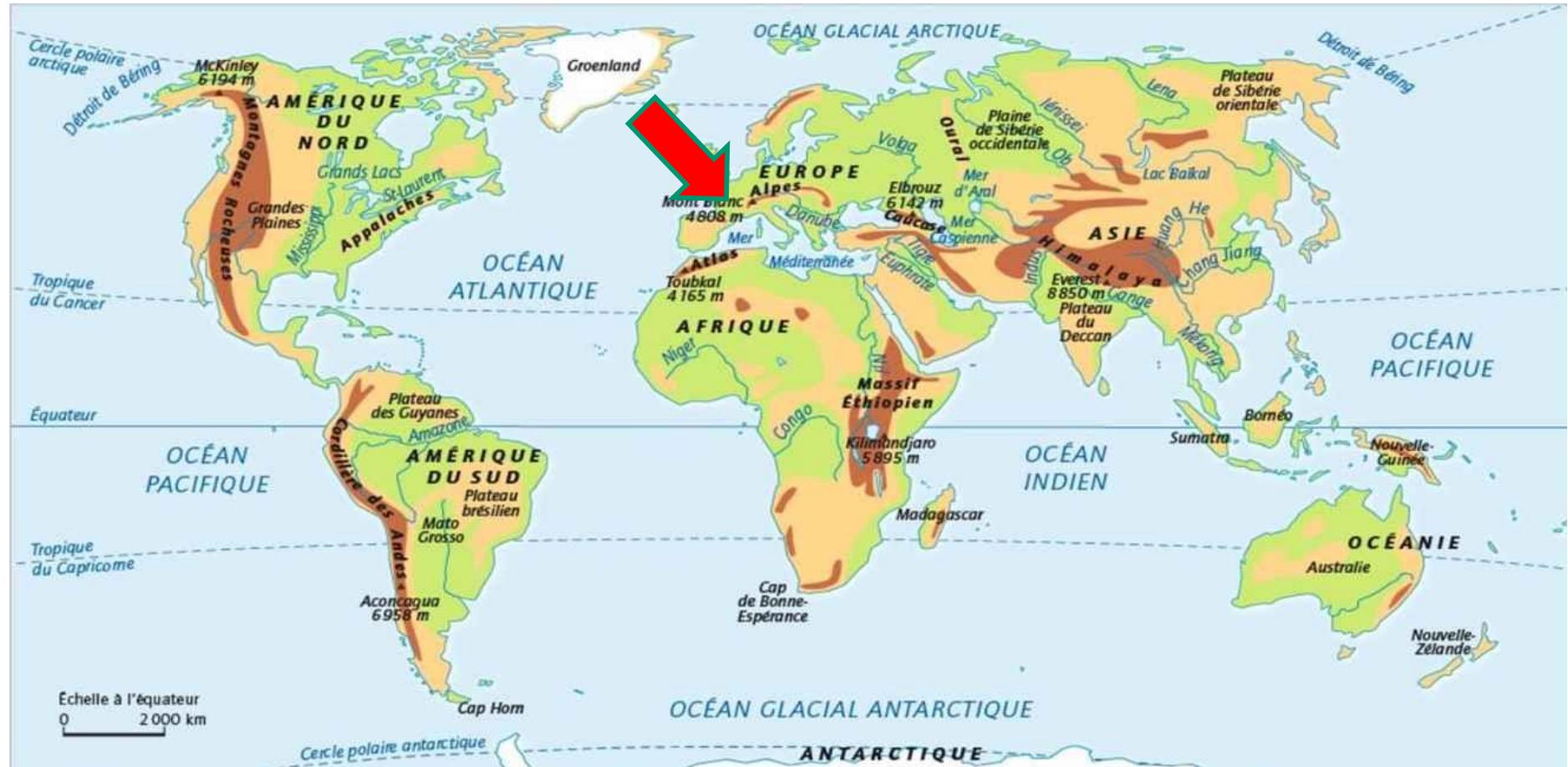
Horizon

Solstice d'Hiver



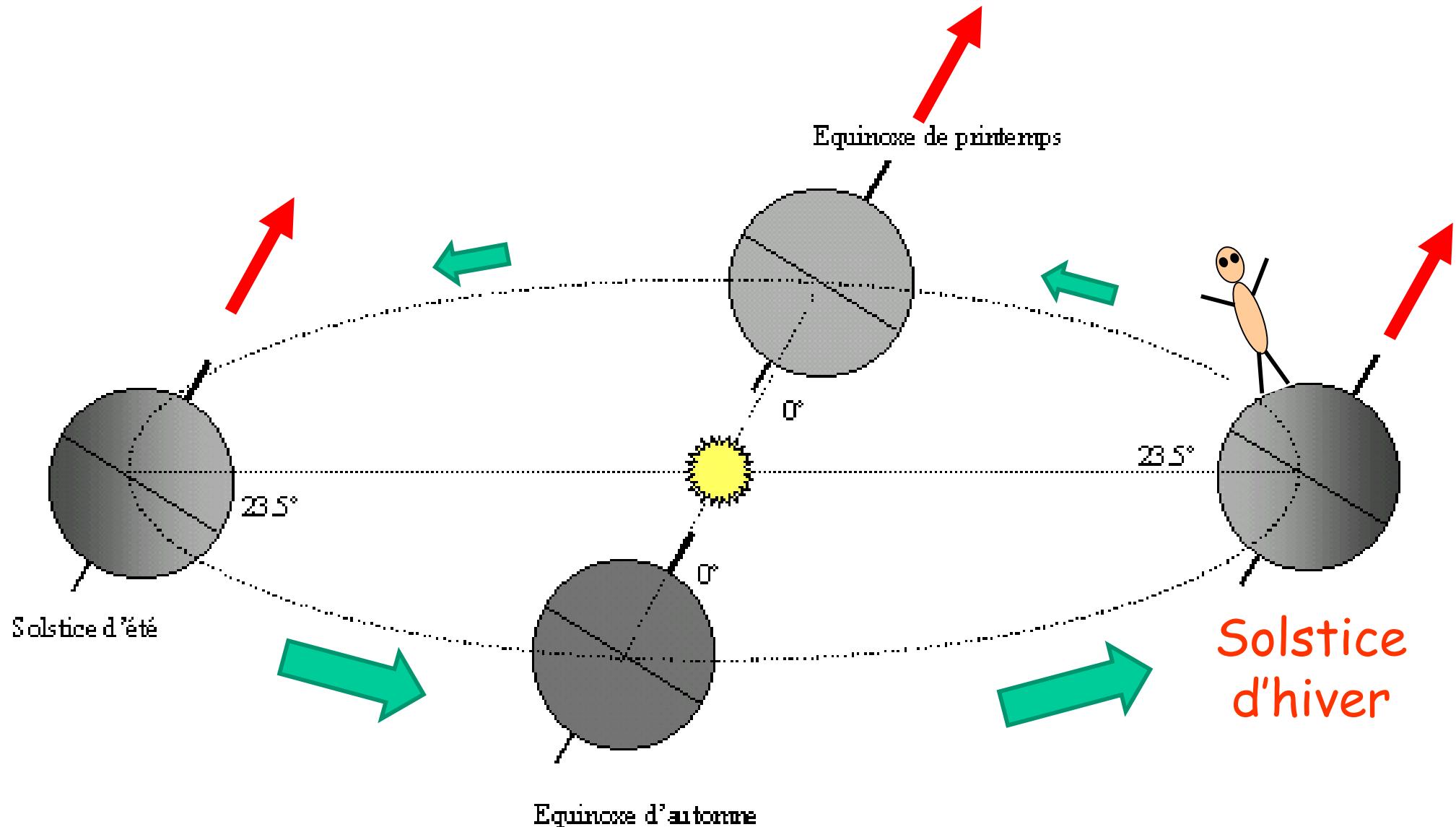
Un observateur à nos latitudes

Solstice d'Hiver



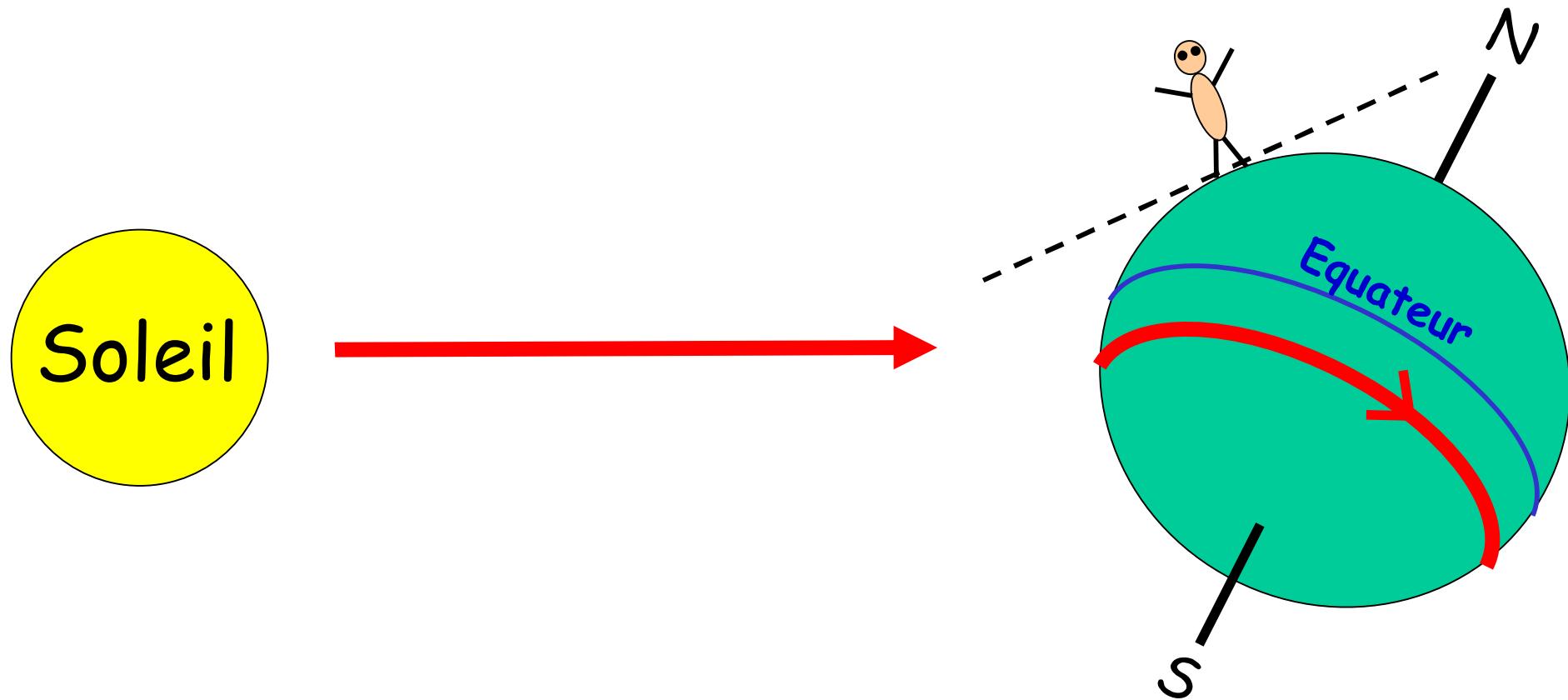
En France

Solstice d'hiver



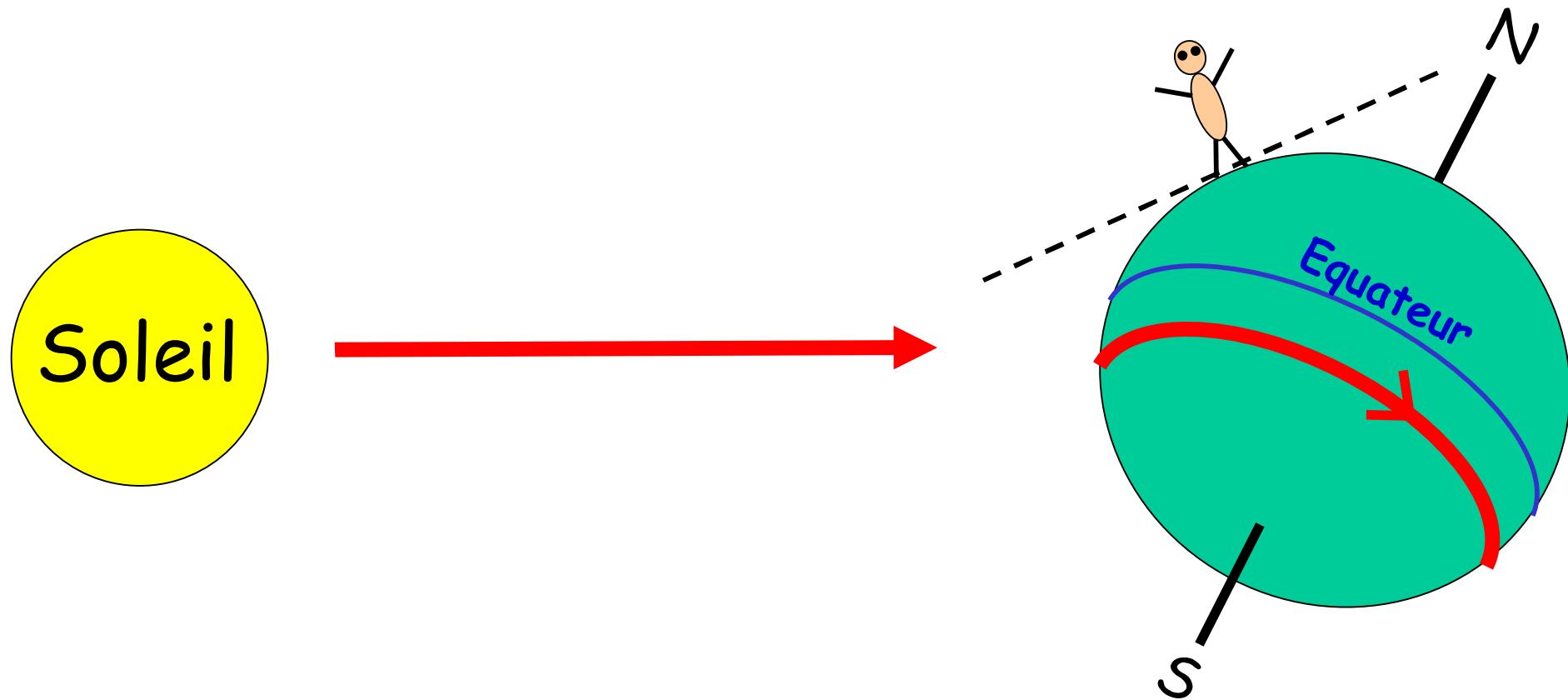
Un observateur sur le tropique du Capricorne

Solstice d'Hiver



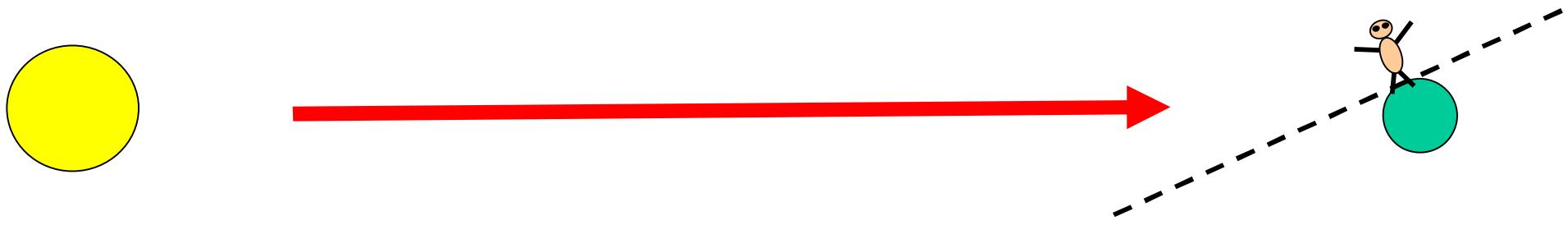
Un observateur à nos latitudes

Solstice d'Hiver

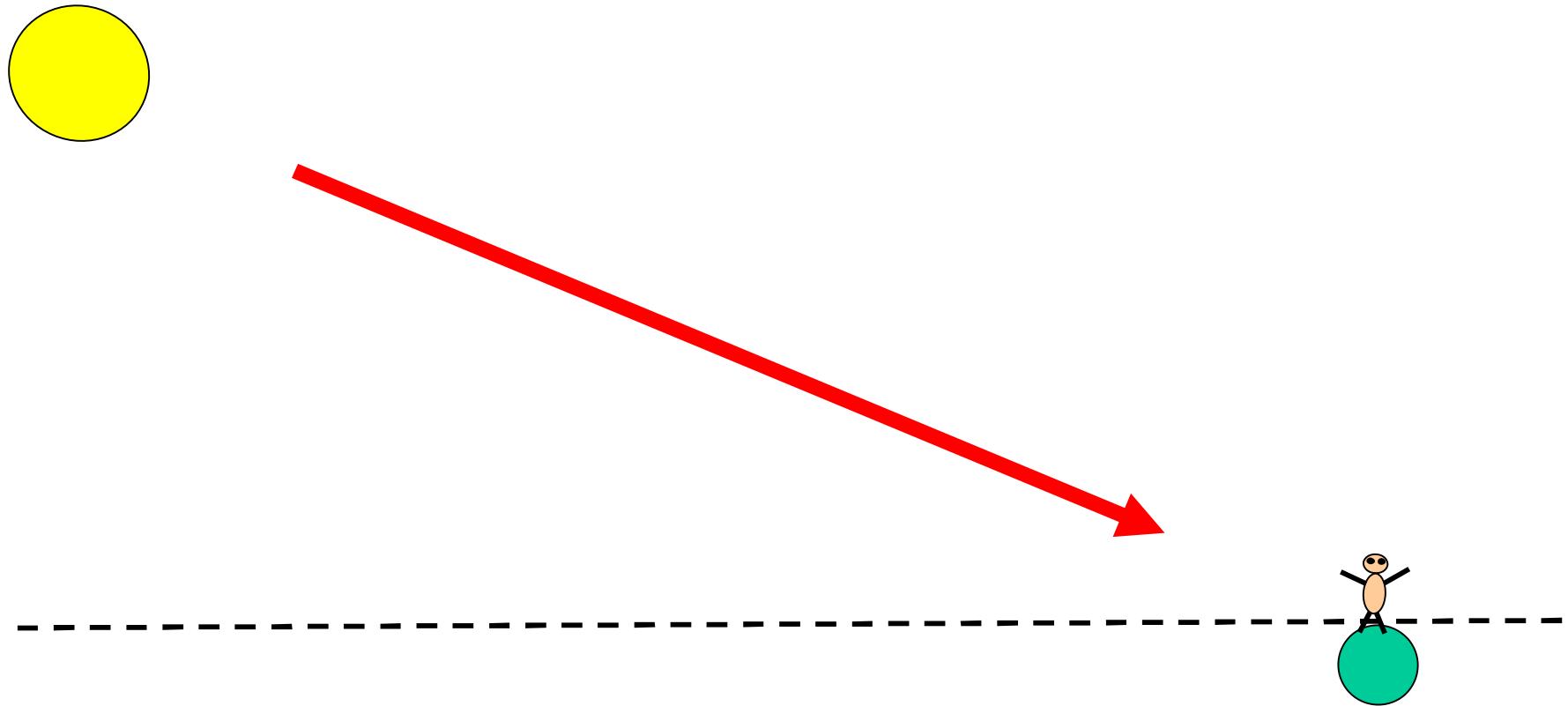


Zoom arrière

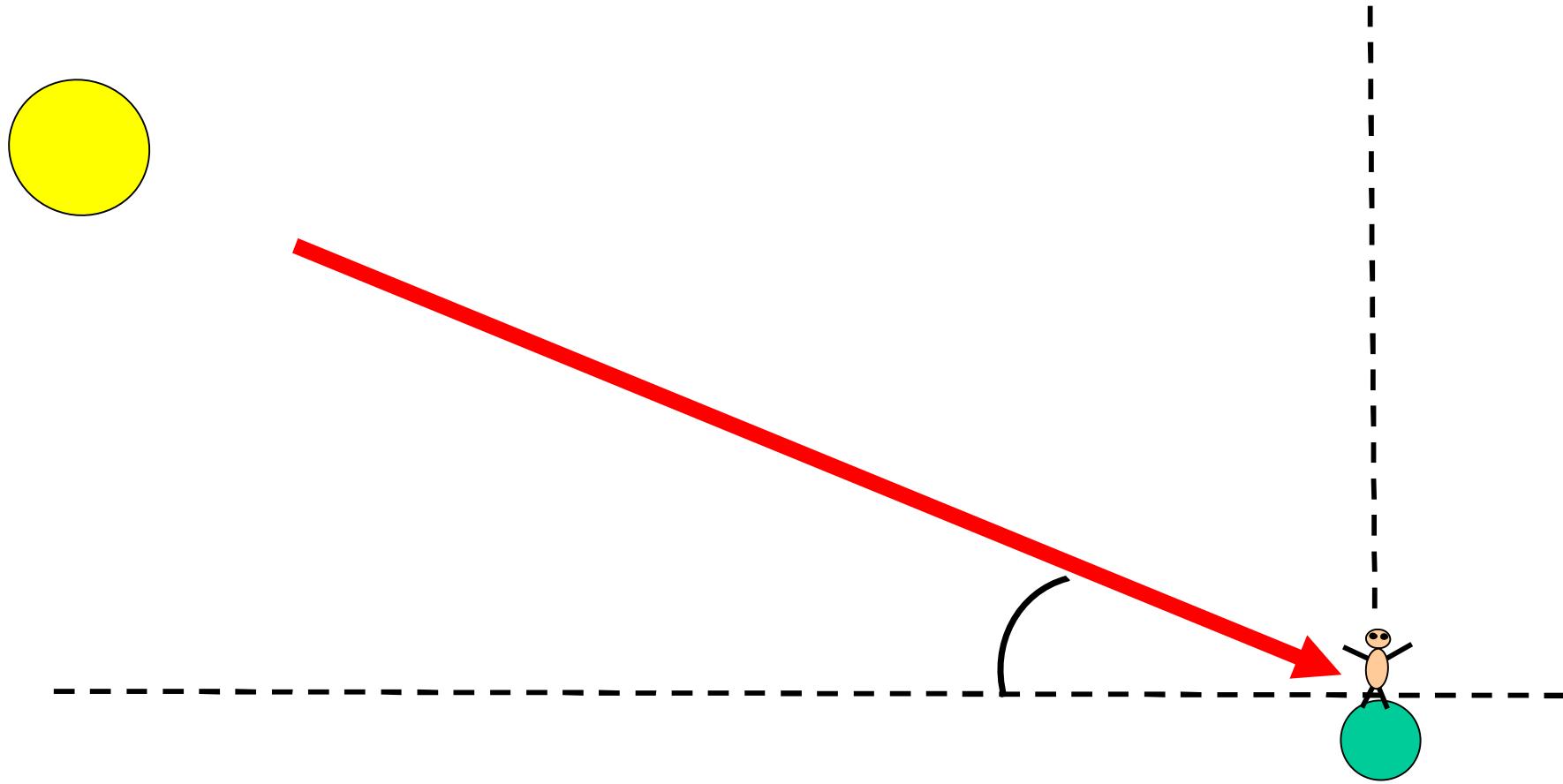
Solstice d'Hiver



Solstice d'Hiver

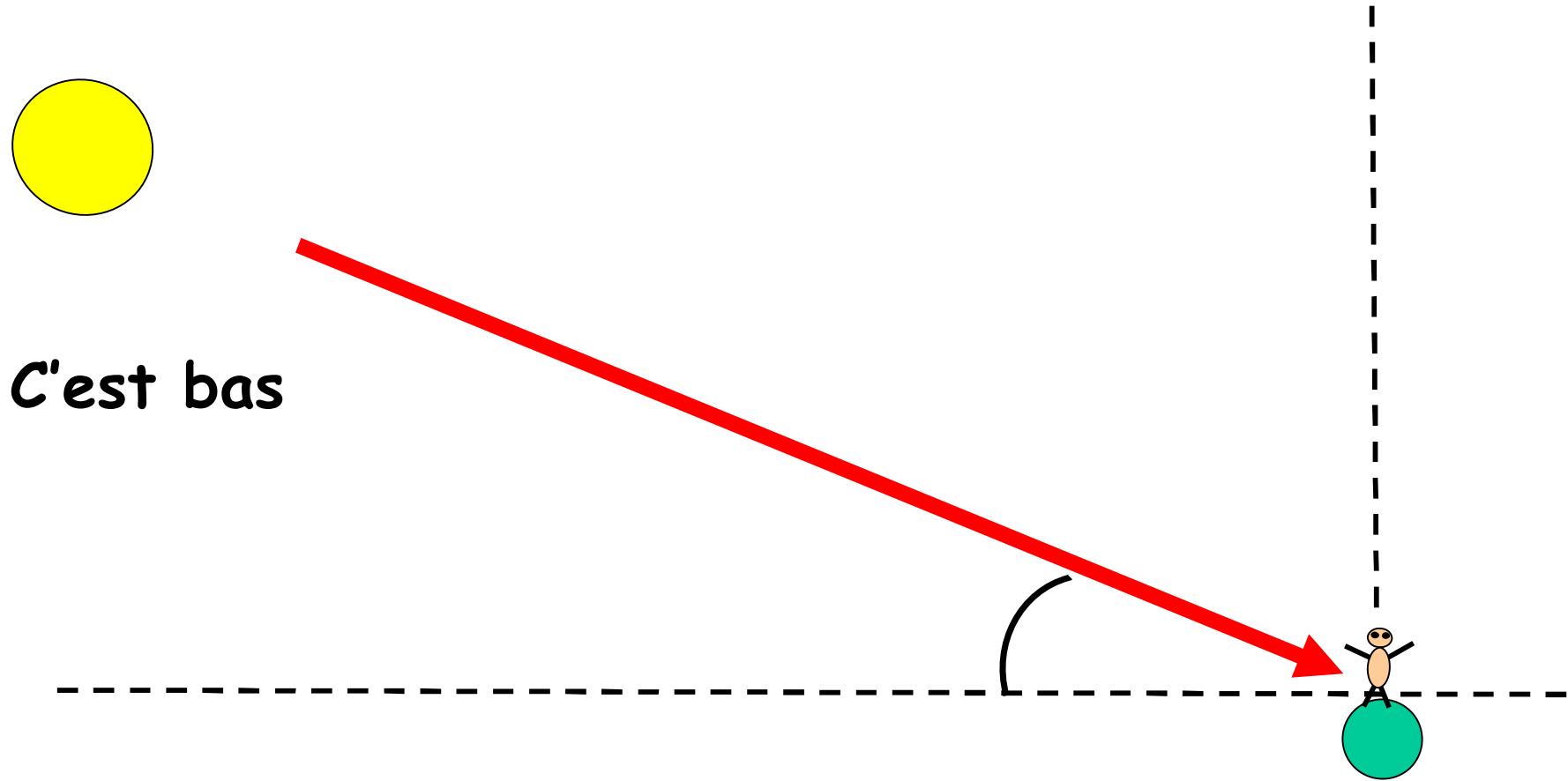


Solstice d'Hiver



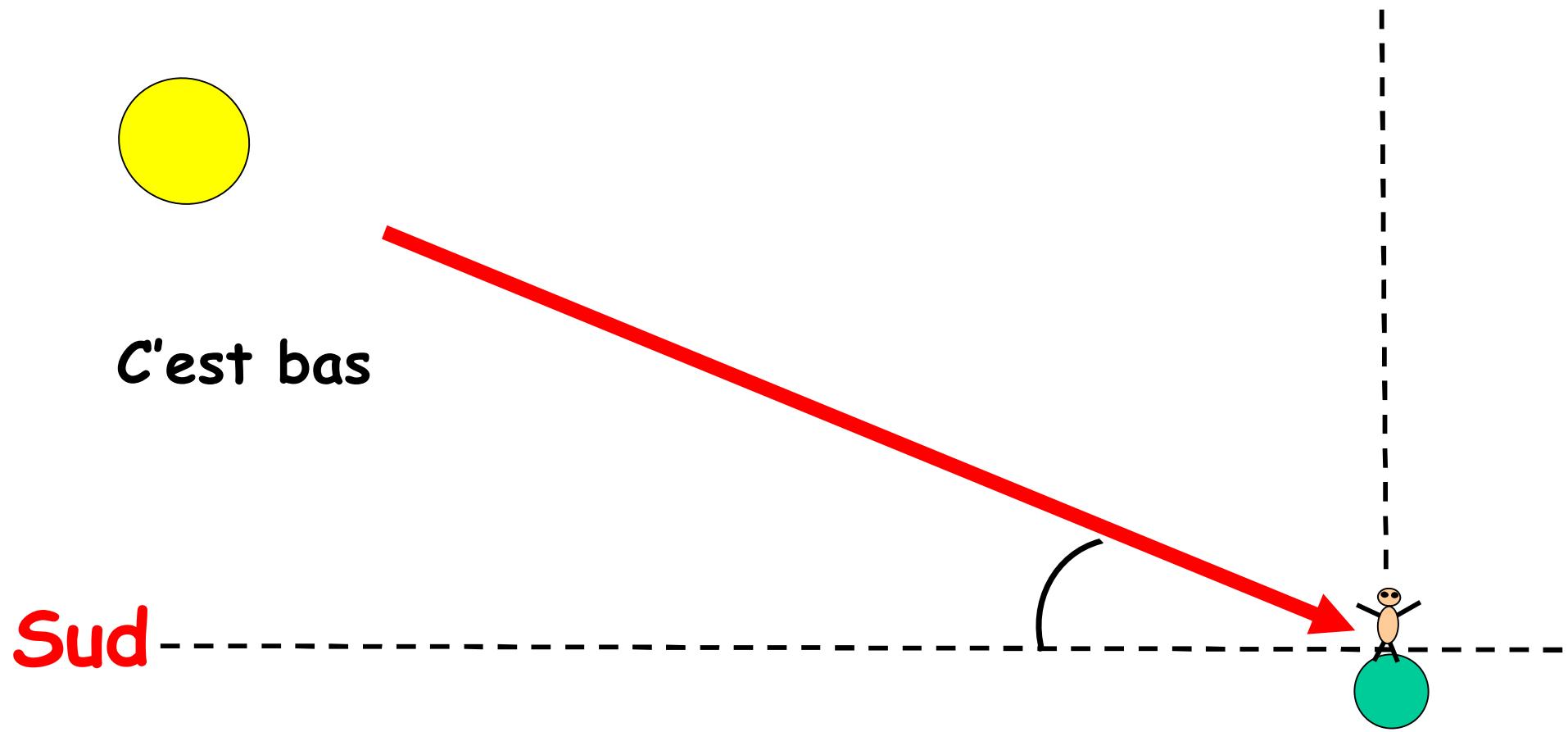
Le soleil n'est pas à la verticale
Il est bas, un peu au dessus de l'horizon

Solstice d'Hiver



Le soleil n'est pas à la verticale
Il est bas, un peu au dessus de l'horizon

Solstice d'Hiver

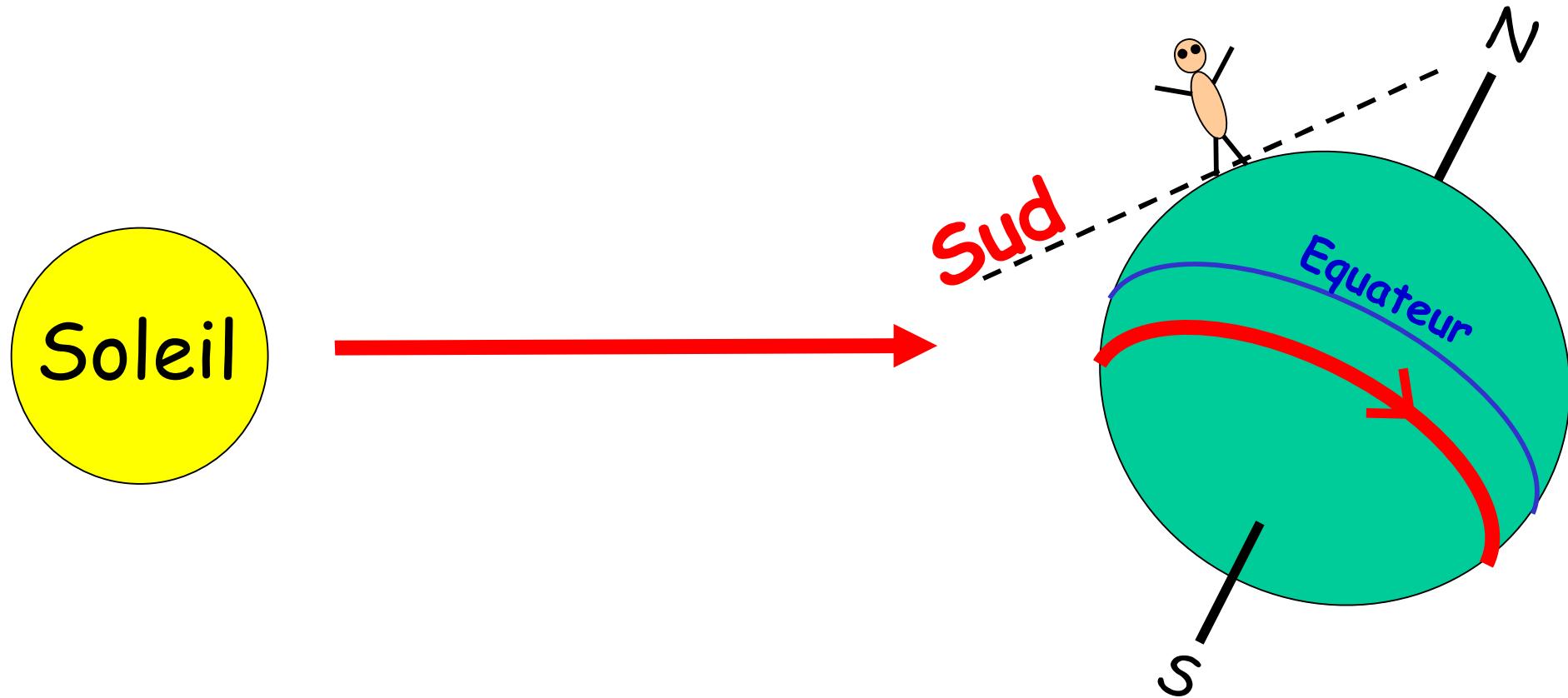


C'est bas

Sud

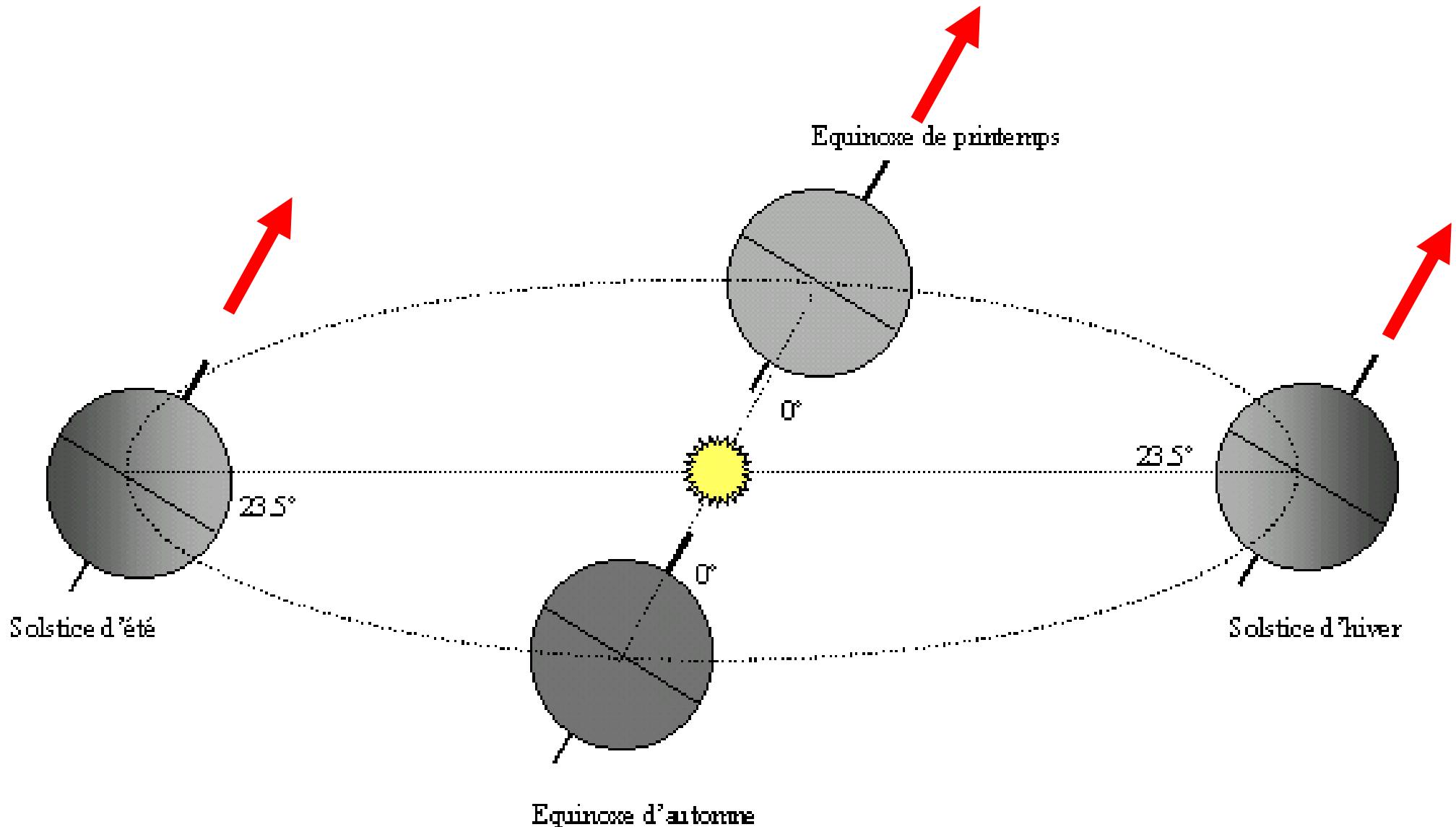
Le soleil n'est pas à la verticale
Il est bas, un peu au dessus de l'horizon

Solstice d'Hiver

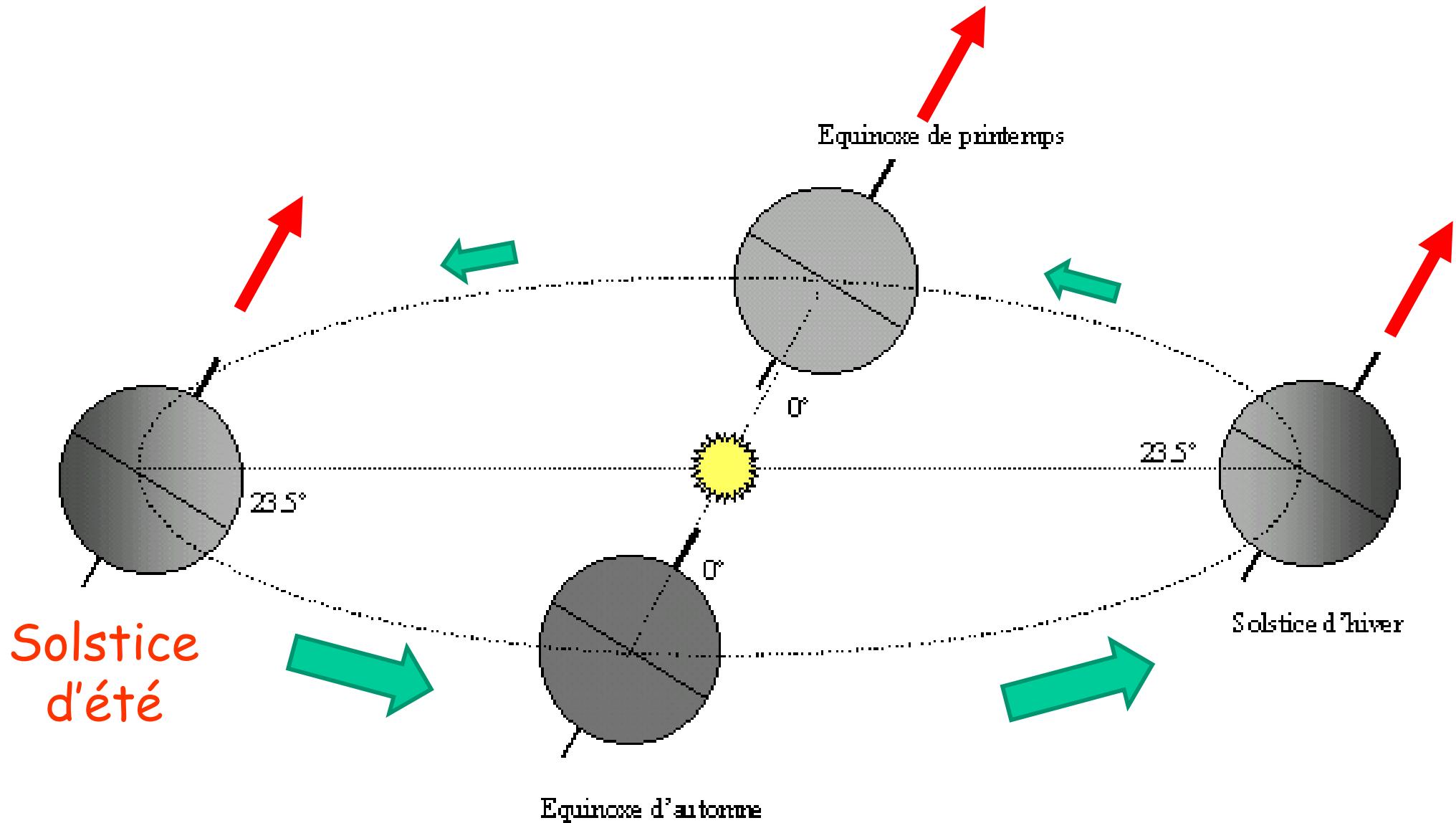


Soleil toujours au Sud à midi

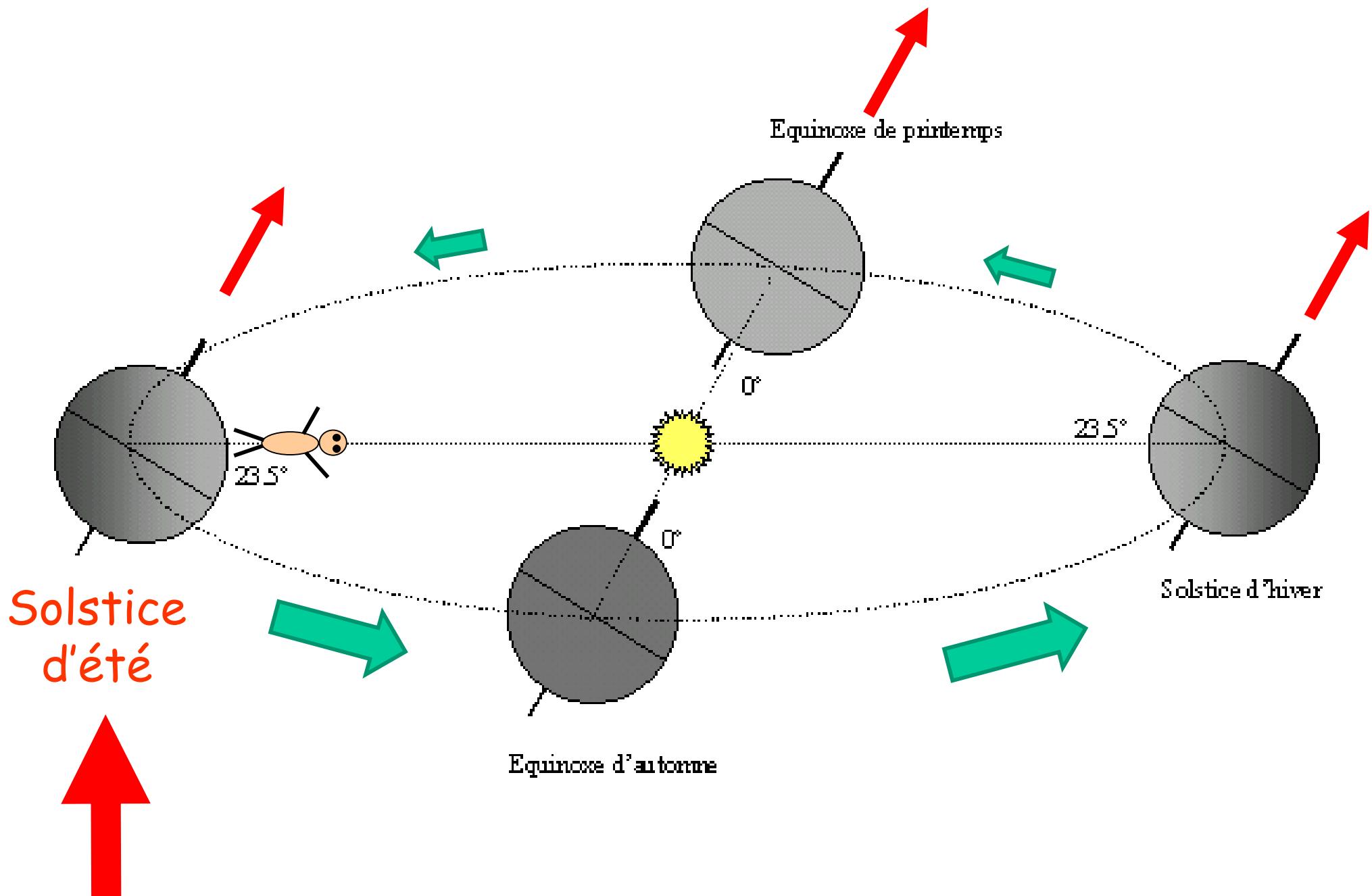
Solstice d'été



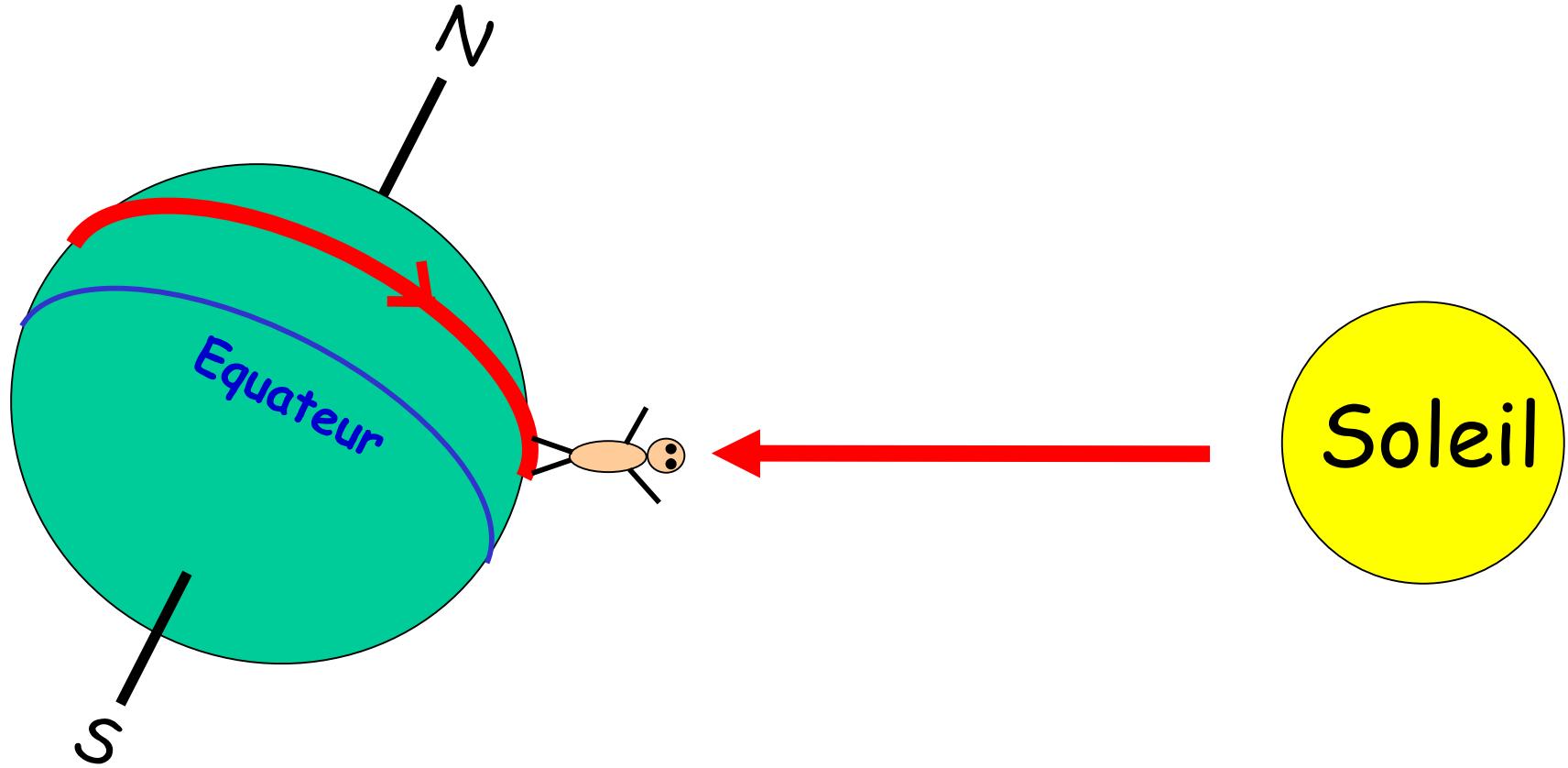
Solstice d'été



L'axe de la Terre reste fixe

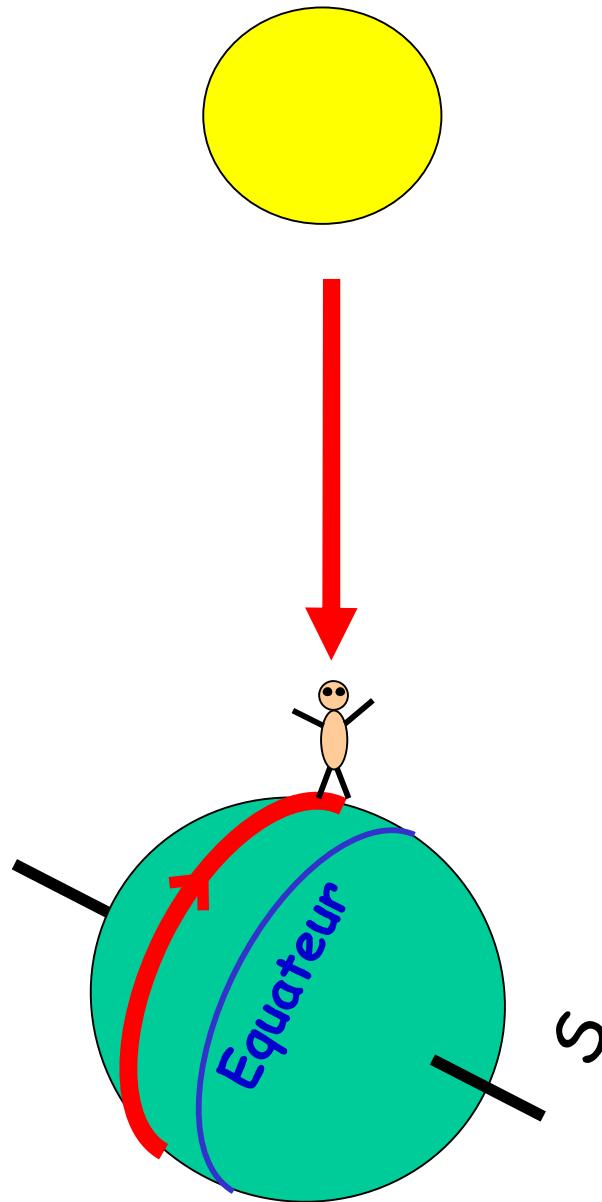


Solstice d'été

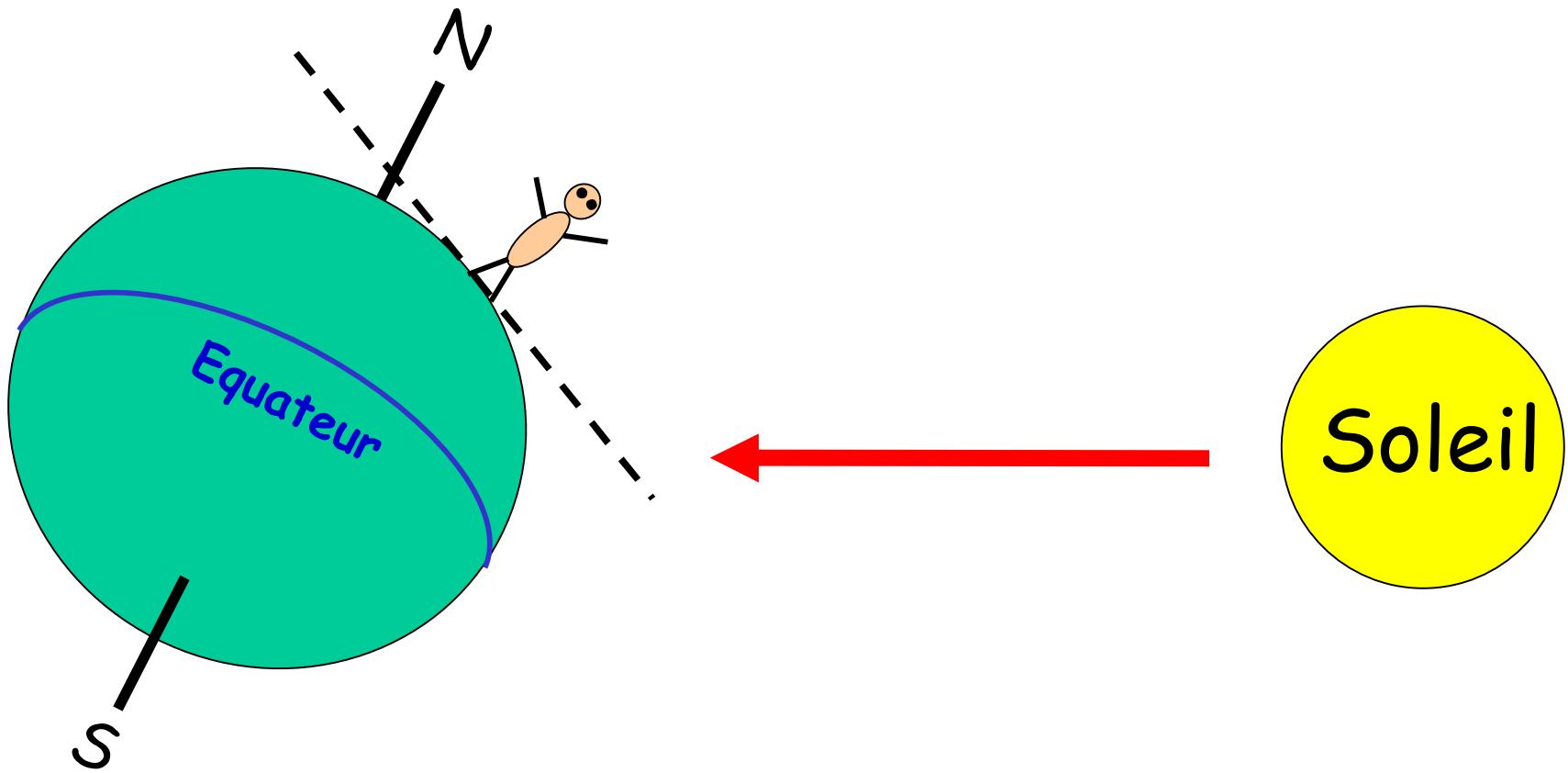


Le Soleil est à la verticale
des lieux du tropique du Cancer à midi

Solstice d'été

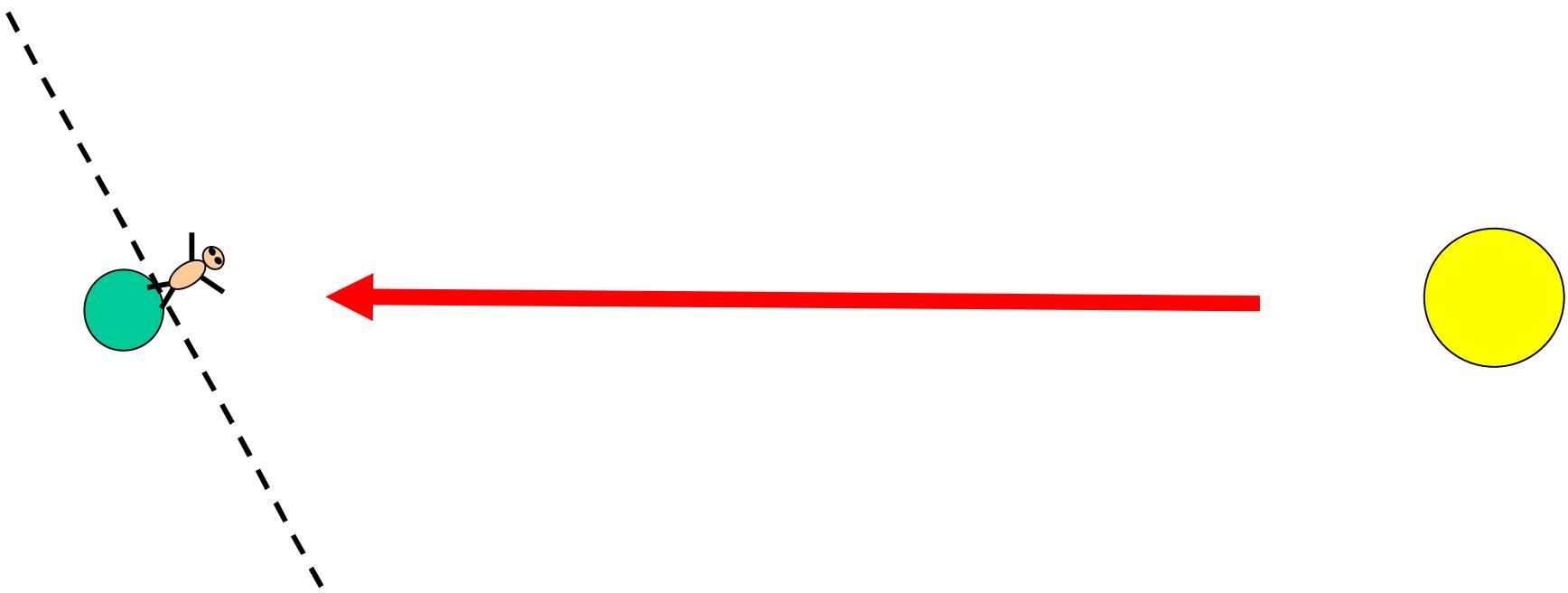


Solstice d'été



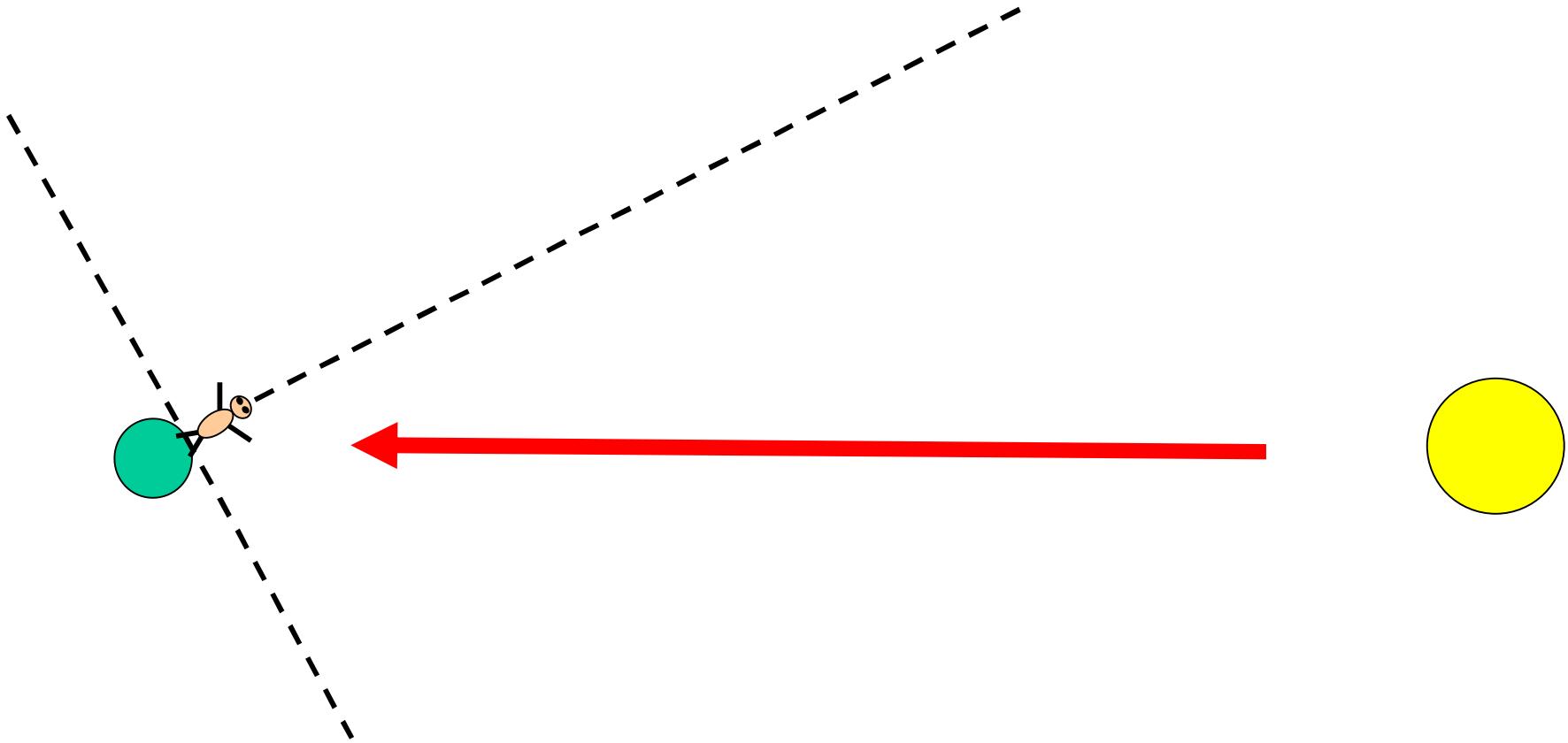
Pour nos latitudes

Solstice d'été



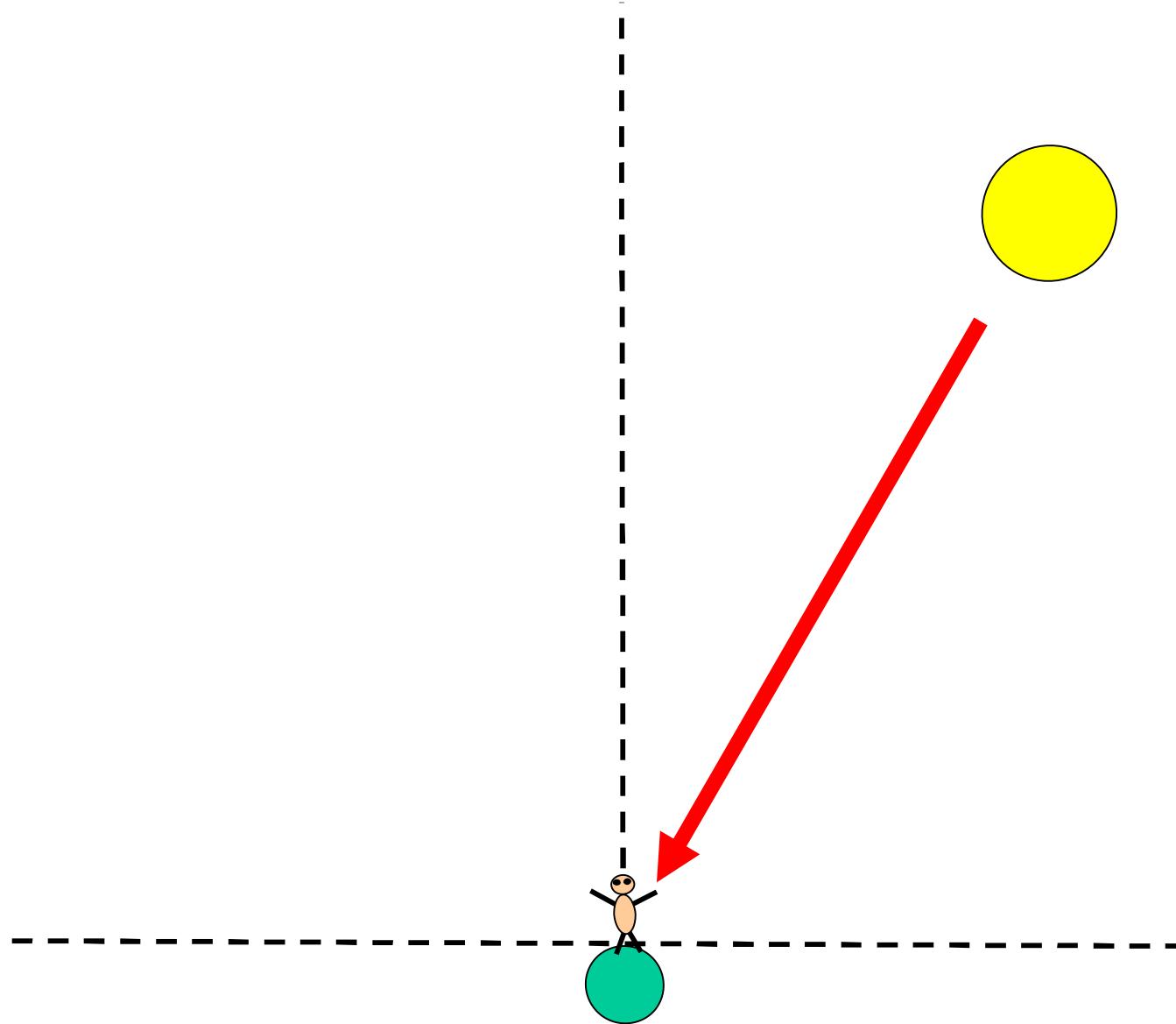
Pour nos latitudes

Solstice d'été



Pour nos latitudes, à midi

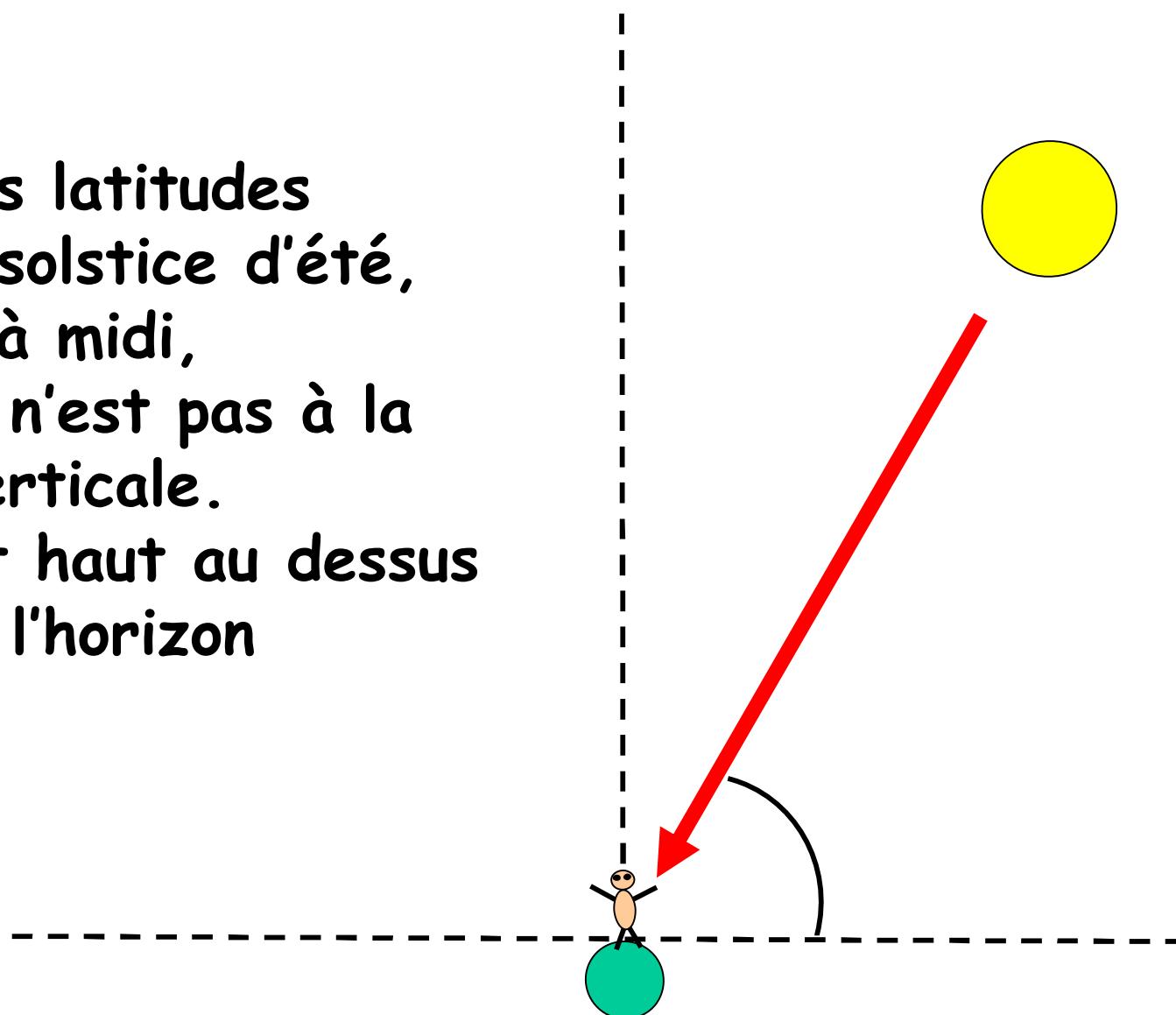
Solstice d'été



Solstice d'été

A nos latitudes
à notre solstice d'été,
à midi,
le soleil n'est pas à la
verticale.

Mais il est haut au dessus
de l'horizon

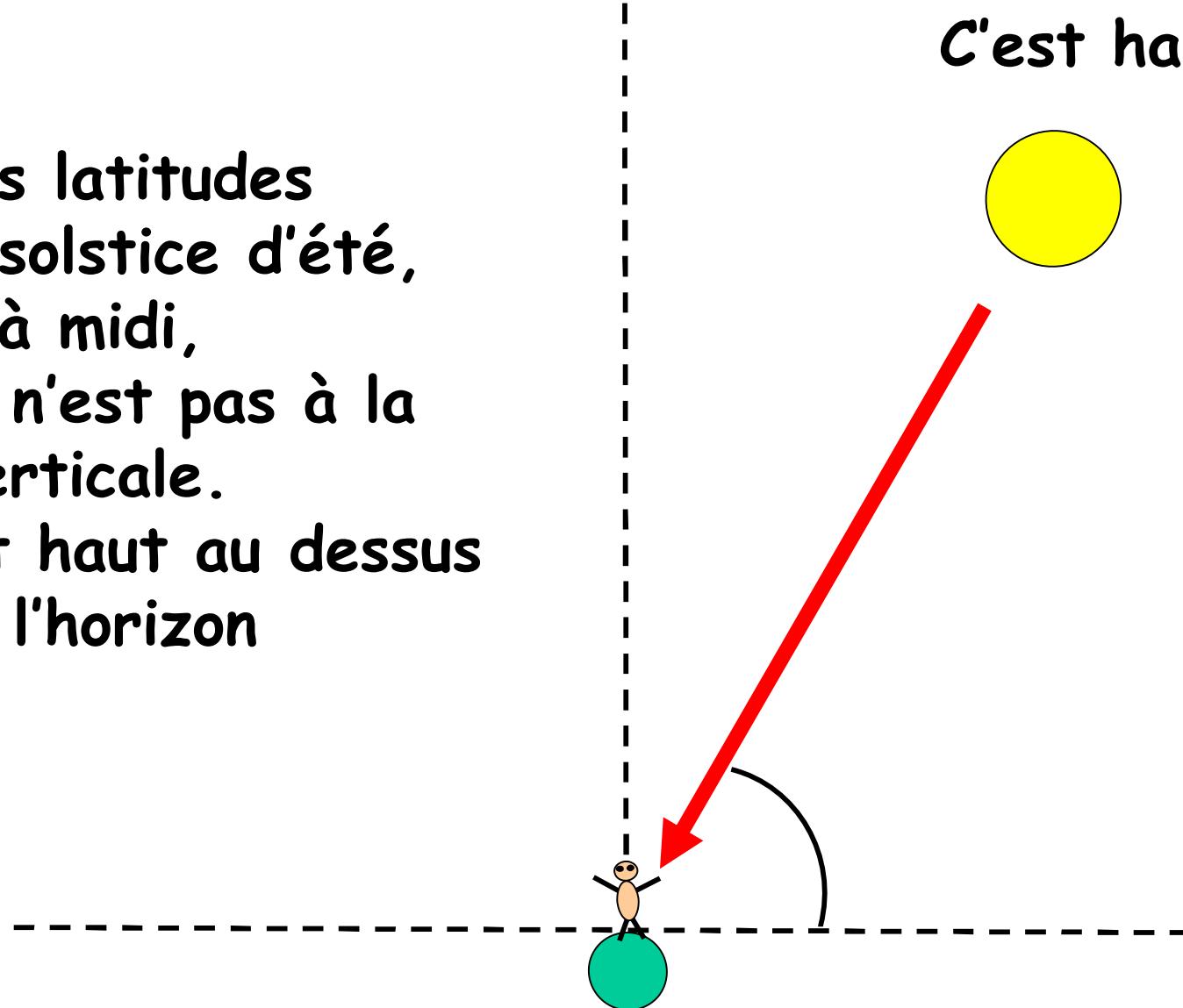


Solstice d'été

A nos latitudes
à notre solstice d'été,
à midi,
le soleil n'est pas à la
verticale.

Mais il est haut au dessus
de l'horizon

C'est haut

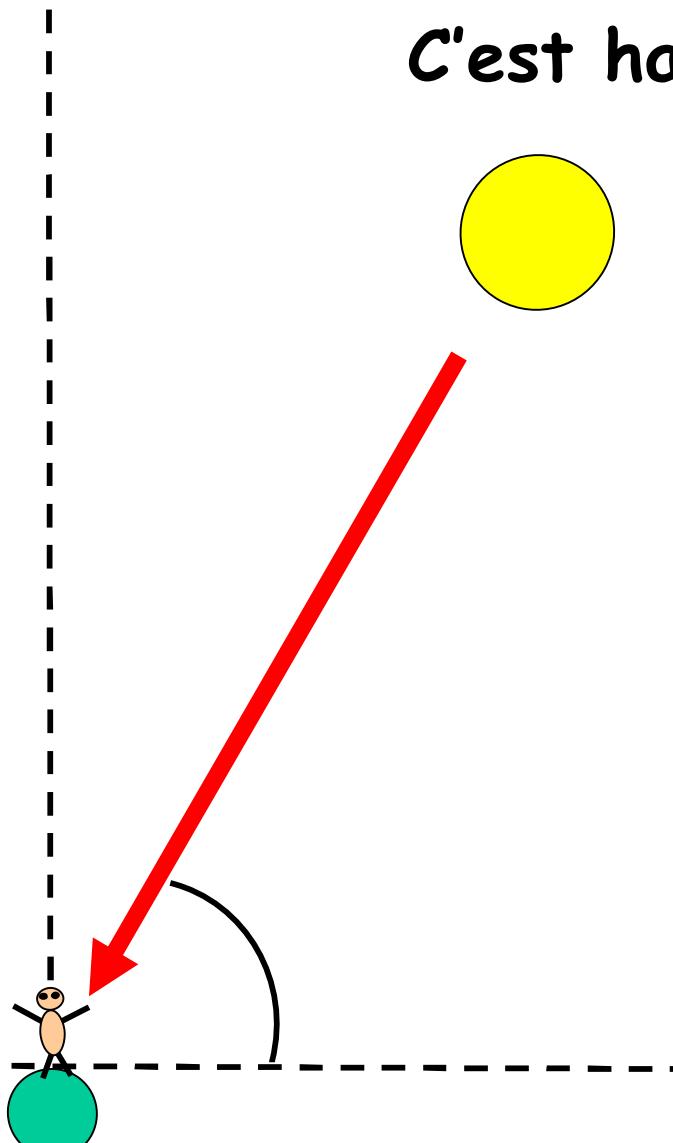
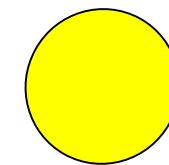


Solstice d'été

A nos latitudes
à notre solstice d'été,
à midi,
le soleil n'est pas à la
verticale.

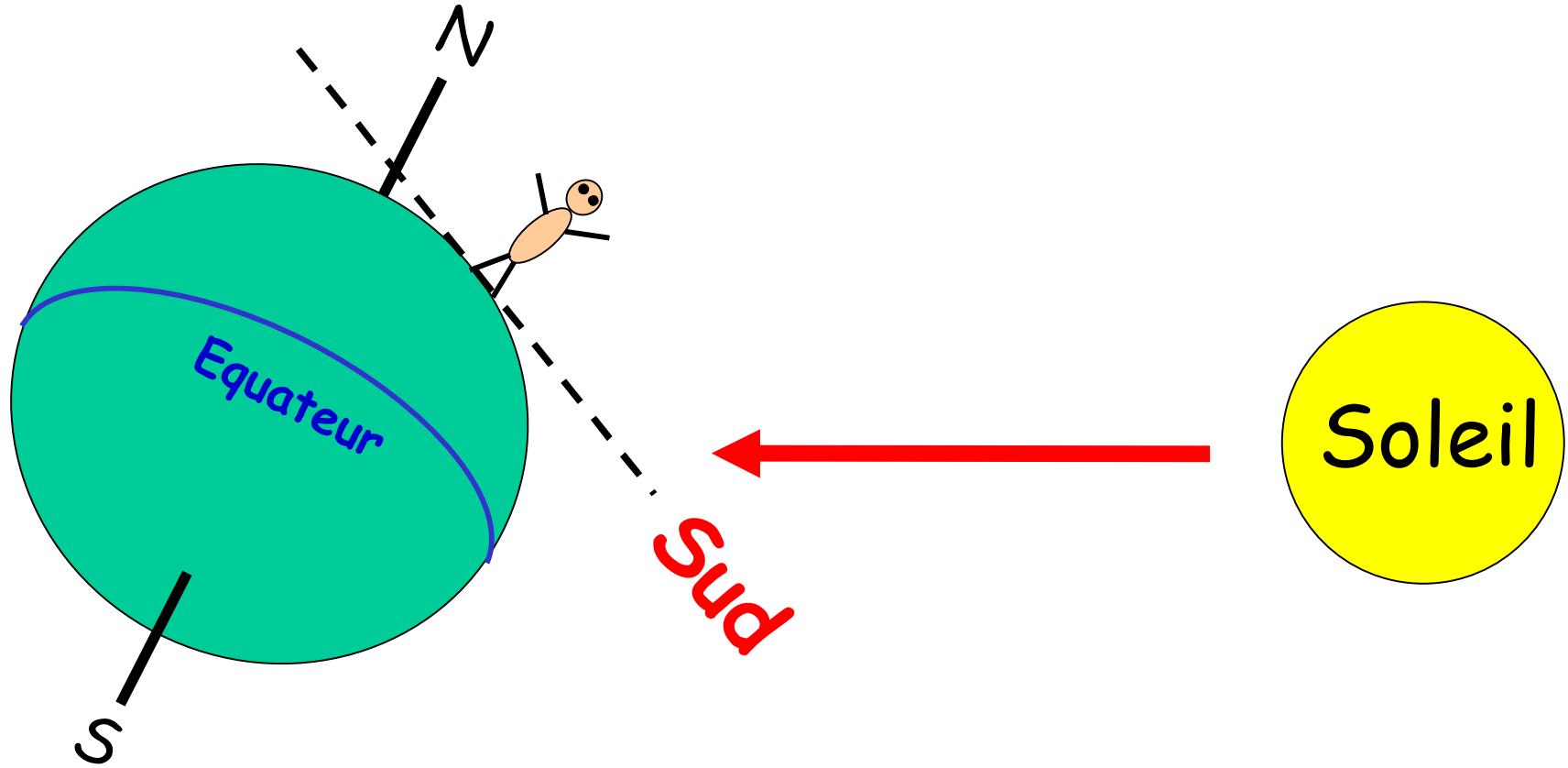
Mais il est haut au dessus
de l'horizon

C'est haut



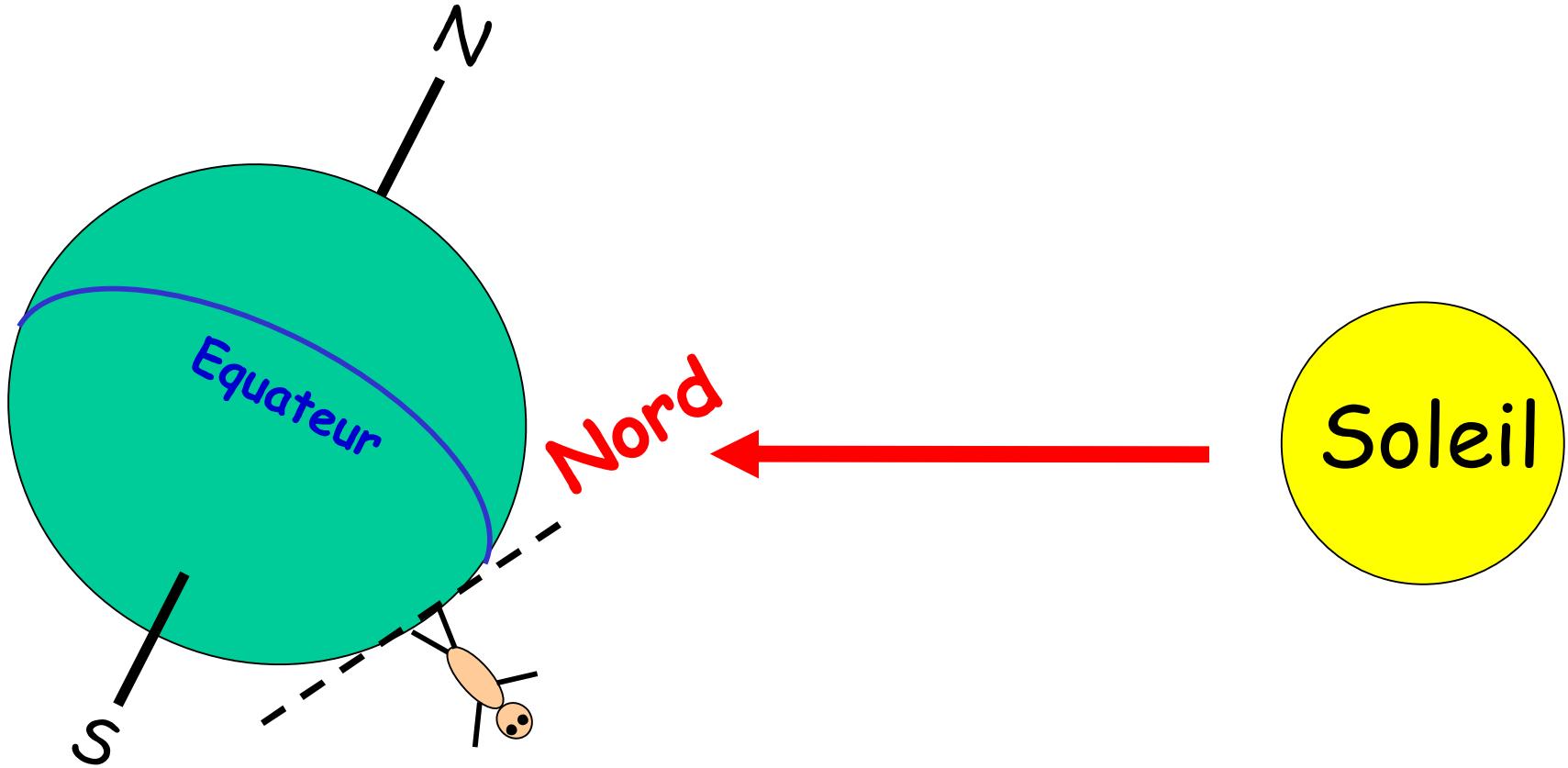
Sud

Solstice d'été



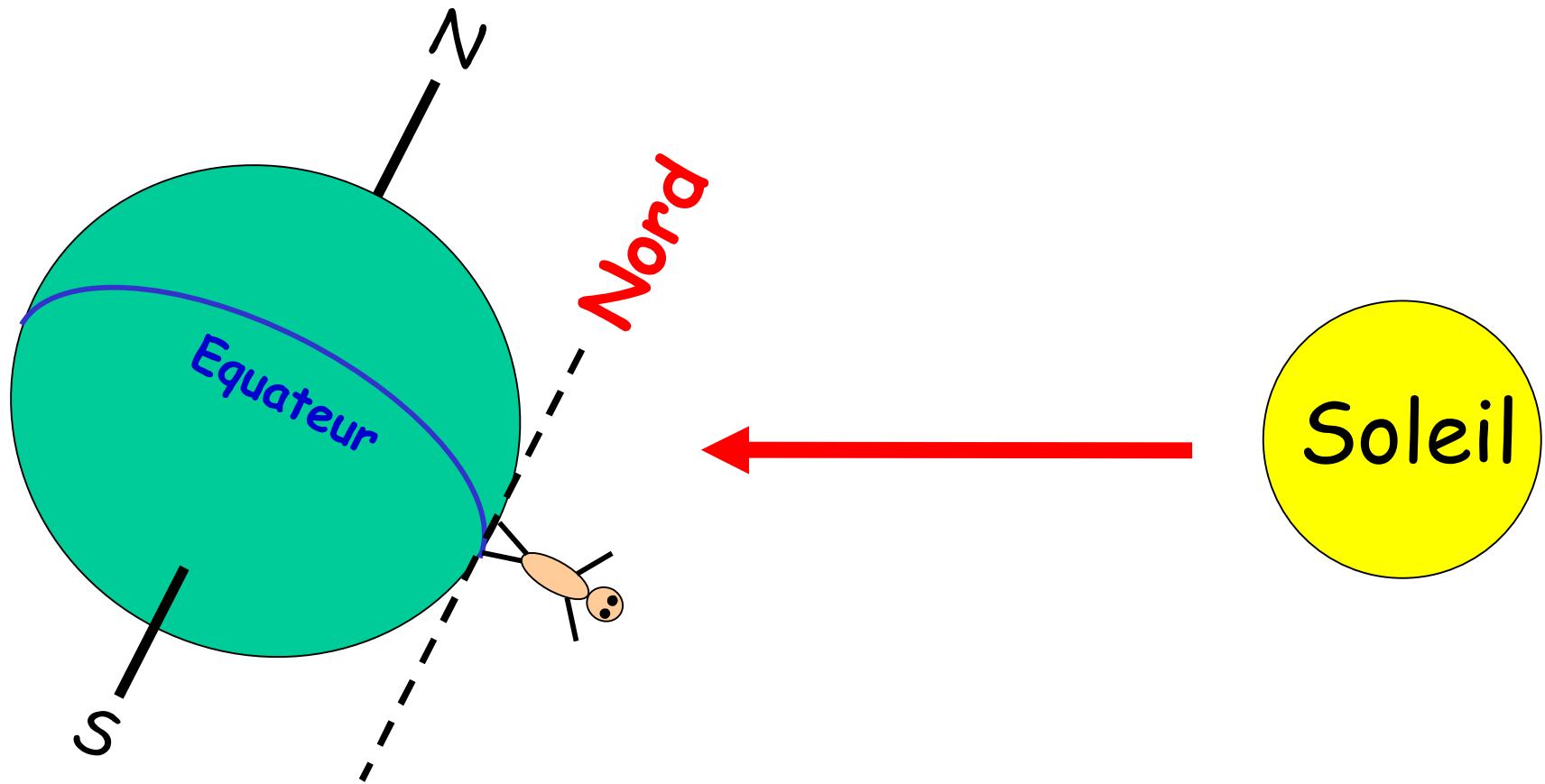
Soleil toujours au Sud à midi

Dans l'hémisphère Sud



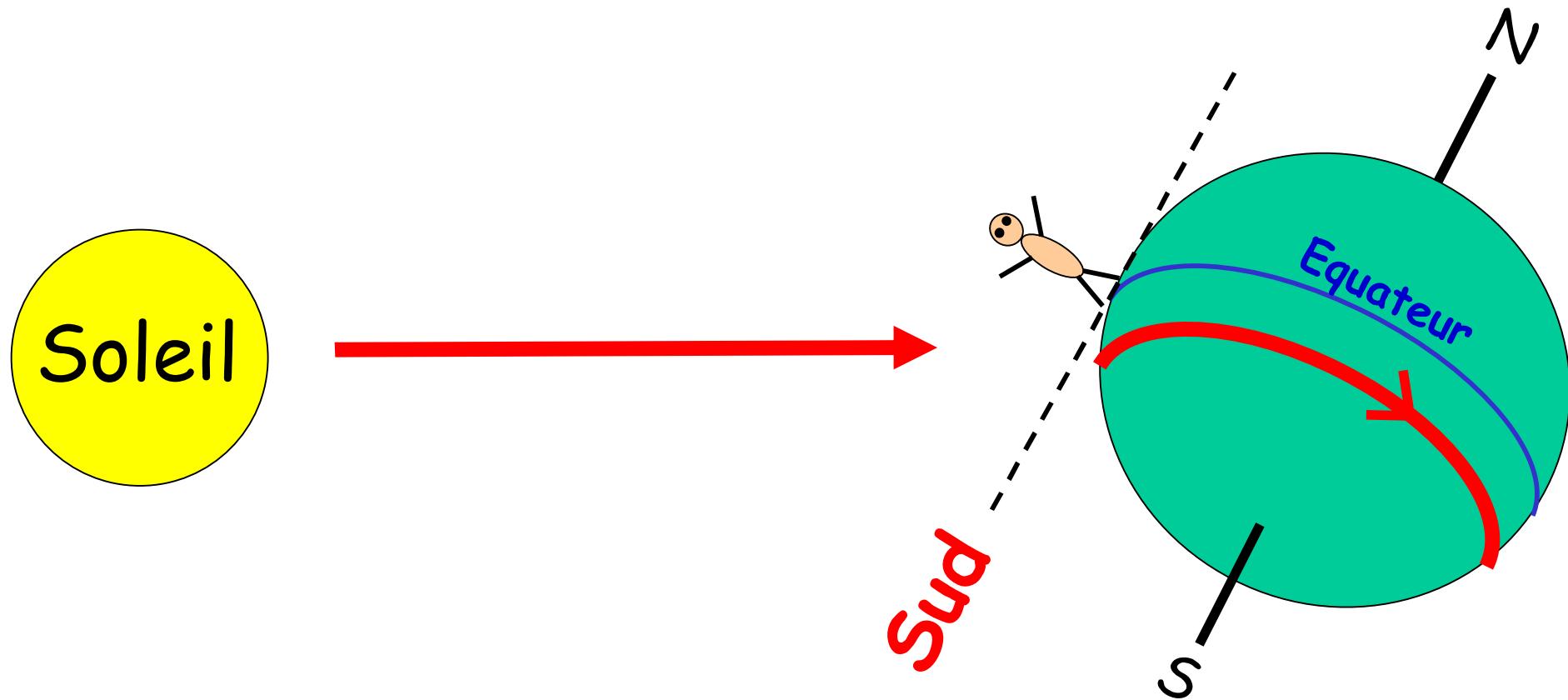
A midi, en dessous du tropique,
Soleil toujours au Nord

Sur l'équateur



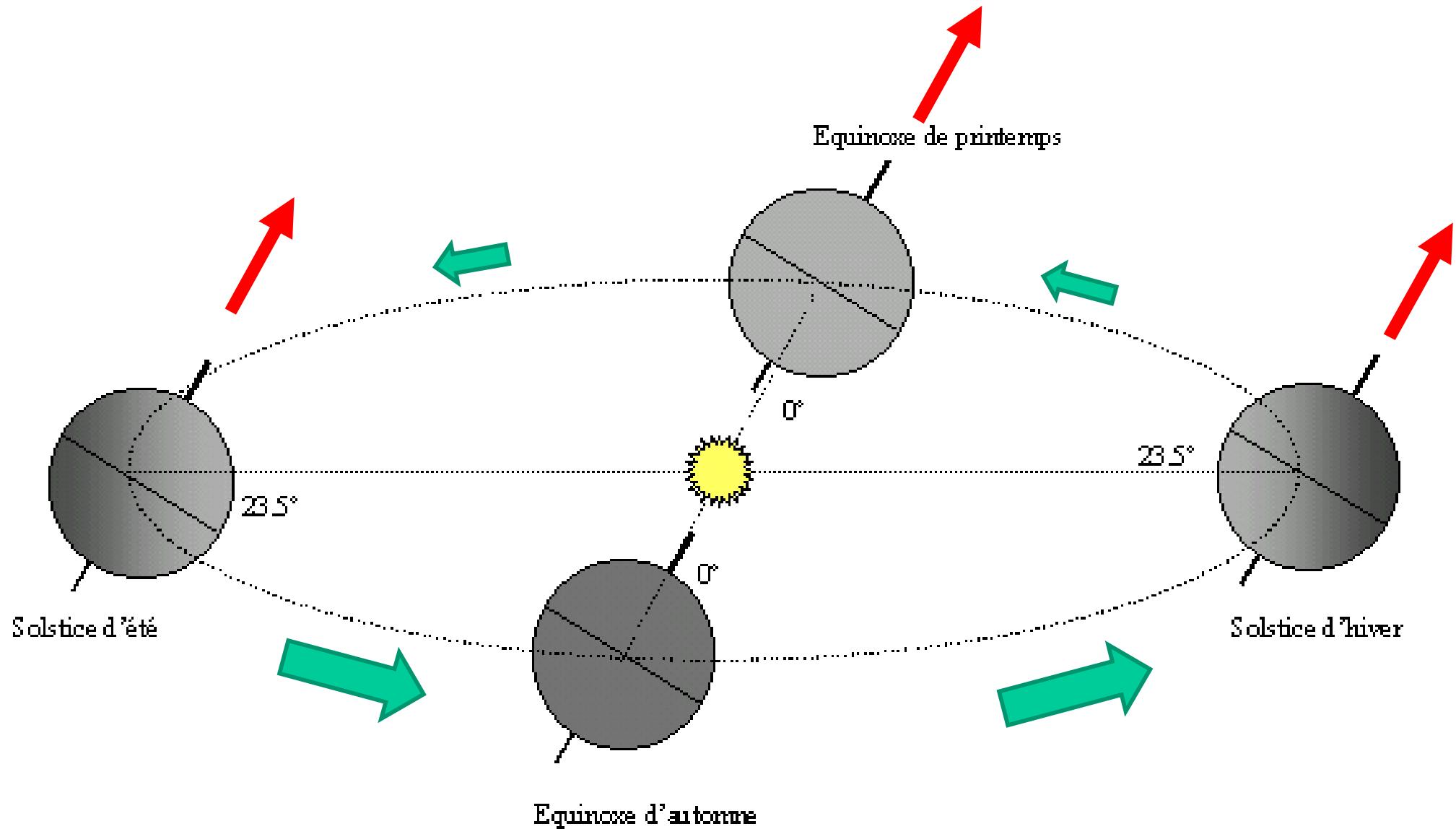
A midi, Soleil au Nord
pendant l'été de l'hémisphère Nord

Sur l'équateur



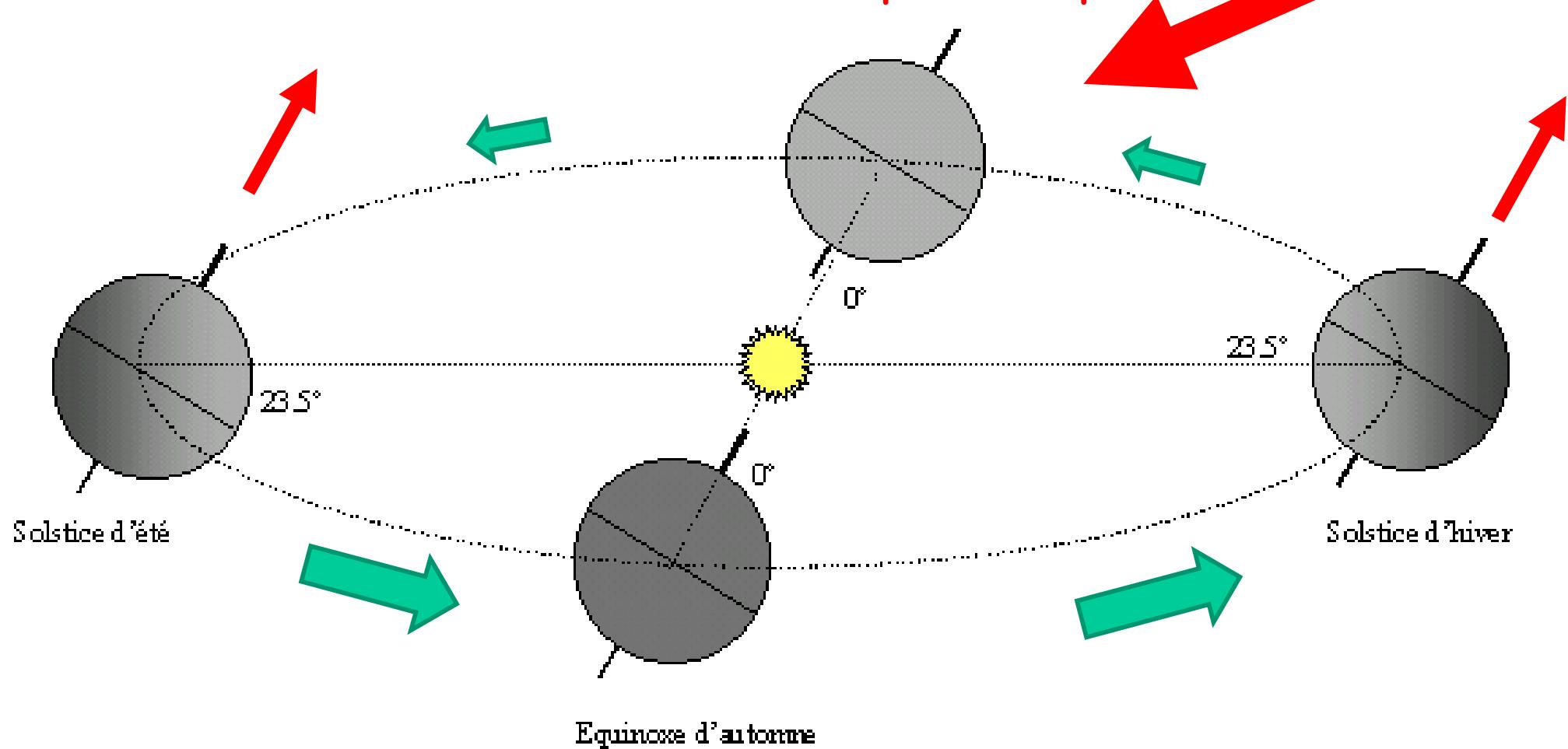
A midi, Soleil au Sud
pendant l'été de l'hémisphère Sud

Equinoxe de printemps

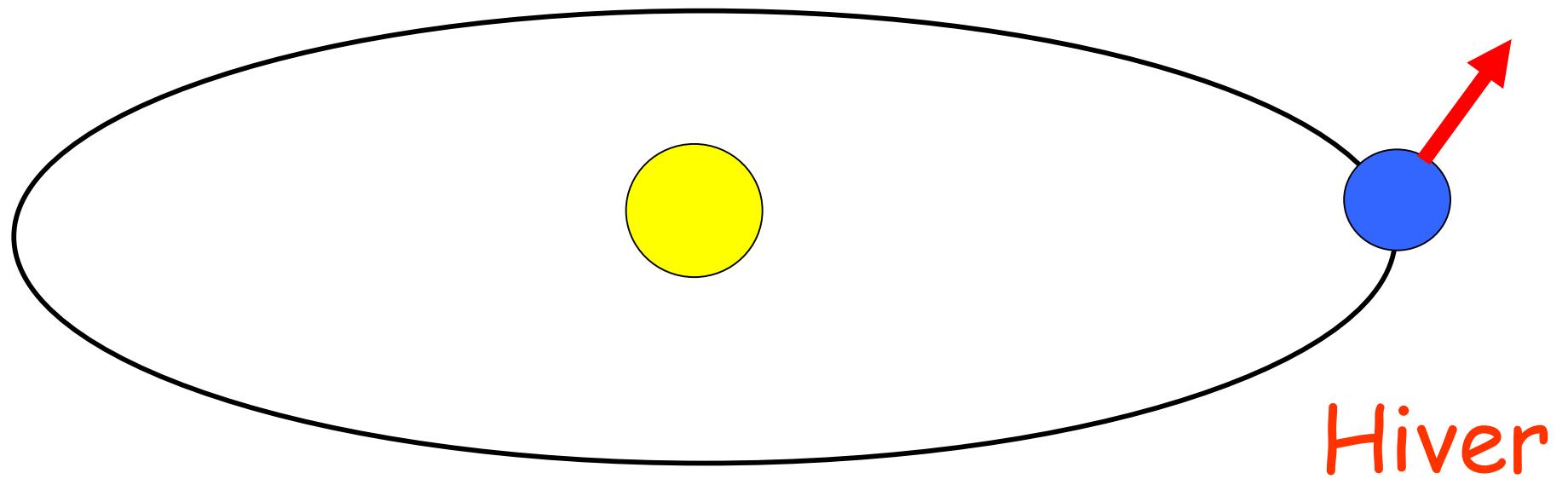


Equinoxe de printemps

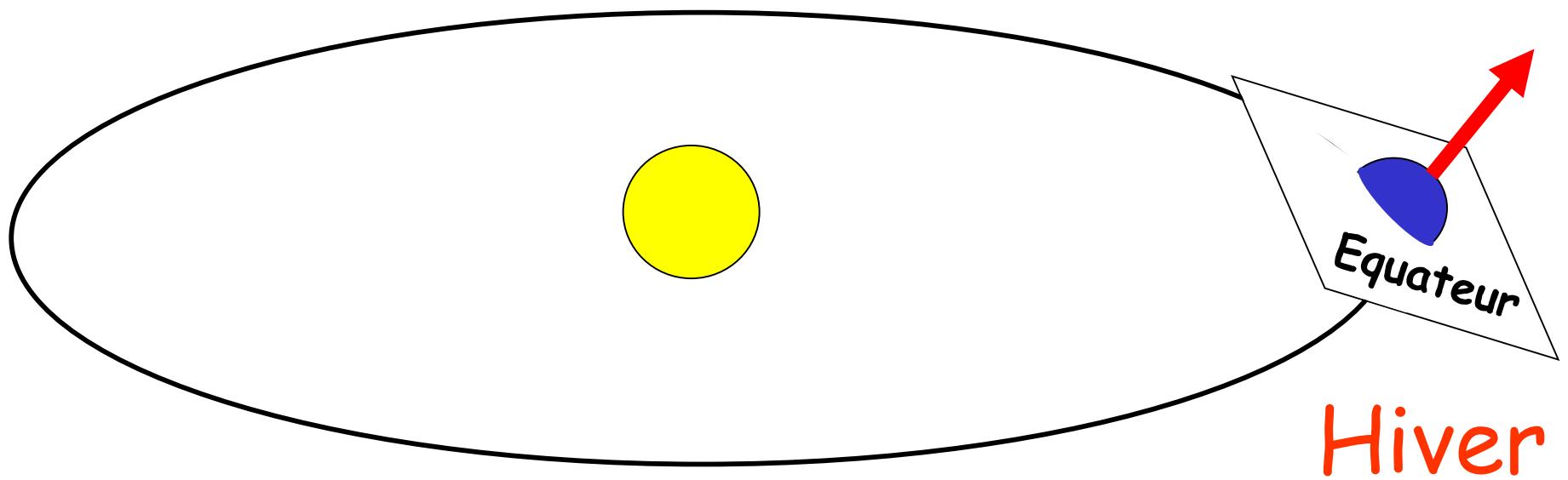
Equinoxe de
printemps



L'axe de la Terre reste fixe

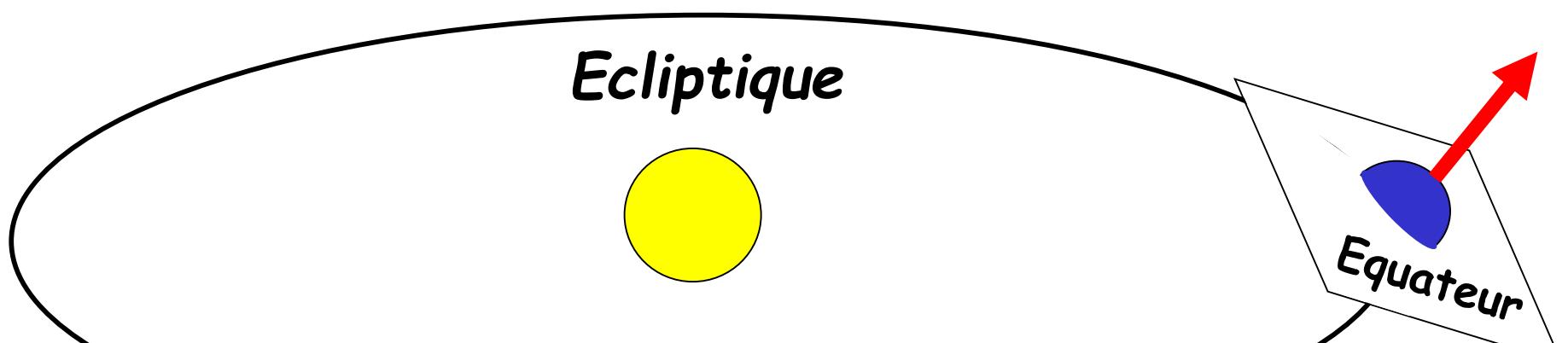


Solstice d'hiver



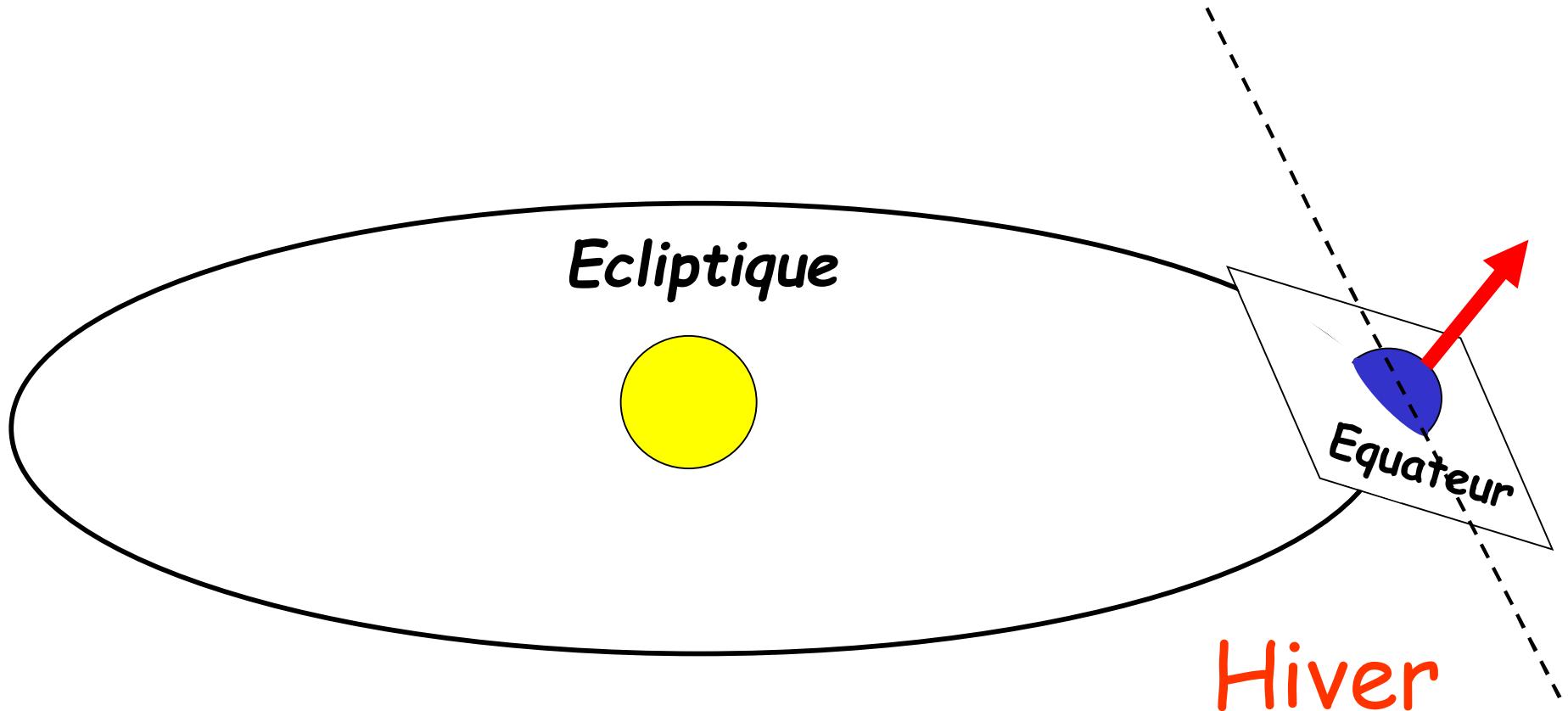
Le plan de l'équateur

Solstice d'hiver



L'écliptique

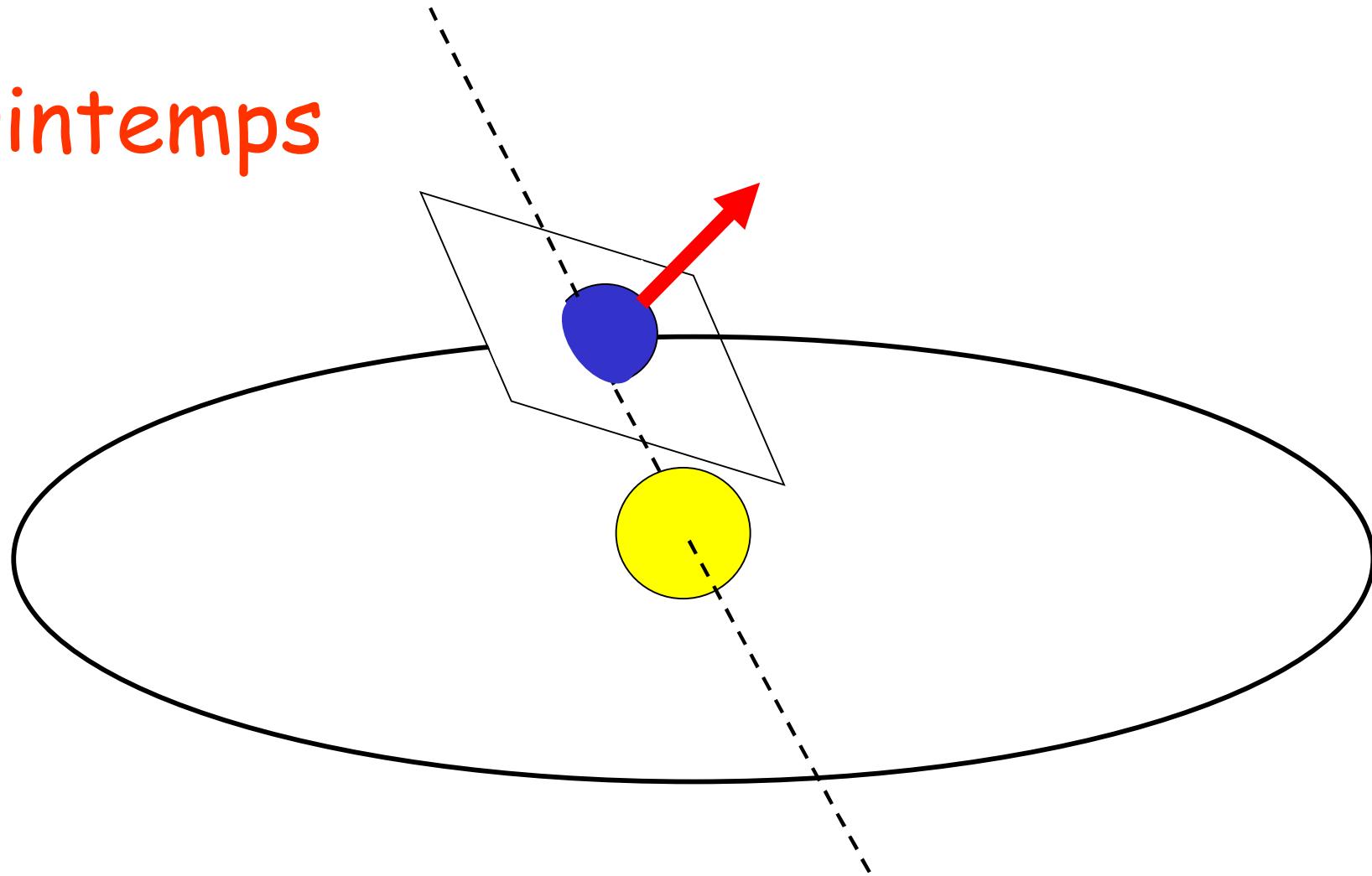
Solstice d'hiver



L'intersection du plan de l'équateur
et de l'écliptique

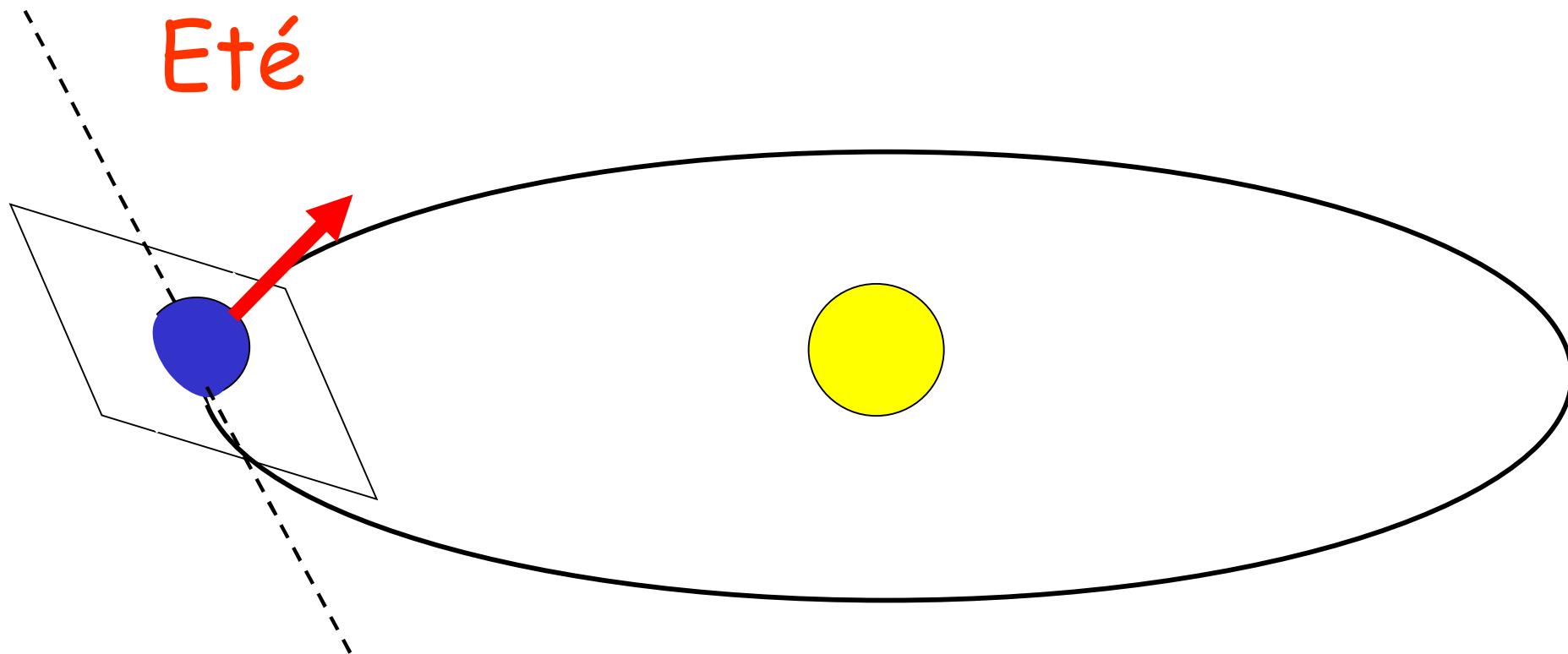
Printemps

Printemps



L'intersection du plan de l'équateur
et de l'écliptique

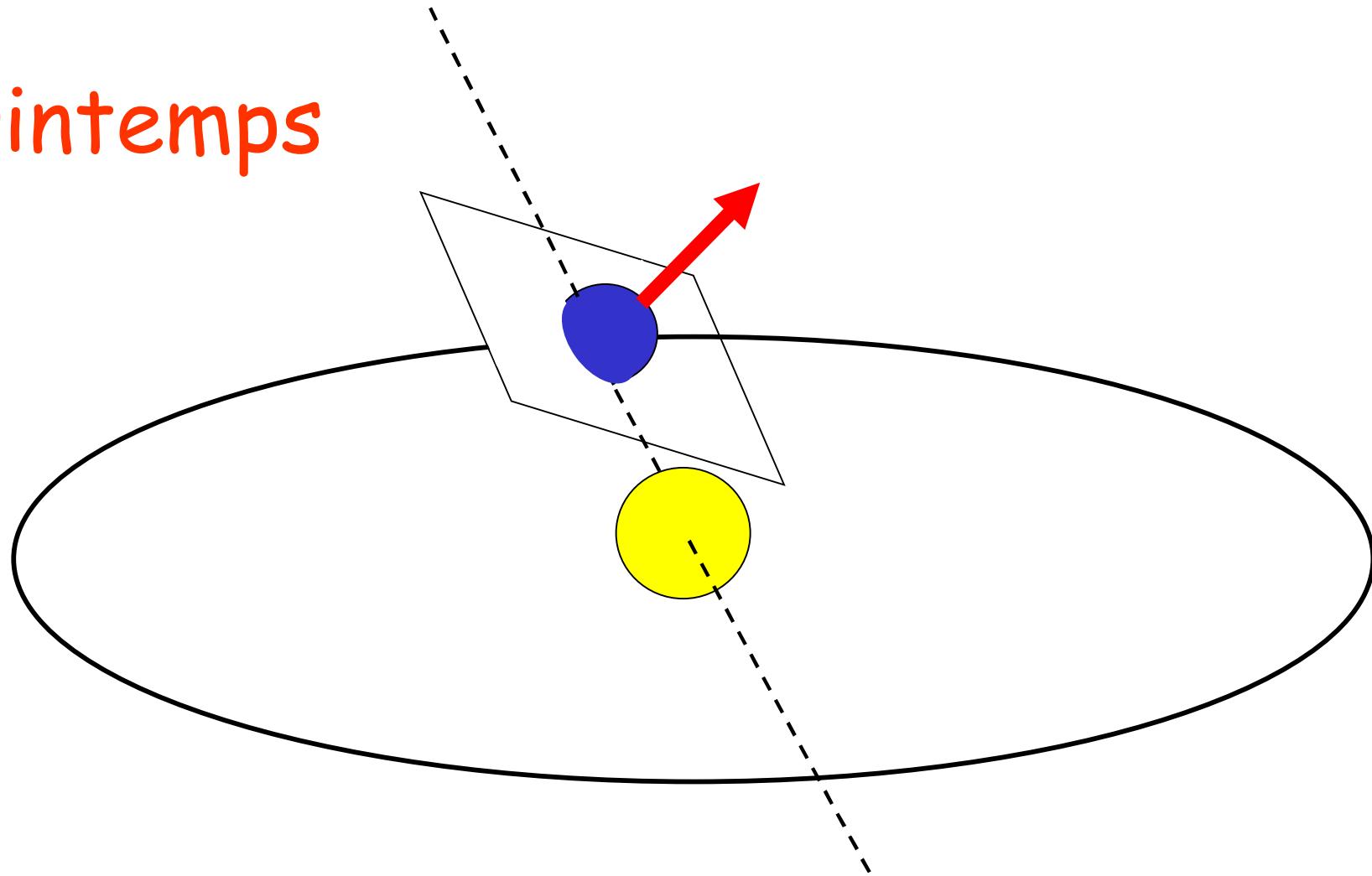
Solstice d'été



L'intersection du plan de l'équateur
et de l'écliptique

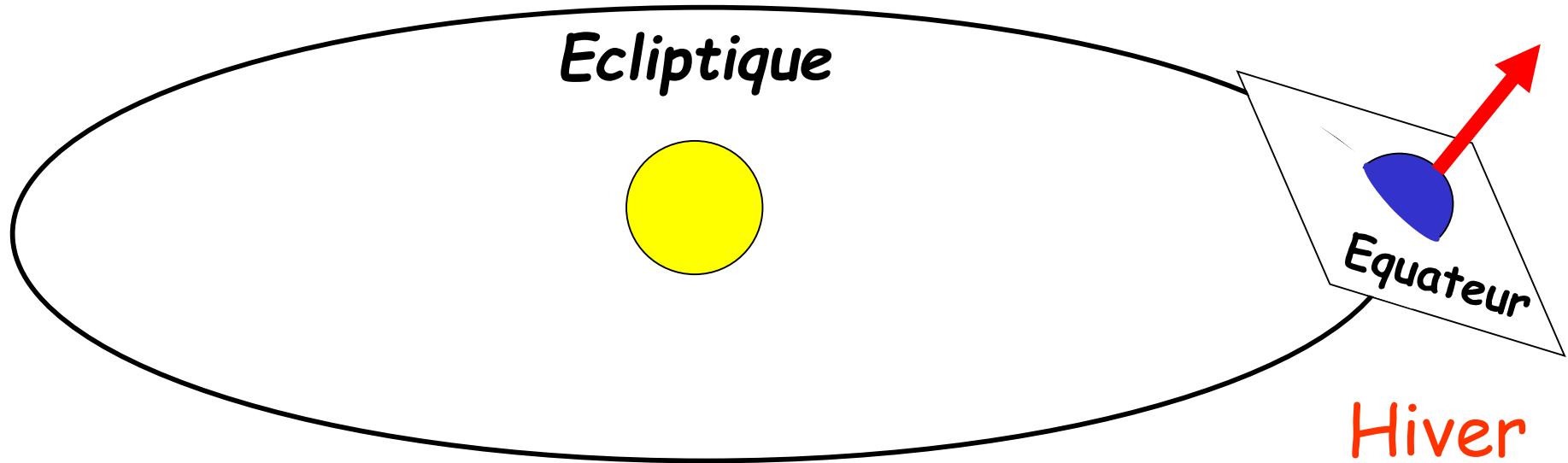
Printemps

Printemps

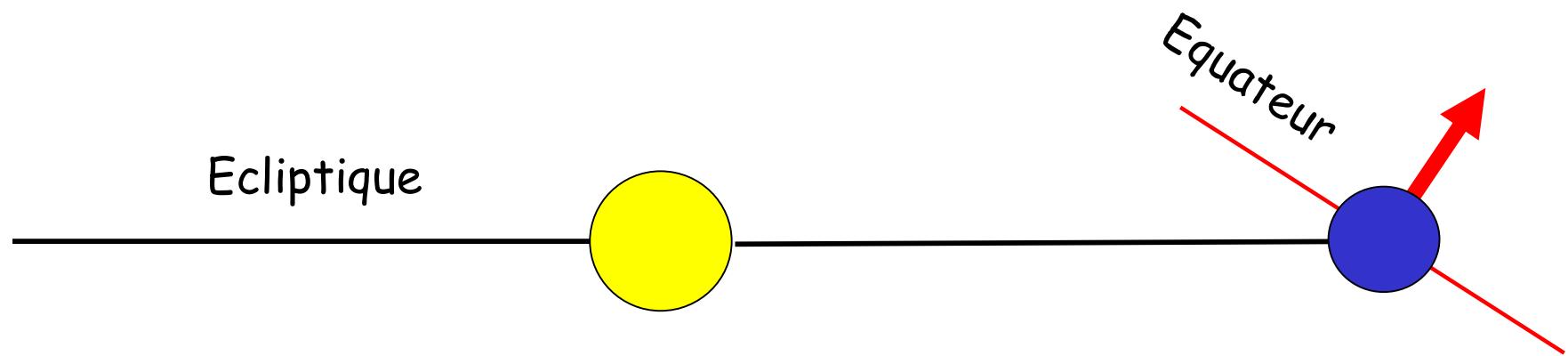
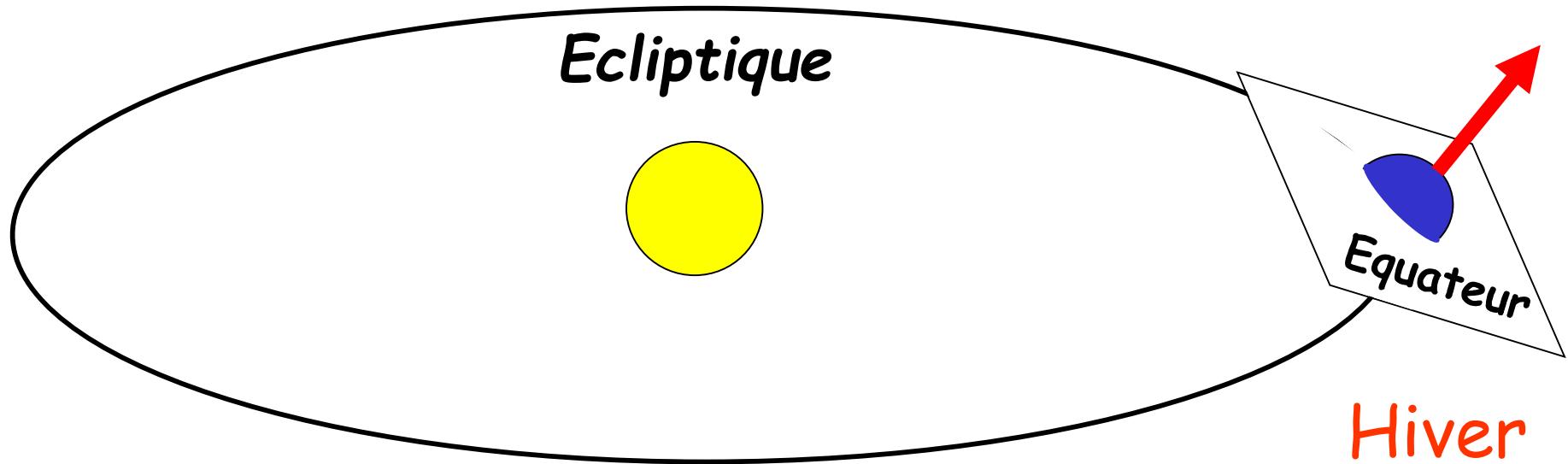


L'intersection du plan de l'équateur
et de l'écliptique

Solstice d'hiver

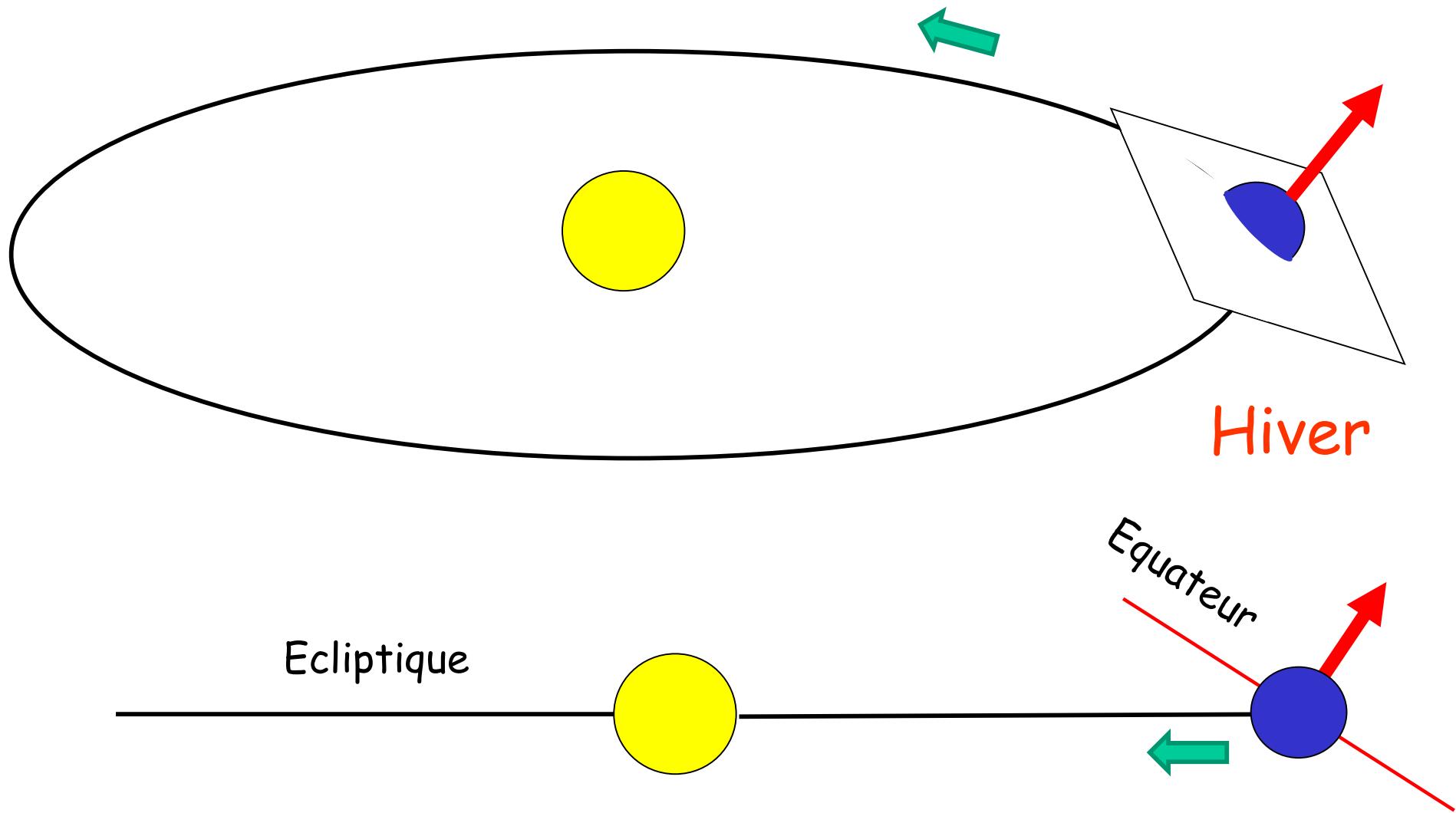


Solstice d'hiver



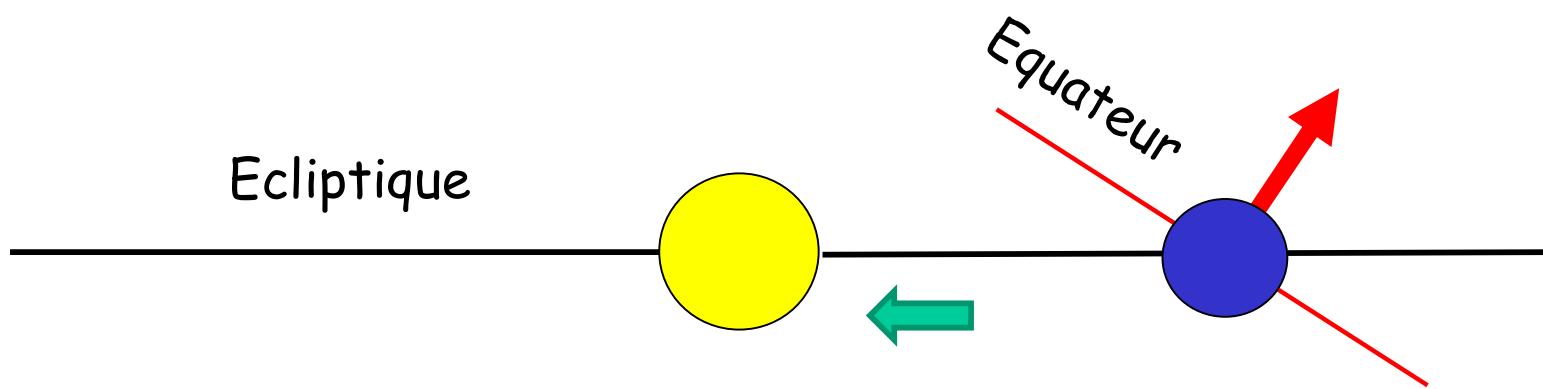
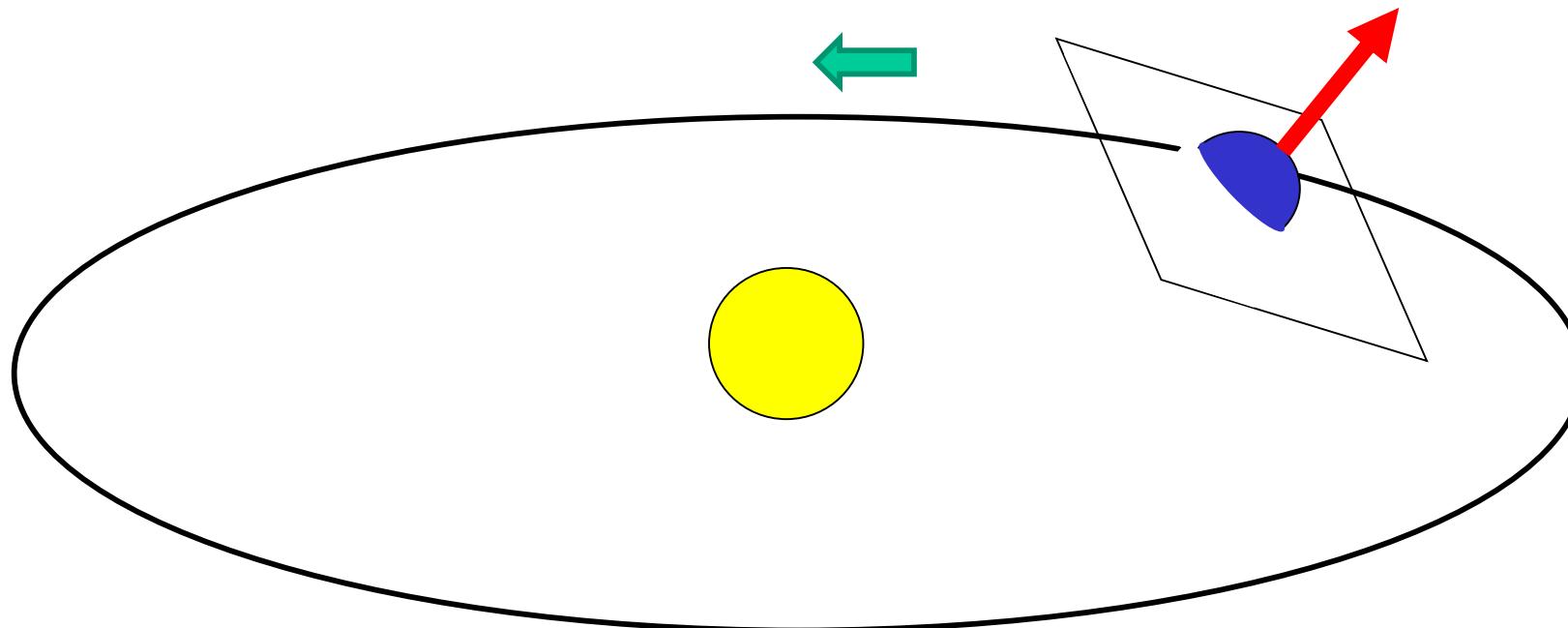
Vu par la tranche, dans le plan de l'écliptique

Solstice d'hiver



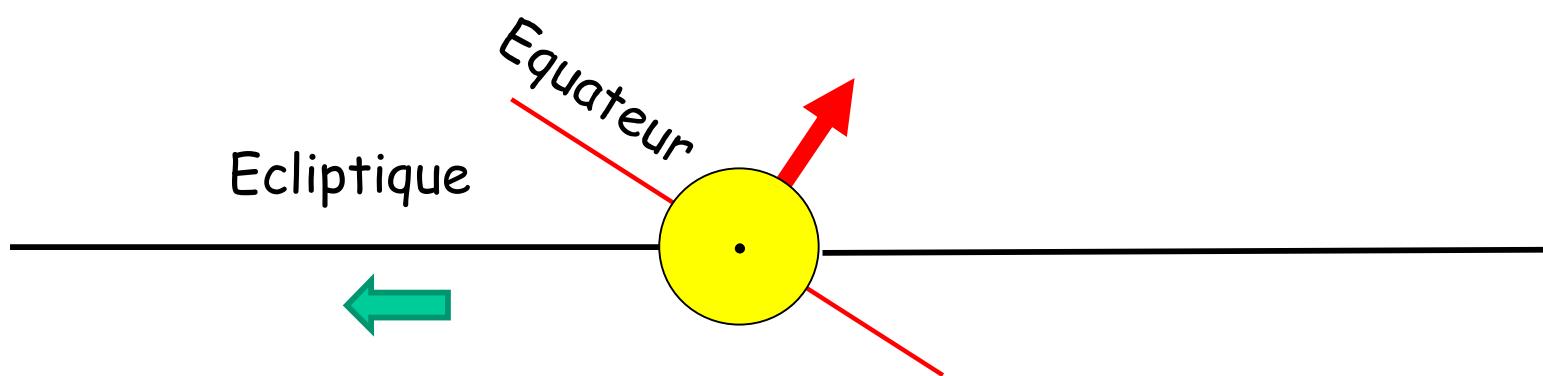
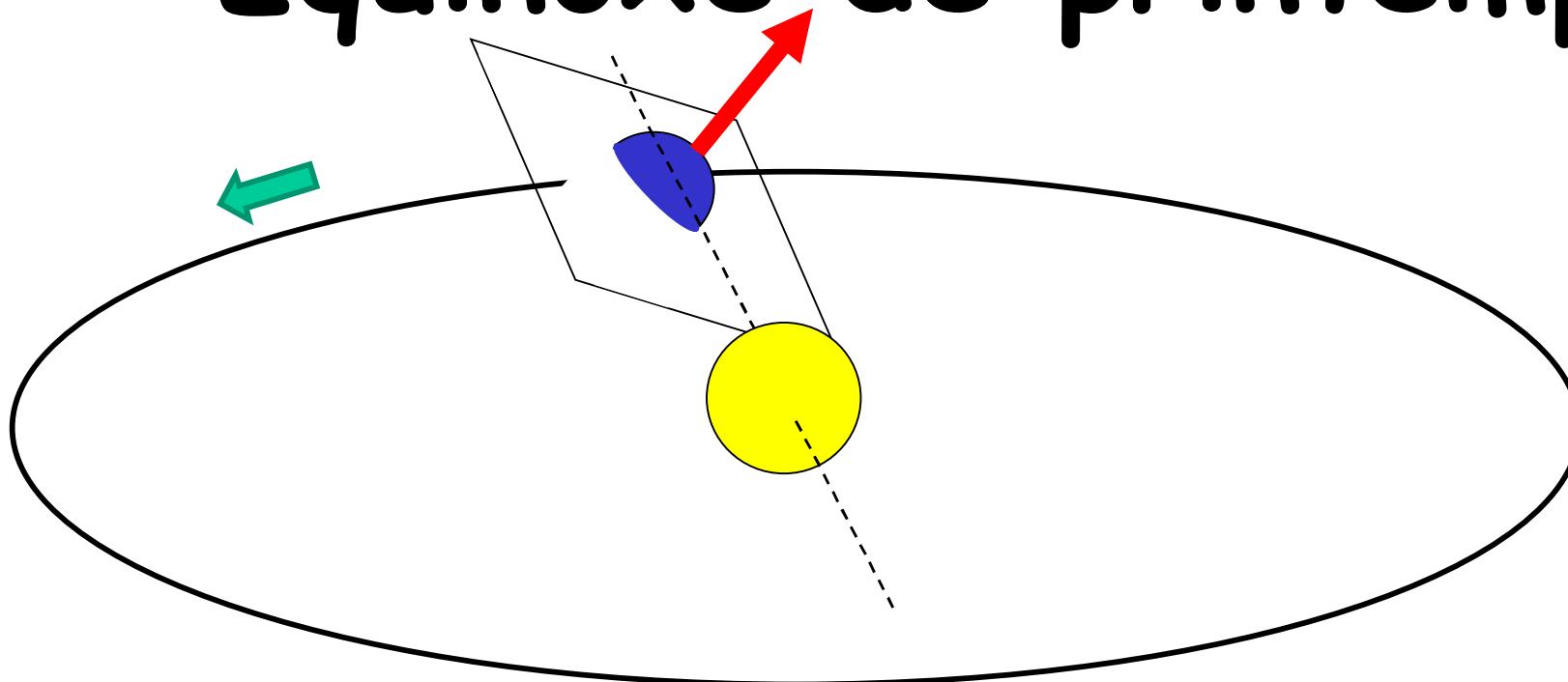
La Terre se déplace vers sa position
d'équinoxe de printemps

Hiver



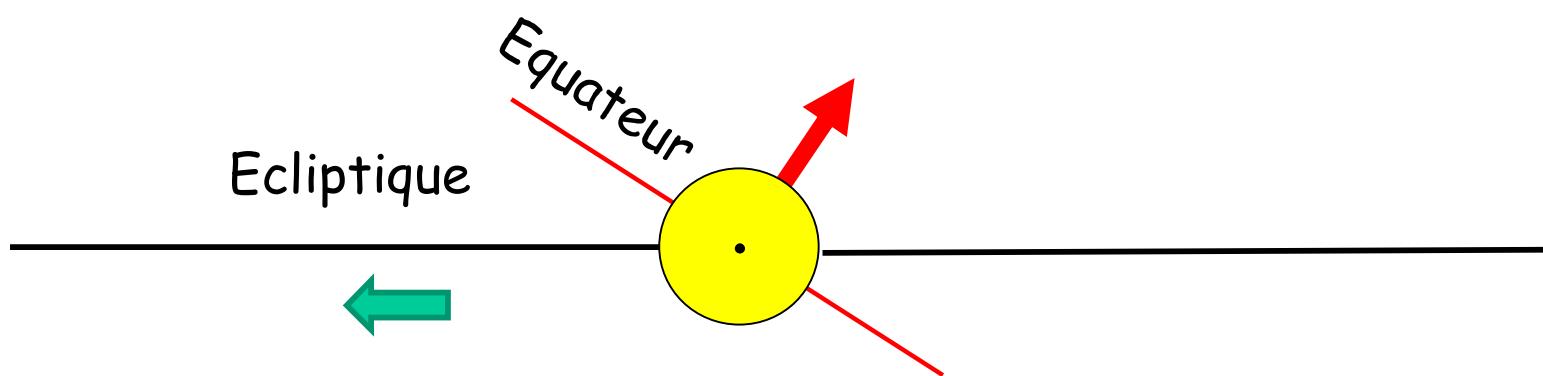
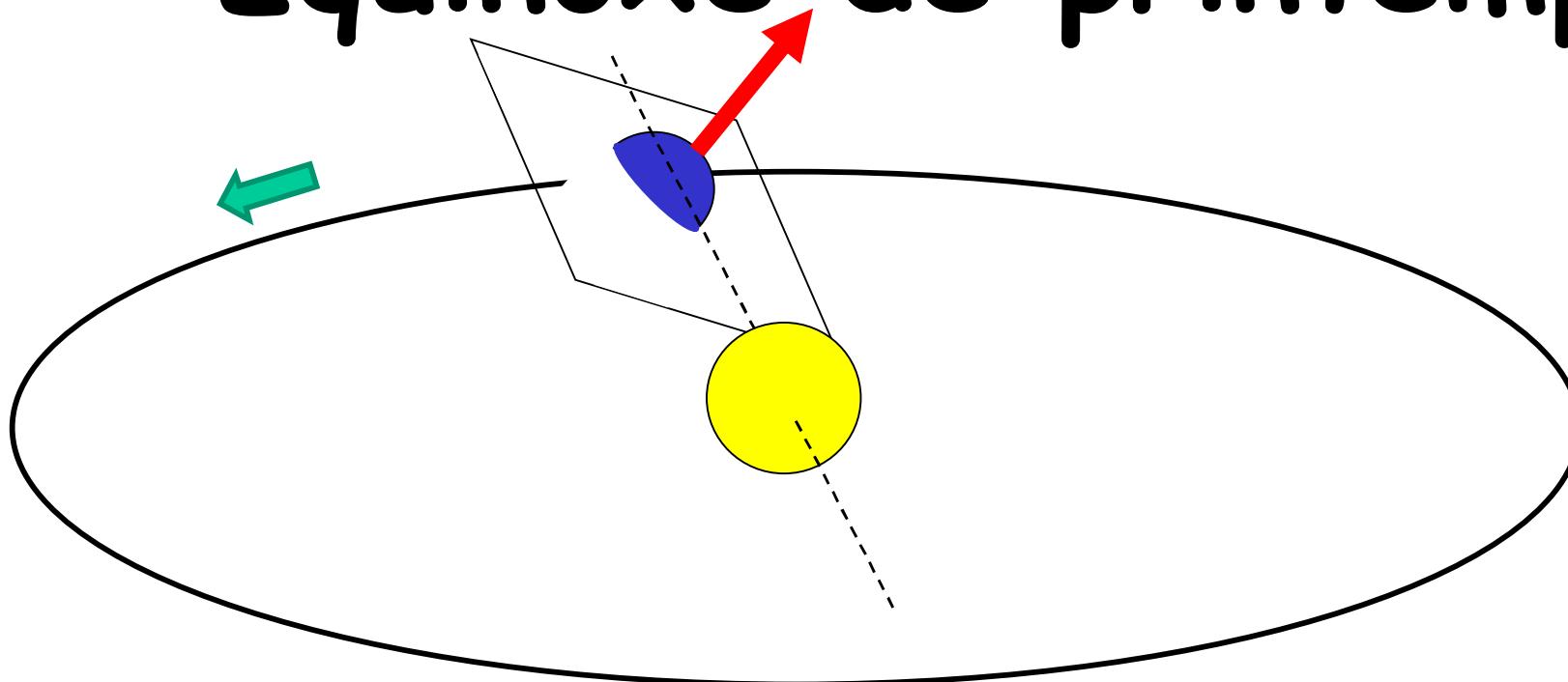
La Terre se déplace vers sa position
d'équinoxe de printemps

Equinoxe de printemps



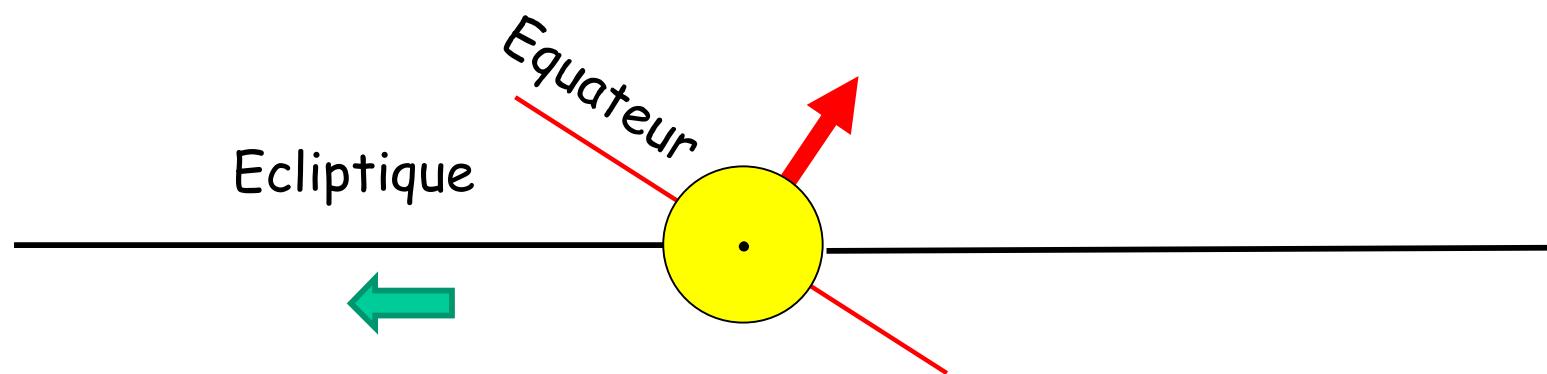
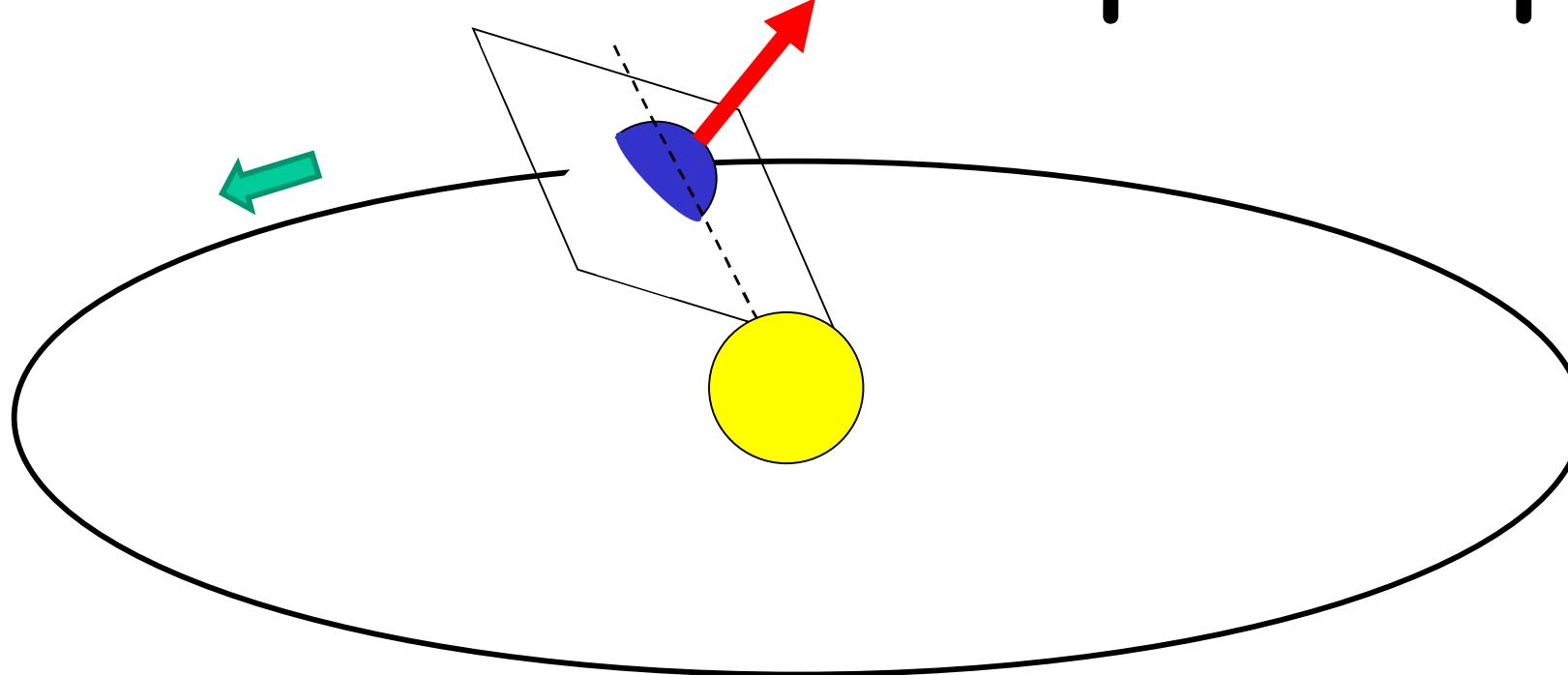
L'intersection de l'écliptique et de l'équateur
passe par le centre du soleil

Equinoxe de printemps



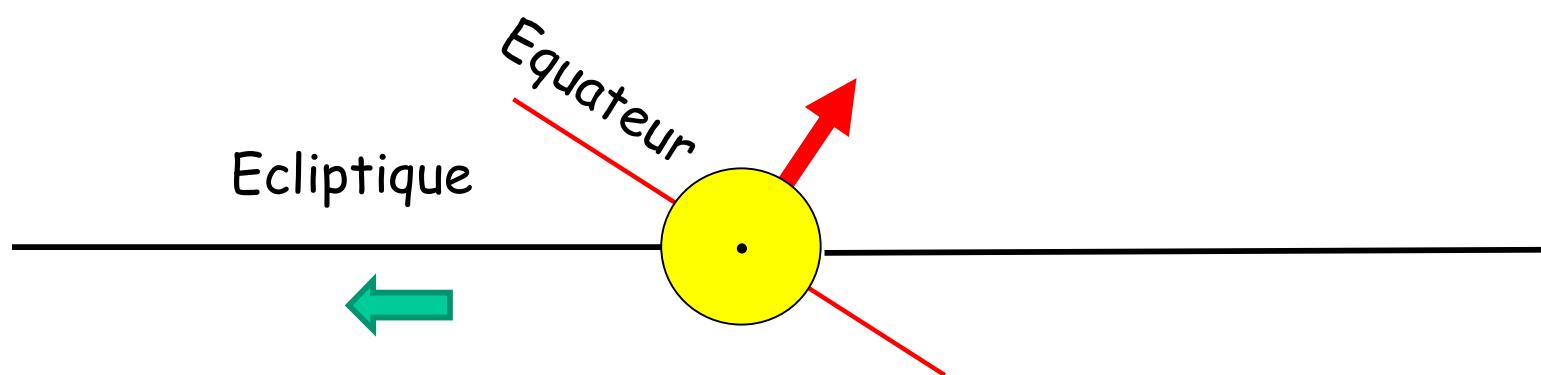
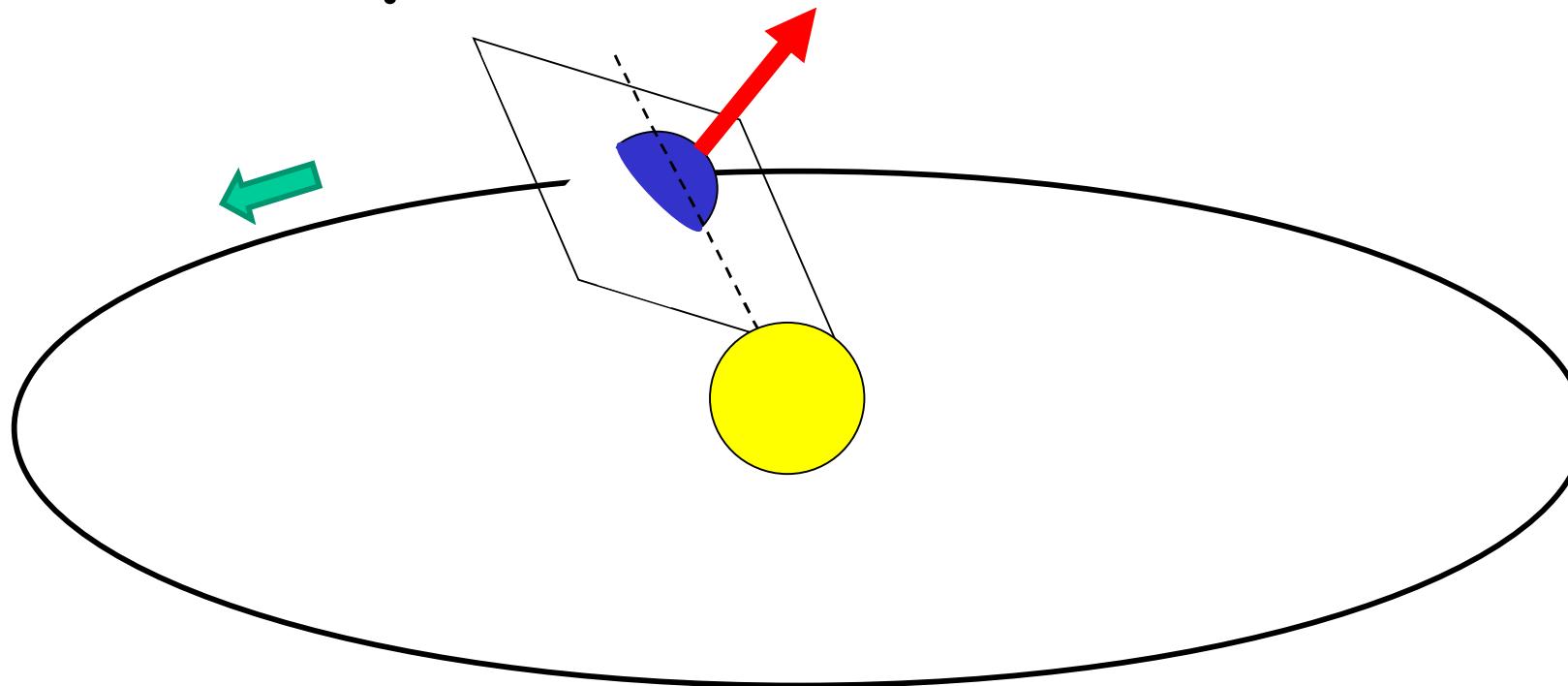
L'intersection de l'écliptique et de l'équateur
passe par le centre du soleil

C'est l'instant du printemps !!!!



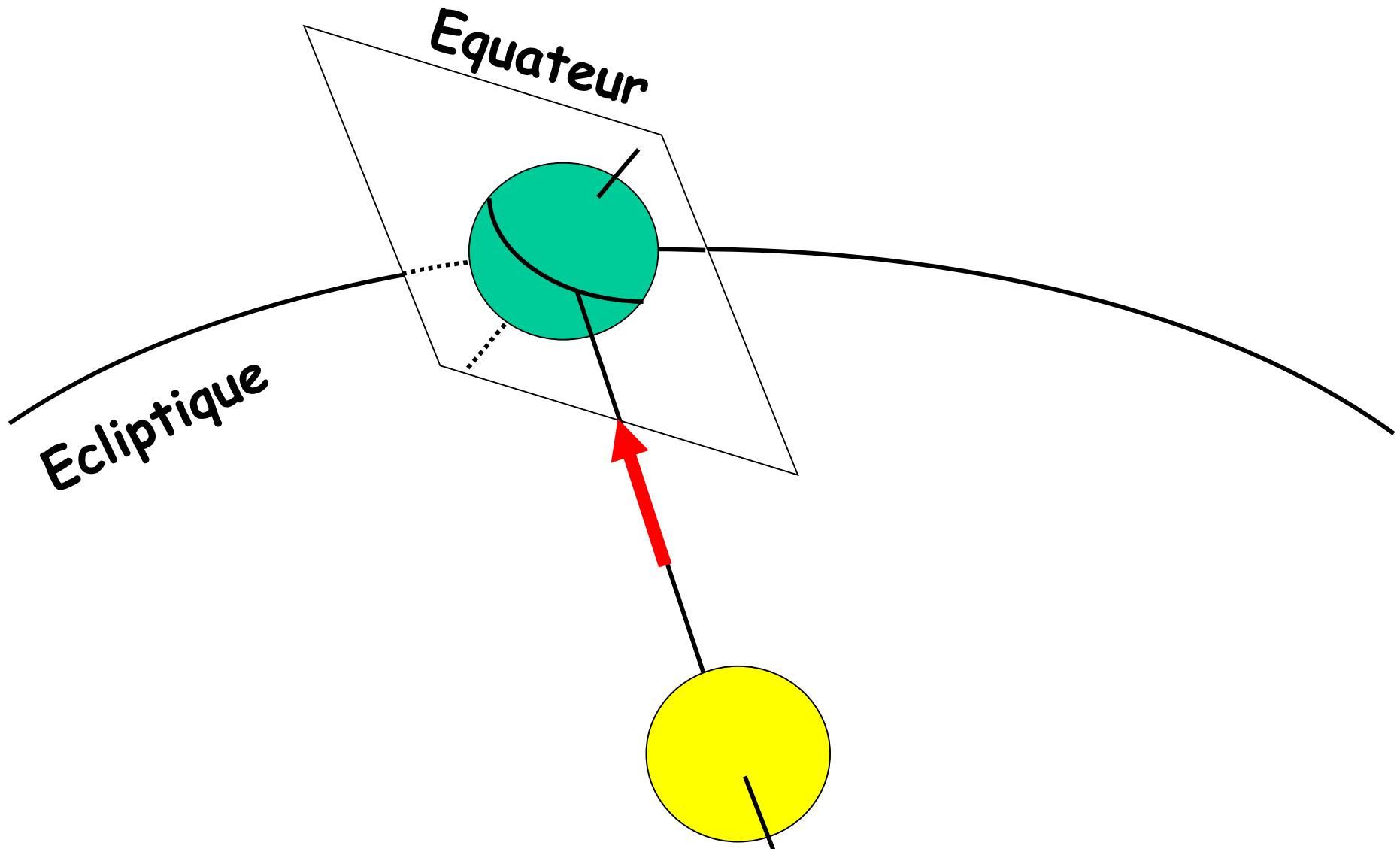
L'intersection de l'écliptique et de l'équateur
passe par le centre du soleil

Printemps : 20 mars 2023 à 22h24m UT



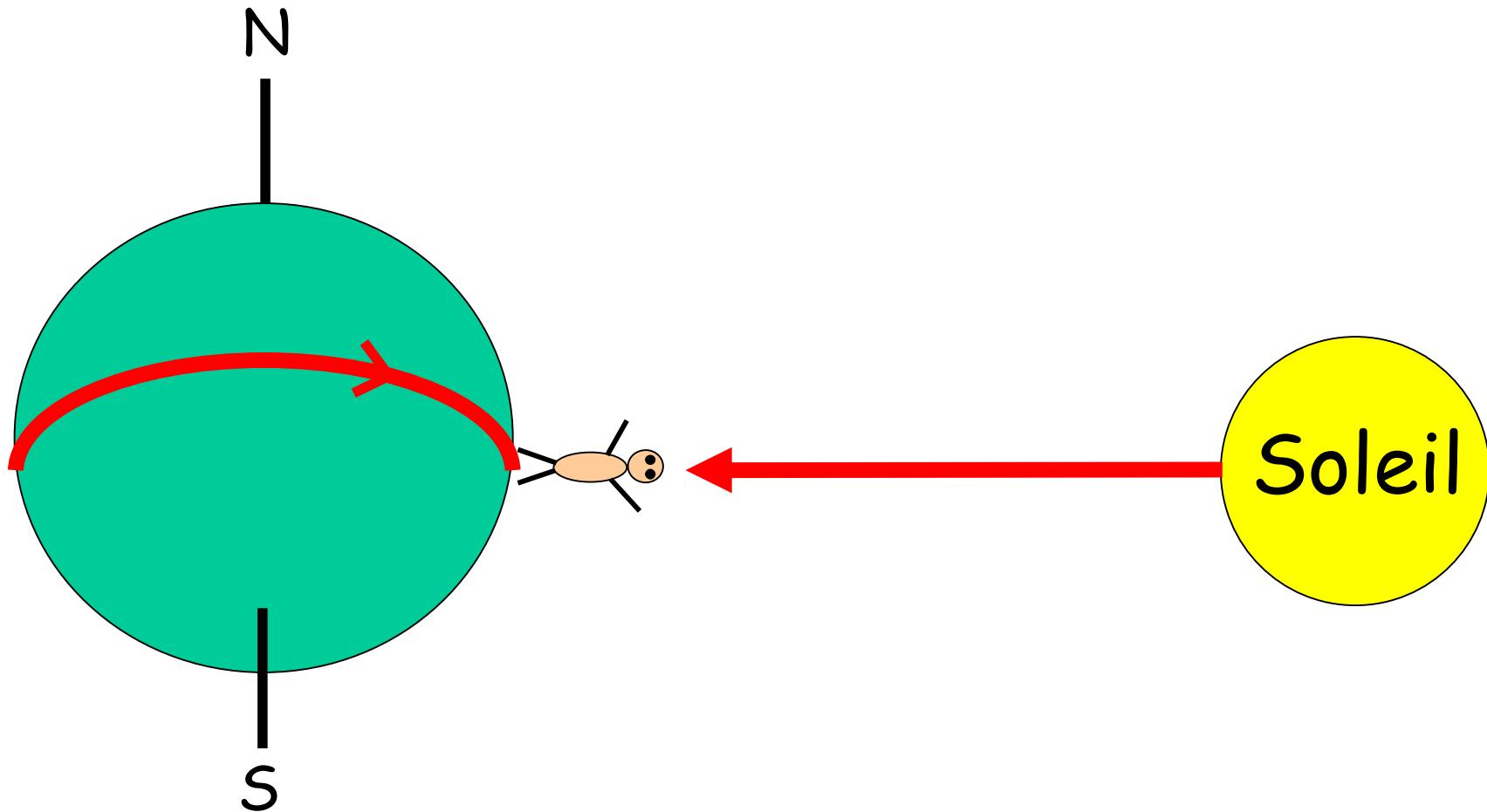
L'intersection de l'écliptique et de l'équateur
passe par le centre du soleil

Equinoxe de printemps



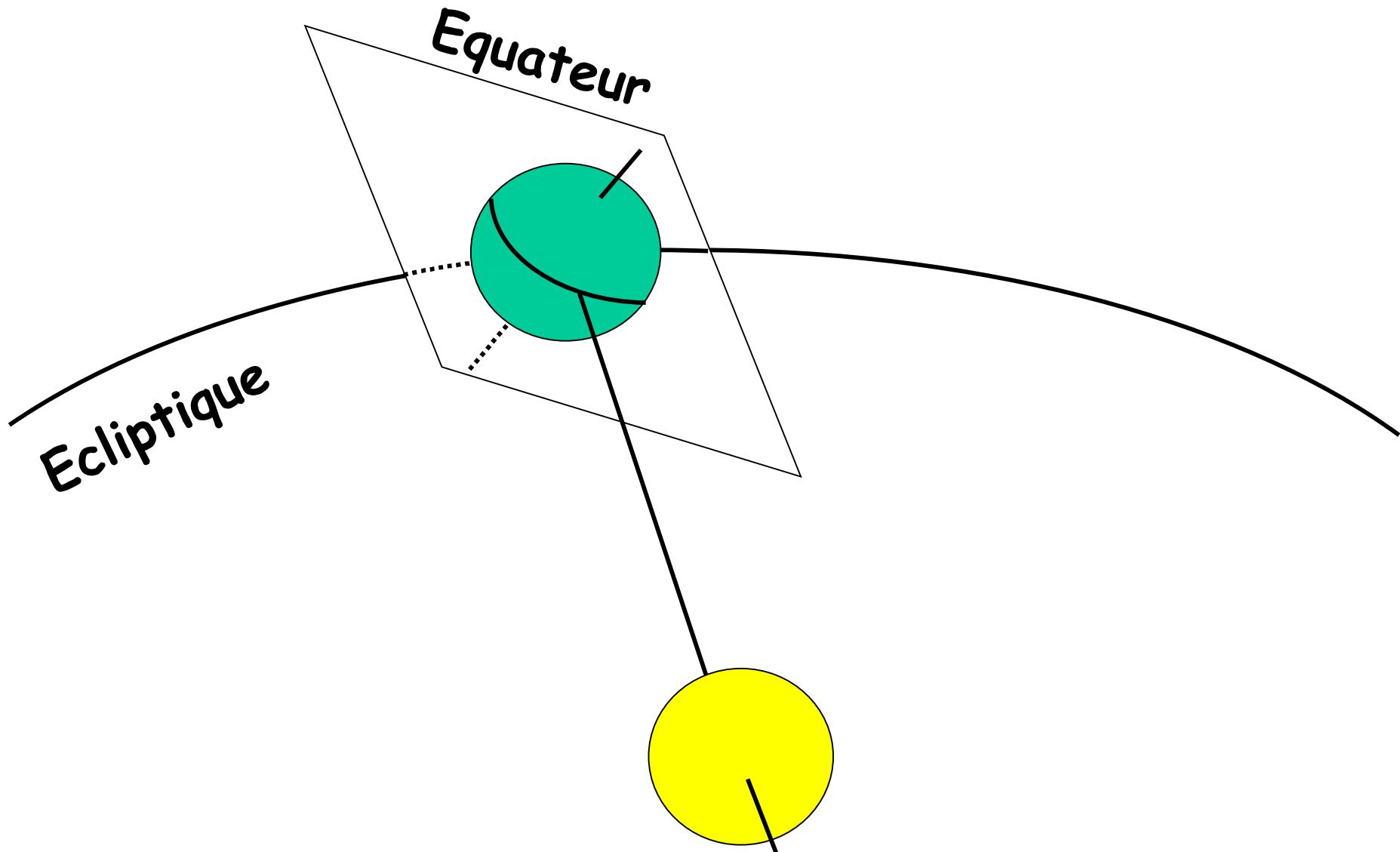
L'axe Soleil- centre de la Terre
passe dans le plan de l'équateur

Printemps



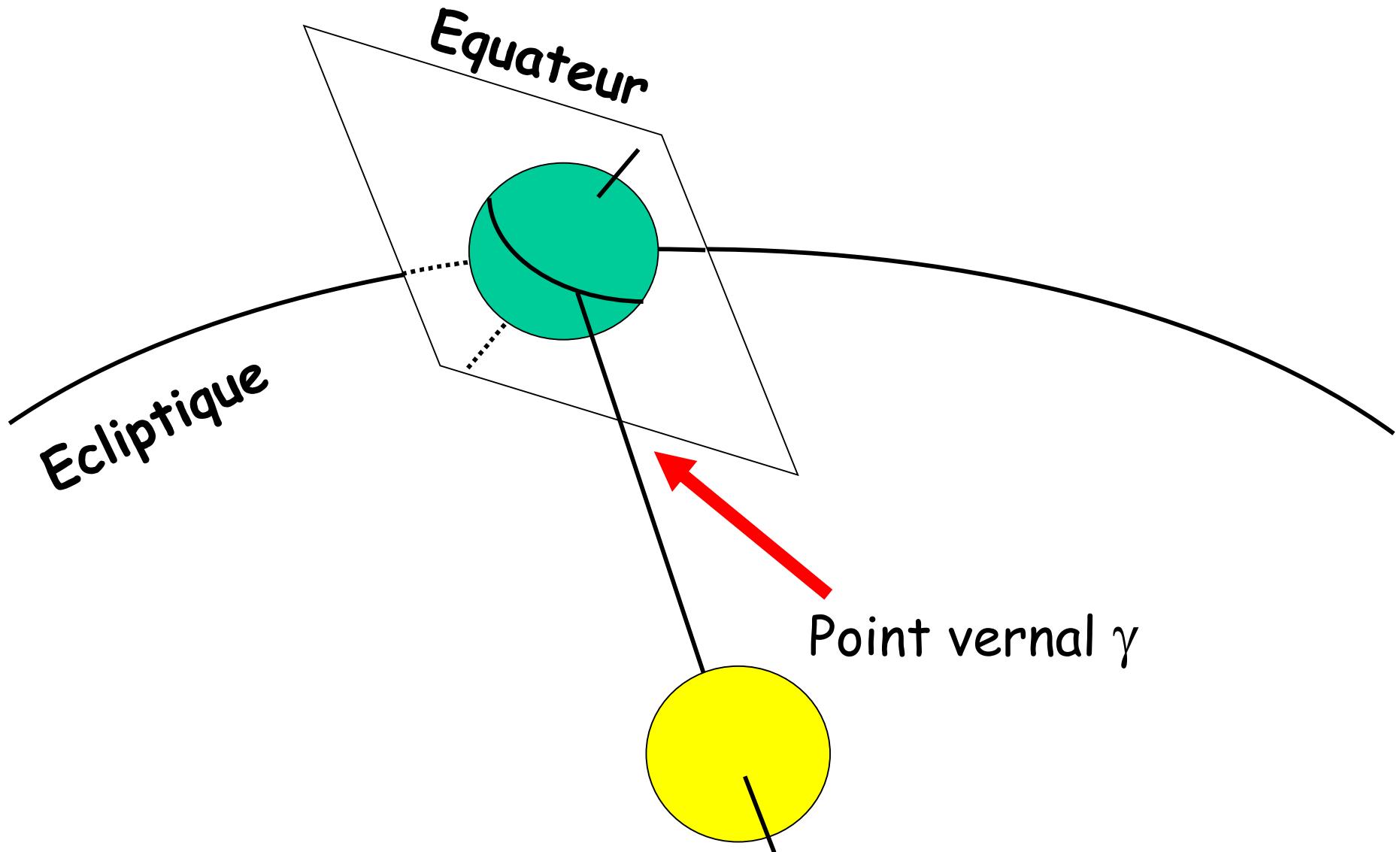
Le Soleil est à la verticale
de l'équateur, à midi

Equinoxe de printemps

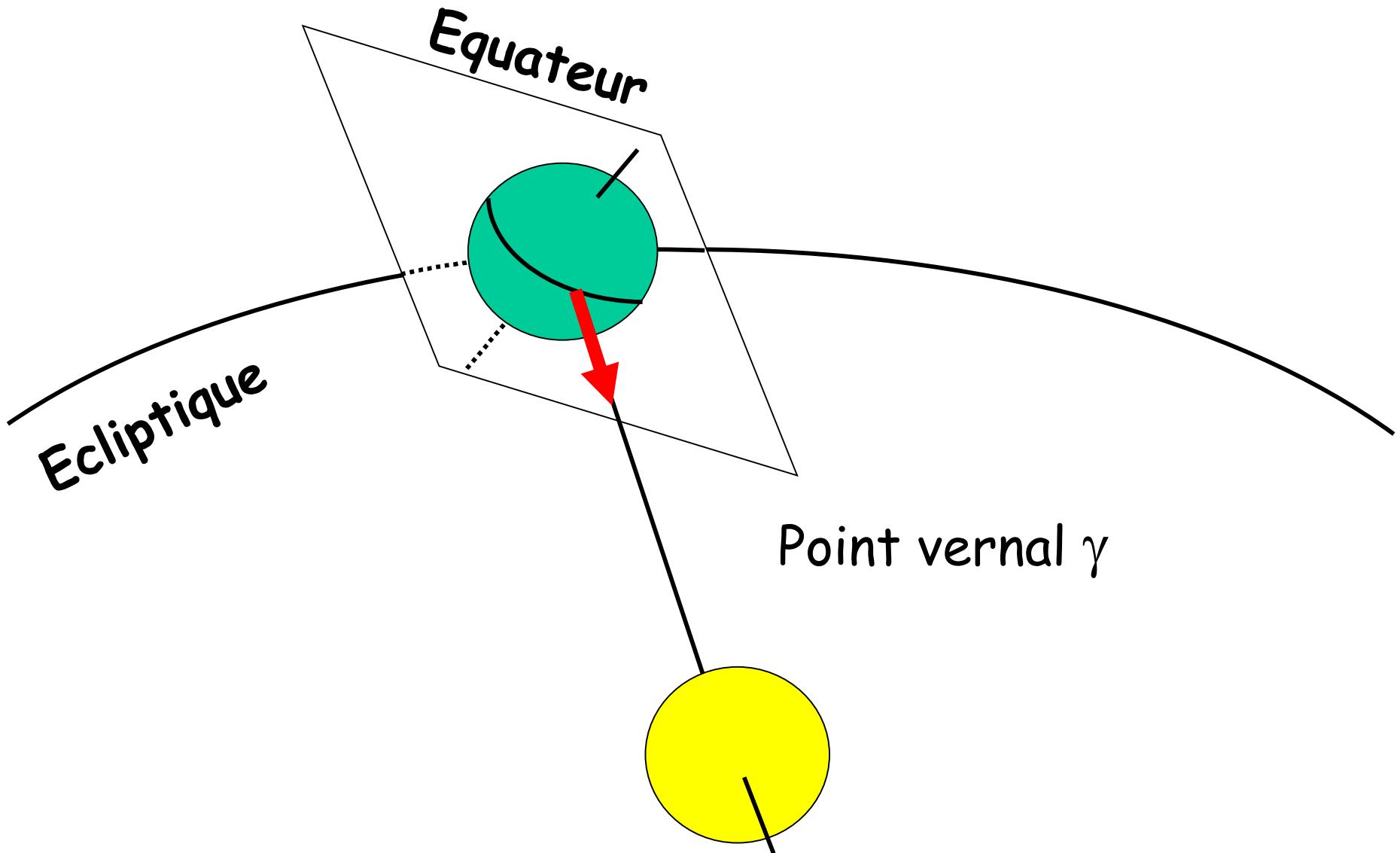


L'axe Centre du Soleil - Centre de la Terre
passe dans le plan de l'équateur

Equinoxe de printemps

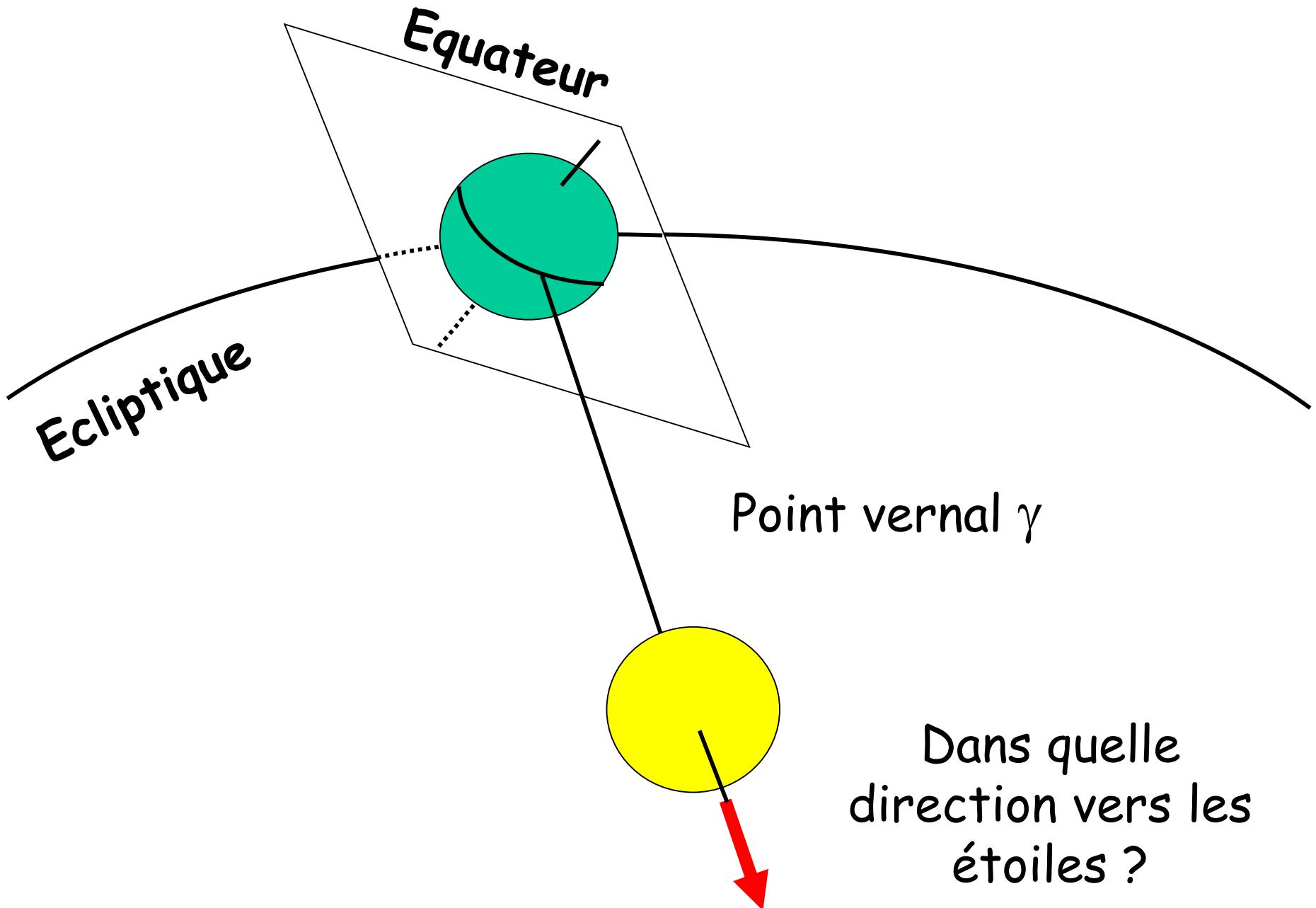


Point vernal

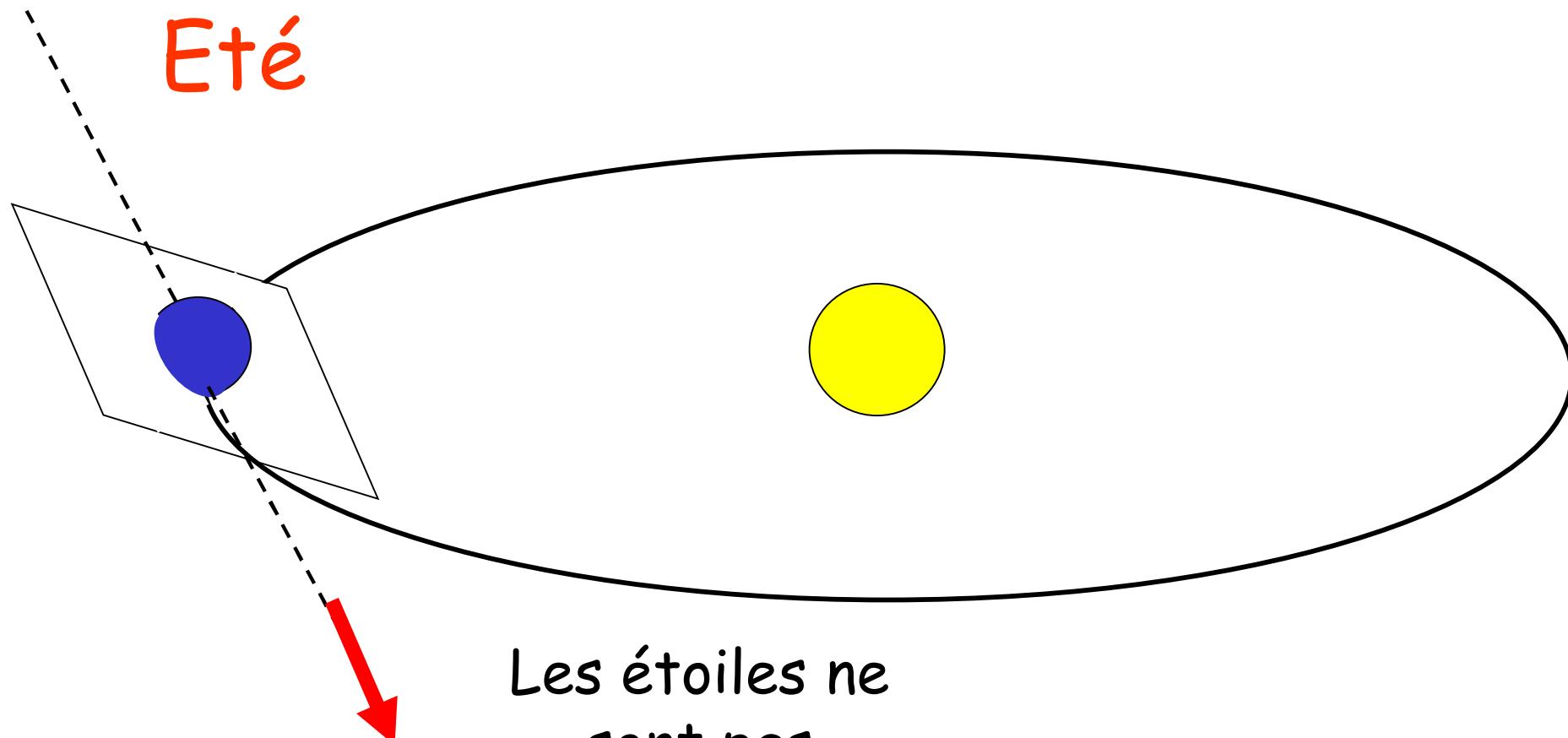


Direction du centre du soleil,
vu de la Terre, à l'équinoxe de printemps

Point vernal

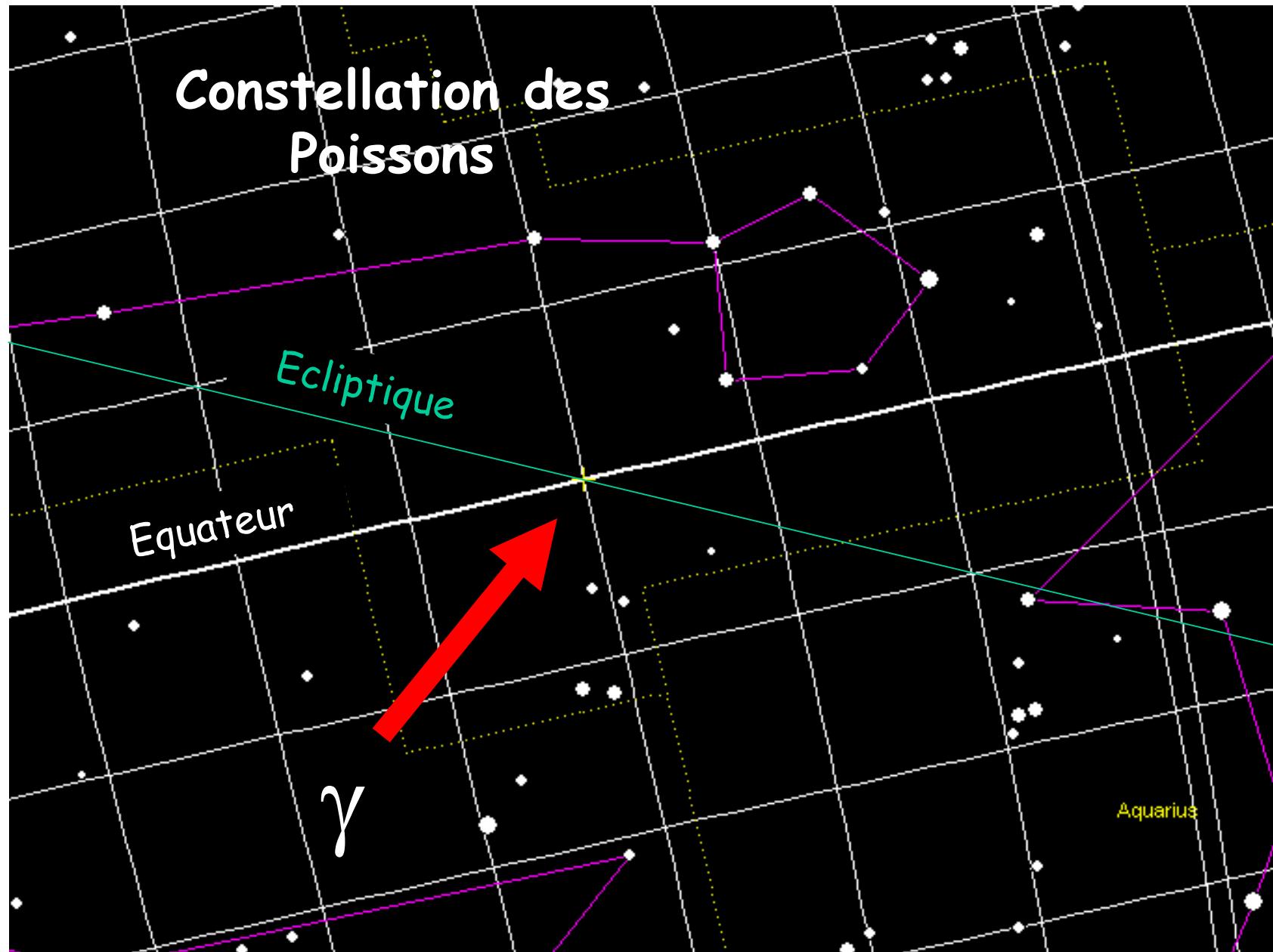


Point vernal

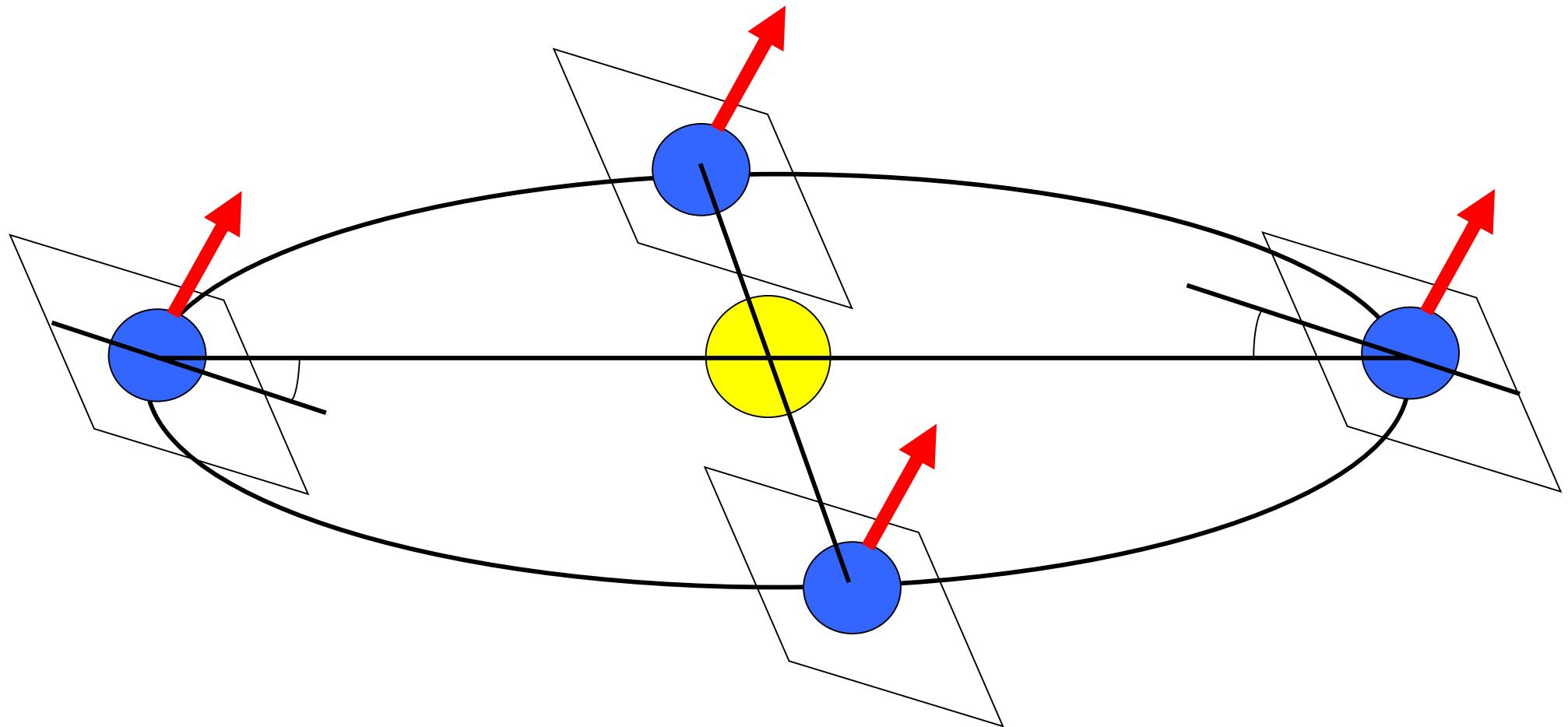


Les étoiles ne
sont pas
masquées par la
lumière du Soleil

Point vernal

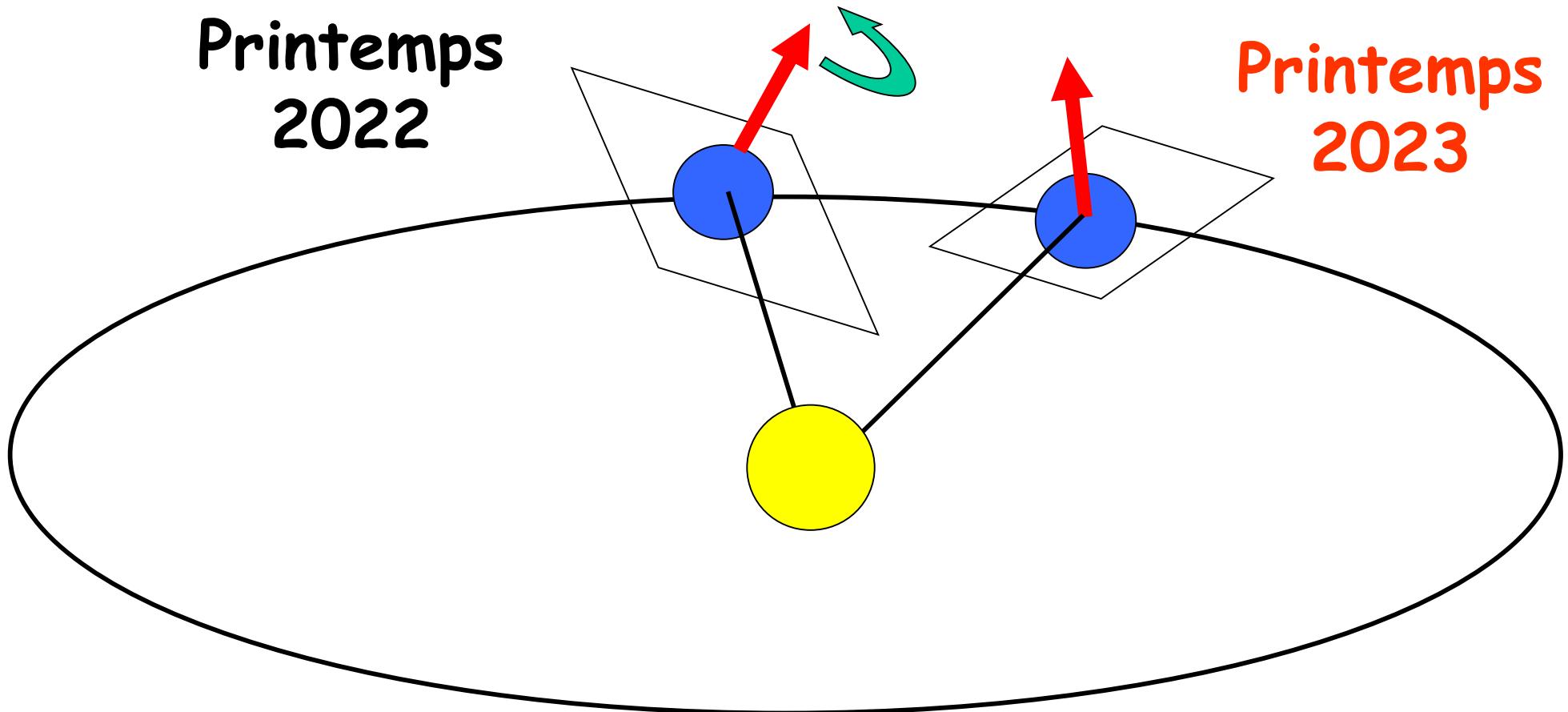


Année tropique



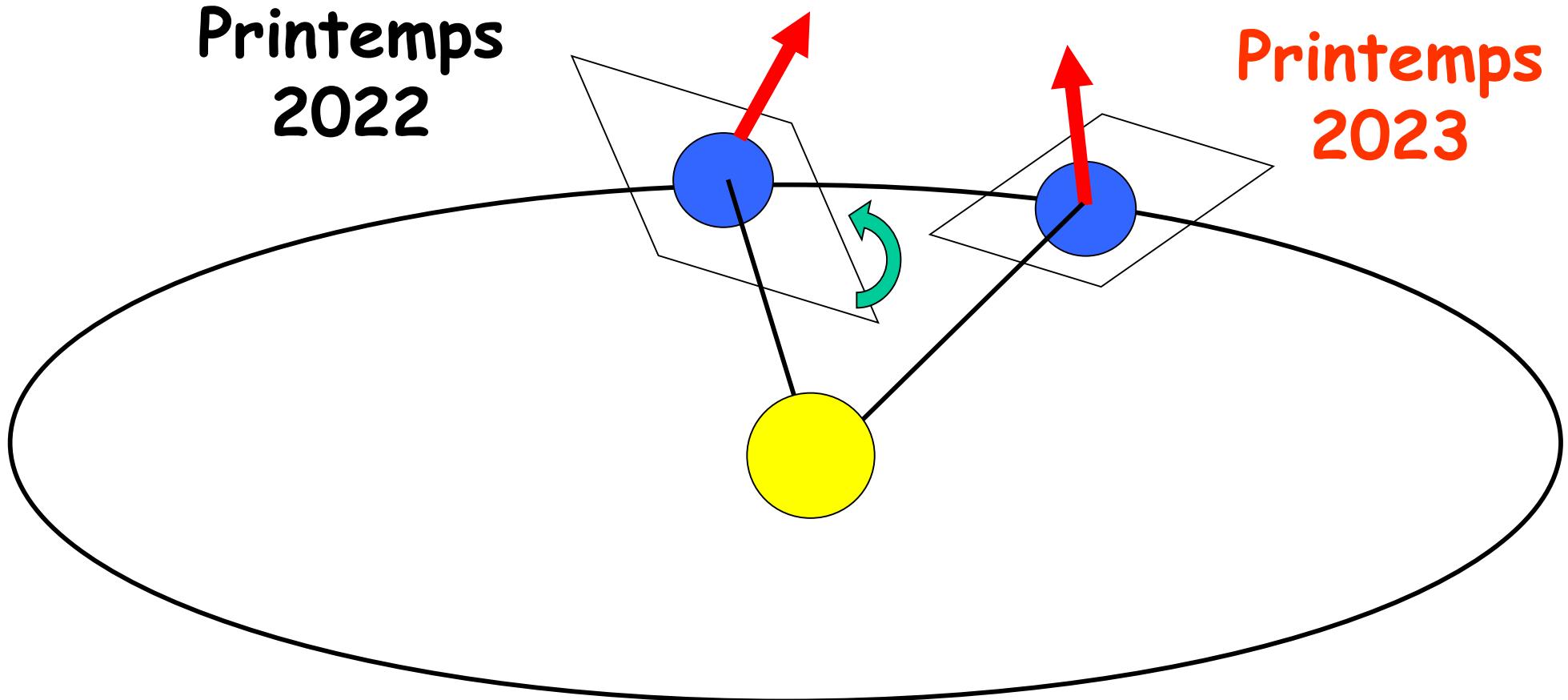
Durée entre 2 printemps

Année tropique



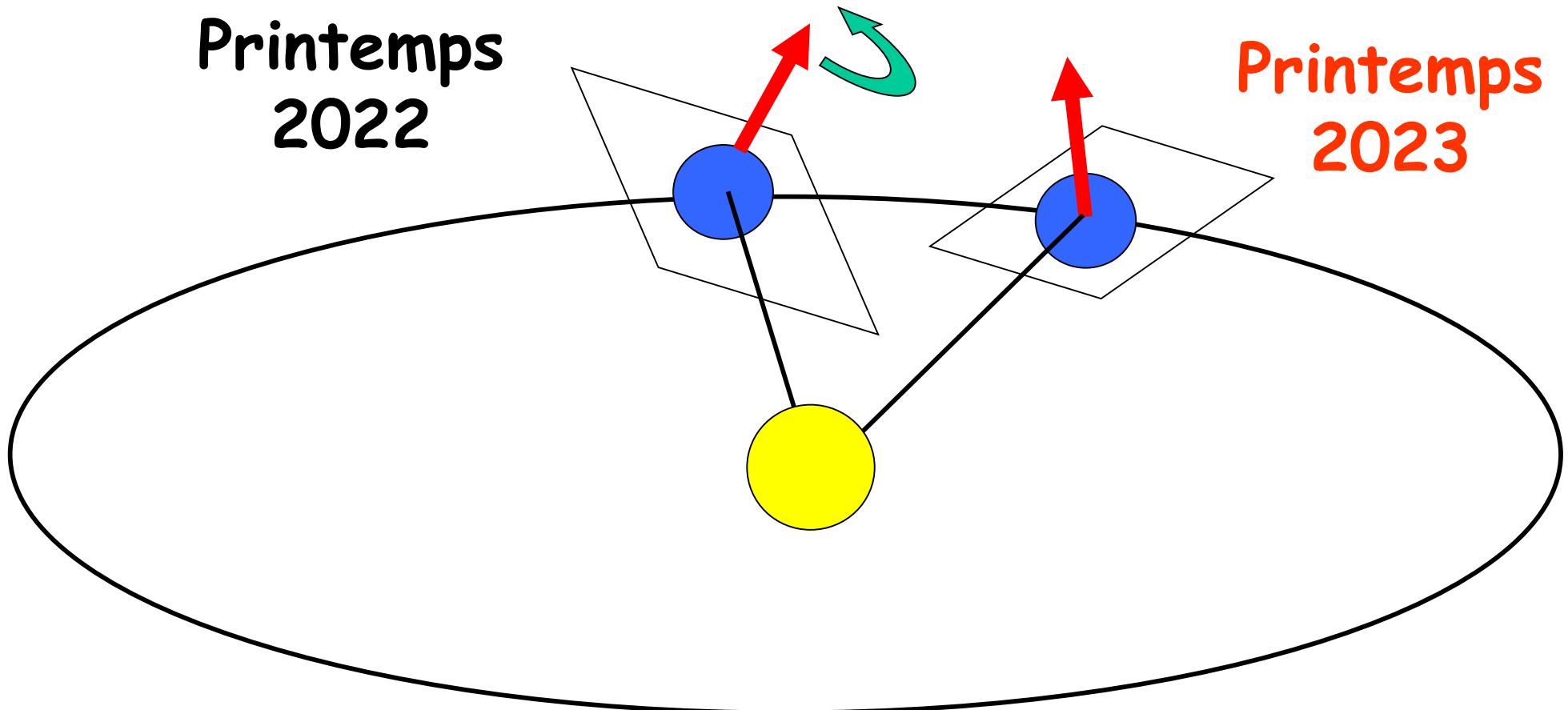
Léger mouvement
de l'axe des pôles

Année tropique



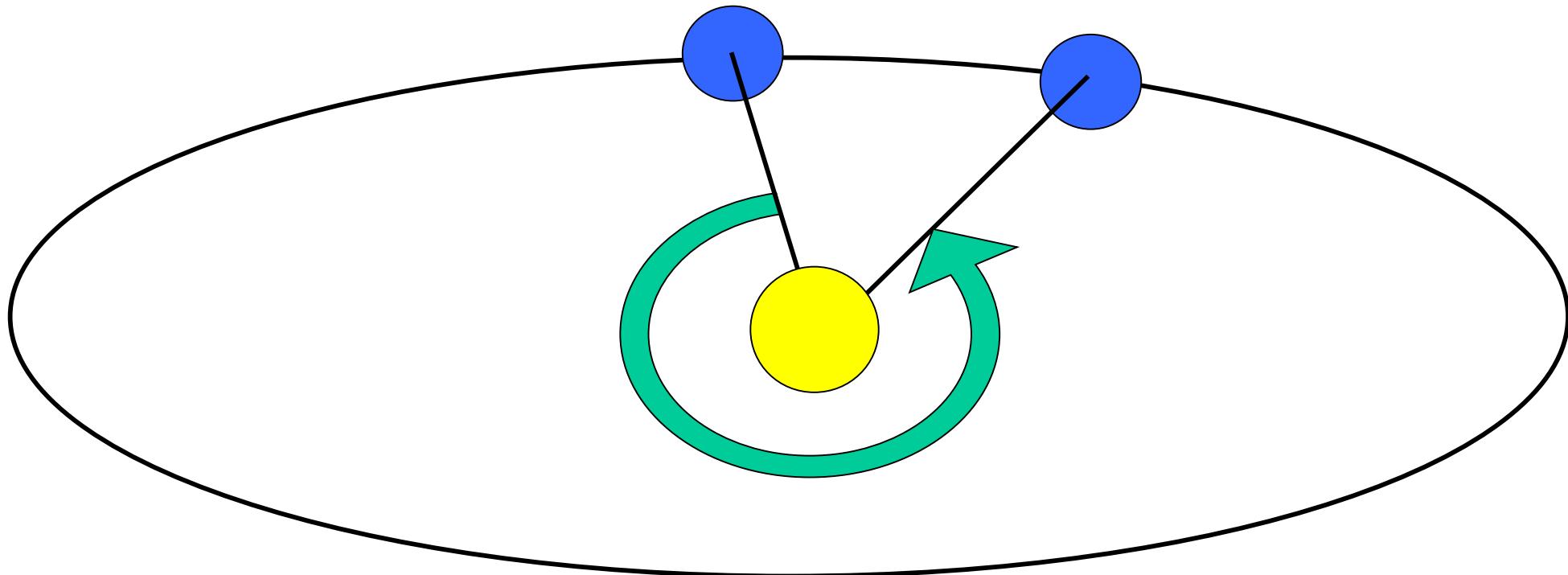
= Léger mouvement
du plan de l'équateur

Année tropique



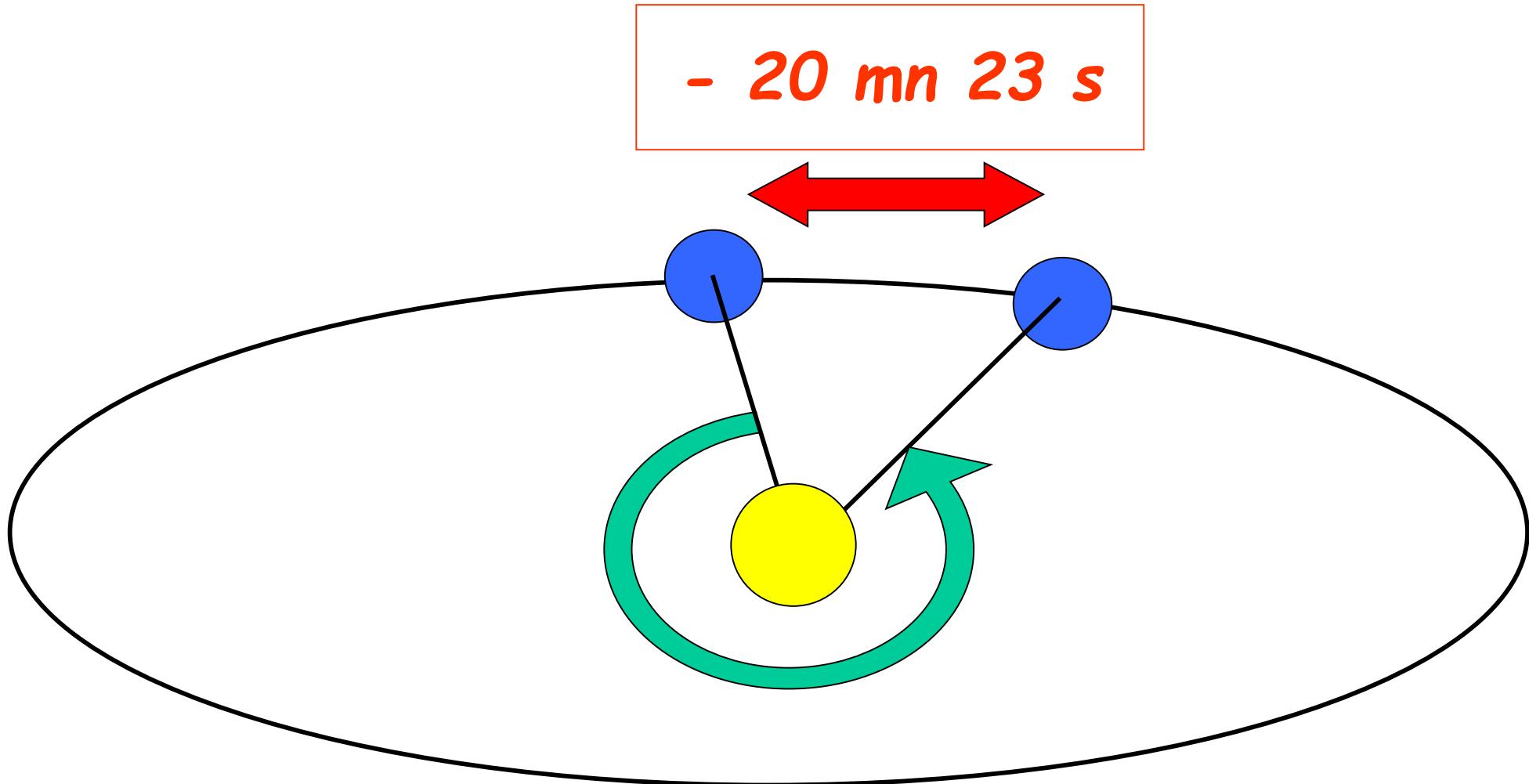
Précession des équinoxes

Année tropique



Plus courte que l'année sidérale

Année tropique



Plus courte que l'année sidérale

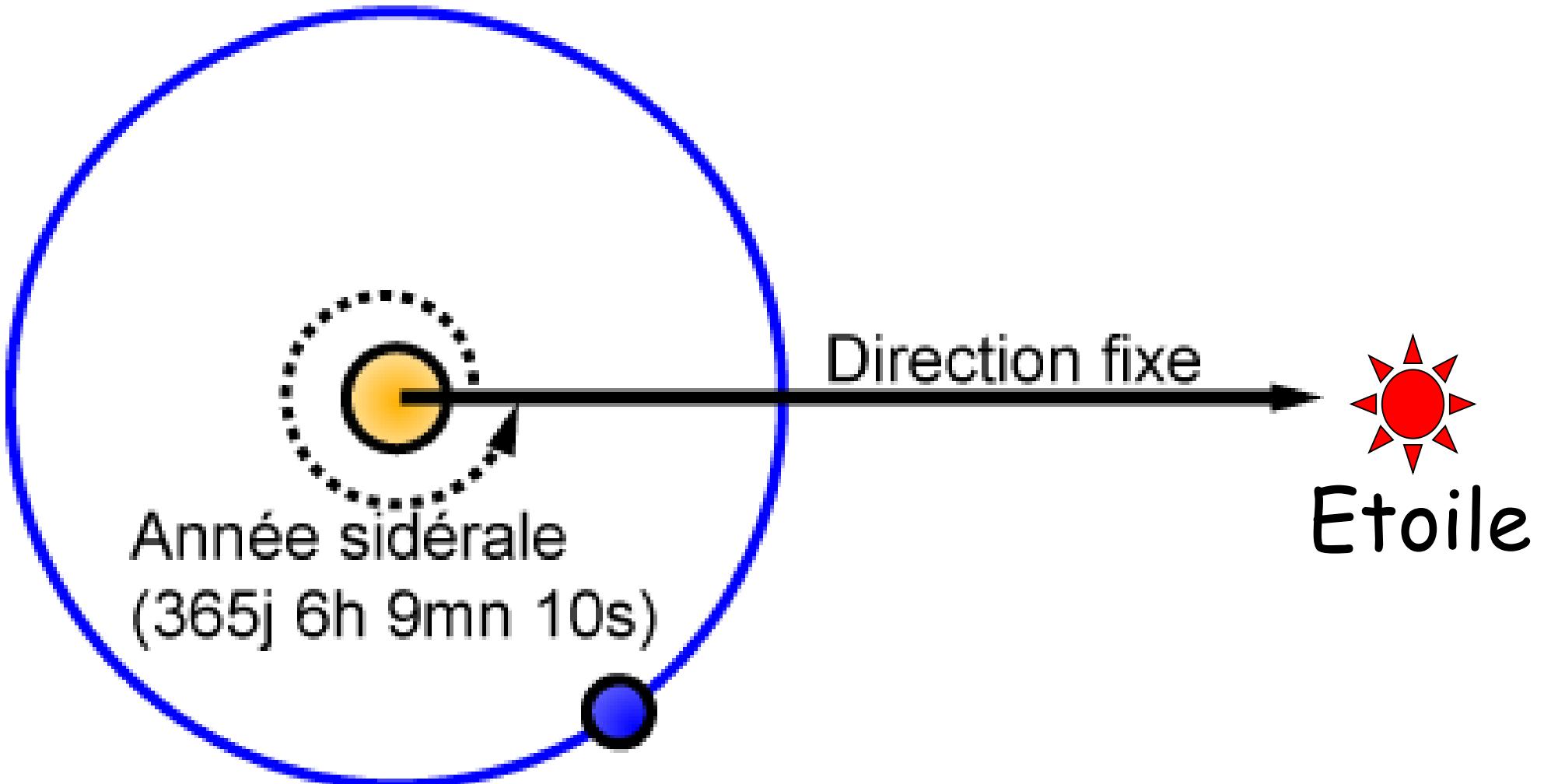
Les différentes années

Année sidérale : 365,256345 jours

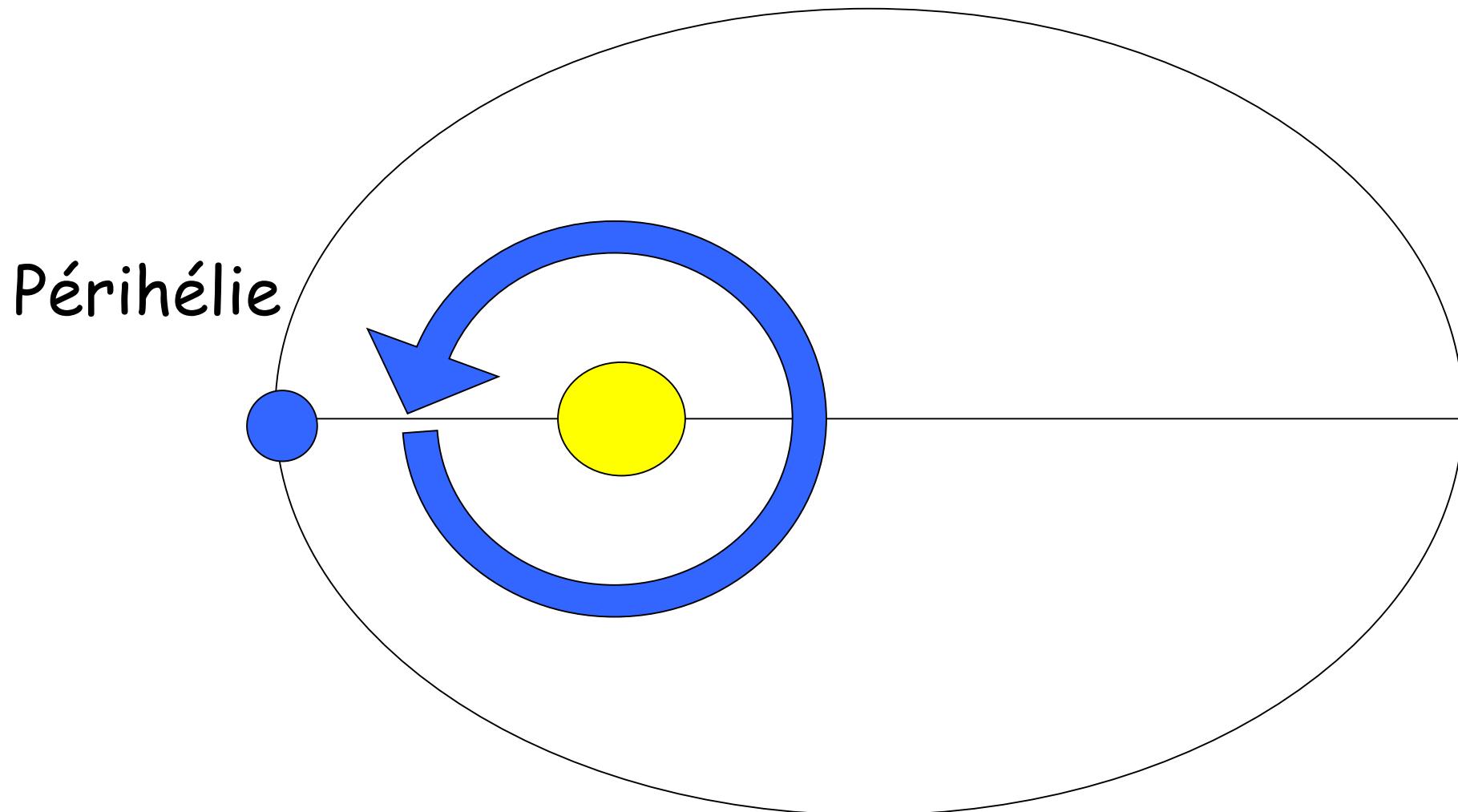
Année anomalistique : 365,259620 jours

Année tropique : 365,242199 jours

L'année sidérale

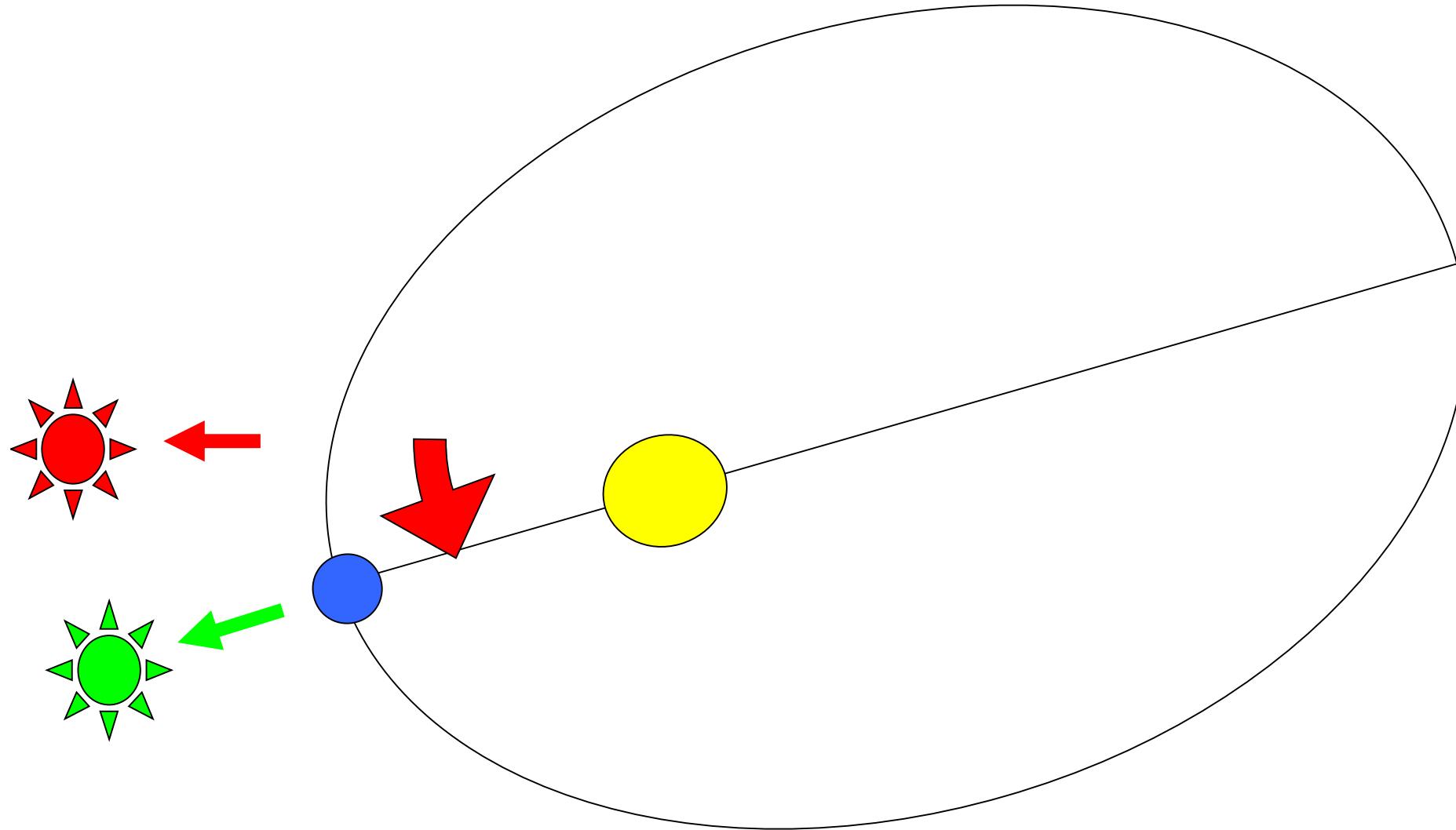


L'année anomalistique



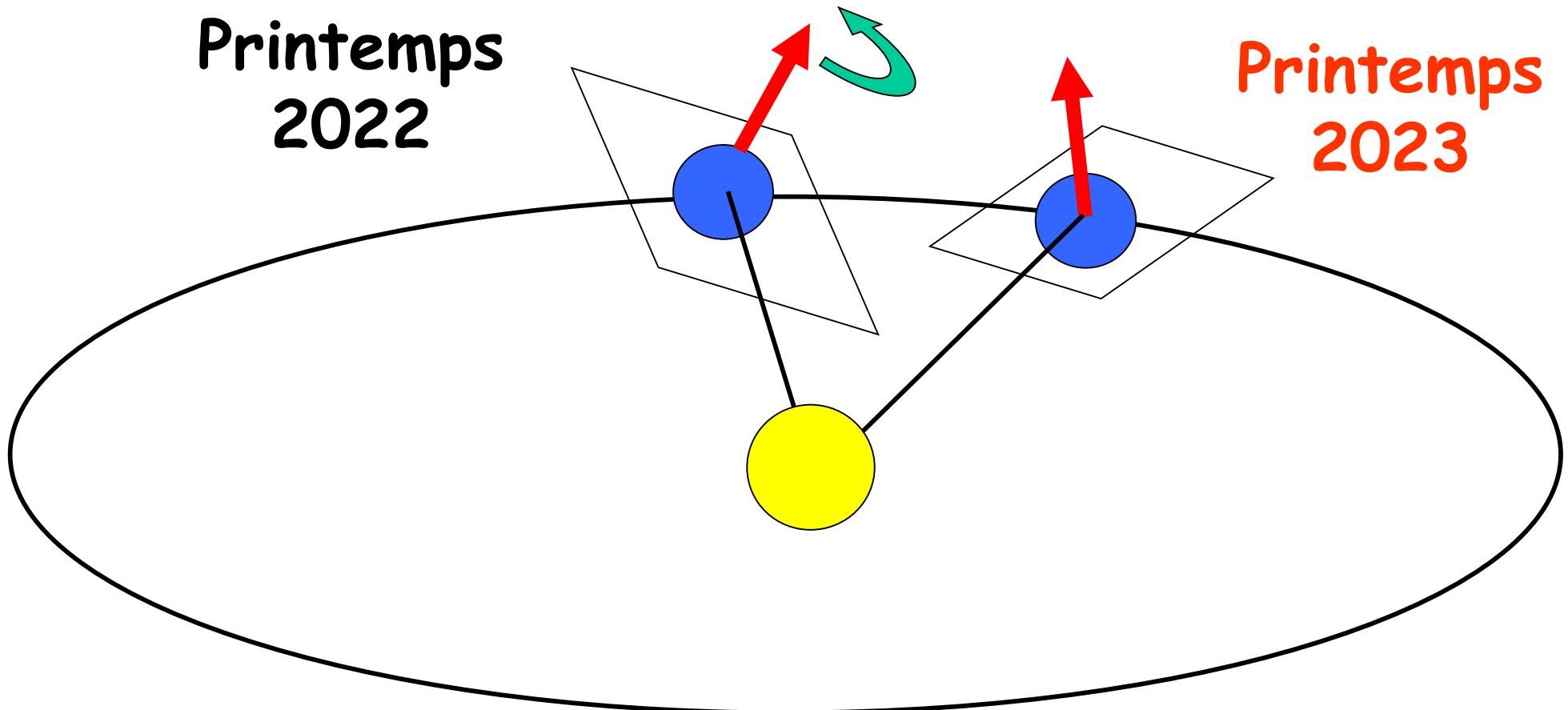
Temps entre 2 passages au périhélie

L'année anomalistique



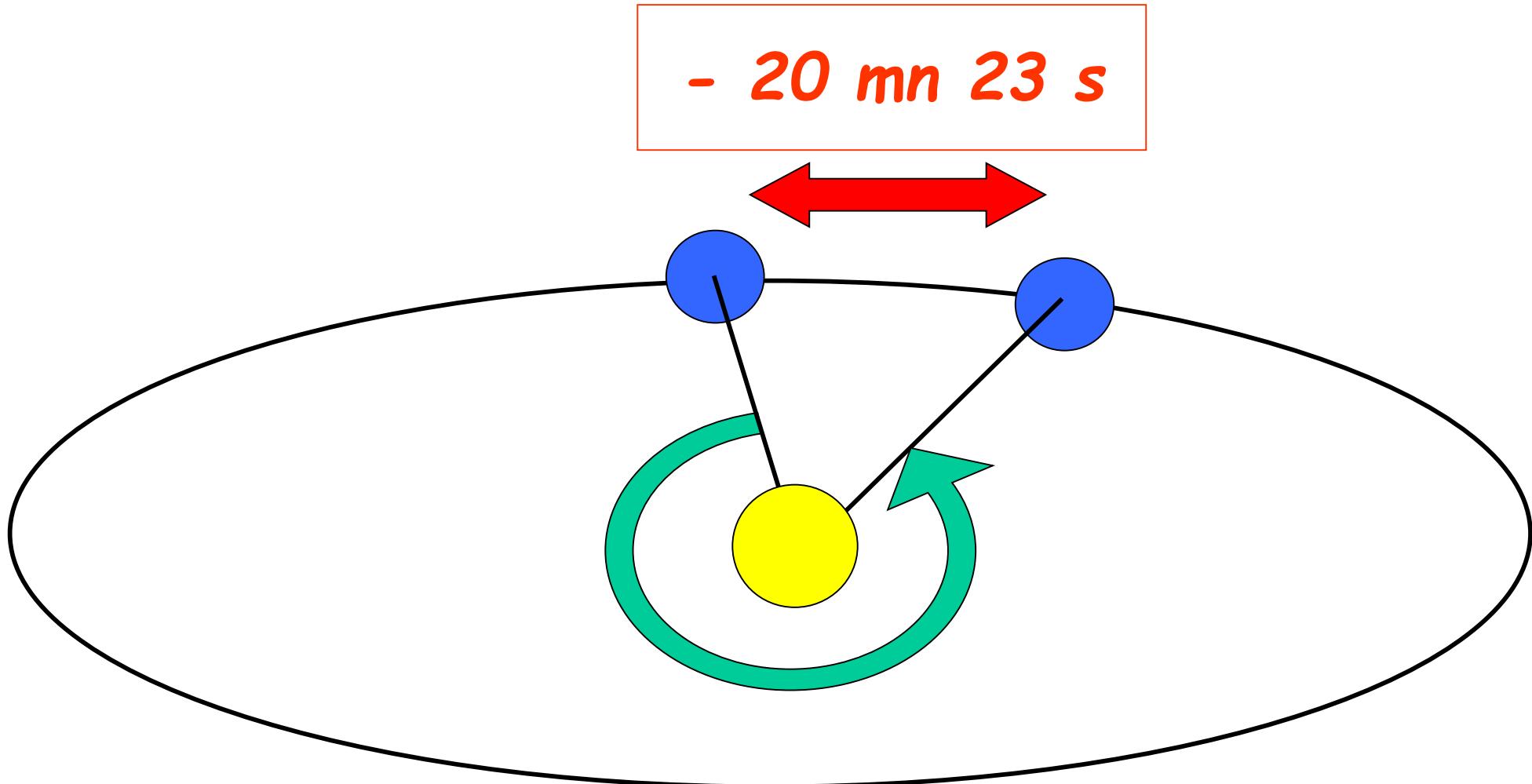
+ 4 mn 43 s

Année tropique



Précession des équinoxes

Année tropique



Plus courte que l'année sidérale

Les différentes années

Année sidérale : 365,256345 jours

Année anomalistique : 365,259620 jours

Année tropique : 365,242199 jours

Les différentes années

Année sidérale : 365,256345 jours

Année anomalistique : 365,259620 jours

Année tropique : 365,242199 jours

Quelle est la bonne ?

Calendrier

Année

= Année tropique

= 365,242199 jours

Calendrier

Comment faire un calendrier où
l'année dure
365,242199 jours

Pour que la date des saisons ne se
décale pas



Calendrier julien

Mis en place par Jules César
en 46 avant JC

2 types d'années :
365 jours
et
366 jours

Année de 365 jours

Janvier	31	Juillet	31
Février	28	Août	31
Mars	31	Septembre	30
Avril	30	Octobre	31
Mai	31	Novembre	30
Juin	30	Décembre	31

365 jours

Année de 366 jours tous les 4 ans

Janvier	31	Juillet	31
Février	29	Août	31
Mars	31	Septembre	30
Avril	30	Octobre	31
Mai	31	Novembre	30
Juin	30	Décembre	31

366 jours
Année bissextile

Calendrier julien

Année commune : 365 jours

Tous les 4 ans

Année bissextile : 366 jours

Cela ressemble à notre calendrier,
mais ce n'est pas notre calendrier
actuel

Calendrier julien

Année commune : 365 jours

Tous les 4 ans

Année bissextile : 366 jours

Cela ressemble à notre calendrier,
mais ce n'est pas notre calendrier
actuel

Pourquoi ?

Calendrier julien

Moyenne d'une année
365,25 jours

Approximation médiocre
de l'année tropique
365,242199 jours

Calendrier julien

Décalage
1 jours tous les 130 ans

Au XVI^{ème} siècle,
l'écart atteint 10 jours

Calendrier grégorien

En 1582, le pape Grégoire XIII décide de réformer le calendrier

1^{er} objectif : rattraper l'écart

Comment s'y prend t'il ?

Calendrier grégorien



Calendrier grégorien

Le lendemain
du jeudi 4 octobre 1582

fut

le vendredi 15 octobre 1582

Calendrier grégorien

Les jours
du 5 octobre 1582
au
14 octobre 1582
inclus

N'EXISTENT PAS

Calendrier grégorien

2ème objectif

Adapter la durée moyenne de l'année civile à l'année tropique

Comment s'y prend t'il ?

Calendrier grégorien

Année tropique : 365,242199 jours

Il faut ajouter un jour toutes les

1 / 0,242199 années

Calendrier grégorien

Soit 1 jour tous les 4,1288 ans

Sur 2000 ans, il faut

$2000 / 4,1288 \sim 484$ années bissextiles

Calendrier grégorien

Soit 1 jour tous les 4,1288 ans

Sur 2000 ans, il faut

$2000 / 4,1288 \sim 484$ années bissextiles

Avec le calendrier julien
il y a 500 années bissextiles

Calendrier grégorien

Comment enlever
16 années bissextiles
sur 2000 ans
avec une formule qui reste simple
?

Calendrier grégorien

Les années de siècle
Ex : 1900
ne sont pas bissextiles,
sauf celles dont
le nombre de siècles
est divisible par **4**

Calendrier grégorien

1600	bissextile
1700	commune
1800	commune
1900	commune
2000	bissextile
2100	commune

...

Calendrier grégorien

Sur 2000 ans,
on retire bien
16 années bissextiles,
les années de siècles
dont le nombre de siècles
n'est pas divisible par 4

Calendrier grégorien

Introduit en Russie
en 1918
par les bolchéviques

Calendrier grégorien

En Russie
le lendemain du
30 janvier 1918
a été le
14 février 1918

Calendrier grégorien

La révolution d'octobre
des 24 et 25 octobre 1917
(dates russes)

Calendrier grégorien

A eu lieu
les 6 et 7 novembre 1917
(dates grégoriennes)

Calendrier grégorien

En Prusse en 1610

En Angleterre en 1752

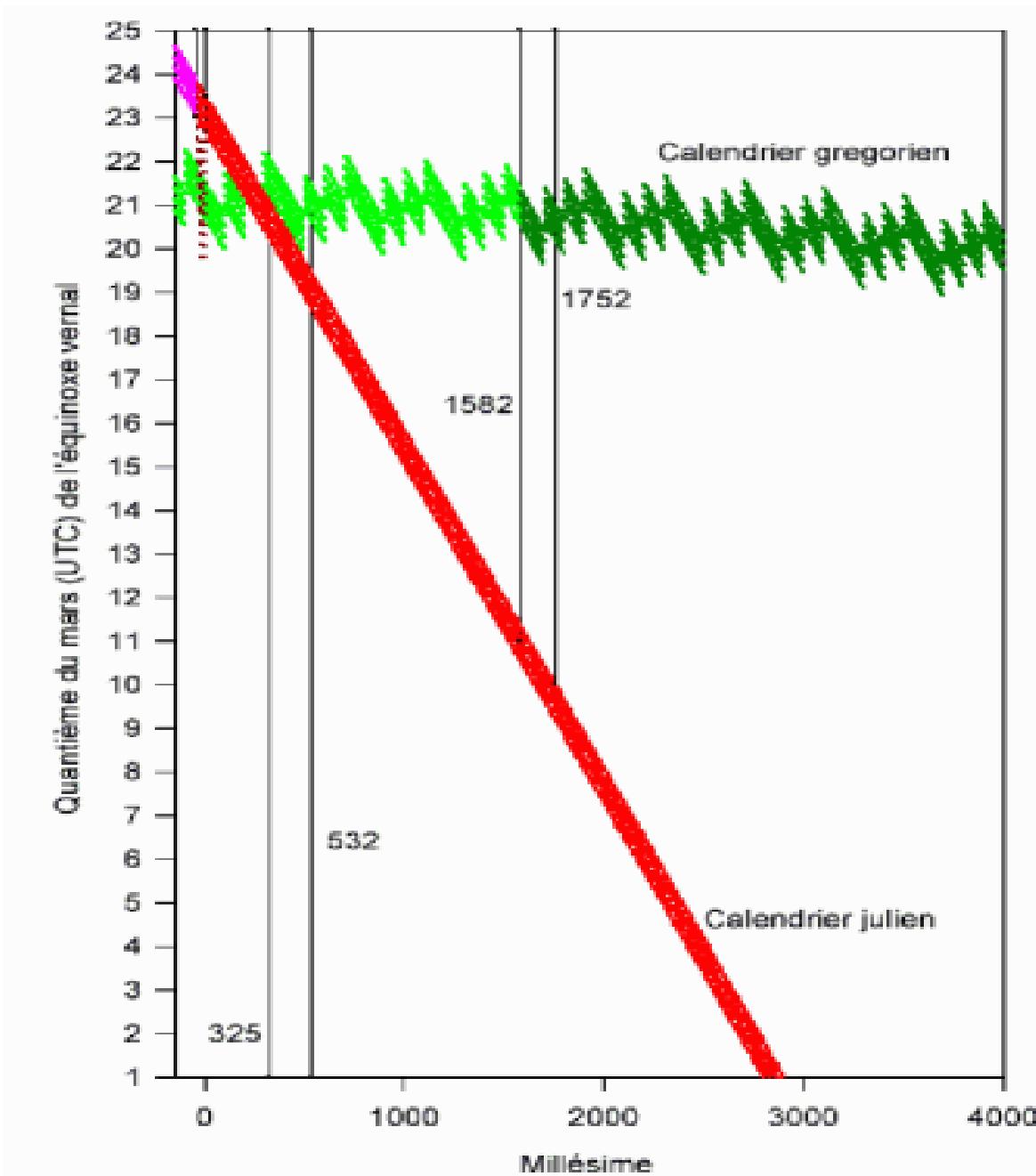
En Suède en 1753

En Lorraine en 1760

Calendrier grégorien

En Lorraine
le lendemain du
15 février 1760
a été le
28 février 1760

Calendrier grégorien



Calendriers

Autant de calendriers que de civilisations

Calendriers

Mésopotamien

Babylonien

Maya

Copte

Indien

Musulman

Judaïque

Tamoul

Chinois

...

Calendriers

Les calendriers permettent de déterminer les dates d'évènements célestes :

Saison, lunaison, équinoxes, solstices

Calendriers

Saison, lunaison, équinoxes, solstices

Ces évènements sont liés à des fêtes religieuses

Les religions élaborent leur calendrier

Calendriers

Les calendriers solaires
privilégient
une bonne approximation
de l'année tropique
365,242199 jours

Ex: Calendrier Grégorien

Calendriers

Les calendriers lunaires
privilégient
une bonne approximation
du mois lunaire
29,530589 jours

Calendriers
hégréien et hébraïque

Calendrier hégérien

12 mois lunaires de 29 à 30 jours

Chaque mois démarre au moment où le premier fin croissant de lune « hilal » est visible

Calendrier hégréien

Le cycle lunaire est de 30 ans.

Il comporte :

19 années communes de 354 jours
11 années abondantes de 355 jours.

Le début de l'année se décale donc de 10 à 12
jours par rapport aux saisons

(en moyenne de 10,88 jours par an)

Calendrier hégréien

A l'intérieur d'un cycle les années abondantes (de 355 jours) sont les années numérotées :

2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24,
26, 29

Calendrier hégérien

Nom des mois et nombre de jours

1	Mouharram	30 jours
2	Safar	29 jours
3	Rabi'-oul-Aououal	30 jours
4	Rabi'-out-Tani	29 jours
5	Djoumada-l-Oula	30 jours
6	Djoumada-t-Tania	29 jours
7	Radjab	30 jours
8	Cha'ban	29 jours
9	Ramadan	30 jours
10	Chaououal	29 jours
11	Dou-l-Qa'da	30 jours
12	Dou-l-Hidjja	29 ou 30 jours

Calendrier hégérien

Années communes / années abondantes

Mois 12 Dou-l-Hidjja 29 ou 30 jours

Année commune : 29 jours
Année abondante : 30 jours

Calendrier hégérien

L'an 1 de ce calendrier a débuté le
premier jour de l'an 1 de l'hégire :
le 1er mouharram

(le vendredi 16 juillet 622 ap. J.-C)

Calendrier hégréien

Il existe d'autres variantes utilisant une chronologie différente

La date origine est parfois fixée
au 15 juillet 622 ap. J-C

Calendrier hégérien

L'année précédente était
l'année 1443 de l'hégire,
du 10 août 2021 au 29 juillet 2022
(année commune)

Calendrier hégérien

L'année actuelle est 1444 de l'hégire, du
du 30 juillet 2022 au 18 juillet 2023
(année commune)

3 février 2023 :
12 Radjab, 1444h

Calendrier hégréien

Le calendrier présenté ici est théorique.

Il arrive aussi que pour la détermination des fêtes religieuses, le début du mois soit défini par l'observation du premier croissant de lune suivant la nouvelle lune.

Les calendriers sont alors locaux et dépendent des conditions d'observation

Calendrier hégréien

La nuit du doute :
nuit de la fin d'un mois lunaire

Le ciel est observé pour apercevoir
Le croissant lunaire (« hilal »)
après la nouvelle lune

Calendrier hégérien

29ème et dernière nuit du mois de Cha'bân

si le croissant de Lune
est visible :

le mois de Ramadan débute le lendemain matin

sinon :

le mois de Cha'bân est de 30 jours
le mois de Ramadan commence le jour d'après

Calendrier hégérien

Selon le calendrier théorique
cette année 2023 le mois de Ramadan
commence :

le 23 mars
(le soir du mercredi 22 mars)

Date susceptible d'être modifiée

Calendrier hébraïque

Calendrier luni-solaire composé :

- d'années solaires,
- de mois lunaires,
- de semaines de sept jours commençant le dimanche et se terminant le samedi,
jour du Chabbat

Calendrier hébraïque

Départ :

Dans le 1^{er} livre de la Bible
La Genèse

Bereshit : le Commencement

Début 7 octobre de l'an 3760 avant JC
1^{er} Tisseri de l'an 1

Calendrier hébraïque

12 années communes de 12 mois
7 années embolistiques de 13 mois

Cycle de Méthon de 19 ans
Les phases de la Lune
ont lieu les mêmes jours
de l'année

Calendrier hébraïque

Nom des mois et nombre de jours

1	Tisseri	30 jours
2	Hesvan	29 ou 30 jours
3	Kislev	29 ou 30 jours
4	Tébeth	29 jours
5	Schébat	30 jours
6	Adar	29 ou 30 jours
7	Nissan	30 jours
8	Iyar	29 jours
9	Sivan	30 jours
10	Tamouz	29 jours
11	Ab	30 jours
12	Elloul	29 jours

Calendrier hébraïque

Dans le cycle de 19 ans
les années embolismiques
(de 13 mois)
sont celles numérotées :

3, 6, 8, 11, 14, 17 et 19

Calendrier hébraïque

Dans les années embolismiques

on intercale le mois de Véadar
de 29 jours
entre les mois

d'Adar (6^{ème} mois)
et de Nissan (7^{ème} mois)

Calendrier hébraïque

Les années communes peuvent durer
353, 354, ou 355 jours

Les années embolismiques peuvent durer
383, 384, ou 385 jours.

Les trois espèces d'années ainsi définies
sont dites, respectivement :

Défectives, régulières ou abondantes

Calendrier hébraïque

L'année actuelle est l'année 5783

Elle compte 12 mois : **Année commune**

2	Hesvan	29 ou 30 jours
3	Kislev	29 ou 30 jours
6	Adar	29 ou 30 jours

Calendrier hébraïque

2	Hesvan	29 ou 30 jours
3	Kislev	29 ou 30 jours
6	Adar	29 ou 30 jours

Cette année :

Hesvan	30 jours
Kislev	30 jours
Adar	29 jours

Année régulière

Calendrier hébraïque

3 février 2023 :

12 Schébat 5783

Année commune et régulière
(354 jours)

Calendrier hébraïque

- Année solaire :

Commence le 1^{er} du mois de Tichri

Anniversaire de la création du Monde

- Année lunaire :

Commence le 1^{er} du mois de Nissan

Commencement de tous les mois

- Année agricole :

Commence le 15 du mois de Shevat

"Nouvel An des arbres"

Calendrier hindou

Calendrier luni-solaire

12 mois lunaires
et

également 12 mois solaires
alignés sur les saisons

Calendrier hindou

Le premier jour de l'année zéro du
calendrier hindou correspond au 23 janvier
3102 av. J.-C

Calendrier chinois

Calendrier luni-solaire

Des mois lunaires

1^{er} du mois : Nouvelle lune

15 du mois : Pleine Lune

Calendrier chinois

Une année solaire :

12 mois lunaires

+

environ 10 jours

Calendrier chinois

On ajoute 7 mois intercalaires
sur une période de 19 ans

Cycle de Méthon

Calendrier chinois

Début :

Date de naissance
de l'Empereur Jaune Houang-Ti

2697 avant JC

Calendrier républicain

Adopté par la Convention Nationale
le 5 octobre 1793

Début :

« le 22 septembre 1792 de l'ère vulgaire,
jour où le Soleil est arrivé à l'équinoxe
vrai d'automne, à 9 heures 18 minutes 30
secondes du matin pour l'observatoire de
Paris »

Calendrier républicain

« Le commencement de chaque année
est fixé à minuit,
commençant le jour où tombe
l'équinoxe vrai d'automne
pour l'observatoire de Paris »

Calendrier républicain

12 mois égaux de 30 jours
= 360 jours

5 jours pour compléter l'année
(les sansculottides)

1 jour complémentaire tous les 4 ans
(le jour de la Révolution)

Calendrier républicain

Automne :

Vendémiaire Brumaire Frimaire

Hiver :

Nivôse Pluviôse Ventôse

Printemps :

Germinal Floréal Prairial

Été :

Messidor Thermidor Fructidor

Calendrier républicain

Chaque mois est divisé
en 3 parties égales de 10 jours
appelées décades
qui remplacent les semaines

Calendrier républicain

Les jours de la décade s'appellent :

Primidi, duodi, tridi, quartidi, quintidi,
sextidi, septidi, octodi, nonidi et décadi

Calendrier républicain

Le retour au calendrier grégorien
se fait le 1^{er} janvier 1806

(11 nivôse an 14)

Calendrier républicain

Vendredi 3 février 2023

Quartidi 14 Pluviôse
an 231
Avelinier
(variété de noisetier)

Calendriers

Solaire : 365,242199 jours
Grégorien

Méthode de d'ajustement :
Années bissextiles
Années de siècles divisibles par 4

Calendriers

Lunaire : 29,530589 jours × 12
354,367068 jours

Hégérien

6 mois × 30 jours
6 mois × 29 jours
= 354 jours

Calendriers

Calendrier Hégérien

Décalage par rapport au calendrier Grégorien

$$365,242199 - 354 = \\ 11,242199 \text{ jours}$$

Le début du Ramadan se décale de 11 jours tous les ans

Calendriers

Calendrier Hégérien

Décalage par rapport à la lunaison

29,530589 jours x 12

354,367068 jours

354,367068 - 354 = 0,367068 jour

Calendriers

Calendrier Hégérien

Méthode d'ajustement par rapport à la lunaison :

0,367068 jour à rattraper

+ 11 jours tous les 30 ans

$$11/30 = 0,3666 \text{ jours}$$

Calendriers

Luni-solaires :

Hébraïque, Hindou, Chinois

Décalage solaire - lunaire :

Solaire : 365,242199 jours

Lunaire : 29,530589 jours × 12
354,367068 jours

A rattraper : 10,875131 jours

Calendriers

Luni-solaires :

Hébraïque, Hindou, Chinois

Méthode d'ajustement :

A rattraper : 10,875131 jours

7 mois supplémentaires sur 19 ans

Calendriers

Méthode d'ajustement :

A rattraper : 10,875131 jours

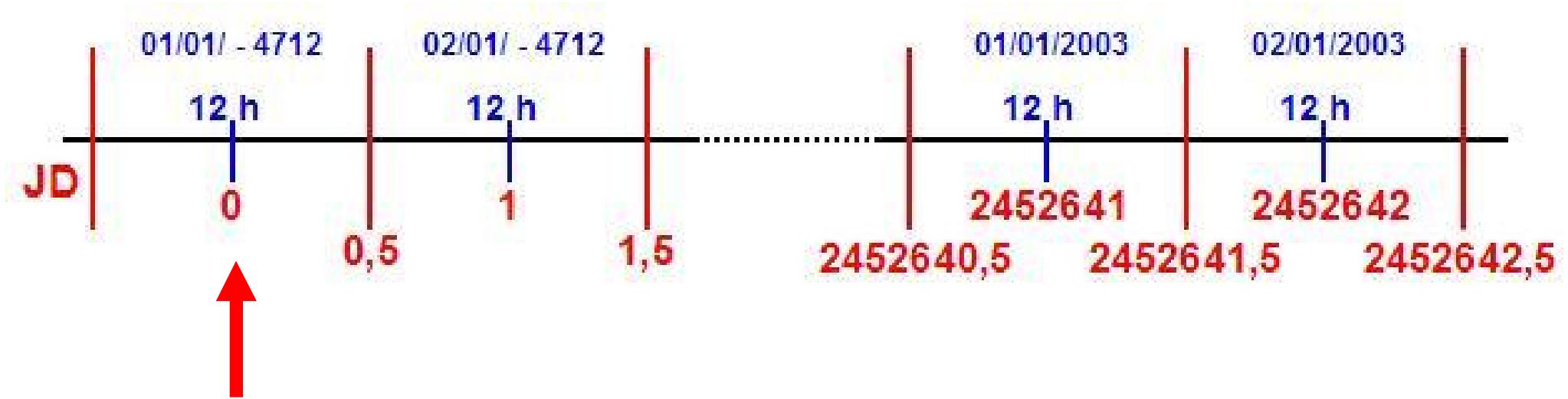
7 mois supplémentaires sur 19 ans

$7 \times 29 \text{ jours} / 19 = 10,68421 \text{ jours}$

ou

$7 \times 30 \text{ jours} / 19 = 11,05263 \text{ jours}$

Calendrier des astronomes



Numérotation des jours
à partir d'un jour 0

Calendrier des astronomes

3 février 2023 à 12h TU

Jour Julien = 2.459.979,00

Calendrier des astronomes

Utilisation des fractions de jours

1 heure = 1/ 24 jour

3 février 2023 à 17 h

JJ = 2.459.979,2083

Calendrier des astronomes

Avantages

Datation d'événements
indépendamment
du **calendrier** local
(événements anciens)

Calendrier des astronomes

Avantages

Calcul immédiat
de la durée d'un événement
par différence de dates

Calendrier des astronomes

Avantages

Date universelle
définie par

l'Union Astronomique Internationale

Calendrier des astronomes

Pourquoi JJ 0 est-il
le 1^{er} janvier - 4712
?

Calendrier des astronomes



Scaliger (1540-1609)

Calendrier des astronomes

le 1^{er} janvier - 4712

Début de 3 cycles

Calendrier des astronomes

1^{er} cycle

Cycle solaire de 28 ans

Les dates du calendrier
correspondent au même jour de la
semaine

Calendrier des astronomes

2ème cycle

Cycle de Méton, ou Nombre d'Or
de 19 ans

Les phases de la Lune
ont lieu les mêmes jours
de l'année

Calendrier des astronomes

3ème cycle

Indiction romaine de 15 ans

Calendrier des astronomes

3ème cycle

Indiction romaine de 15 ans

Aucune signification astronomique

Calendrier des astronomes

3ème cycle

Indiction romaine de 15 ans

Aucune signification astronomique

Période de révision
de l'impôt foncier
sous l'empereur Constantin

Calendrier des astronomes

Scaliger a calculé
que le début de
ces 3 cycles
se situait le
1^{er} janvier - 4712

Calendrier des astronomes



Ces 3 cycles figuraient
dans le calendrier de la Poste

Calendrier des astronomes



Introduit dans l'astronomie moderne
par John Herschell
(fils de William, découvreur d'Uranus)

Calendrier des astronomes

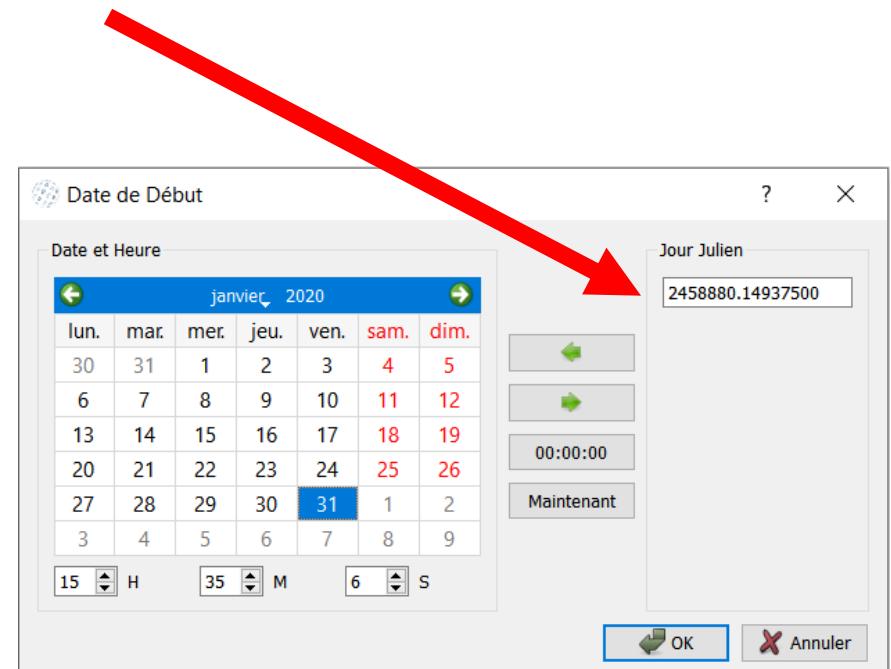
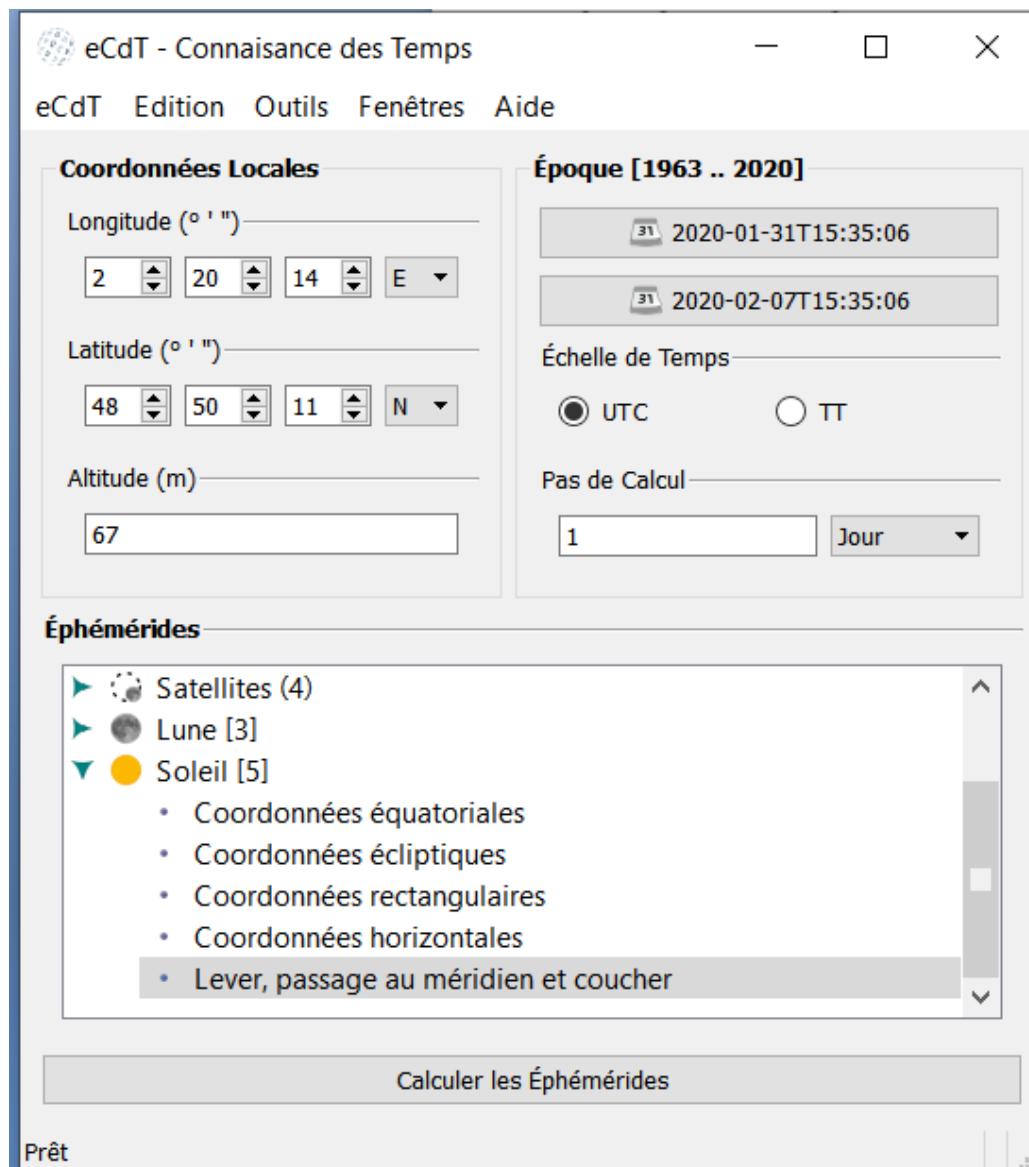


SOLEIL

Date*	Alpha(2000)	Delta(2000)	JJulien	TSid_Local10h	Longitude(°)
18/03/2004	23h53m29s	-00°42'28"	2453083	12h08m02s	-1.7747
19/03/2004	23h57m08s	-00°18'44"	2453084	12h11m59s	-0.78024
20/03/2004	00h00m47s	+00°05'00"	2453085	12h15m56s	0.21372
21/03/2004	00h04m26s	+00°28'42"	2453086	12h19m52s	1.2071
22/03/2004	00h08m04s	+00°52'23"	2453087	12h23m49s	2.2
23/03/2004	00h11m43s	+01°16'03"	2453088	12h27m45s	3.1922
24/03/2004	00h15m22s	+01°39'41"	2453089	12h31m42s	4.1839
25/03/2004	00h19m00s	+02°03'16"	2453090	12h35m38s	5.175
26/03/2004	00h22m38s	+02°26'49"	2453091	12h39m35s	6.1654
27/03/2004	00h26m17s	+02°50'18"	2453092	12h43m31s	7.1553
28/03/2004	00h29m55s	+03°13'44"	2453093	12h47m28s	8.1444
29/03/2004	00h33m34s	+03°37'06"	2453094	12h51m25s	9.133
30/03/2004	00h37m12s	+04°00'24"	2453095	12h55m21s	10.121
31/03/2004	00h40m51s	+04°23'38"	2453096	12h59m18s	11.108
01/04/2004	00h44m29s	+04°46'56"	2453097	13h03m14s	12.095

Utilisé dans les éphémérides
et pour la datation

Calendrier des astronomes



Logiciel eCdT de l'Institut de Mécanique Céleste et
de Calcul des Ephémérides (IMCCE)

Calendrier des astronomes

Solutions

The orbital solutions of the Sun, the eight planets, the dwarf planet Pluto and the Moon, the libration of the Moon are available as binary or text data files. These orbital solutions are expressed in the TDB and TCB time scales. The time scale transformations TT-TDB and TCG-TCB are available in the binary or text data files.

The binary and text data files provide the rectangular coordinates (x,y,z) in kilometers of the bodies with respect to the International Celestial Reference Frame (ICRF). The librations are given in radians. The time scale transformation TT-TDB and TCG-TCB is given in seconds for the files including it.

time period (years from J2000)	TDB time scale
-100 to 100	 (64 Mbytes)
-1000 to 1000	 (642 Mbytes)

Calendrier des astronomes

Astronomical Solutions for Earth Paleoclimates

Solutions are also available for Mars paleoclimates [here](#).

Solutions La2010 for Earth orbital elements from -250 Myr to the present

Data files [here](#) (revision 08 mars 2011)

reference:

Laskar, J., Fienga, A., Gastineau, M., Manche, H.: 2011,
La2010: A new orbital solution for the long-term motion of the Earth.
Astron. Astrophys., Volume 532, A89
[PDF](#) (free access paper)

For insolation and obliquity, the La2004 solution (below) should be used.

Solutions La2004 from -50 Myr to +20 Myr

Source programs and data files [here](#) (revision 18 january 2010)

Precompiled packages for various platforms are available in this [download area](#) (revision 17 august 2015)

Computations could be performed using this [web-based interface](#) (revision 18 january 2010)

This solution is the nominal solution La2004 used in (Laskar et al., 2004).

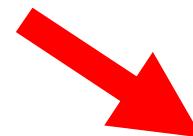
**Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des
Ephémérides (IMCCE)**

Jour julien



Le début du jour est à 12h TU

3 février à 12h TU



Jour Julien = 2.459.979,00

Jour julien

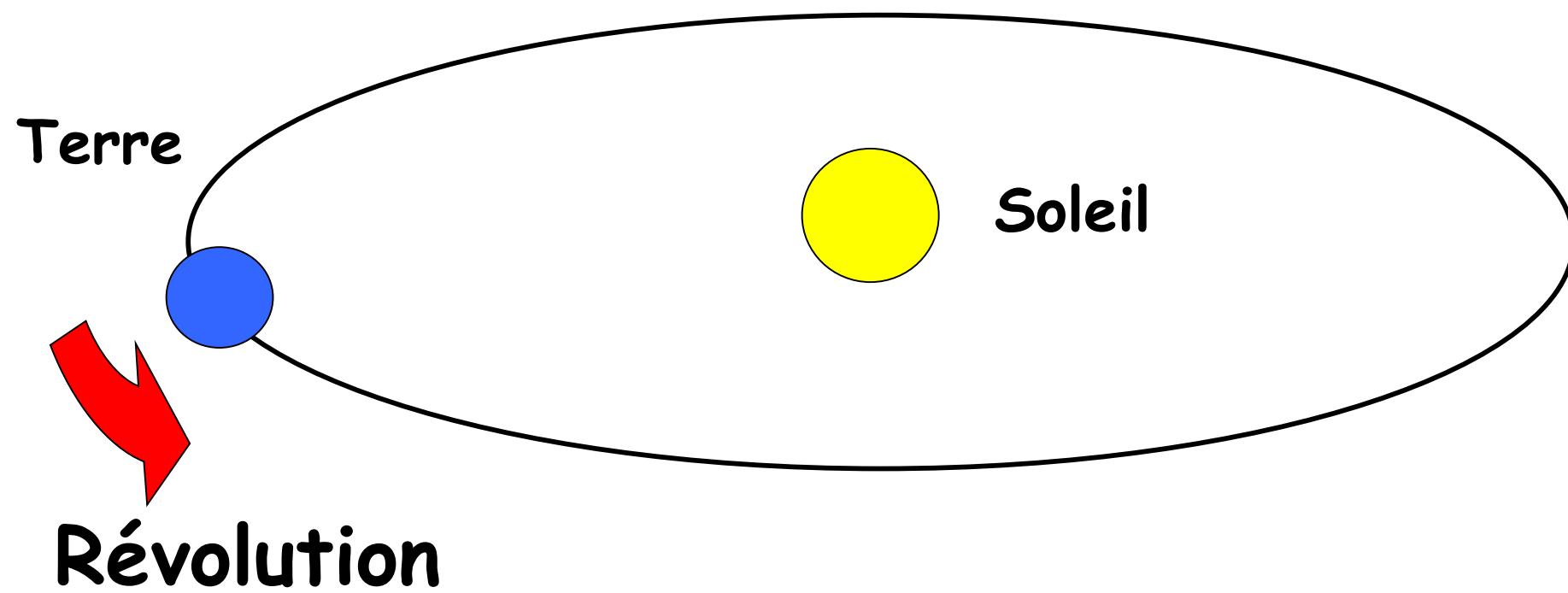


Le début du jour est à 12h TU

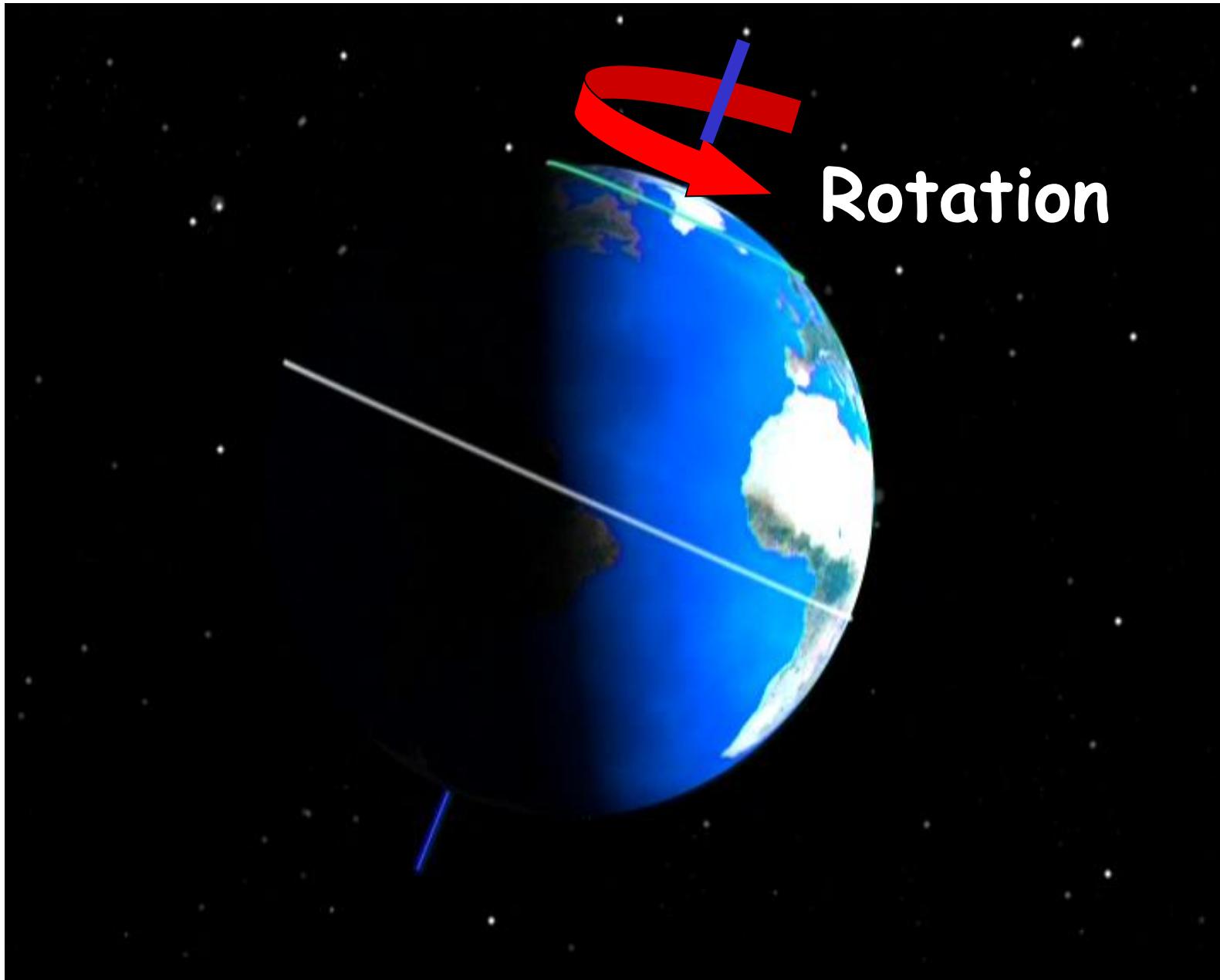
3 février 2023 à 16h TU

Jour Julien = 2.459.979,1666

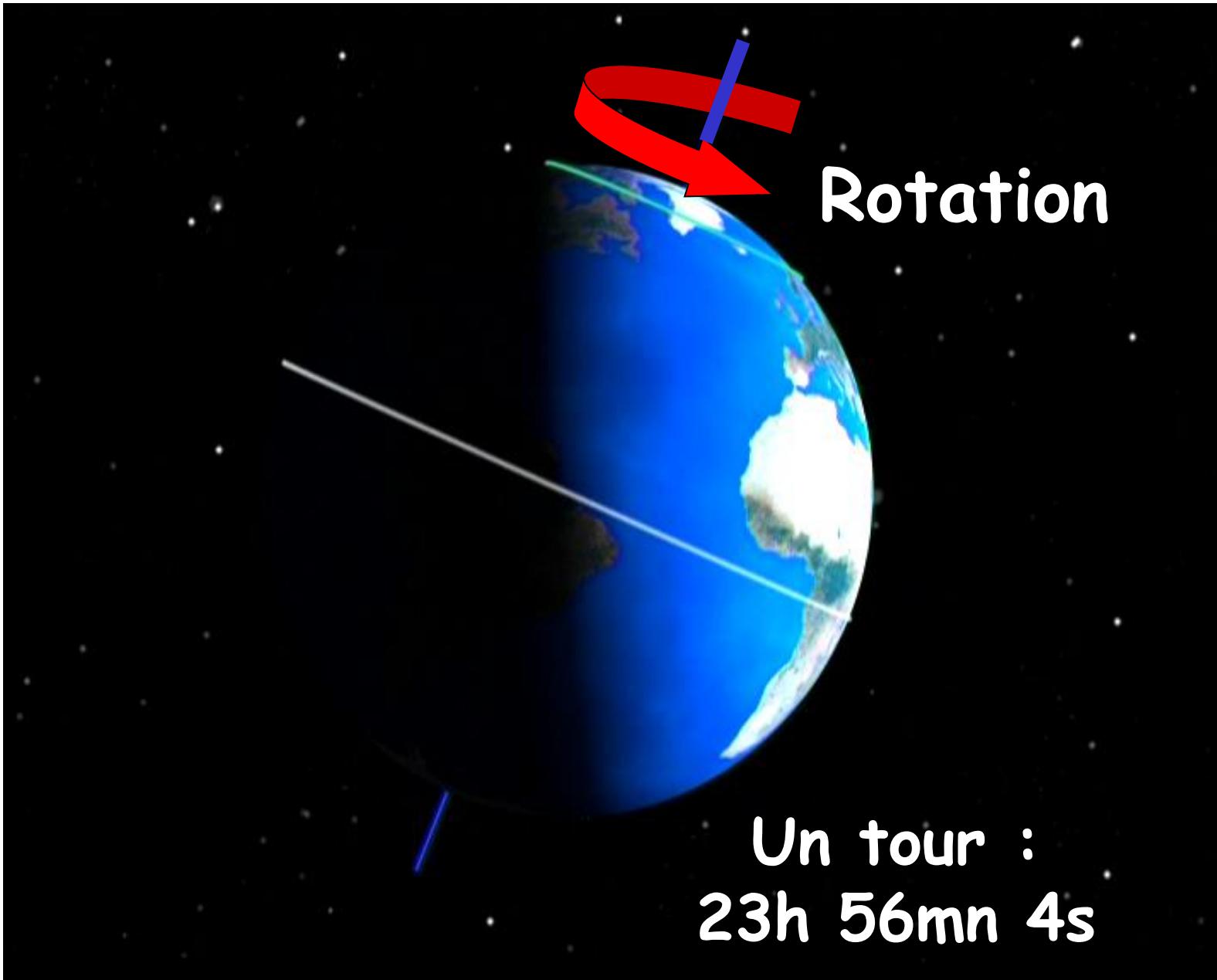
Rotation de la Terre



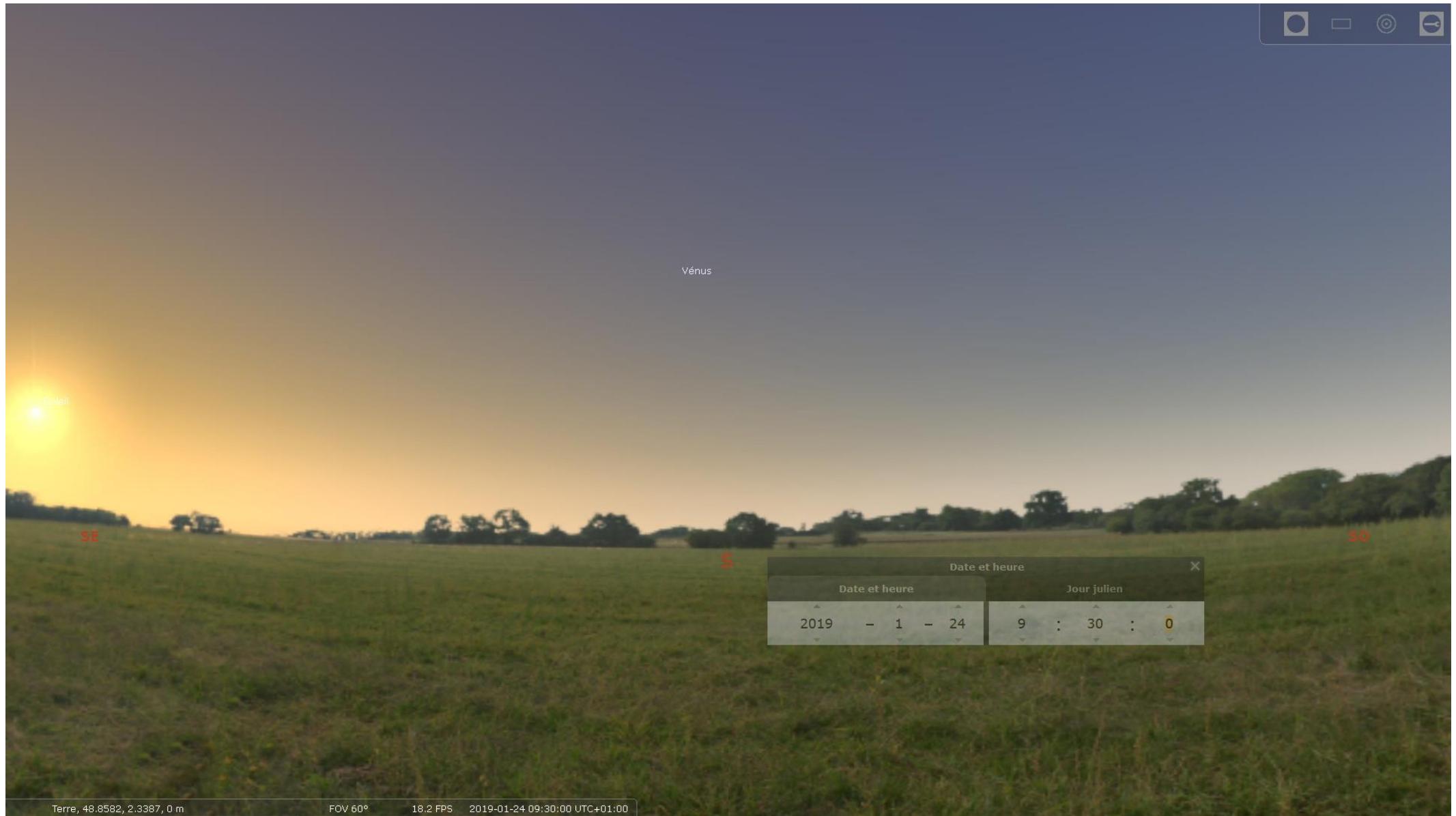
Rotation de la Terre



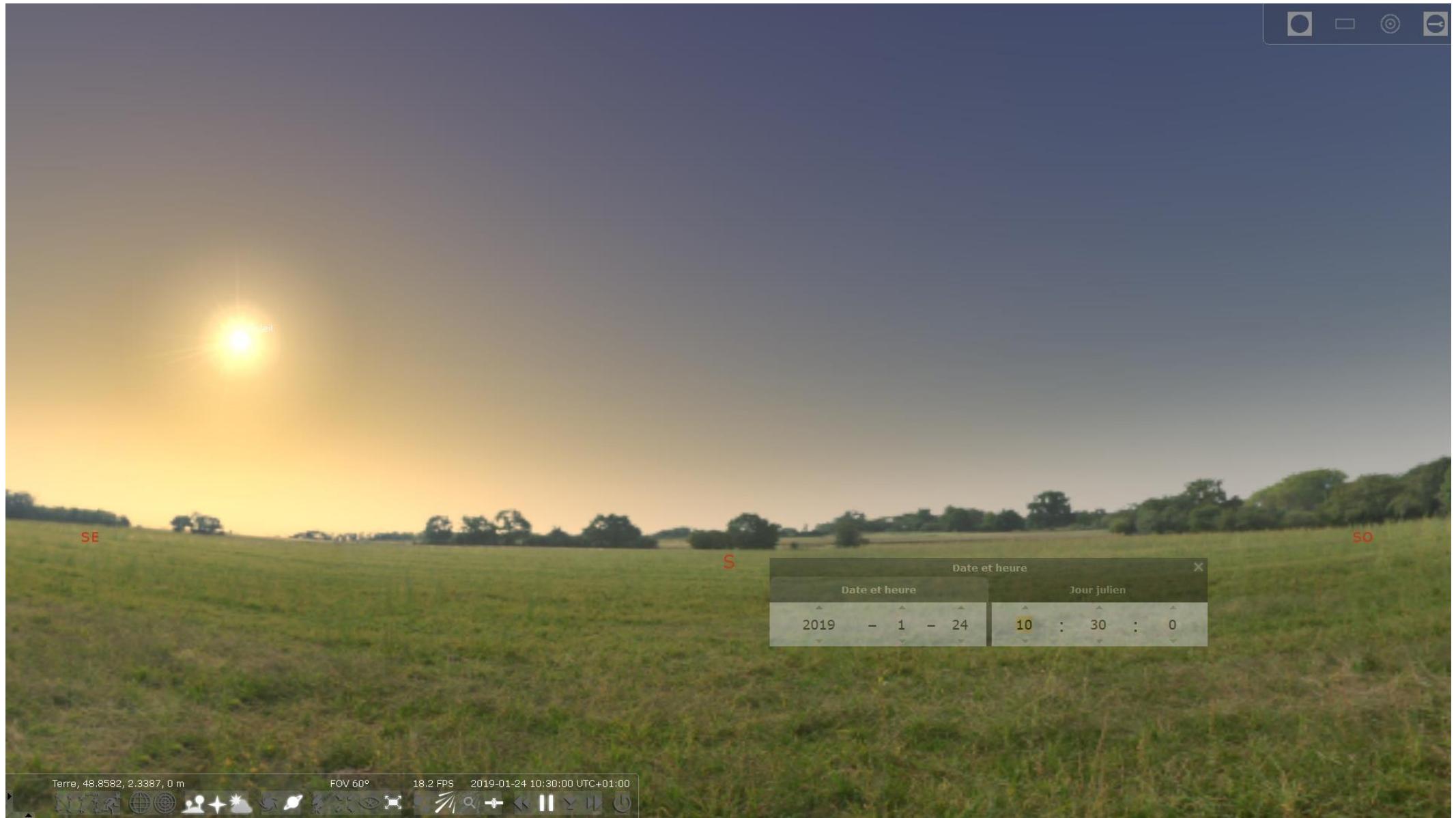
Rotation de la Terre



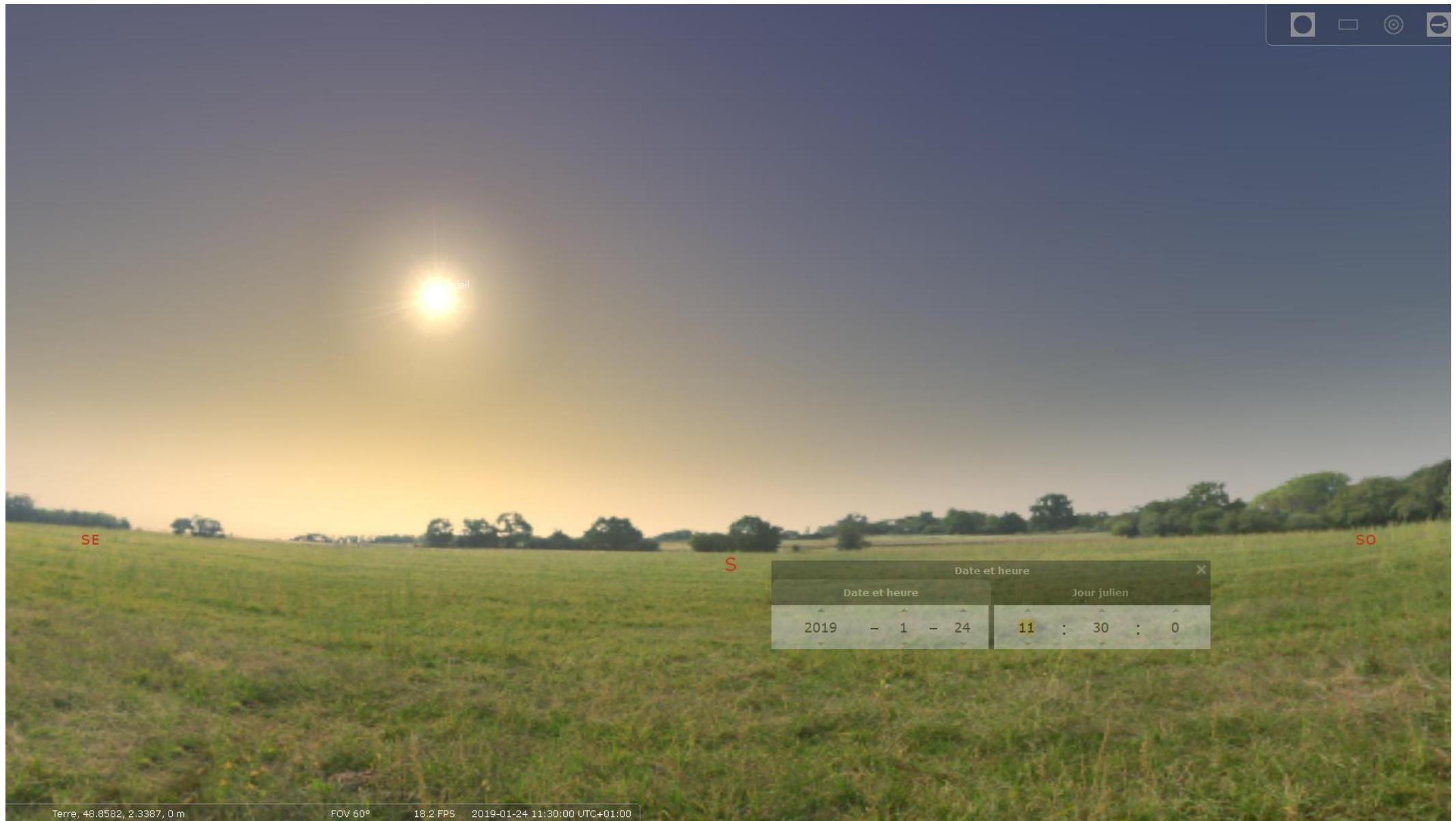
Rotation de la Terre



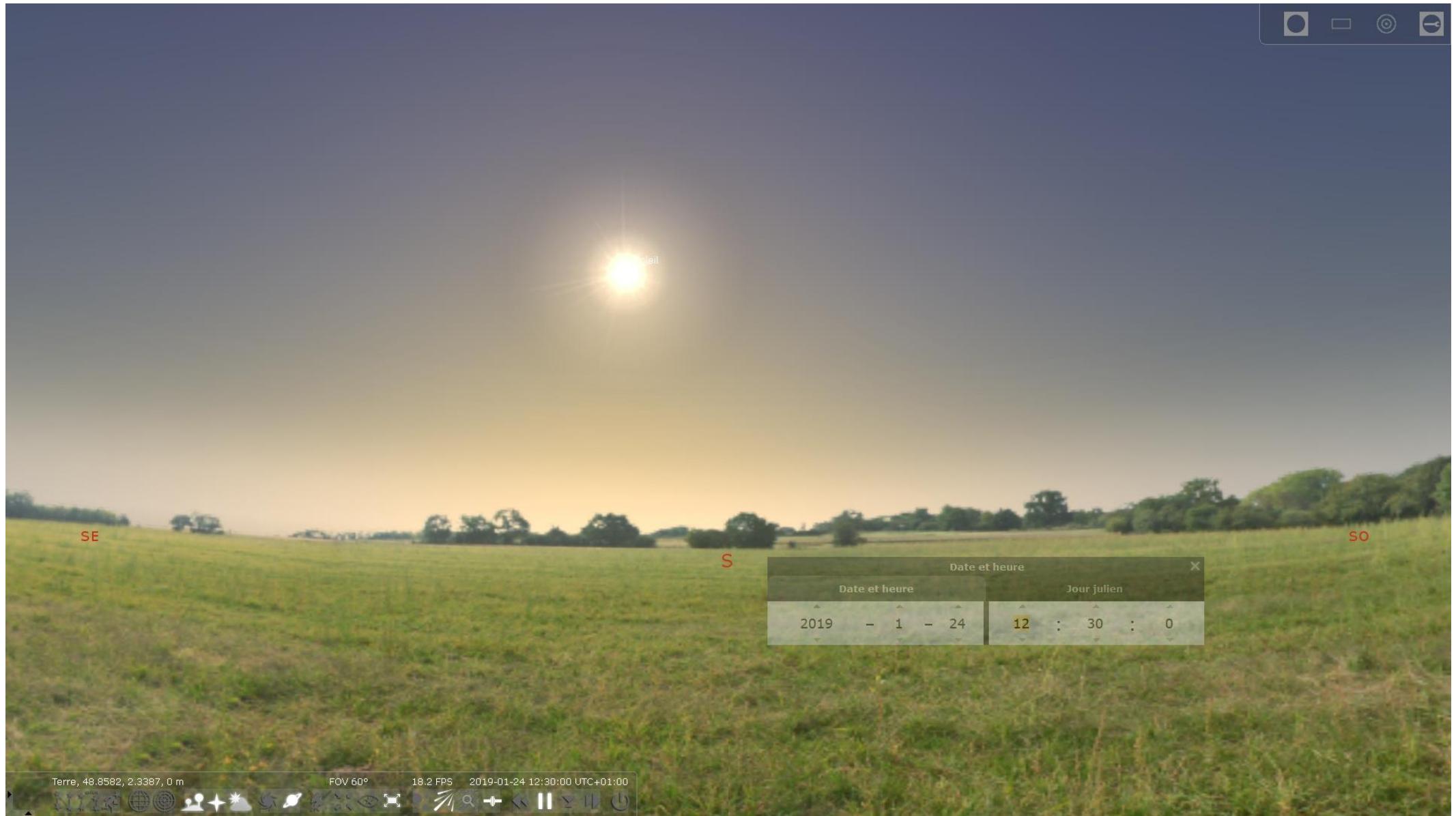
Rotation de la Terre



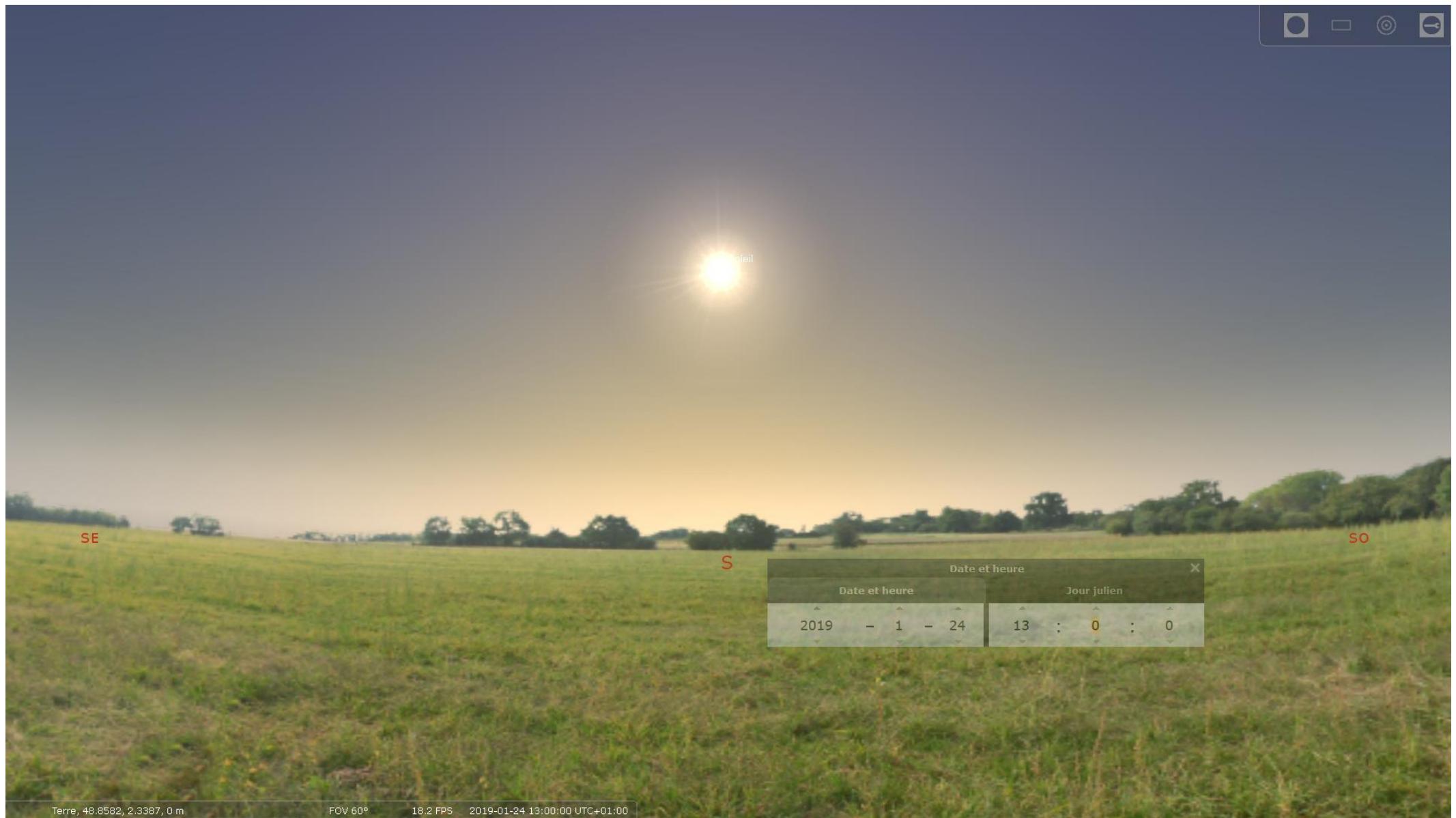
Rotation de la Terre



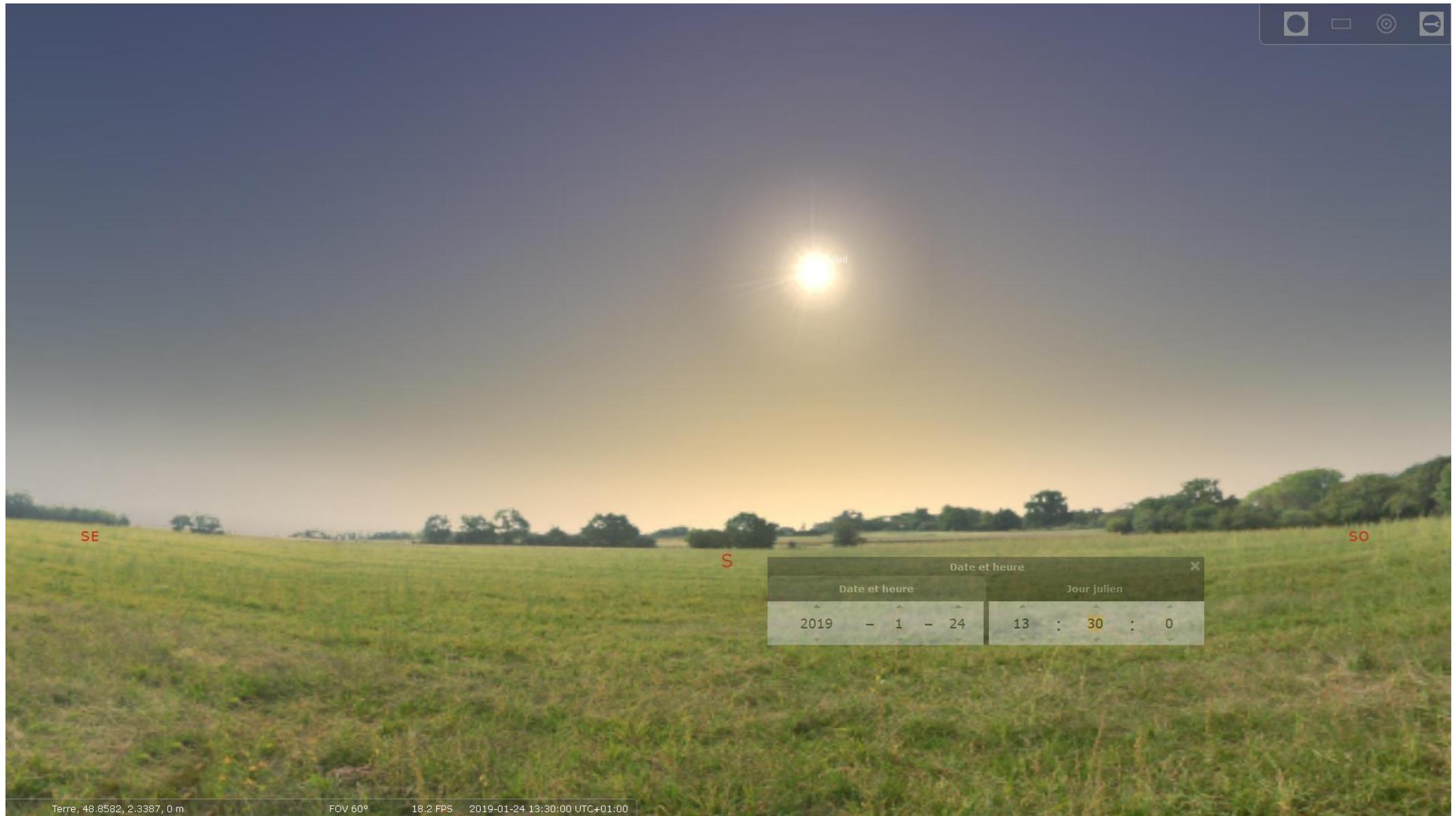
Rotation de la Terre



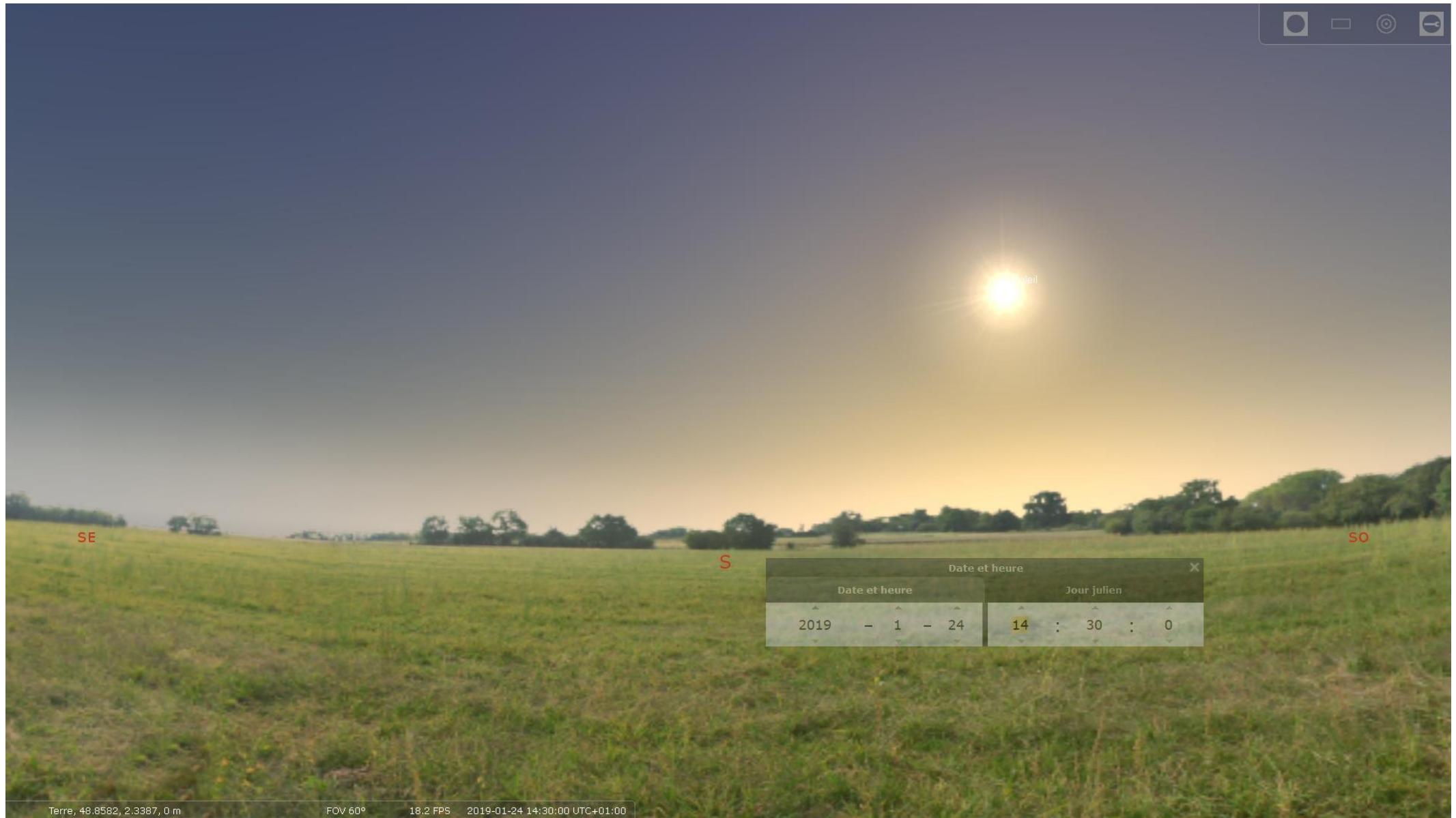
Rotation de la Terre



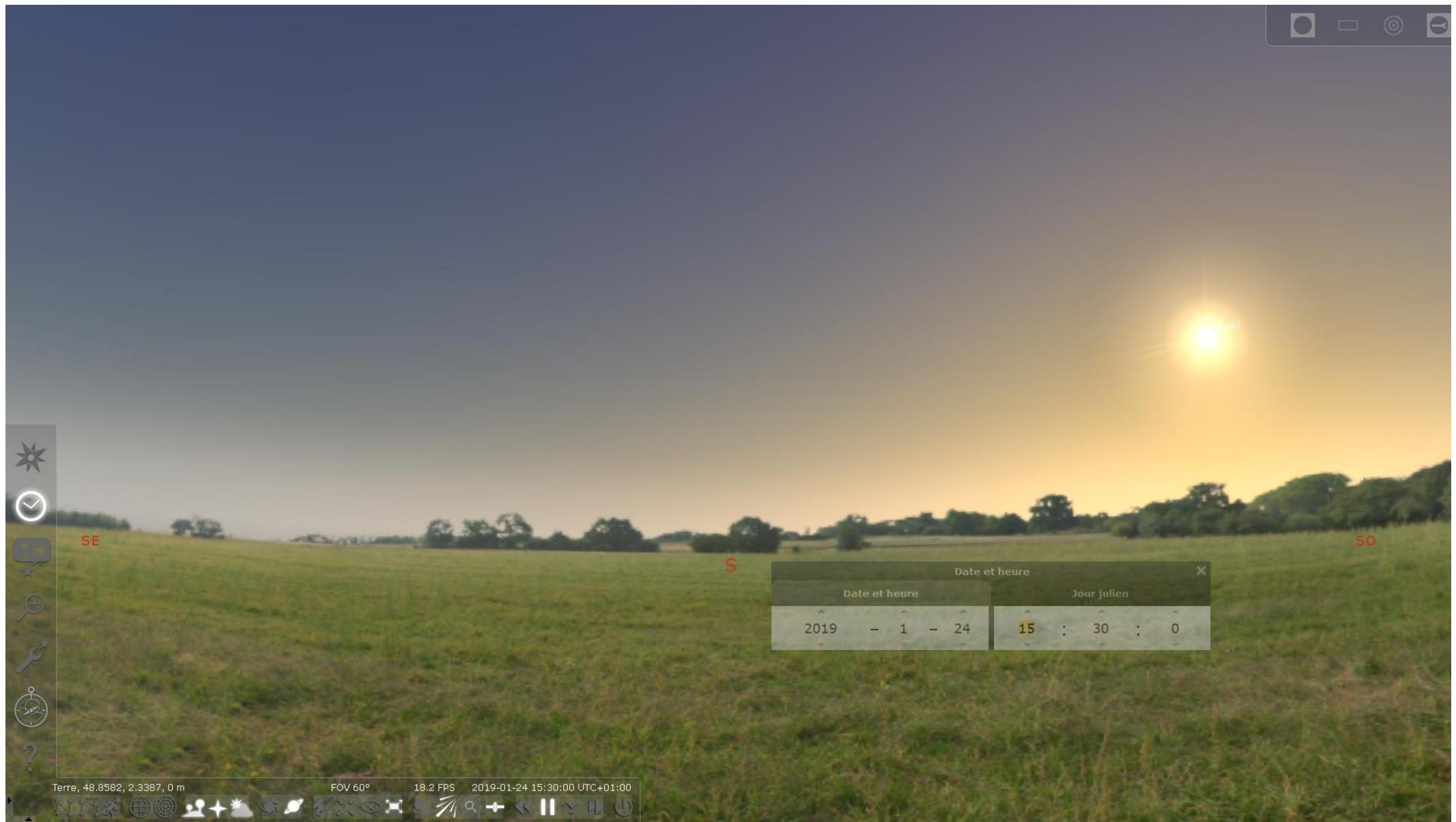
Rotation de la Terre



Rotation de la Terre



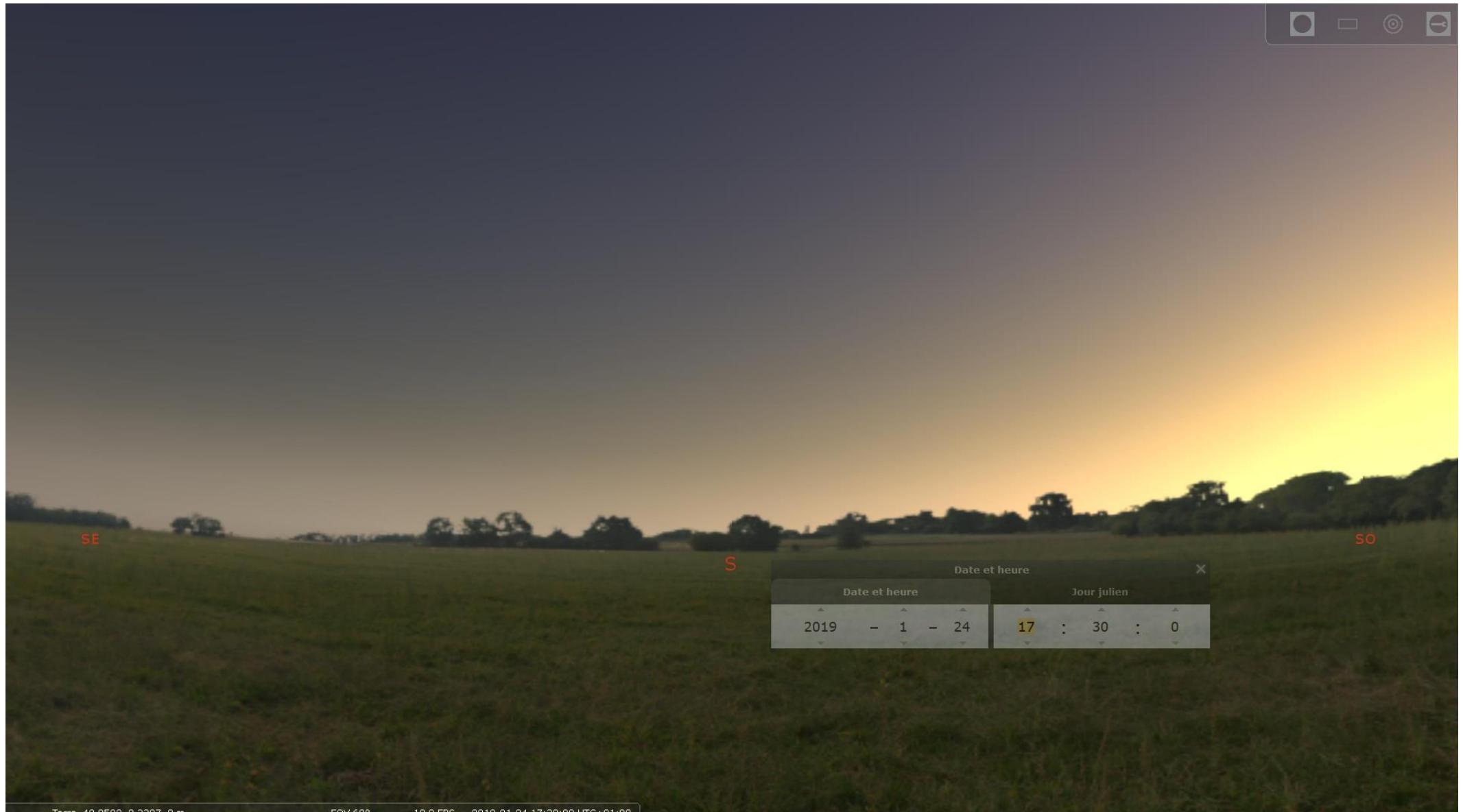
Rotation de la Terre



Rotation de la Terre



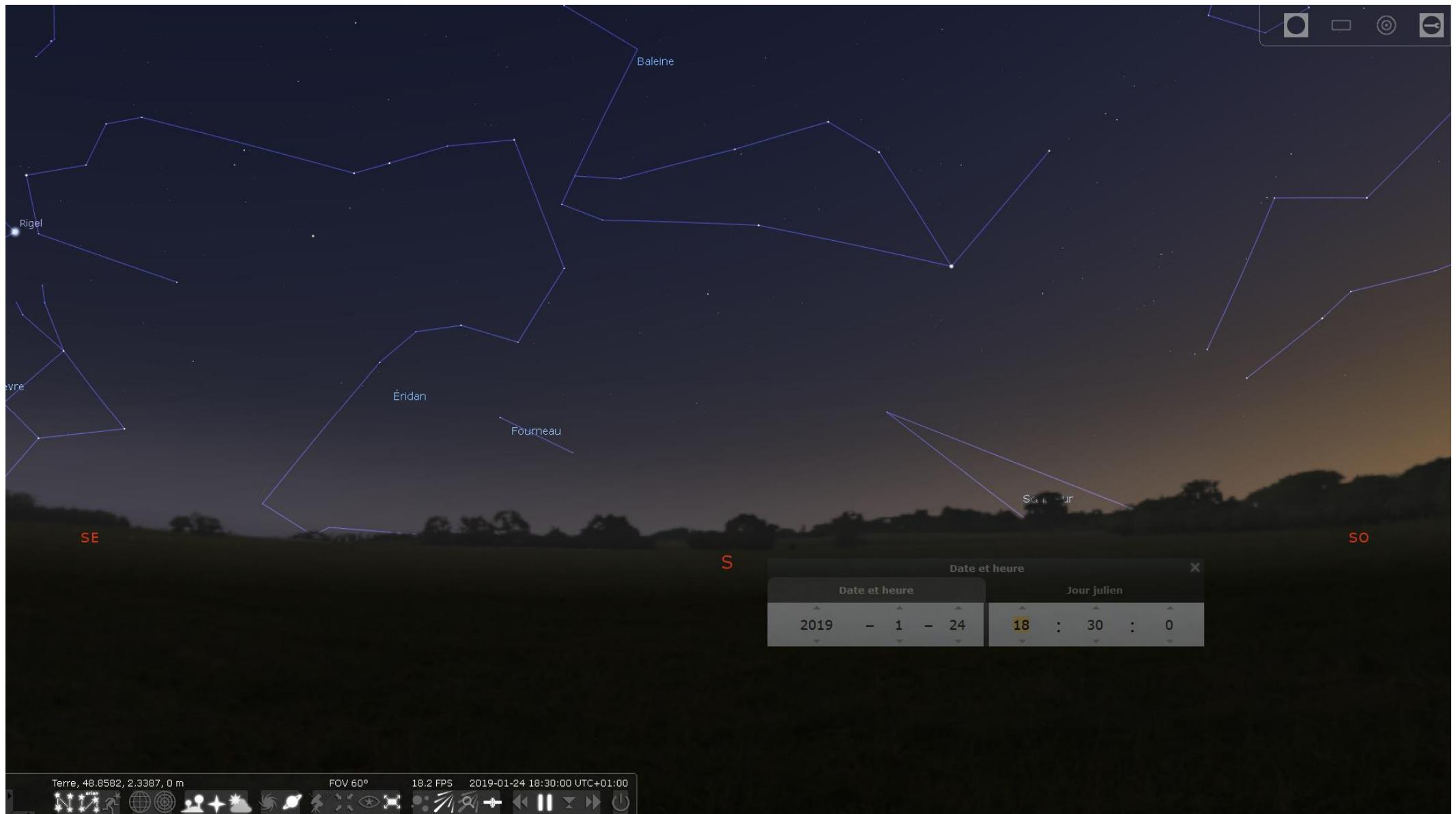
Rotation de la Terre



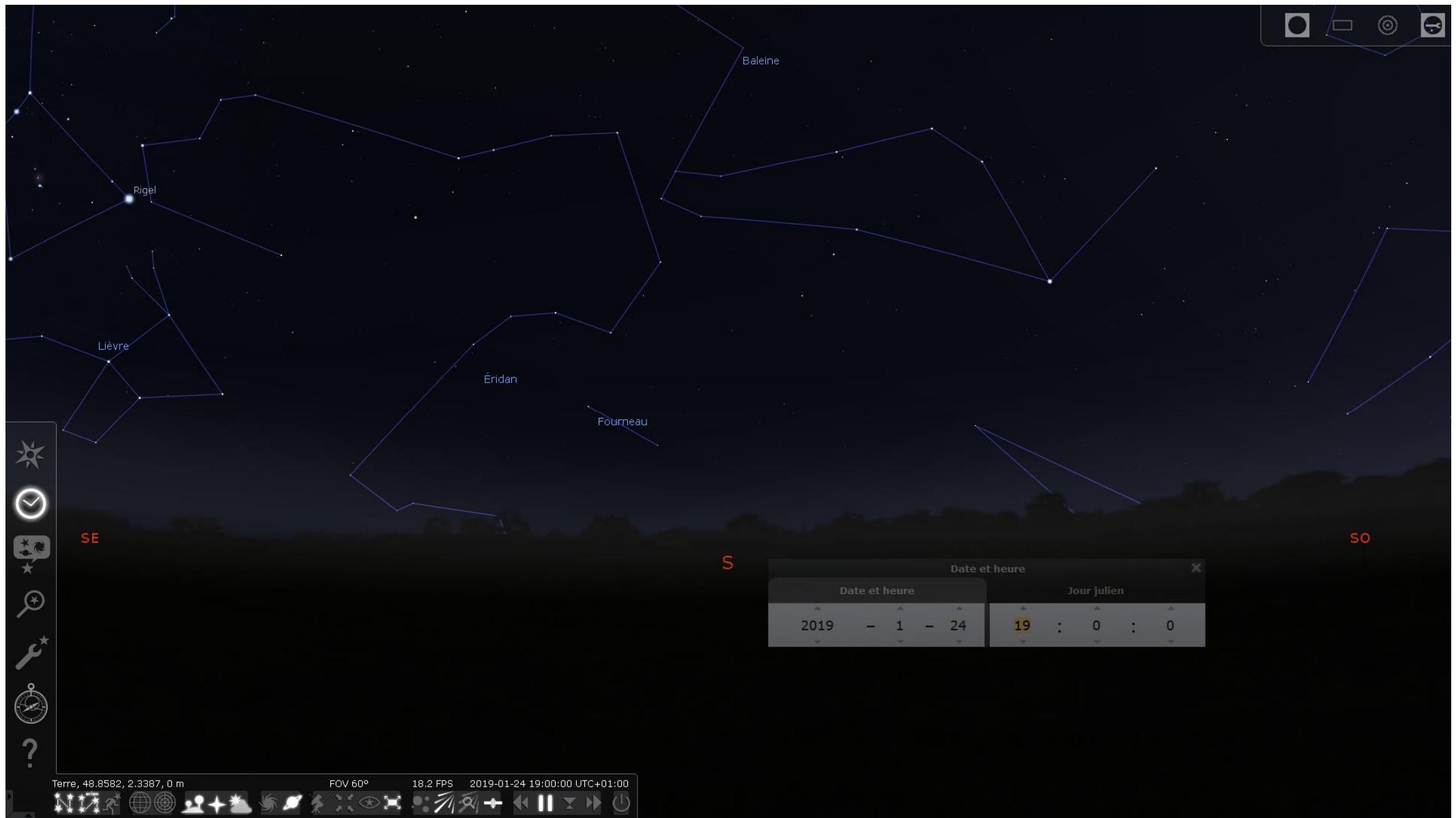
Rotation de la Terre



Rotation de la Terre



Rotation de la Terre



Rotation de la Terre

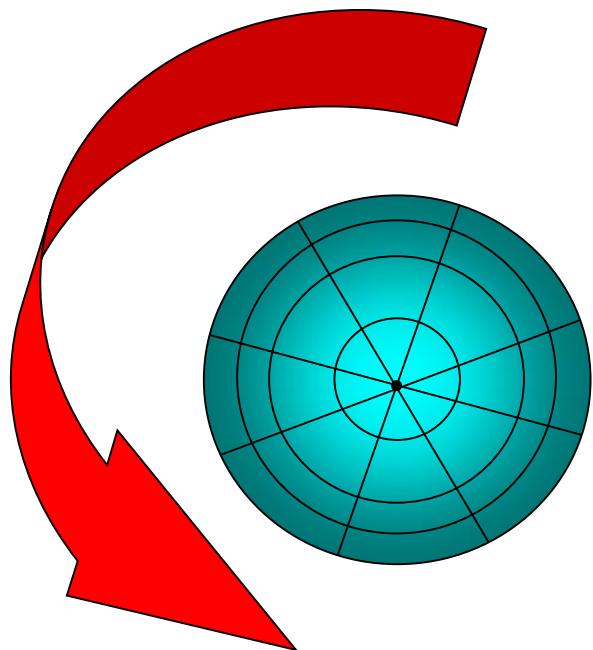


Rotation de la Terre



Rotation de la Terre

23h 56mn 4s



Terre vue
du Pôle



Etoile
lointaine
à l'infini

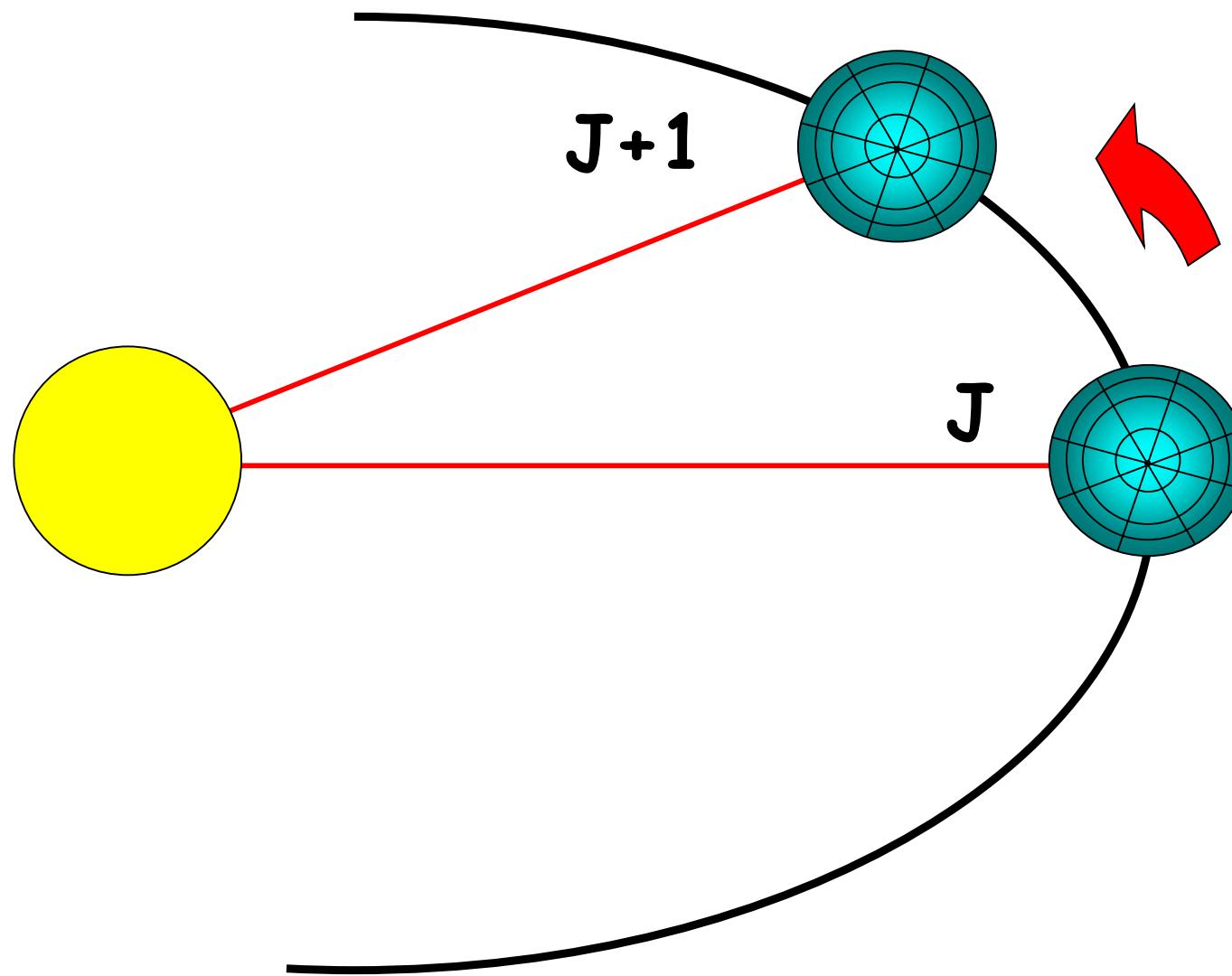
Rotation de la Terre

La durée du jour
est de 24 heures

Pourquoi cette différence

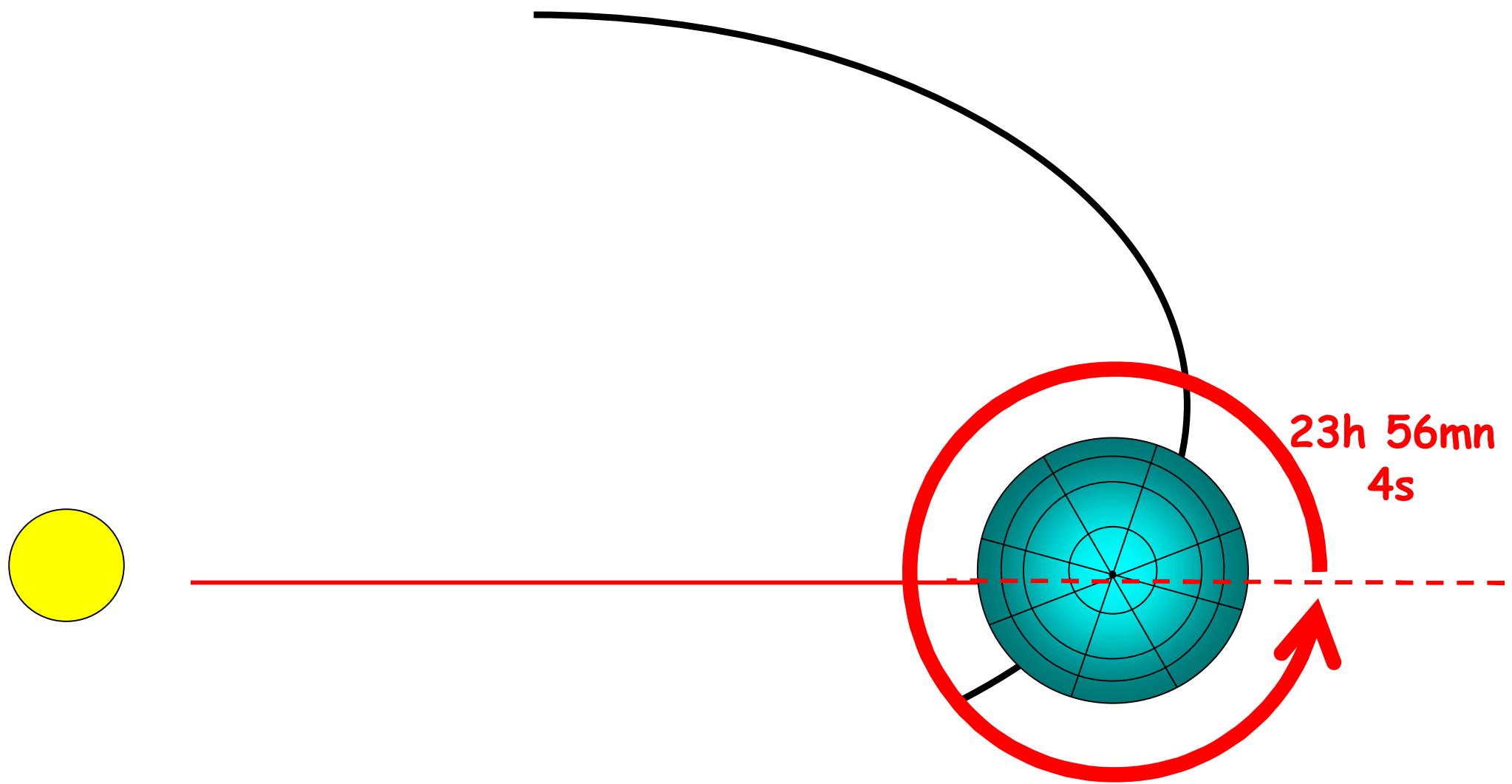


Rotation de la Terre

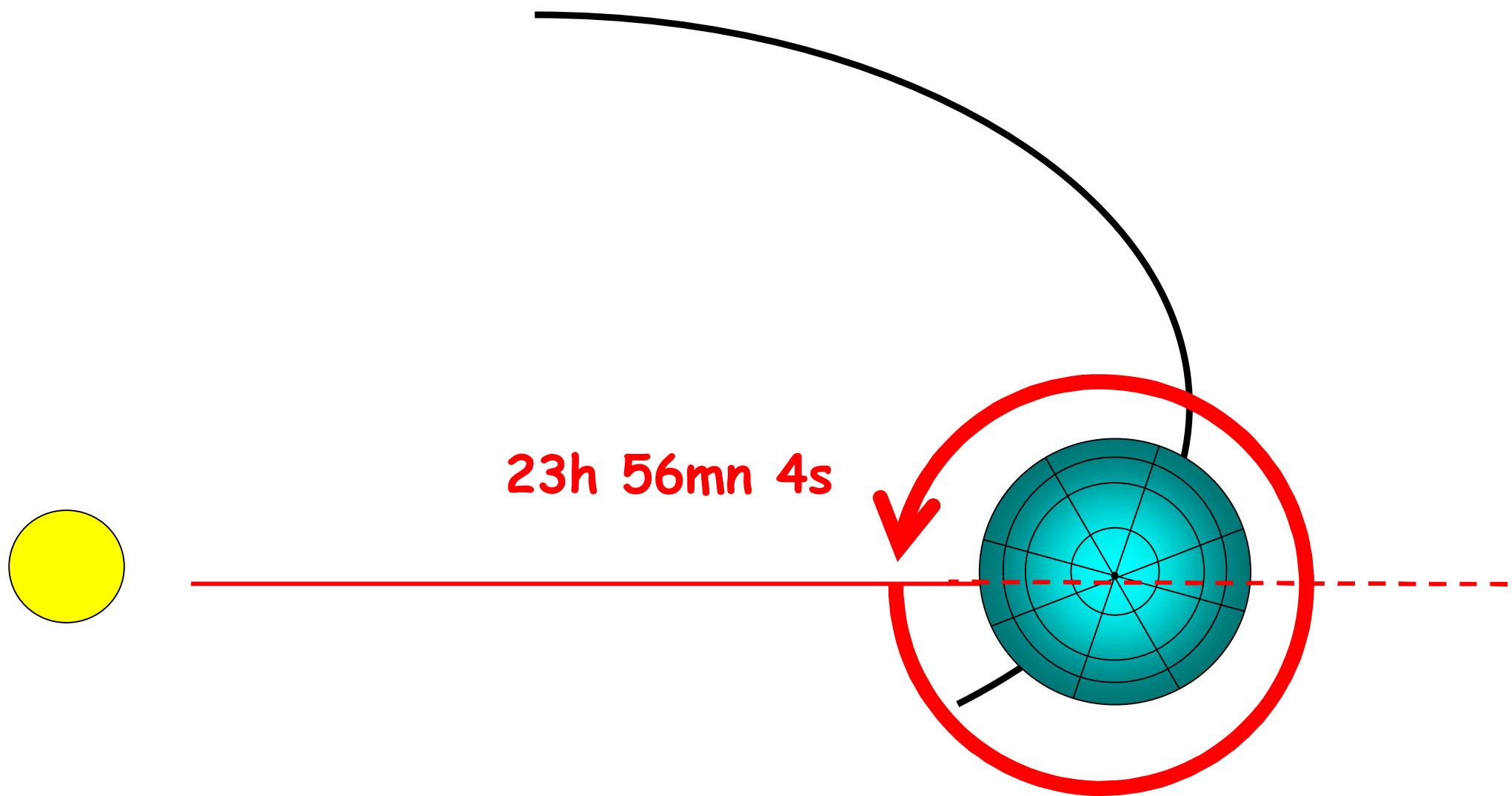


Déplacement de la Terre sur son orbite

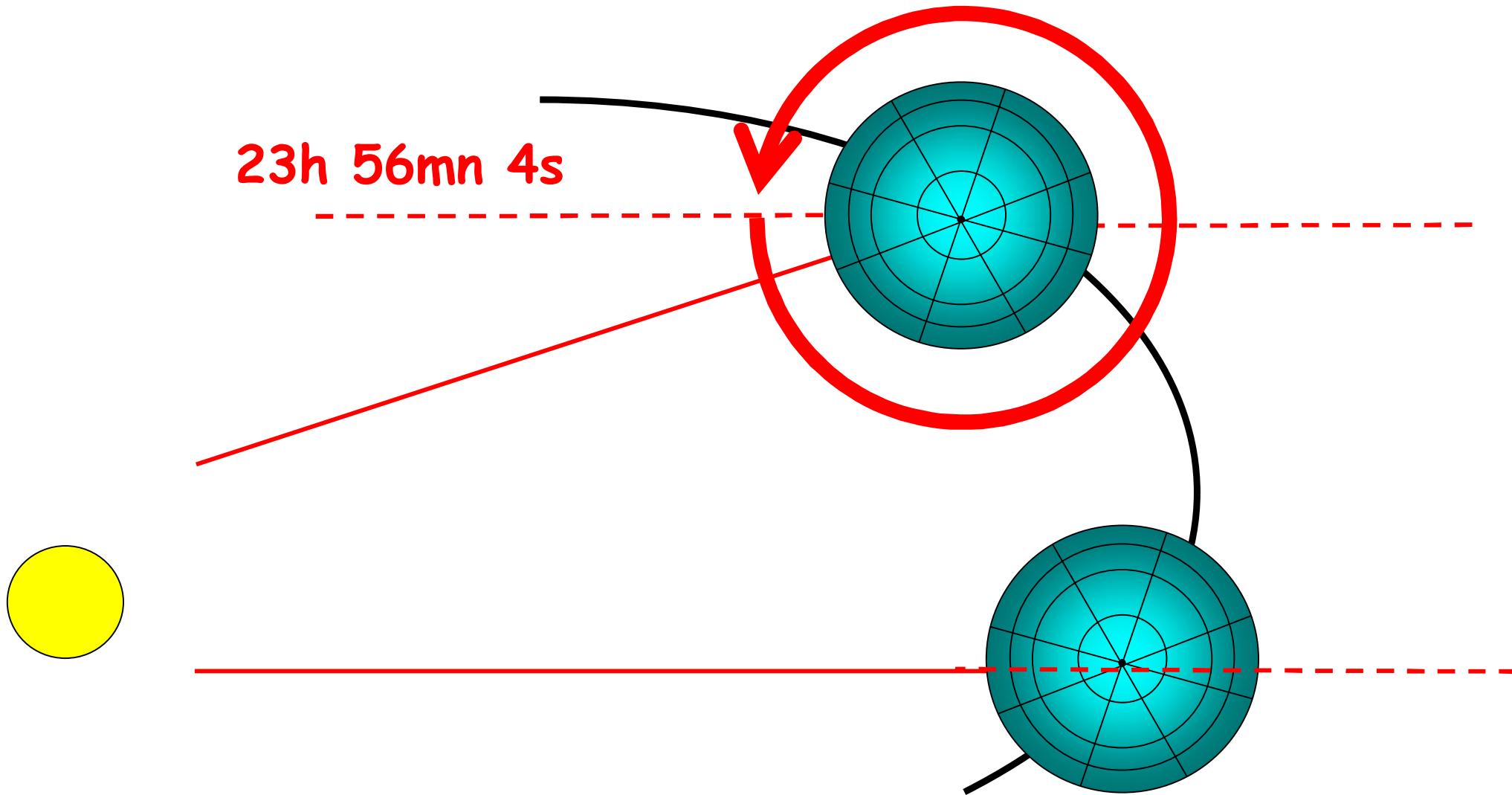
Jour solaire



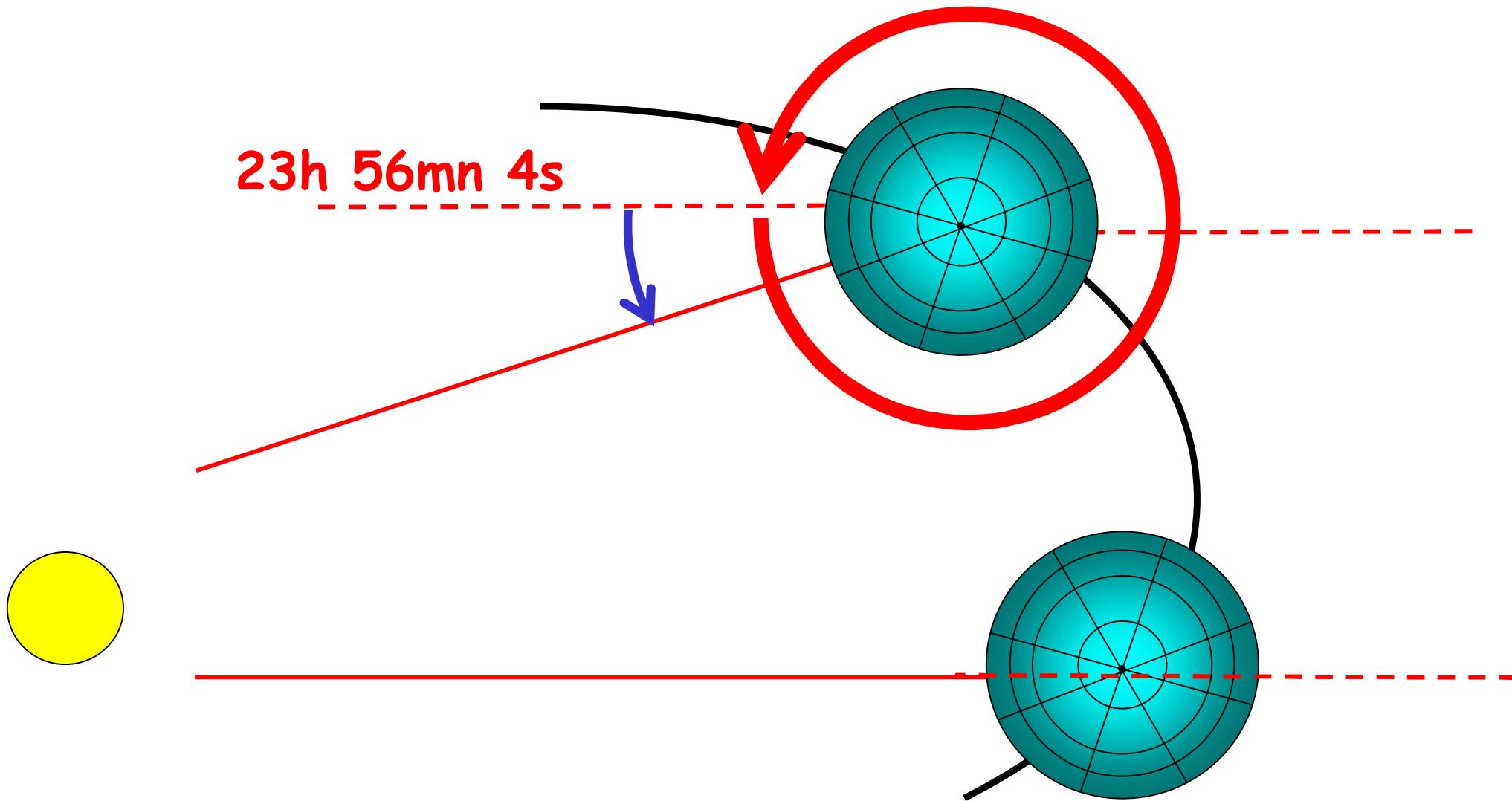
Jour solaire



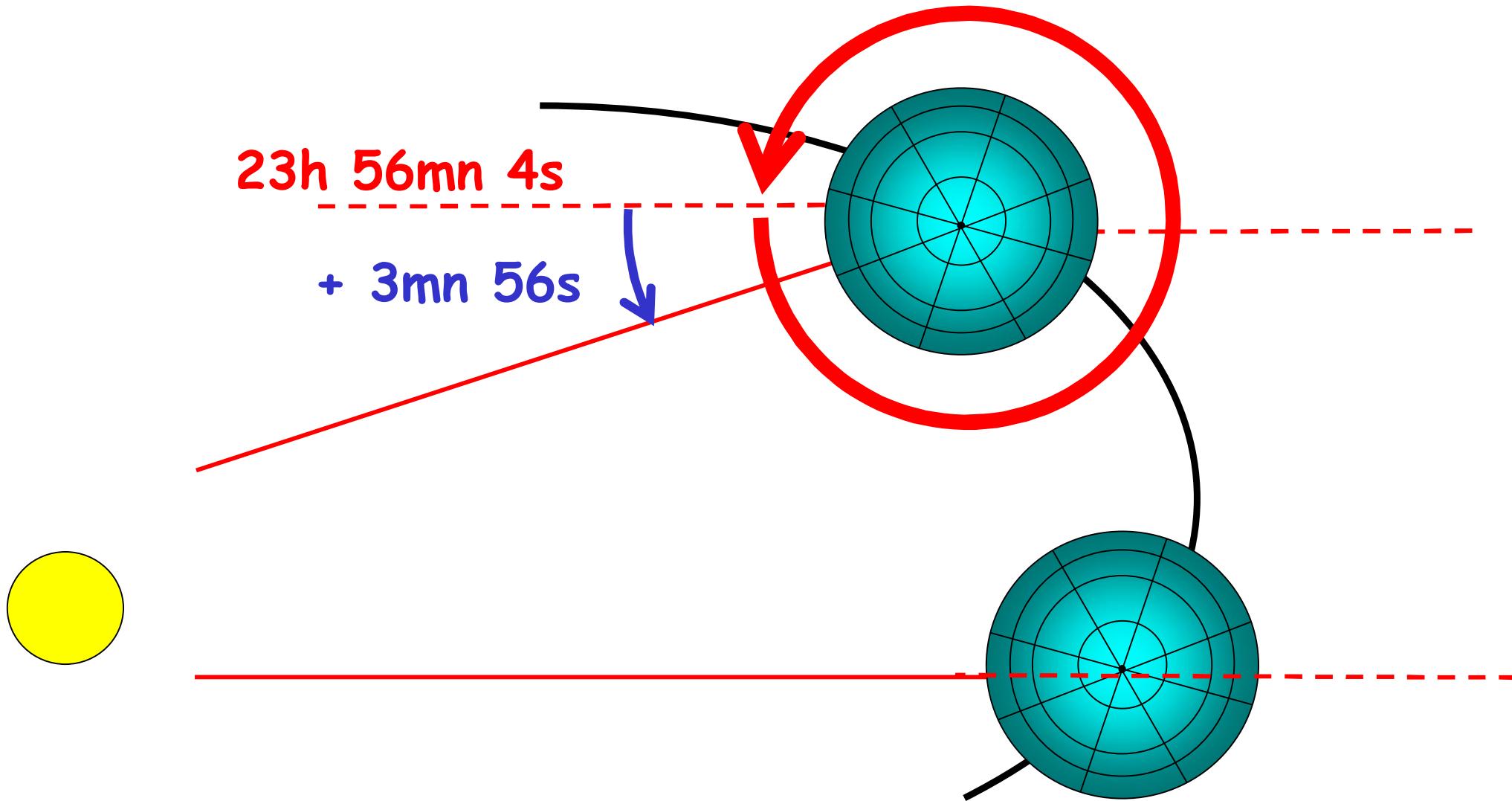
Jour solaire



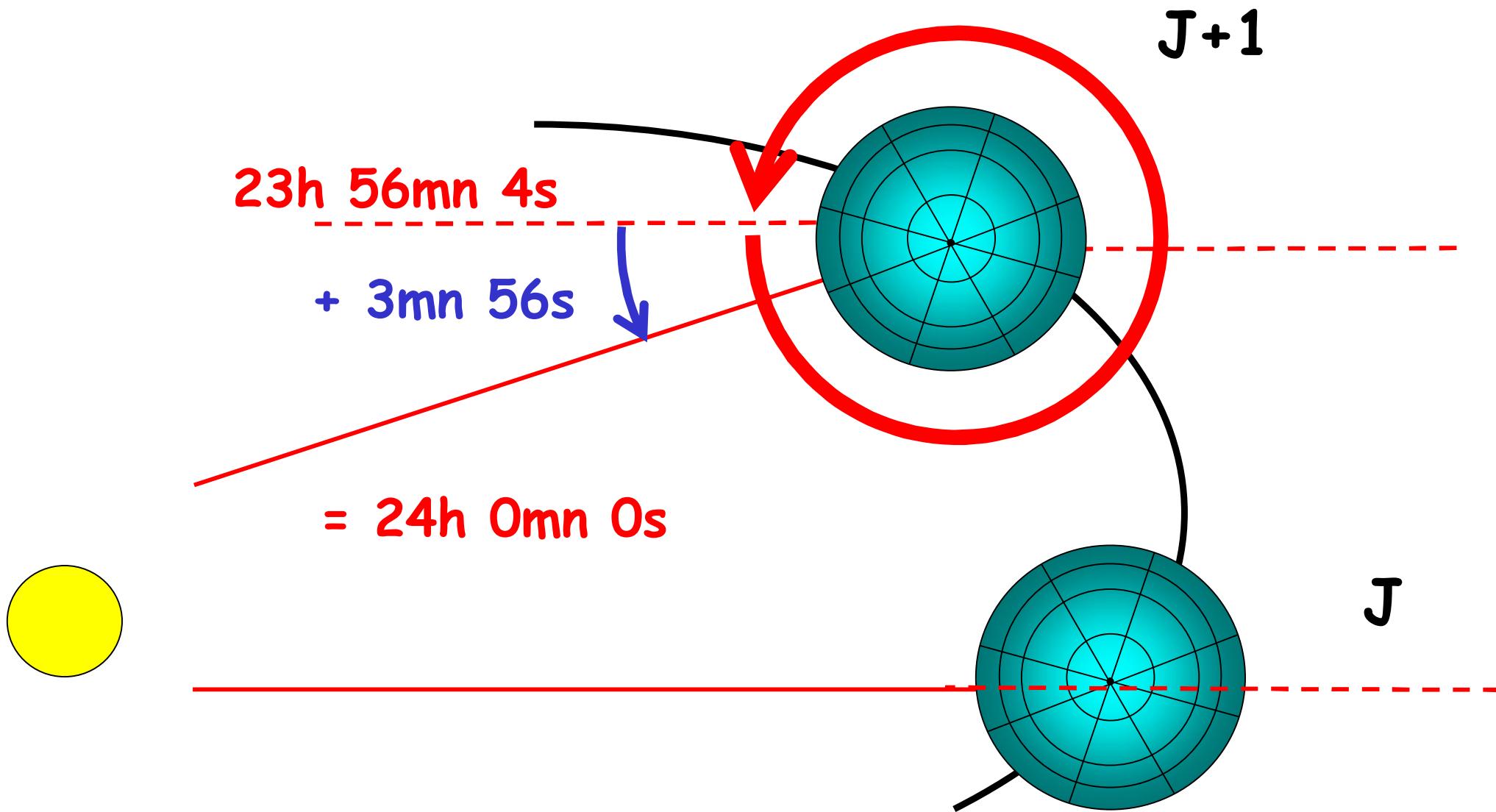
Jour solaire



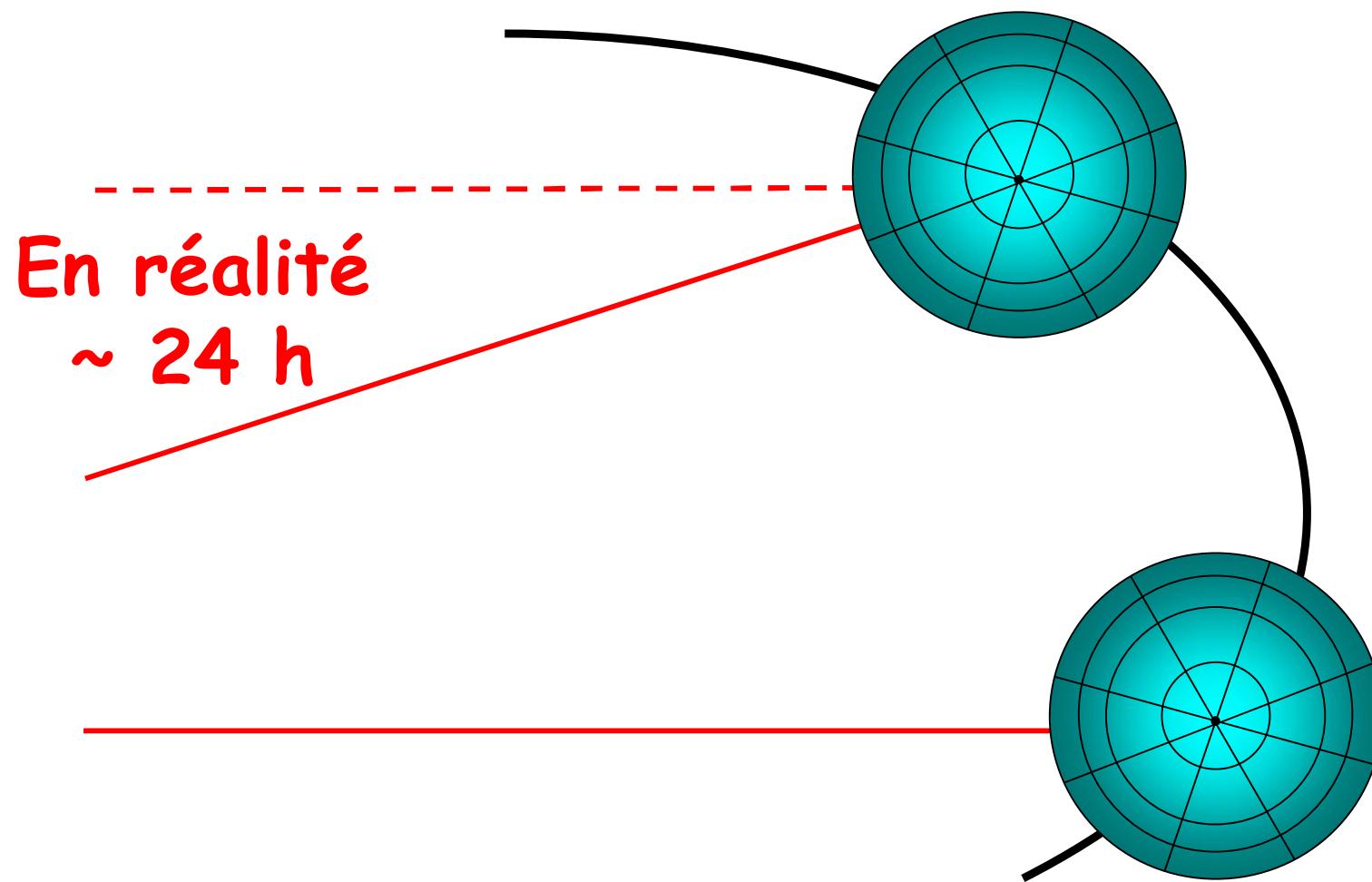
Jour solaire



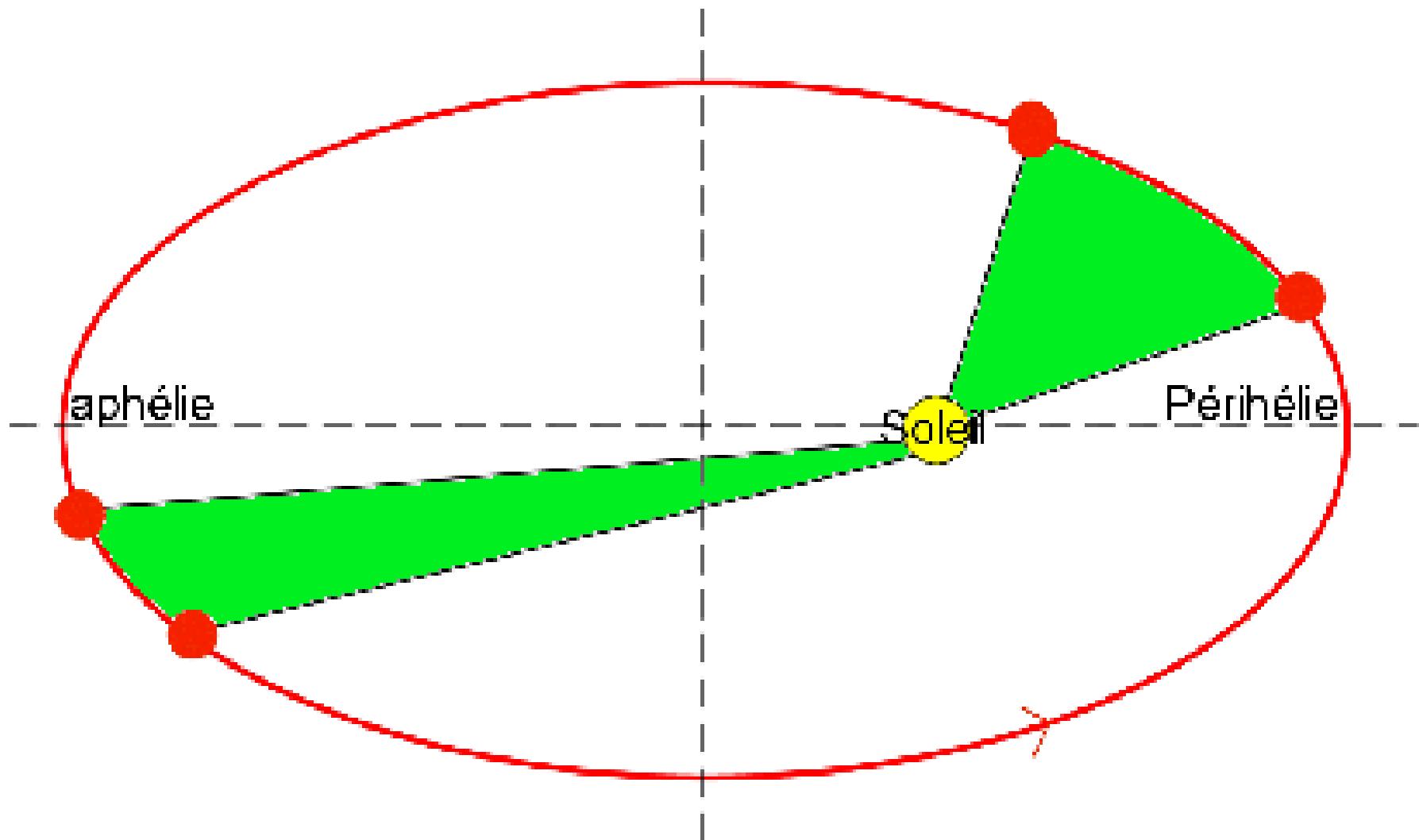
Jour solaire



Jour solaire

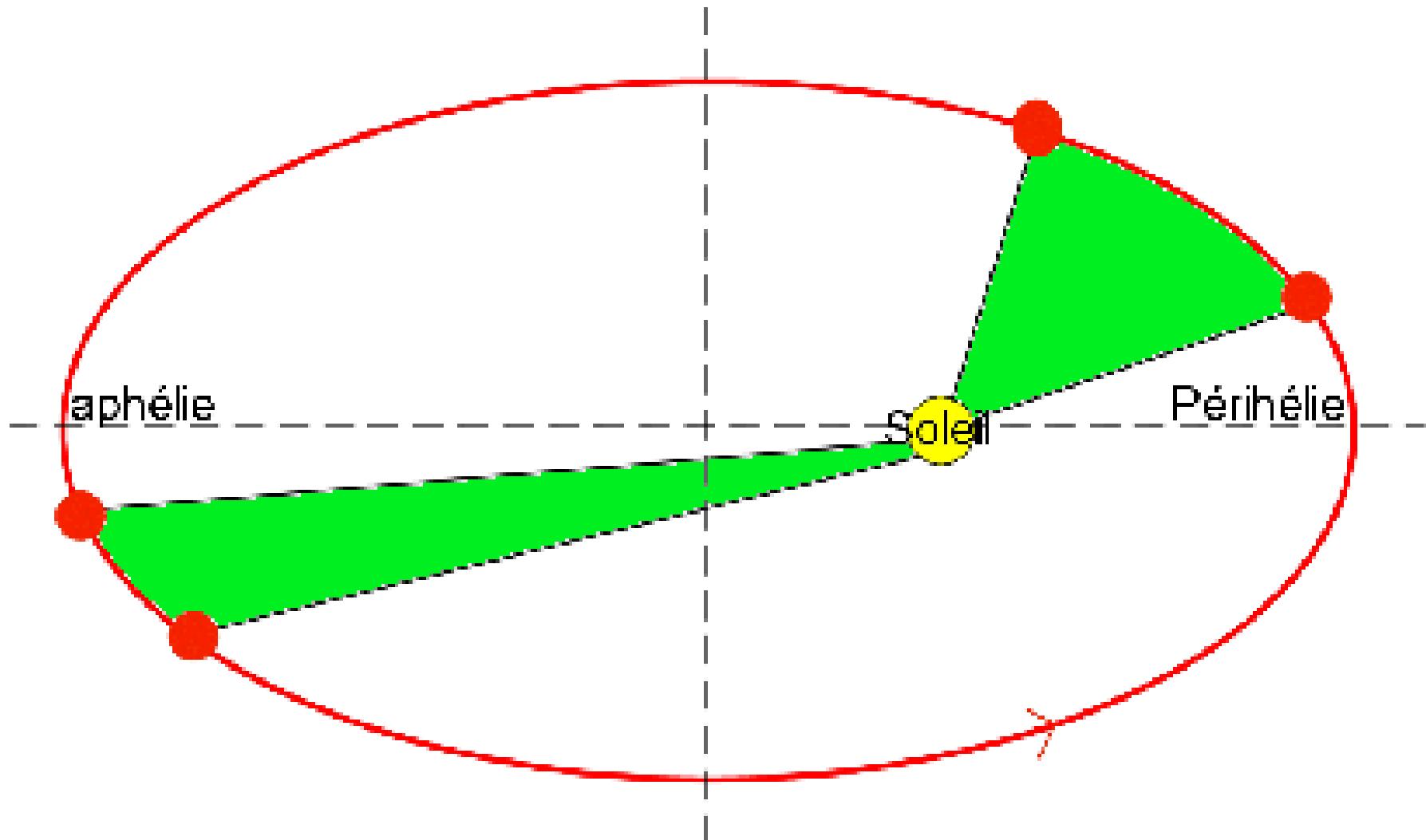


Jour solaire



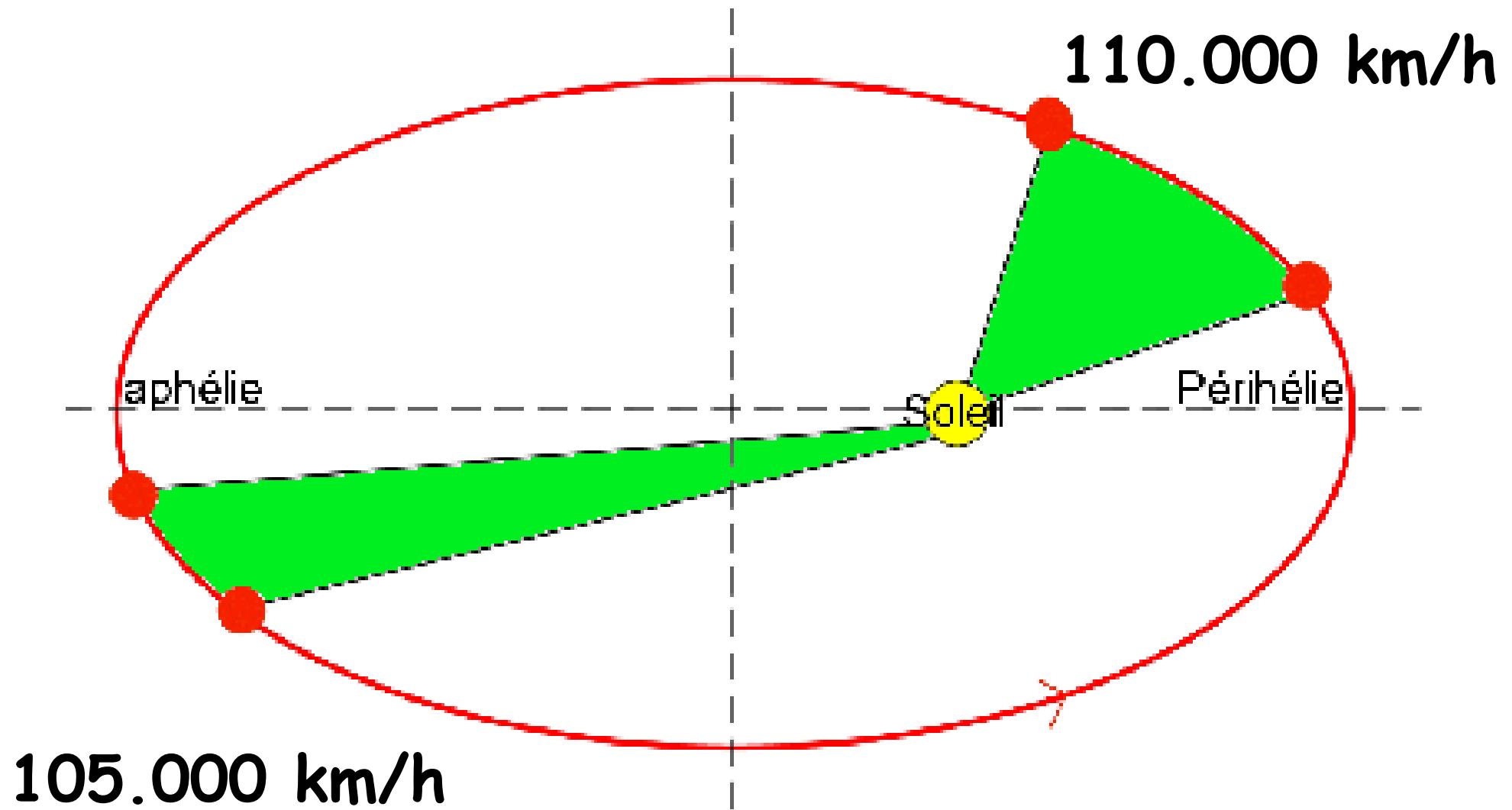
La Terre ne se déplace pas à vitesse
constante sur son orbite

Jour solaire



Képler
Loi des aires

Jour solaire vrai



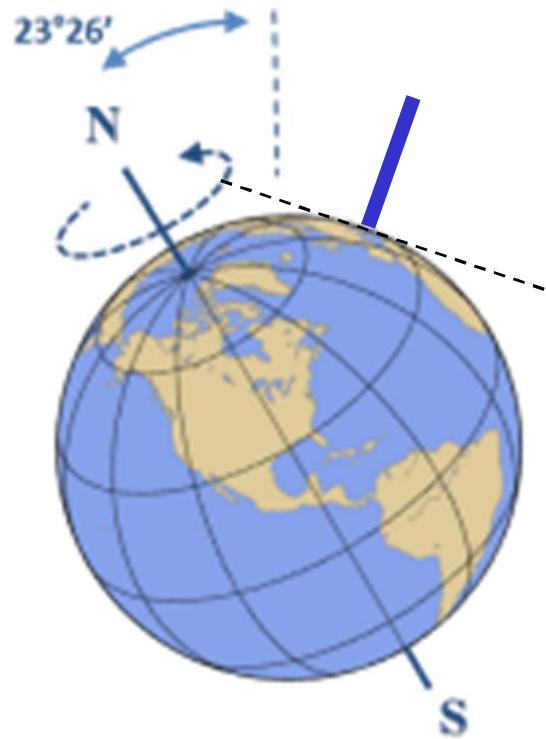
Variation de la durée du jour solaire vrai

Variation de vitesse
et
excentricité de l'orbite

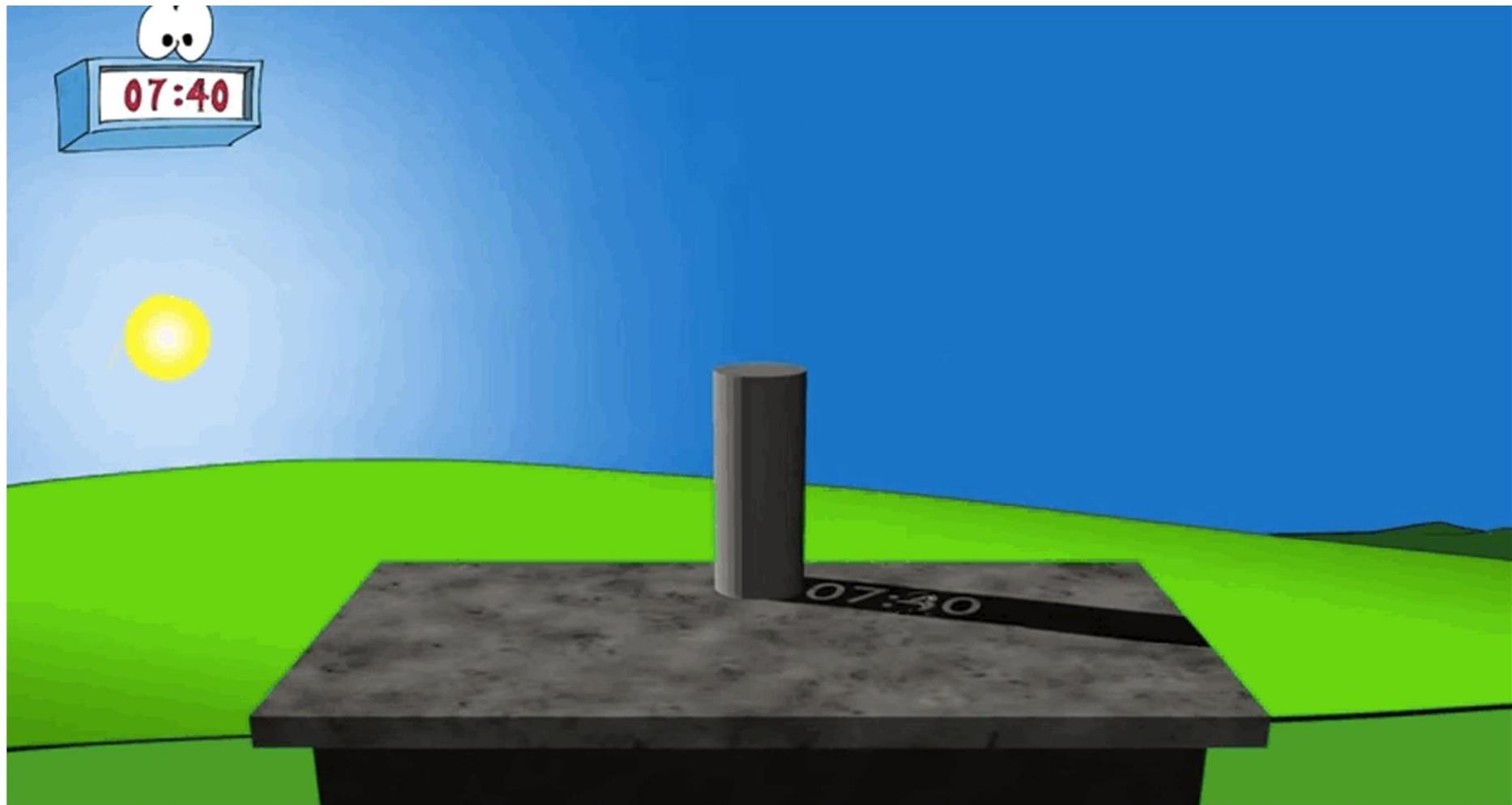


23 décembre	24h	$+$	29,9 s
17 septembre	24h	$-$	21,4 s

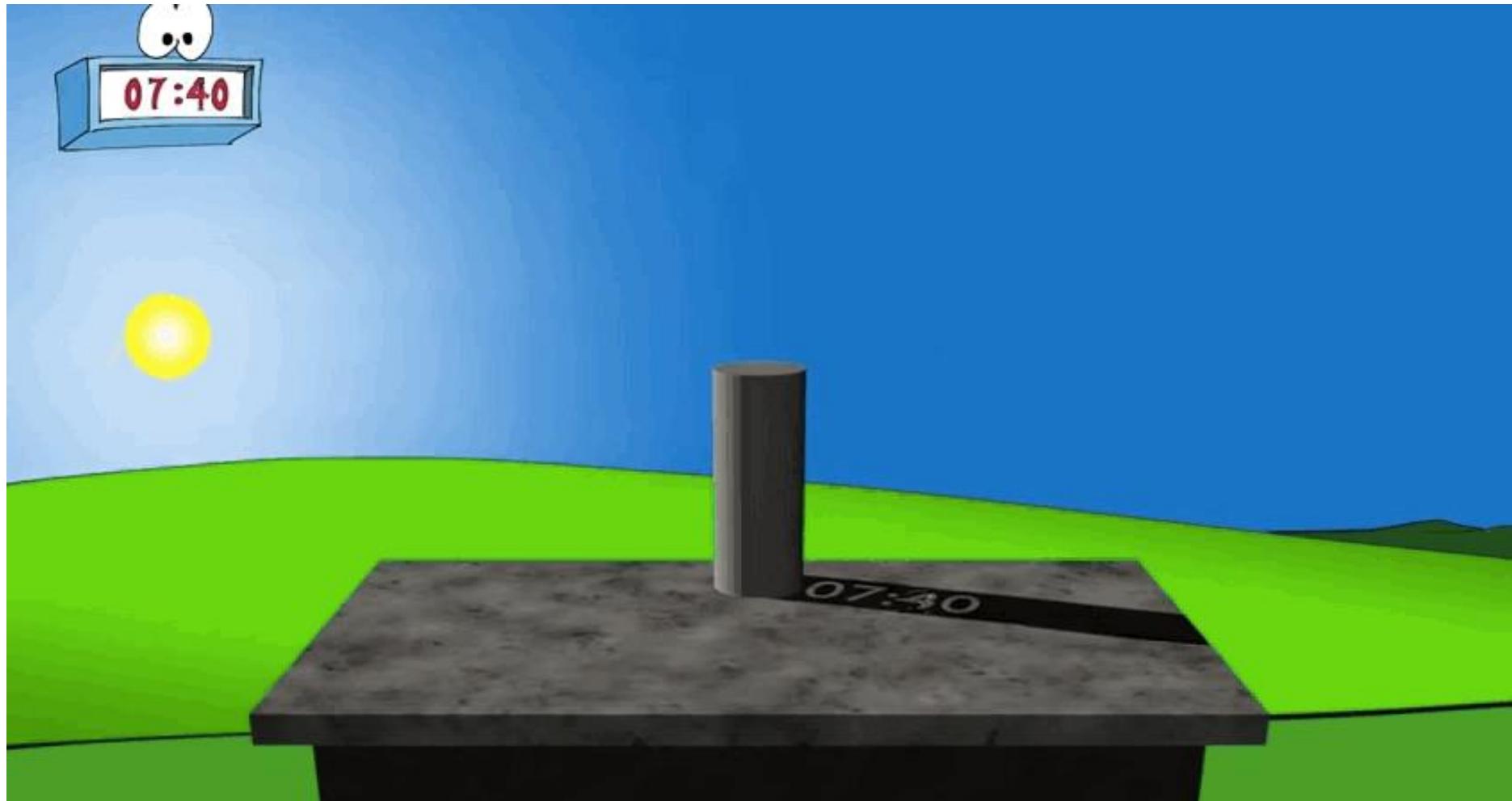
Cadran solaire horizontal



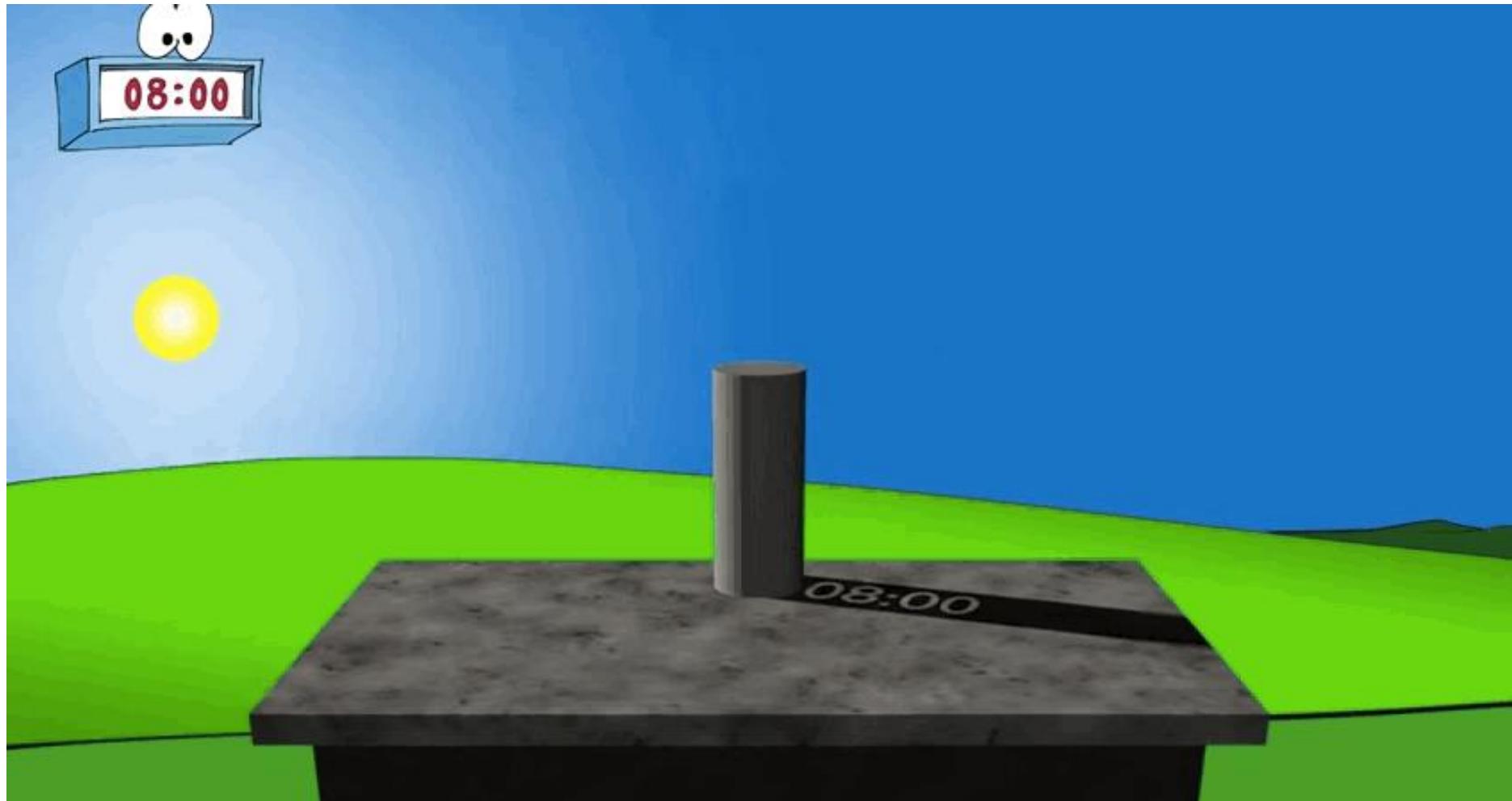
Cadran solaire



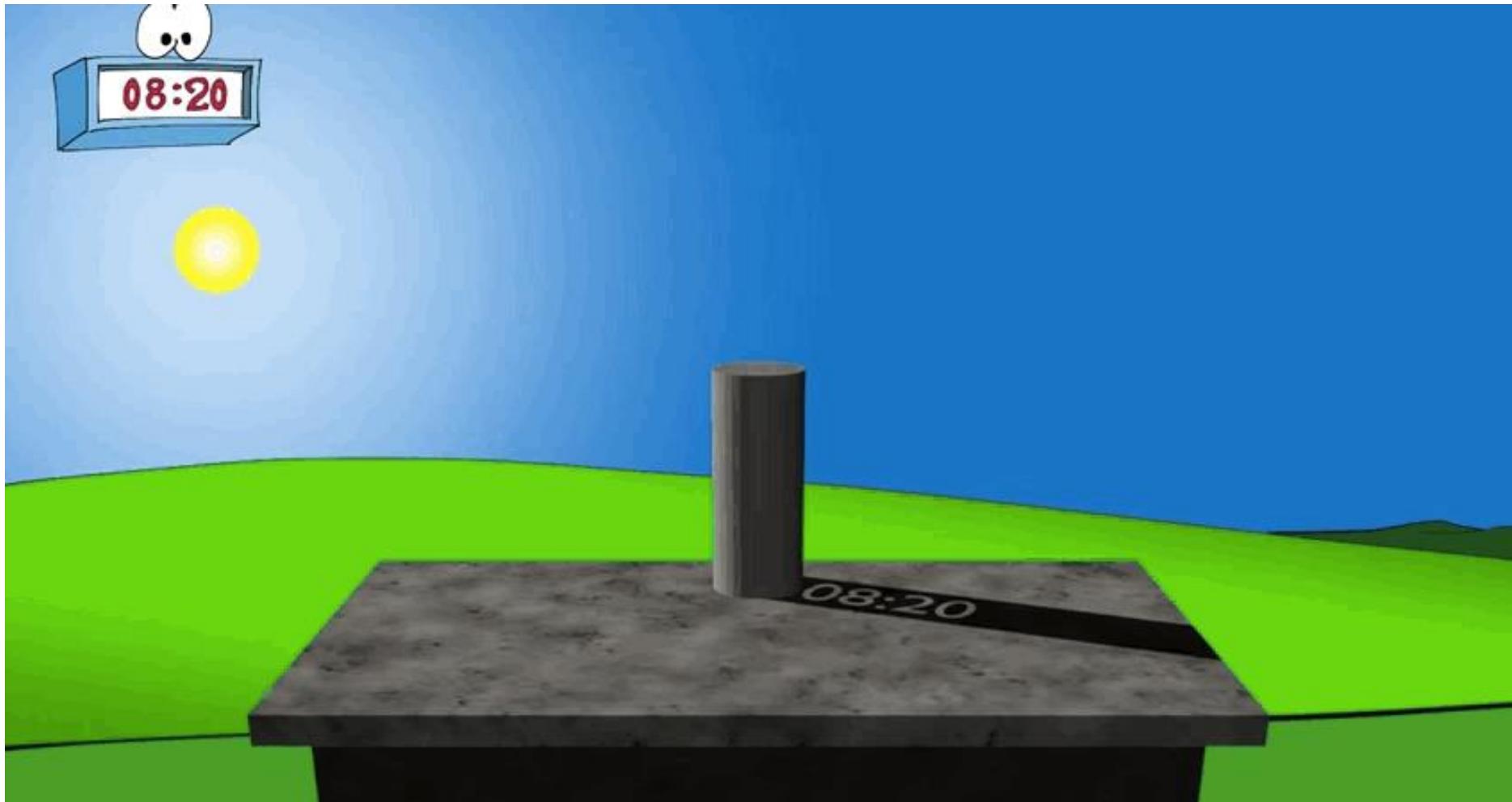
Cadran solaire



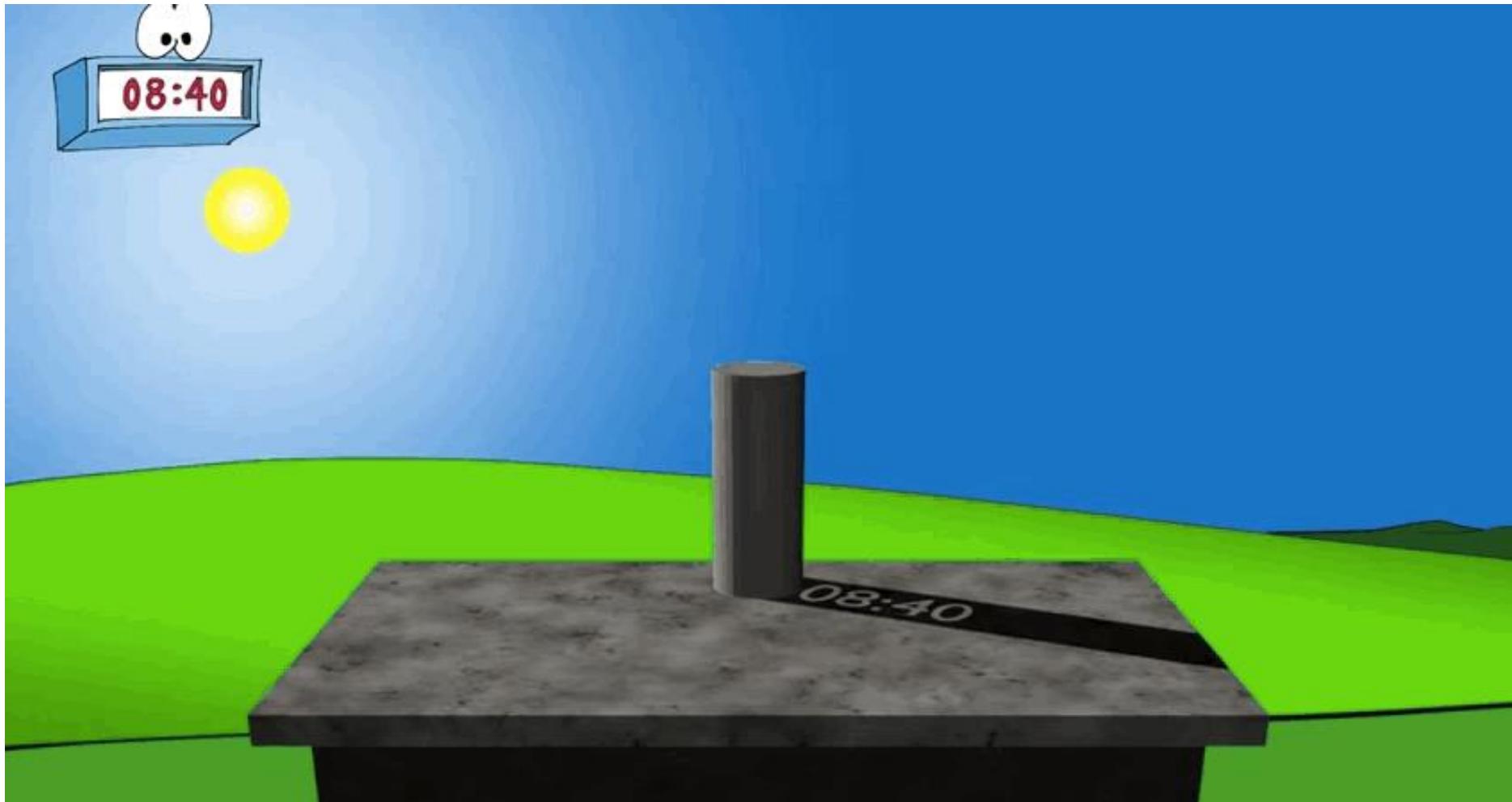
Cadran solaire



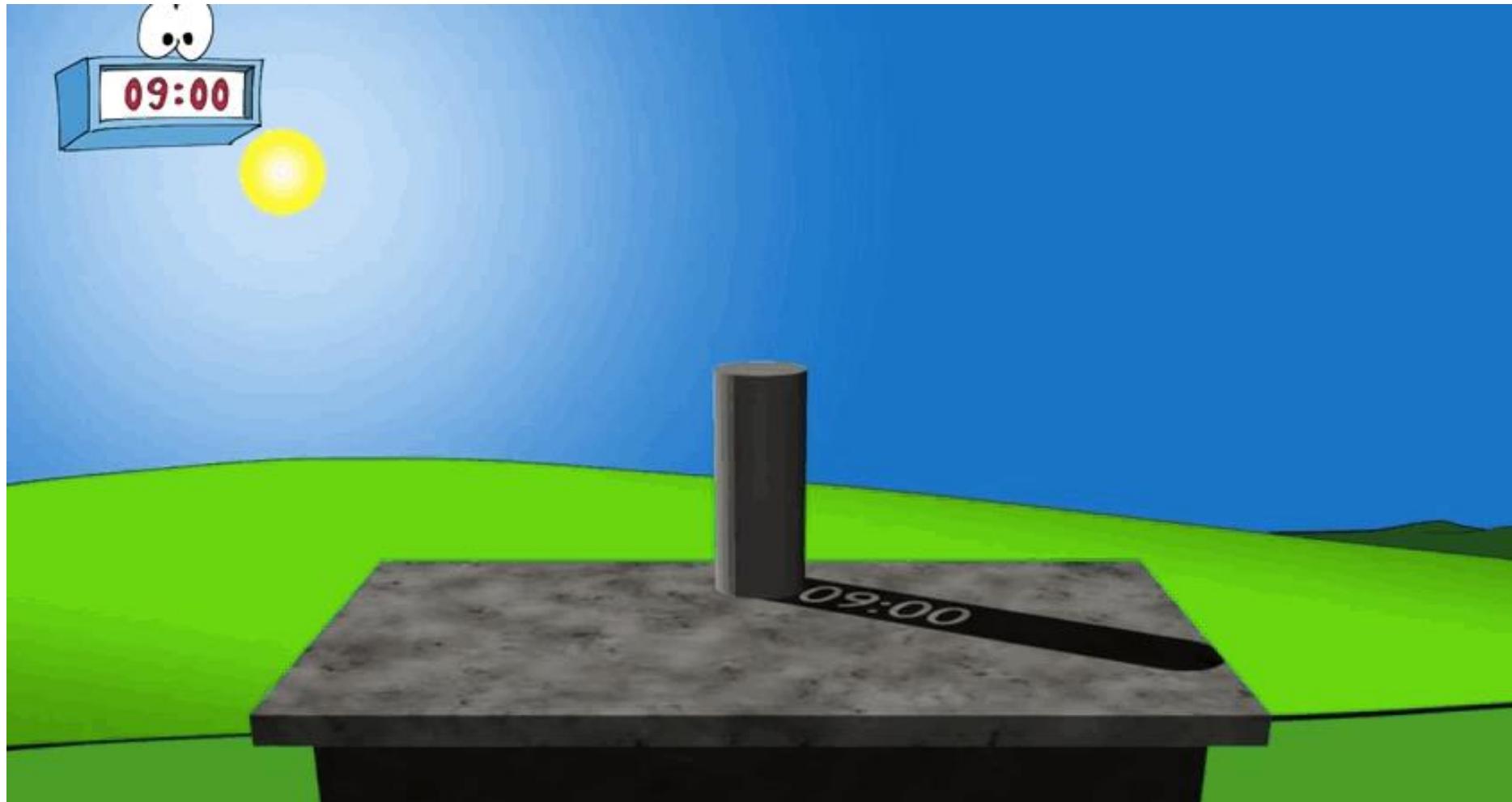
Cadran solaire



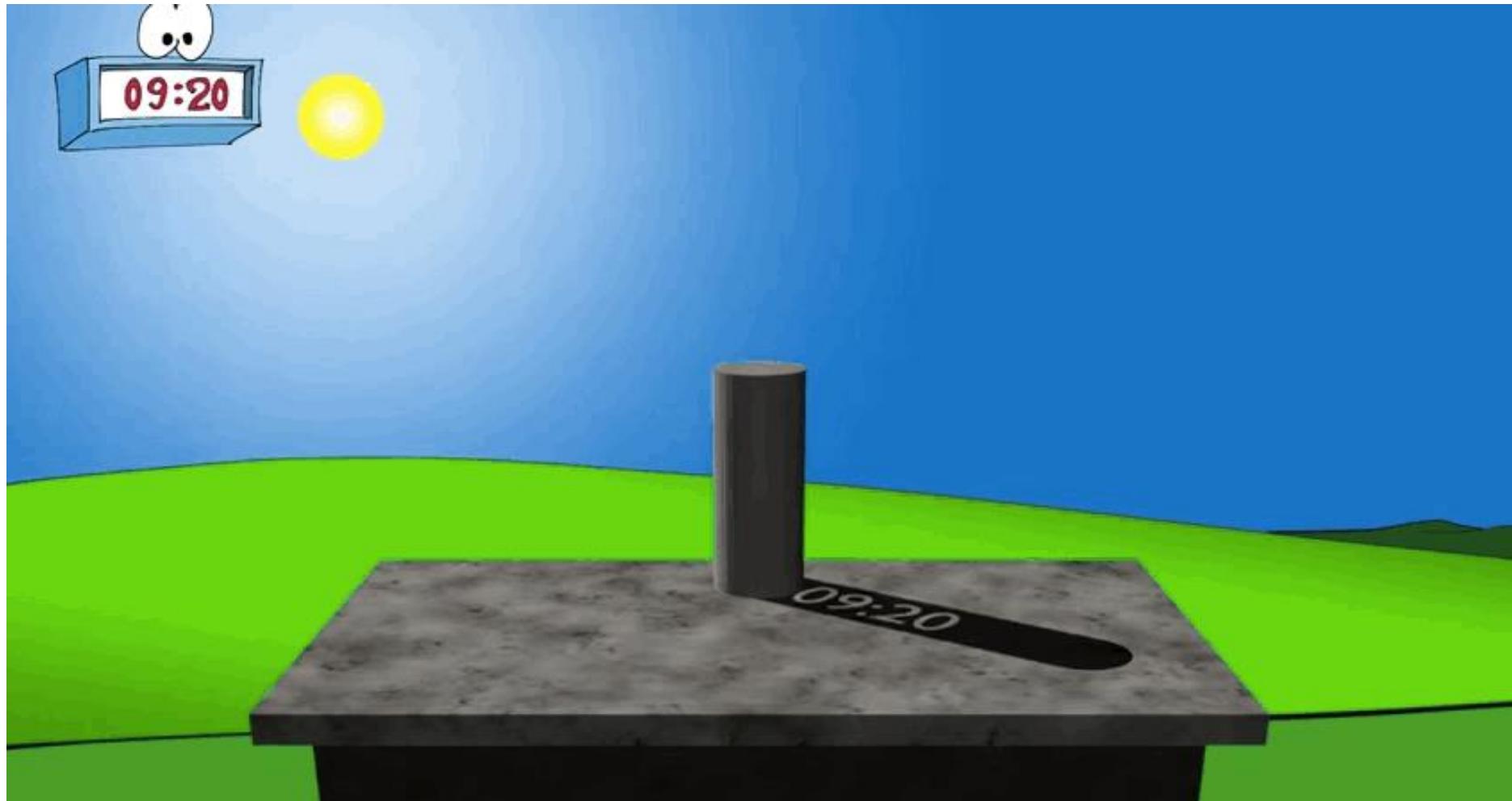
Cadran solaire



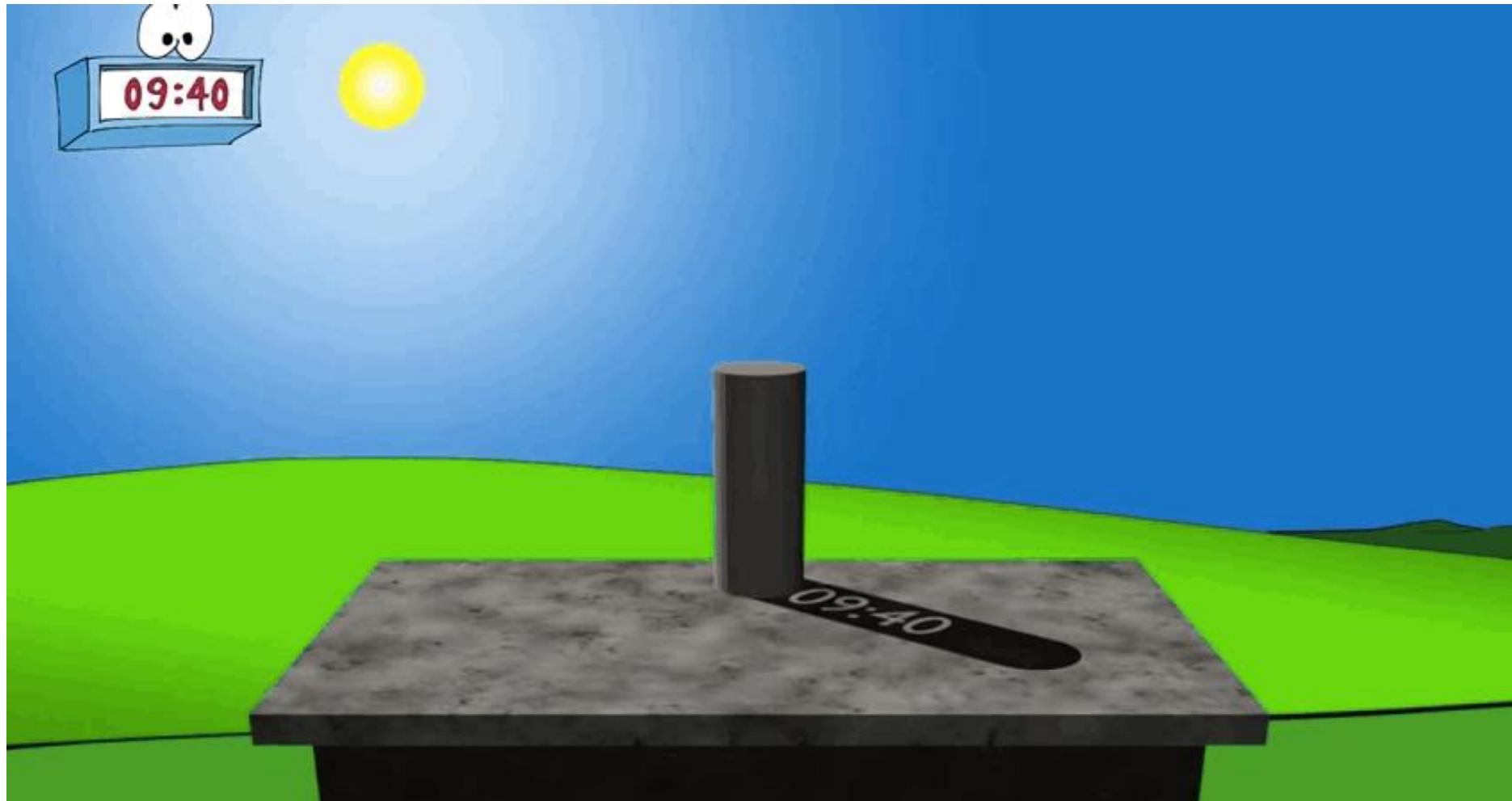
Cadran solaire



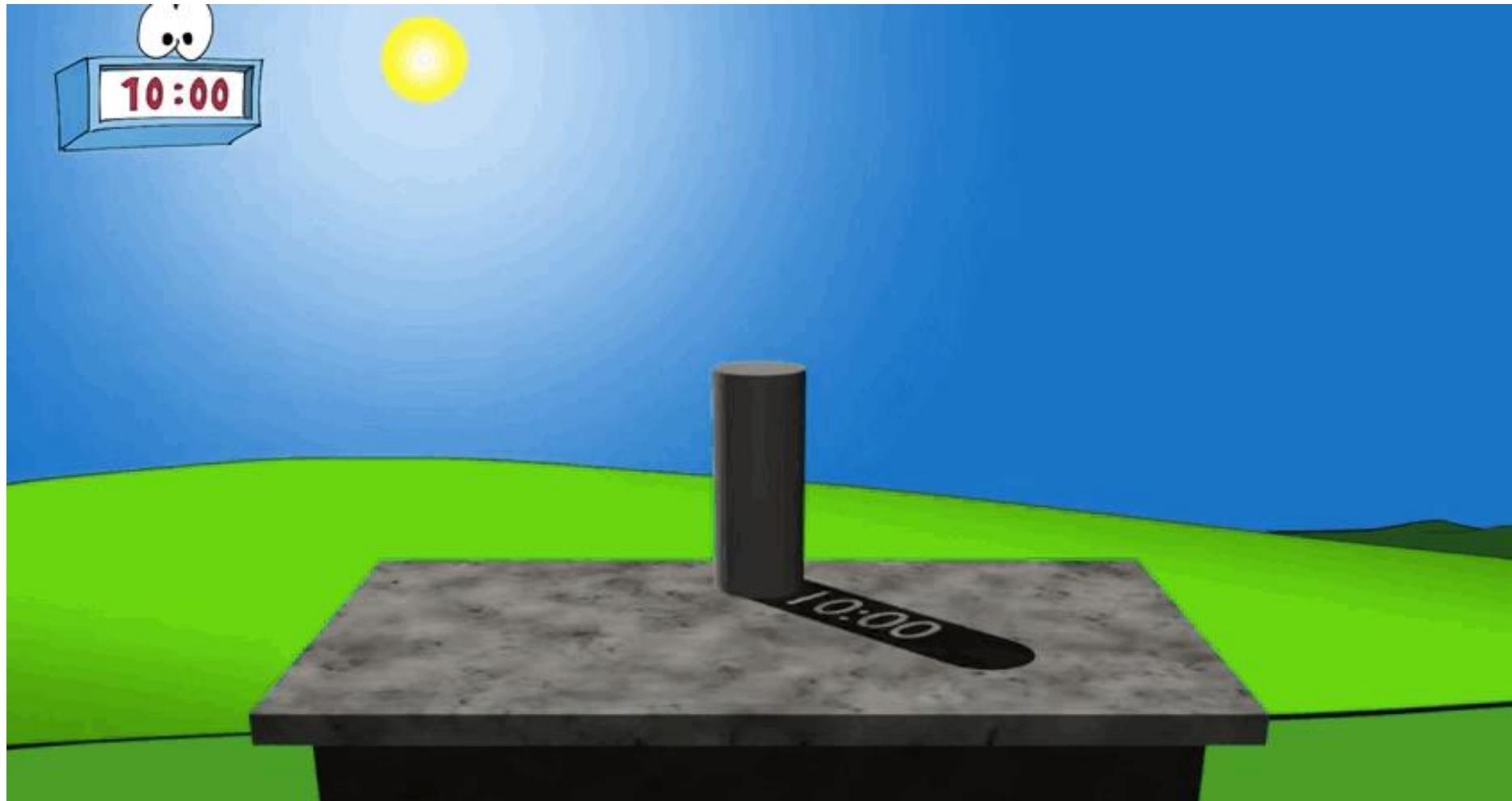
Cadran solaire



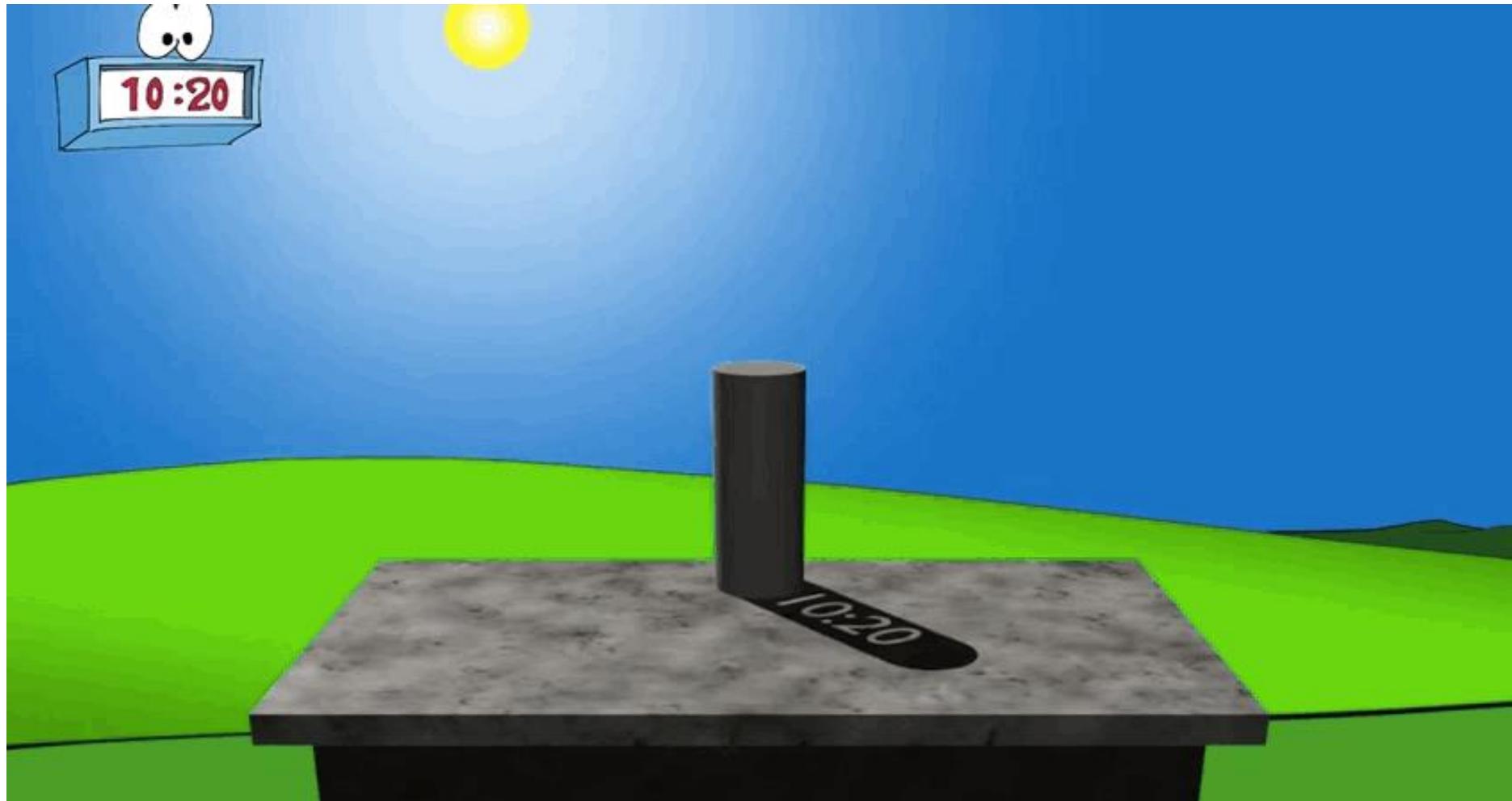
Cadran solaire



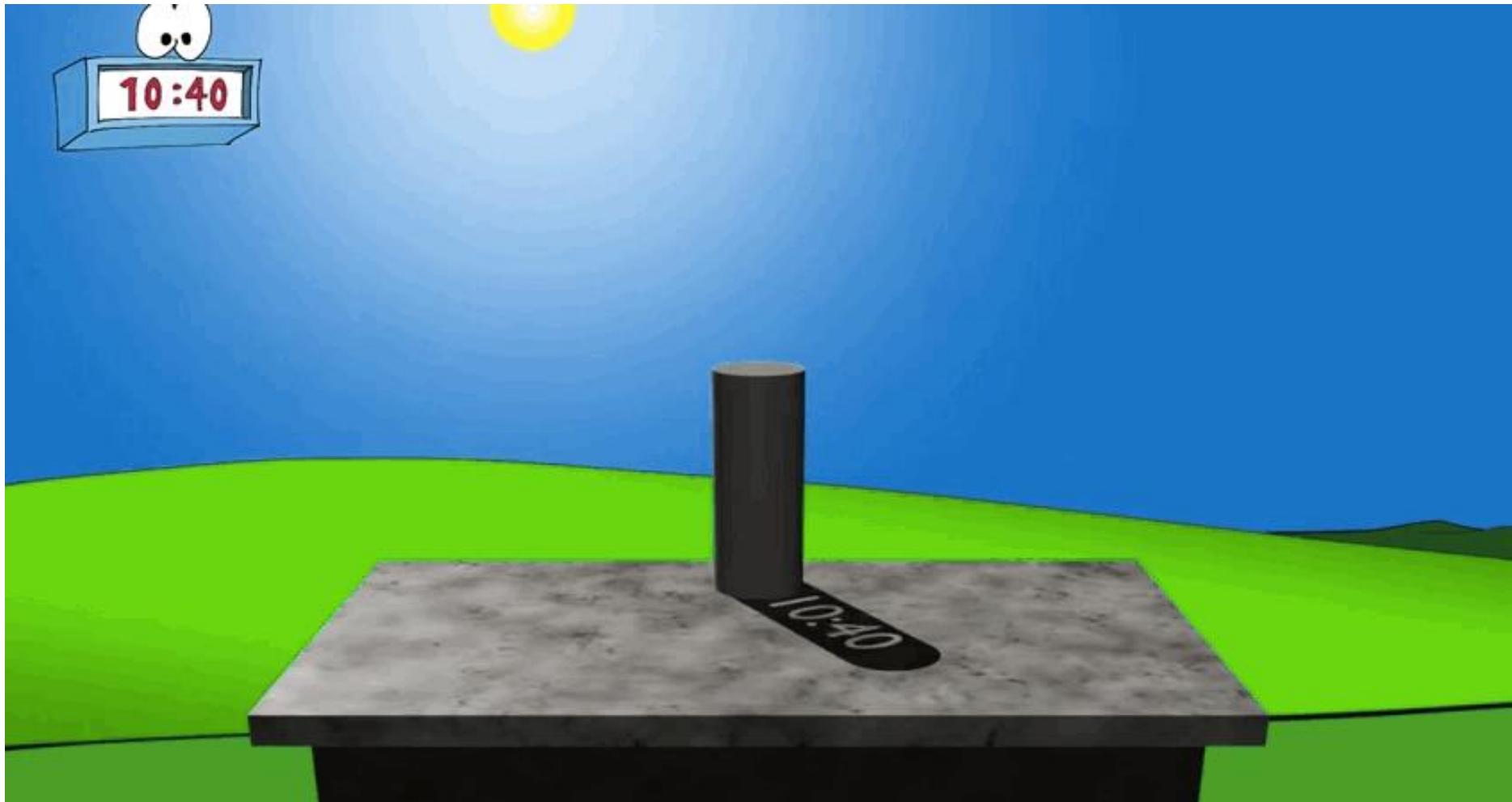
Cadran solaire



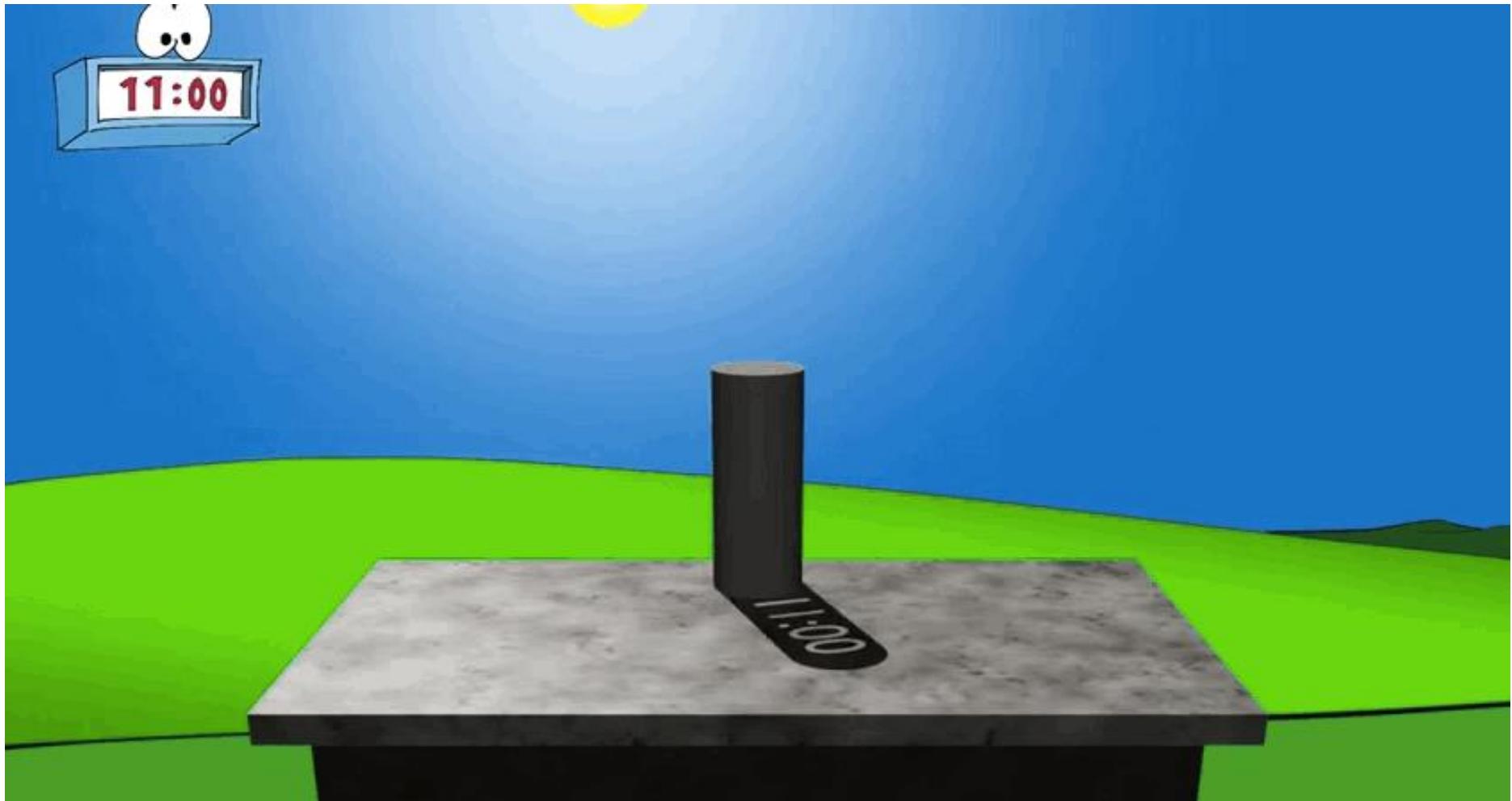
Cadran solaire



Cadran solaire



Cadran solaire



Cadran solaire



Cadran solaire



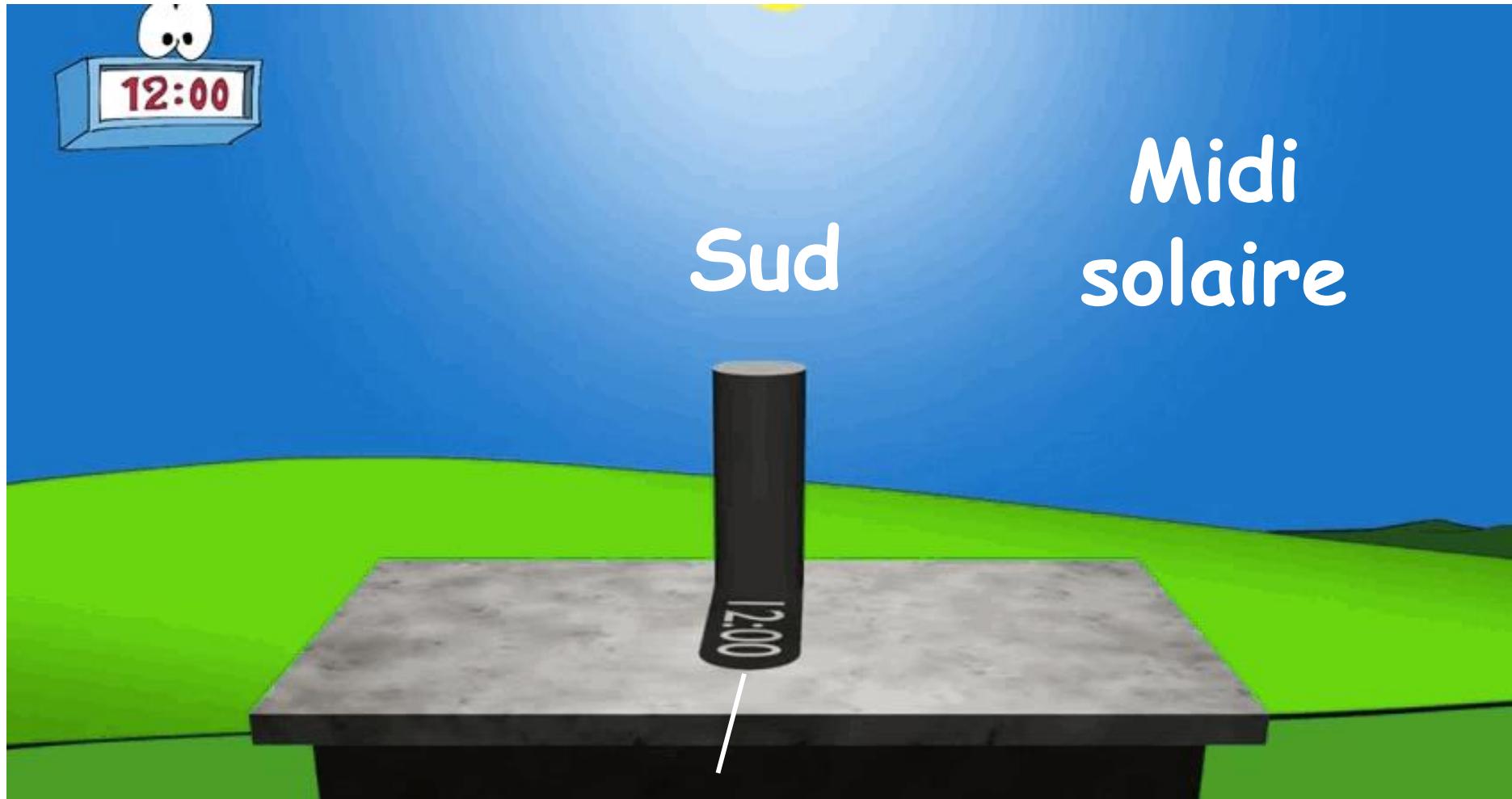
Cadran solaire



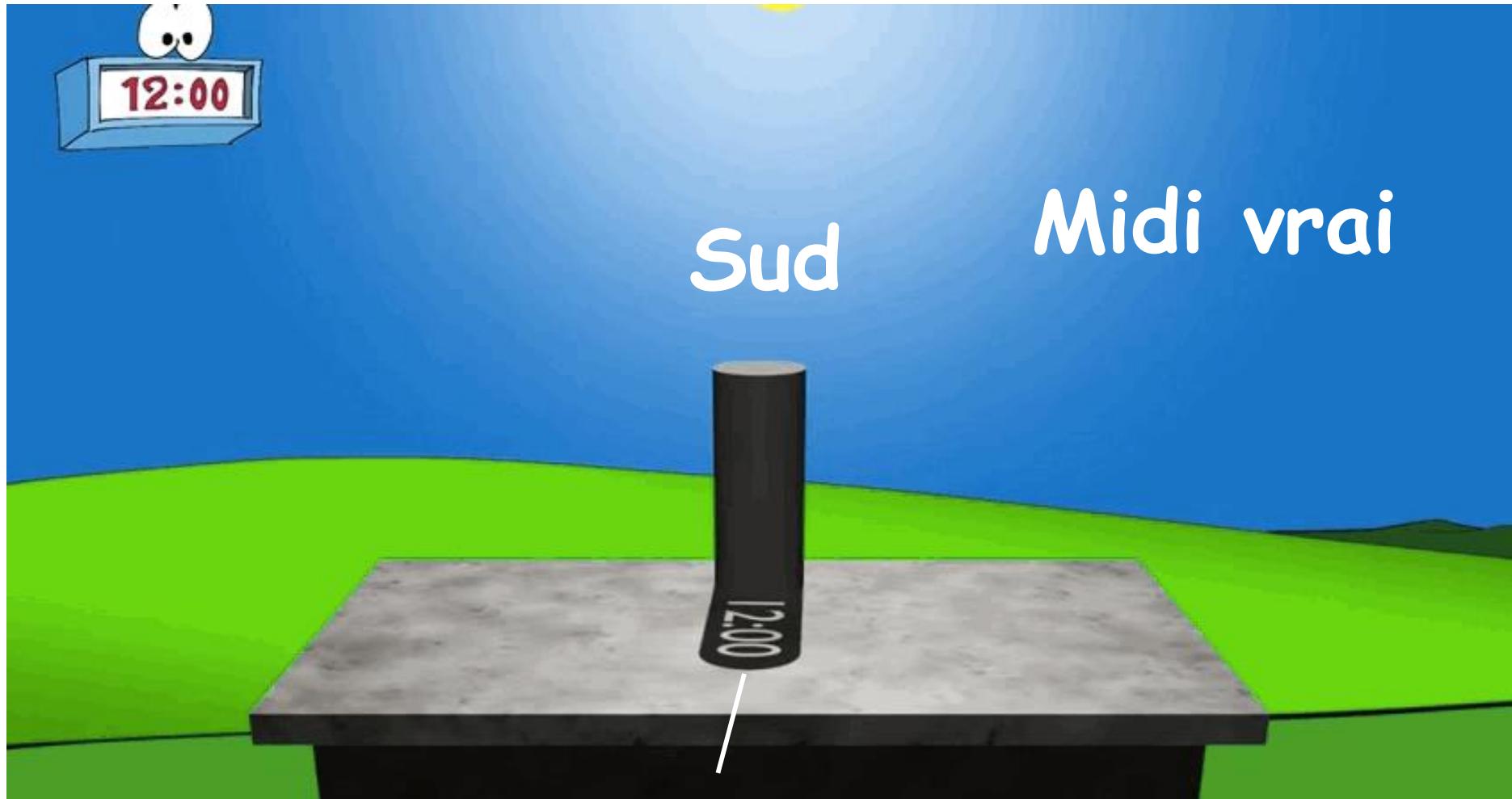
Cadran solaire



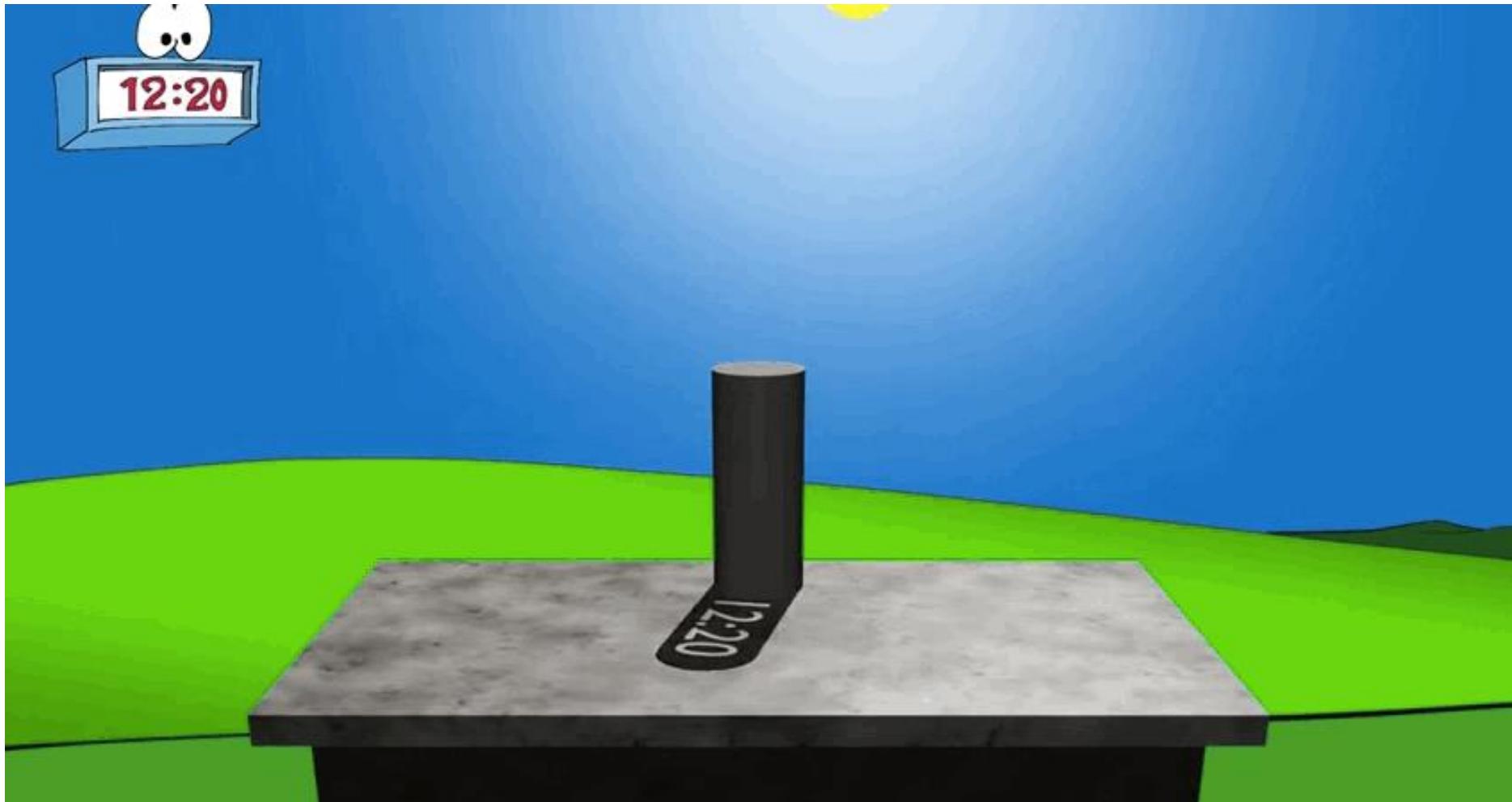
Cadran solaire



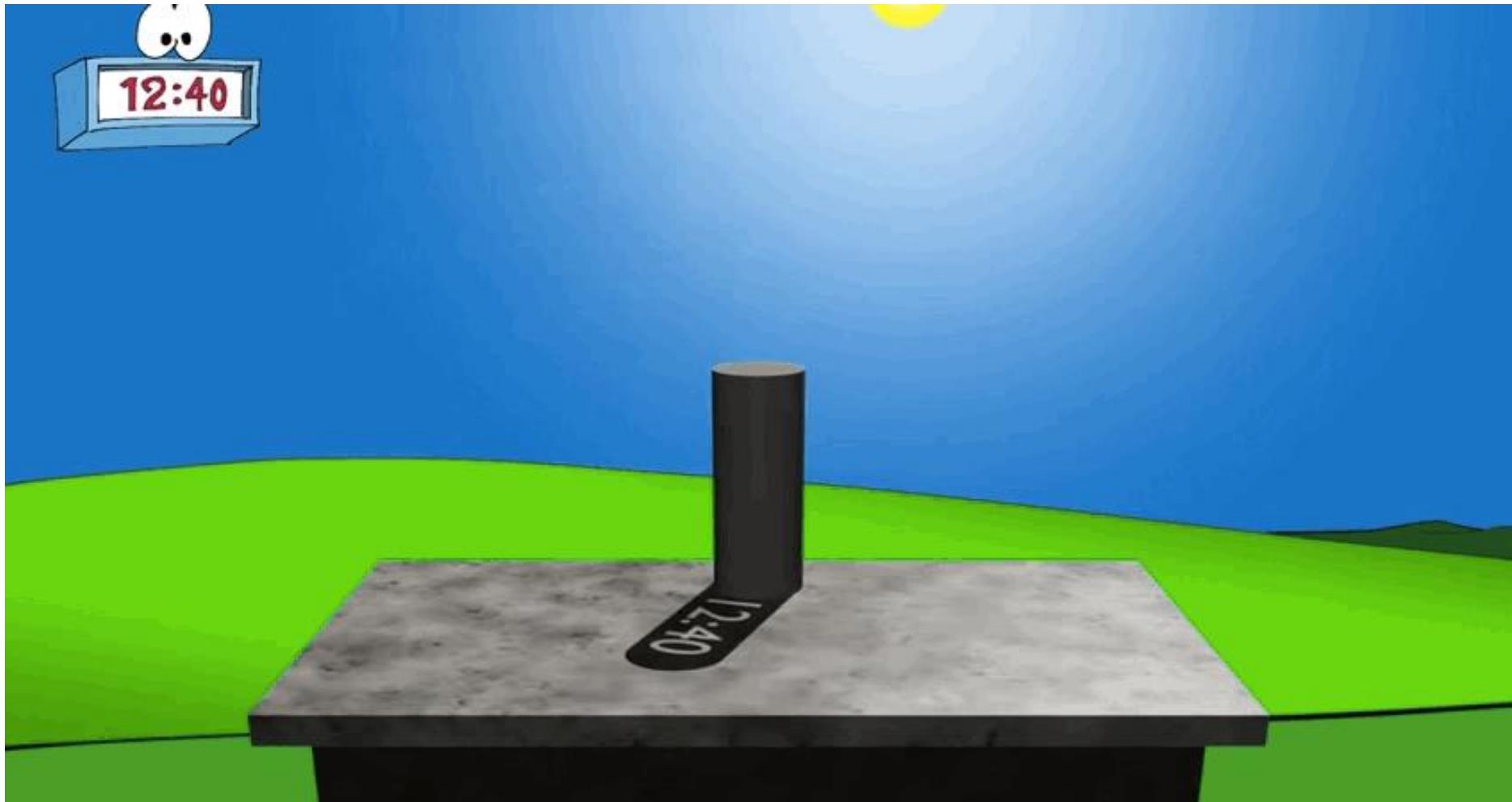
Cadran solaire



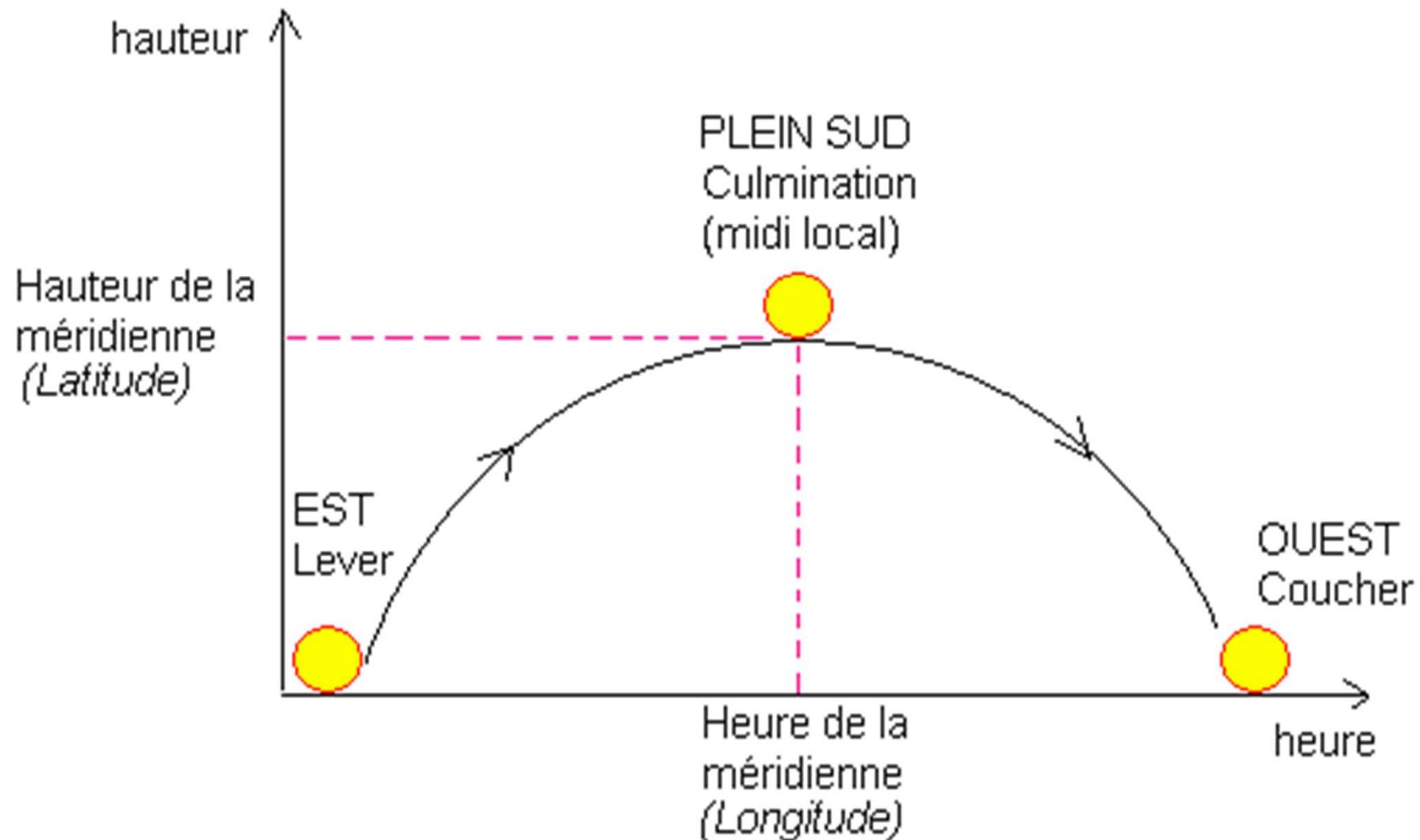
Cadran solaire



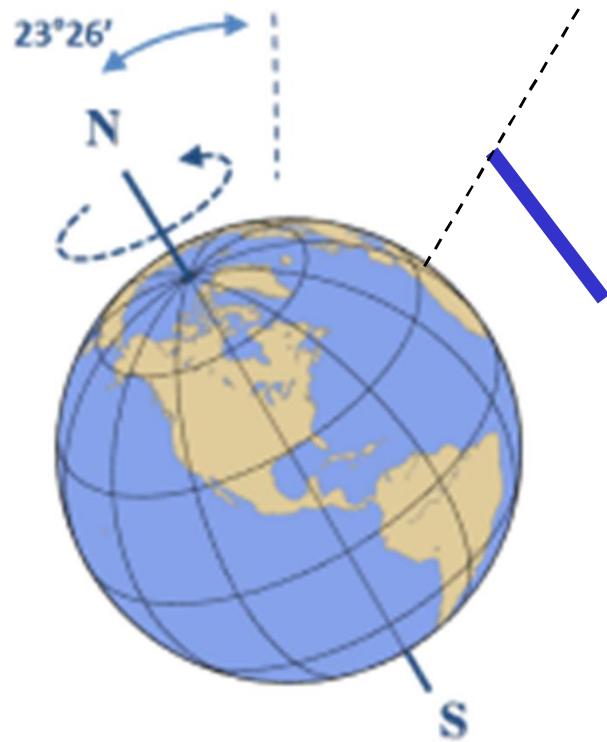
Cadran solaire



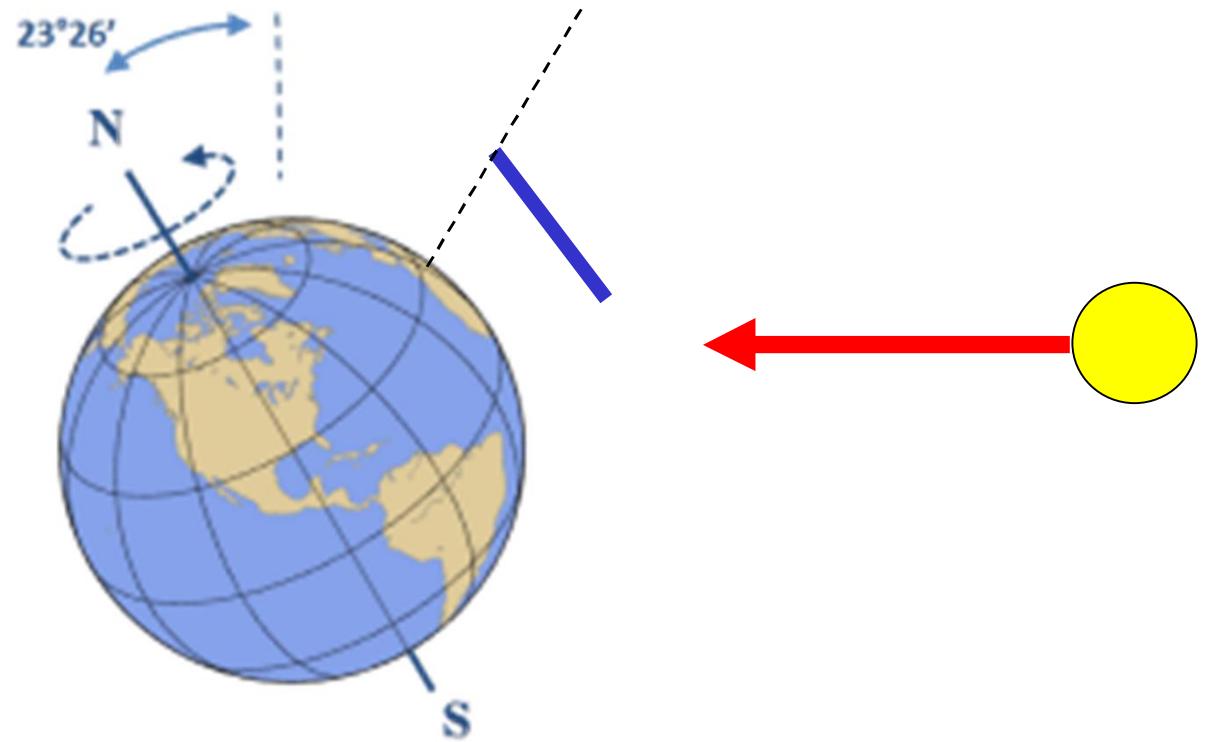
Cadran solaire



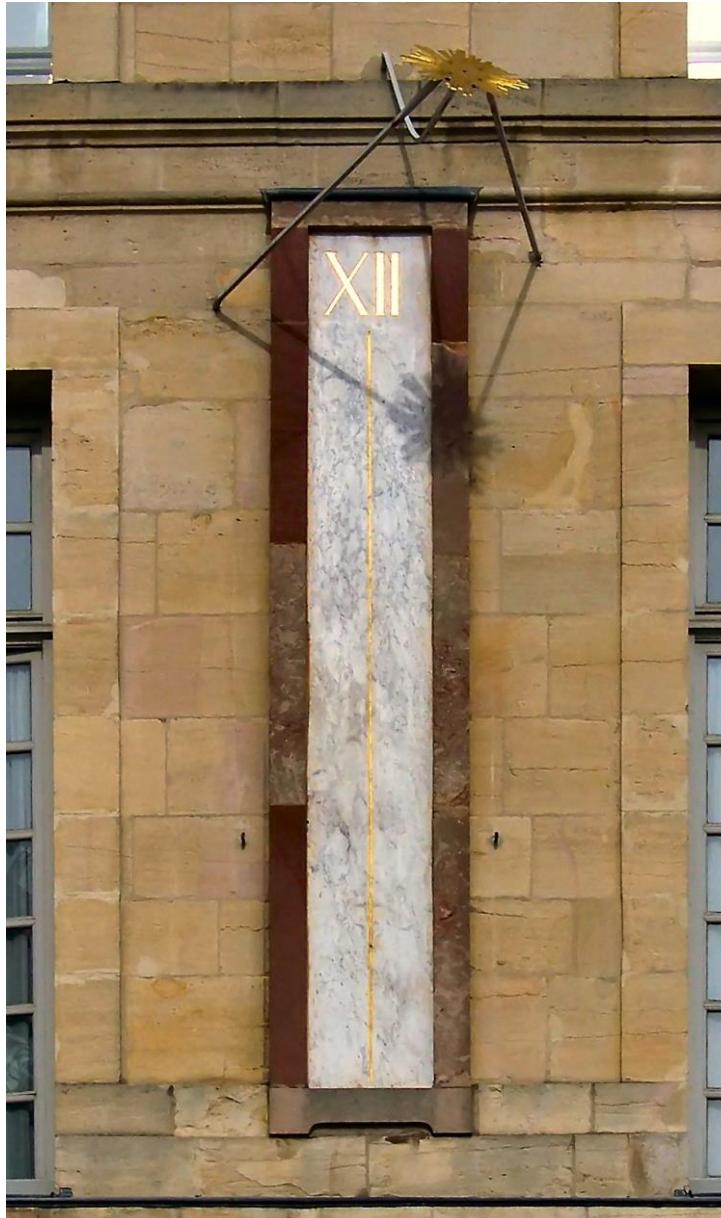
Cadran solaire vertical



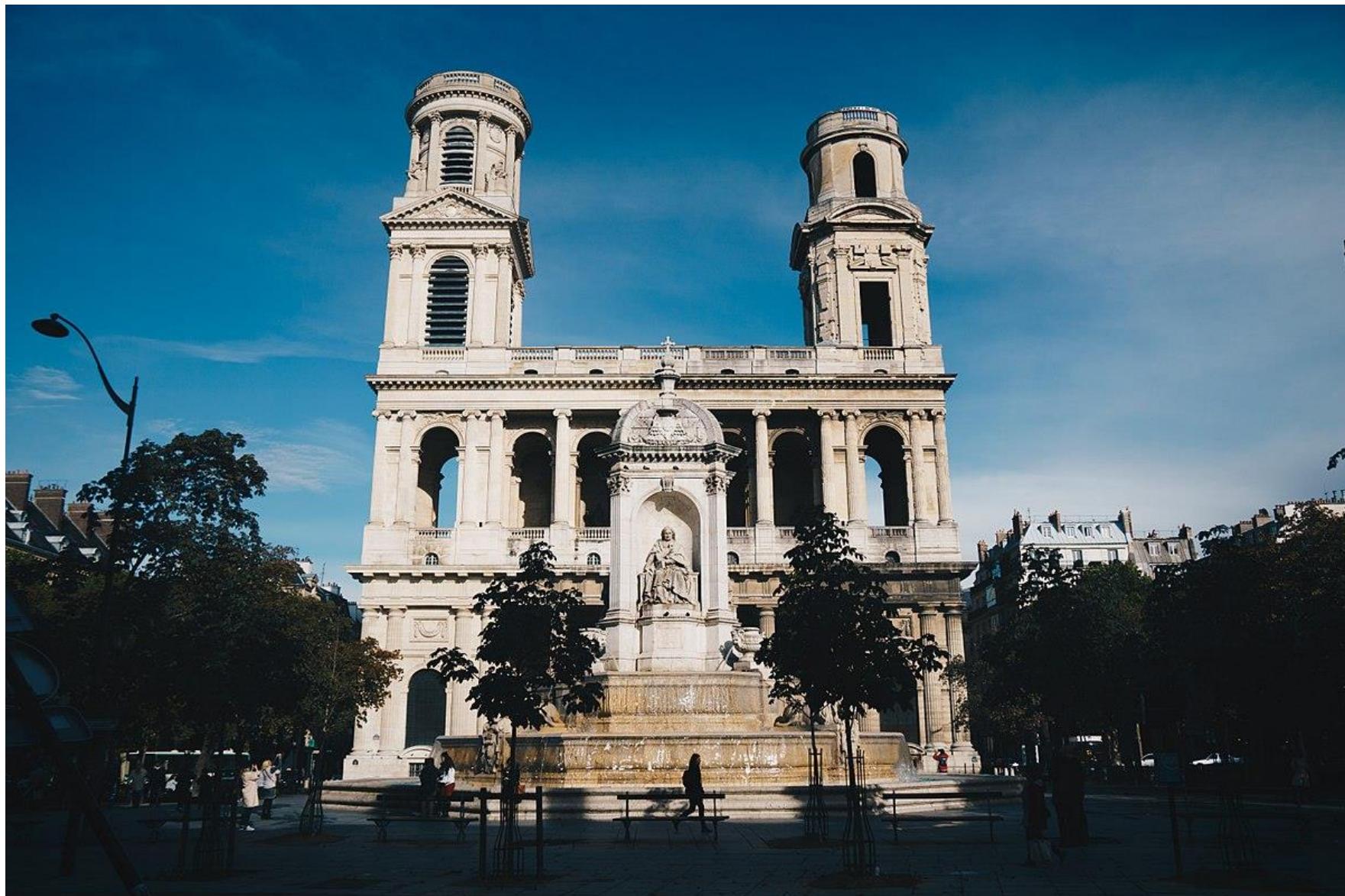
Cadran solaire vertical



Méridienne de midi vrai



Eglise Saint Sulpice



Eglise Saint Sulpice



Eglise Saint Sulpice



Eglise Saint Sulpice



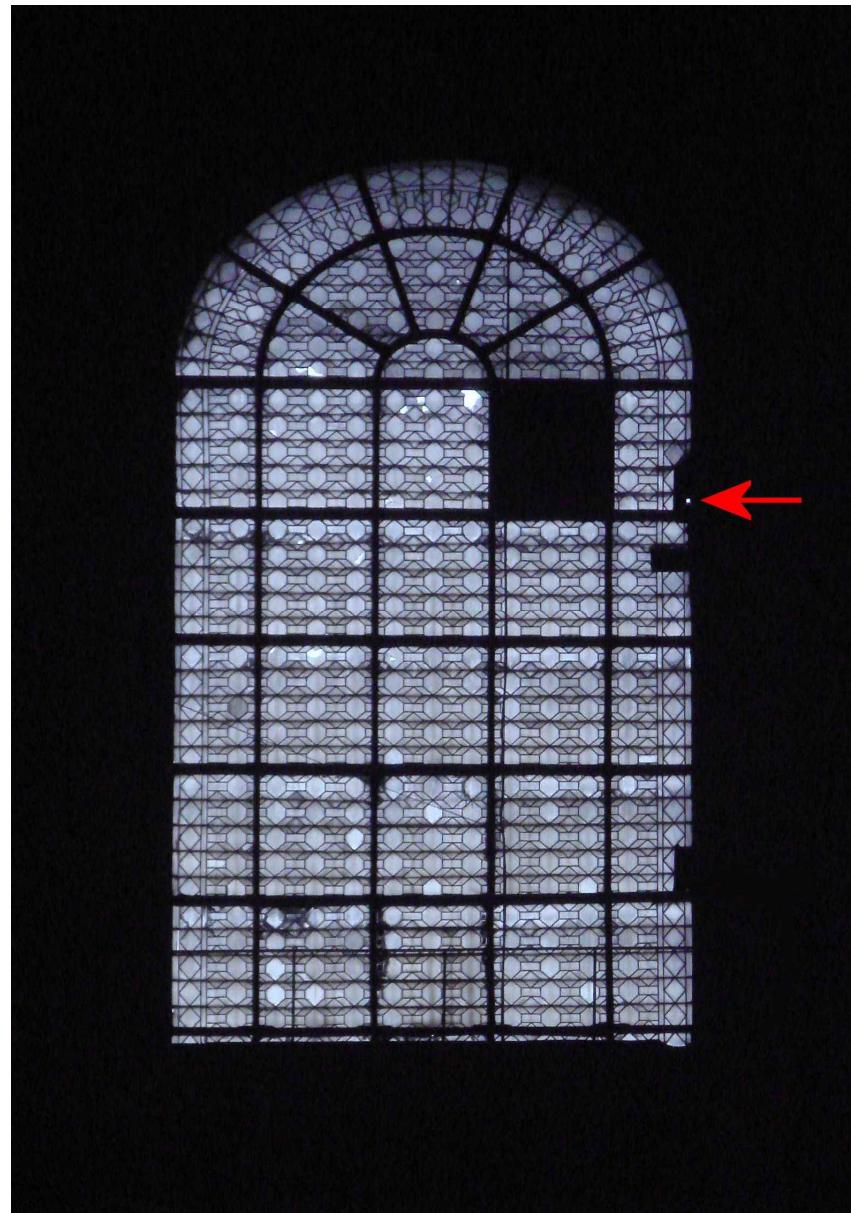
Eglise Saint Sulpice



Eglise Saint Sulpice



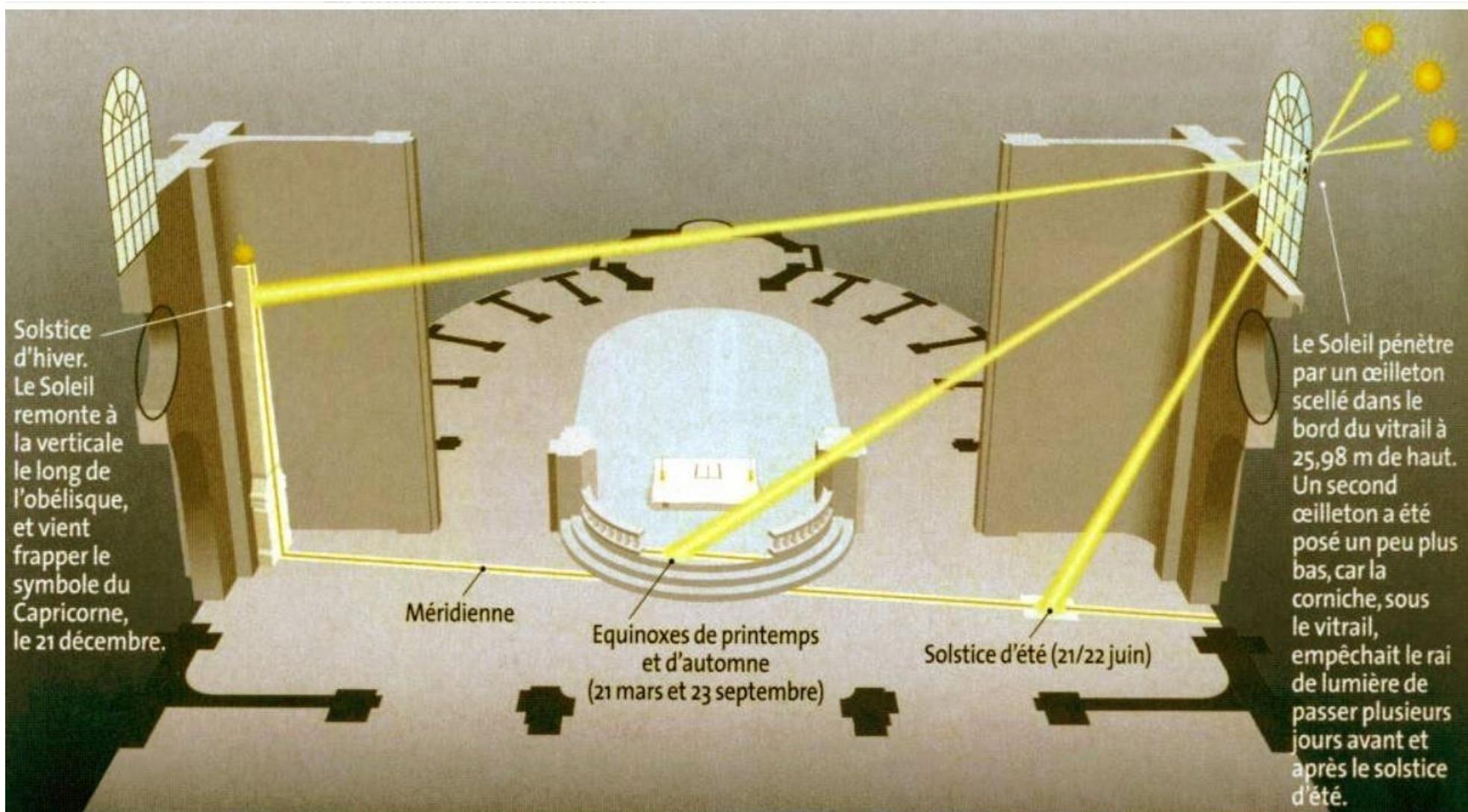
Eglise Saint Sulpice



Eglise Saint Sulpice



Méridienne de midi vrai



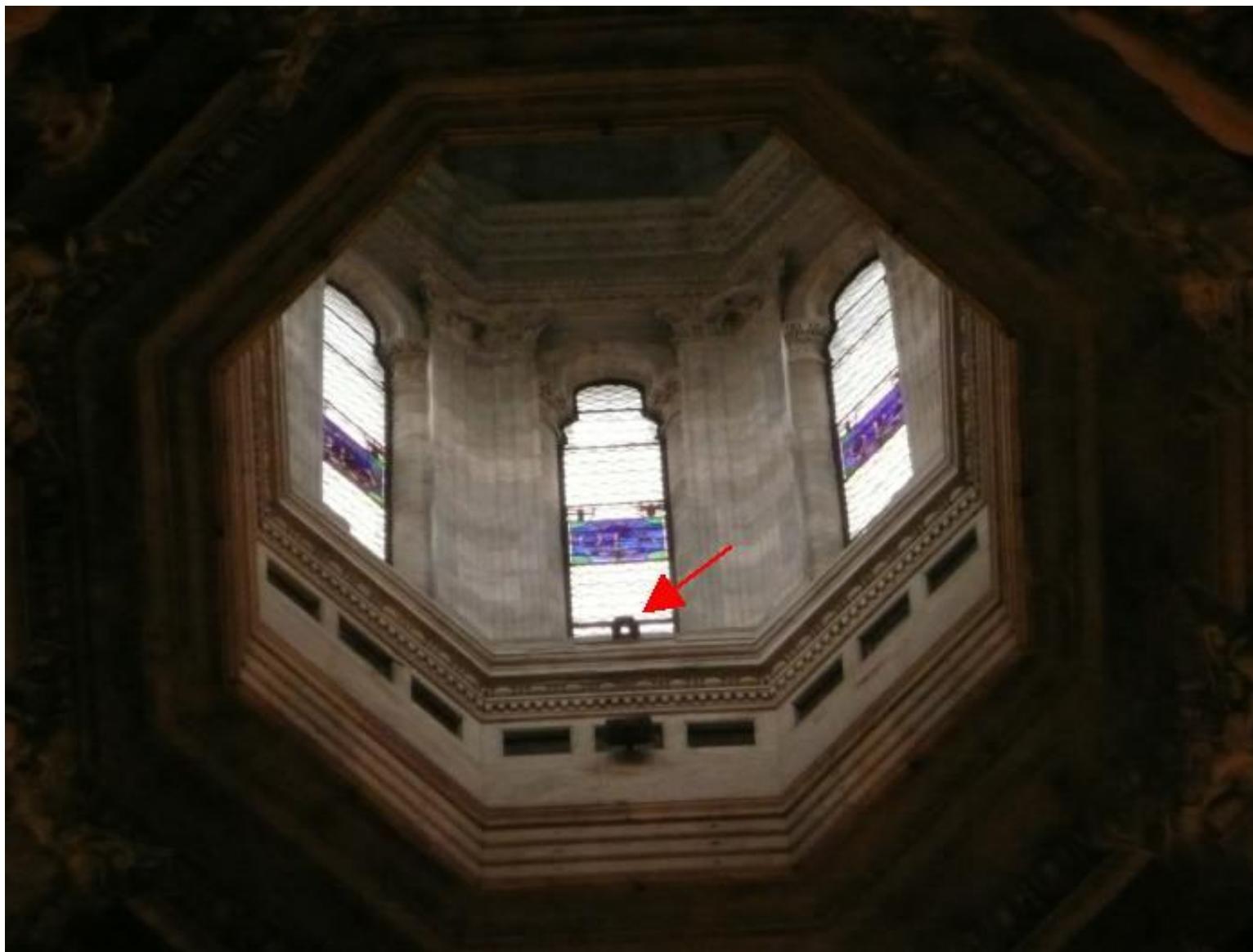
Florence - Cathédrale



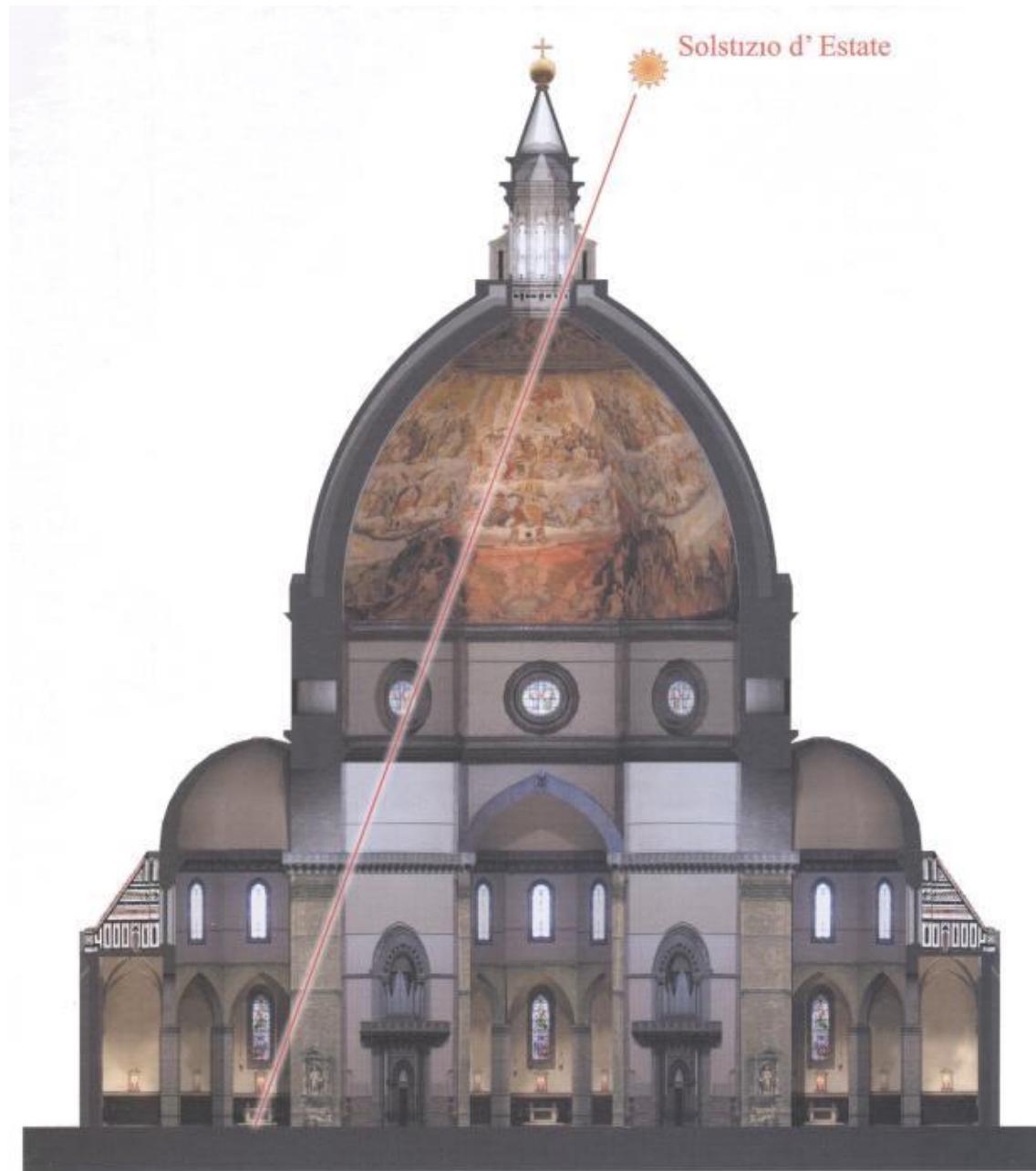
Florence Cathédrale



Florence - Cathédrale

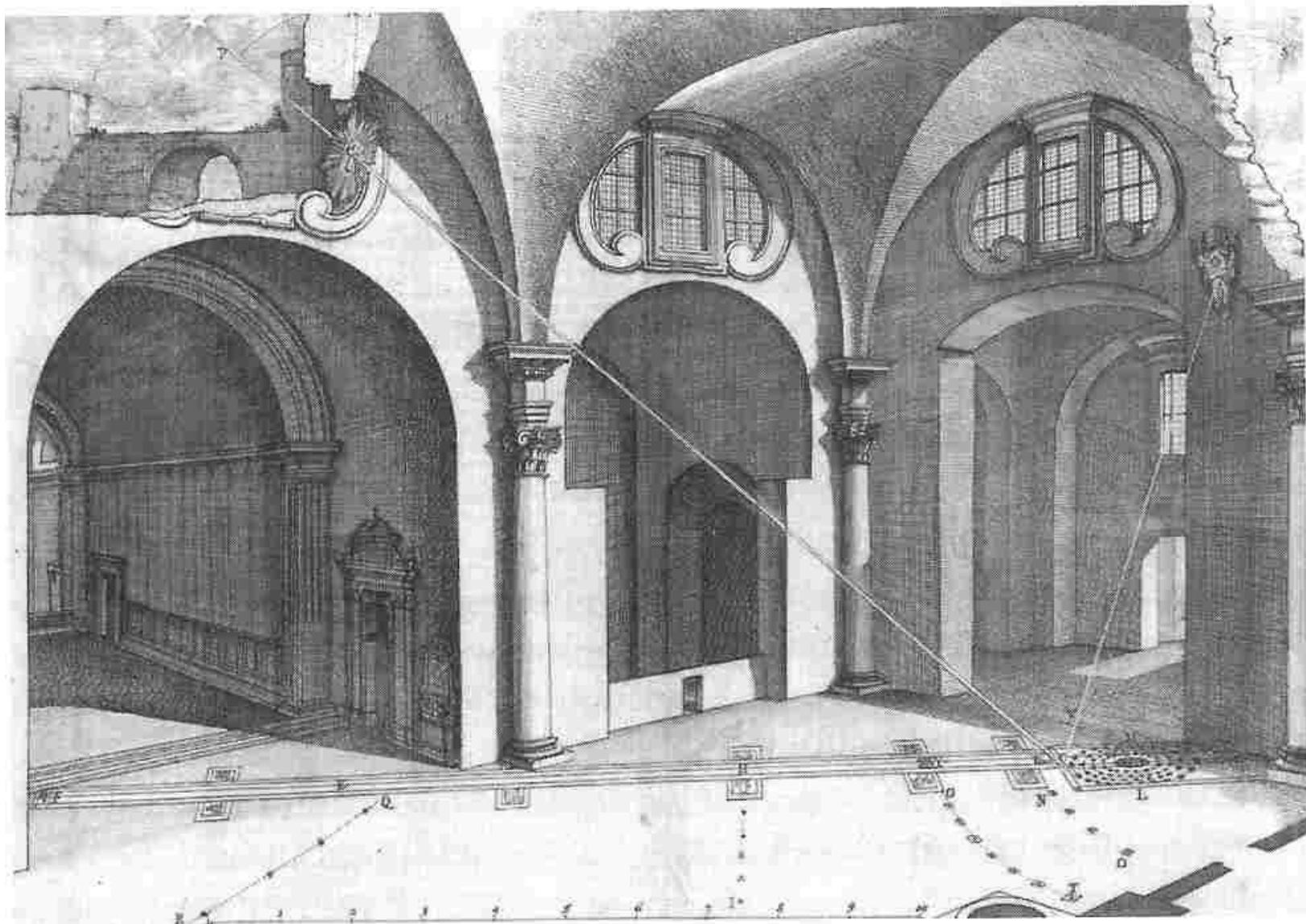


Florence Cathédrale



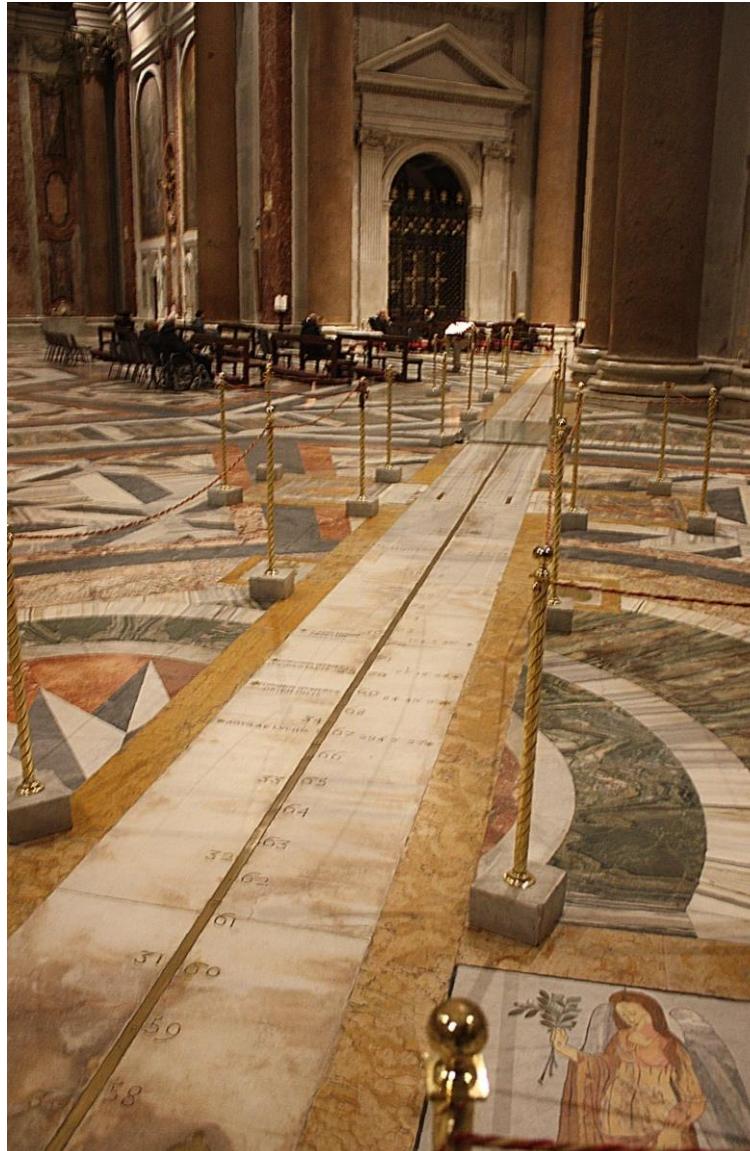
Rome

Basilique Santa Maria degli Angeli e dei Martiri



Rome

Basilique Santa Maria degli Angeli e dei Martiri



Nancy



Nancy Rue Gambetta



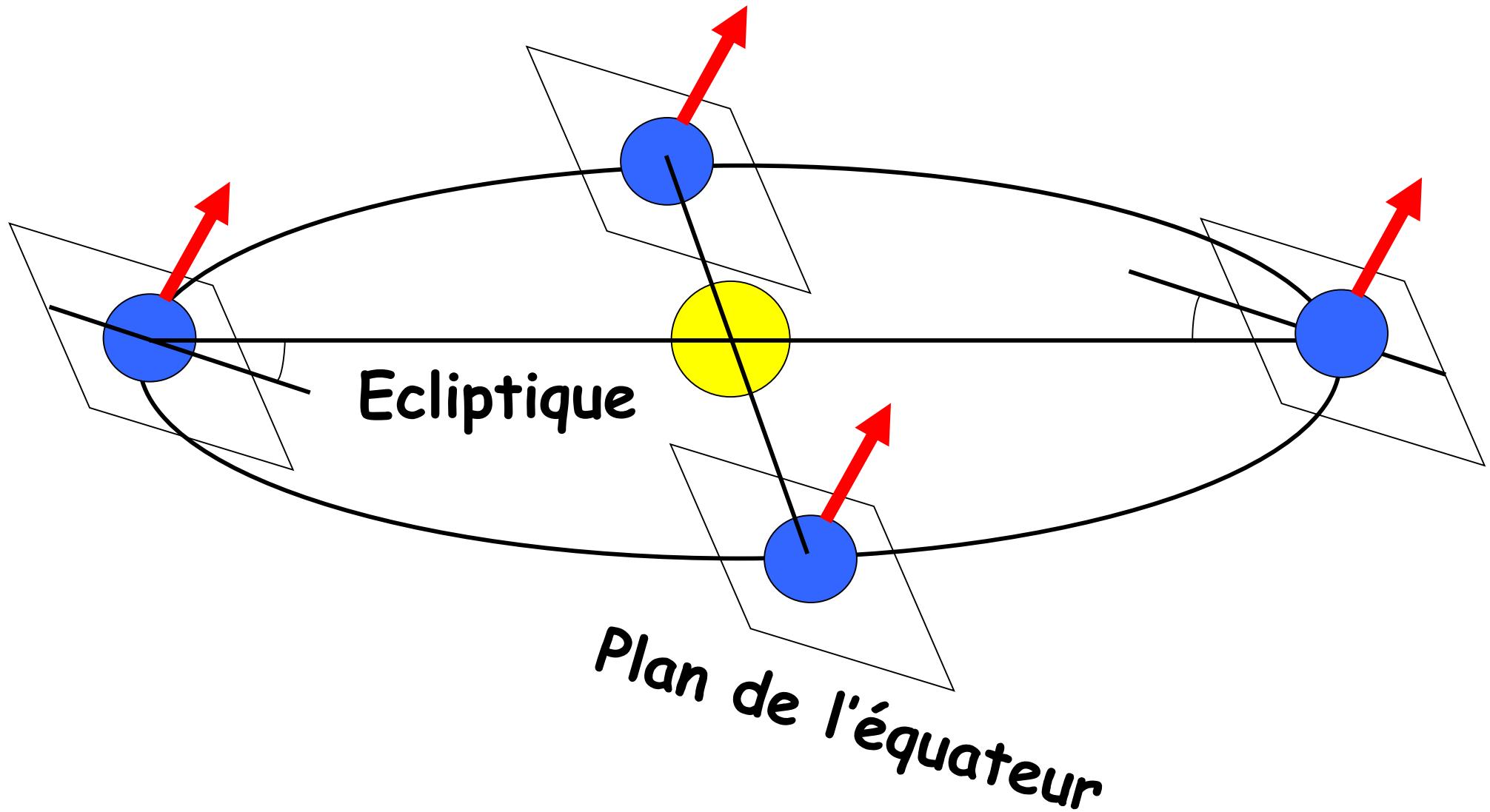
Nancy



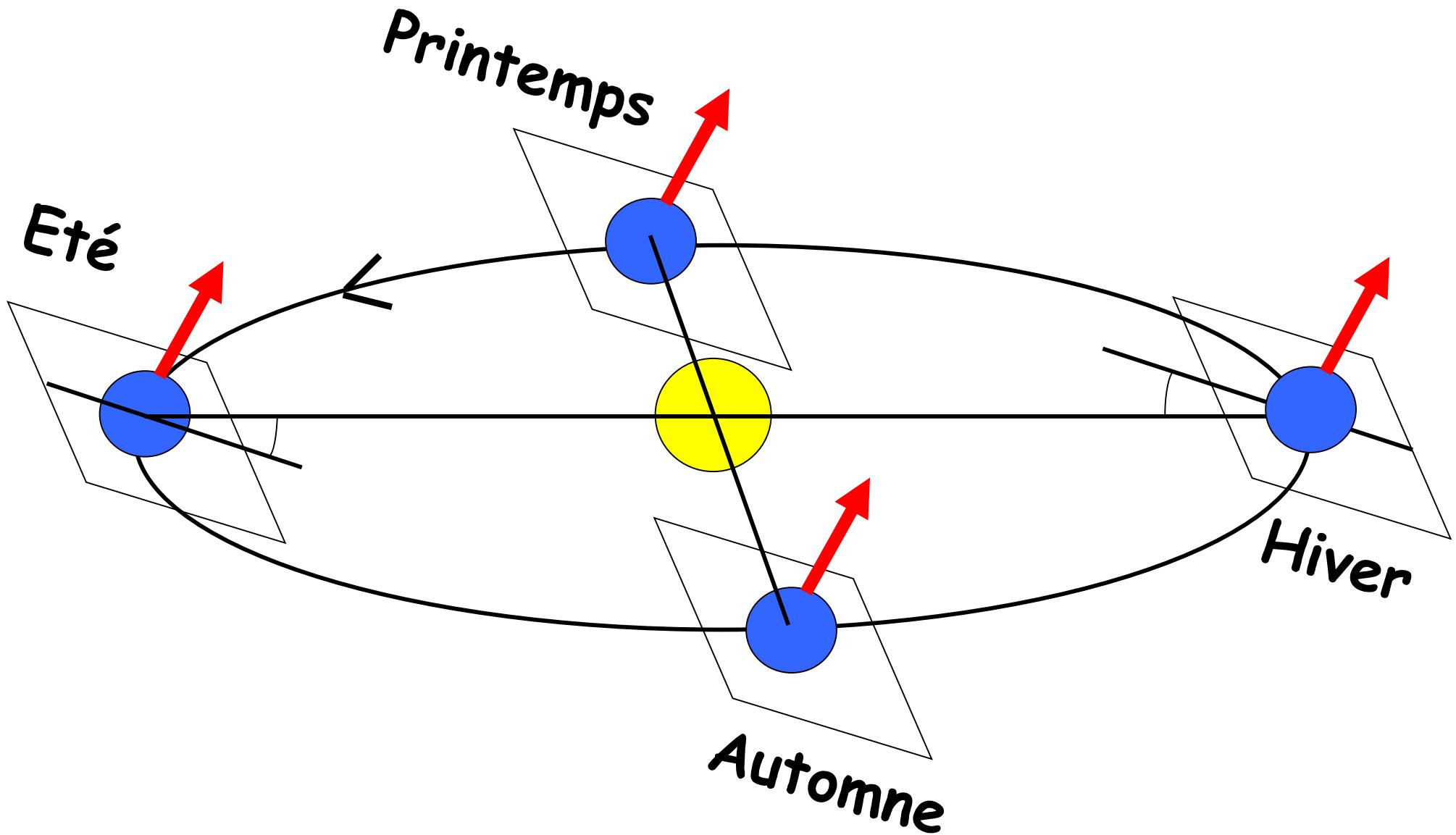
Nancy



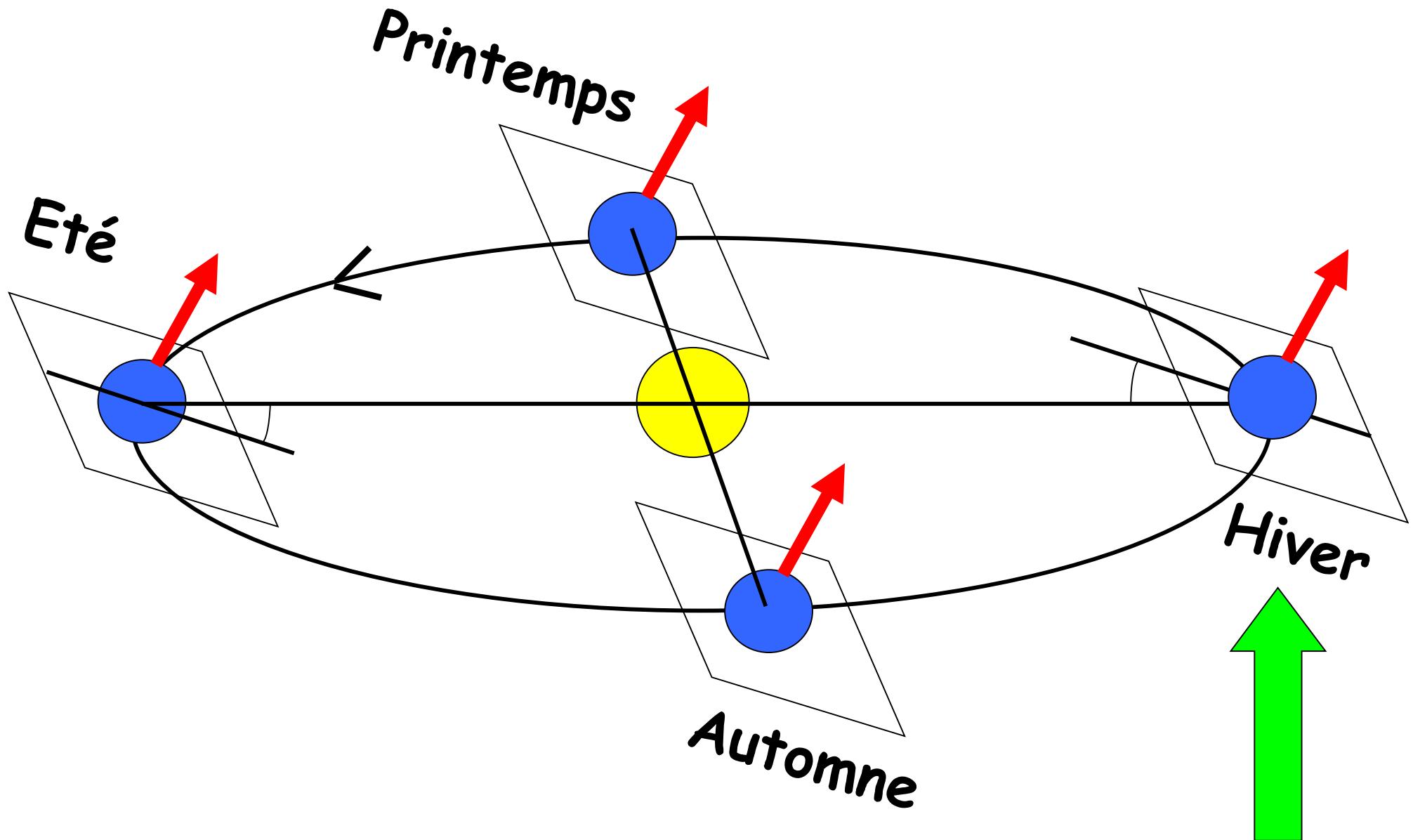
Déplacement apparent du Soleil



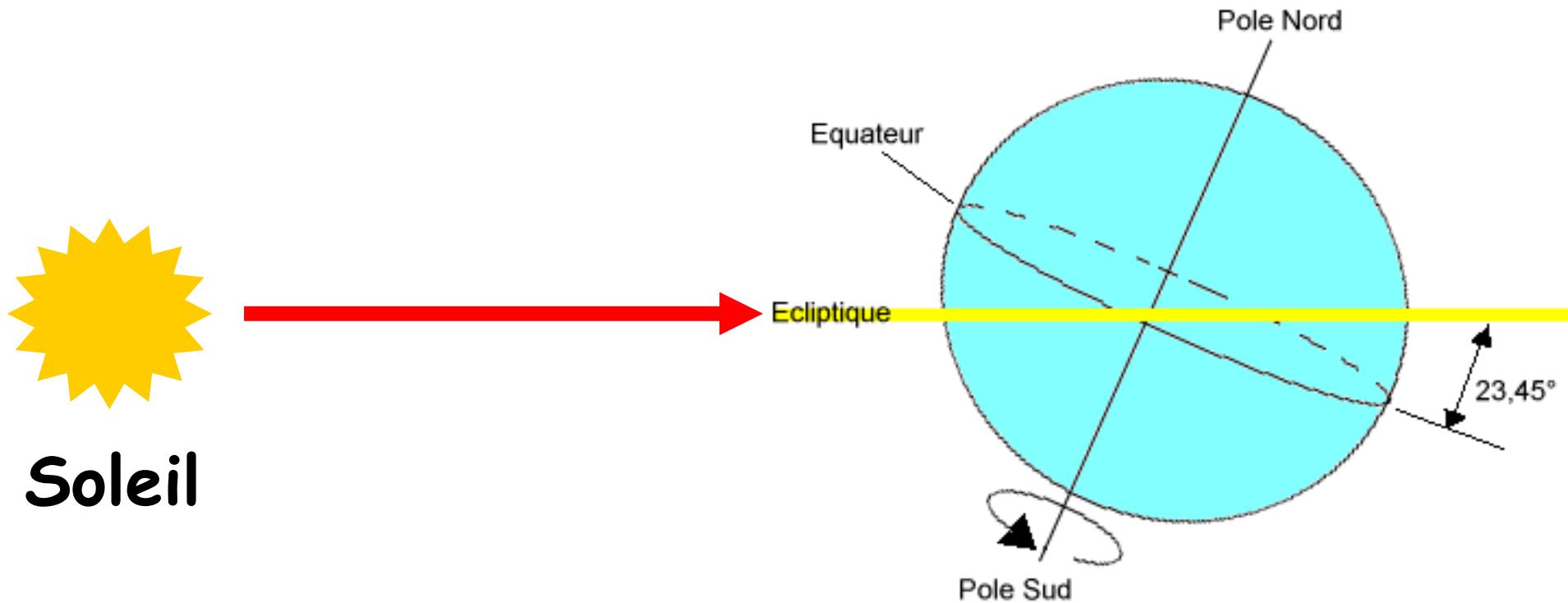
Déplacement apparent du Soleil



Déplacement apparent du Soleil



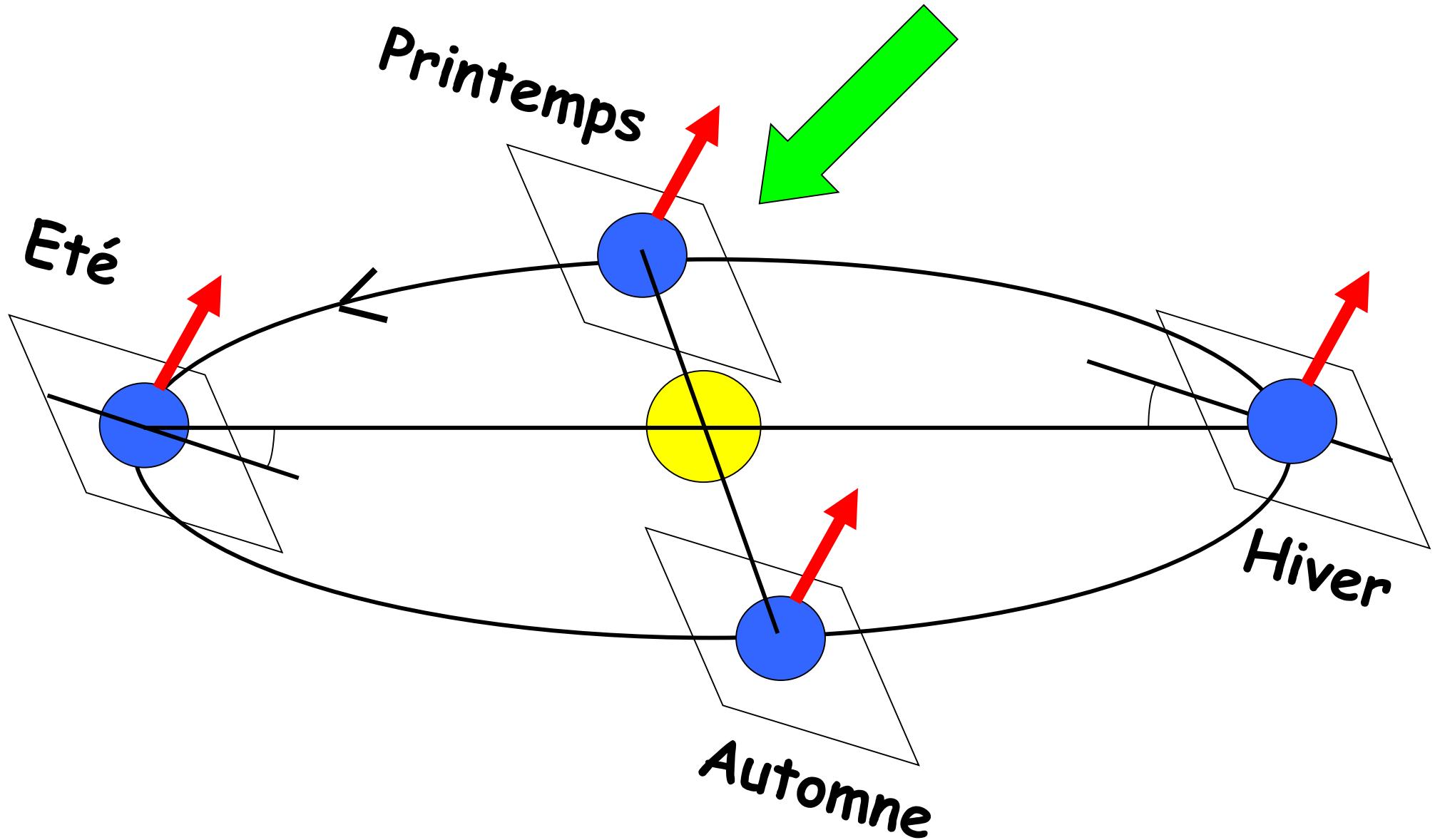
Déplacement apparent du Soleil



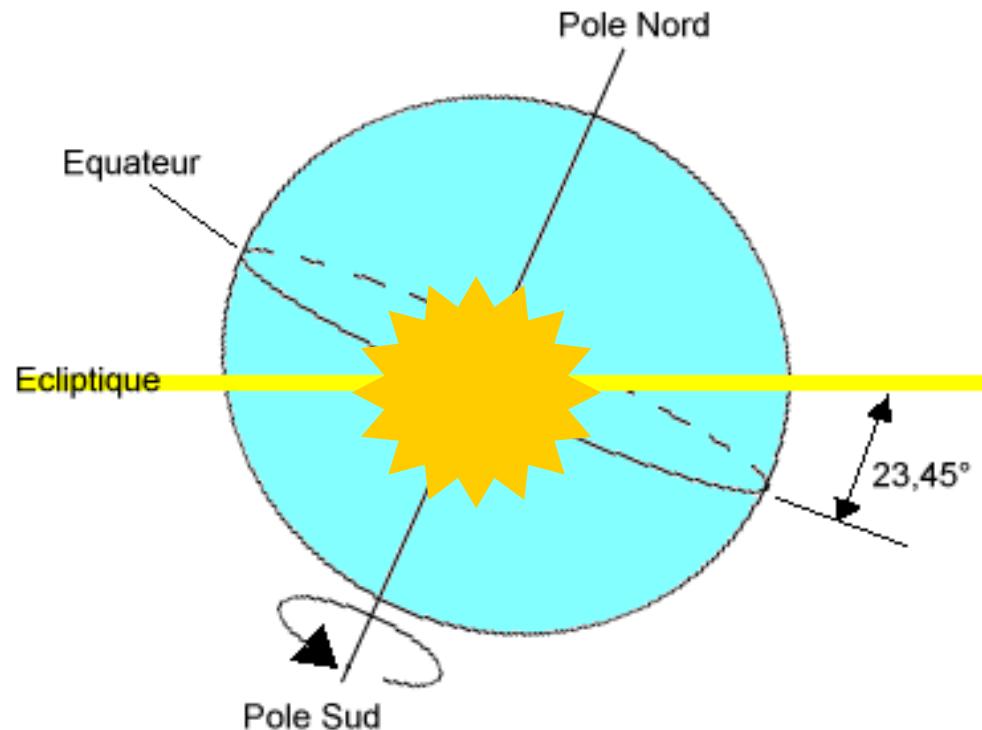
Hiver

Soleil $23^{\circ}27'$ sous l'équateur

Déplacement apparent du Soleil

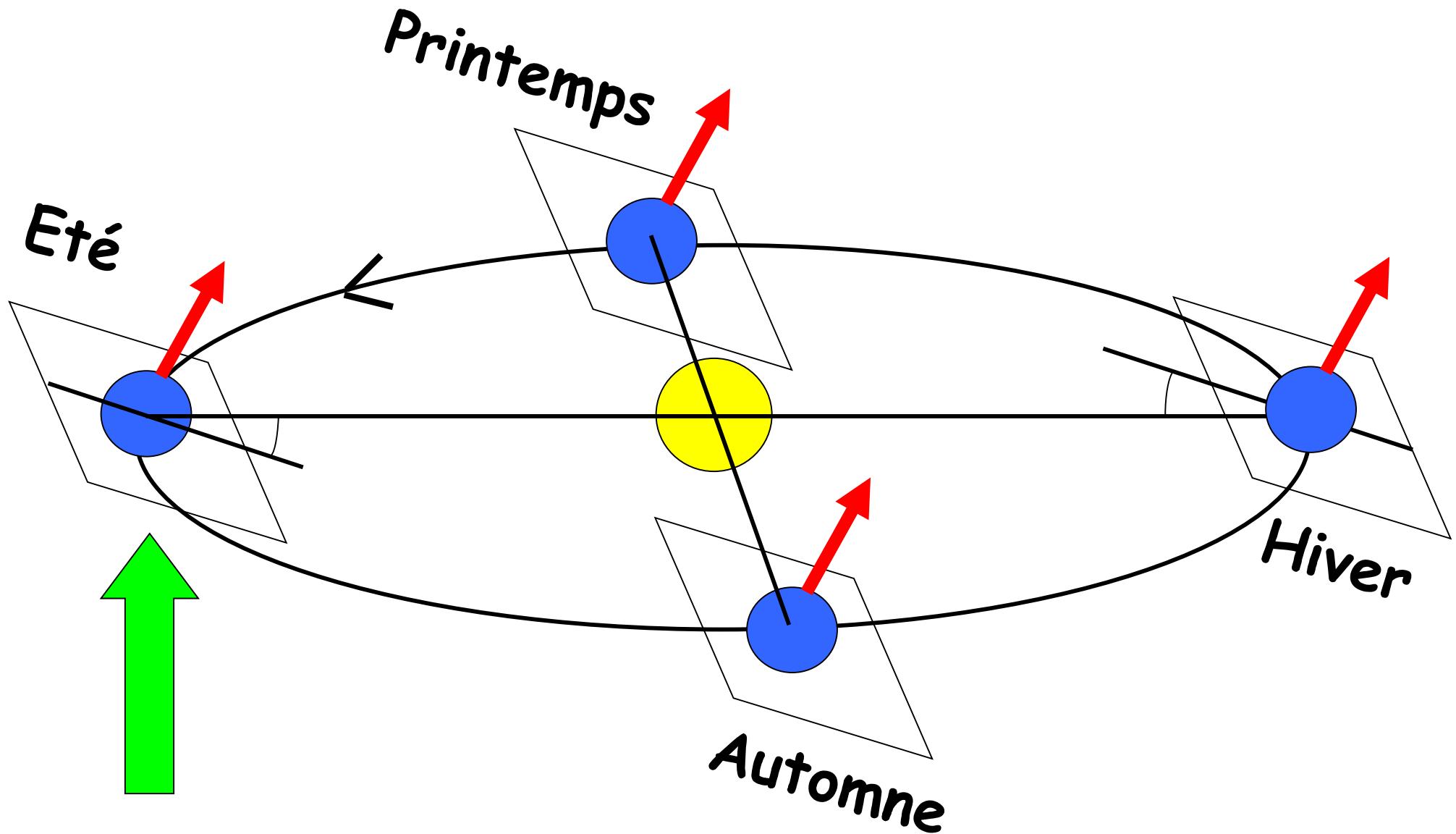


Déplacement apparent du Soleil

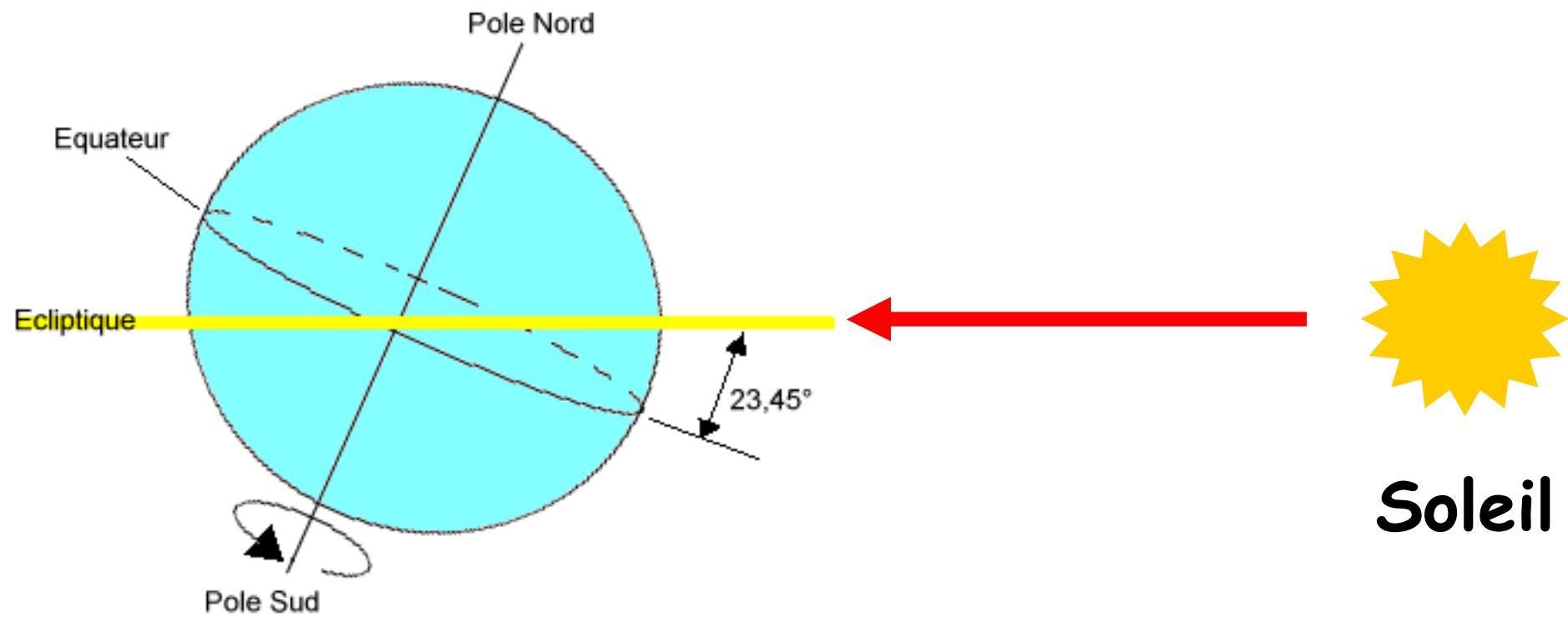


Printemps
Soleil à l'équateur

Déplacement apparent du Soleil



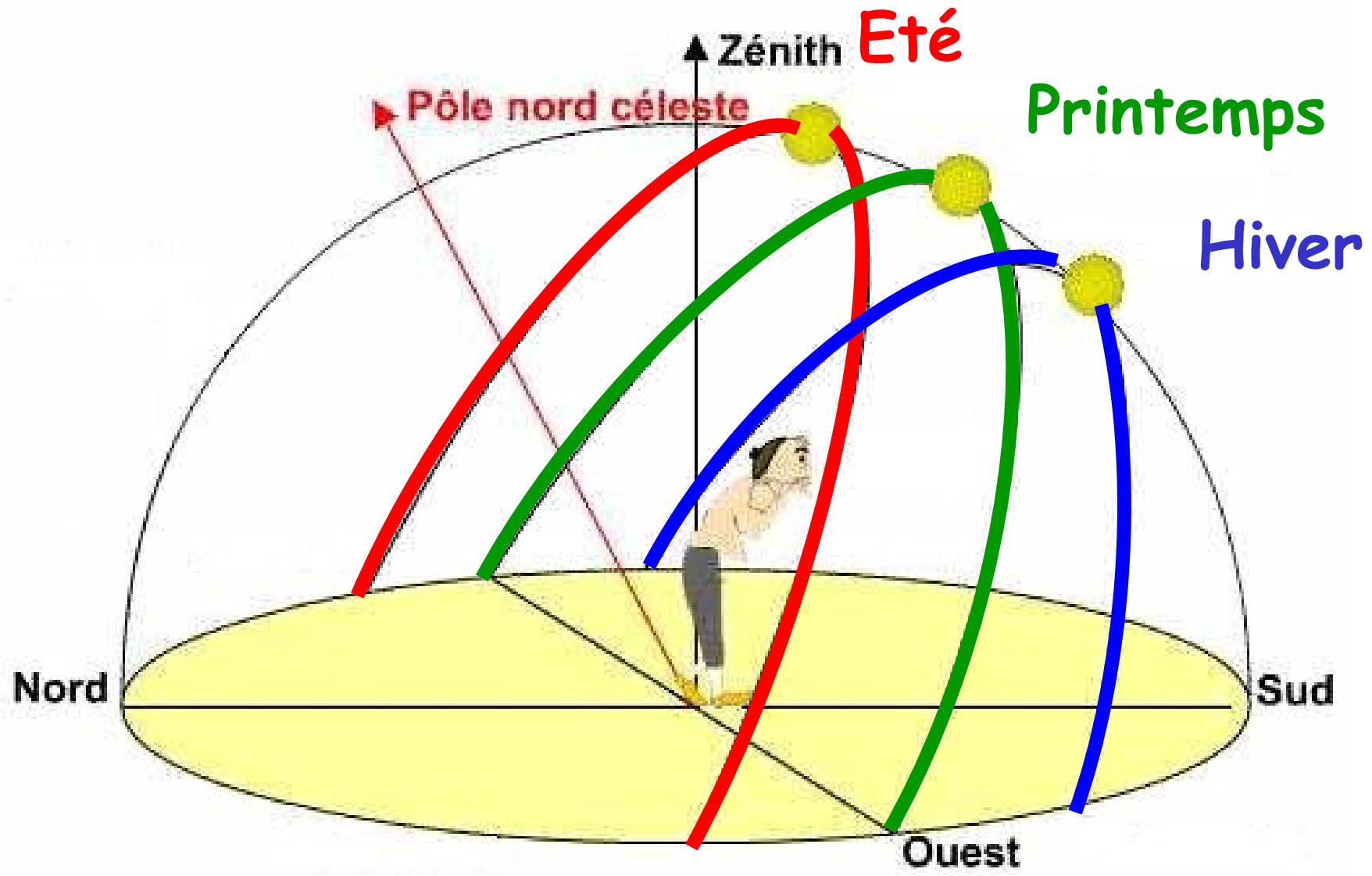
Déplacement apparent du Soleil



Eté

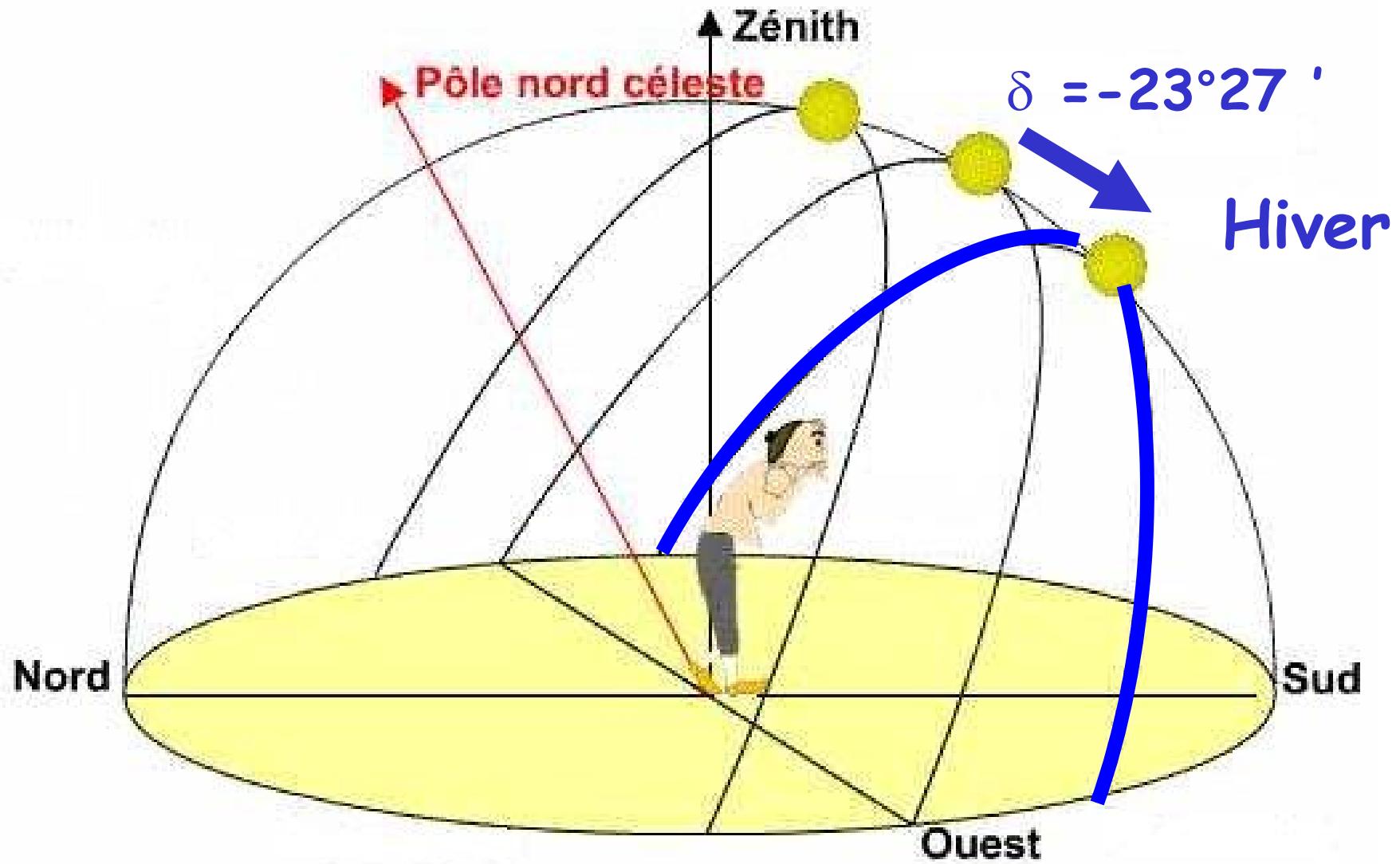
Soleil $23^{\circ}27'$ au dessus de l'équateur

Déplacement apparent du Soleil



Selon les saisons

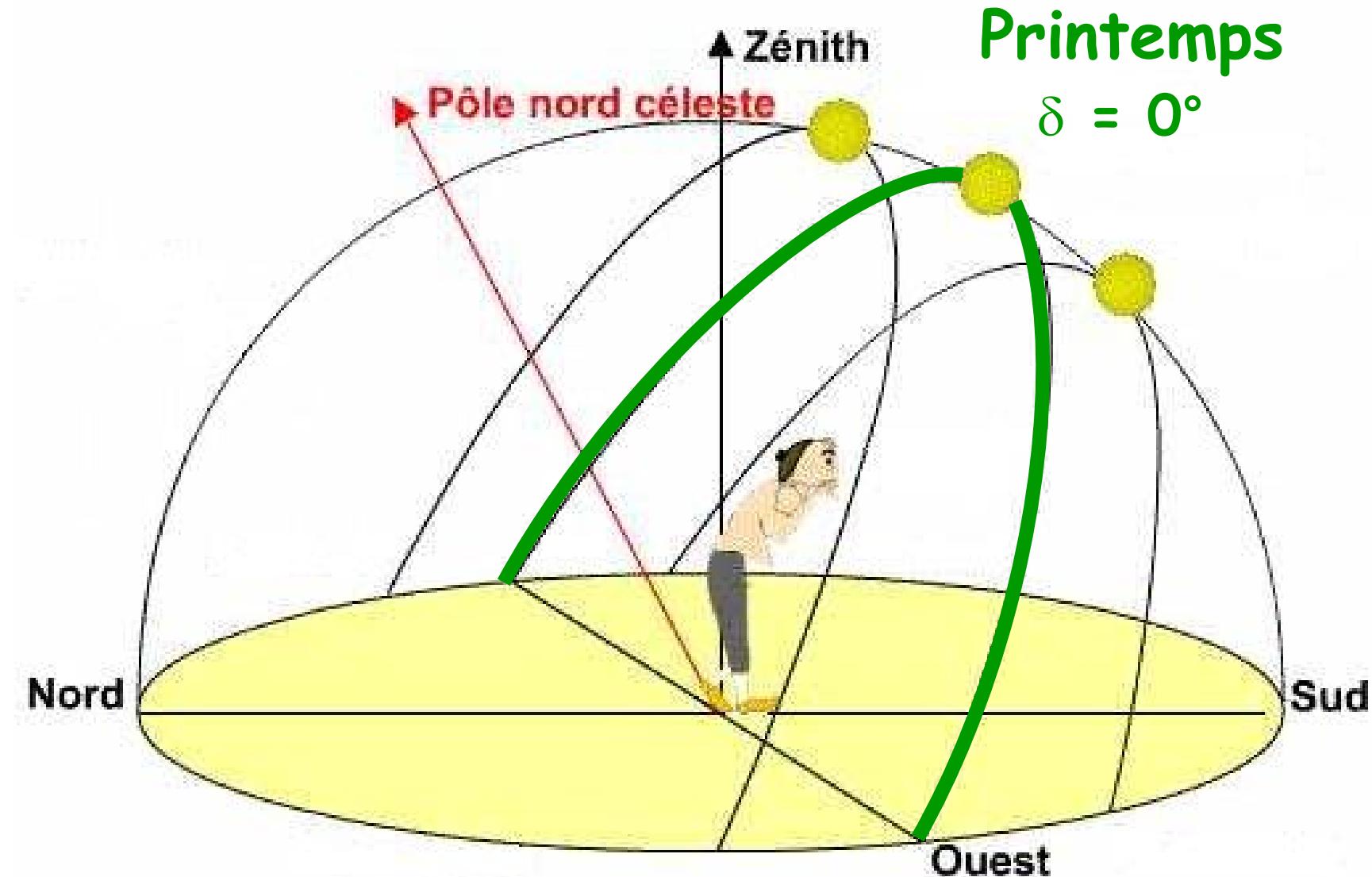
Déplacement apparent du Soleil



Solstice d'hiver

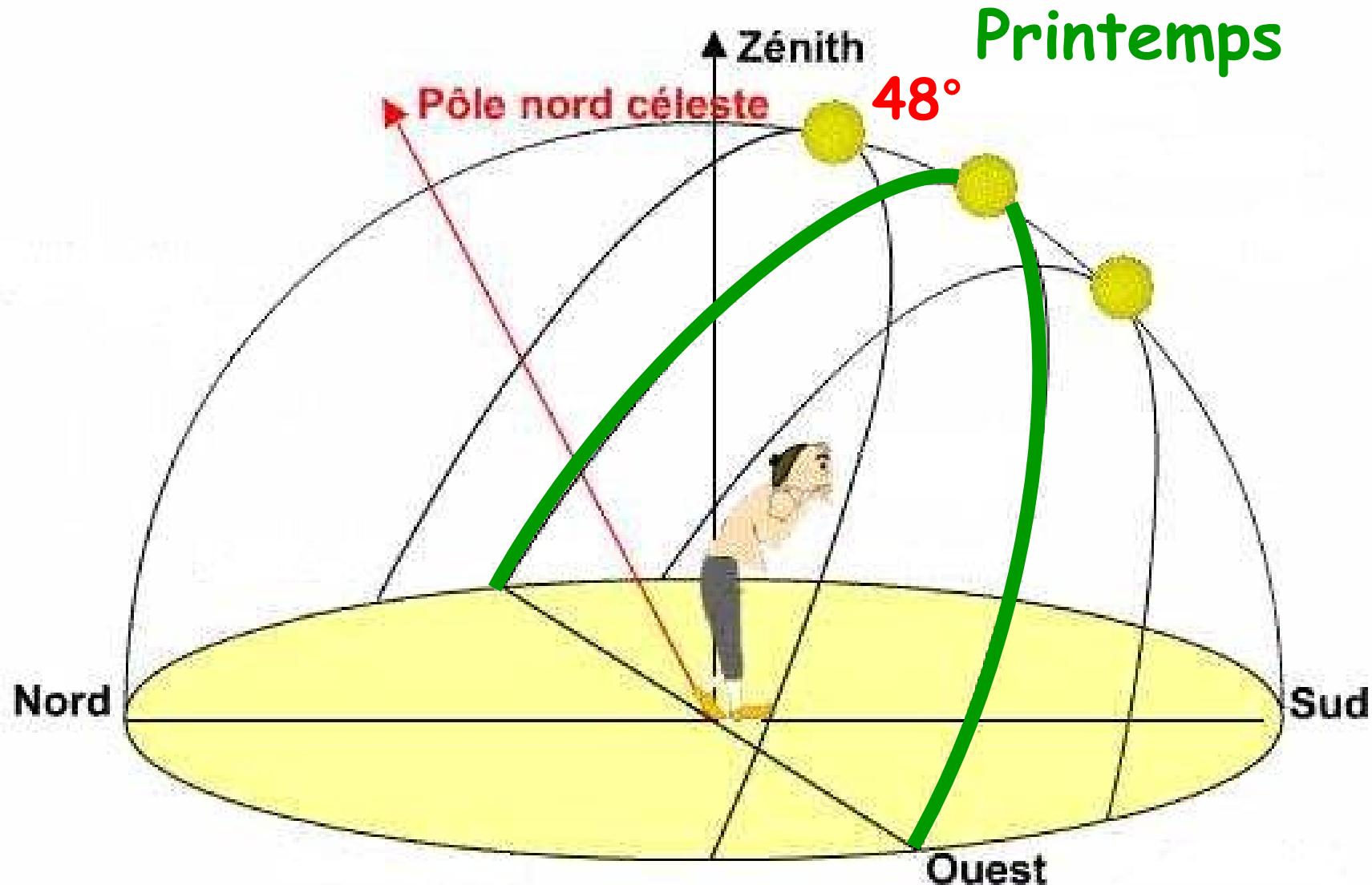
Déclinaison du Soleil - $23^{\circ}27'$

Déplacement apparent du Soleil



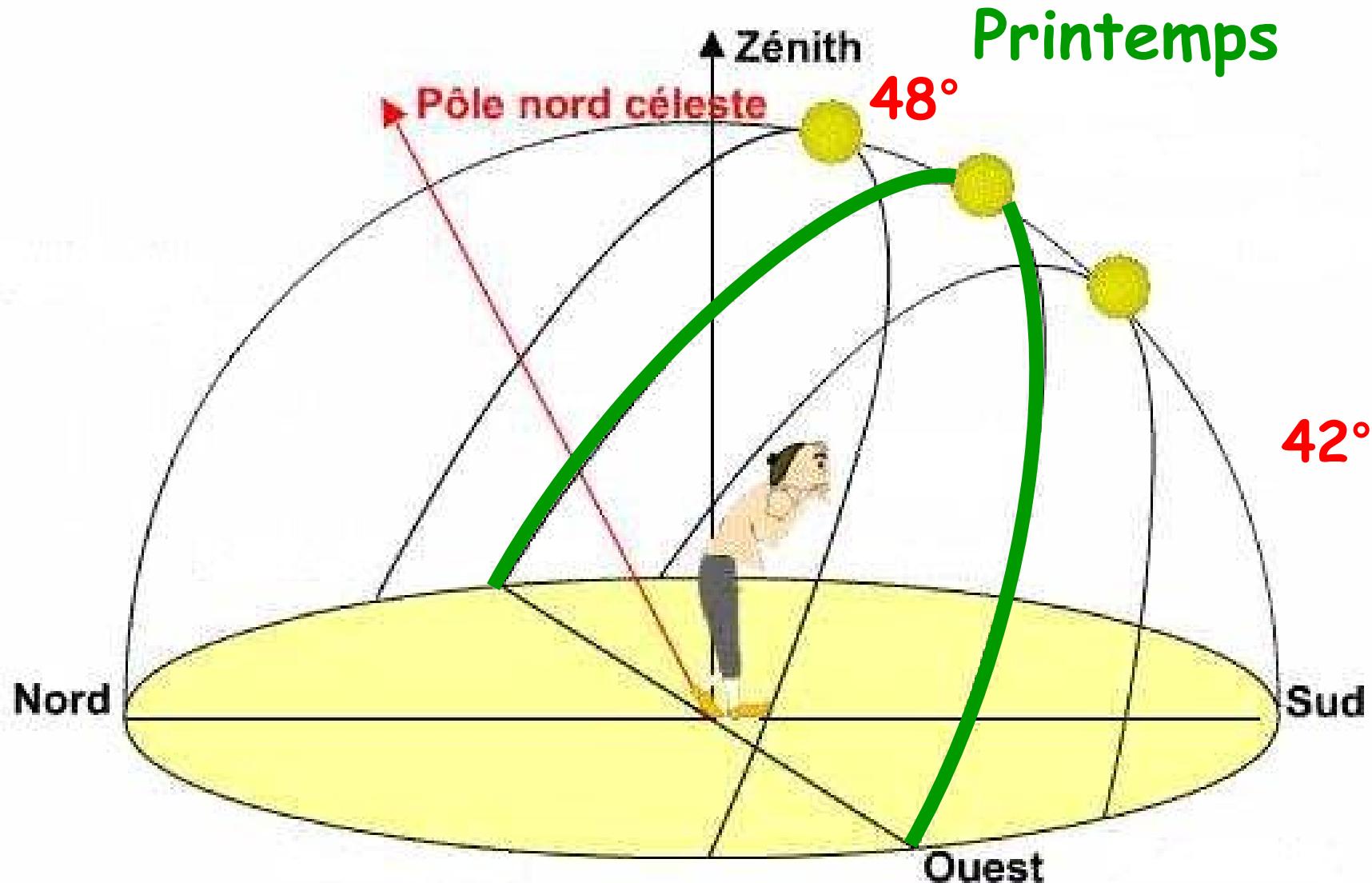
Equinoxe de printemps ou d'automne
Déclinaison du Soleil 0°

Déplacement apparent du Soleil



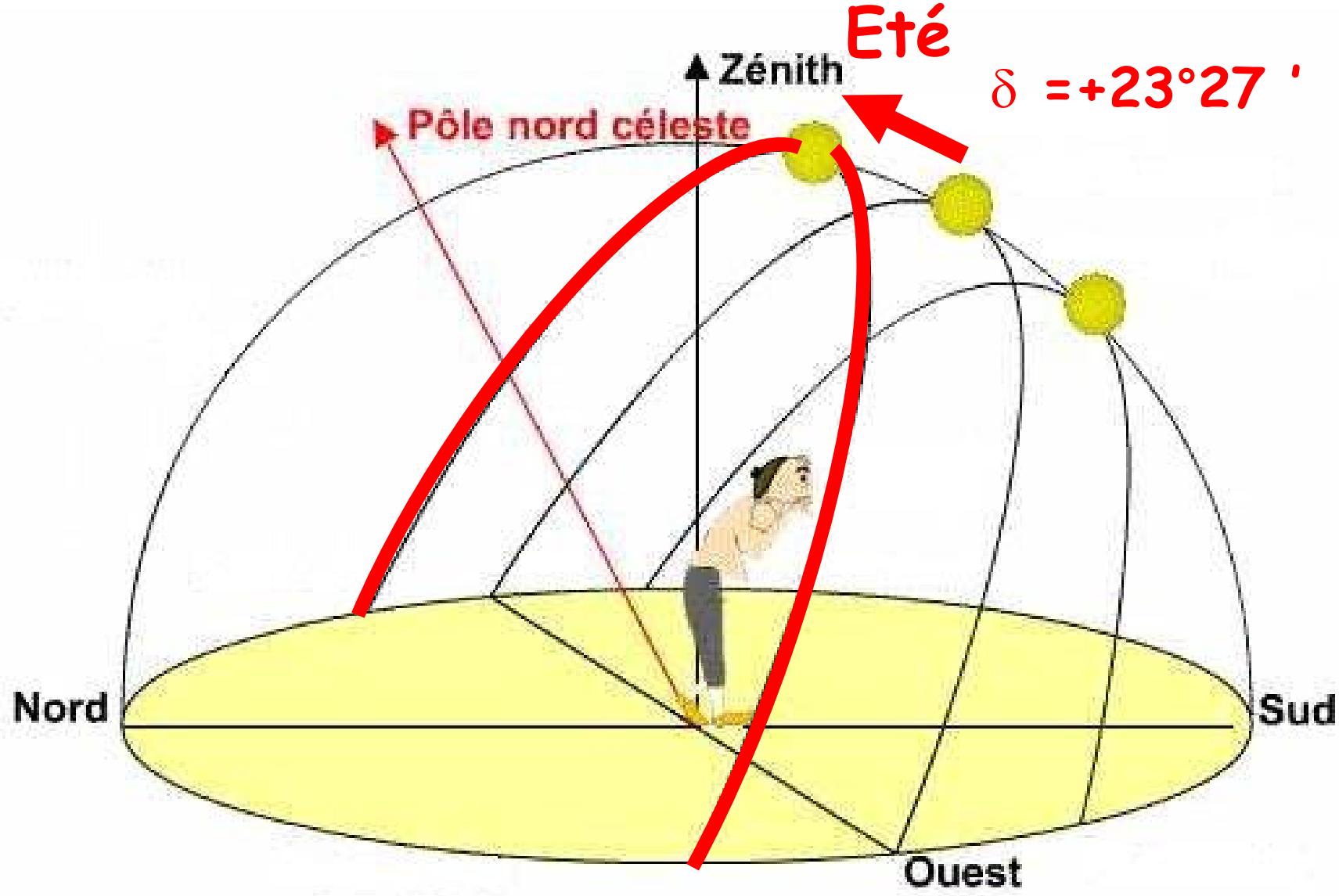
Equinoxe de printemps ou d'automne
Déclinaison du Soleil 0°

Déplacement apparent du Soleil



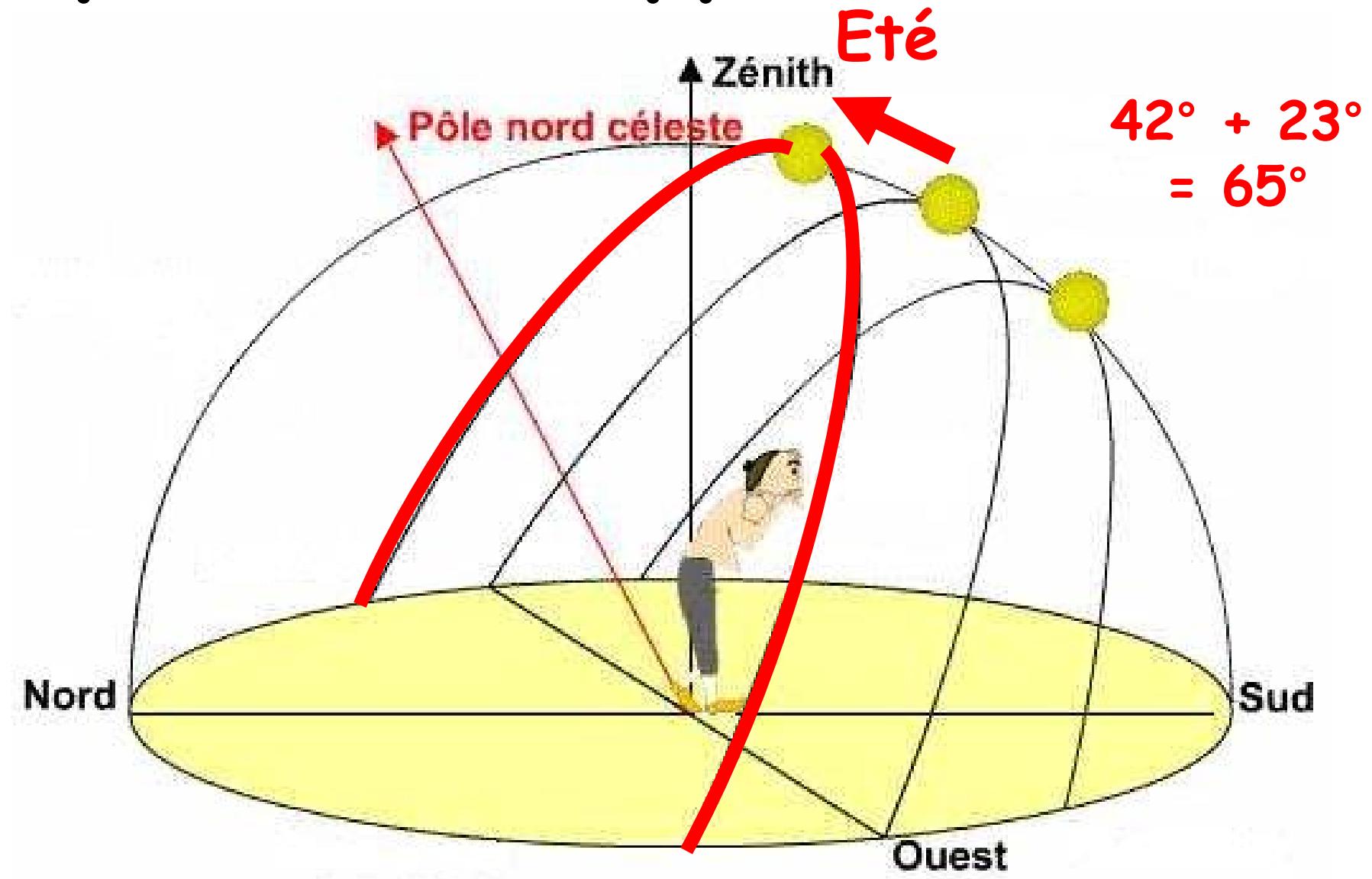
Equinoxe de printemps ou d'automne
Déclinaison du Soleil 0°

Déplacement apparent du Soleil



Solstice d'été
Déclinaison du Soleil + 23°27'

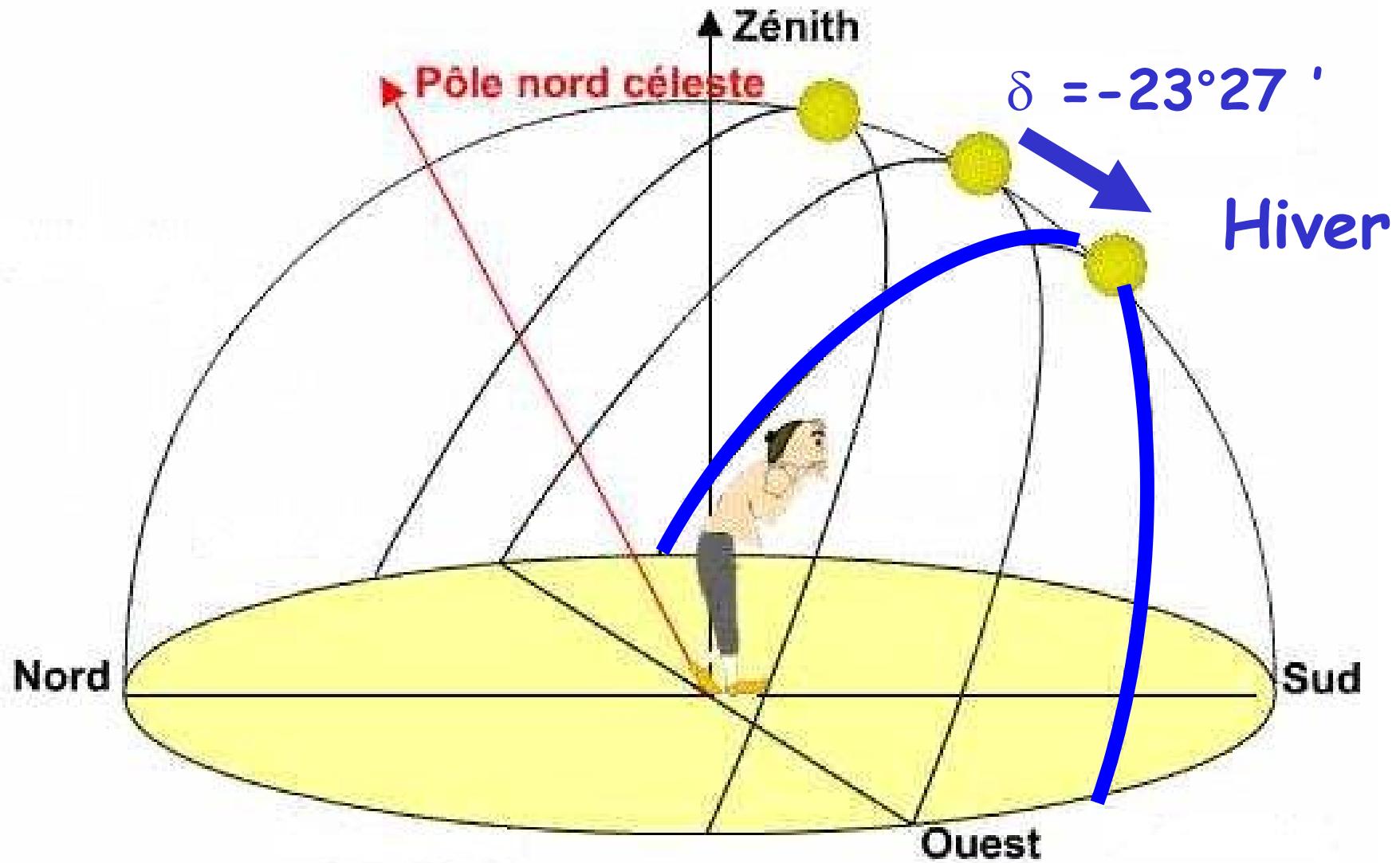
Déplacement apparent du Soleil



Solstice d'été

A midi à 65° au dessus de l'horizon Sud

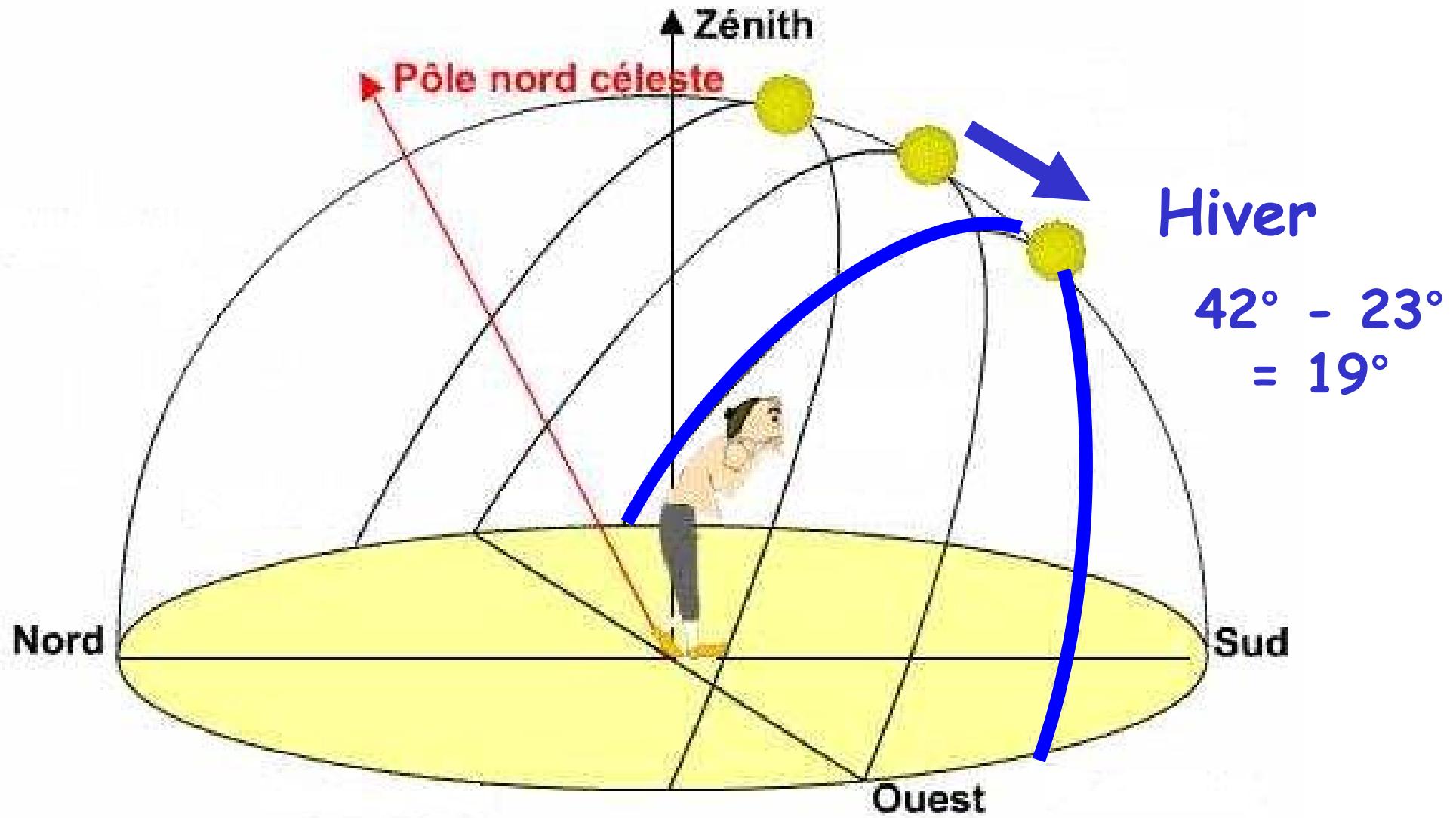
Déplacement apparent du Soleil



Solstice d'hiver

Déclinaison du Soleil - $23^{\circ}27'$

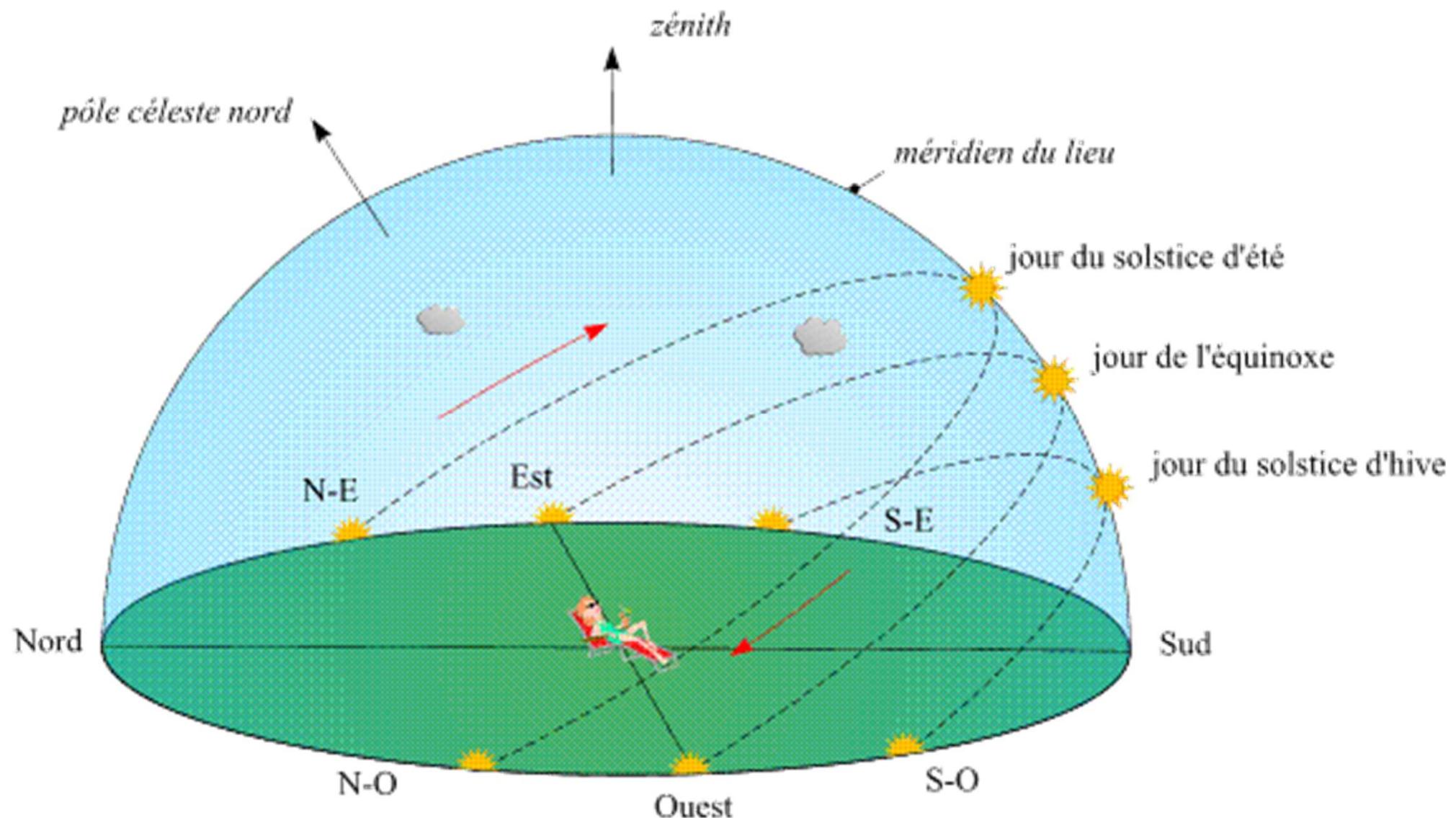
Déplacement apparent du Soleil



Solstice d'hiver

A midi à 19° au dessus de l'horizon Sud

Déplacement apparent du Soleil



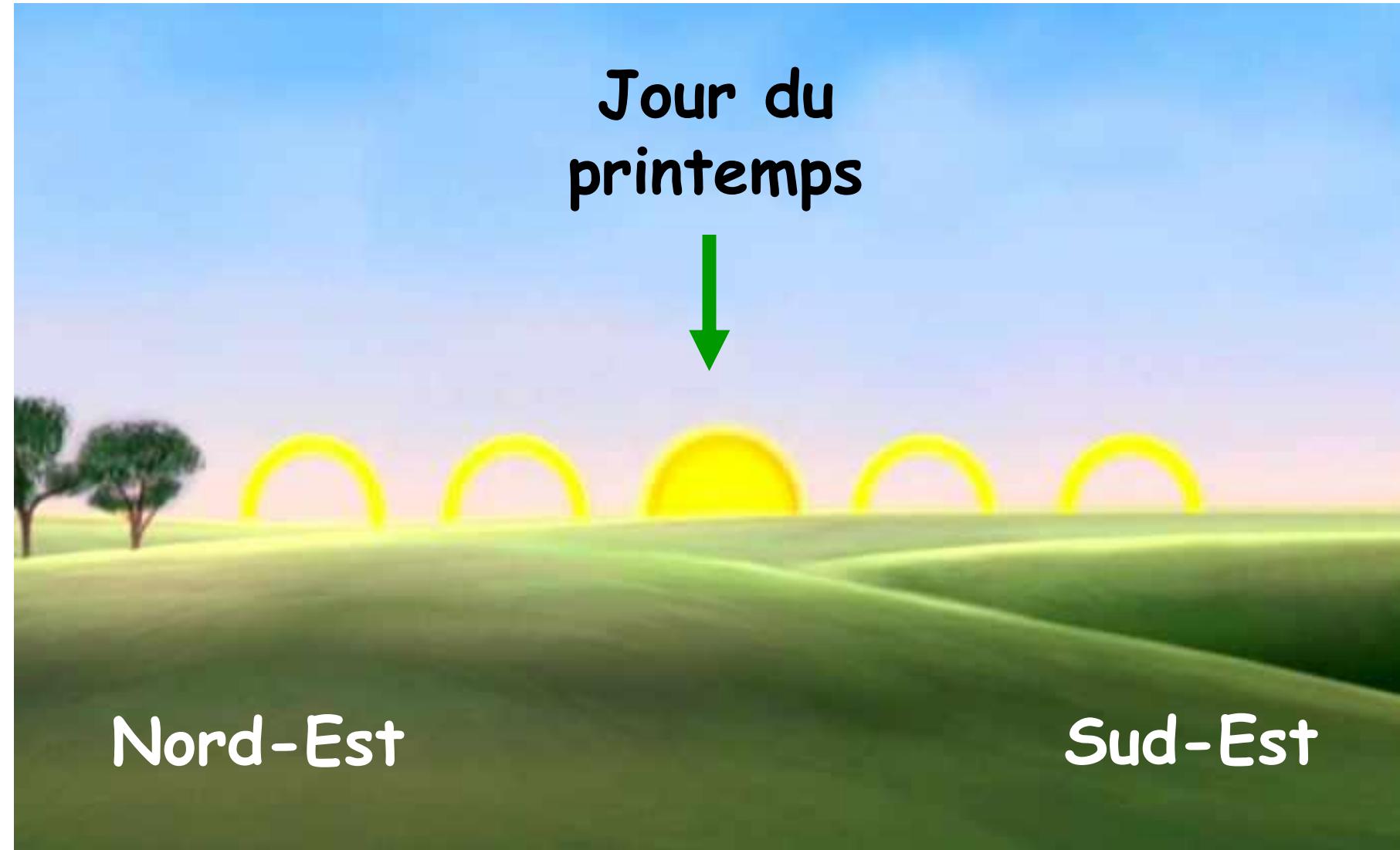
Coucher et lever du soleil

Déplacement apparent du Soleil



Lever du soleil

Déplacement apparent du Soleil



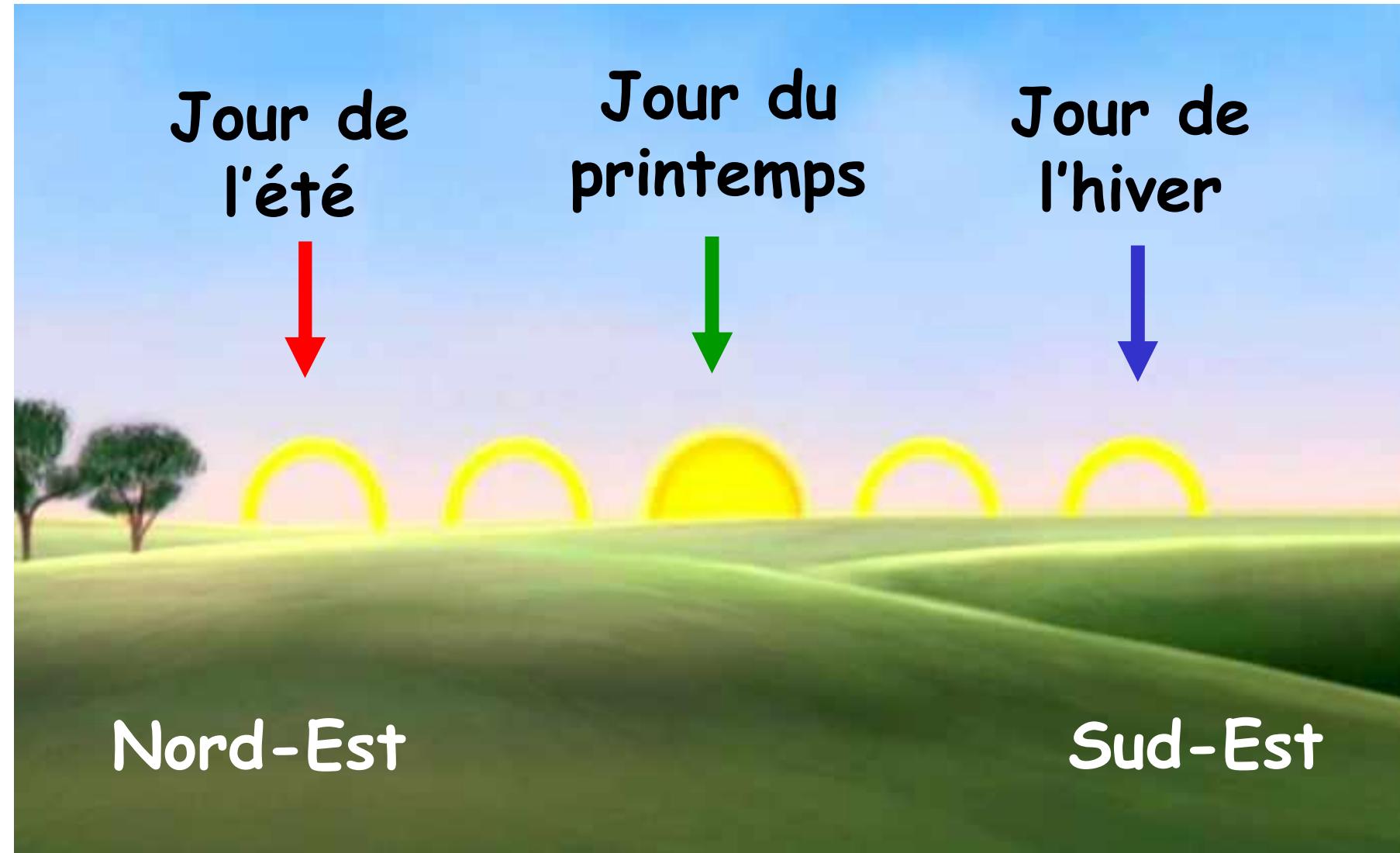
Lever du soleil

Déplacement apparent du Soleil



Lever du soleil

Déplacement apparent du Soleil



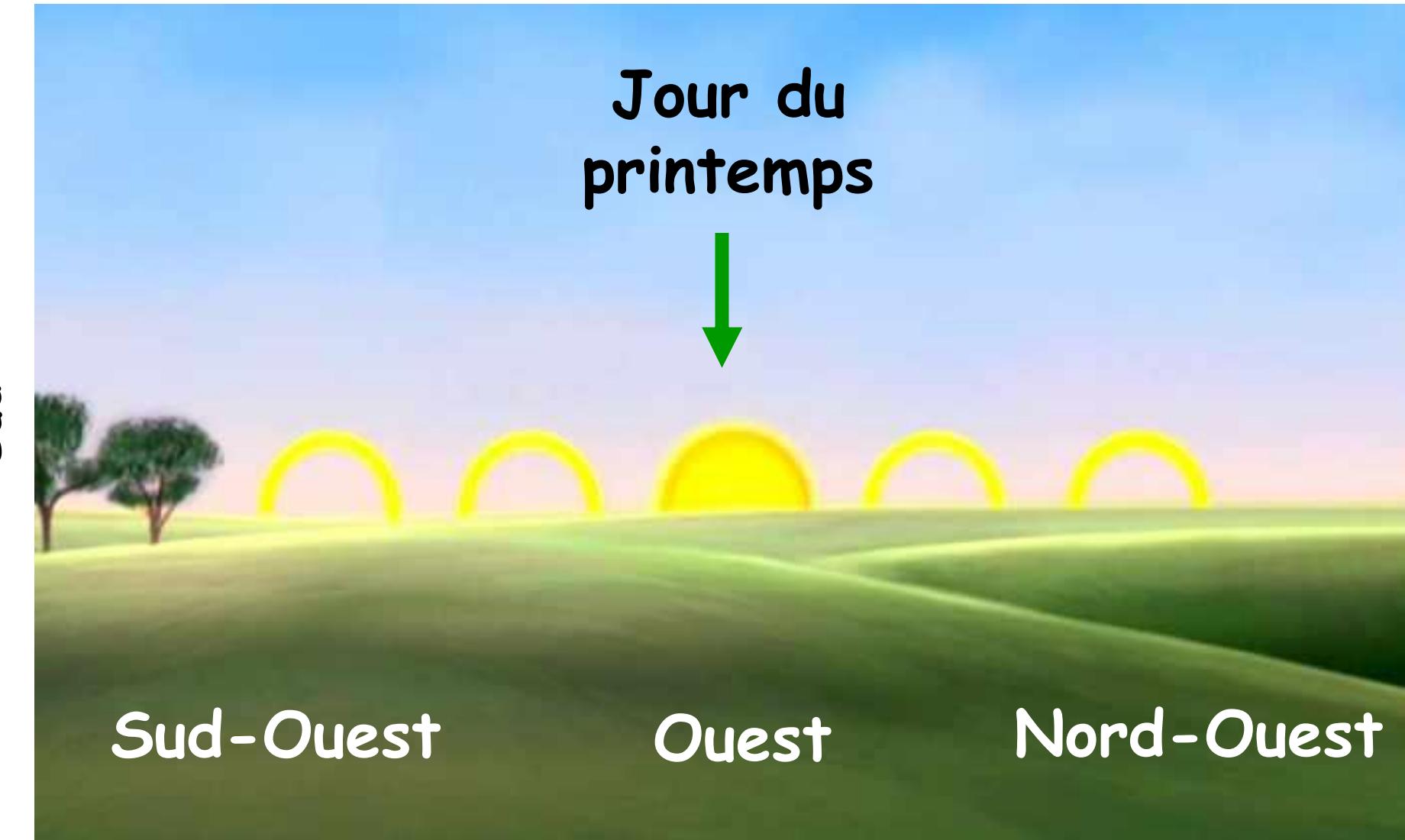
Lever du soleil

Déplacement apparent du Soleil



Coucher du soleil

Déplacement apparent du Soleil



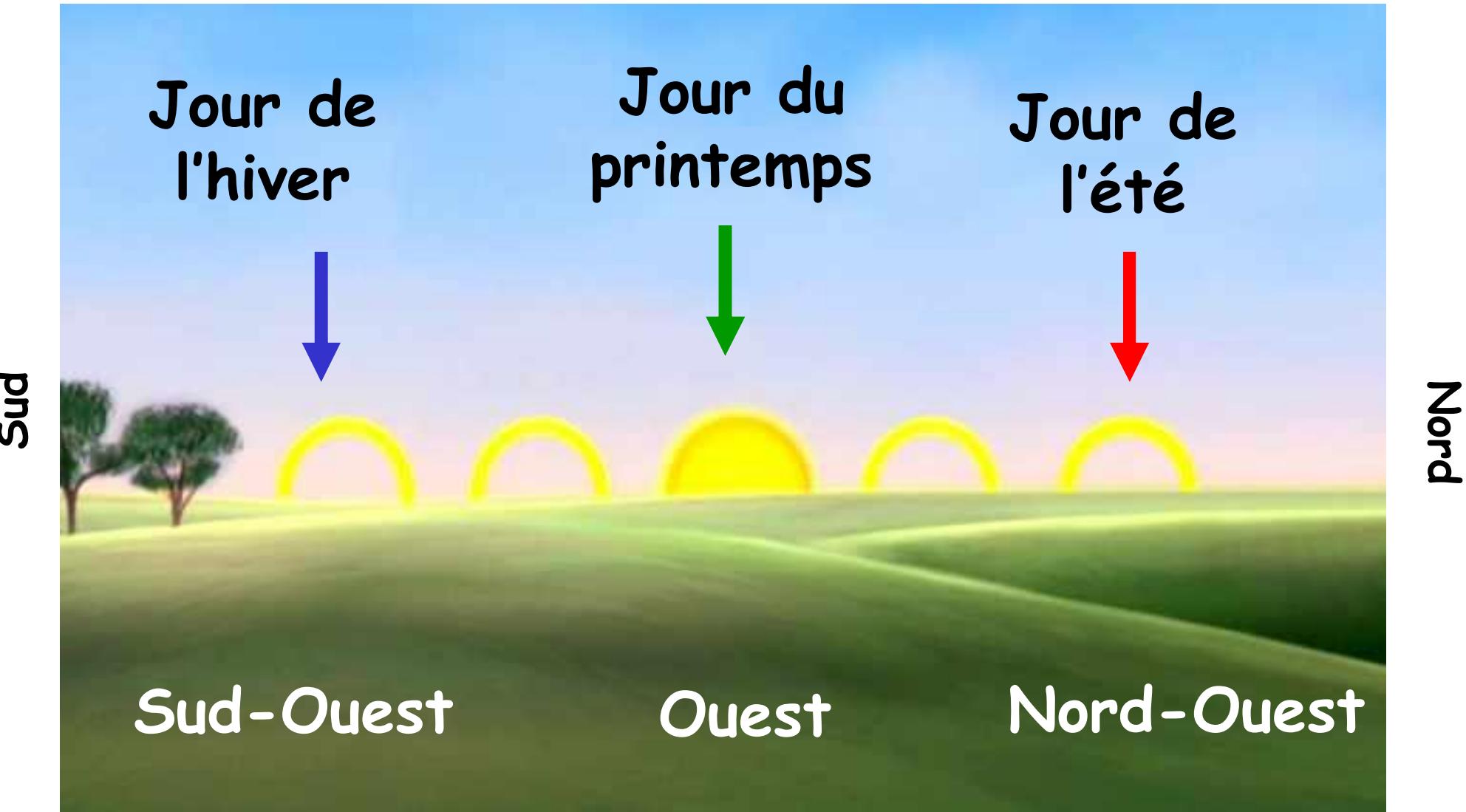
Coucher du soleil

Déplacement apparent du Soleil



Coucher du soleil

Déplacement apparent du Soleil



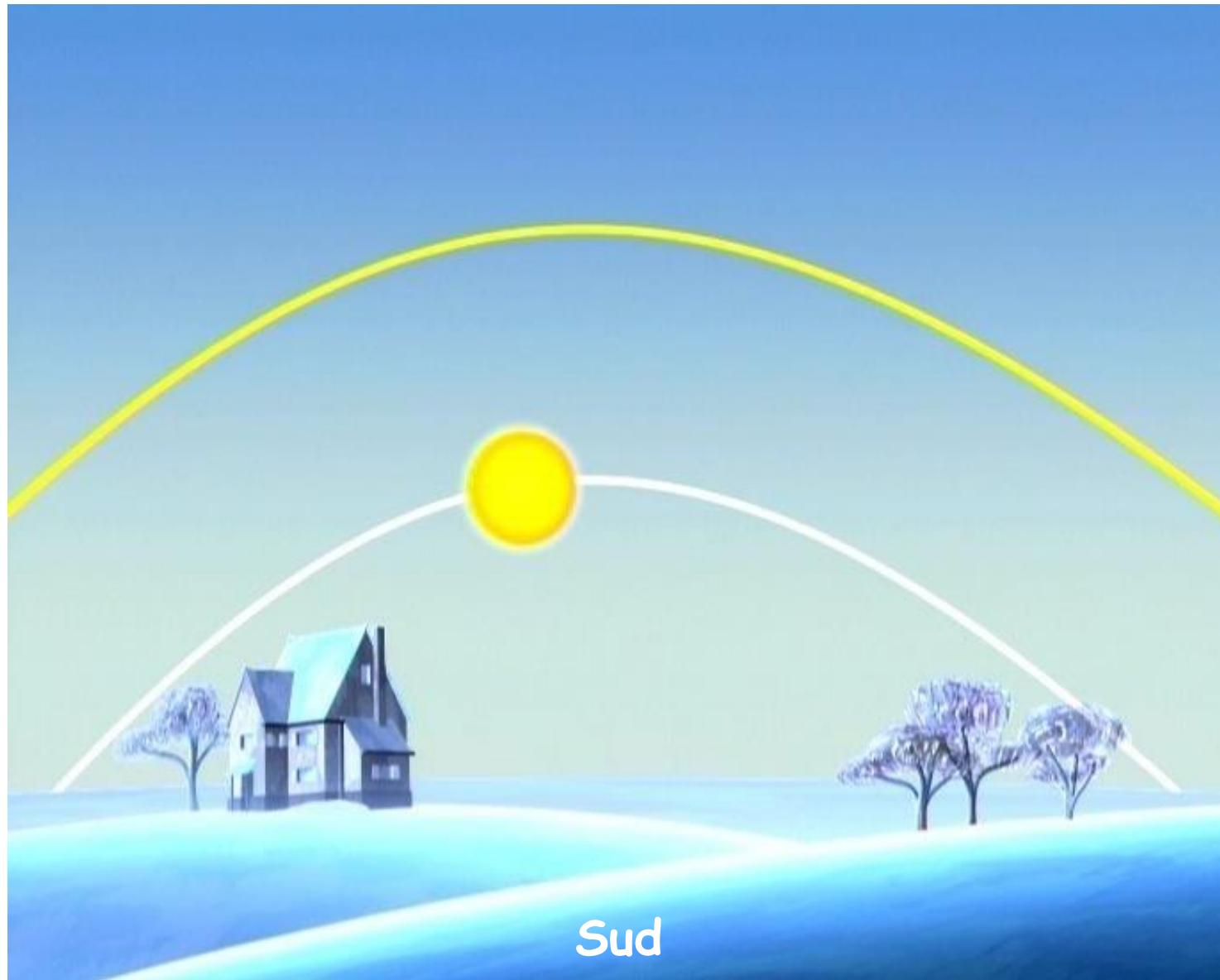
Coucher du soleil

Déplacement apparent du Soleil



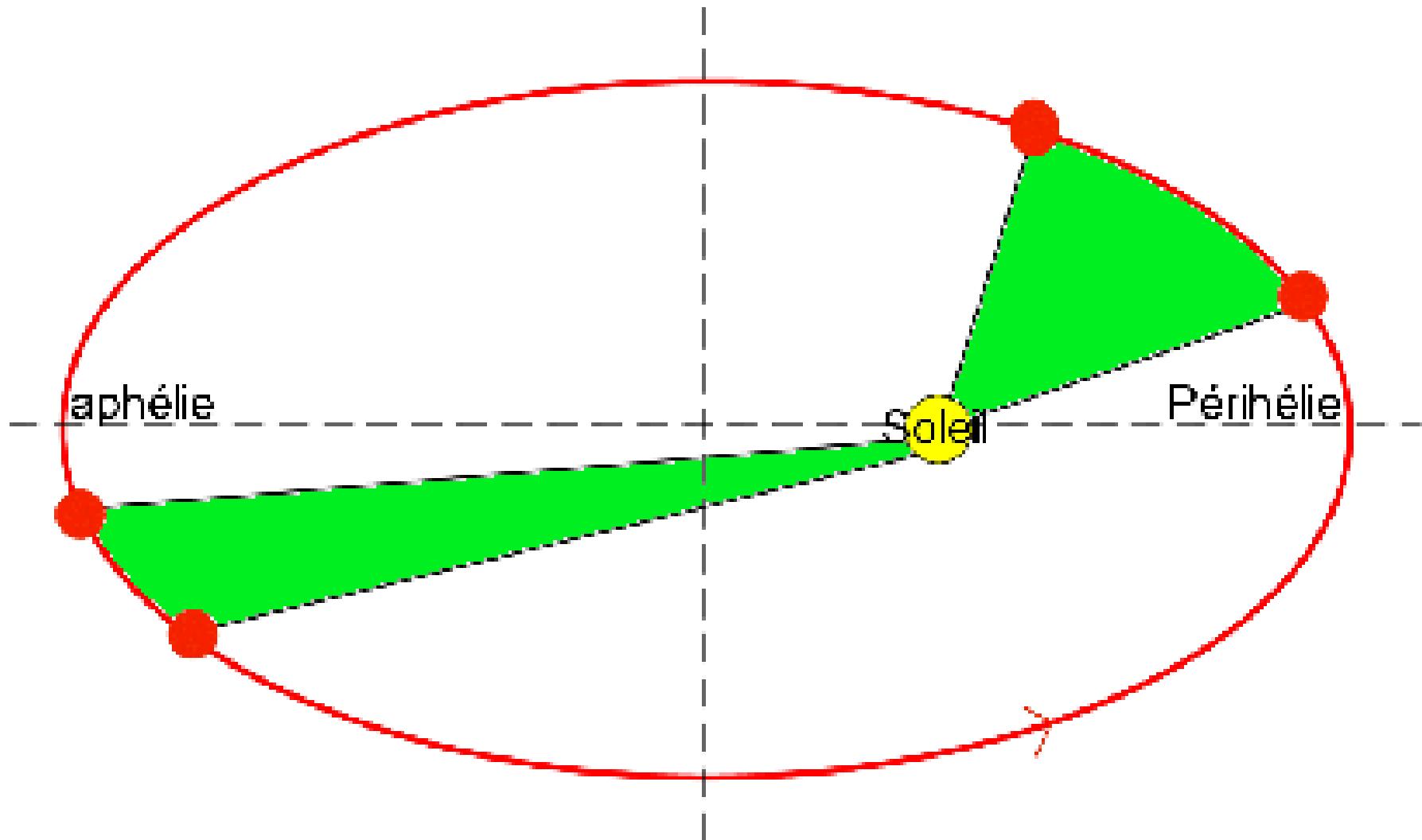
En été

Déplacement apparent du Soleil



En hiver

Jour solaire



La Terre ne se déplace pas à vitesse
constante sur son orbite

Variation de la durée du jour solaire vrai

Variation de vitesse
et
excentricité de l'orbite



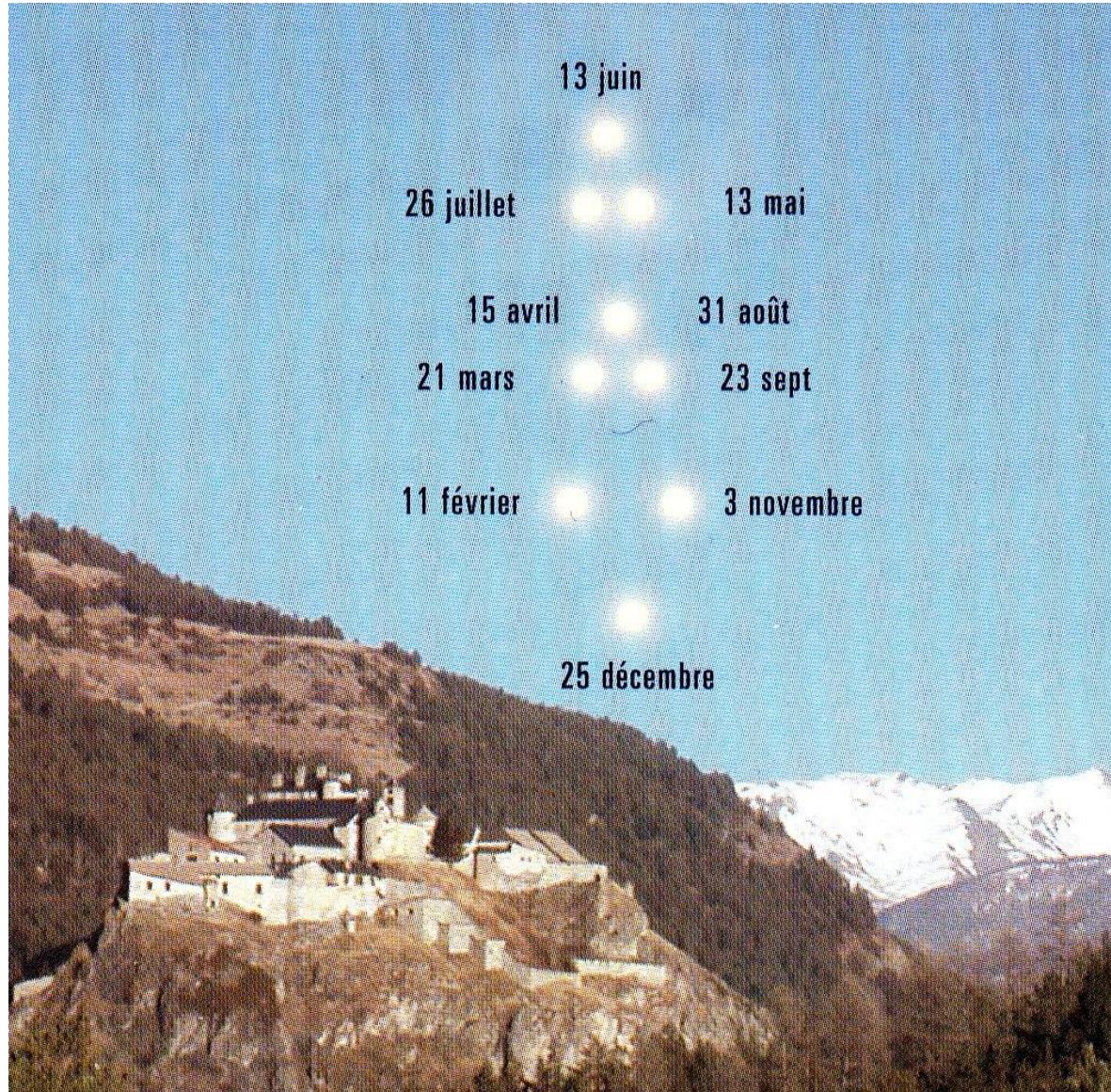
23 décembre	24h	$+$	29,9 s
17 septembre	24h	$-$	21,4 s

Position du Soleil



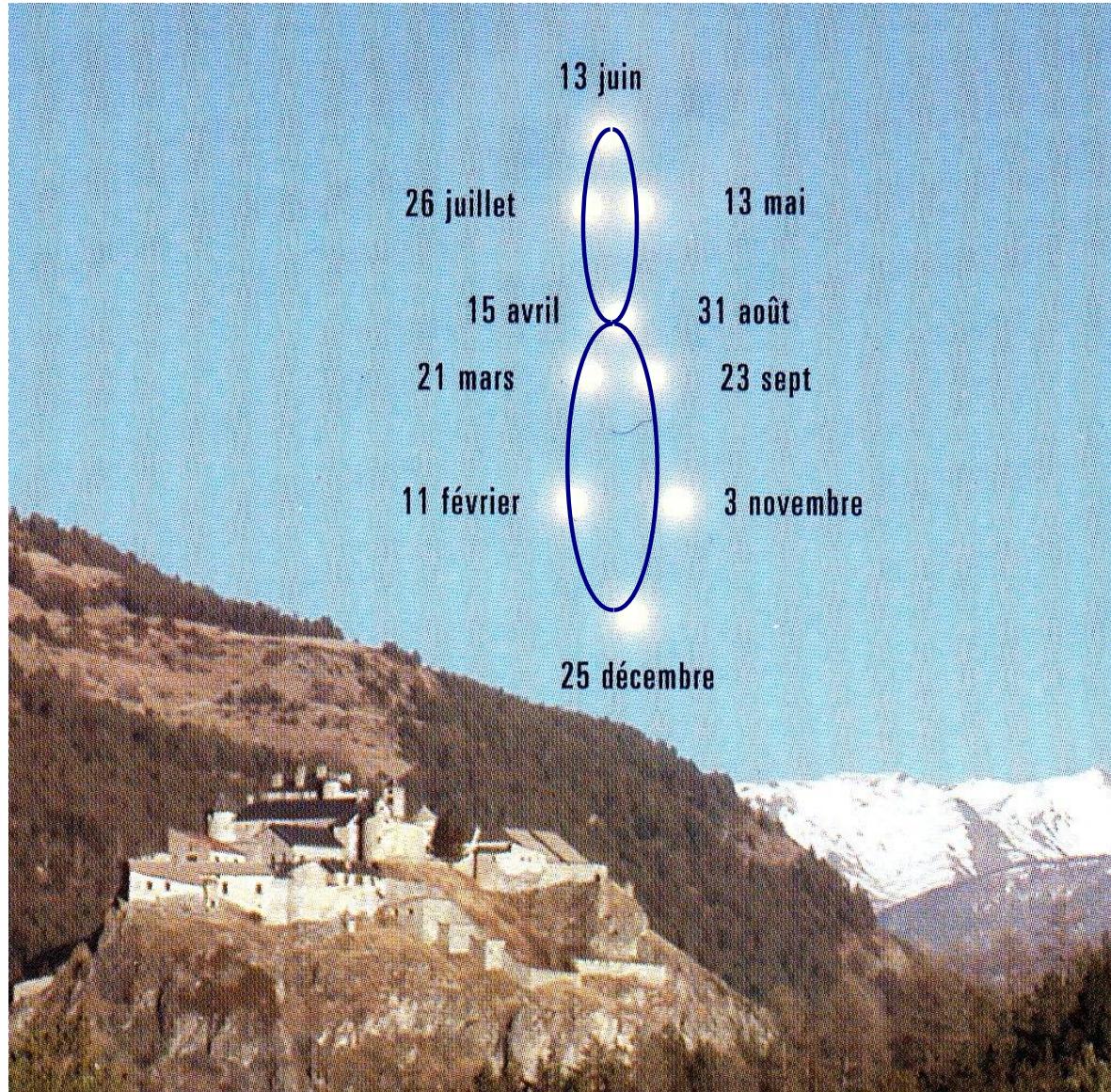
Lieu de la verticale du Soleil

Position du Soleil à midi moyen



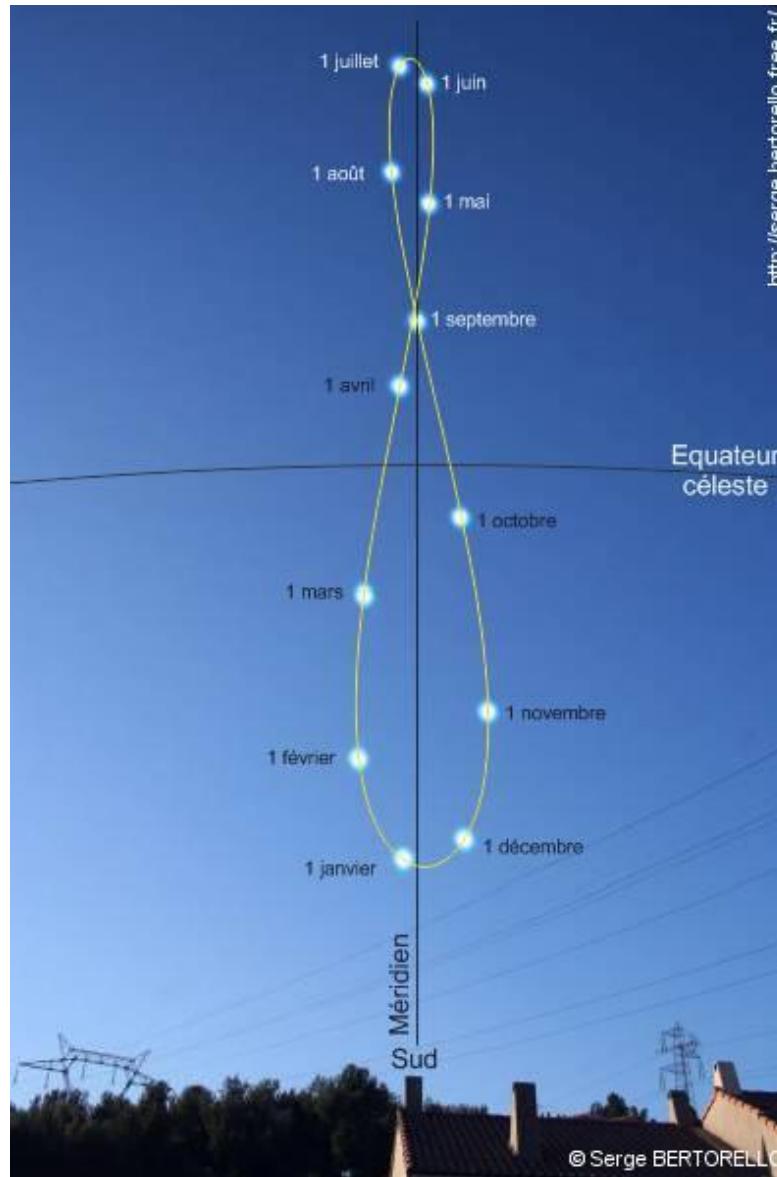
Superposition au long de l'année

Position du Soleil à midi moyen



Superposition au long de l'année

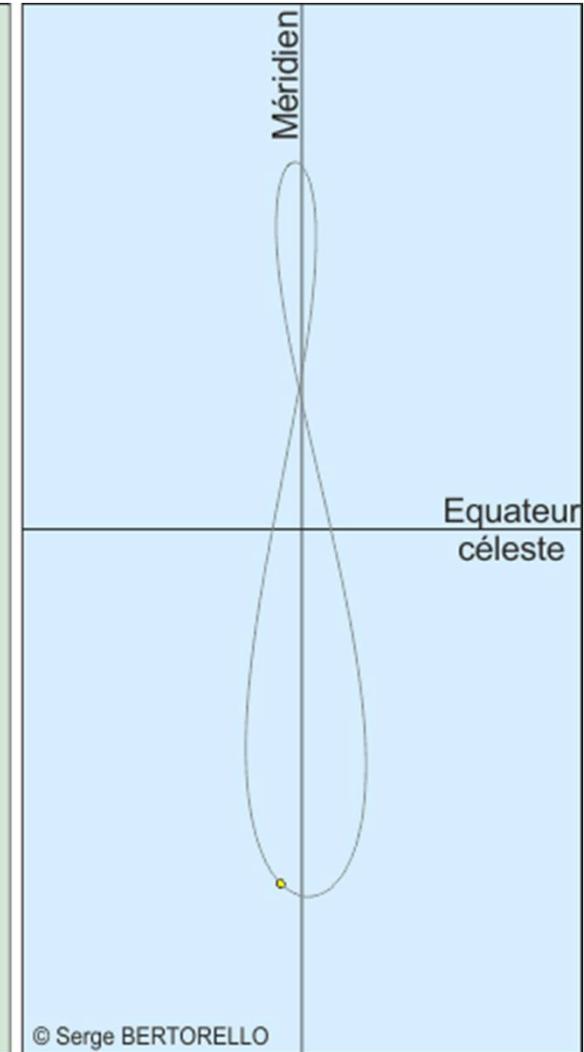
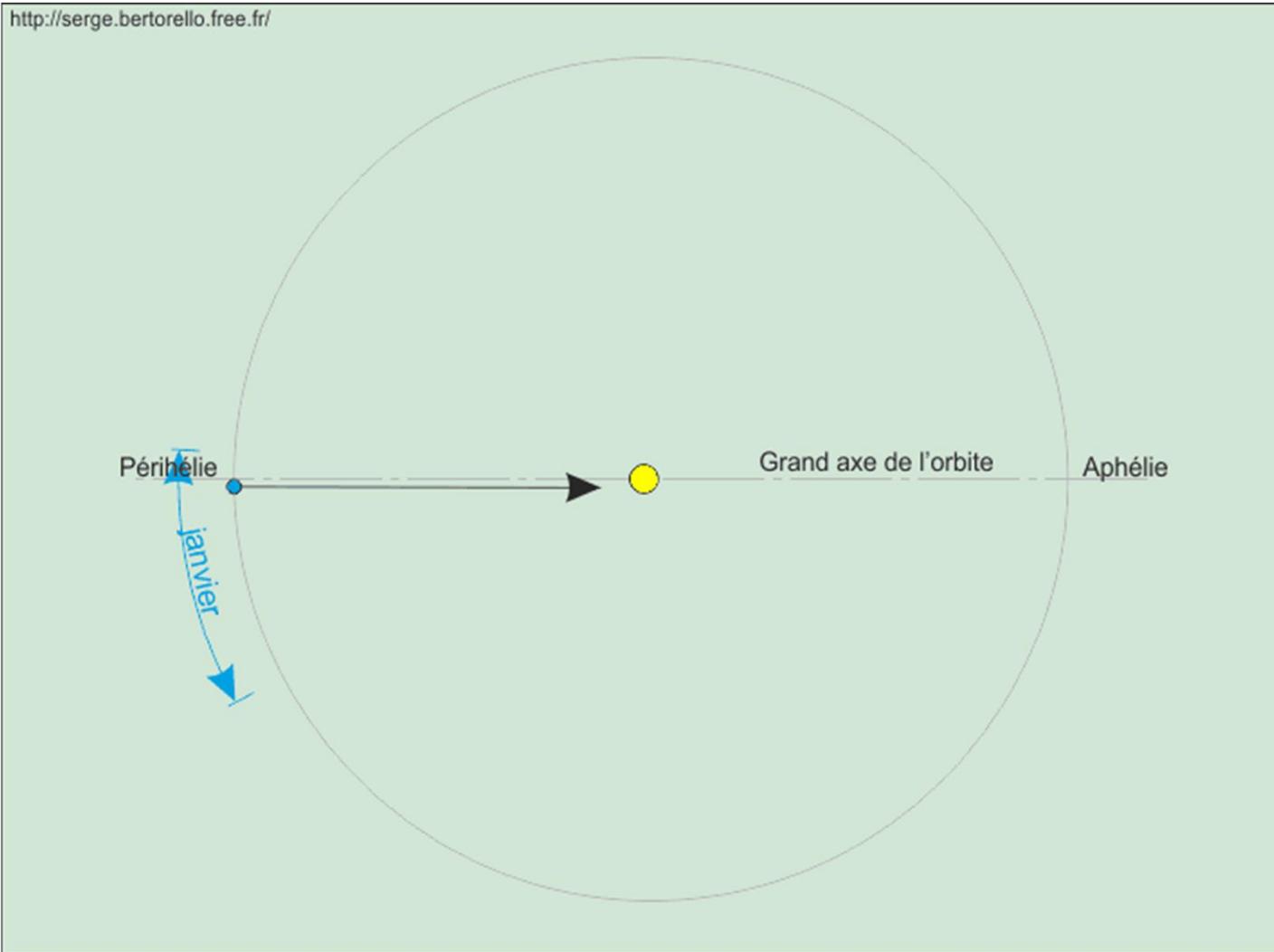
Position du Soleil à midi moyen



Superposition au long de l'année

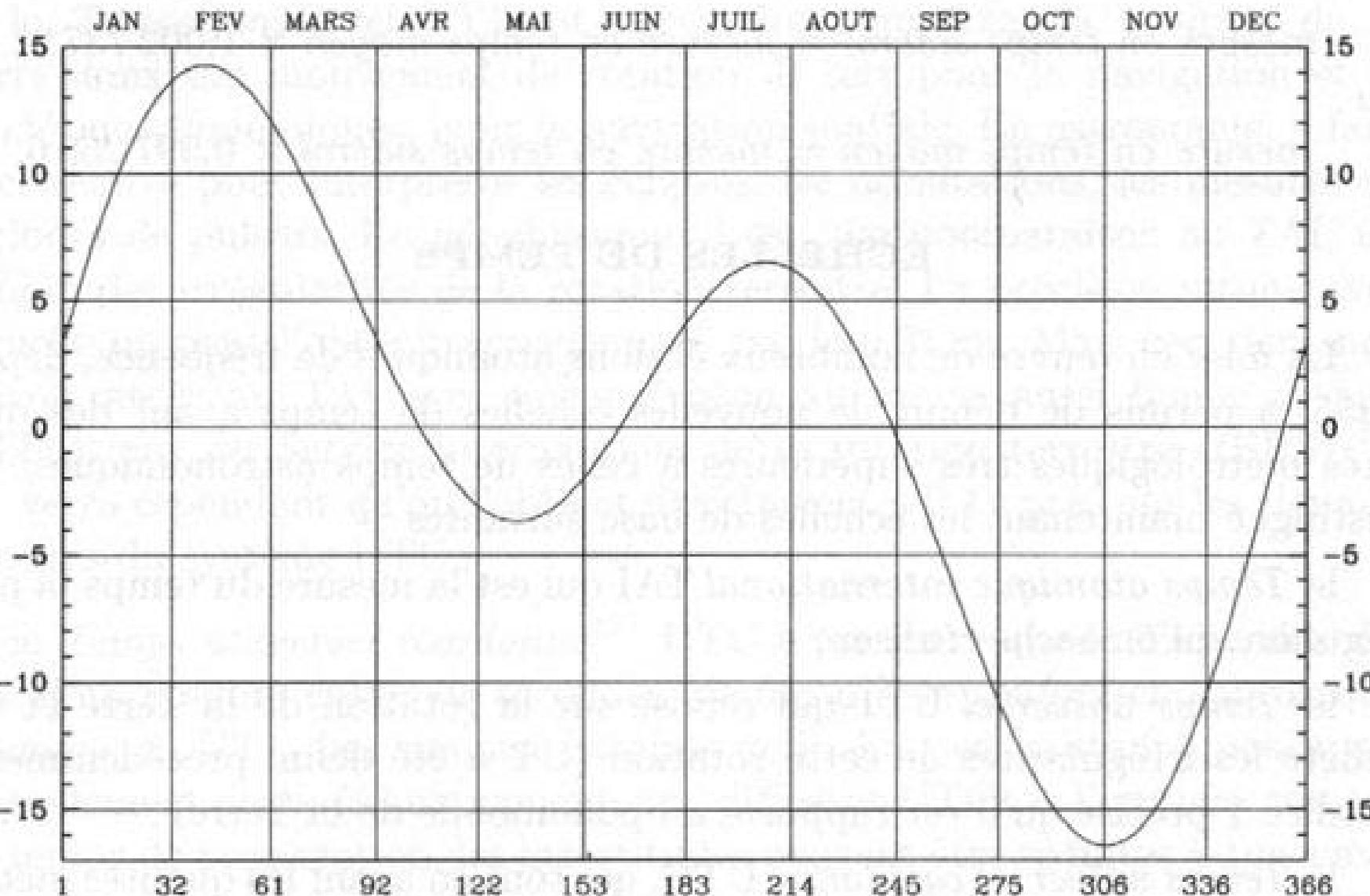
Variation de la durée du jour solaire vrai

<http://serge.bertorello.free.fr/>



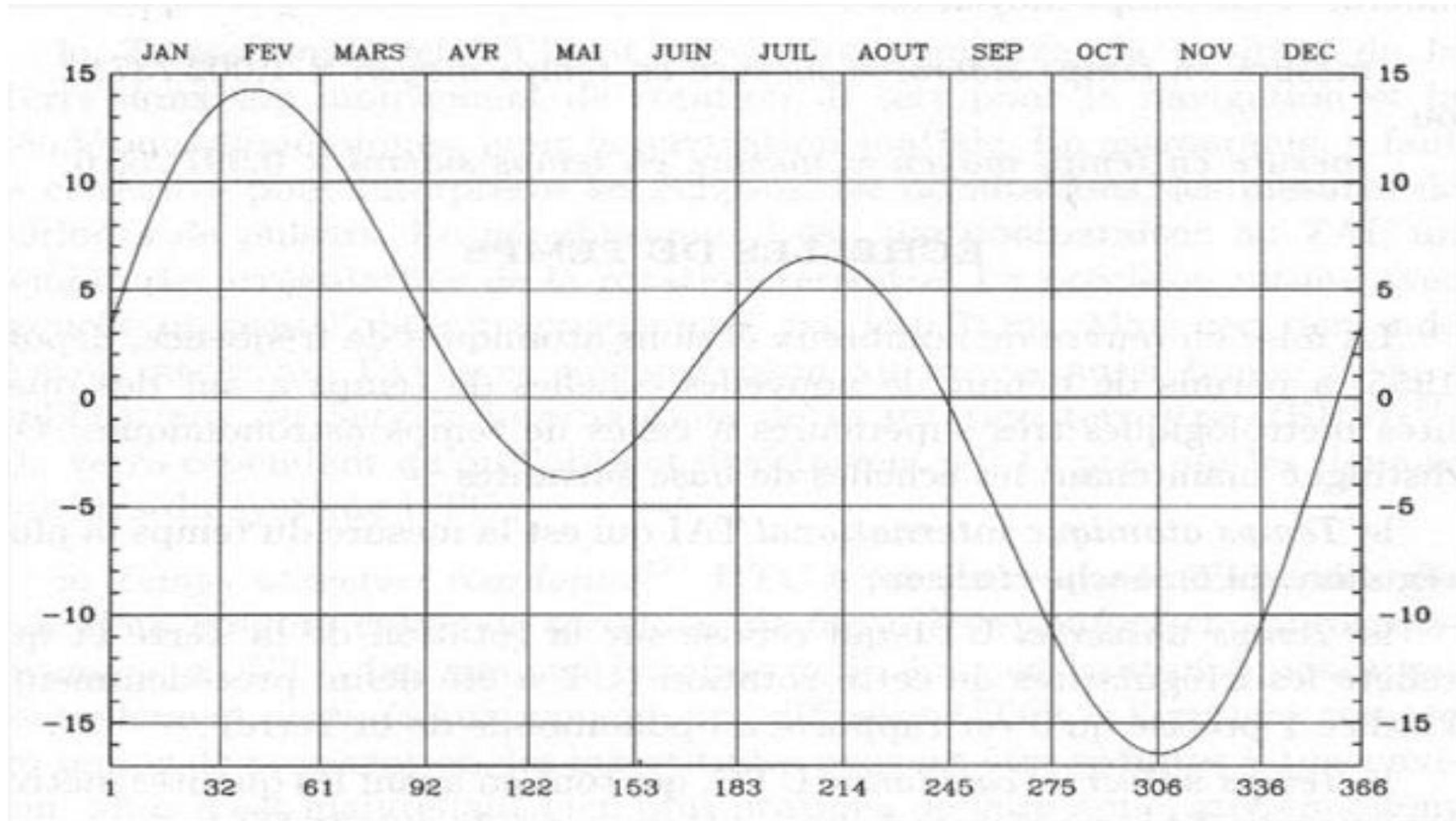
© Serge BERTORELLO

Déplacement apparent du Soleil



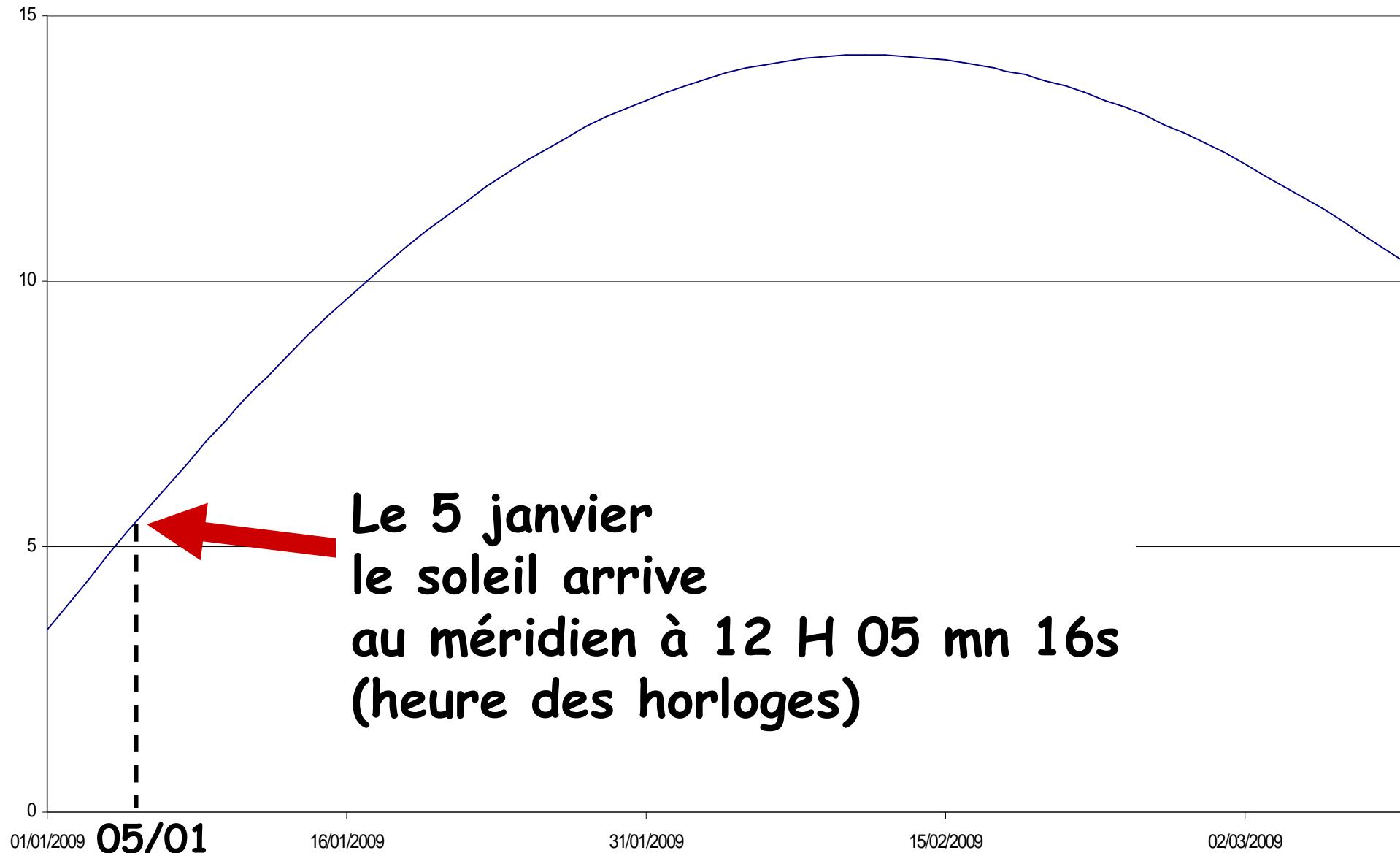
Equation du temps

Variation de la durée du jour solaire vrai

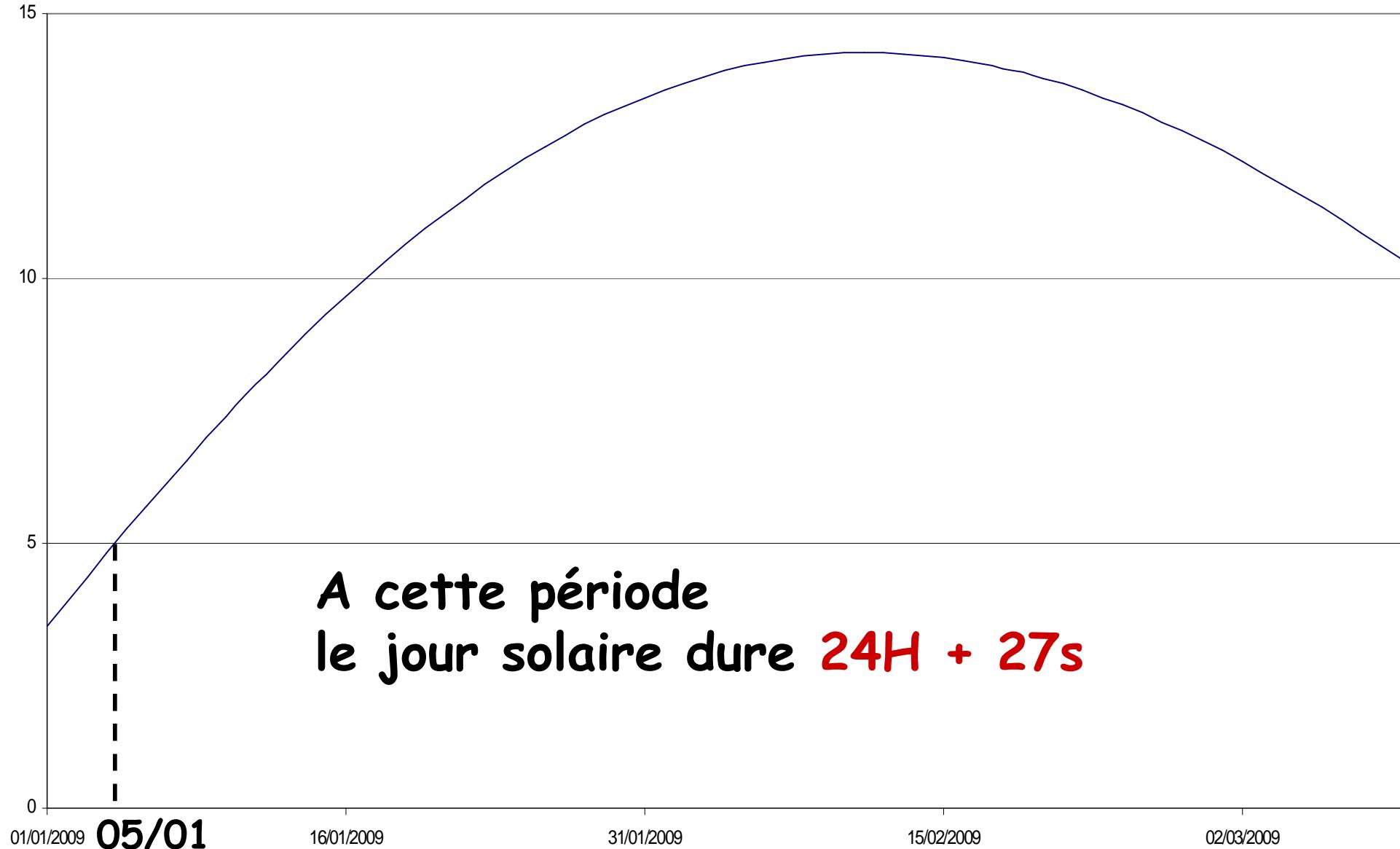


Cumulé

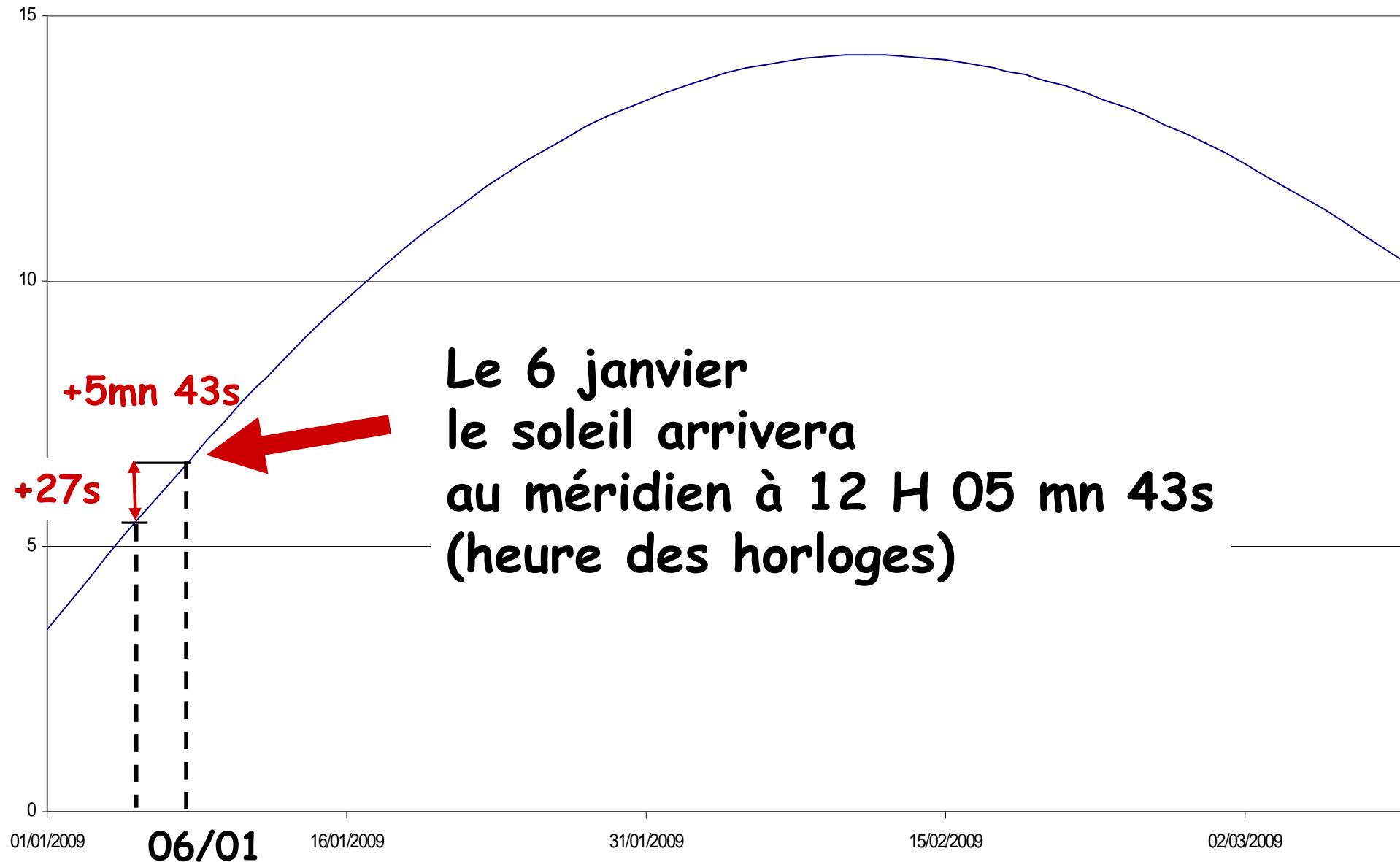
Equation du temps



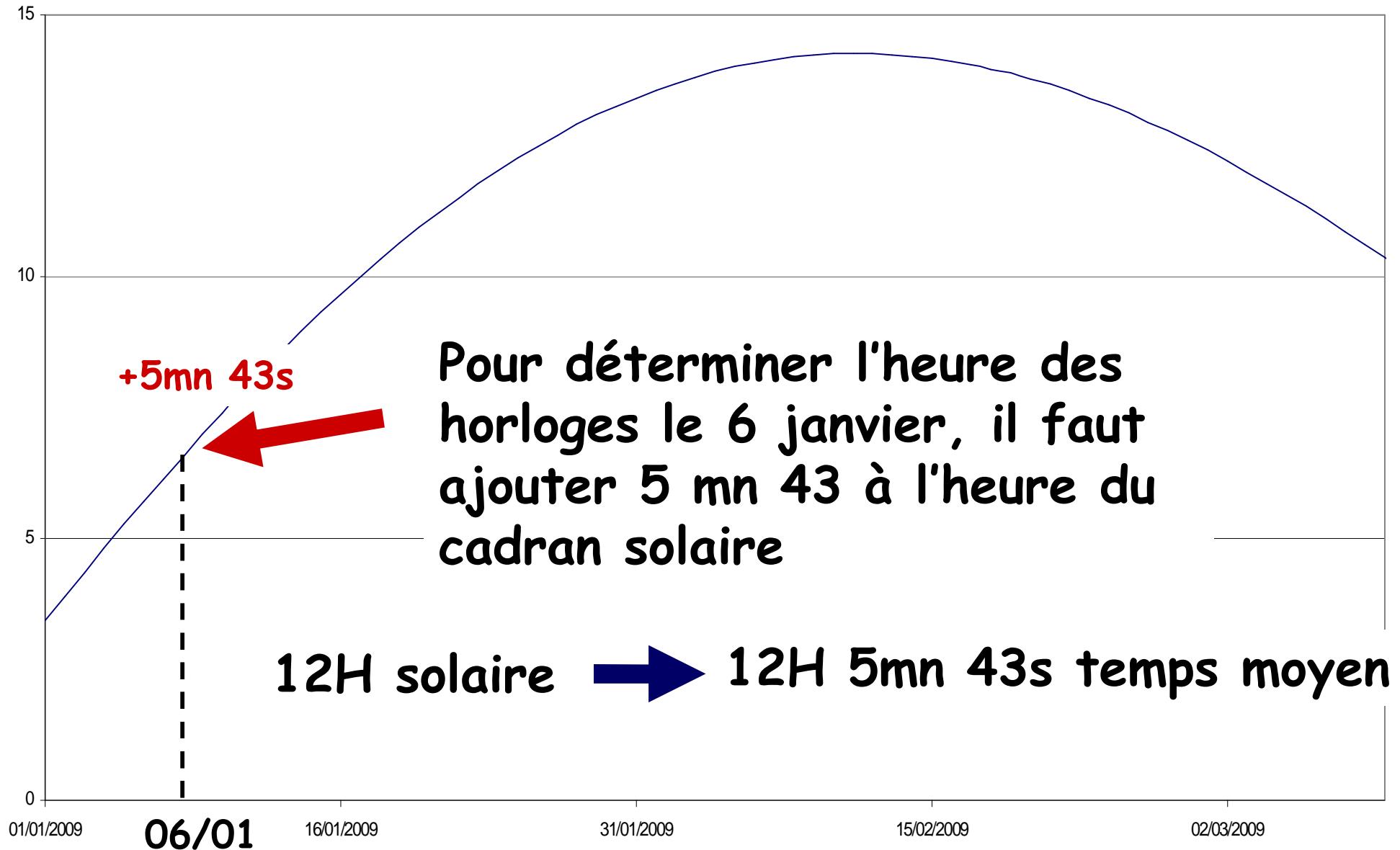
Equation du temps



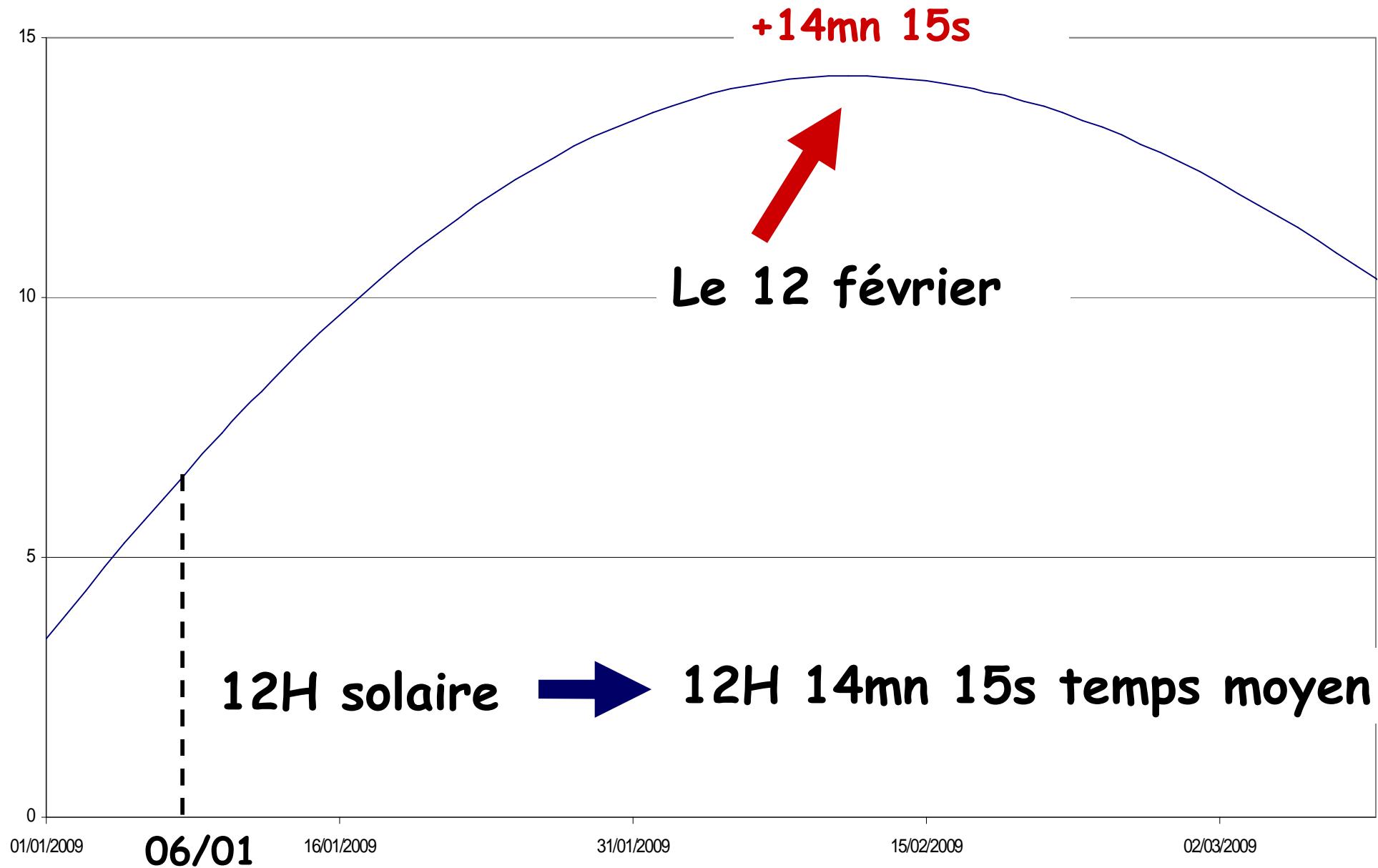
Equation du temps



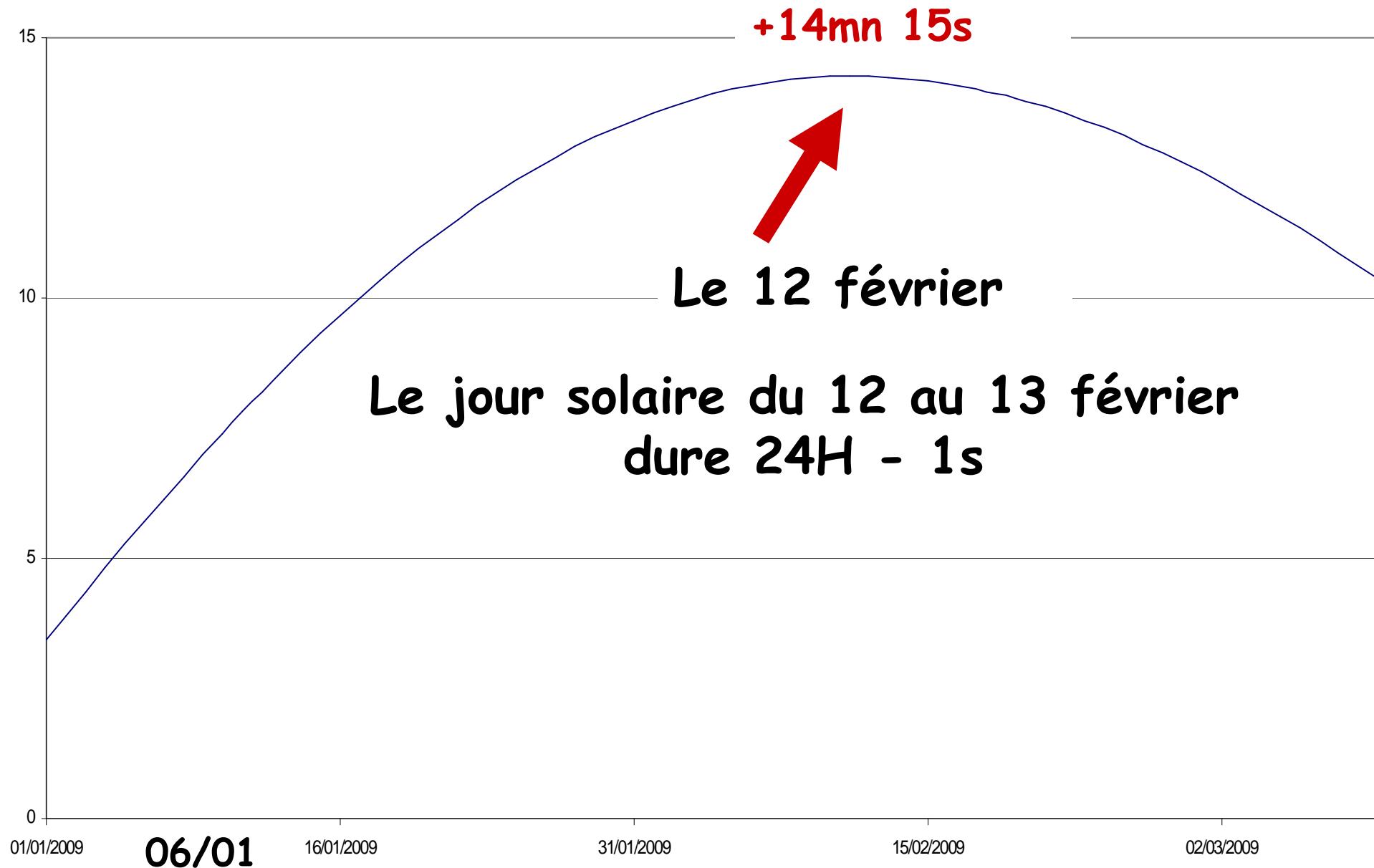
Equation du temps



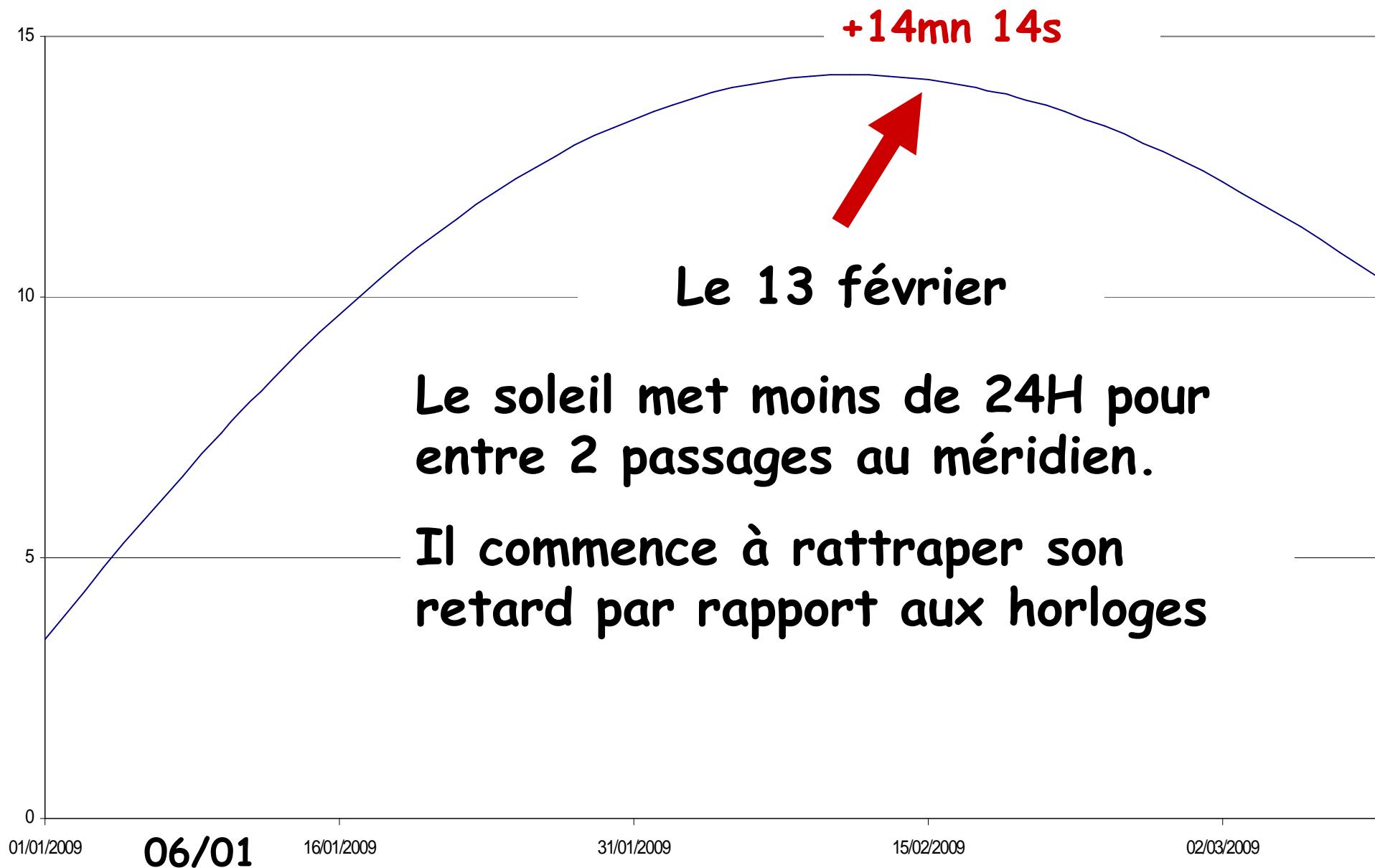
Equation du temps



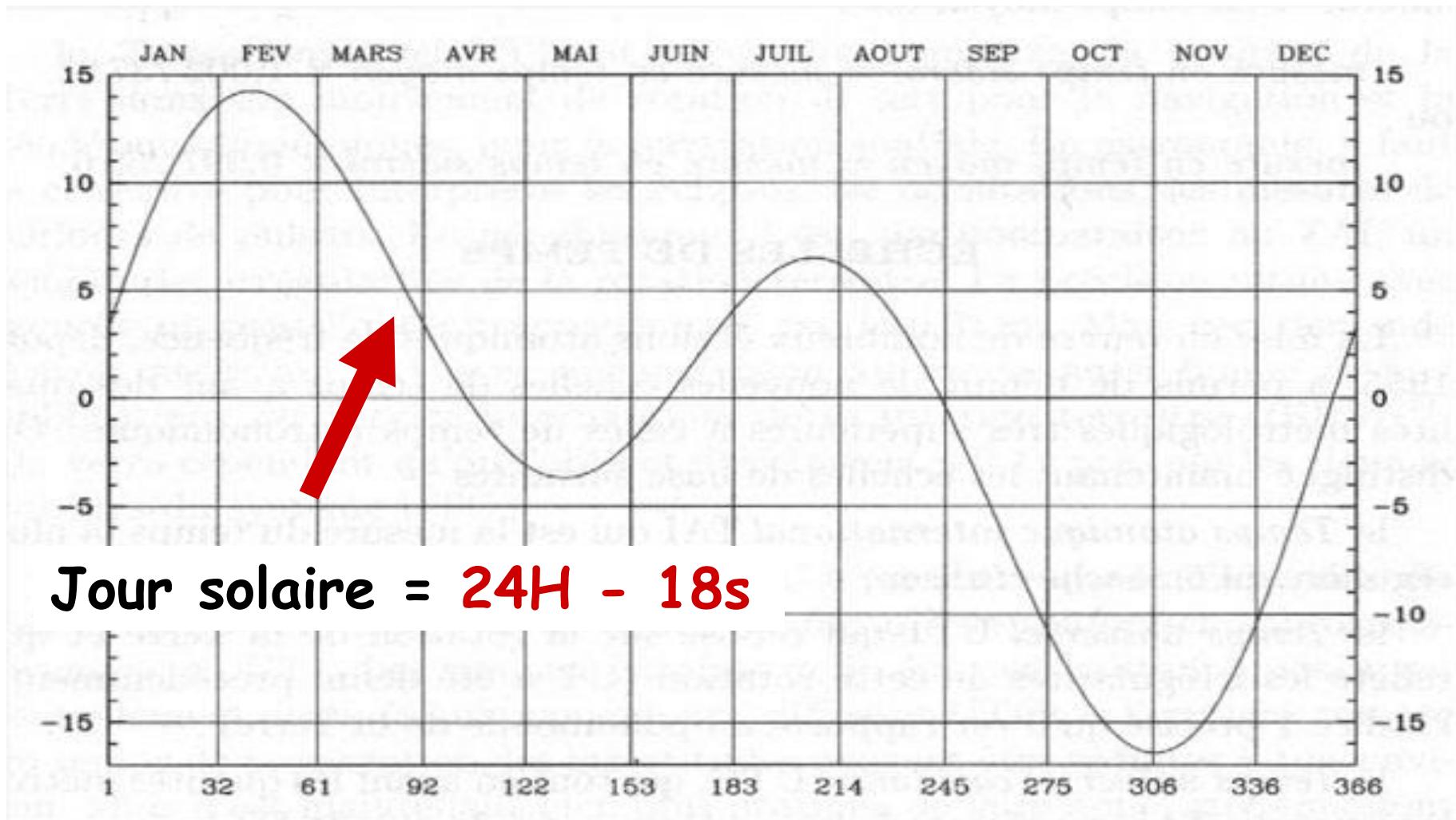
Equation du temps



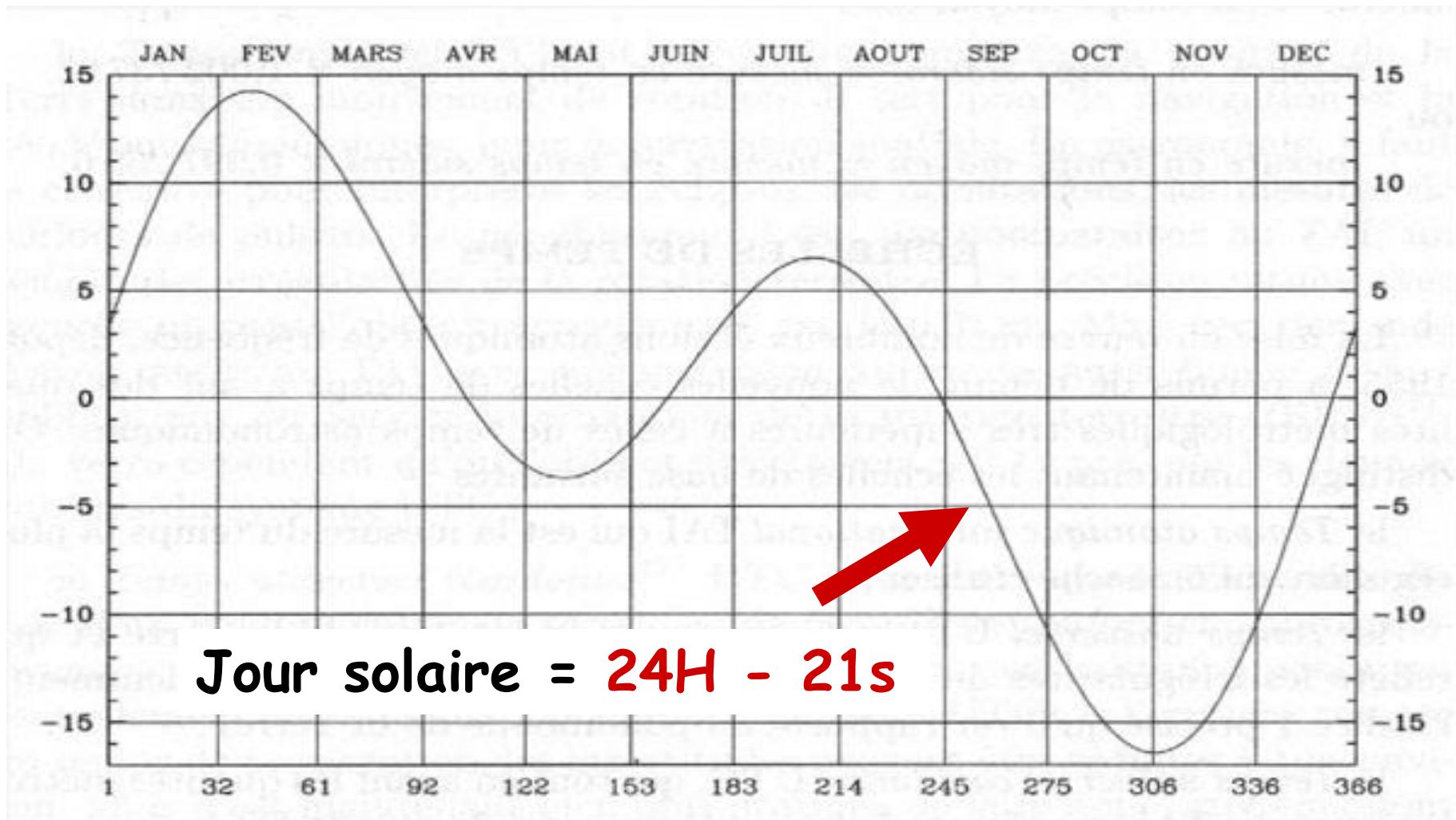
Equation du temps



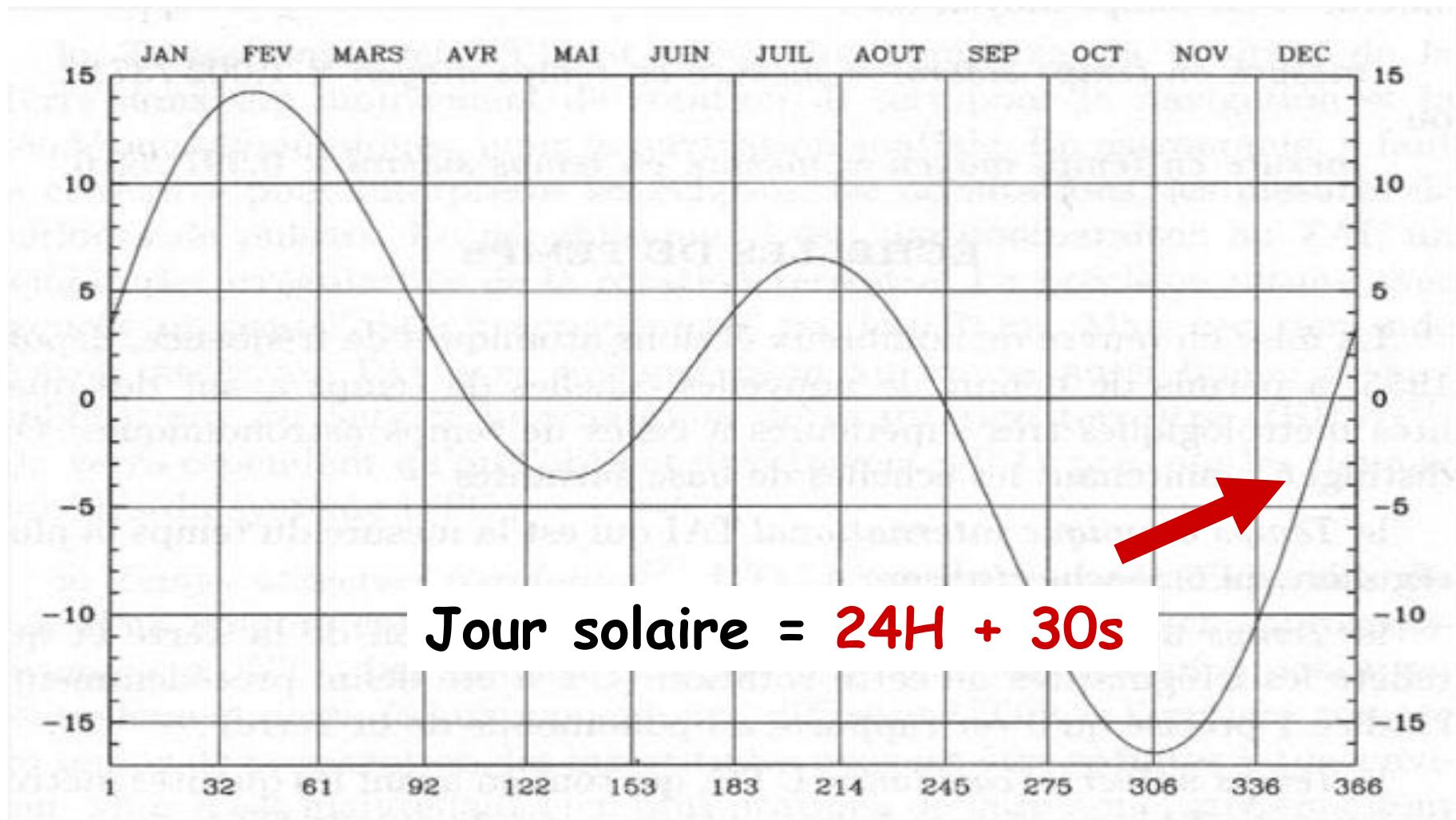
Equation du temps



Equation du temps



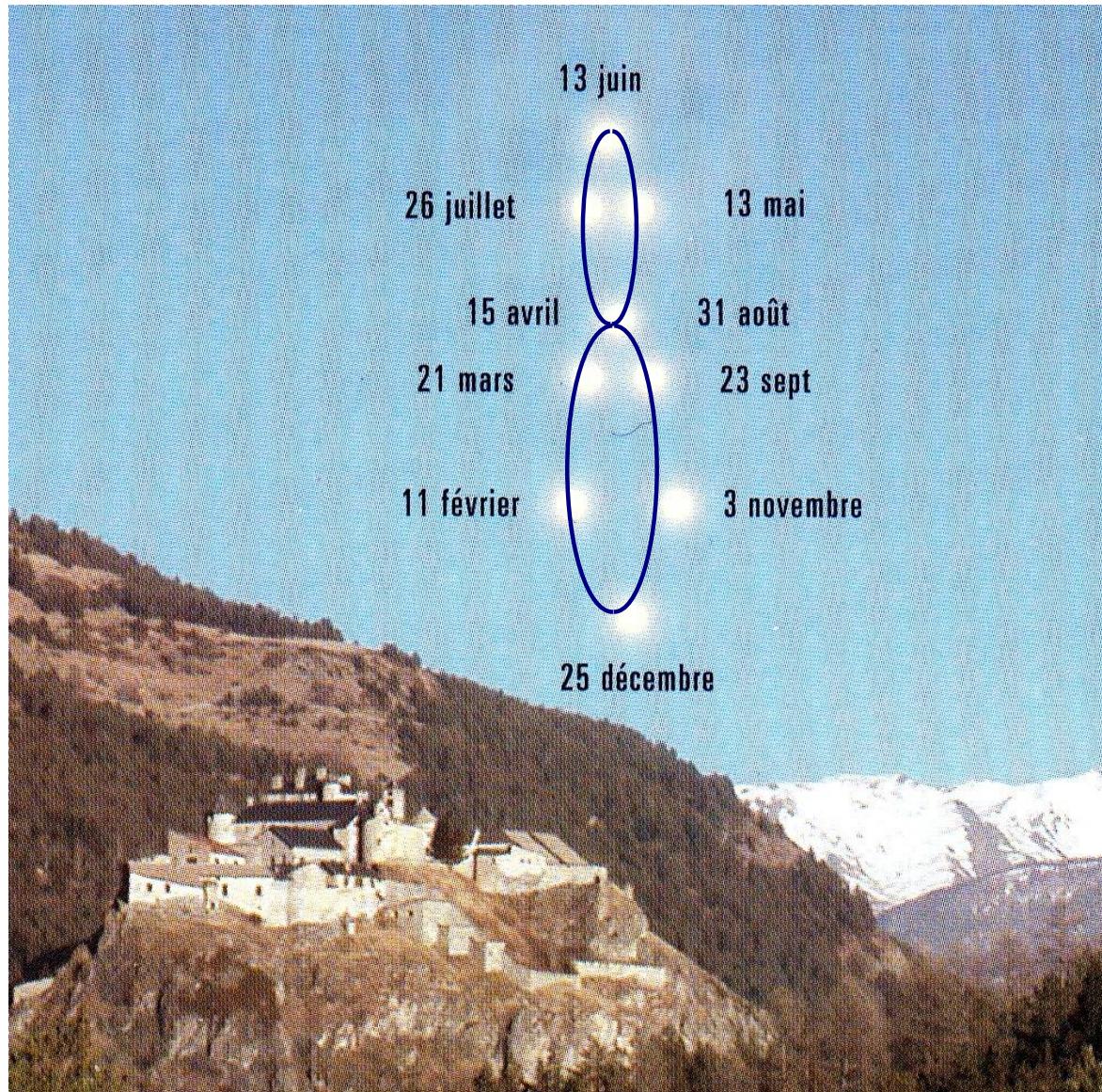
Equation du temps



Position du Soleil à midi moyen

Est

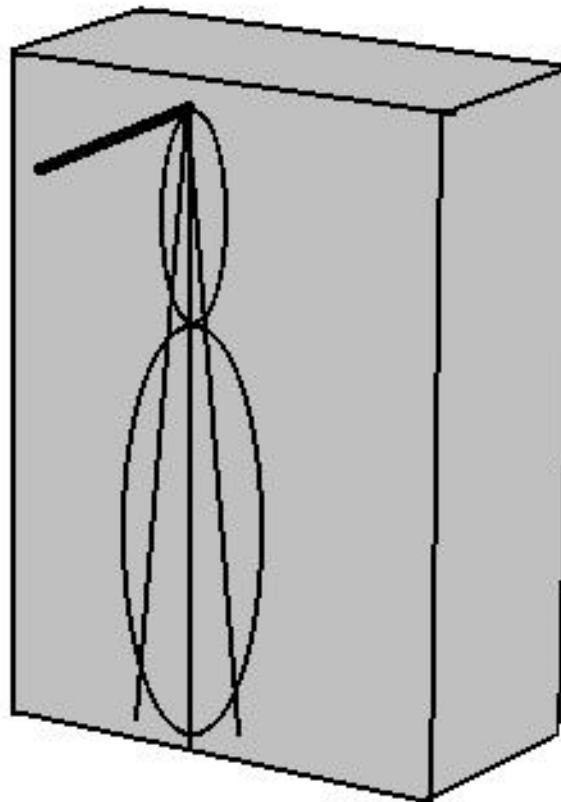
Ouest



Superposition au long de l'année

Méridienne

Sud



La méridienne

Lecture directe du midi moyen

Méridienne de midi moyen



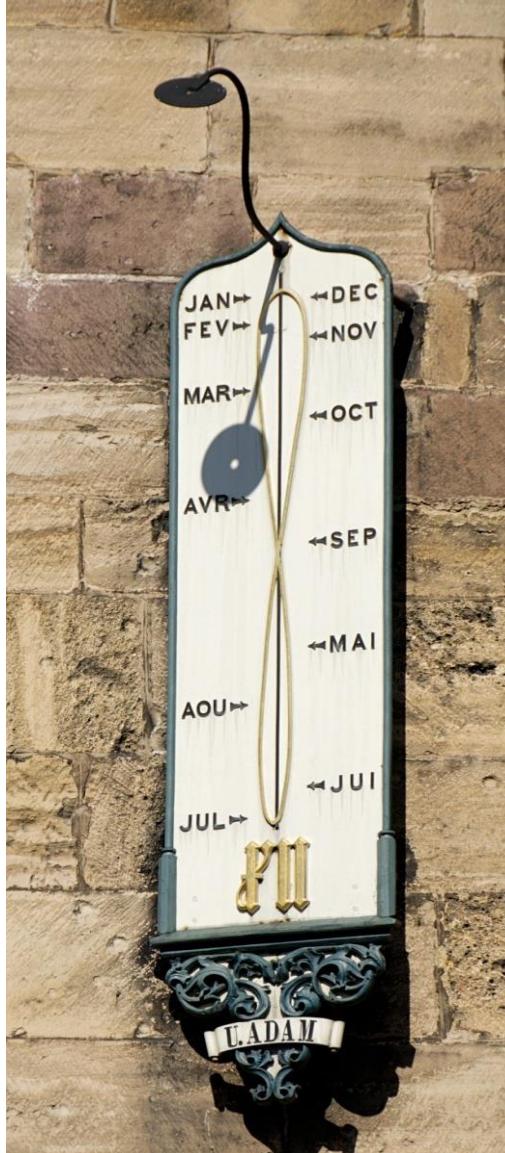
Lecture directe du midi moyen

Méridienne de midi moyen



24 heures entre chaque midi

Méridienne de midi moyen

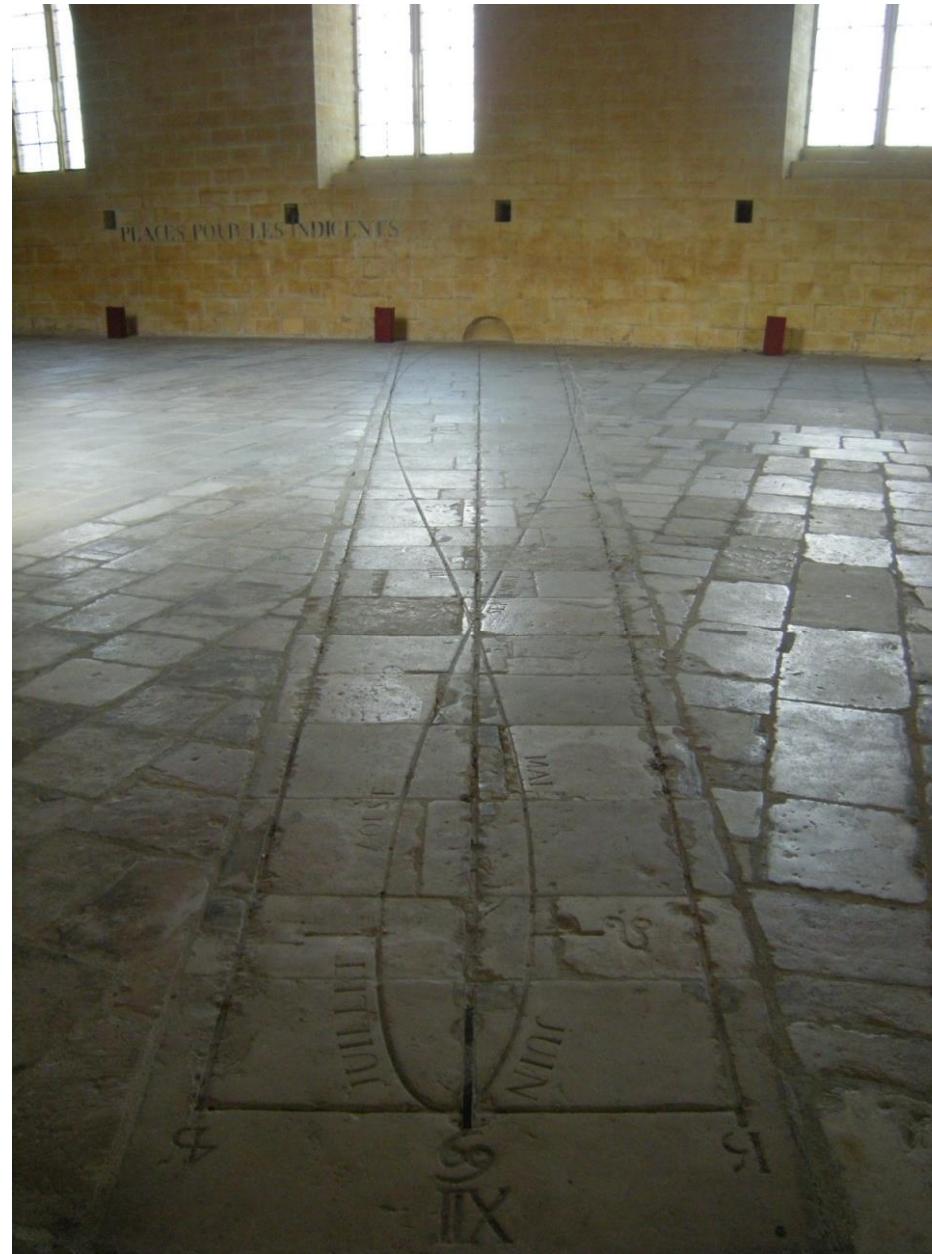


24 heures entre chaque midi

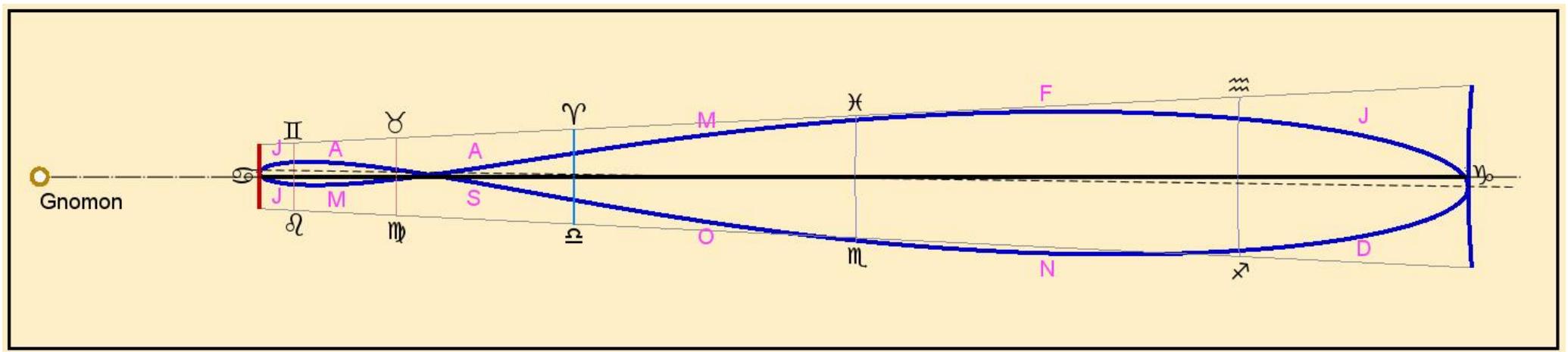
Méridienne de midi moyen Rennes Hôtel de ville



Tonnerre (Yonne) Hôtel Dieu



Tonnerre (Yonne) Hôtel Dieu



À Nancy



À Nancy



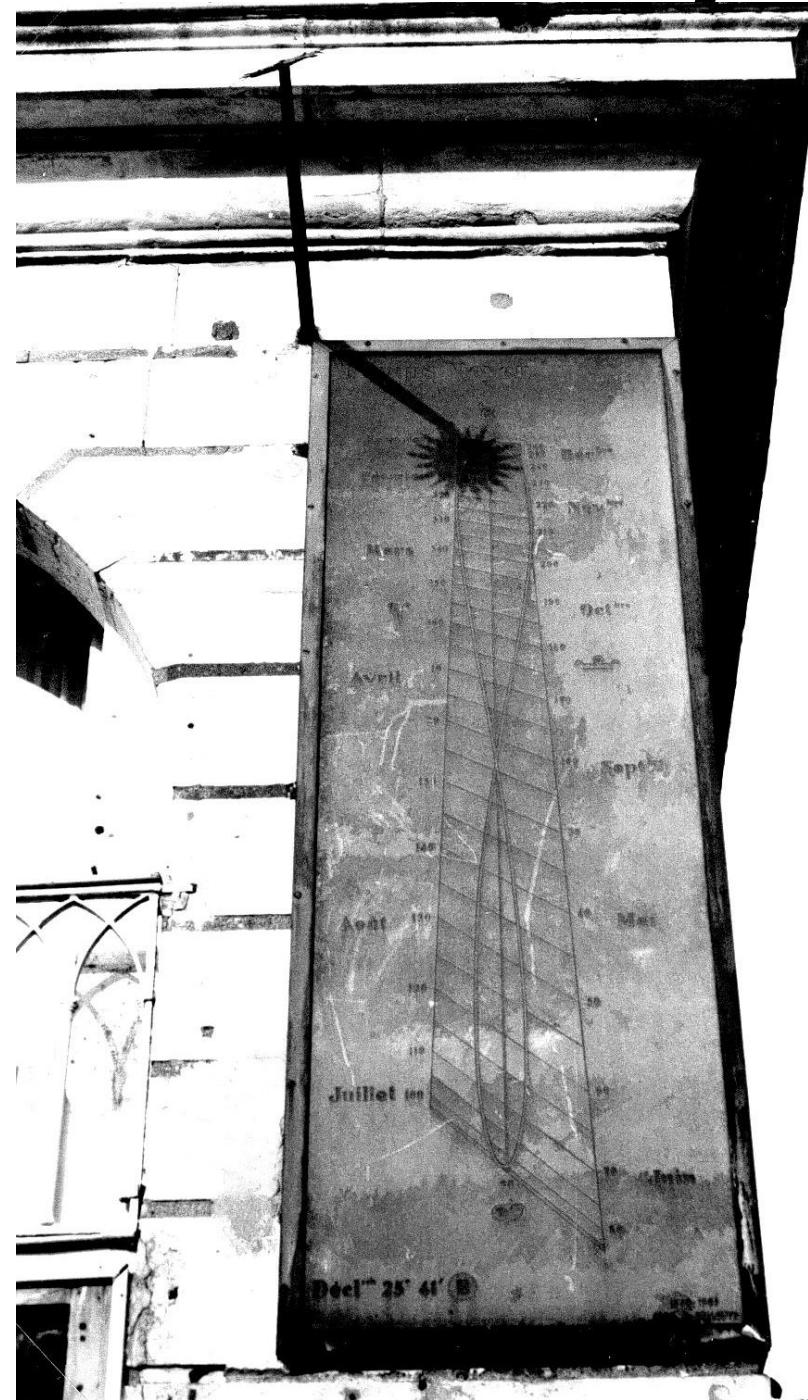
À Nancy



À Nancy



À Nancy

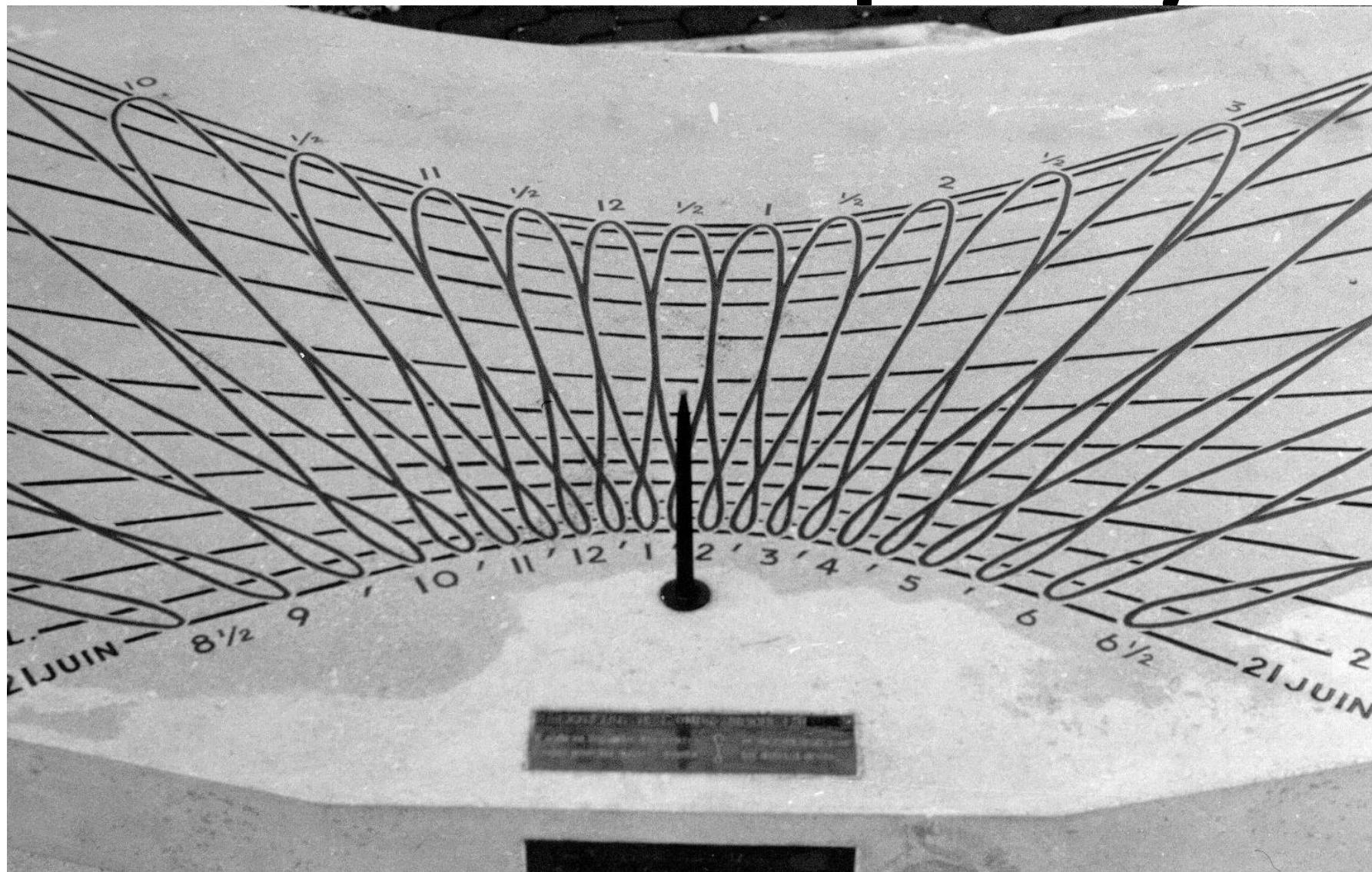


Position du Soleil à l'Ouest



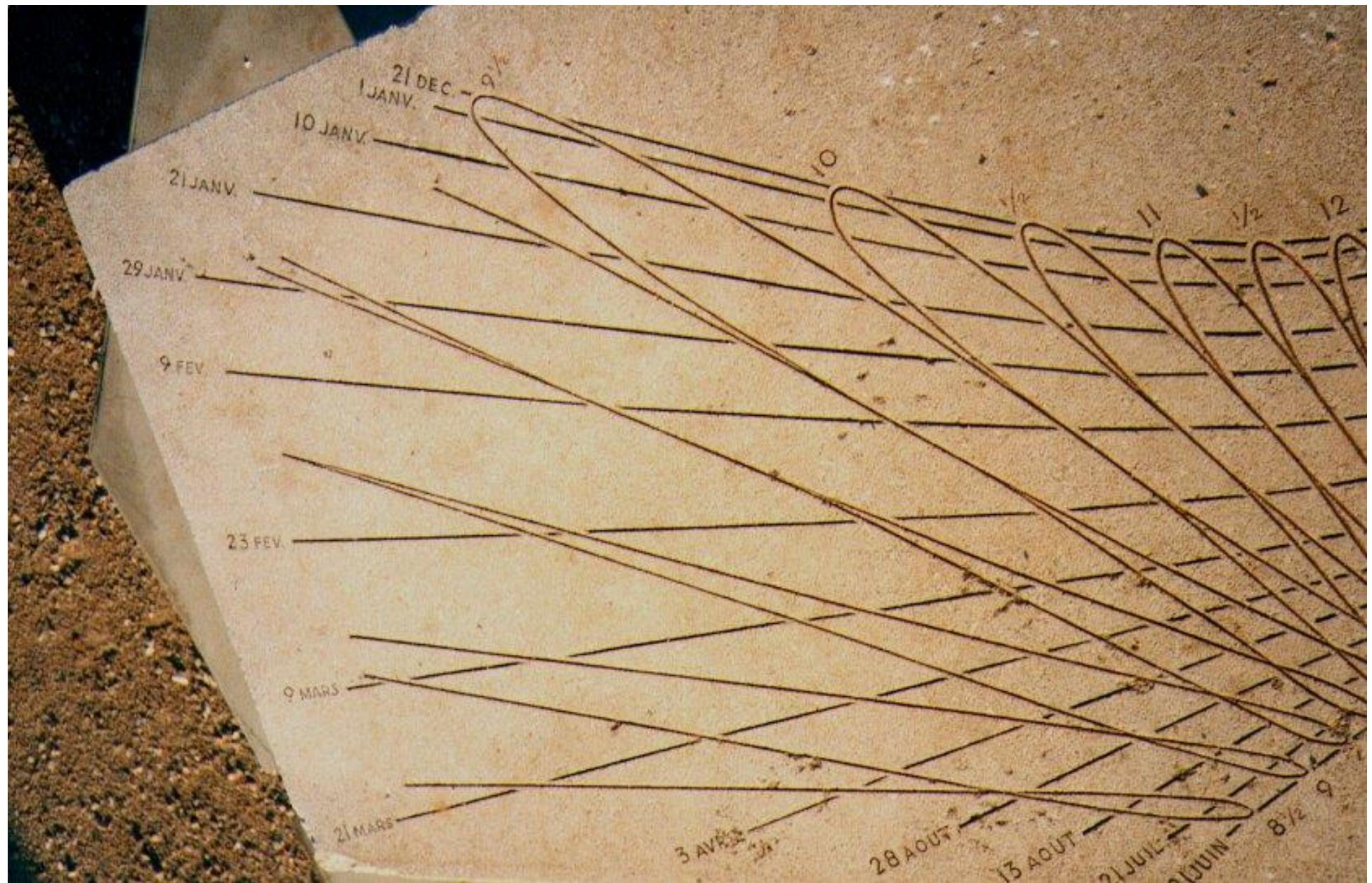
Superposition au long de l'année
à 15h 30 T.U.

Cadran de temps moyen

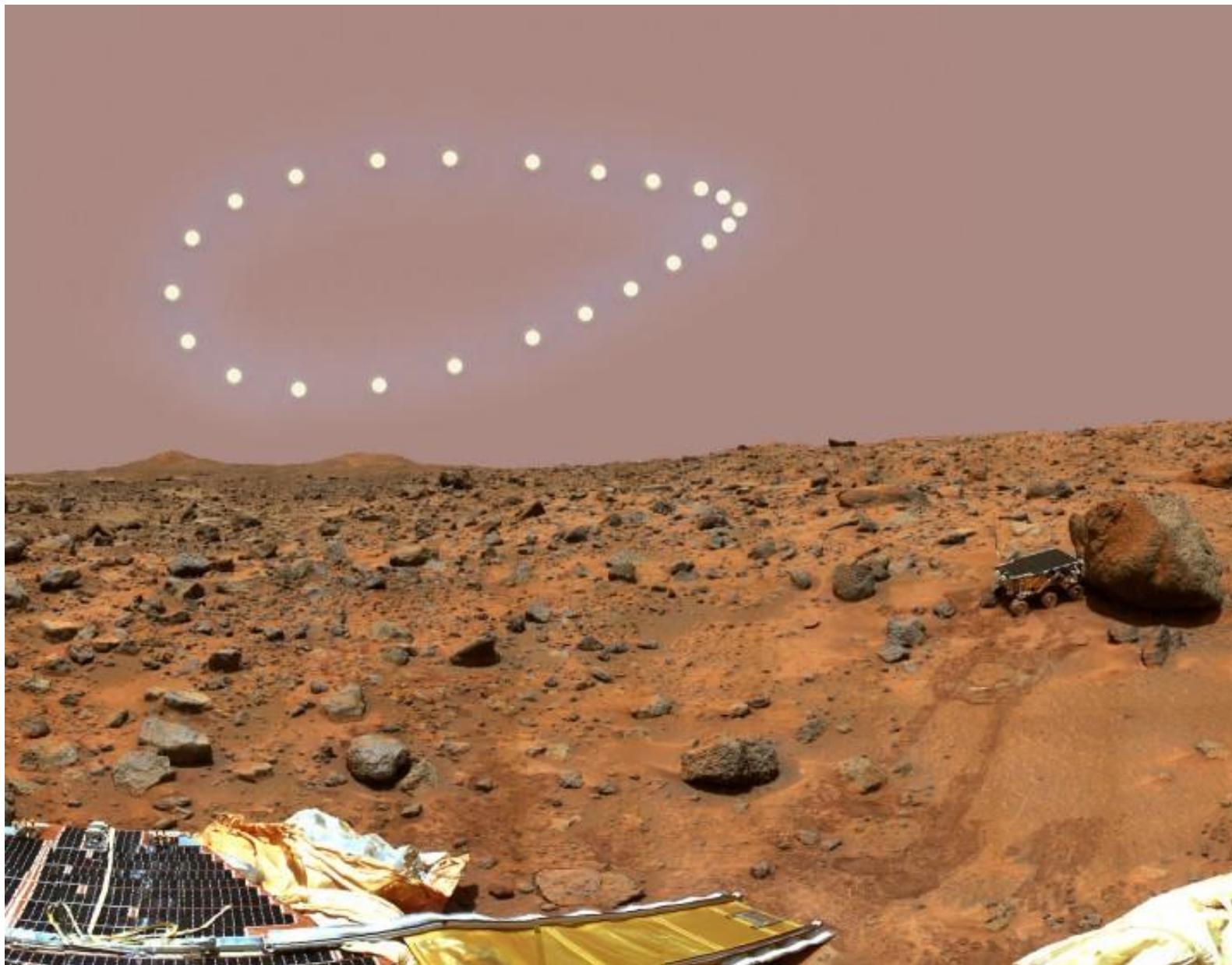


Gondreville
La Roseraie - Place des Tournesols

Cadran de temps moyen



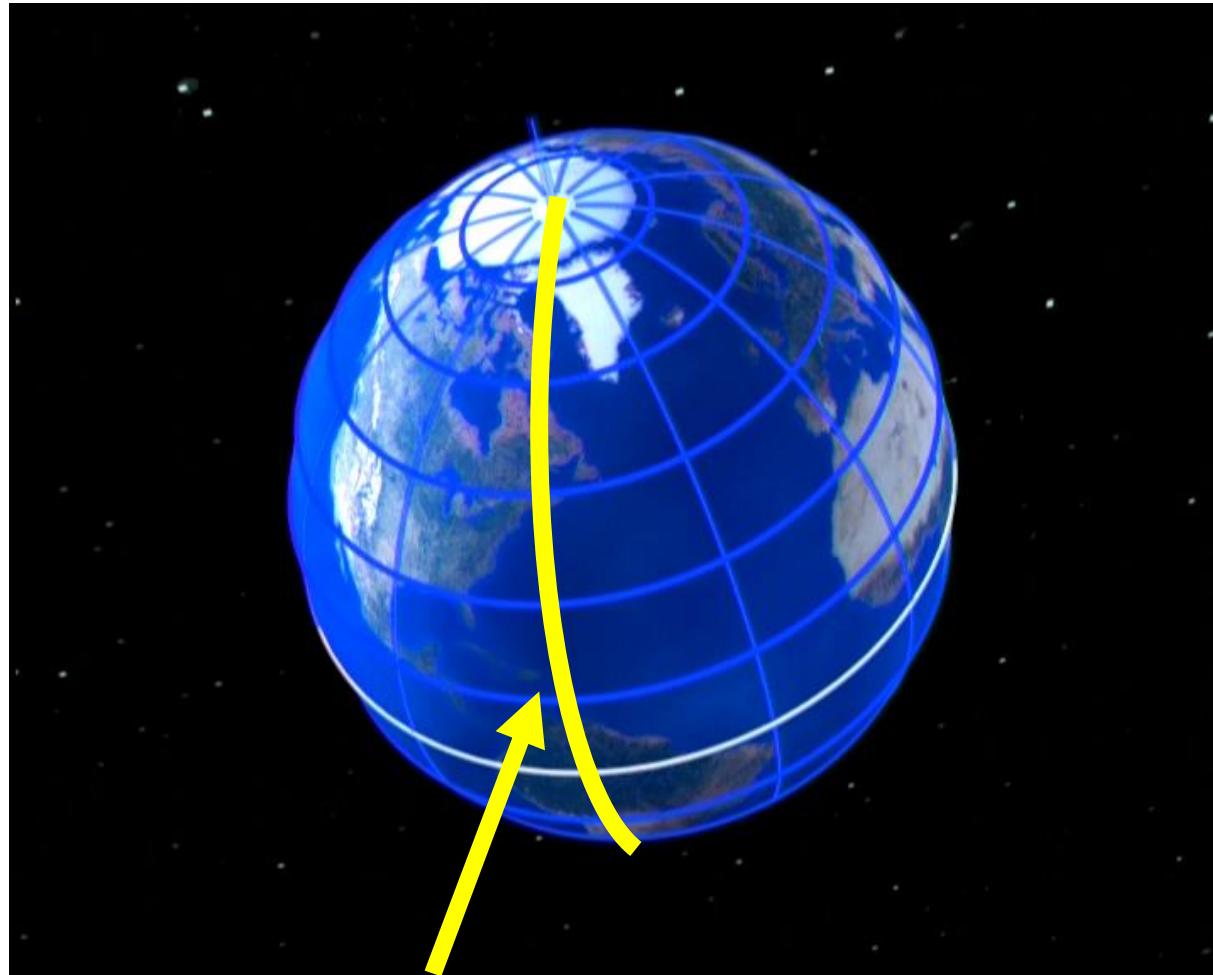
Temps moyen sur Mars



Méridienne déclinante Ouest



Midi solaire vrai local



Instant de passage du soleil
au méridien du lieu

Midi solaire vrai local

La durée du jour calculée
entre 2 midi vrai solaire
ne fait pas 24H

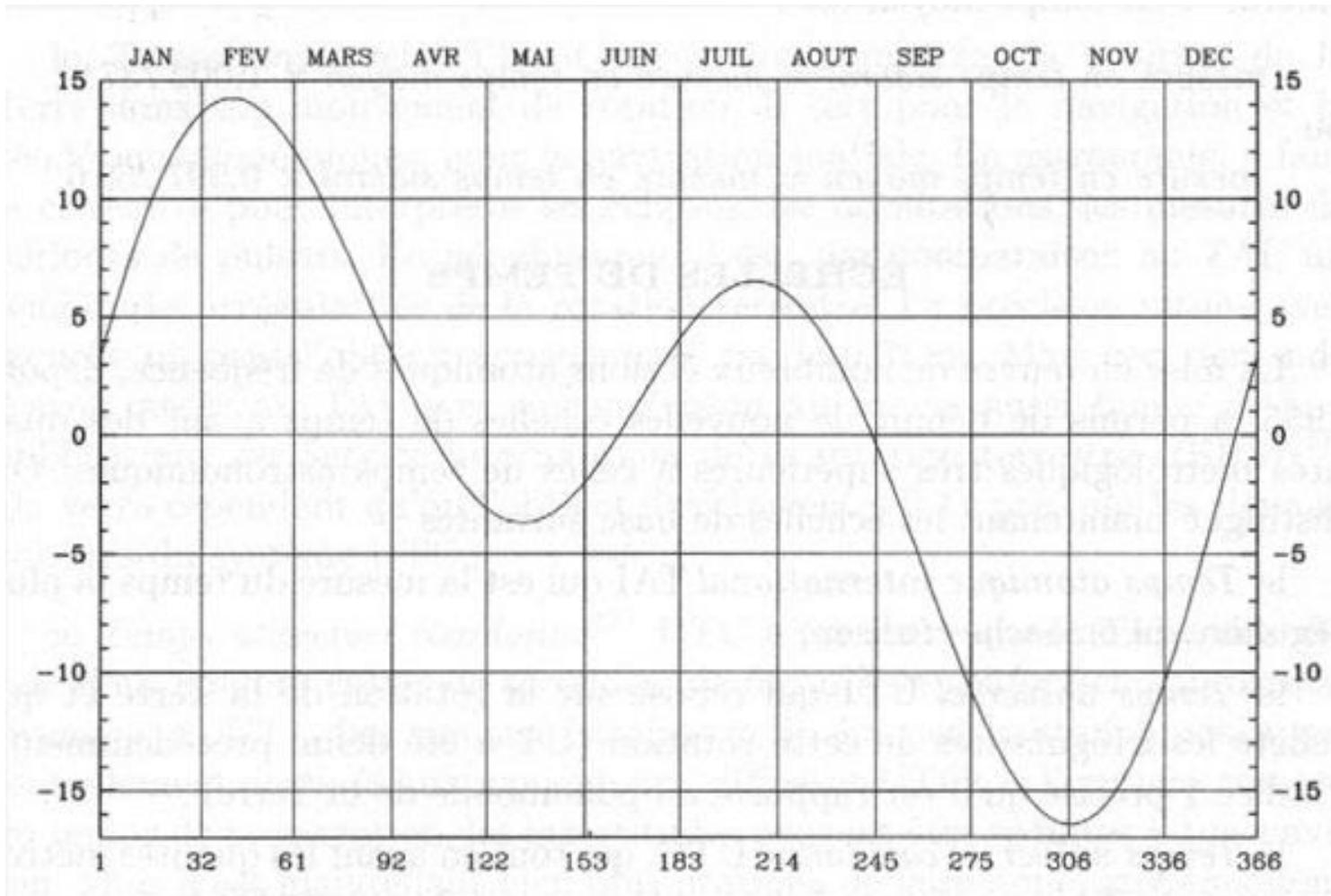
Instant de passage du soleil
au méridien du lieu

Midi solaire vrai local

La durée du jour calculée
entre 2 midi vrai solaire
ne fait pas 24H

Cela dépend du jour de
l'année

Midi moyen local



Midi solaire vrai du **lieu**
corrigé de ses variations

Midi moyen local

La durée du jour calculée
entre 2 midi moyen
fait 24H

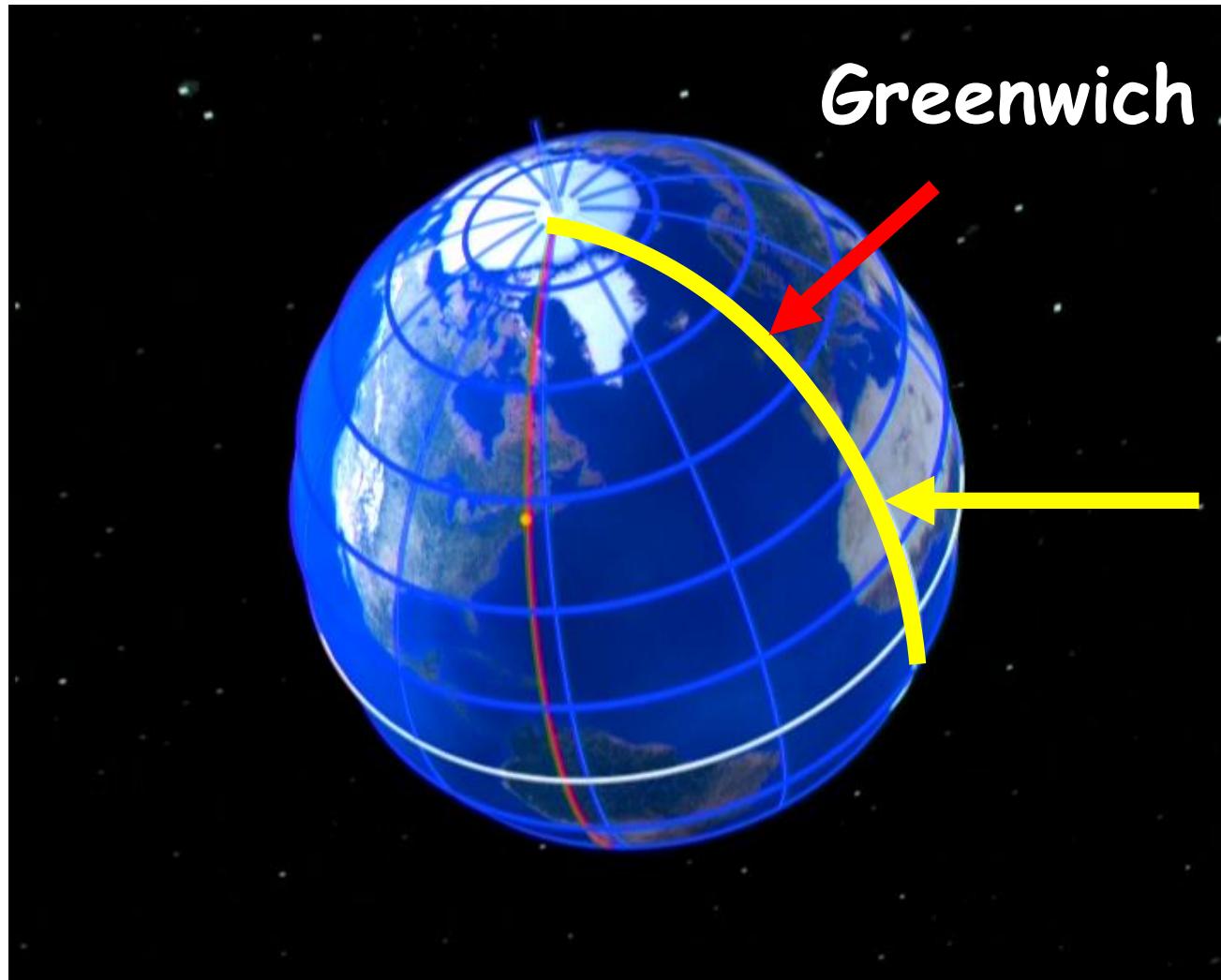
Midi solaire vrai du **lieu**
corrigé de ses variations

Midi moyen local

La durée du jour calculée
entre 2 midi moyen
fait 24H

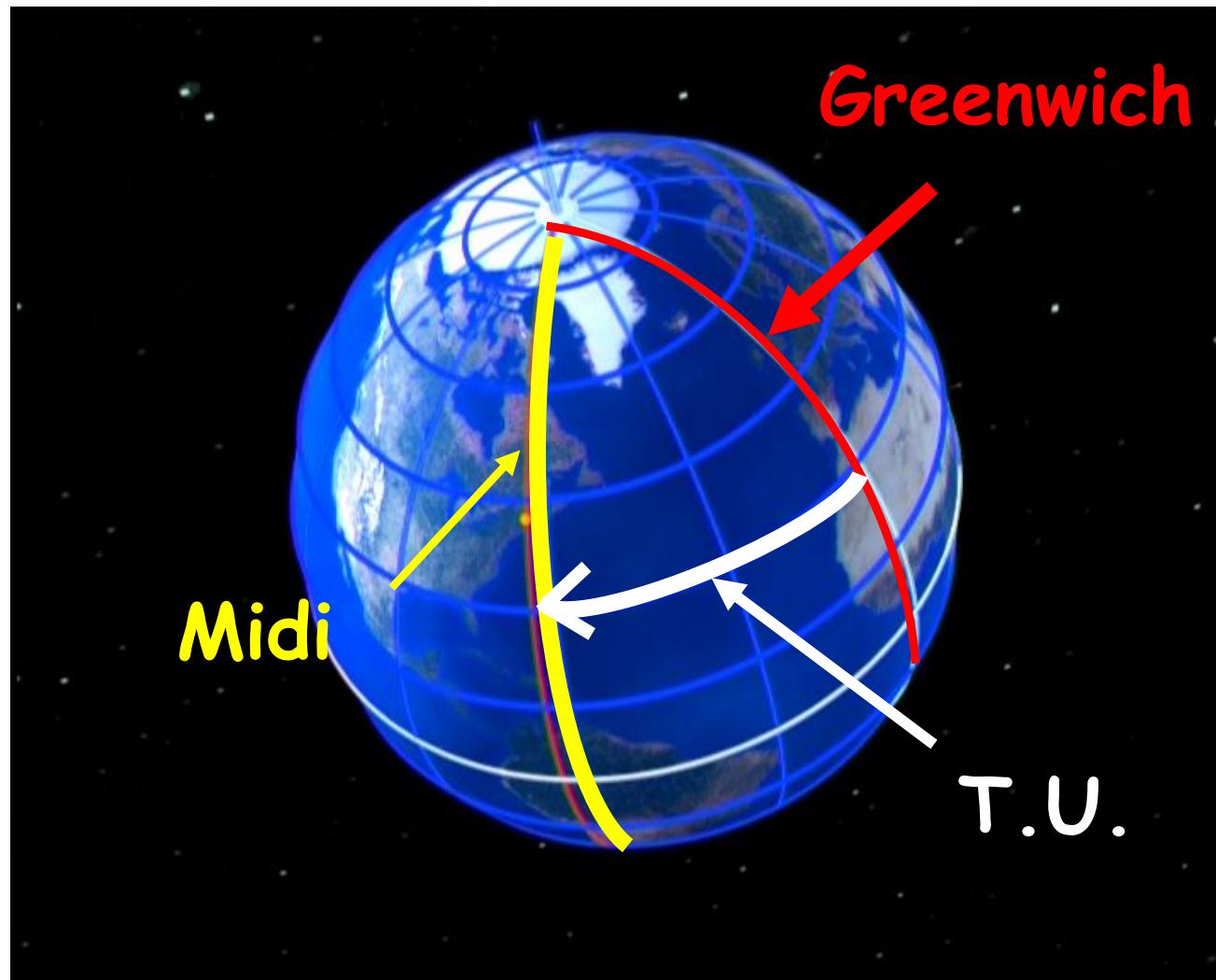
C'est midi solaire vrai
corrigé de ses variations

Midi Temps Universel



Midi solaire **moyen** du
méridien de Greenwich

Temps Universel



Temps écoulé depuis midi solaire moyen
sur le méridien de Greenwich

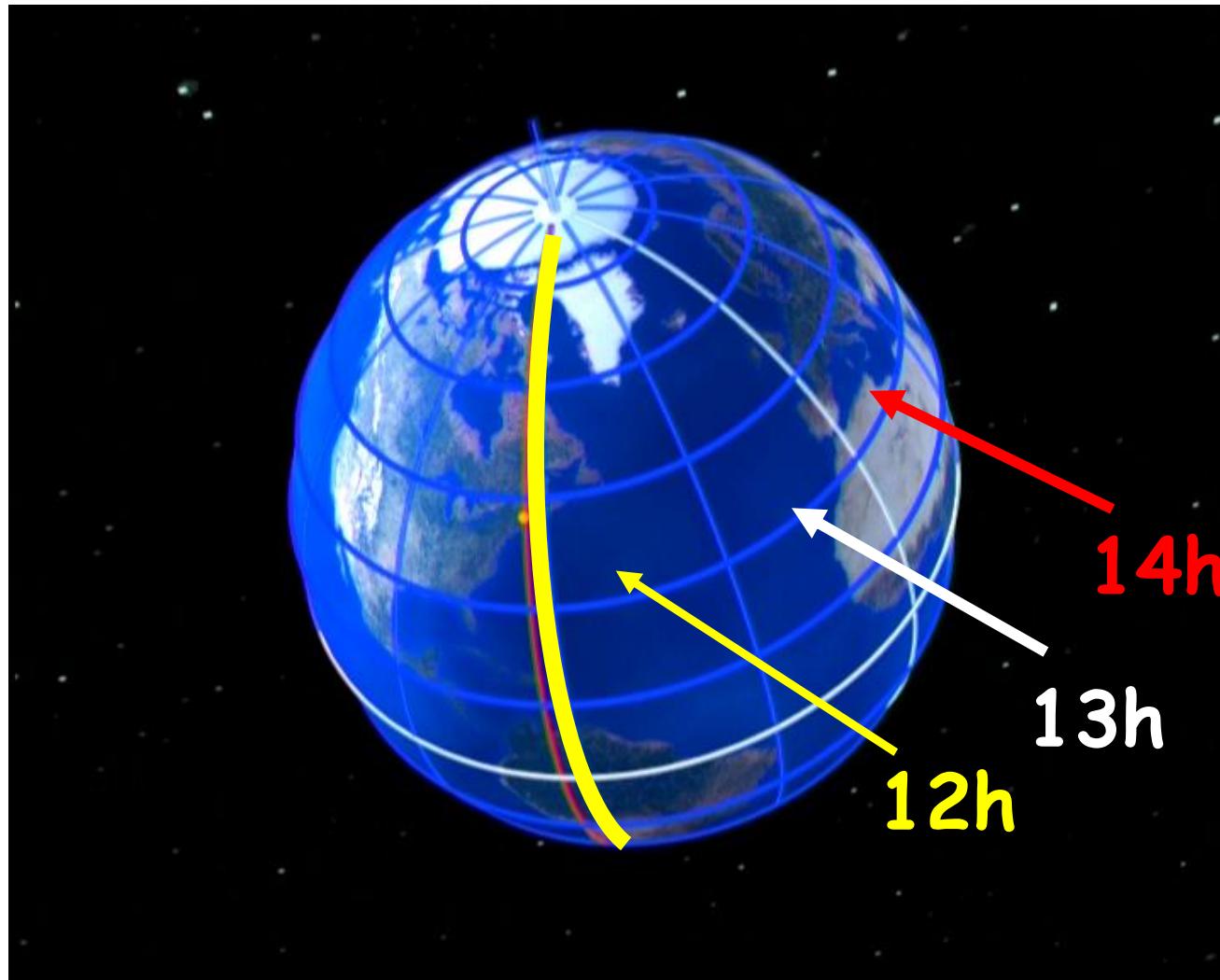
Temps Universel

Le Temps Universel
U.T.

est le temps des astronomes

Les évènements astronomiques
sont datés en Jour Julien
et leur heure est donnée
en U.T.

Temps civil



Temps moyen appliqué
à tout le fuseau horaire

U.T. → Temps civil

U.T. = Temps appliqué au fuseau
horaire de Greenwich

~ G.M.T.

Greenwich Mean Time

U.T.C. Temps Universel
Coordonné

U.T. → Temps civil

Temps civil France = U.T. + 1 h
en hiver

Temps civil France = U.T. + 2 h
en été

U.T. → Temps civil

Temps civil France = U.T. + 2 h
en été

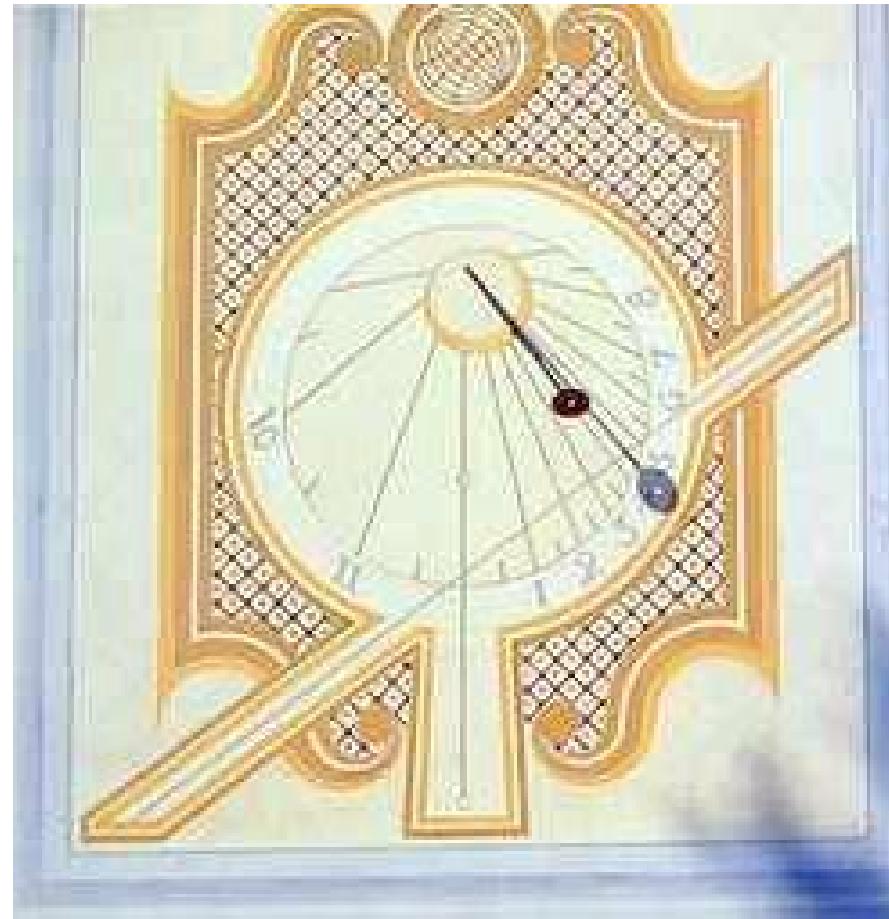
Pour connaître l'heure,
il faut connaître
le temps moyen à Greenwich

Temps solaire vrai → temps civil



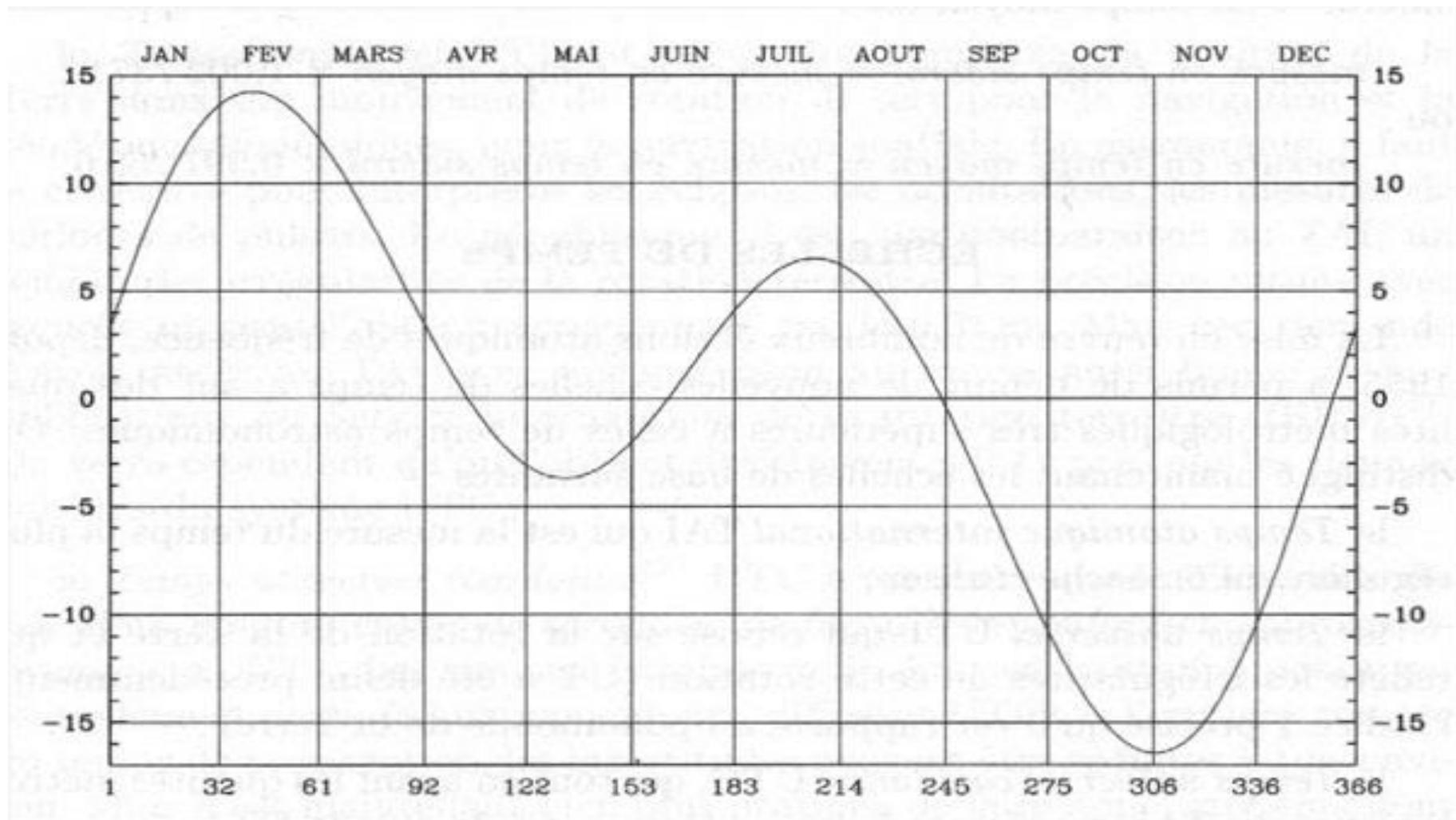
Le temps solaire vrai se lit sur un cadran solaire

Temps solaire vrai → temps civil

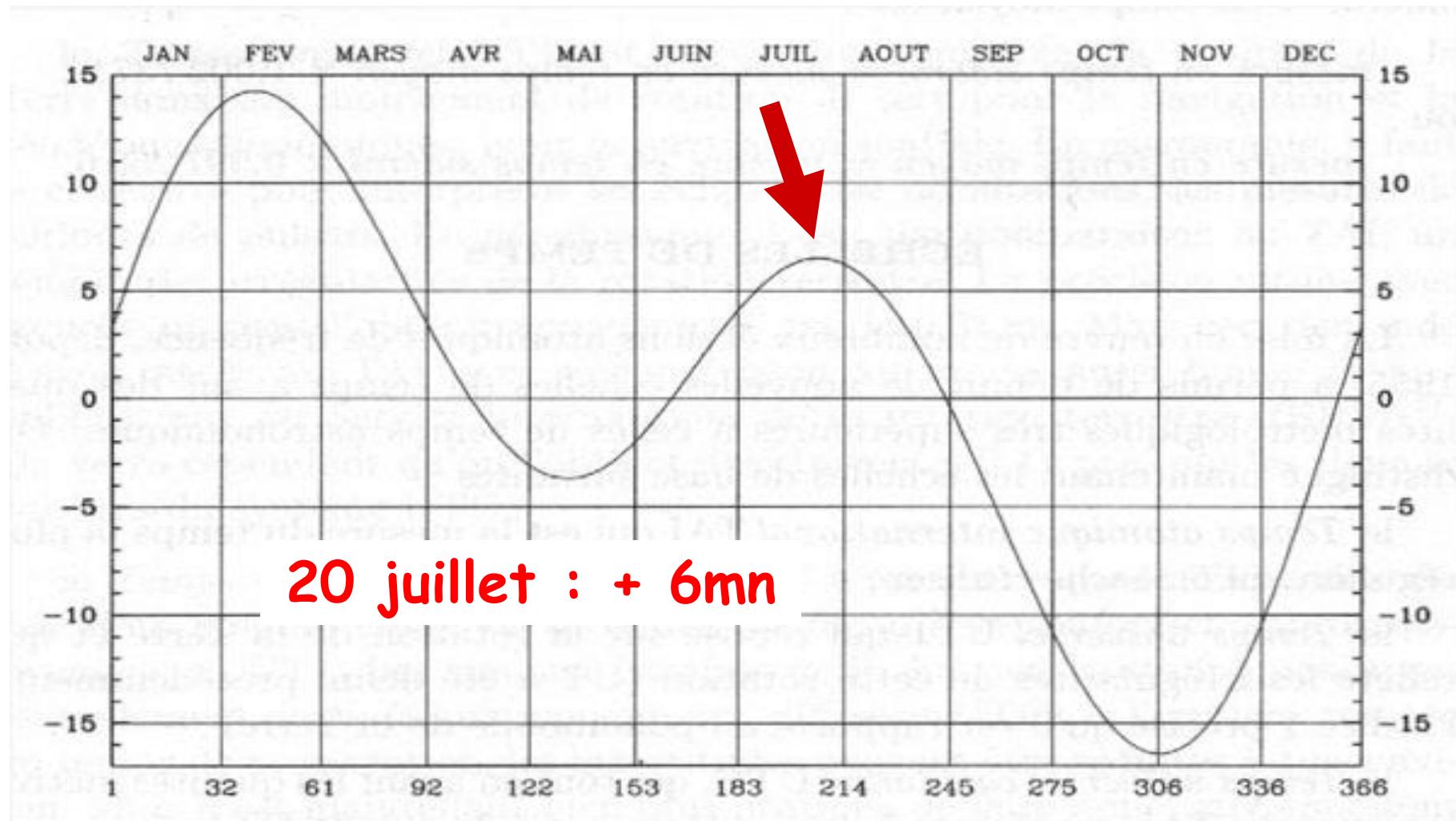


Vous êtes à Nancy le 20 juillet
Vous avez rendez-vous à 18H
Le cadran solaire indique 16H
Allez-vous être en retard ?

Equation du temps

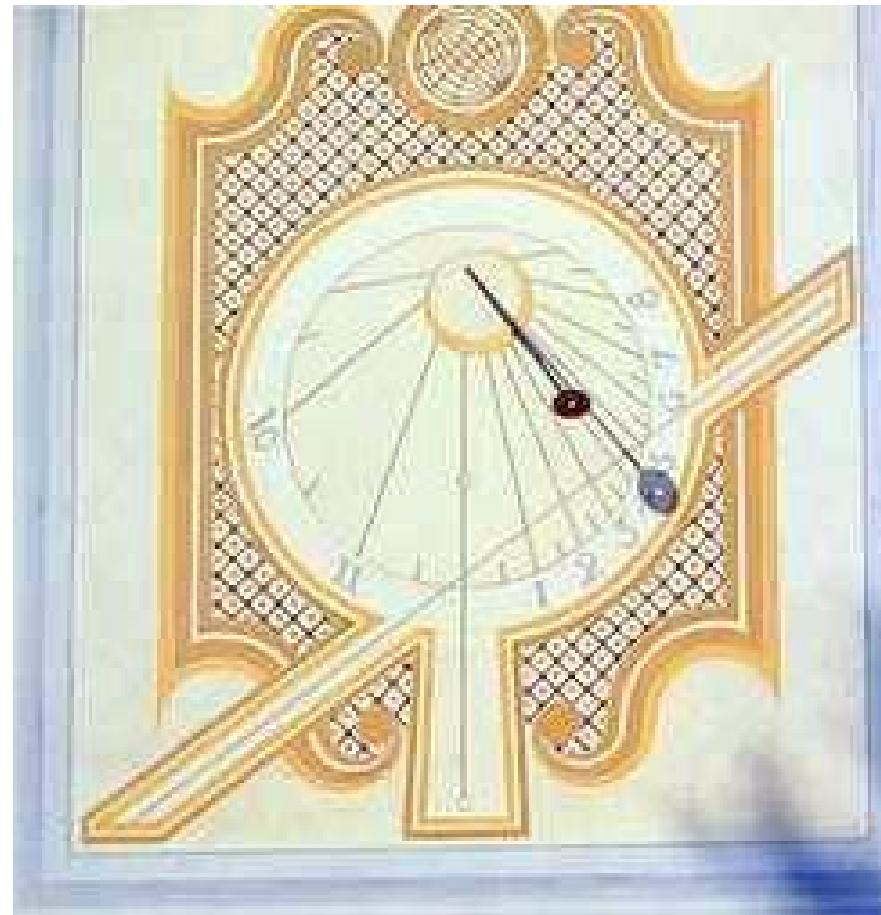


Temps solaire vrai → temps civil



Correction temps solaire moyen

Temps solaire vrai → temps solaire moyen



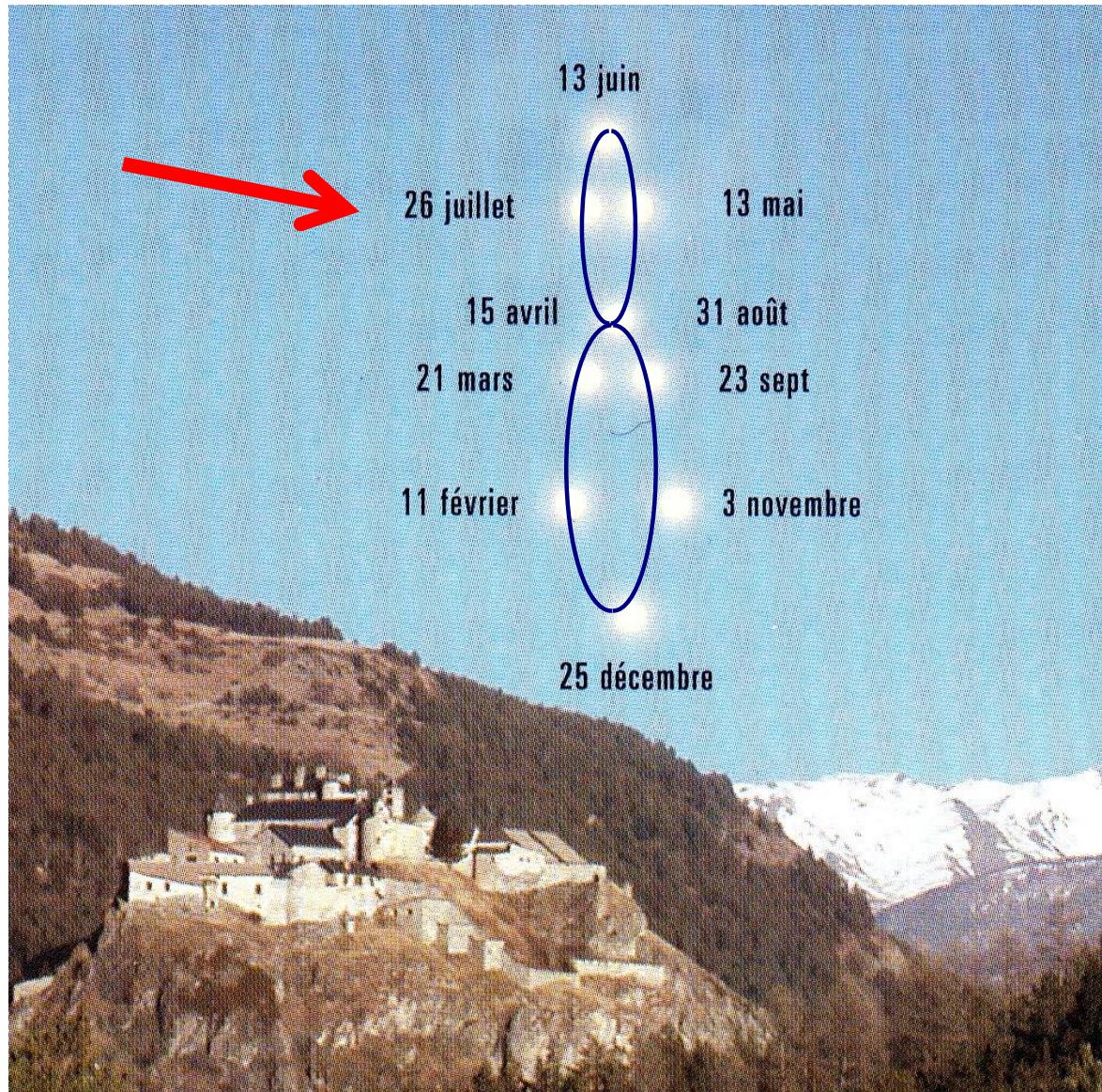
20 juillet
+ 6mn

Le cadran solaire indique 16H00
il est donc 16H06 de temps solaire moyen

Nous sommes en juillet

Est

Ouest

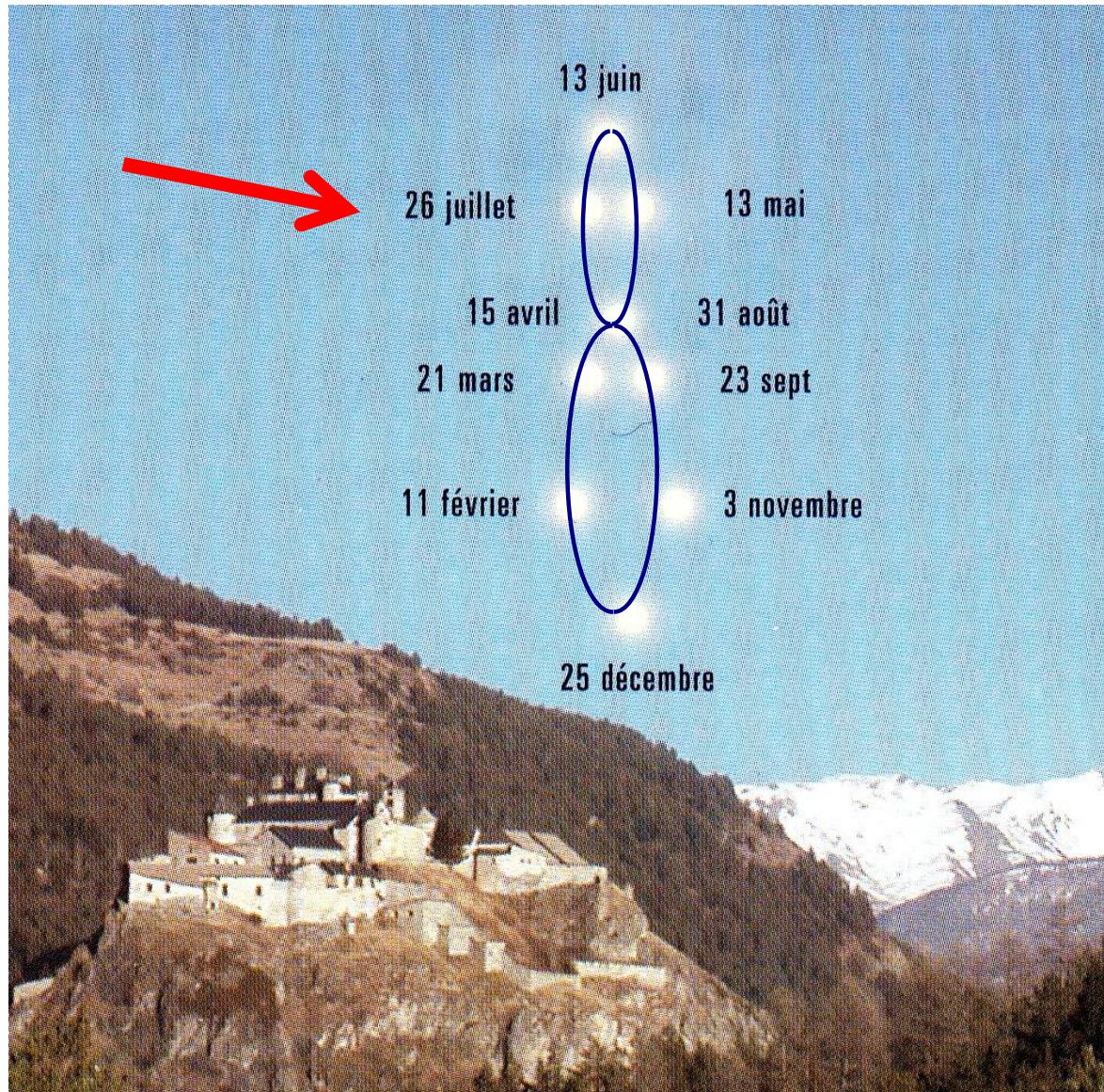


Le Soleil était encore à l'Est à midi

Nous sommes en juillet

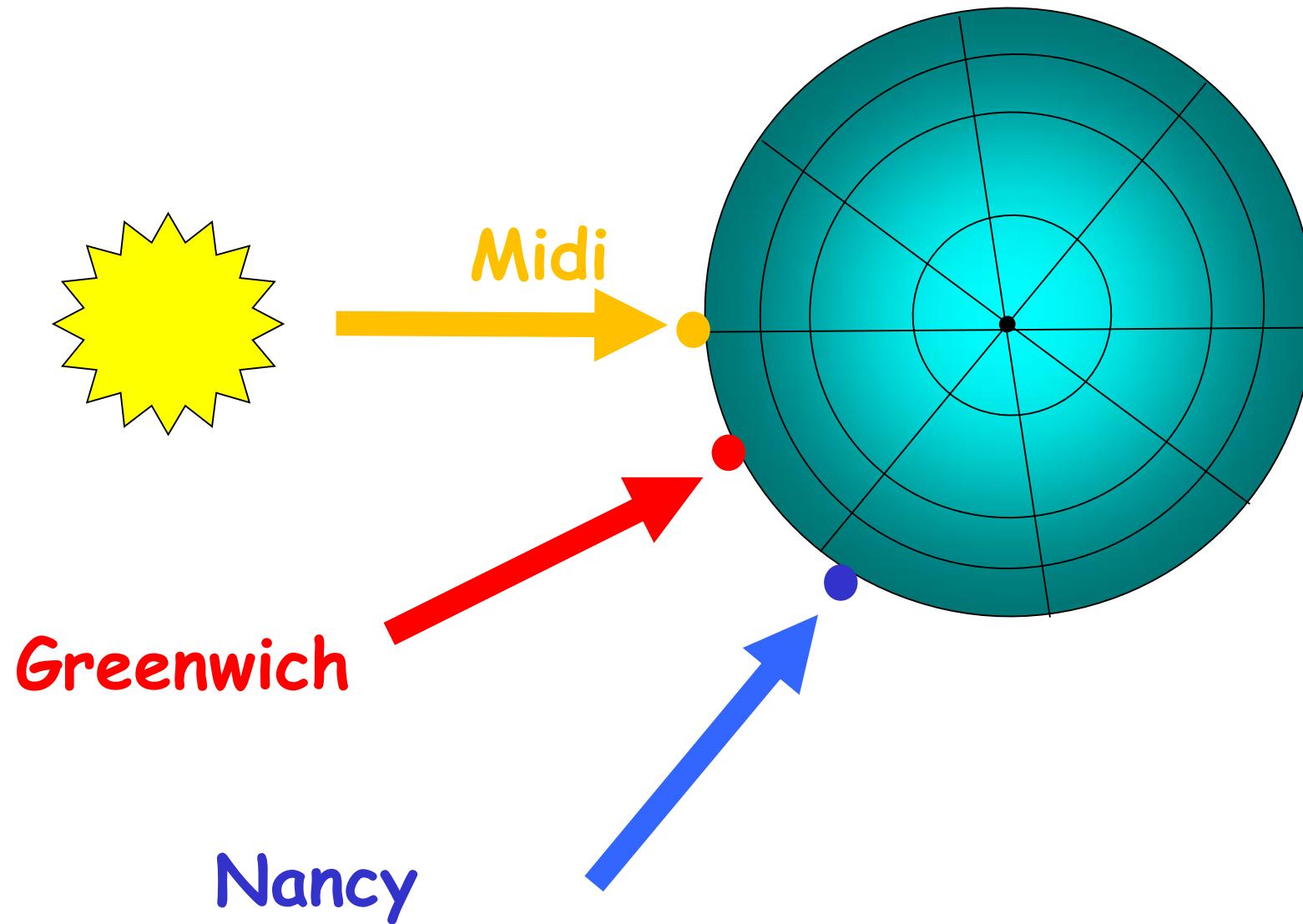
Est

Ouest

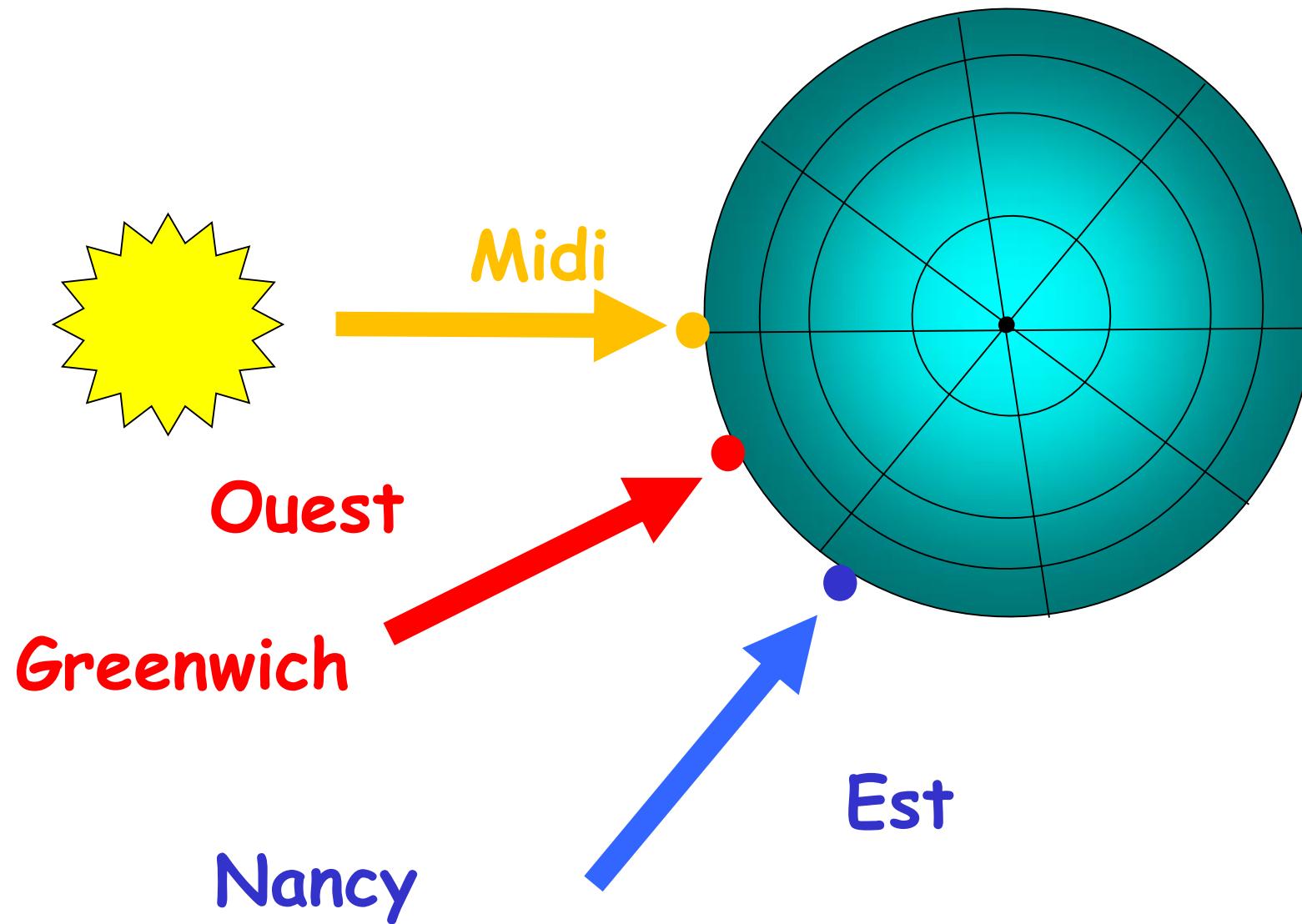


Il passera le méridien dans 6 minutes

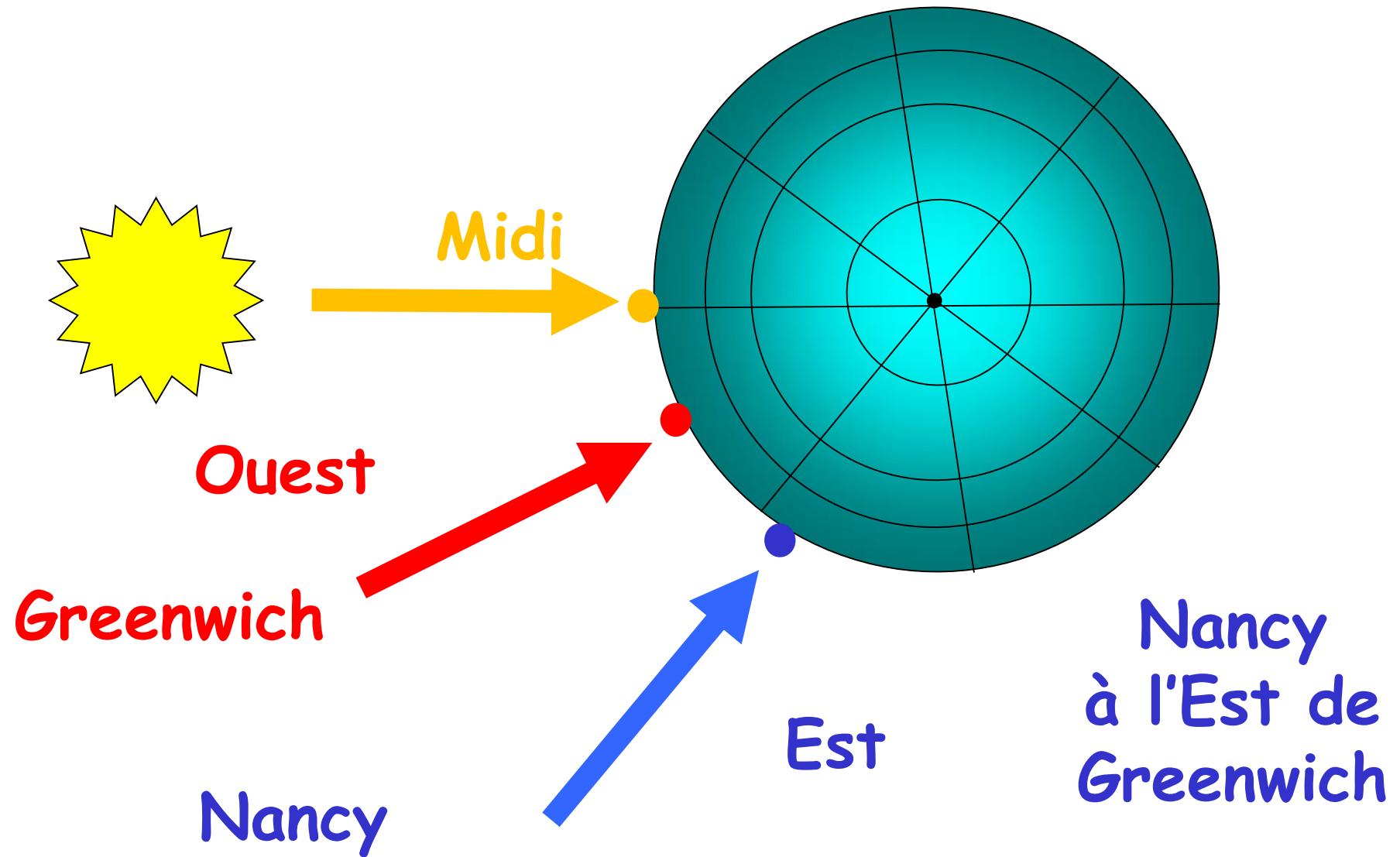
Temps solaire vrai → temps civil



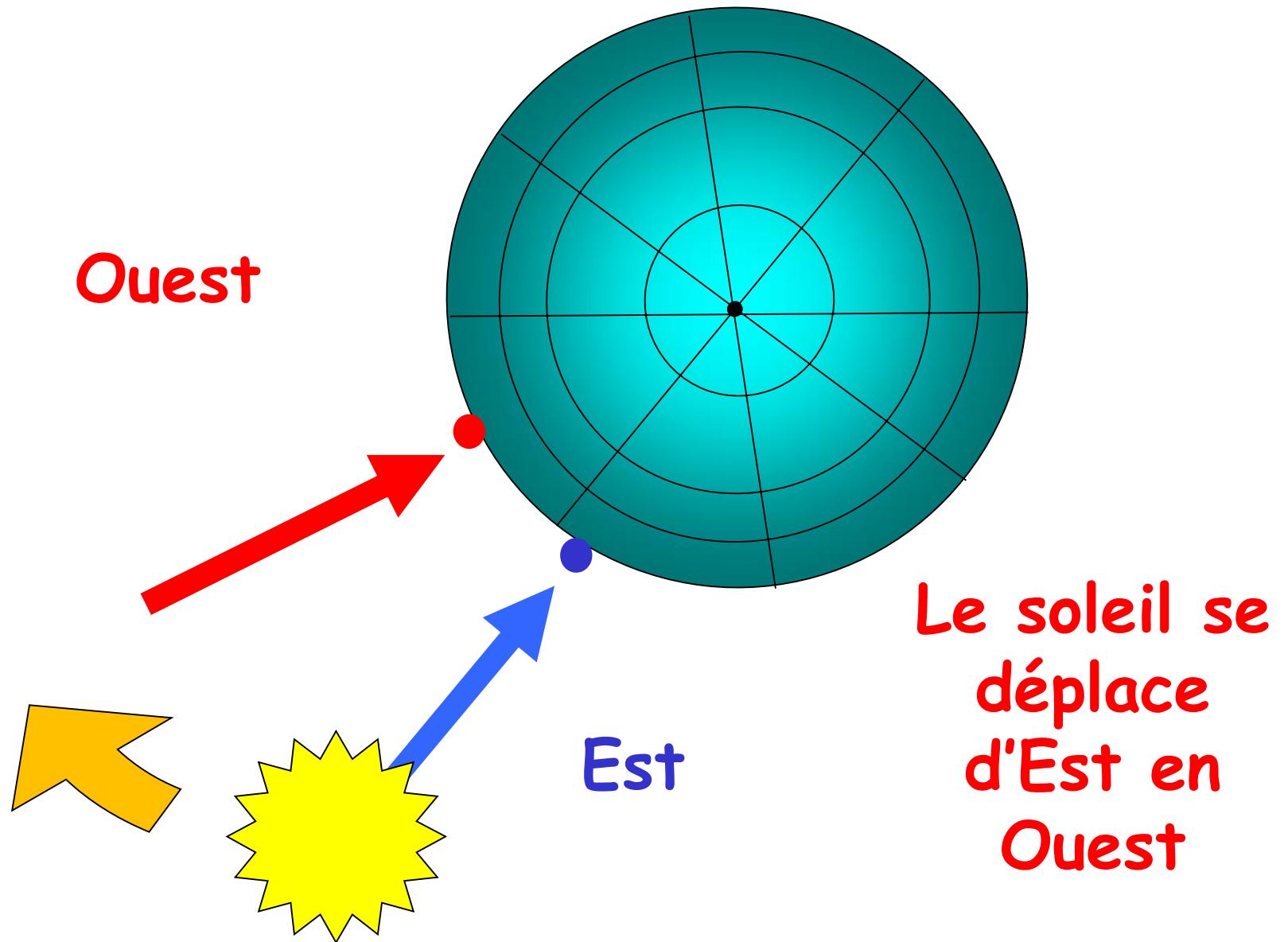
Temps solaire vrai → temps civil



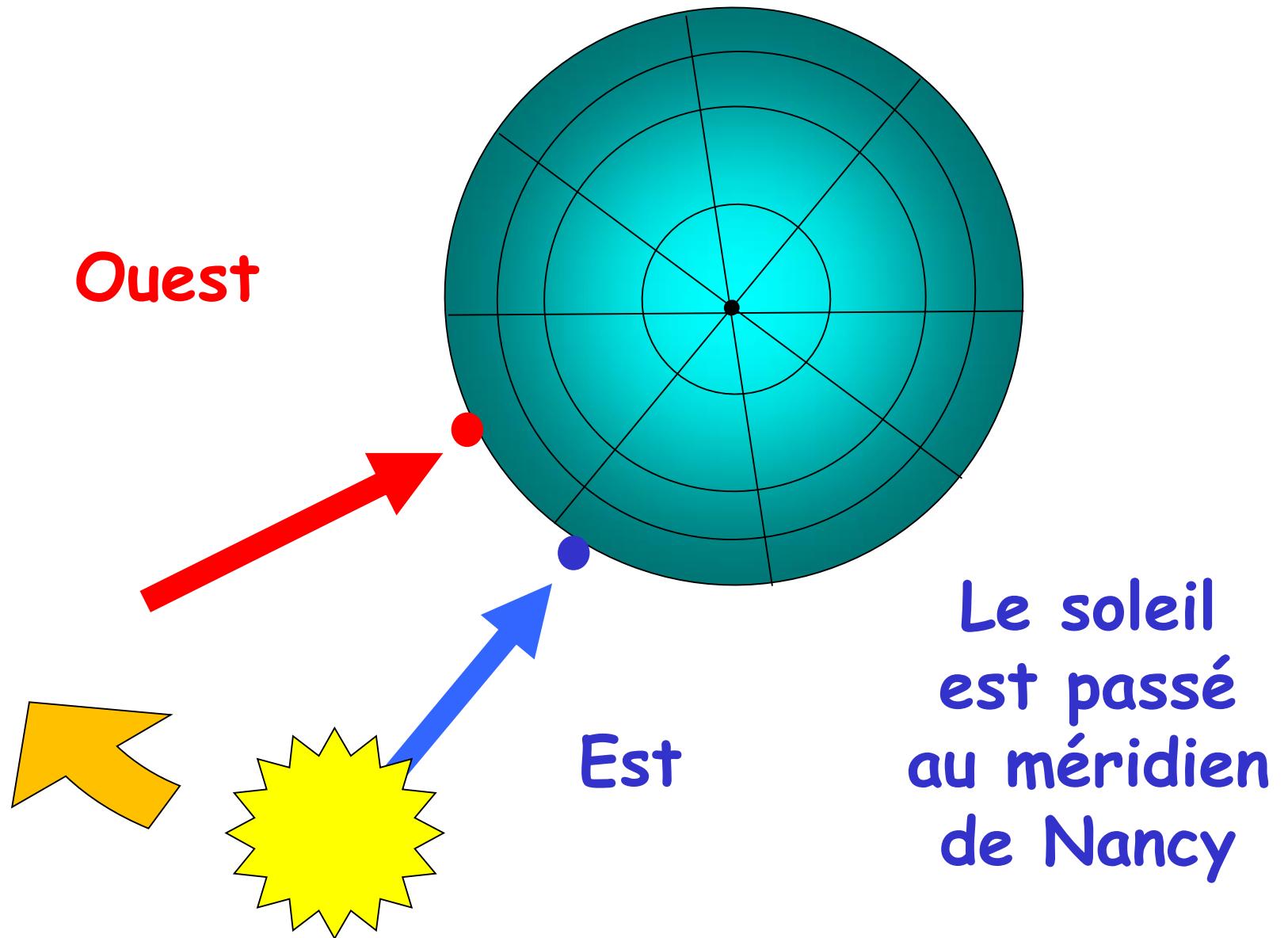
Temps solaire vrai → temps civil



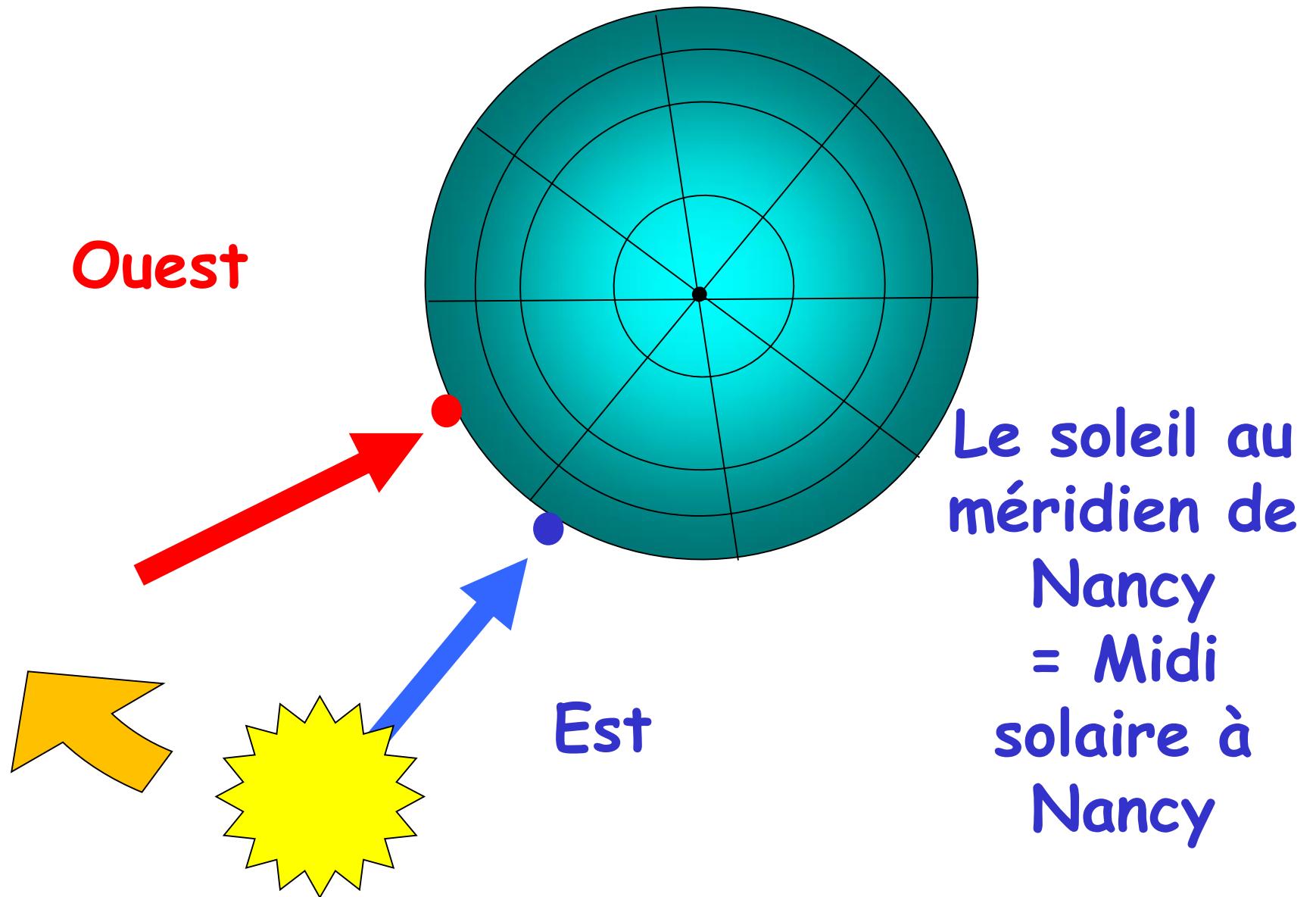
Temps solaire vrai → temps civil



Temps solaire vrai → temps civil

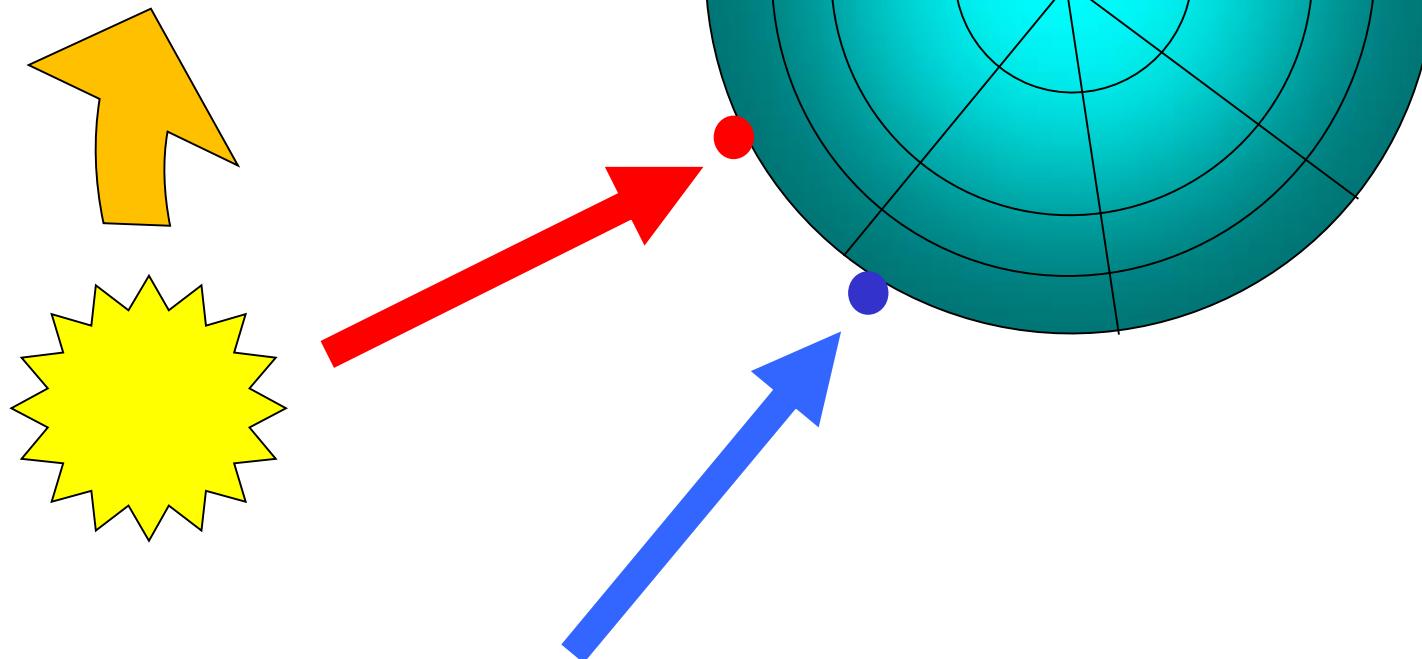


Temps solaire vrai → temps civil



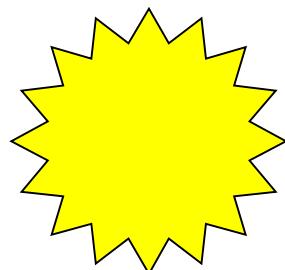
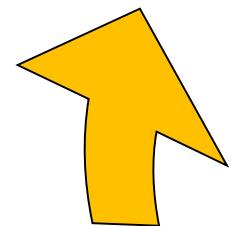
Temps solaire vrai → temps civil

Plus tard
Le soleil est
passé au
méridien de
Greenwich

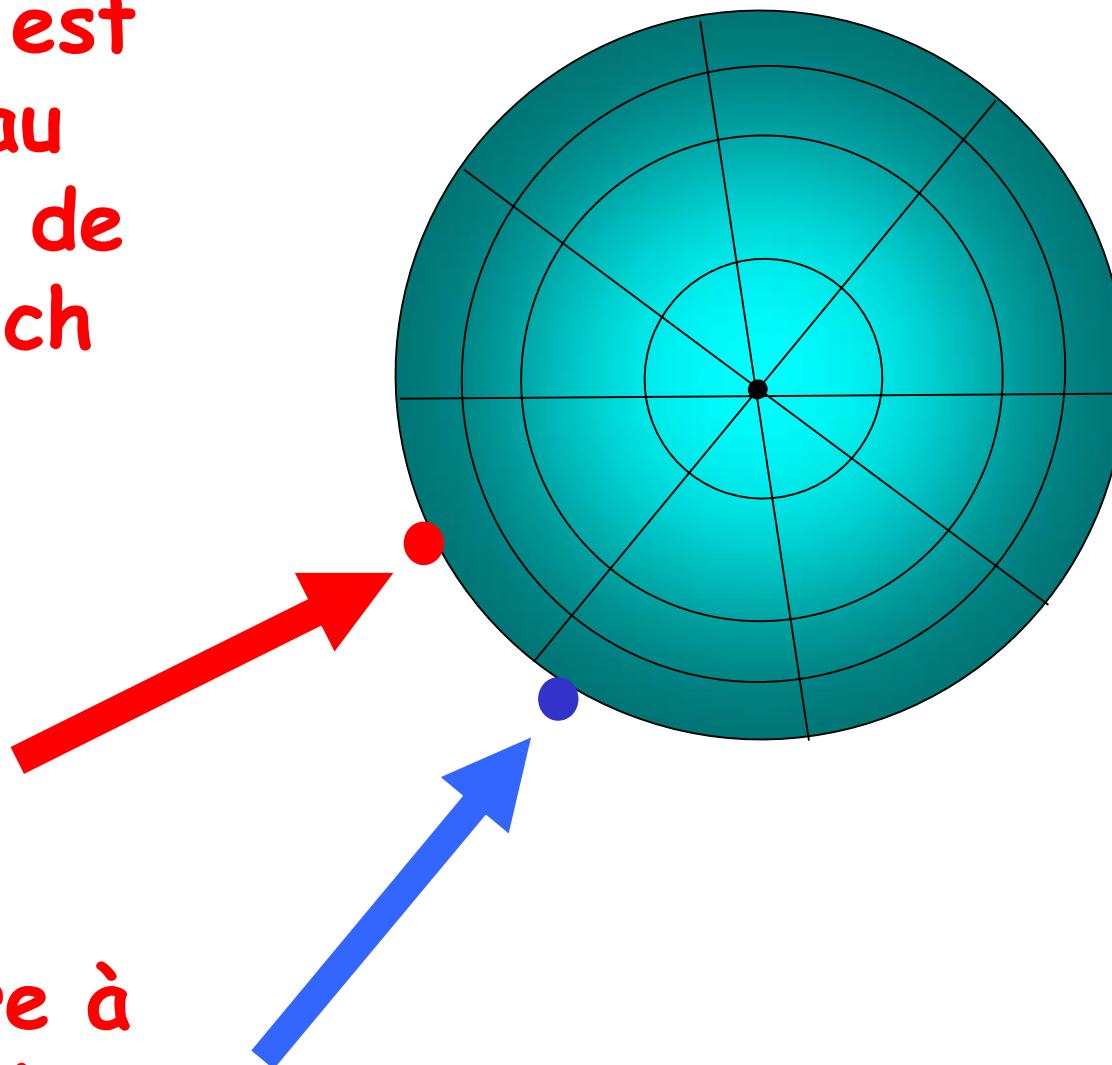


Temps solaire vrai → temps civil

Plus tard
Le soleil est
passé au
méridien de
Greenwich

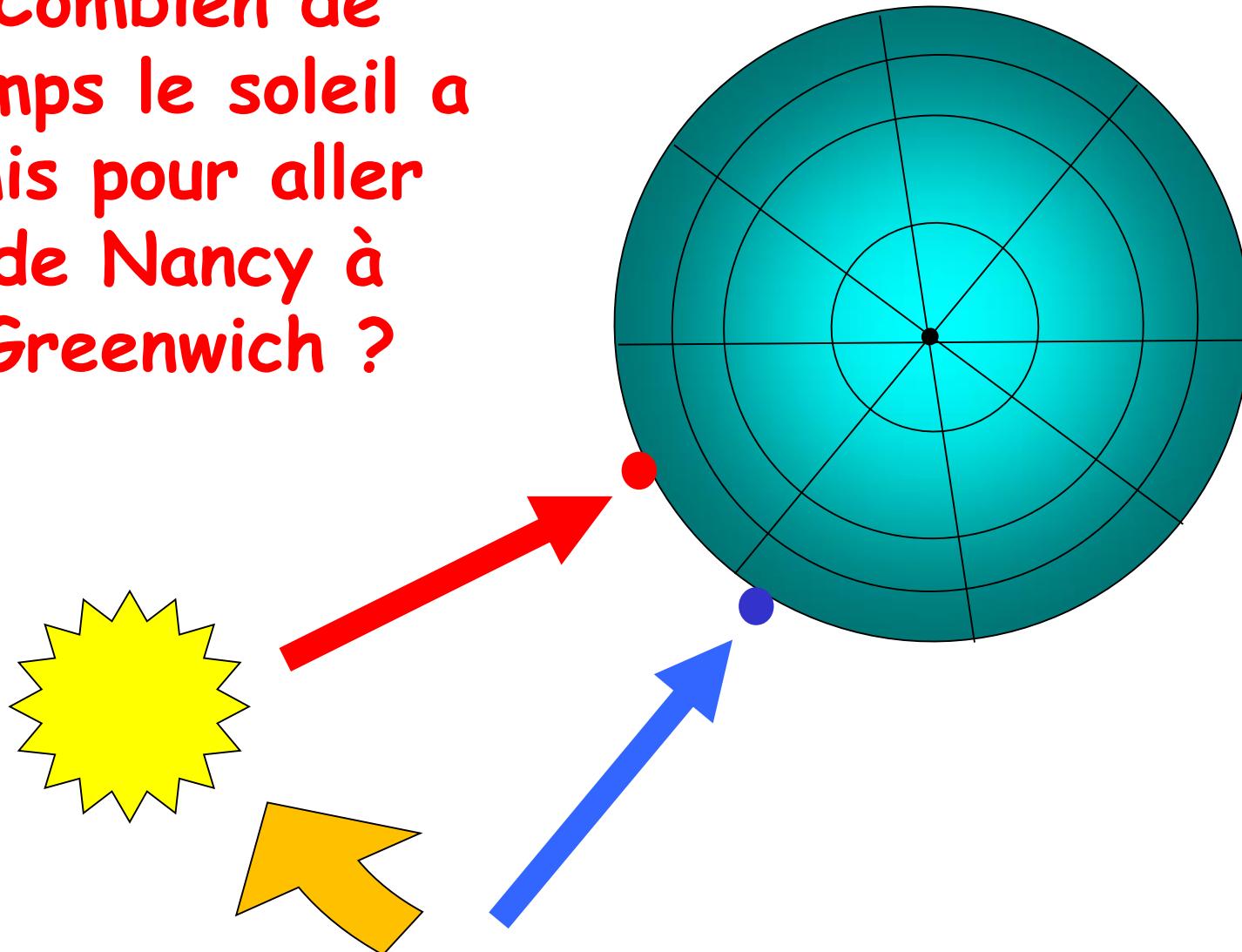


Midi solaire à
Greenwich



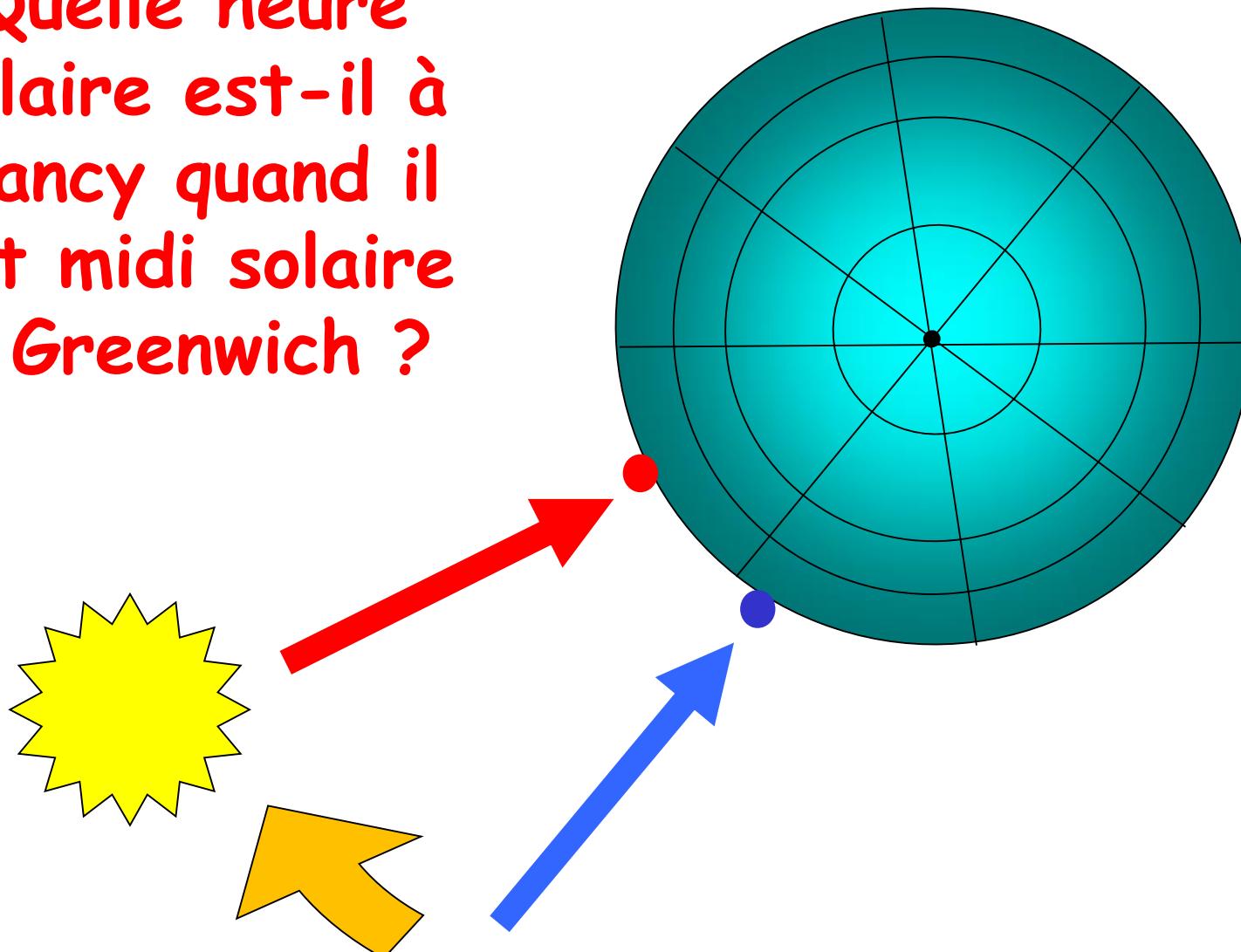
Temps solaire vrai → temps civil

Combien de temps le soleil a mis pour aller de Nancy à Greenwich ?



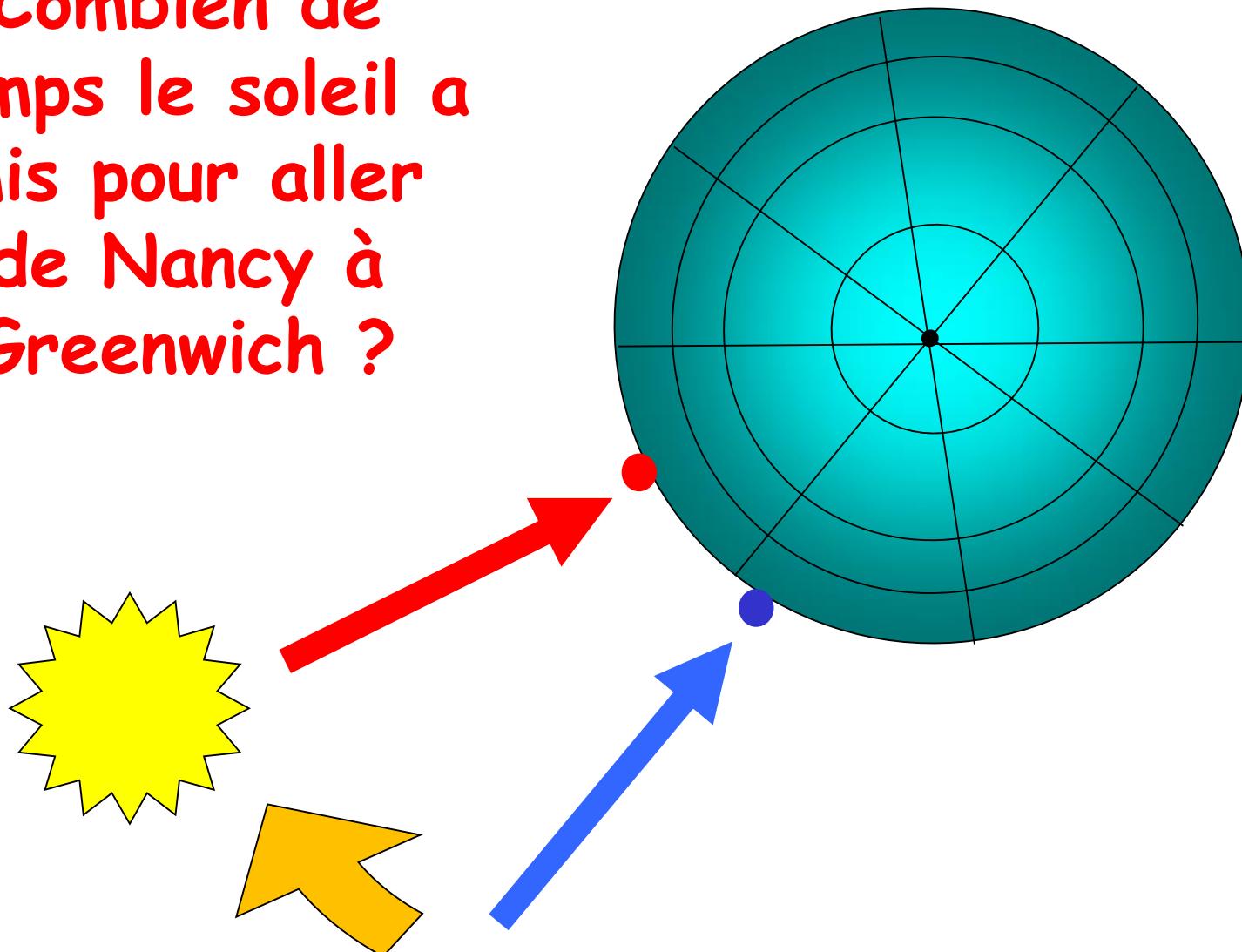
Temps solaire vrai → temps civil

Quelle heure
solaire est-il à
Nancy quand il
est midi solaire
à Greenwich ?

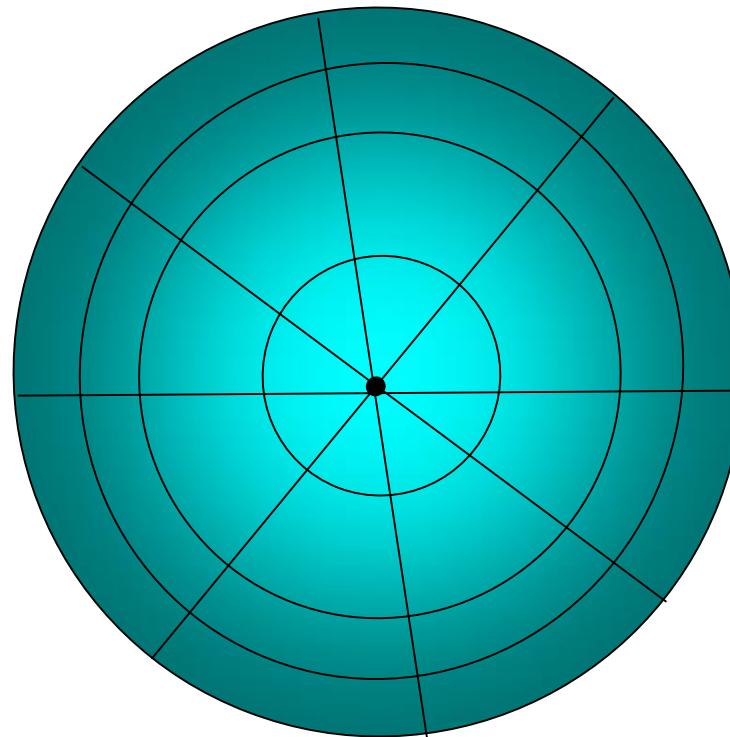
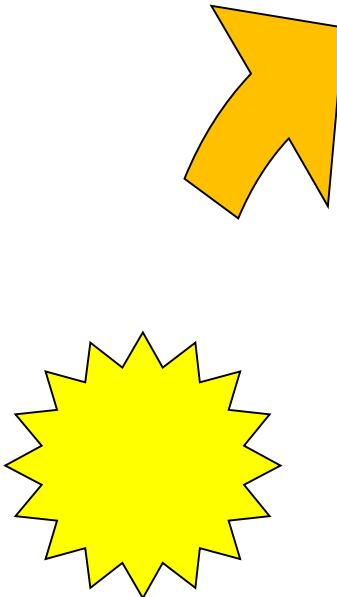


Temps solaire vrai → temps civil

Combien de temps le soleil a mis pour aller de Nancy à Greenwich ?

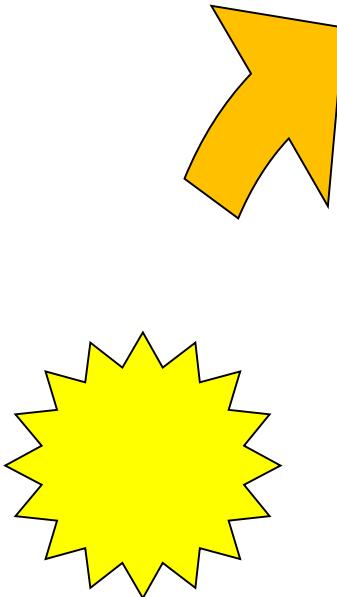


Temps solaire vrai → temps civil

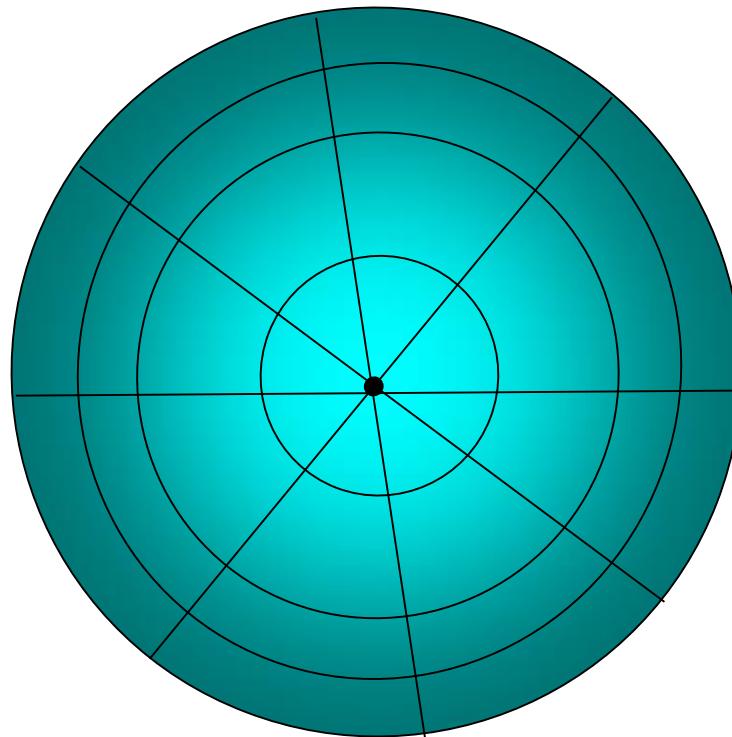


Le soleil fait un
tour en 24H

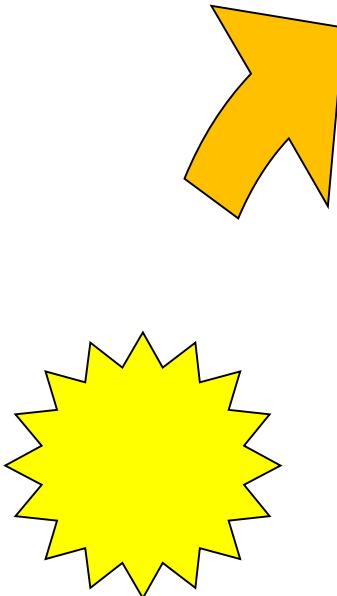
Temps solaire vrai → temps civil



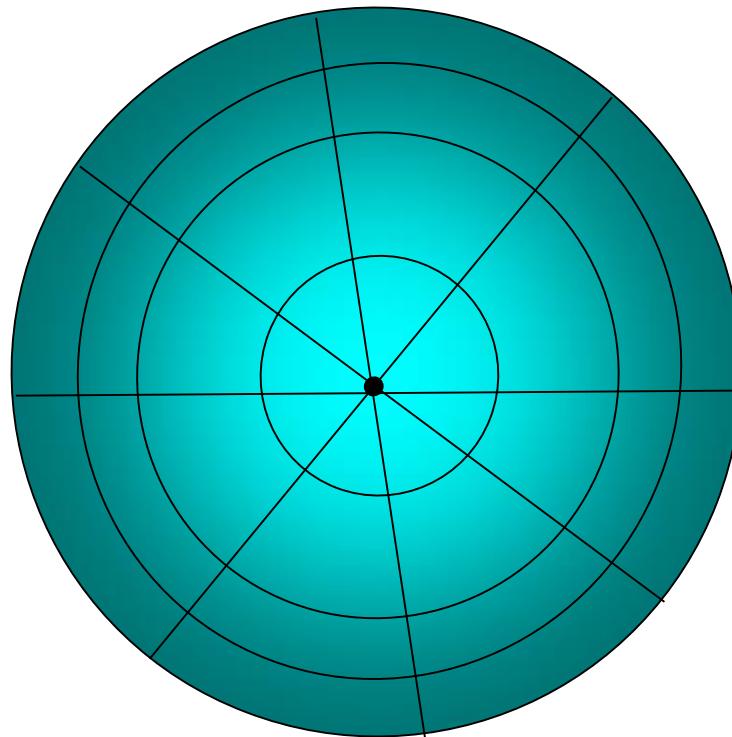
Le soleil
parcourt un
angle de 360° en
24H



Temps solaire vrai → temps civil

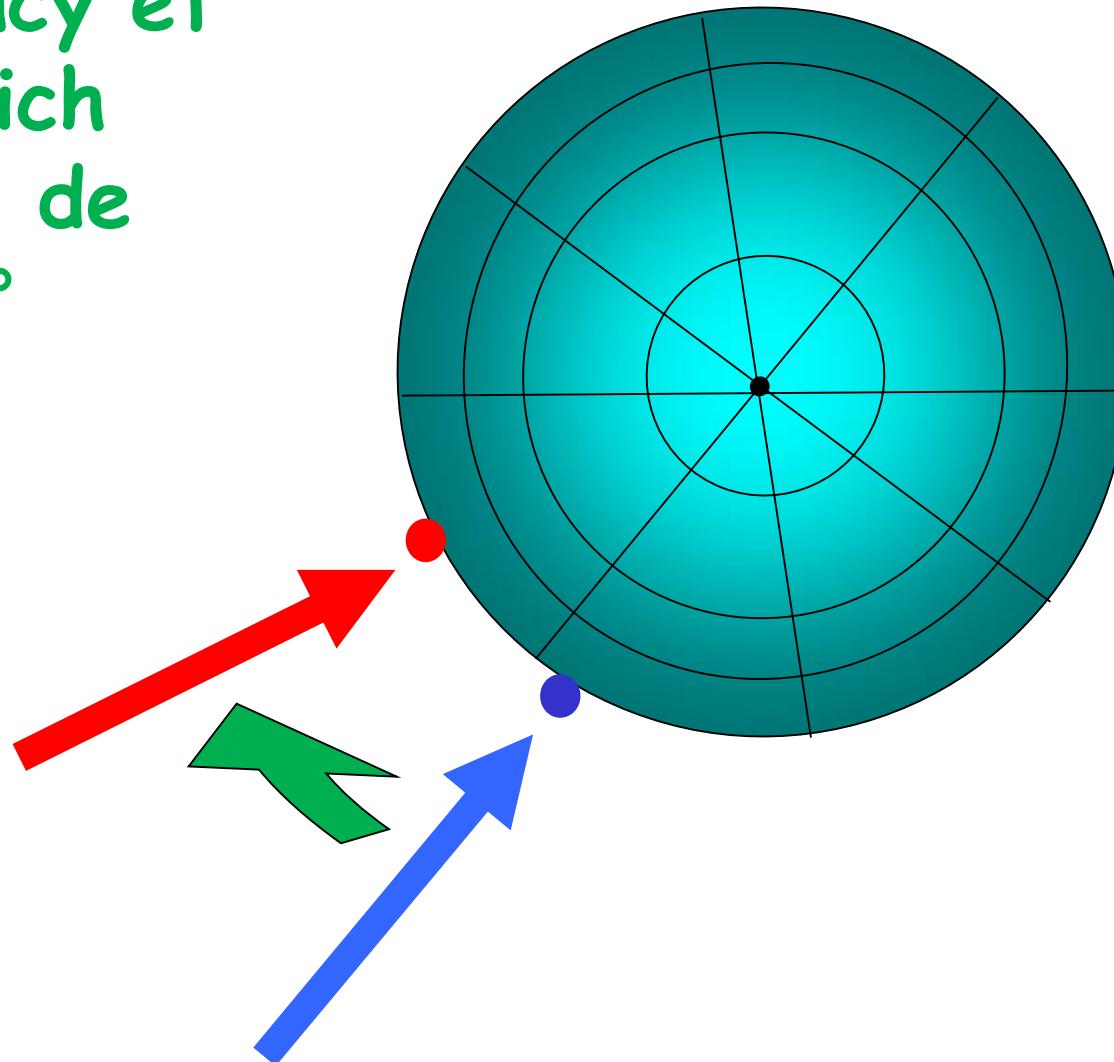


Le soleil
parcourt
un angle de
 15° en 1H



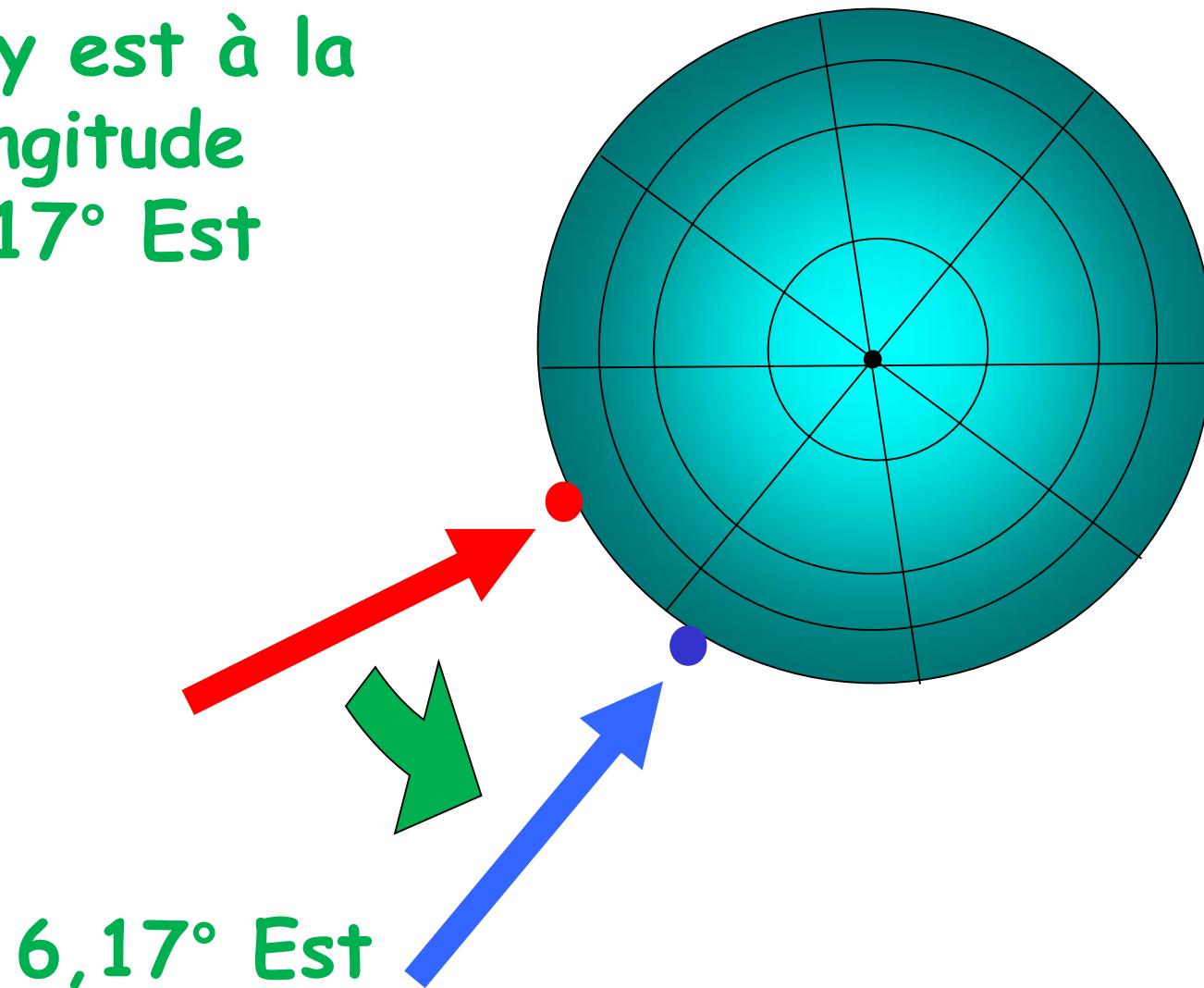
Temps solaire vrai → temps civil

Entre Nancy et
Greenwich
un angle de
 $6,17^\circ$



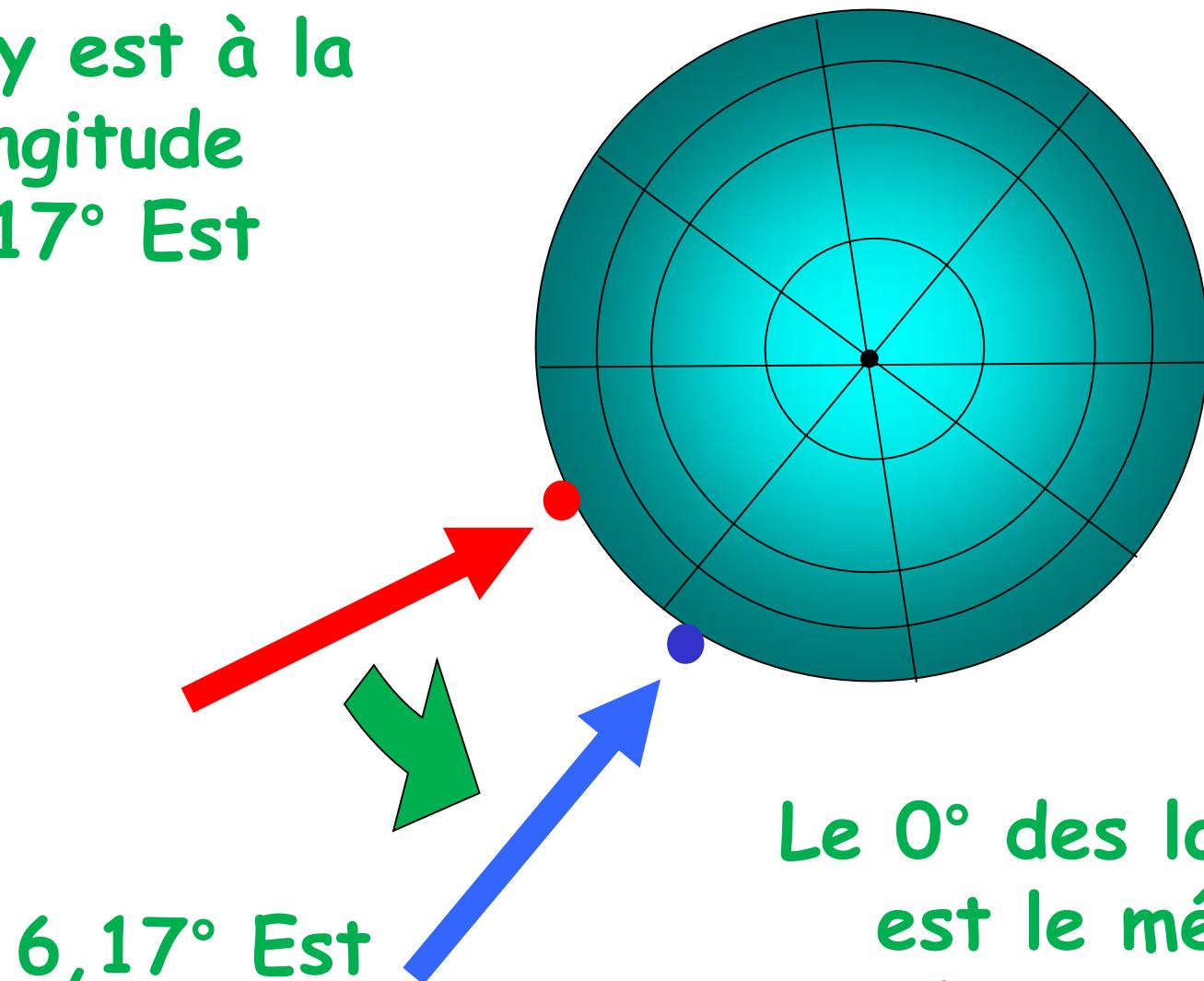
Temps solaire vrai → temps civil

Nancy est à la
longitude
 $6,17^\circ$ Est



Temps solaire vrai → temps civil

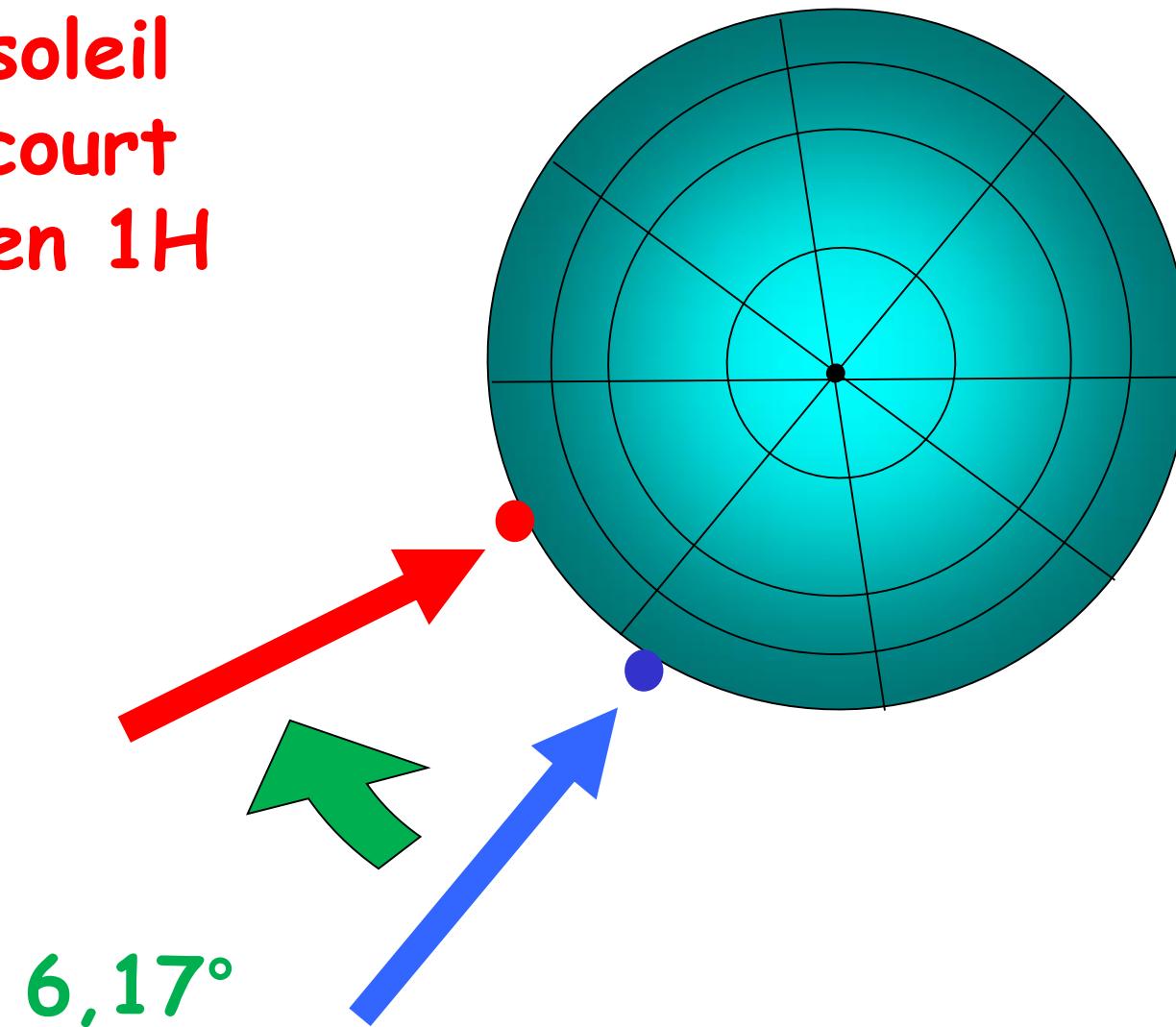
Nancy est à la
longitude
 $6,17^\circ$ Est



Le 0° des longitudes
est le méridien
de Greenwich

Temps solaire vrai → temps civil

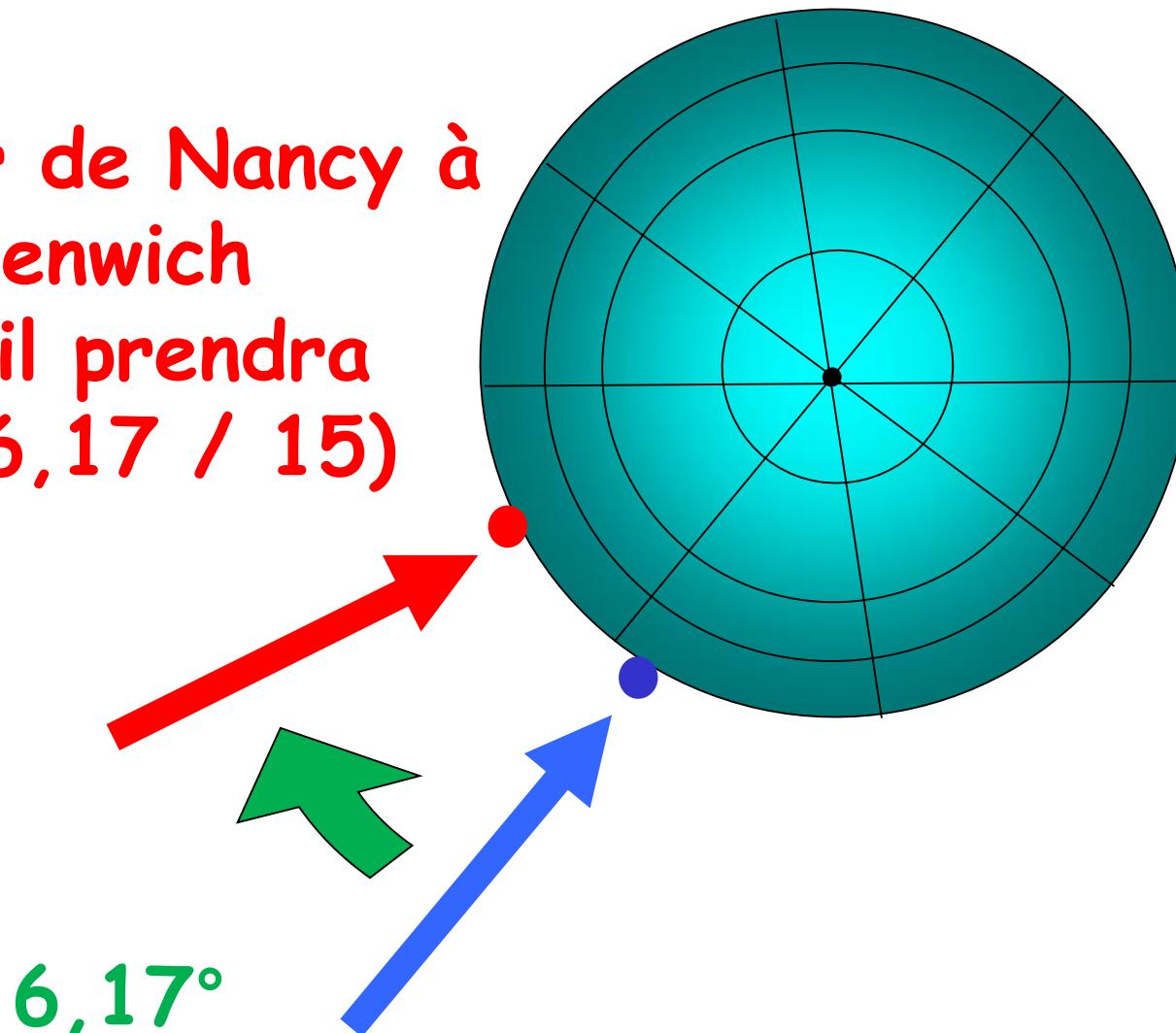
Le soleil
parcourt
 15° en 1H



Temps solaire vrai → temps civil

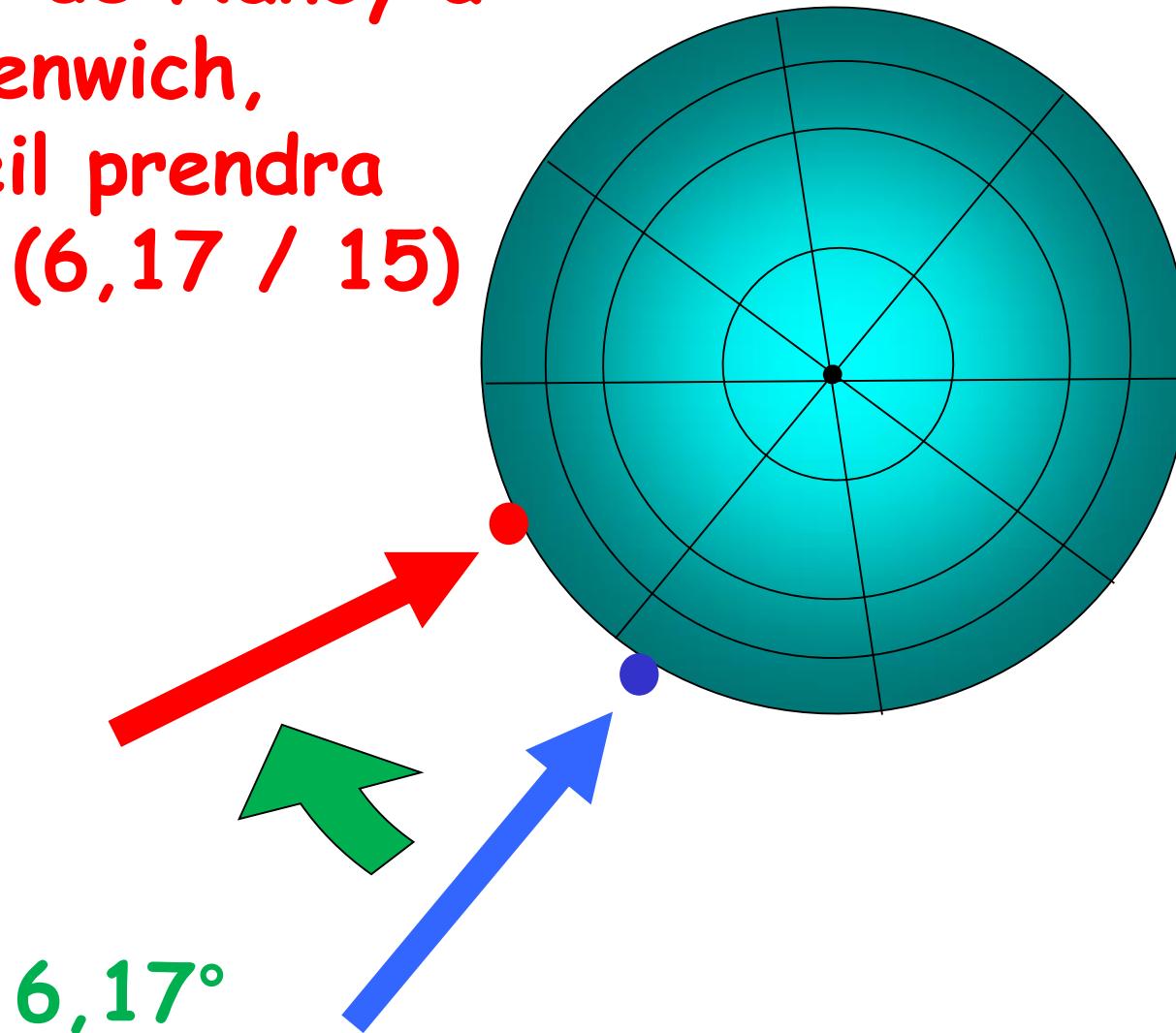
Le soleil parcourt
15° en 1H

Pour aller de Nancy à
Greenwich
le soleil prendra
 $1H \times (6,17 / 15)$



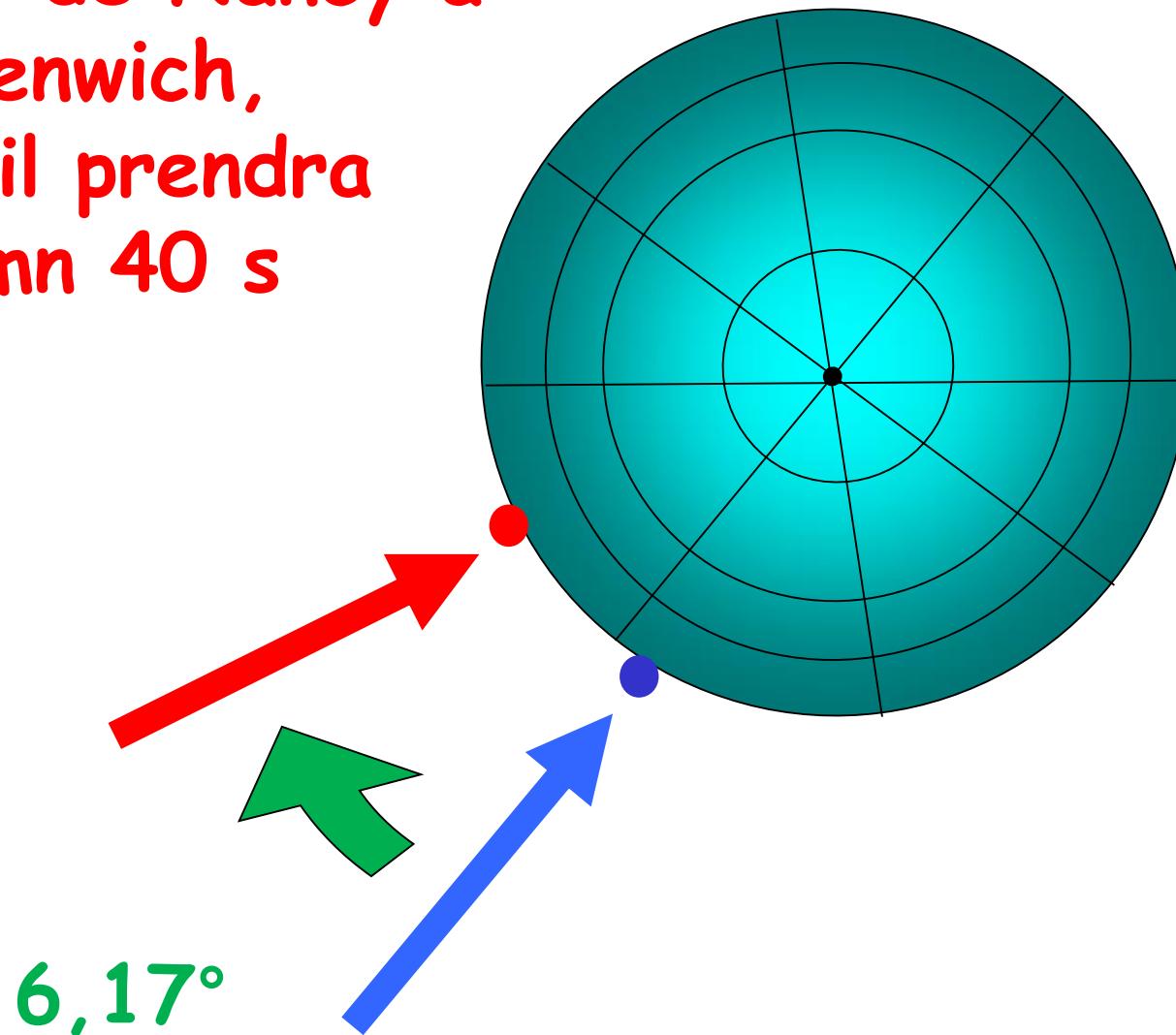
Temps solaire vrai → temps civil

Pour aller de Nancy à
Greenwich,
Le soleil prendra
 $3600s \times (6,17 / 15)$



Temps solaire vrai → temps civil

Pour aller de Nancy à
Greenwich,
le soleil prendra
24 mn 40 s

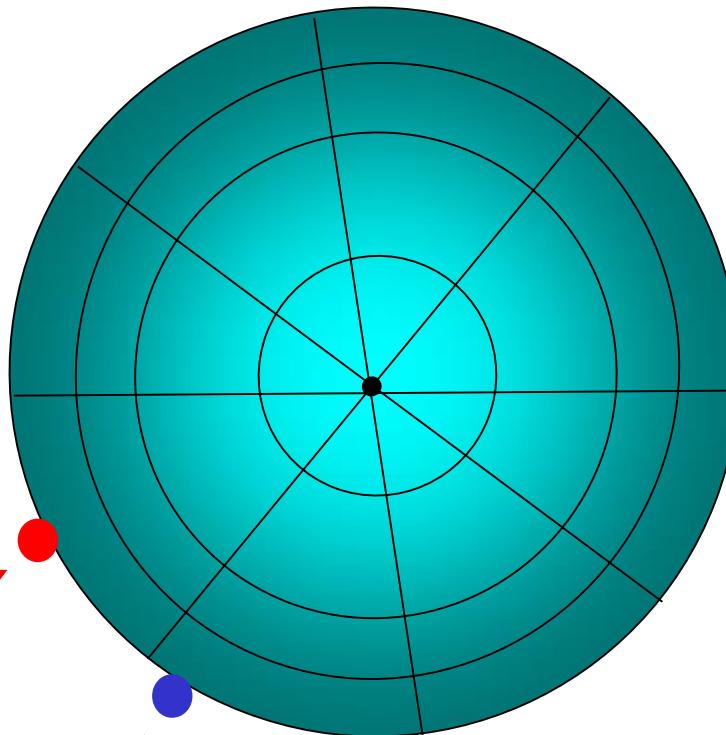


Temps solaire vrai → temps civil

Heure solaire

12h 00mn 00s
à Greenwich

6,17°

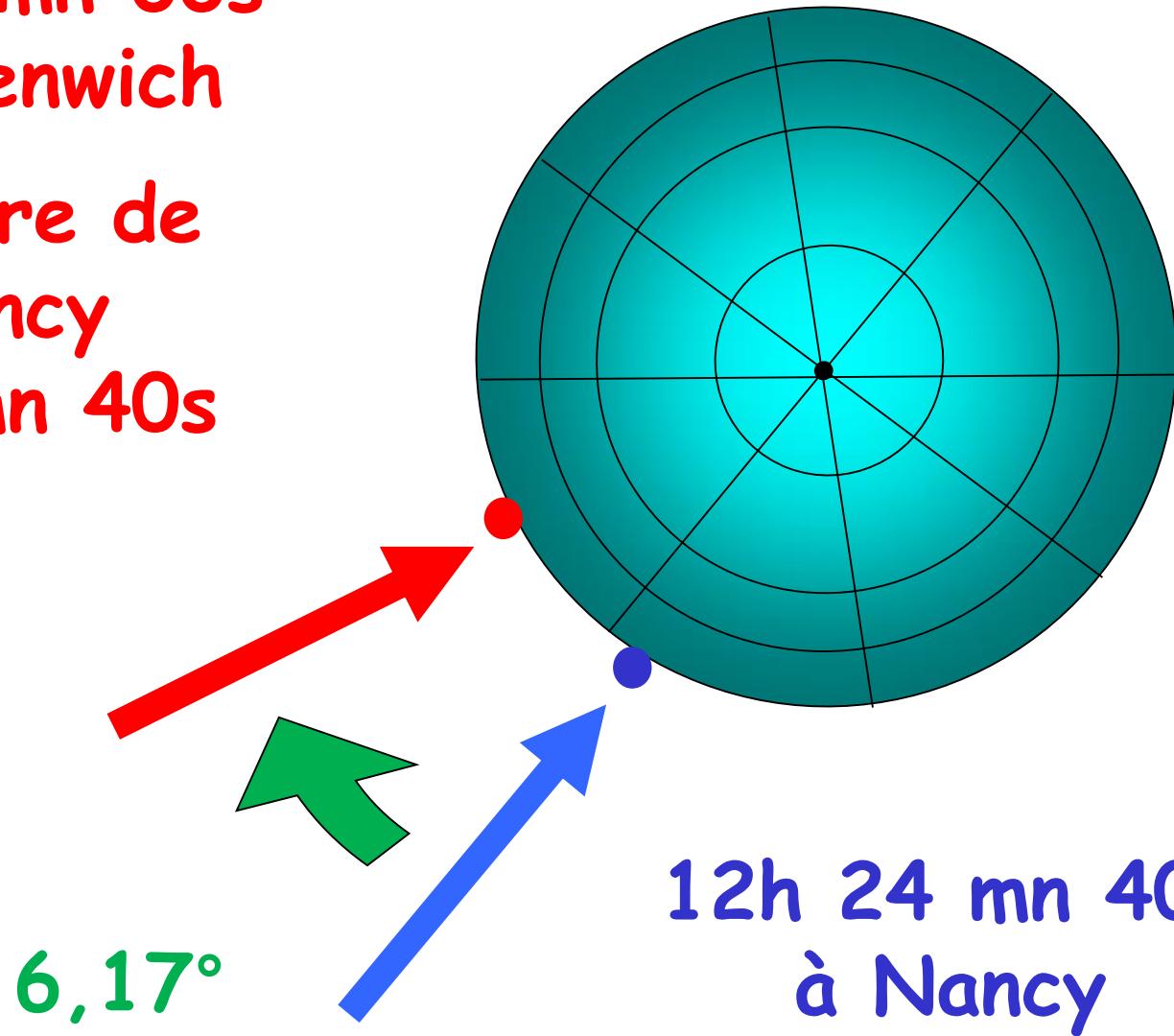


12h 24 mn 40s
à Nancy

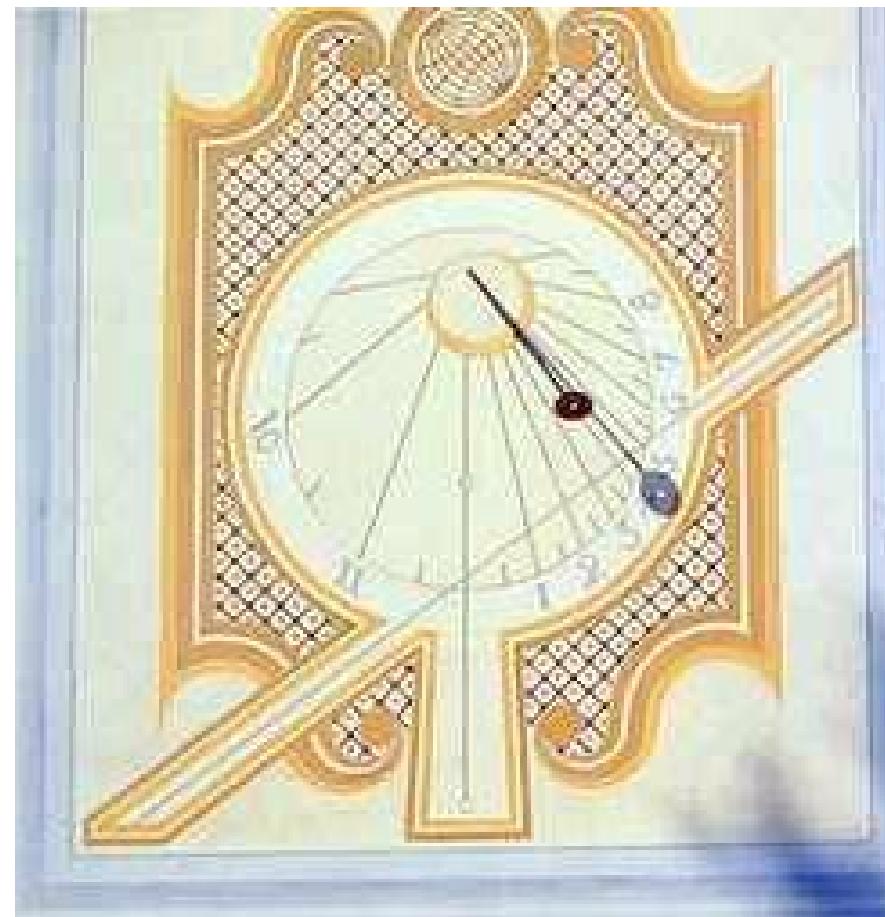
Temps solaire vrai → temps civil

12h 00mn 00s
à Greenwich

= heure de
Nancy
- 24mn 40s



A Nancy



Equation du
temps
20 juillet
+ 6mn

Le cadran solaire indique 16H00
il est donc 16H06 de temps solaire moyen

A Greenwich



Ecart de longitude : - 24mn 40s

Nancy : 16h06 Greenwich : 15h 41mn 20s

A Greenwich



Greenwich : 15h 41mn 20s
Temps universel

Pour toute la France



En été
Temps Civil = Temps Universel + 2H

Pour toute la France



Temps Universel : 15h 41mn 20s
+2H

Temps civil en France : 17h 41mn 20s

Temps solaire vrai → temps civil

$$H_c = H_0 + E + L + 1h \text{ (ou } 2h\text{)}$$

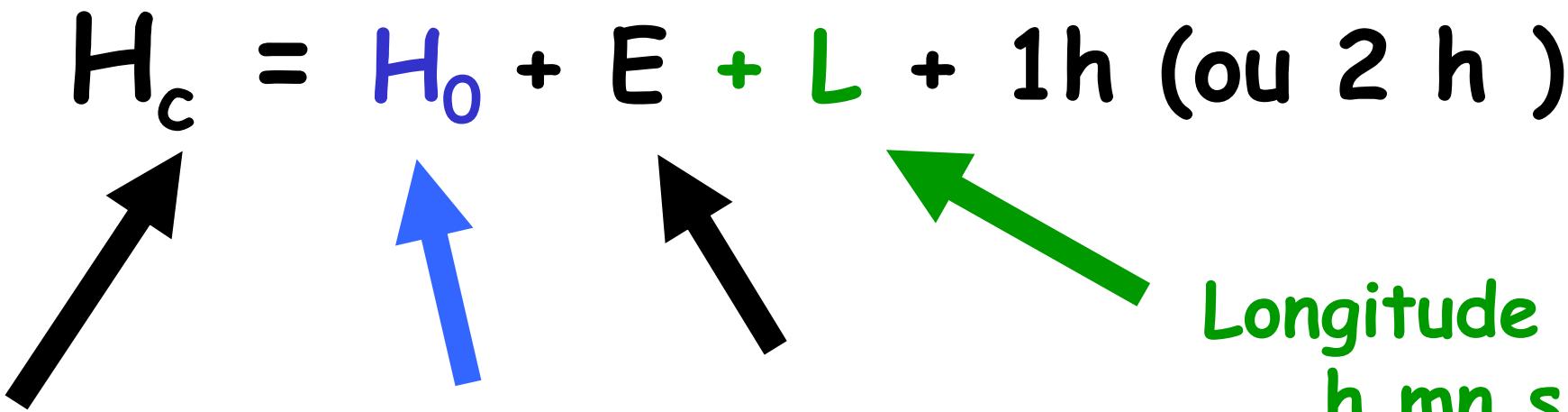
Temps civil
du lieu

Temps
solaire vrai
local

Equation du
temps

Longitude en
h mn s

Temps solaire vrai → temps civil

$$H_c = H_0 + E + L + 1h \text{ (ou } 2h\text{)}$$


Temps civil
du lieu

Temps
solaire vrai
local

Equation du
temps

Longitude en
h mn s

- si à l'Est
- + si à l'Ouest

Temps solaire vrai → temps civil

Cadran solaire à Nancy
indique 16h le 20 juillet

H_0 = Temps solaire vrai local = 16 h

E = Equation du temps le 20 juillet = + 6 mn

L = Longitude de Nancy = $6^{\circ},17$ E = - 24 mn 40 s

Heure d'été = + 2 h

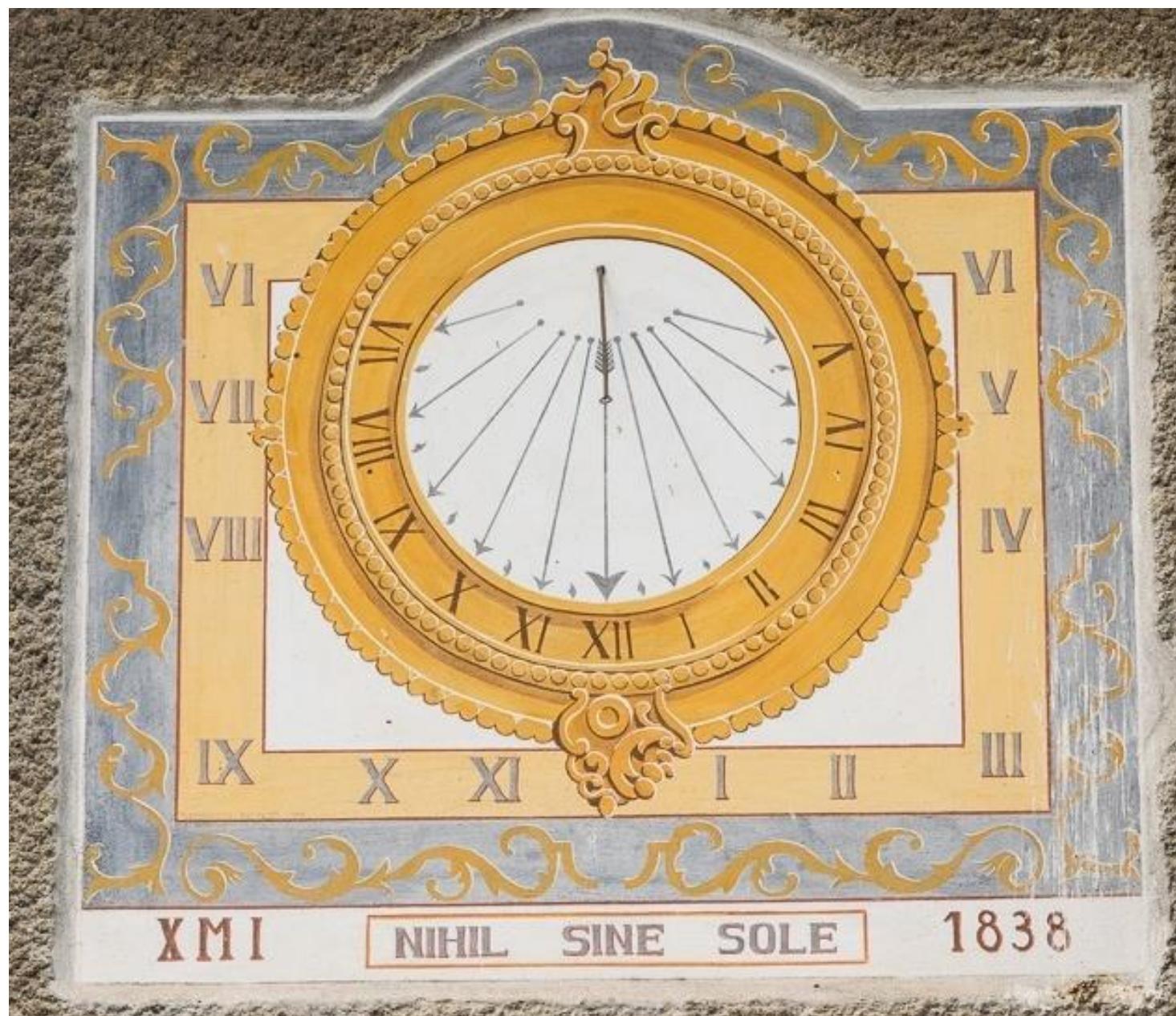
Temps solaire vrai → temps civil

Cadran solaire à Nancy
indique 16h le 20 juillet

$$H_c = H_0 + E + L + 2h$$

$$\begin{aligned} H_c &= 16 \text{ h} + 6 \text{ mn} - 24 \text{ mn } 40 \text{ s} + 2h \\ &= 17 \text{ h } 41 \text{ mn } 20 \text{ s} \end{aligned}$$

Cadrans solaires



Cadrans solaires



Cadrans solaires



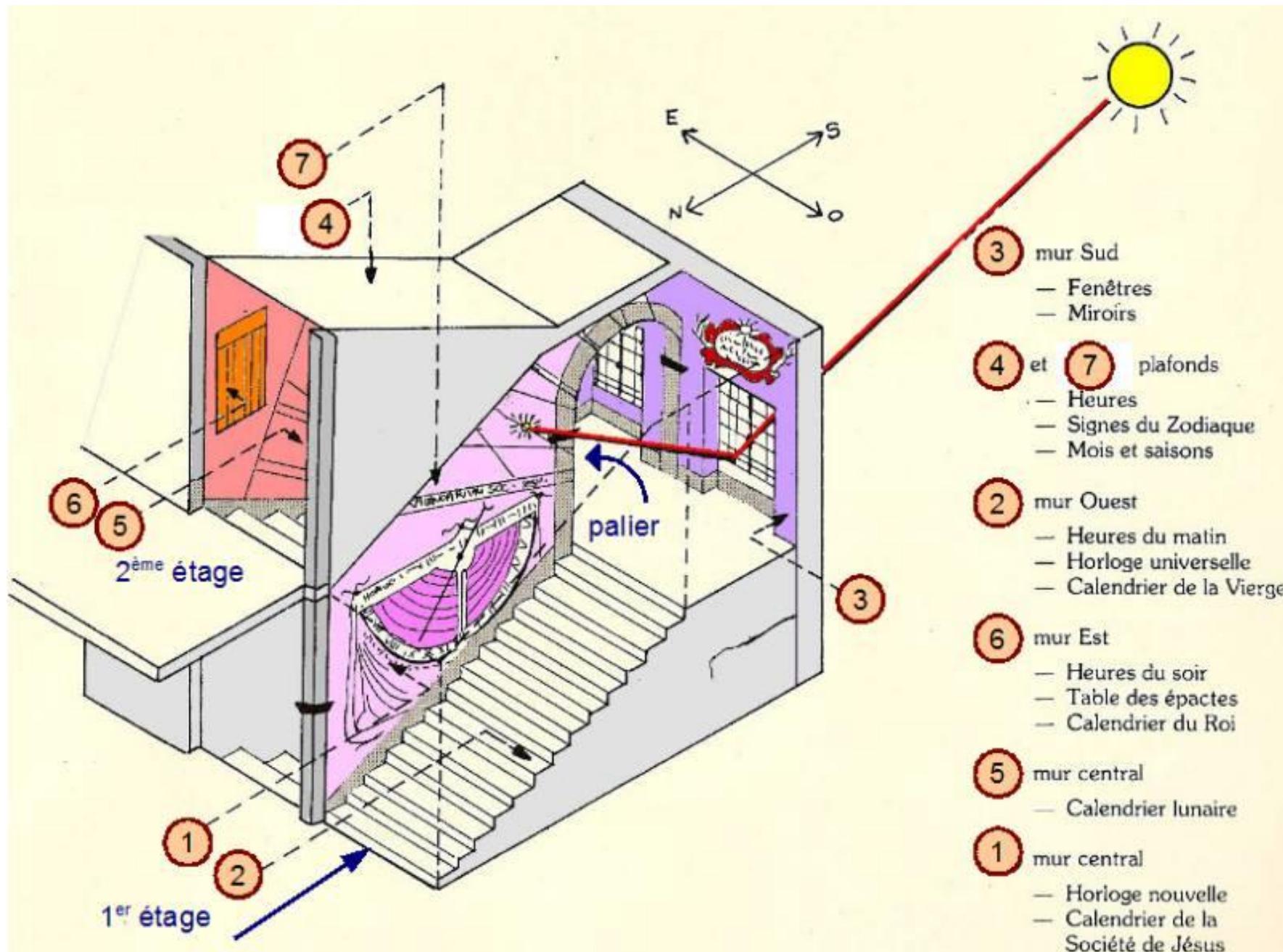
Lycée Stendhal - Grenoble



Lycée Stendhal - Grenoble



Lycée Stendhal - Grenoble



Lycée Stendhal - Grenoble



Lycée Stendhal - Grenoble



Lycée Stendhal - Grenoble



Lycée Stendhal - Grenoble



Réalisé en
1673

Grande Mosquée de Kairouan

Tunisie



Mont Sainte Odile

Alsace



Lantheuil - Normandie



Lantheuil - Normandie



Metz



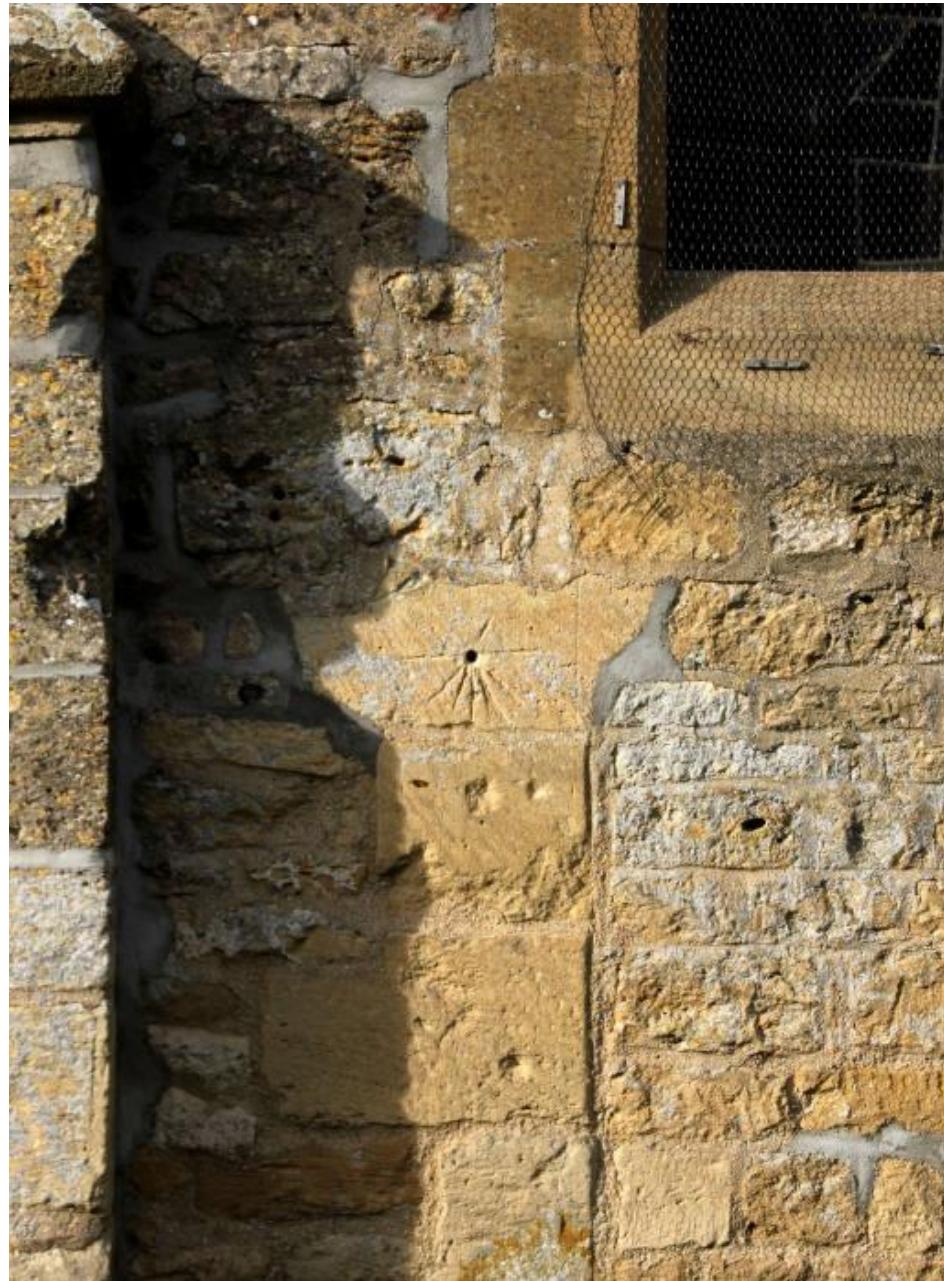
Metz



Vestiges



Vestiges



Vestiges



Cadrans solaires portatifs



Année
1525

Cadrans solaires portatifs



Année
1728

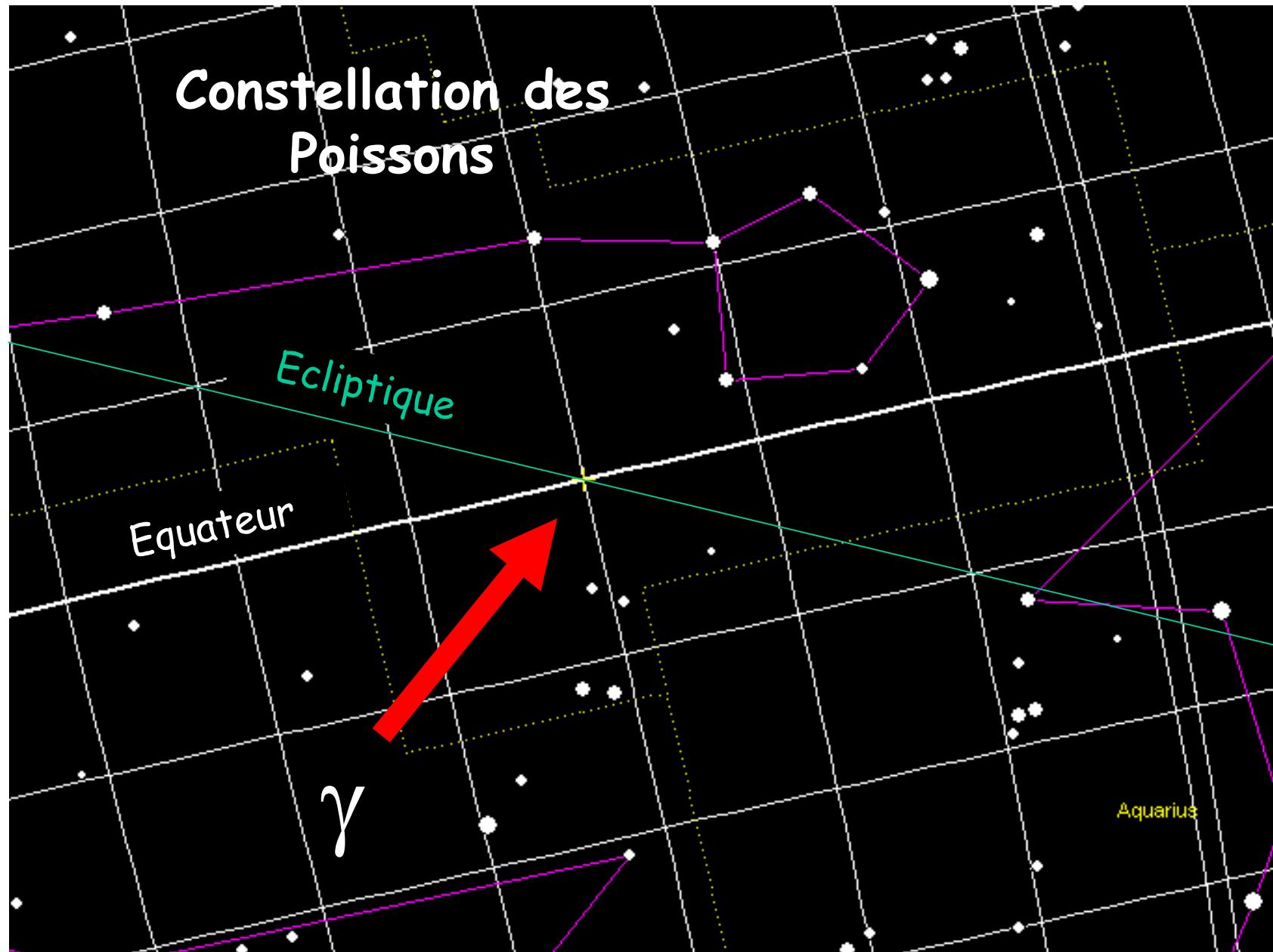
Temps sidéral

0h sidéral

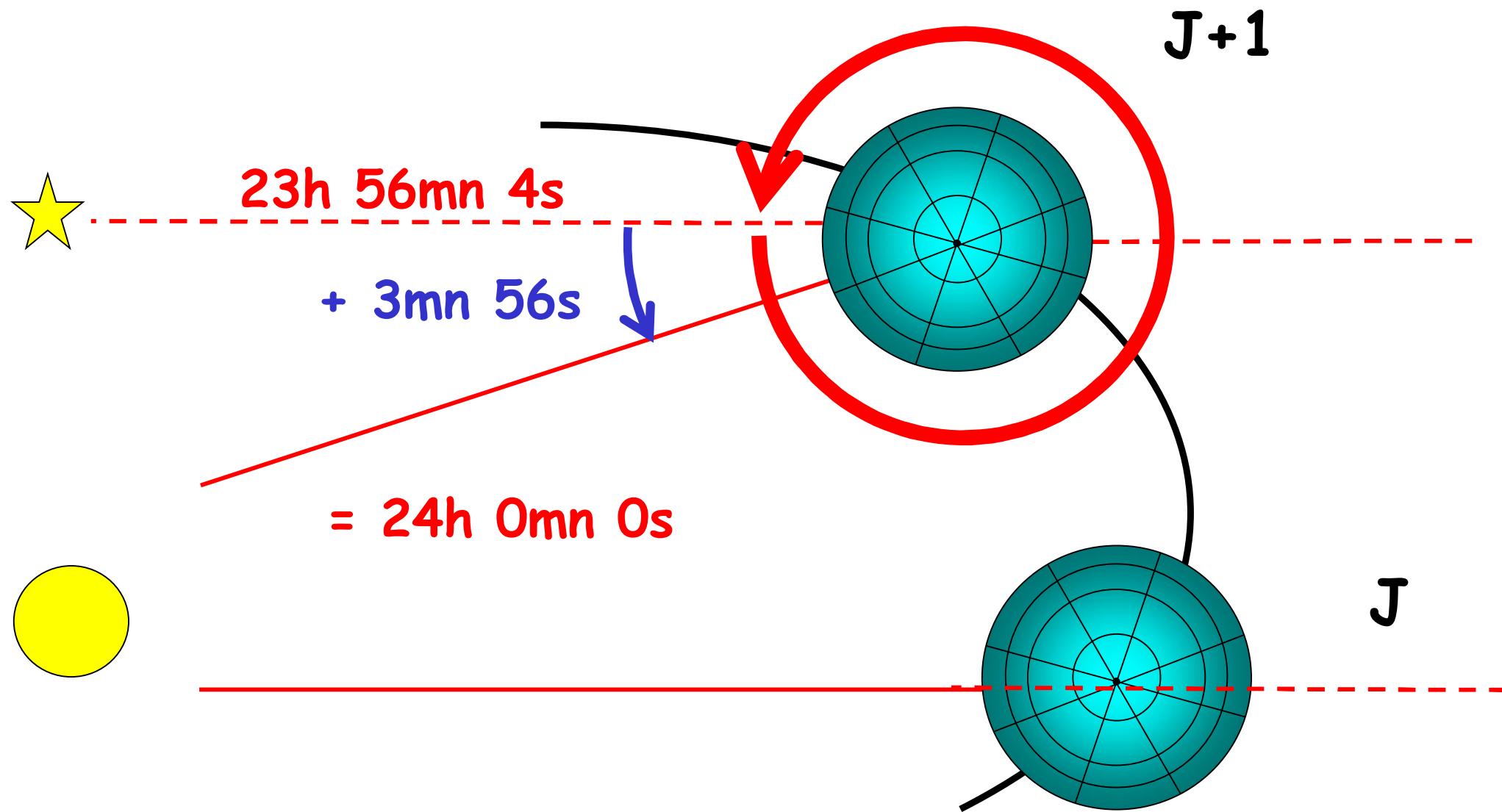
= instant de passage
du point vernal
au méridien du lieu

Se décale de **3 mn 56 s**
par rapport au temps moyen
tous les jours

Point vernal



Jour solaire



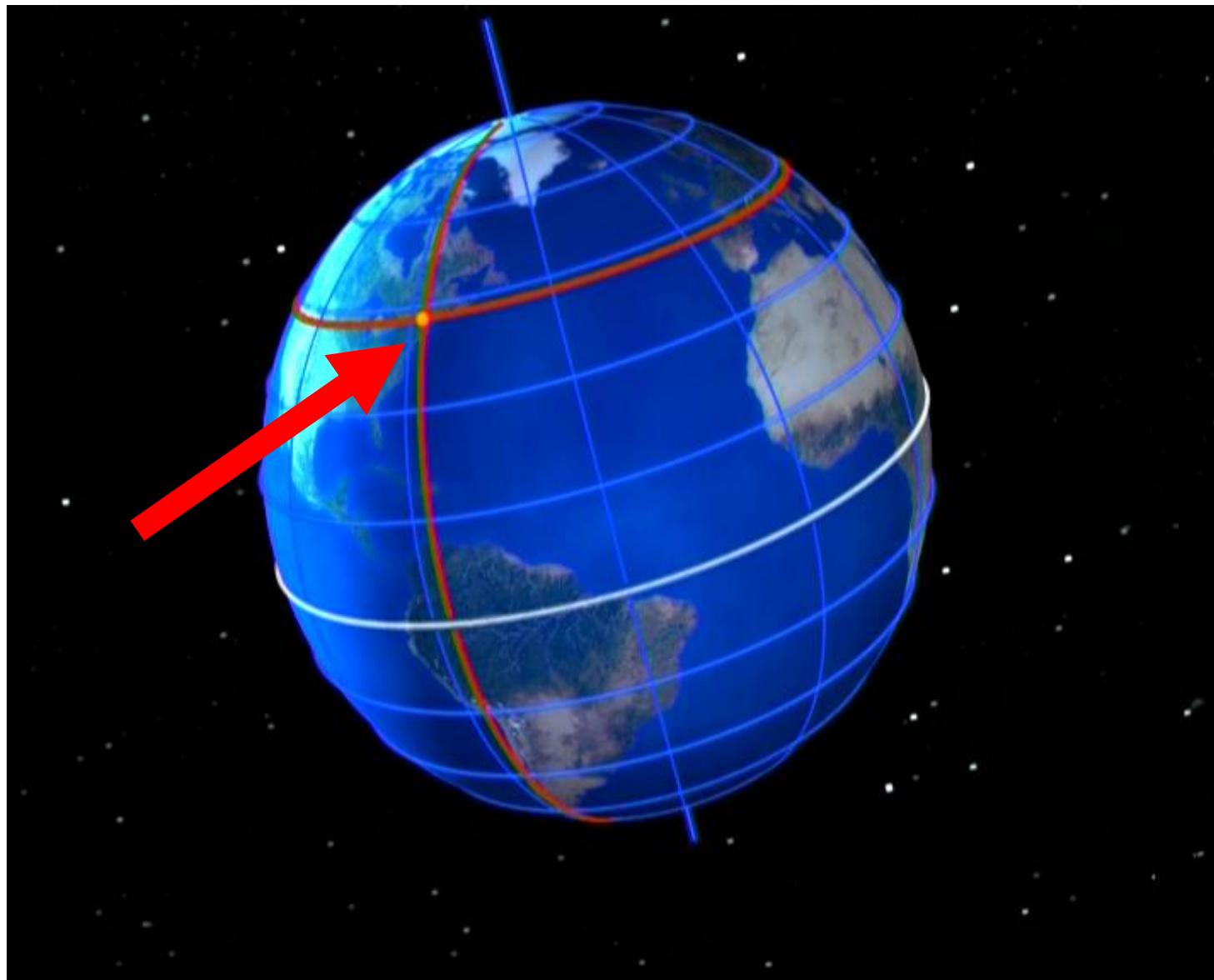
Temps sidéral

Point vernal

Origine des coordonnées célestes

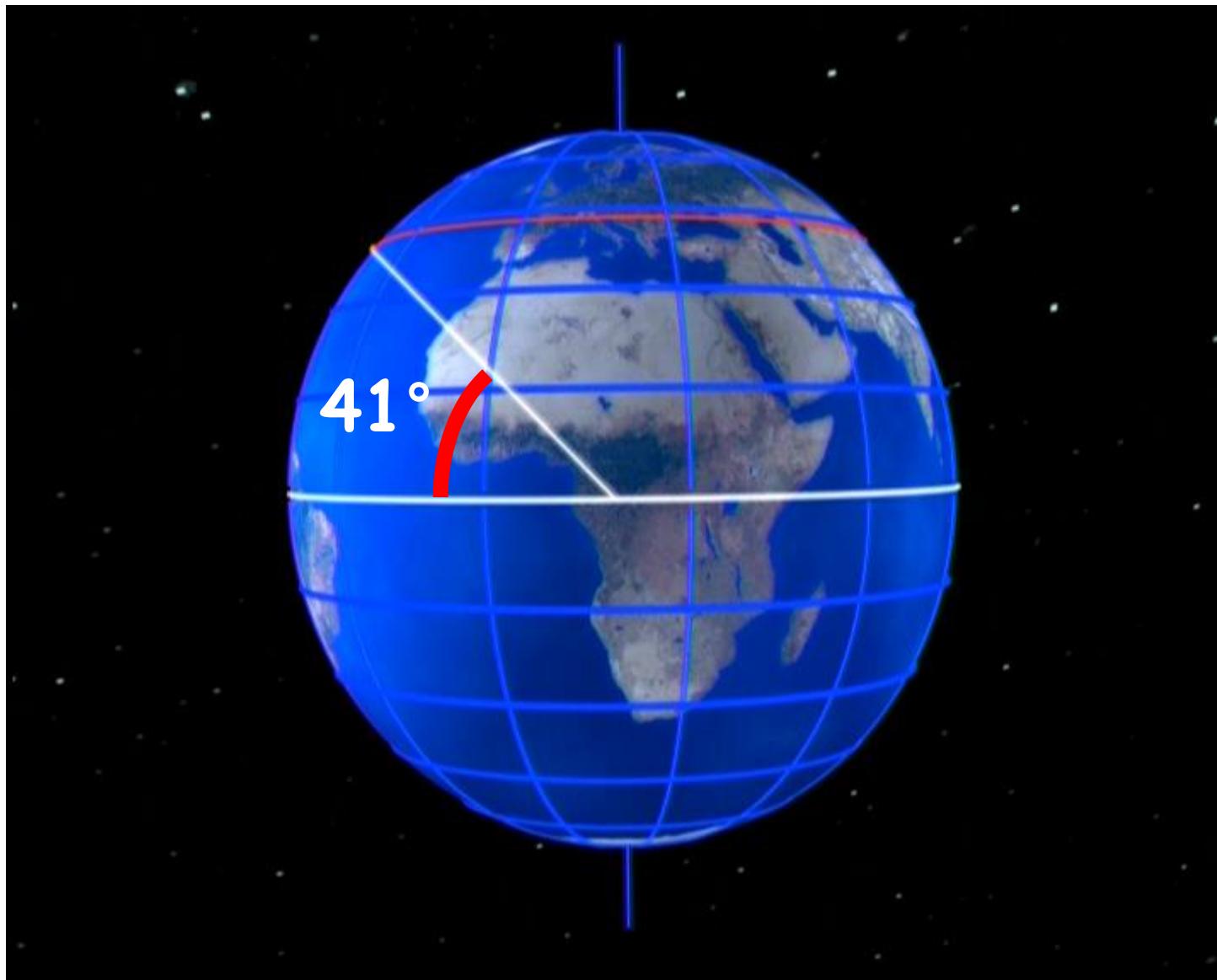
Le Temps Sidéral permet de calculer la position apparente des astres

Coordonnées terrestres



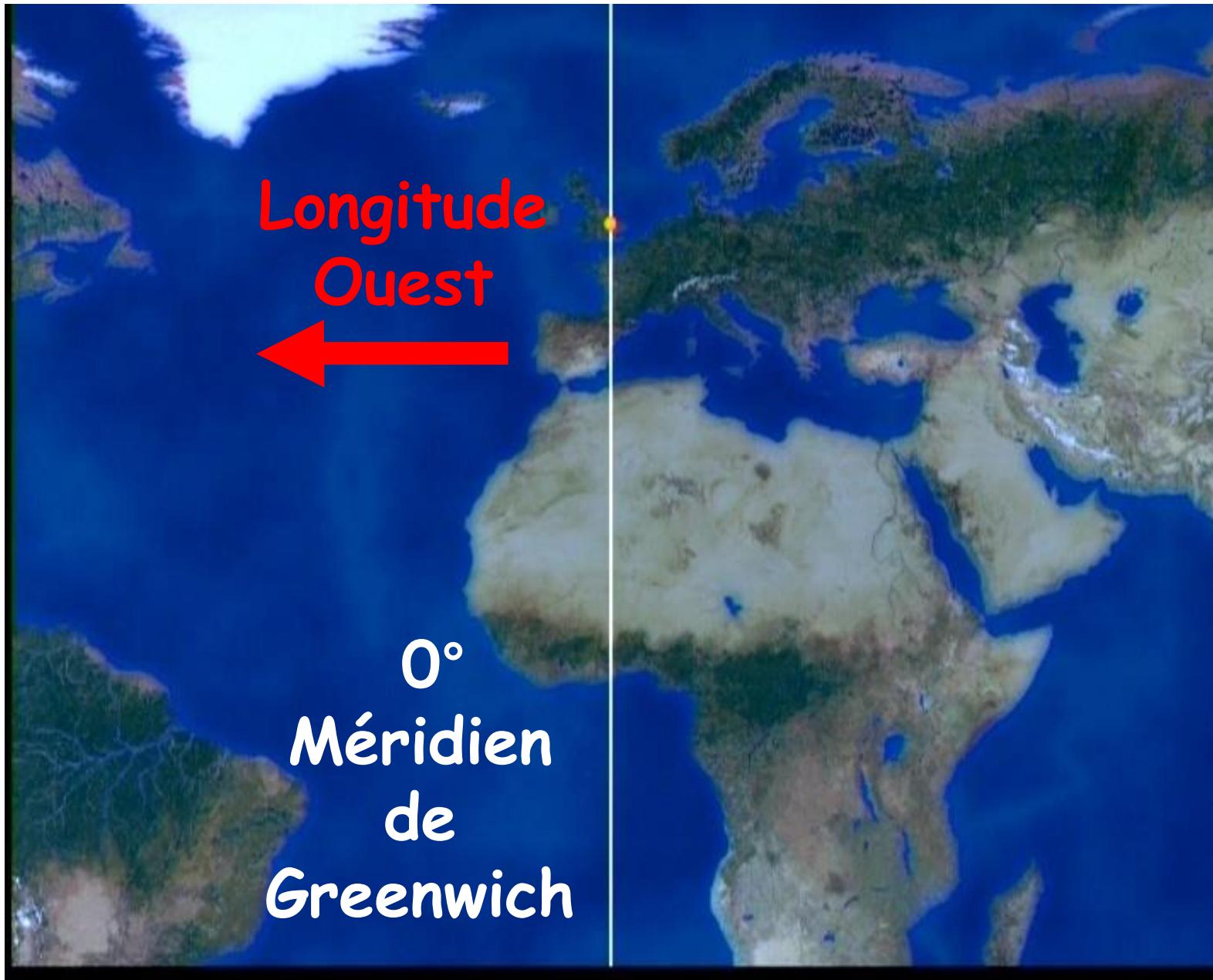
New-York
Latitude 41°N Longitude 74° W

Coordonnées terrestres

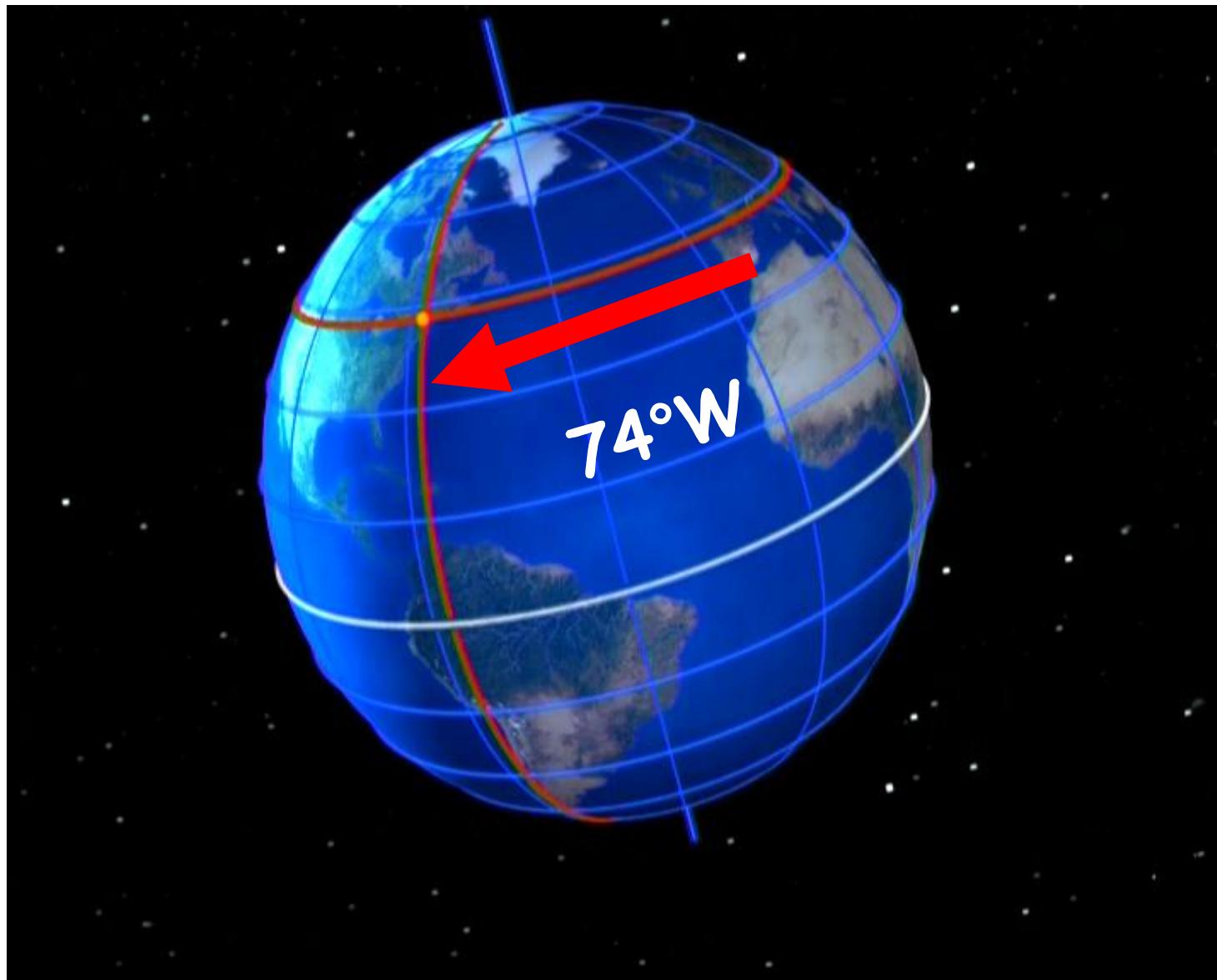


Latitude 41°N

Coordonnées terrestres

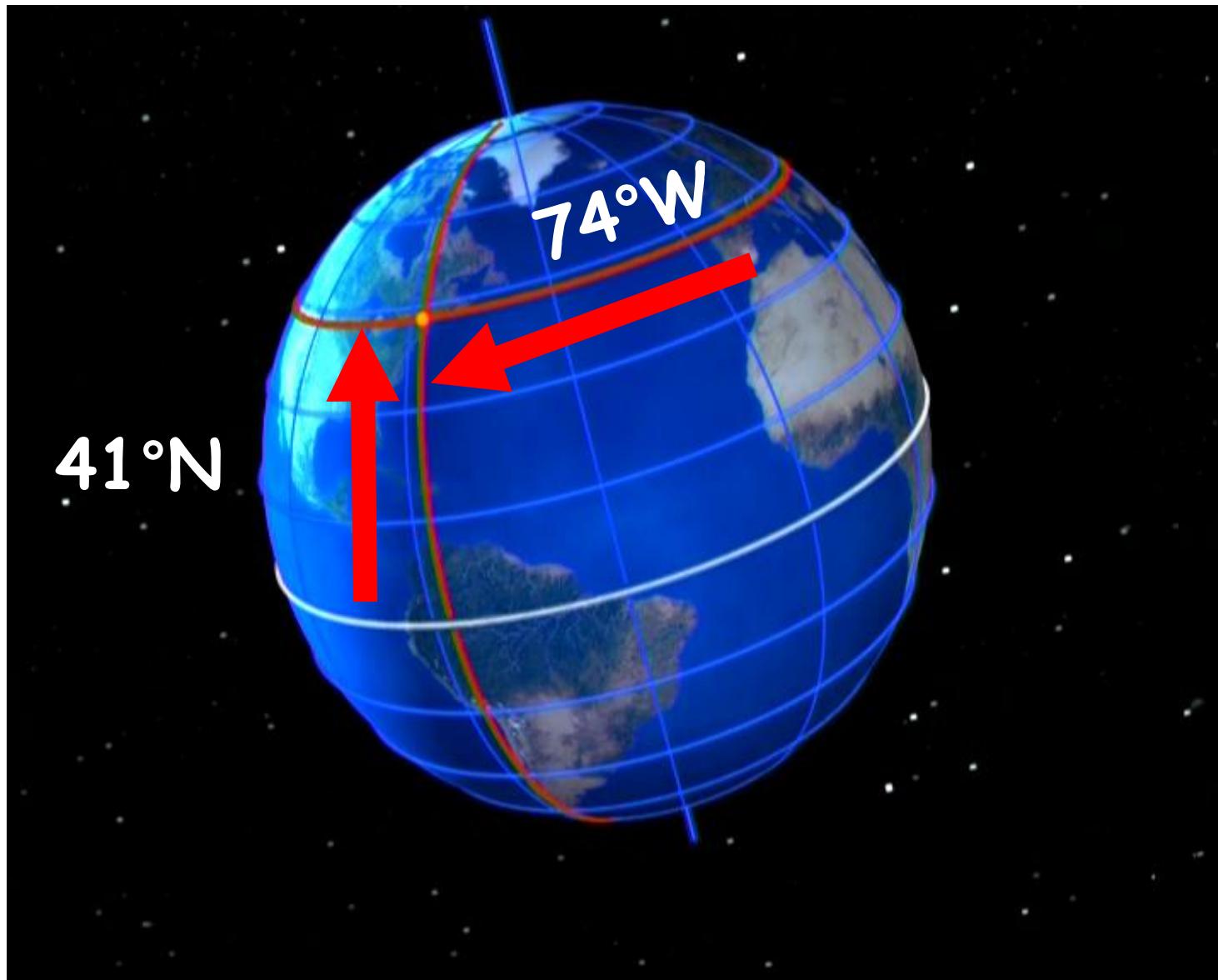


Coordonnées terrestres



Longitude 74°W

Coordonnées terrestres



New-York

Latitude 41°N Longitude 74° W

Coordonnées équatoriales



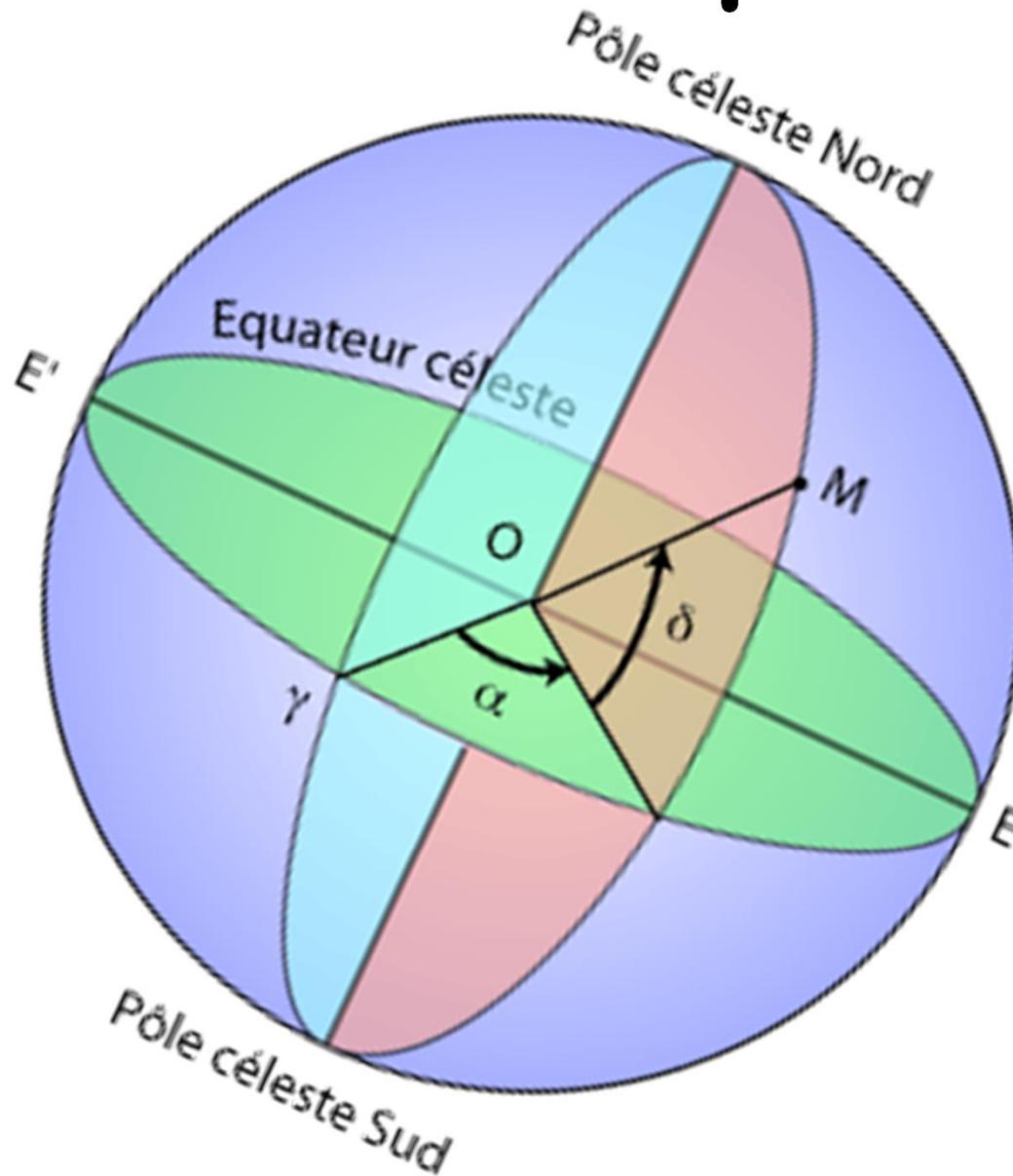
Mouvement apparent de la voute céleste,
inverse de celui de la Terre

Coordonnées équatoriales



Sphère céleste

Coordonnées équatoriales



Sphère céleste

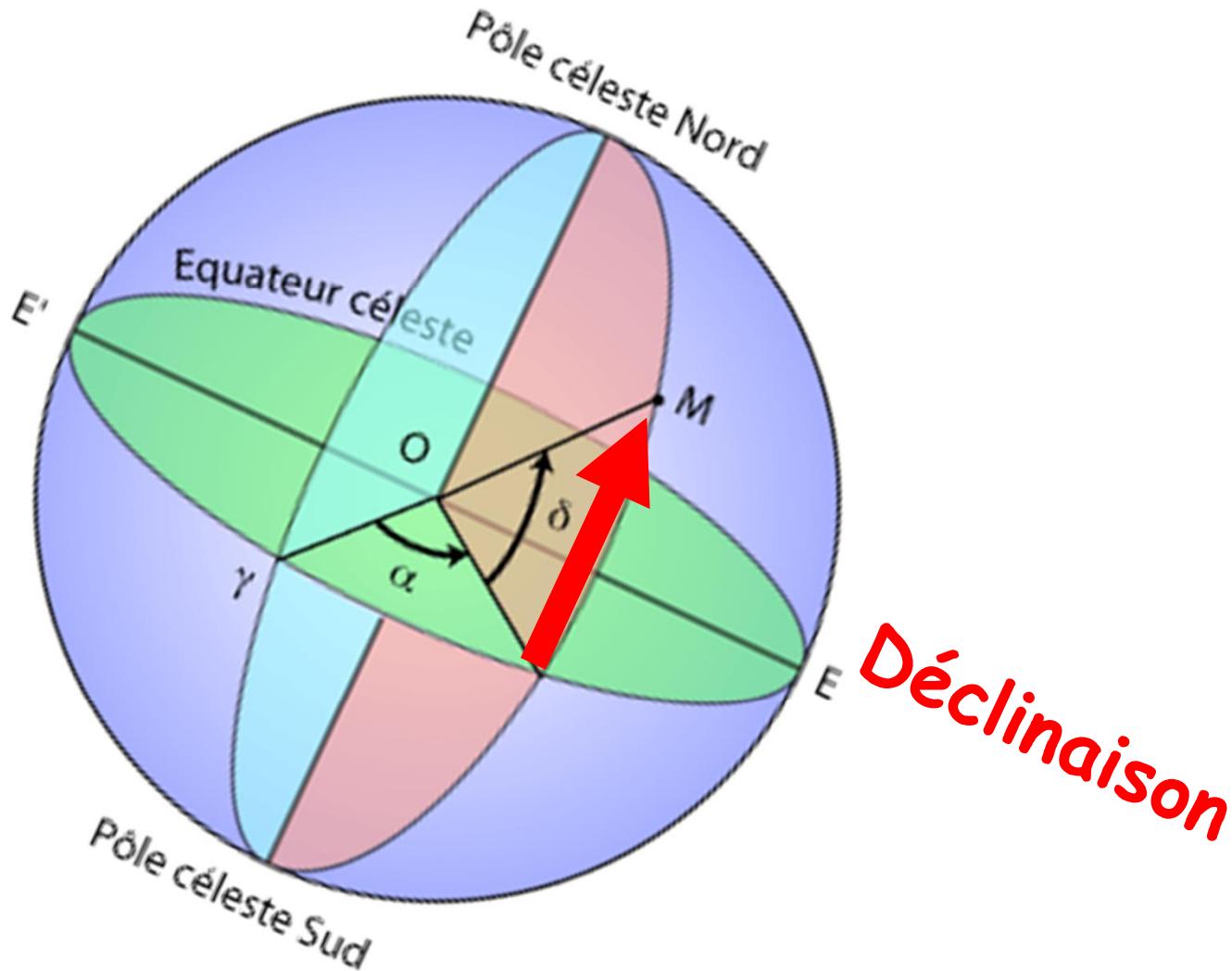
Coordonnées équatoriales



L'ascension droite et la déclinaison sont les projections célestes des longitudes et latitudes terrestres. Lorsqu'une monture équatoriale est correctement orientée, il suffit d'afficher les coordonnées de l'astre recherché, ici la galaxie des Chiens de Chasse, pour le voir entrer directement dans le champ de l'instrument.

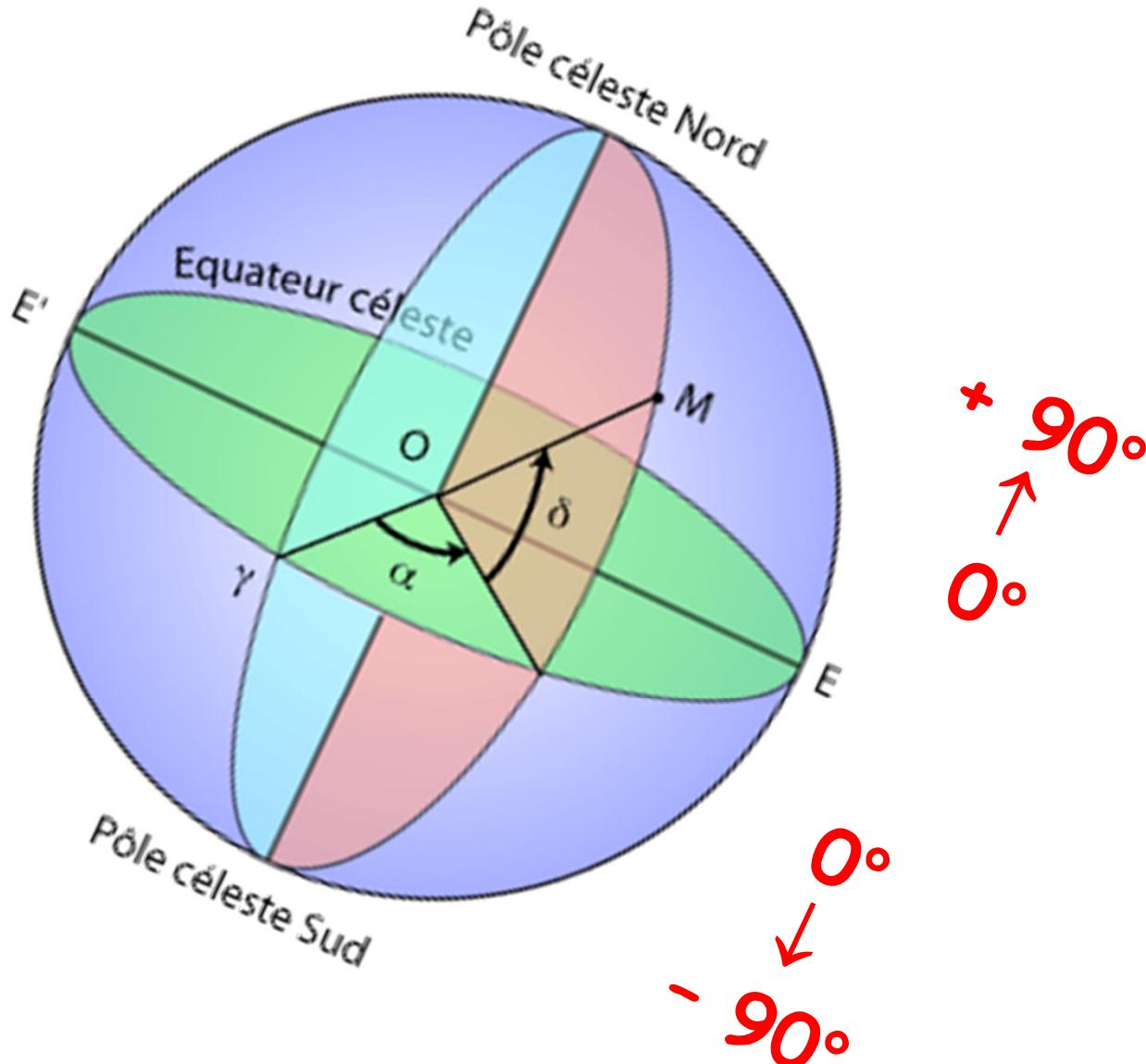
Sphère céleste

Déclinaison



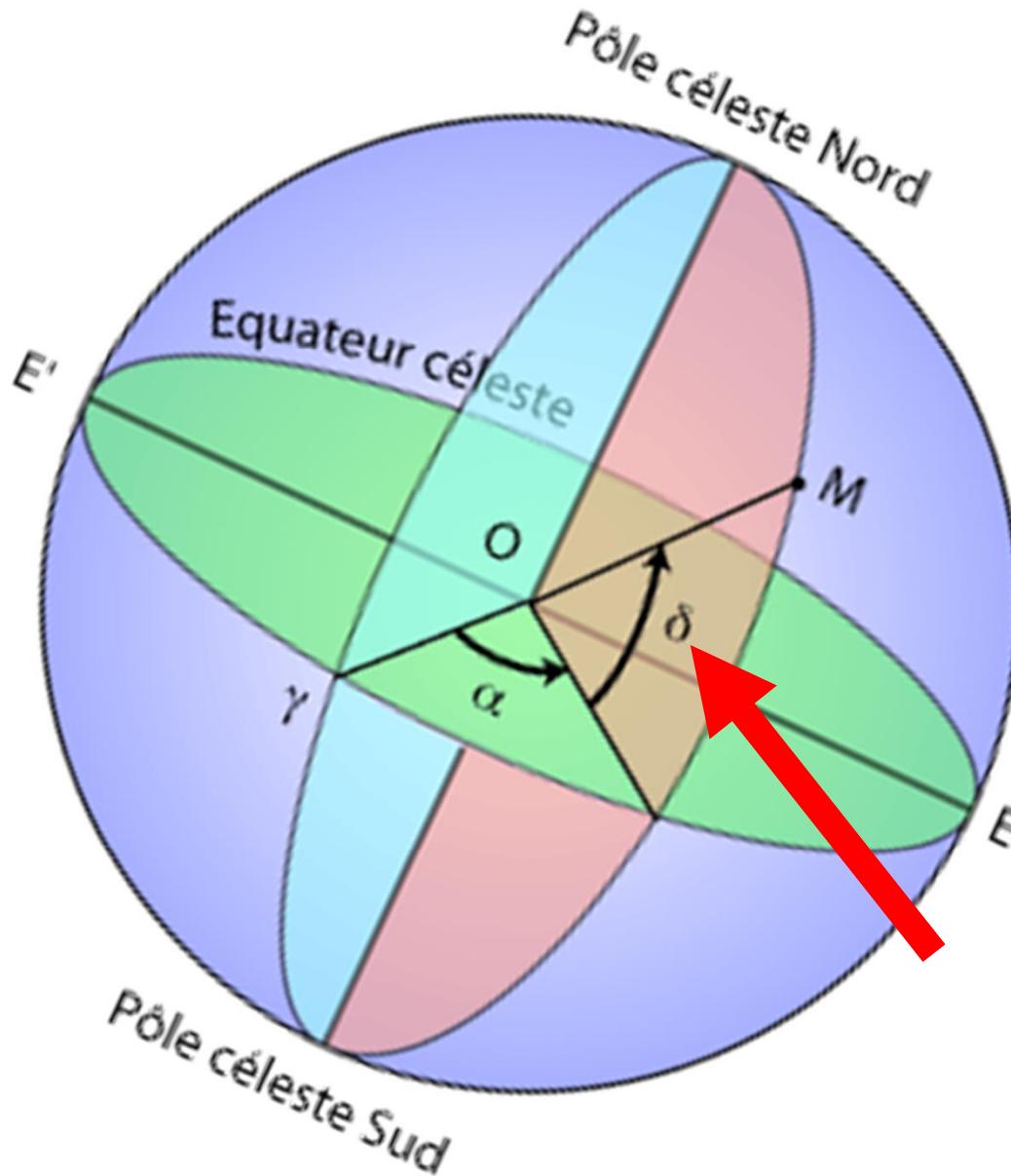
Origine → projection de l'équateur
sur la sphère céleste

Déclinaison



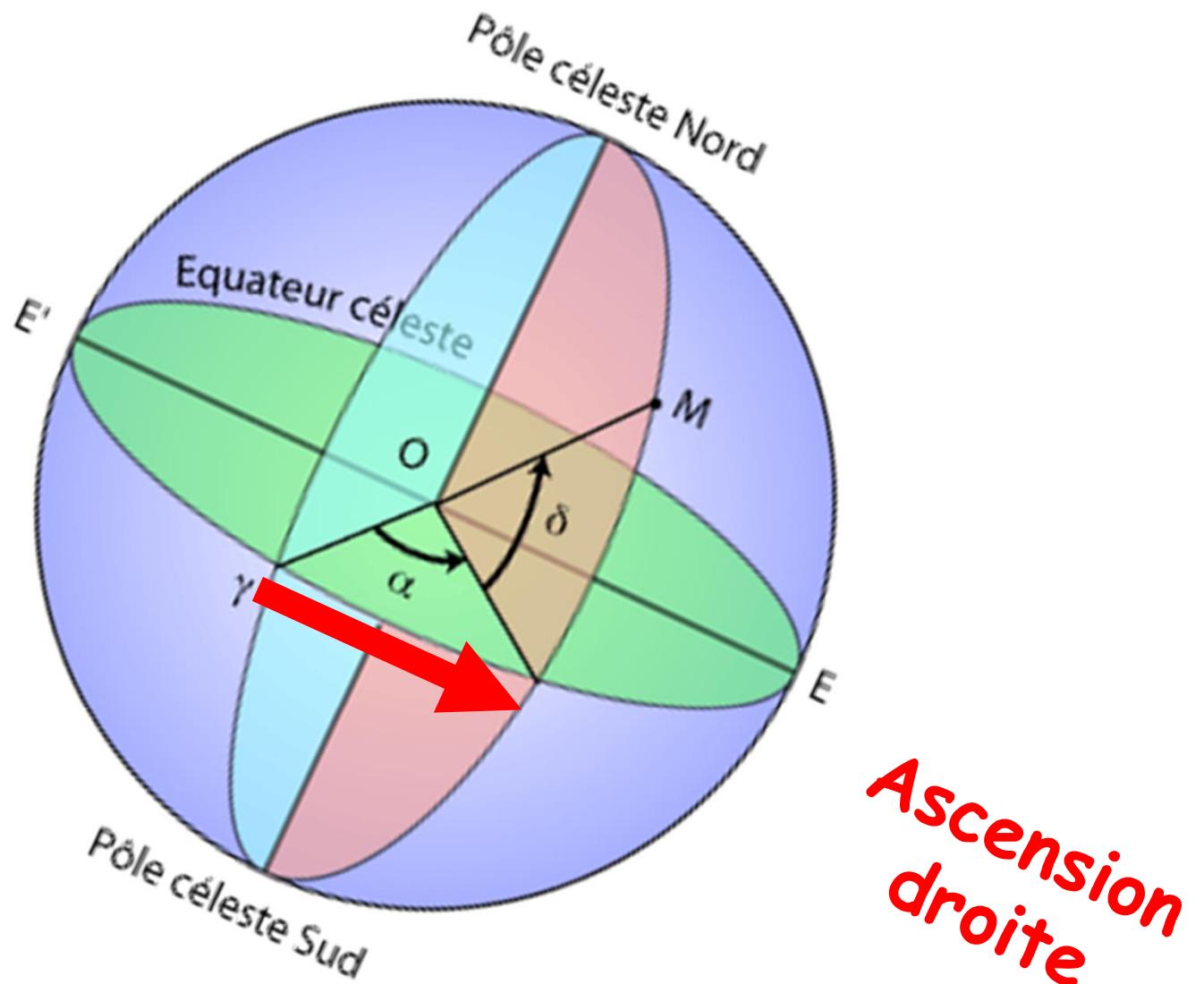
Positive vers le Nord
Négative vers le Sud

Déclinaison



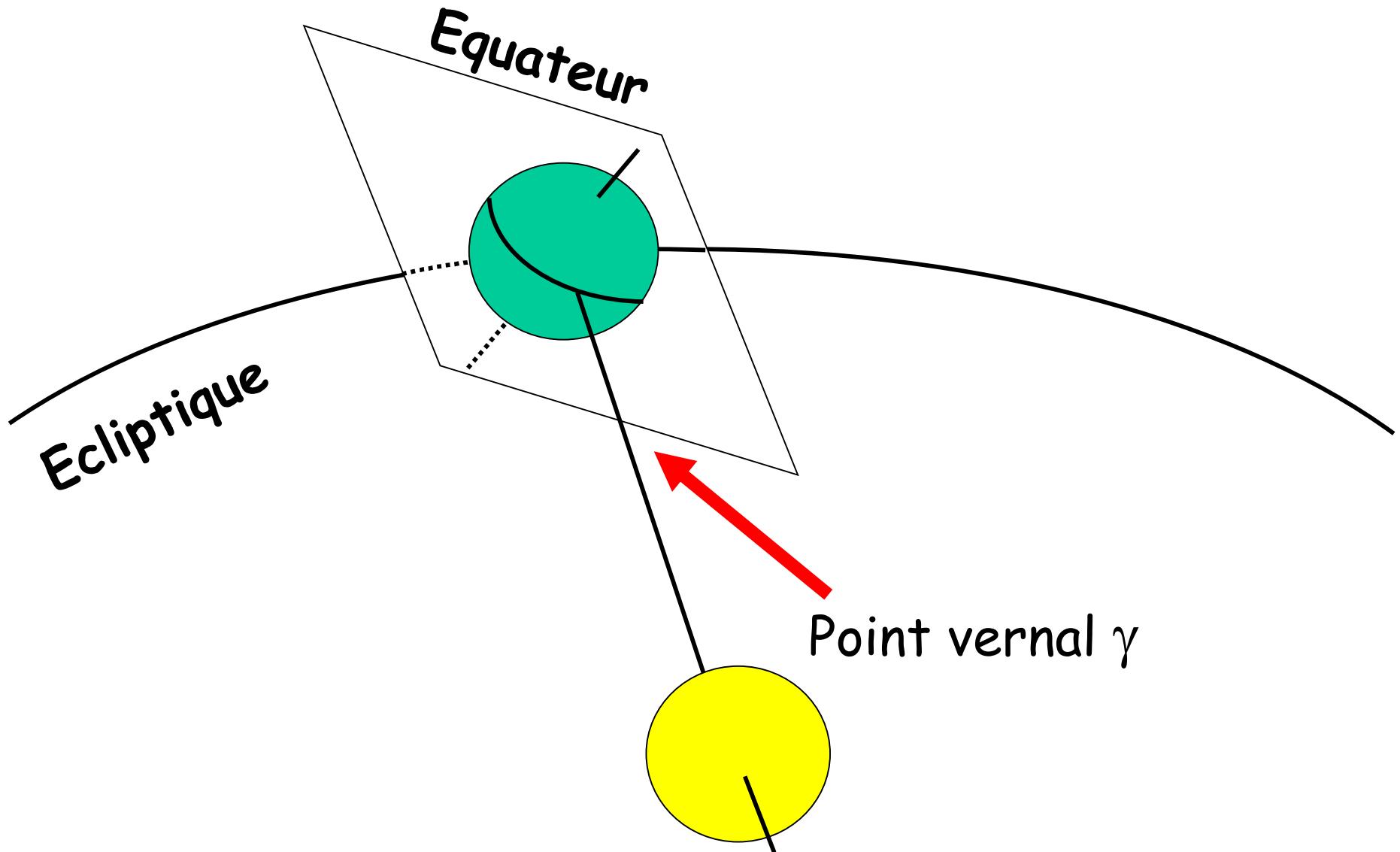
Notée δ

Coordonnées équatoriales

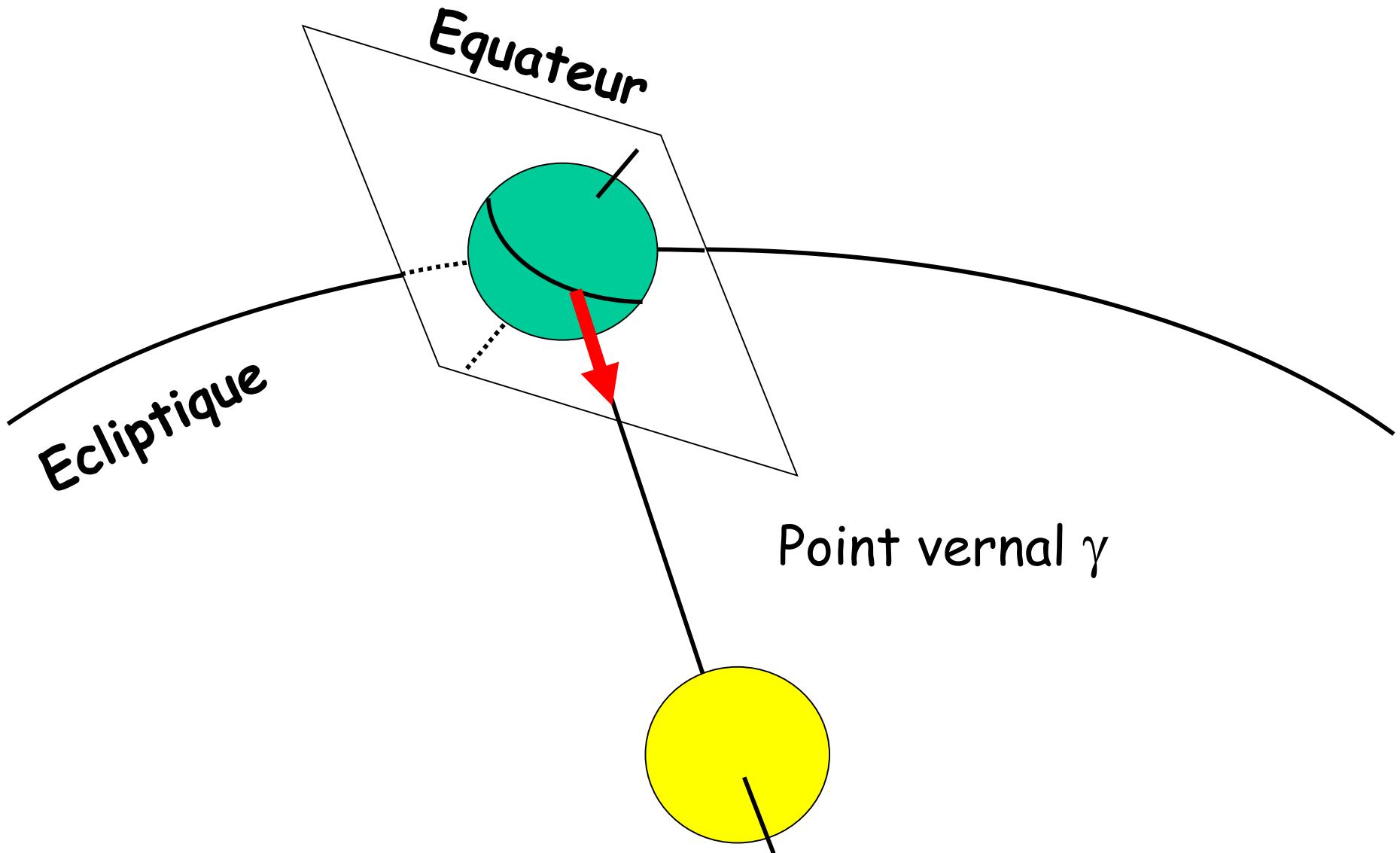


Origine → projection du point vernal
sur la sphère céleste

Equinoxe de printemps

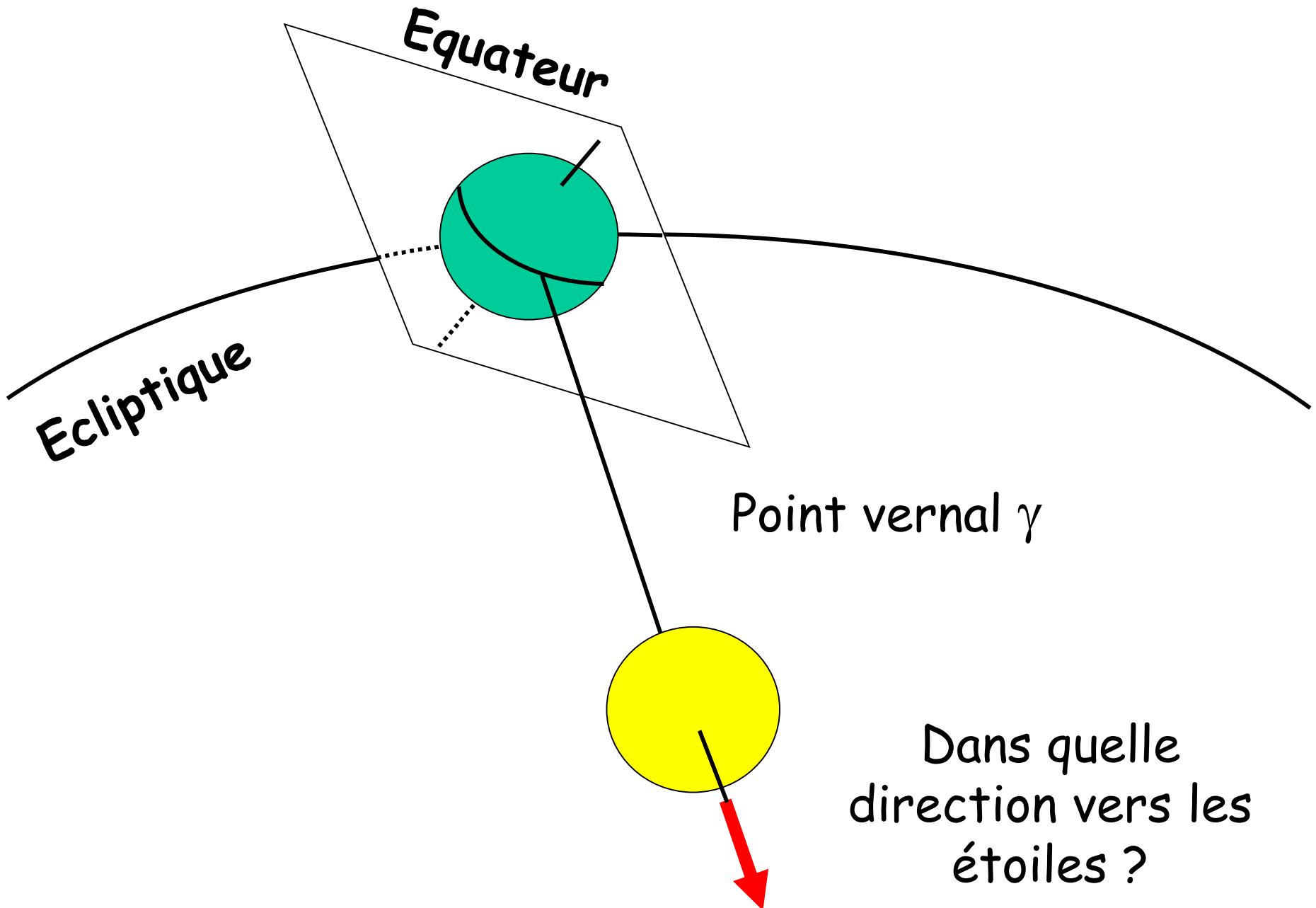


Point vernal

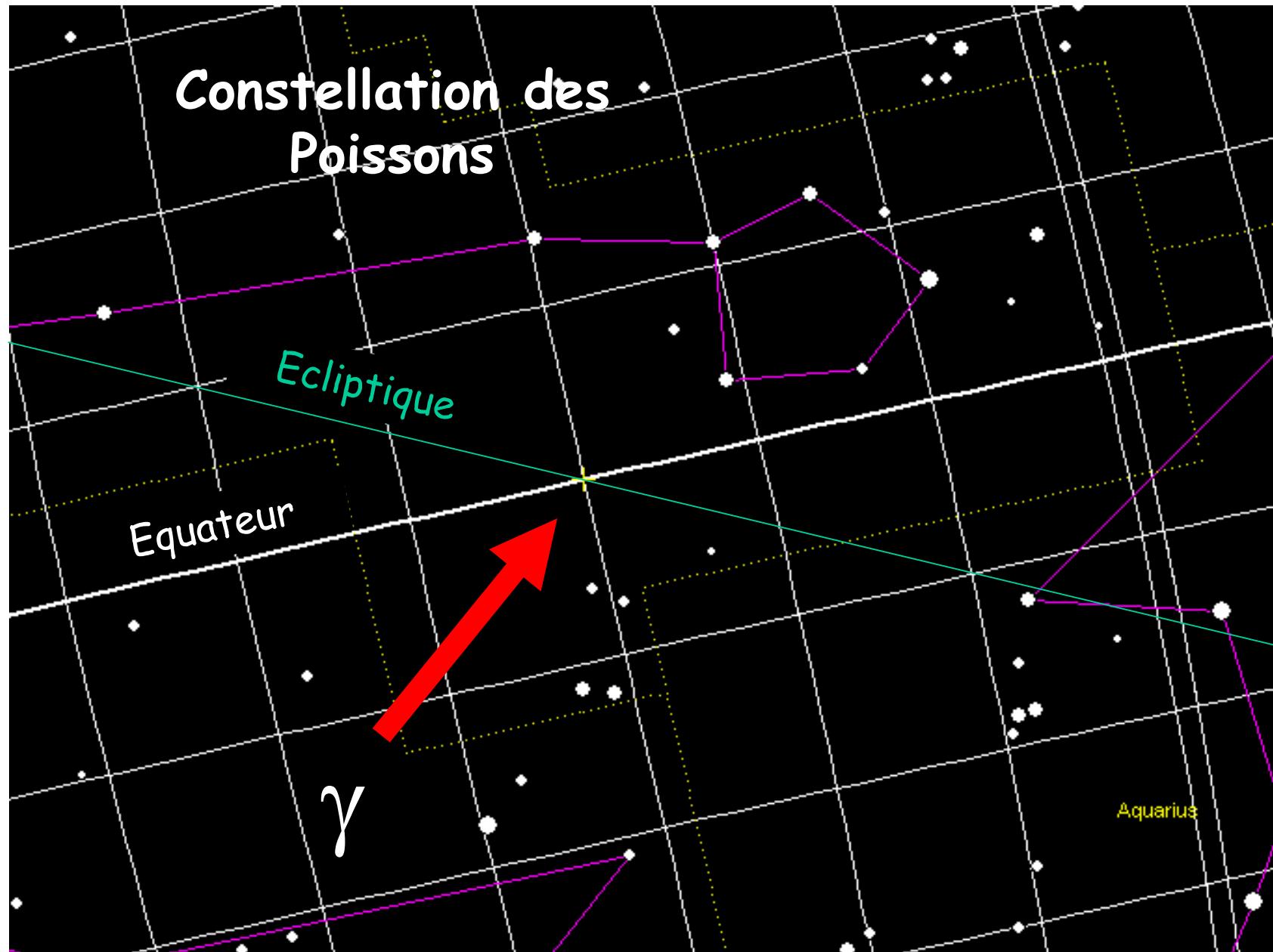


Direction du centre du soleil,
vu de la Terre, à l'équinoxe de printemps

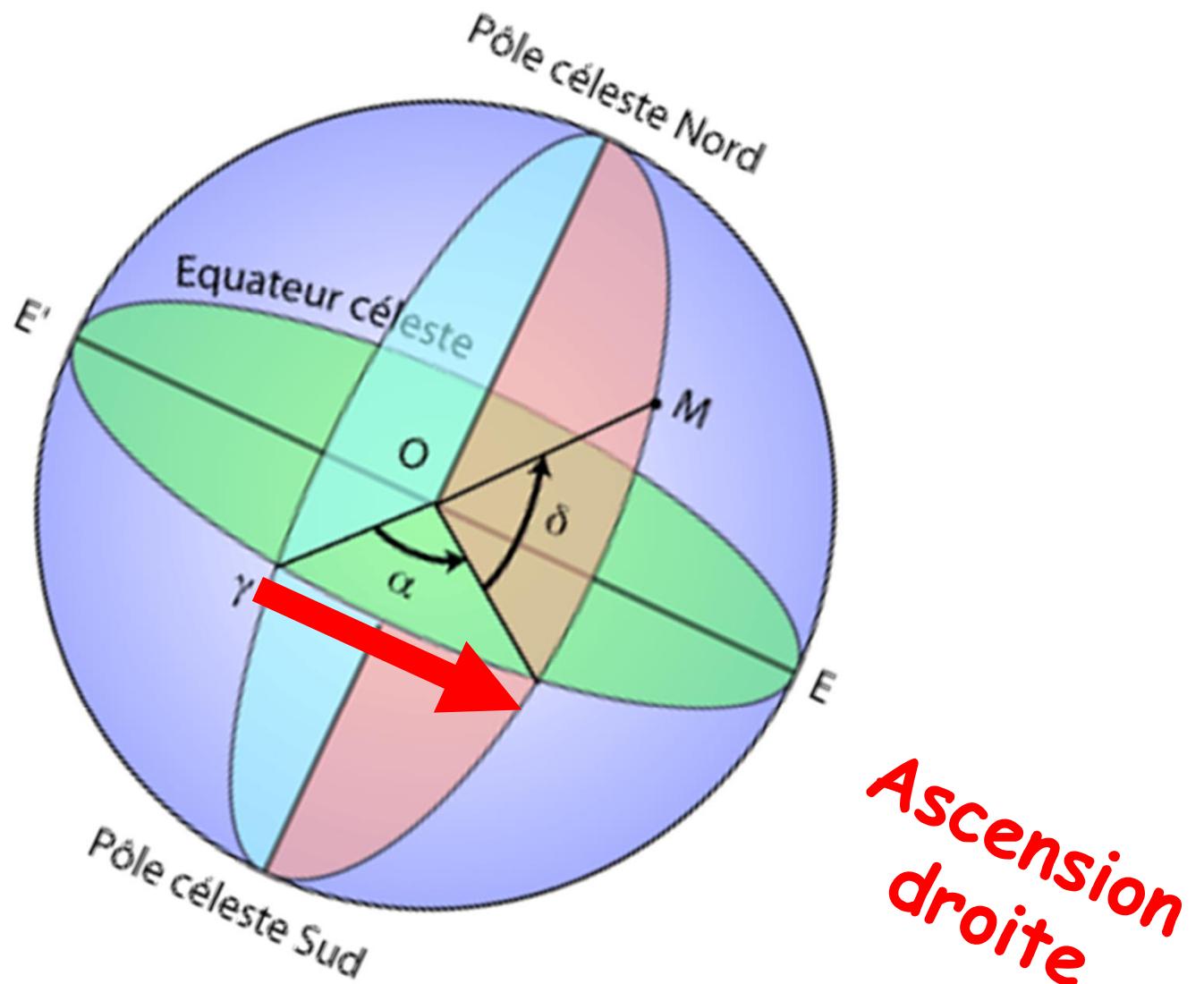
Point vernal



Point vernal

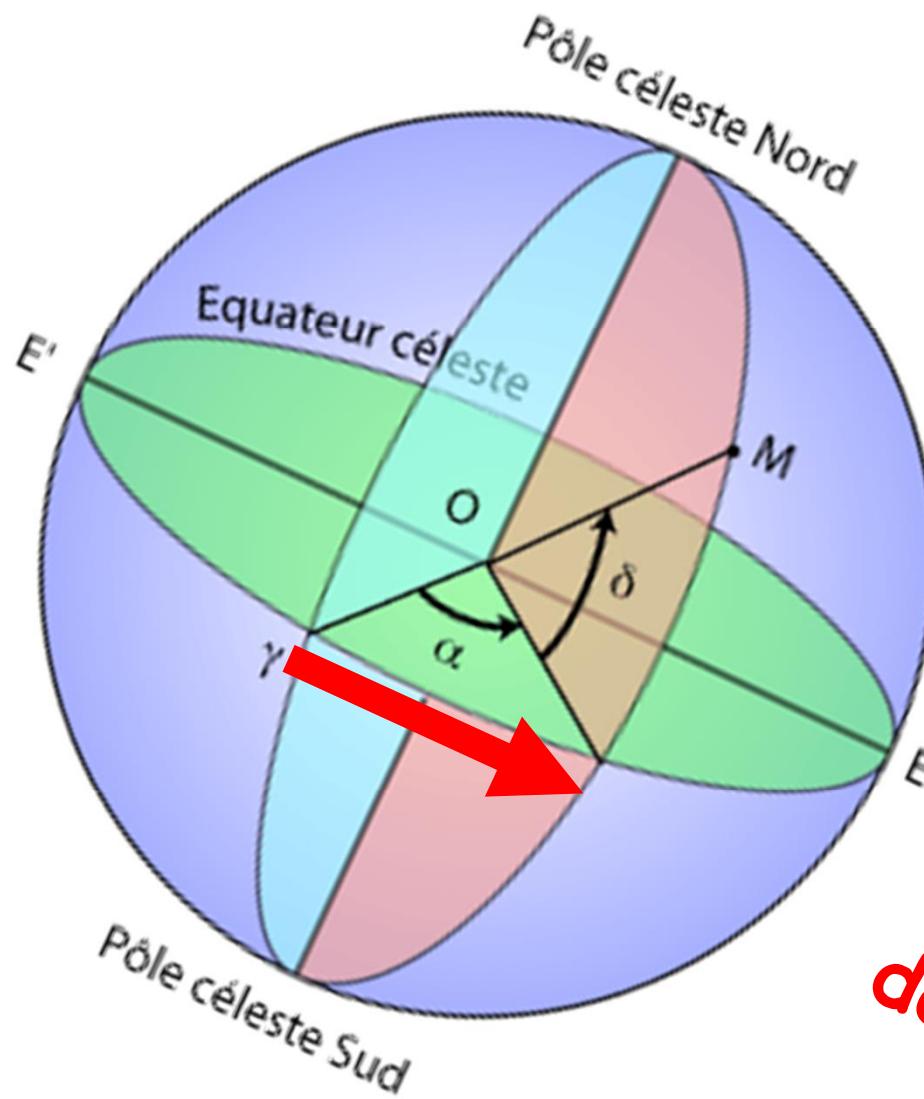


Coordonnées équatoriales



Origine → projection du point vernal
sur la sphère céleste

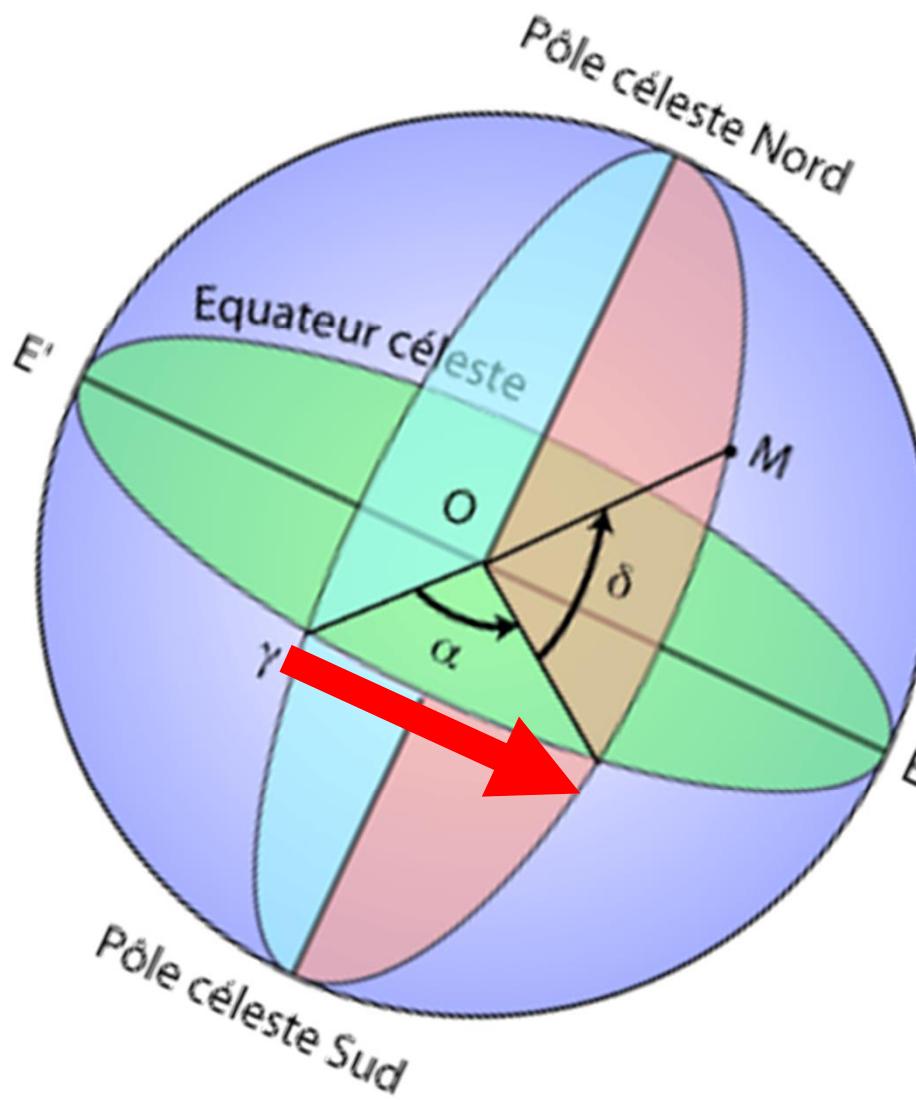
Coordonnées équatoriales



de 0 à 24h

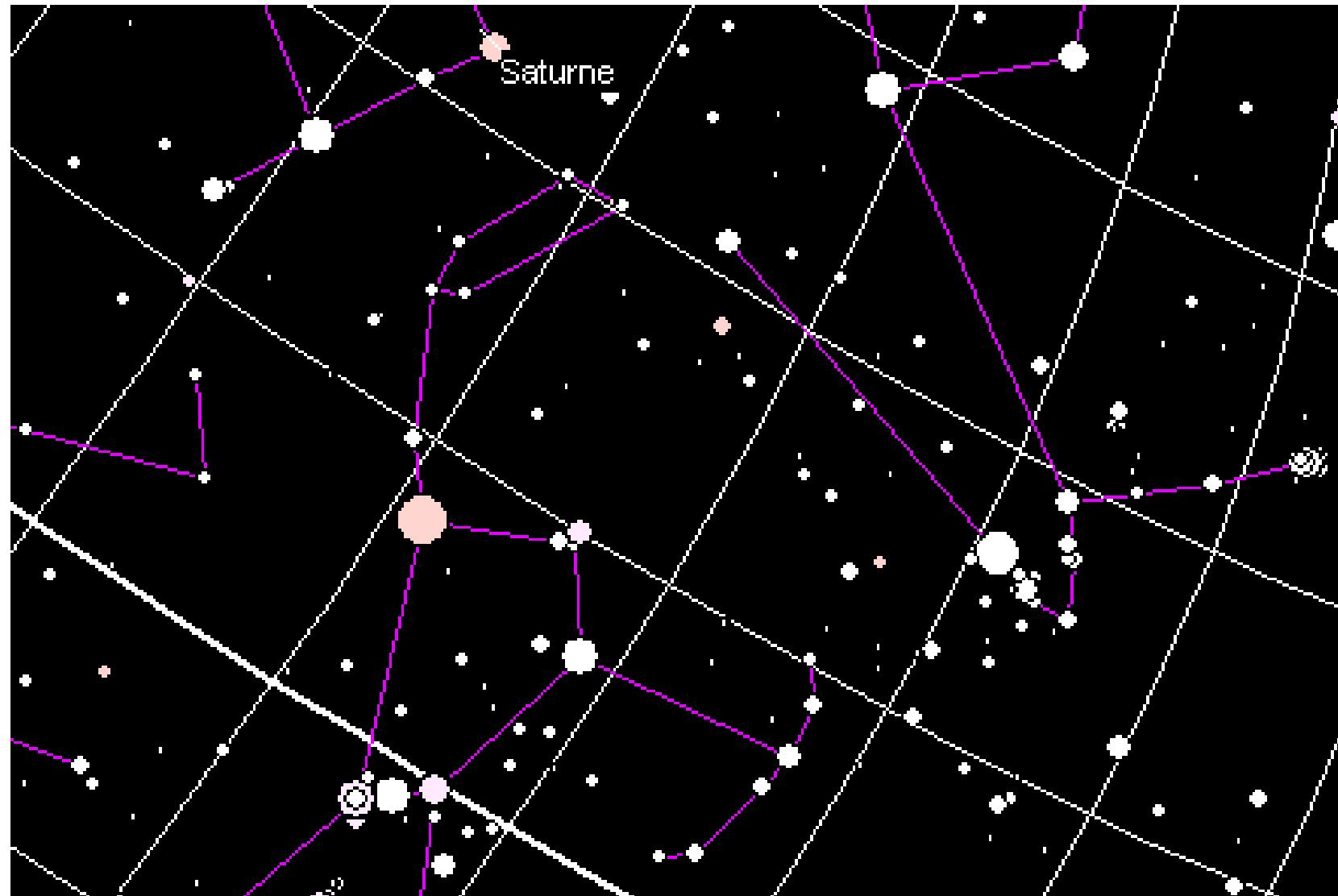
Vers l'Est → sens croissant

Coordonnées équatoriales



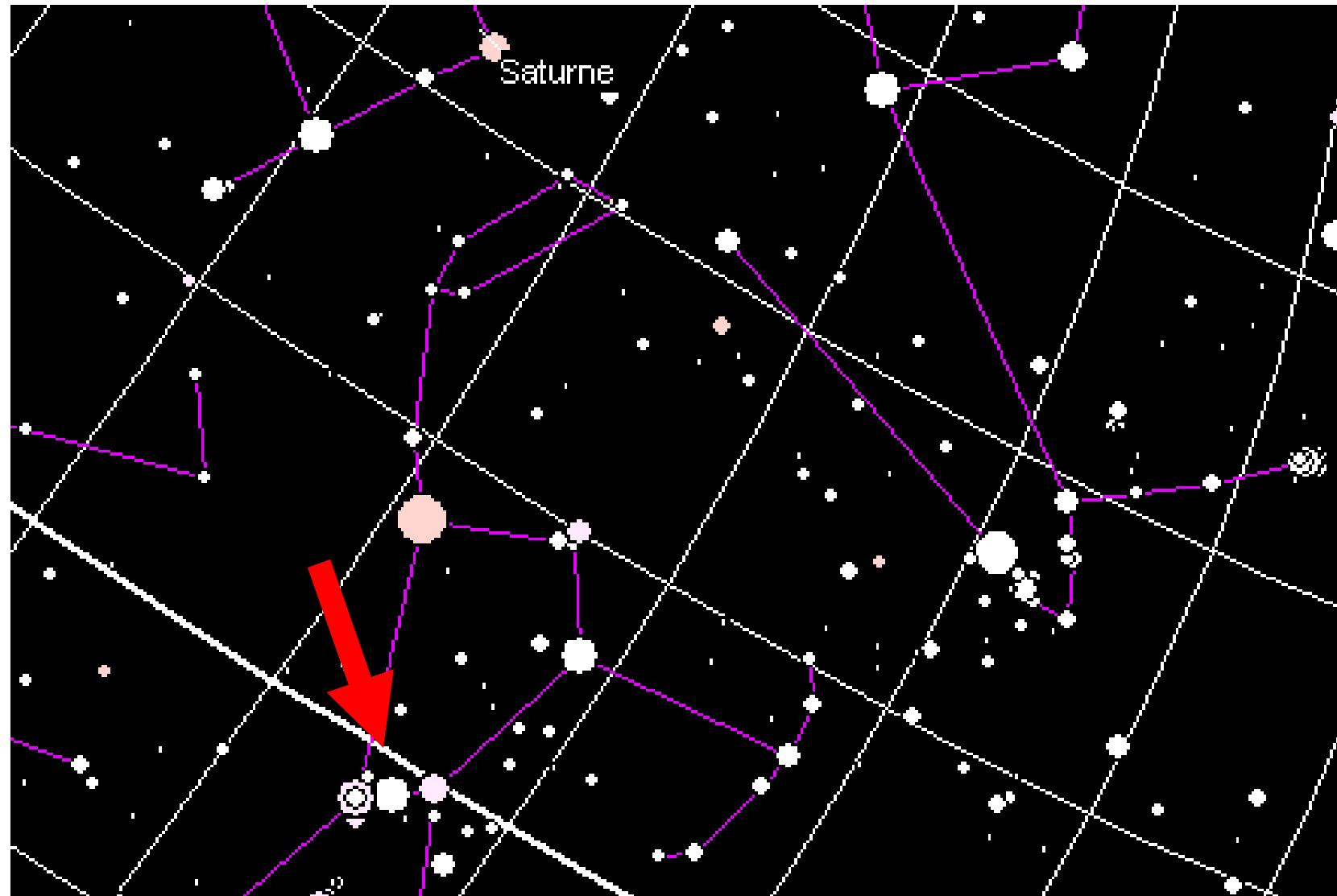
Notée α

Coordonnées équatoriales



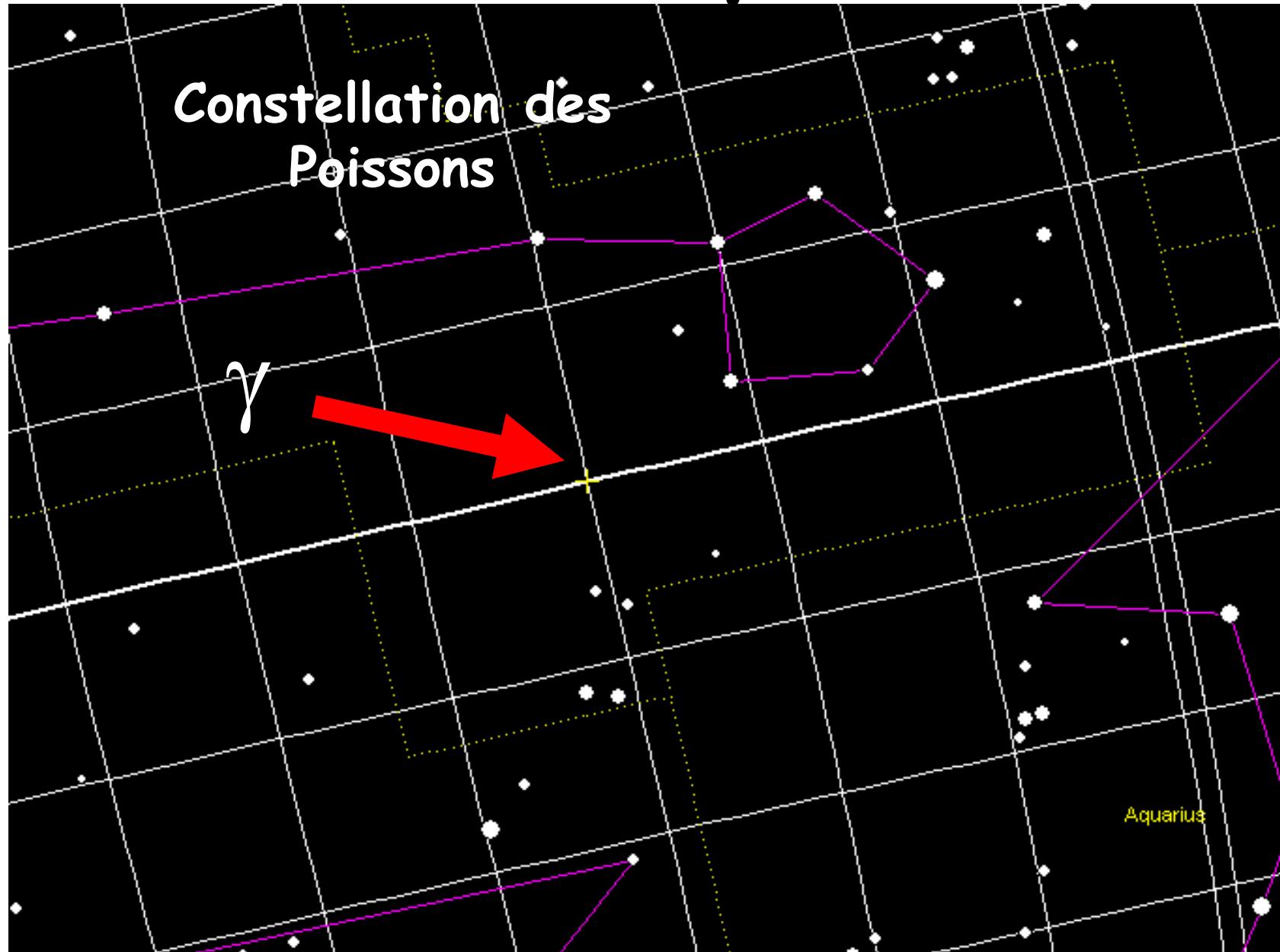
Carte du ciel

Coordonnées équatoriales



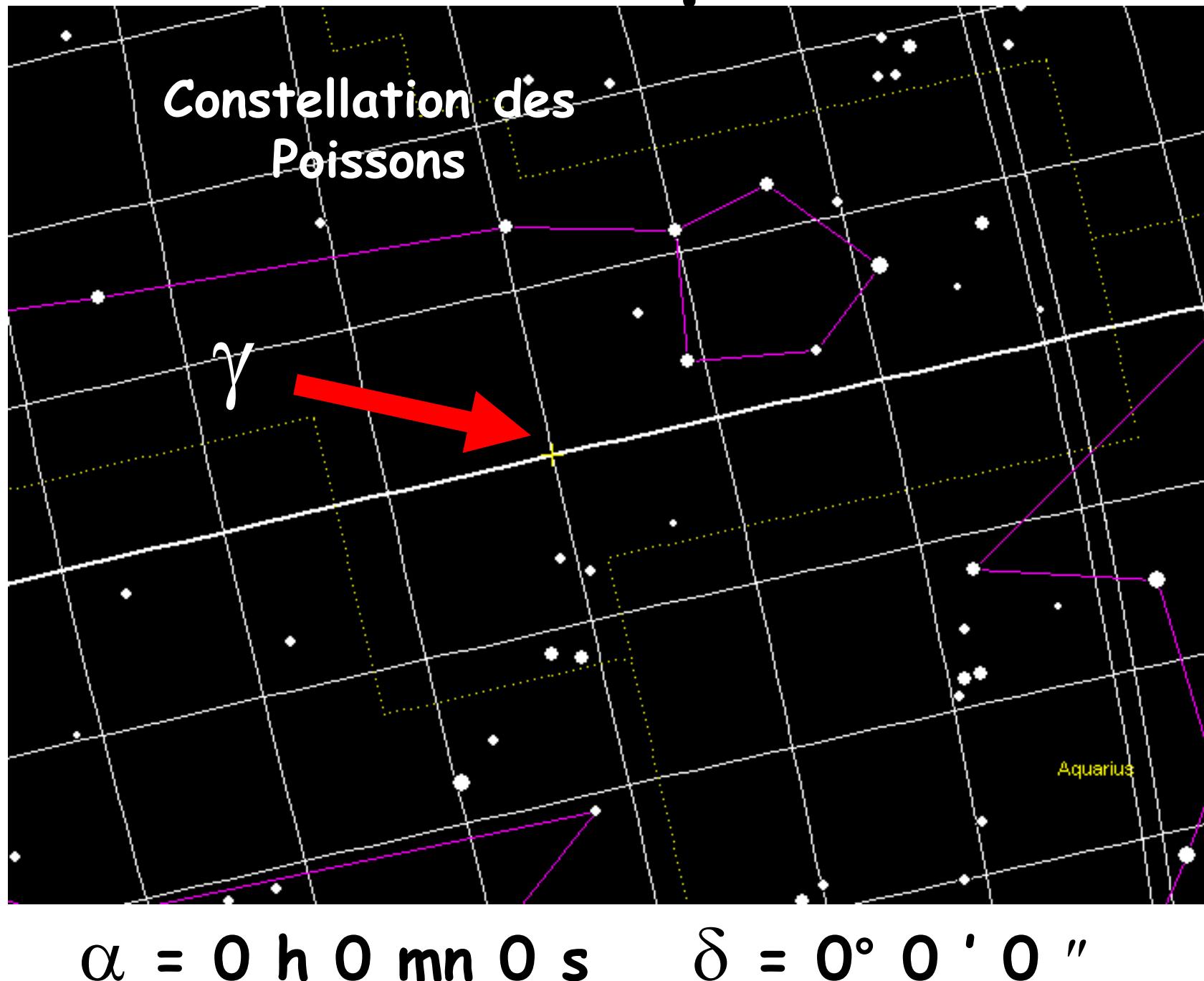
$\alpha = 5 \text{ h } 36 \text{ mn } 46 \text{ s}$ $\delta = - 01^\circ 07' 42''$

Coordonnées équatoriales

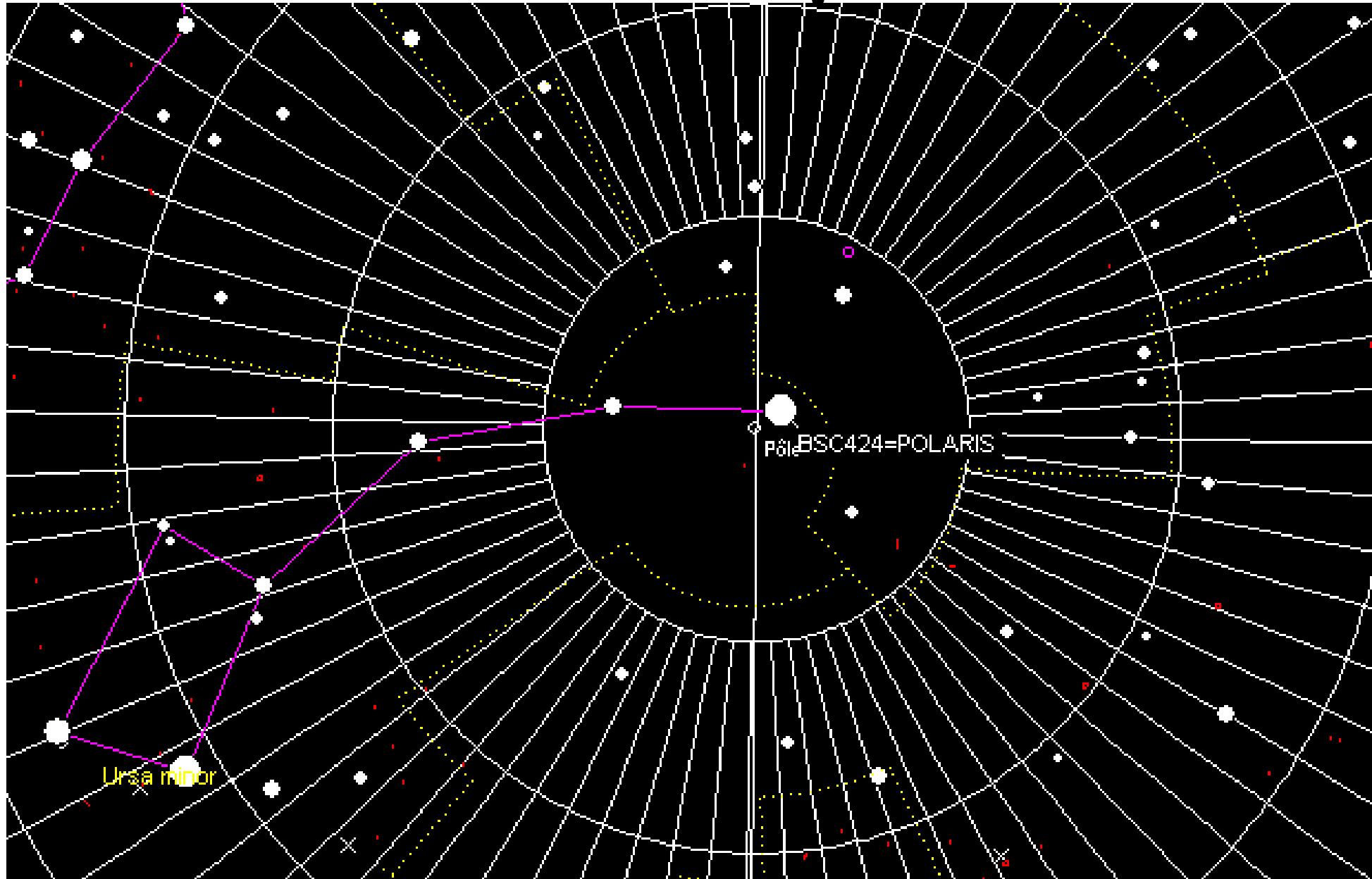


Point vernal

Coordonnées équatoriales

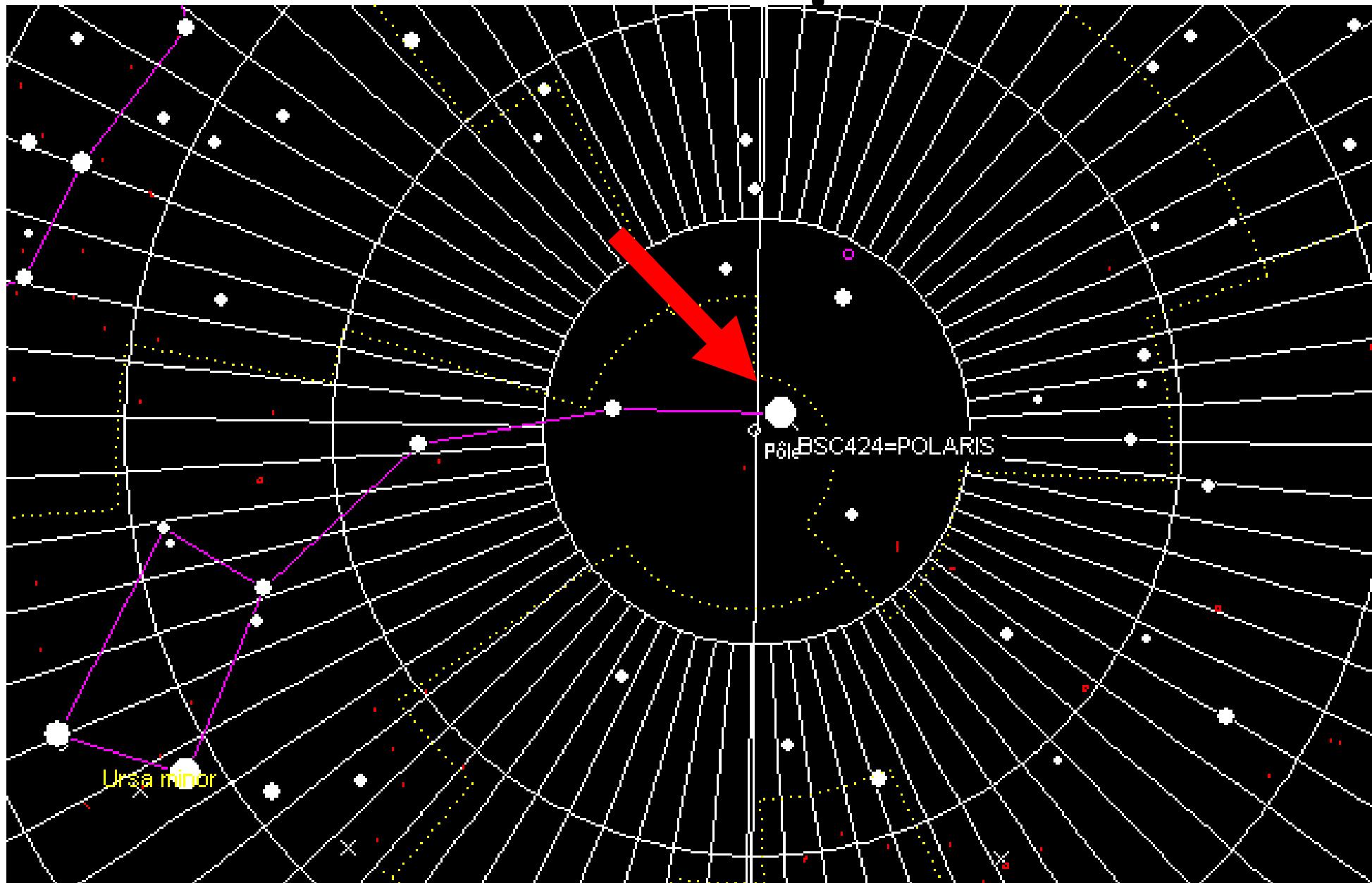


Coordonnées équatoriales



Zone polaire

Coordonnées équatoriales



$\alpha = 2 \text{ h } 31 \text{ mn } 49 \text{ s}$

$\delta = 89^\circ 15' 51''$

Coordonnées équatoriales

v5.19.11 Planet: Uranus (INPOP17a)

Satellite: Barycenter (Uranus + U1-U5.)

Observer position: Geocenter

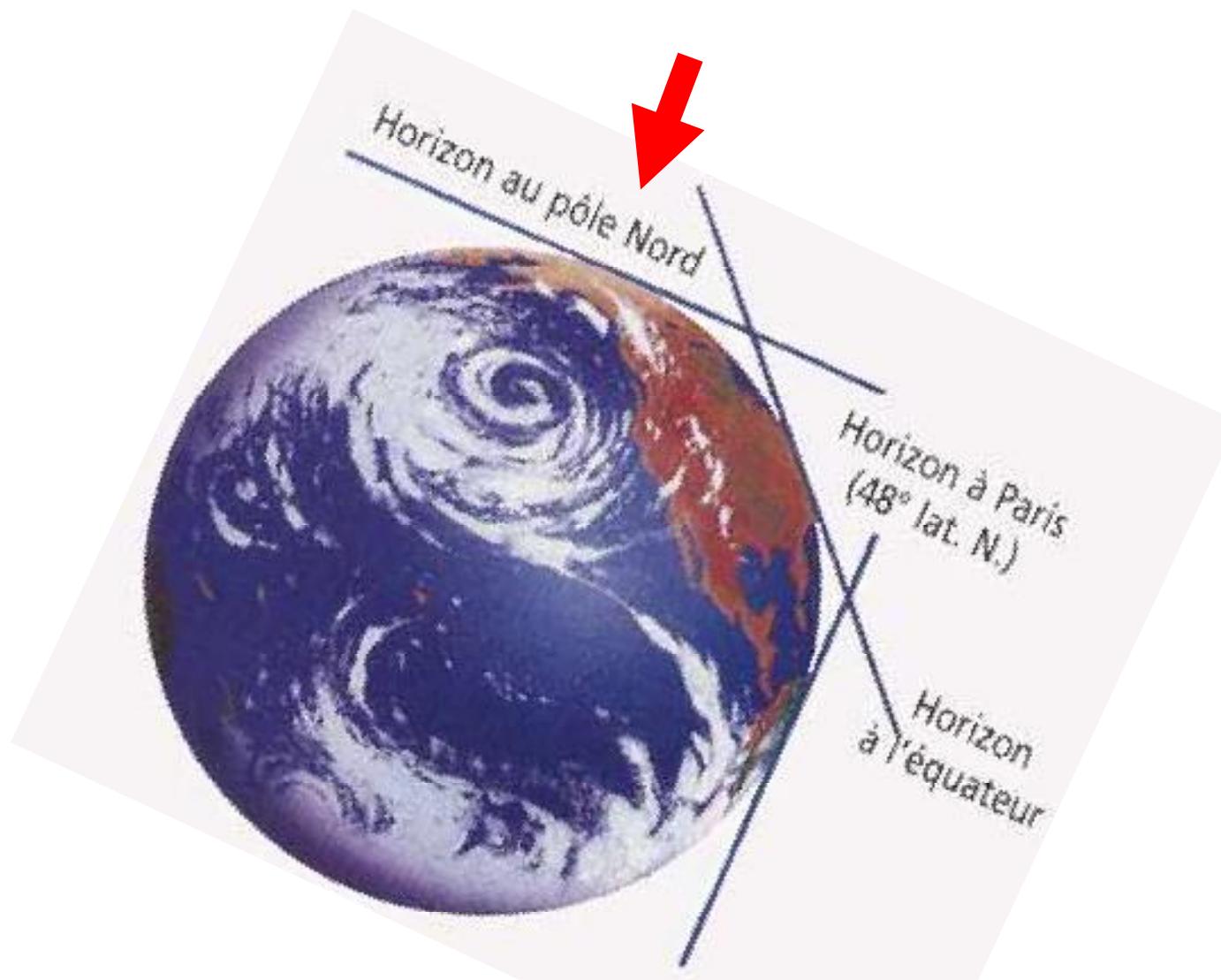
Timescale: UTC

Mean equator and equinox of J2000. ICRF.

Coordinates astrometric

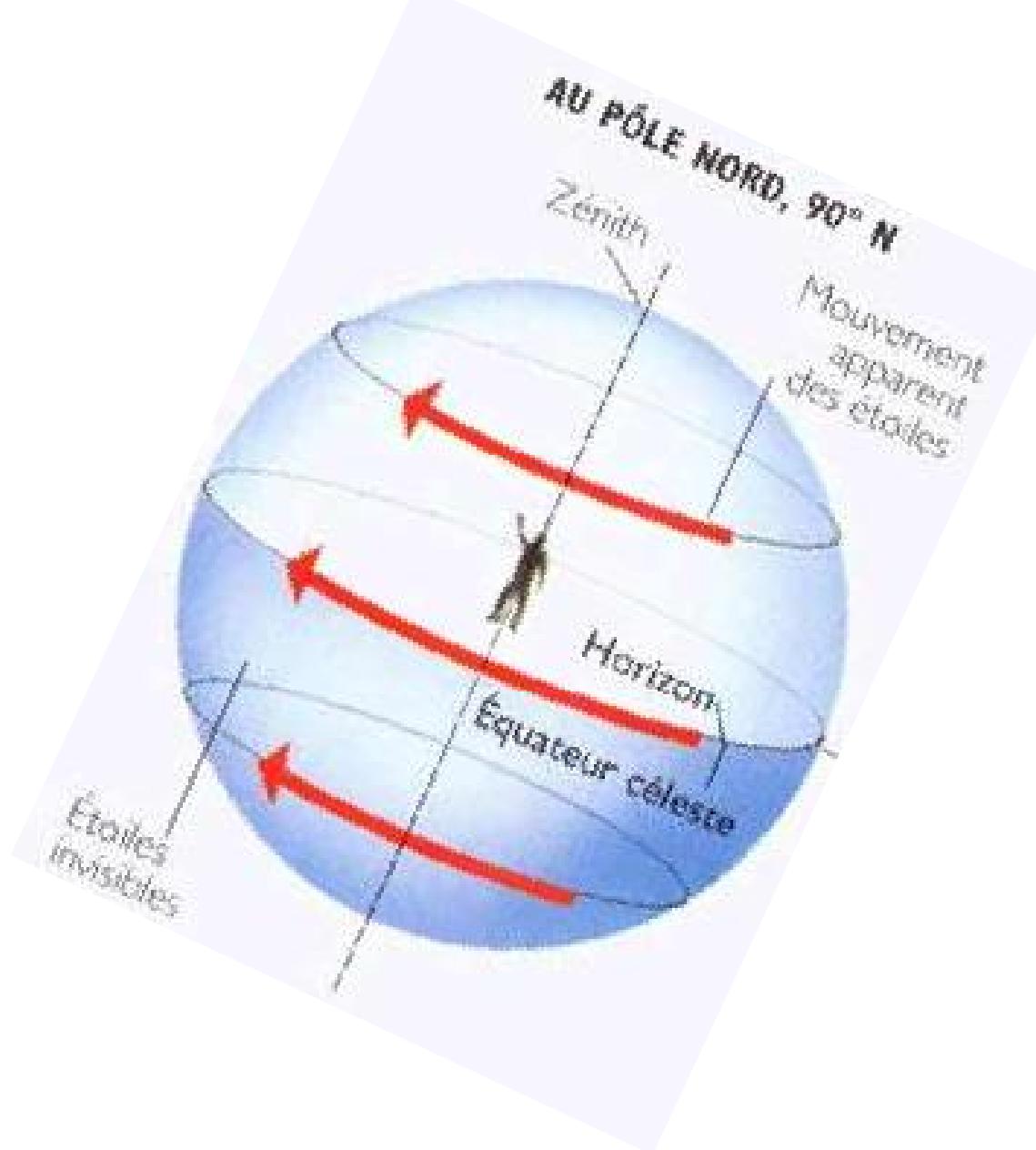
Year	M	D	H	M	S	alpha (h m s)	delta	(° ' '')
2020	1	31	0	0	0.00	2 2 4.624967	11 54	23.795631
2020	2	1	0	0	0.00	2 2 8.662214	11 54	47.418442
2020	2	2	0	0	0.00	2 2 12.892246	11 55	12.061773
2020	2	3	0	0	0.00	2 2 17.313810	11 55	37.717648
2020	2	4	0	0	0.00	2 2 21.925598	11 56	4.377711
2020	2	5	0	0	0.00	2 2 26.726252	11 56	32.033283
2020	2	6	0	0	0.00	2 2 31.714373	11 57	0.675401
2020	2	7	0	0	0.00	2 2 36.888546	11 57	30.294914
2020	2	8	0	0	0.00	2 2 42.247349	11 58	0.882589
2020	2	9	0	0	0.00	2 2 47.789368	11 58	32.429253
2020	2	10	0	0	0.00	2 2 53.513226	11 59	4.925916
2020	2	11	0	0	0.00	2 2 59.417599	11 59	38.363869
2020	2	12	0	0	0.00	2 3 5.501184	12 0	12.734691
2020	2	13	0	0	0.00	2 3 11.762711	12 0	48.030186
2020	2	14	0	0	0.00	2 3 18.200899	12 1	24.242235

Position de l'observateur



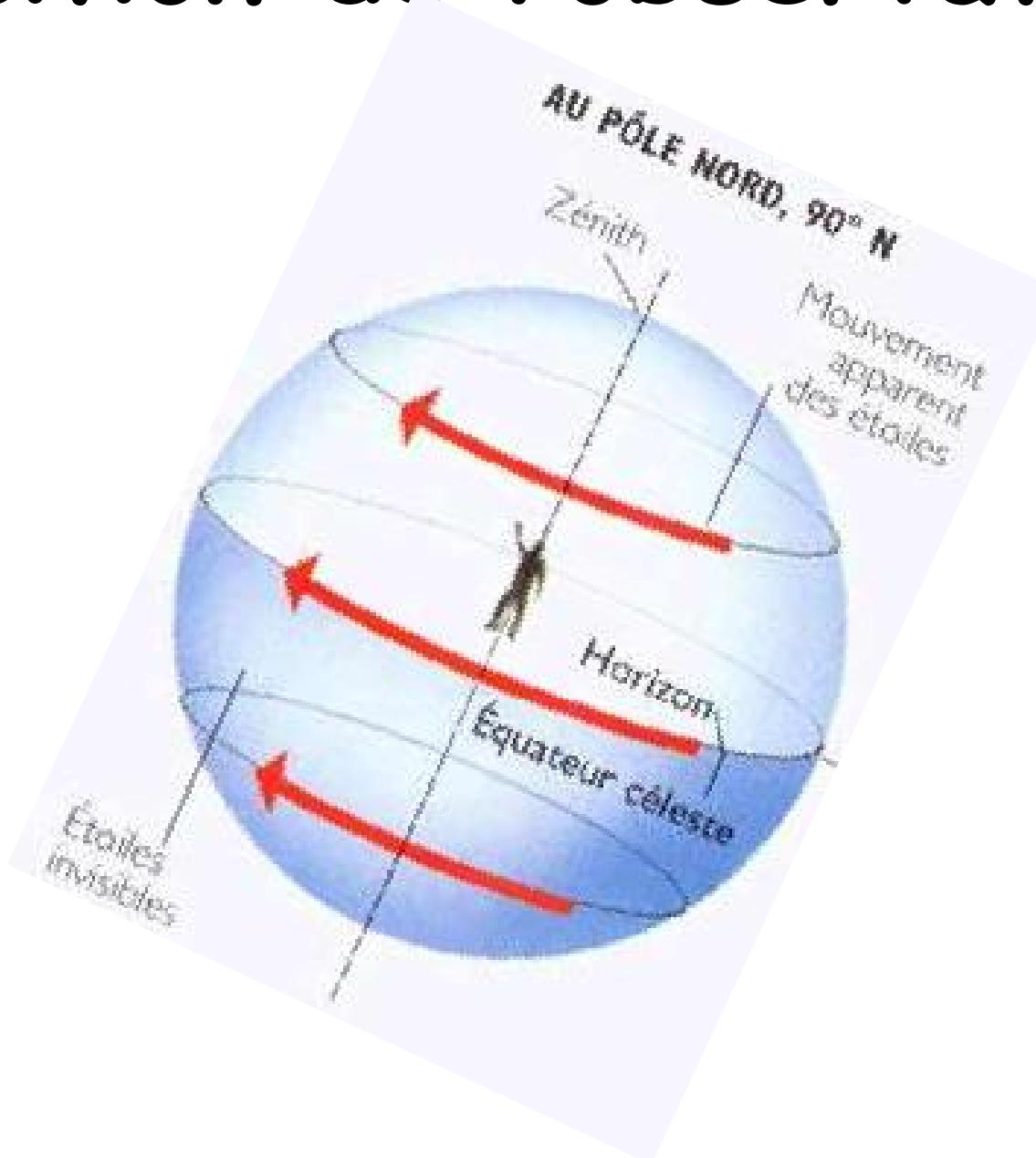
Observateur au pôle Nord

Position de l'observateur



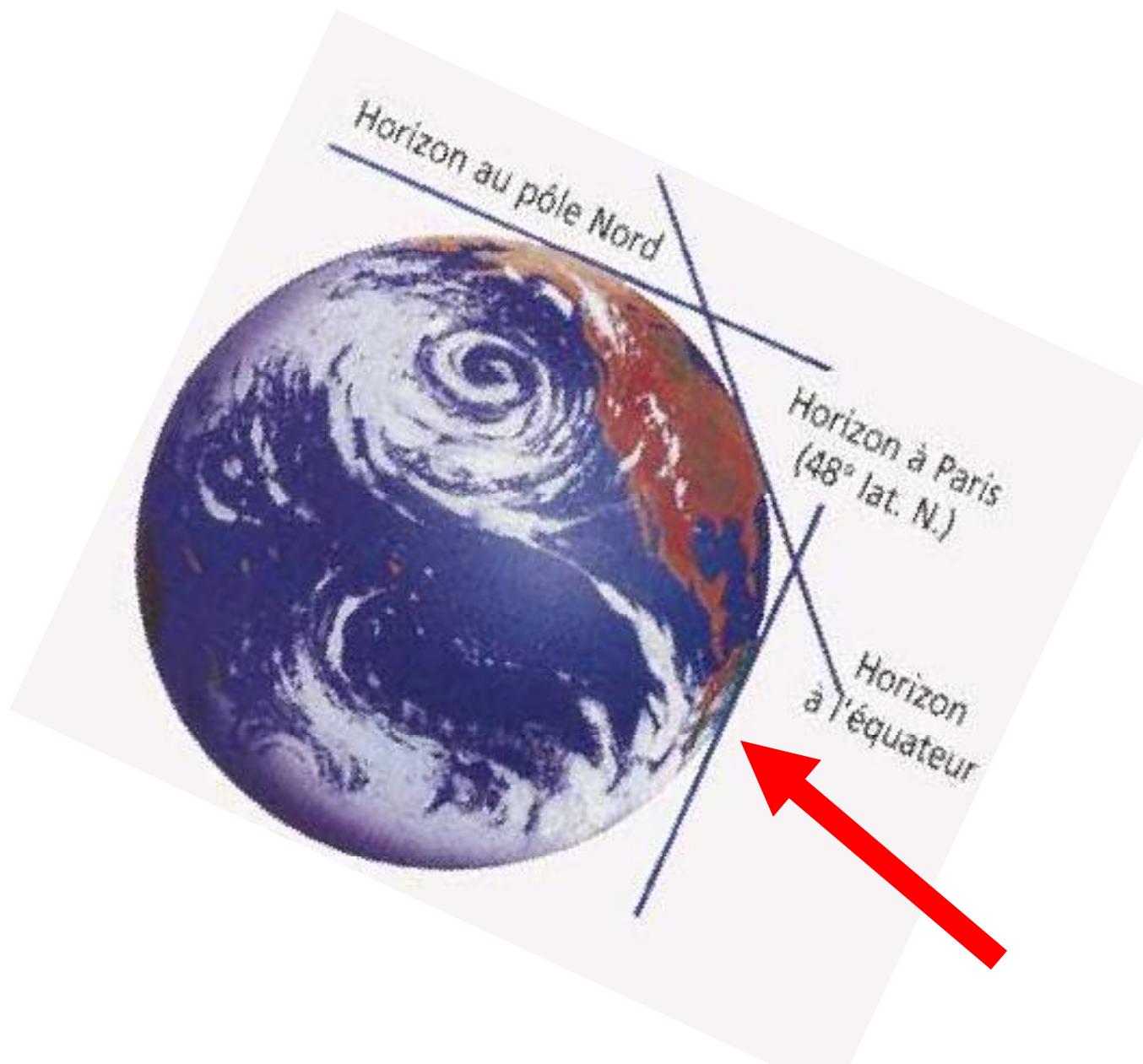
Observateur au pôle Nord

Position de l'observateur



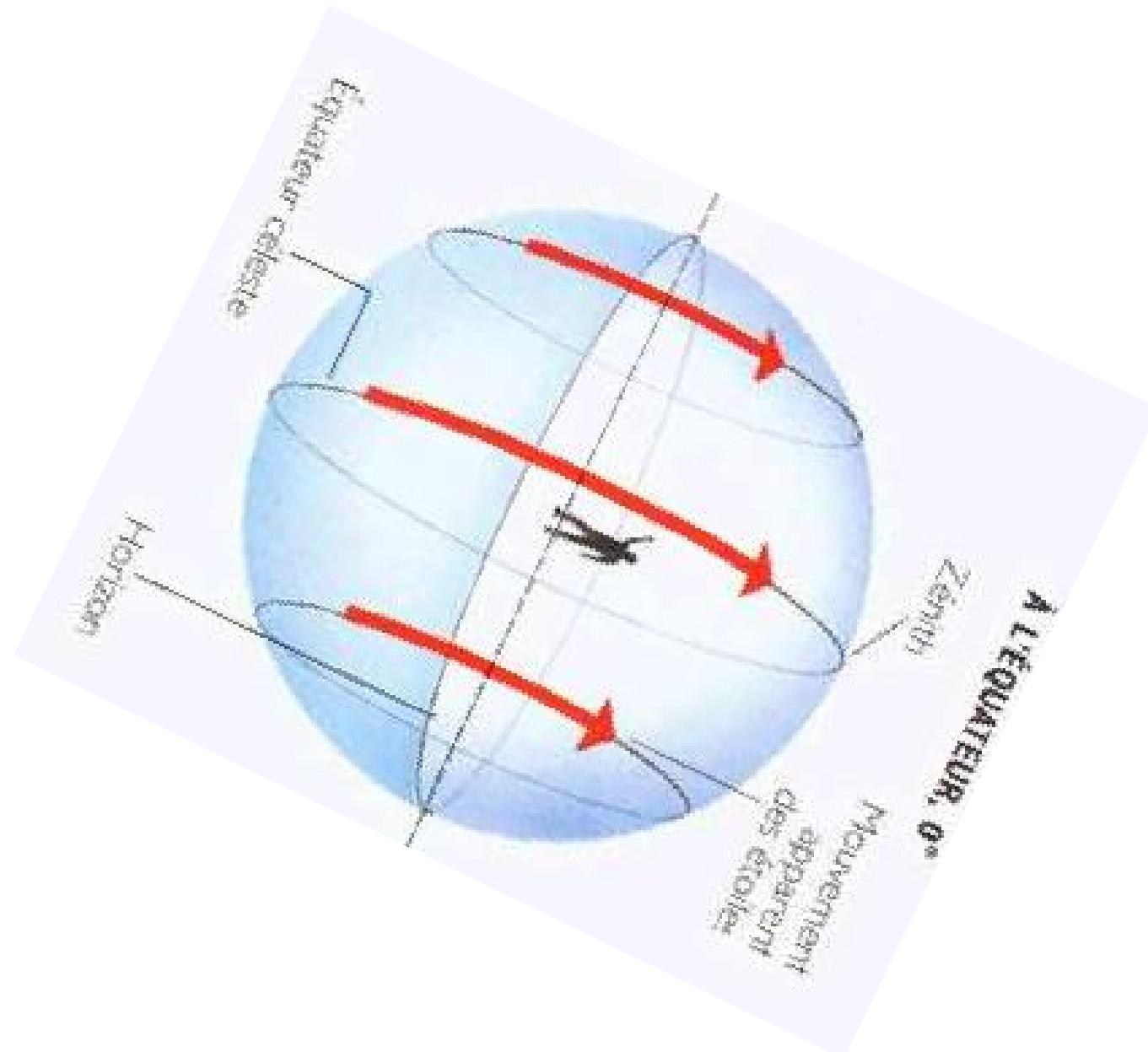
Etoiles de l'hémisphère Sud invisibles

Position de l'observateur



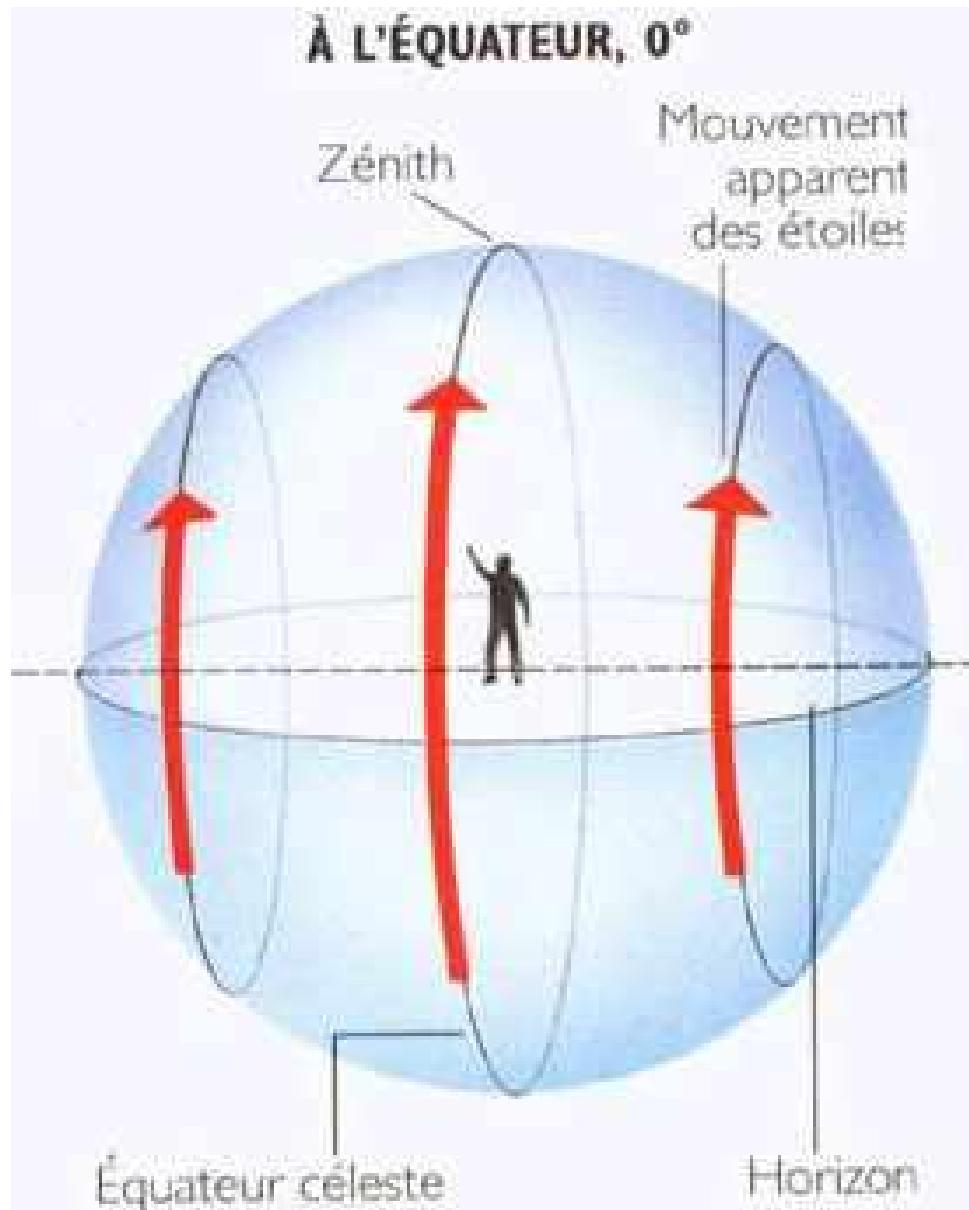
Observateur à l'équateur

Position de l'observateur



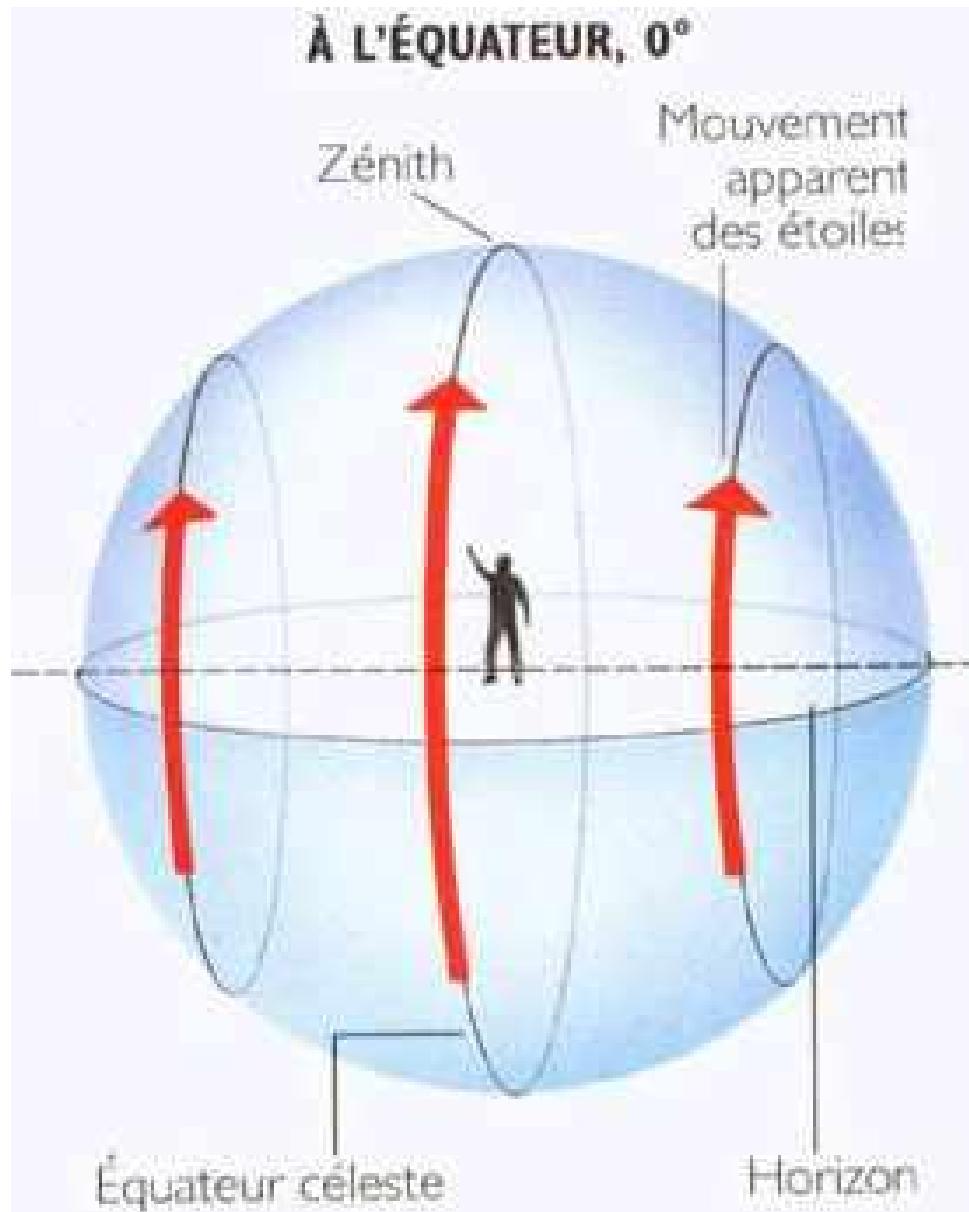
Observateur à l'équateur

Position de l'observateur



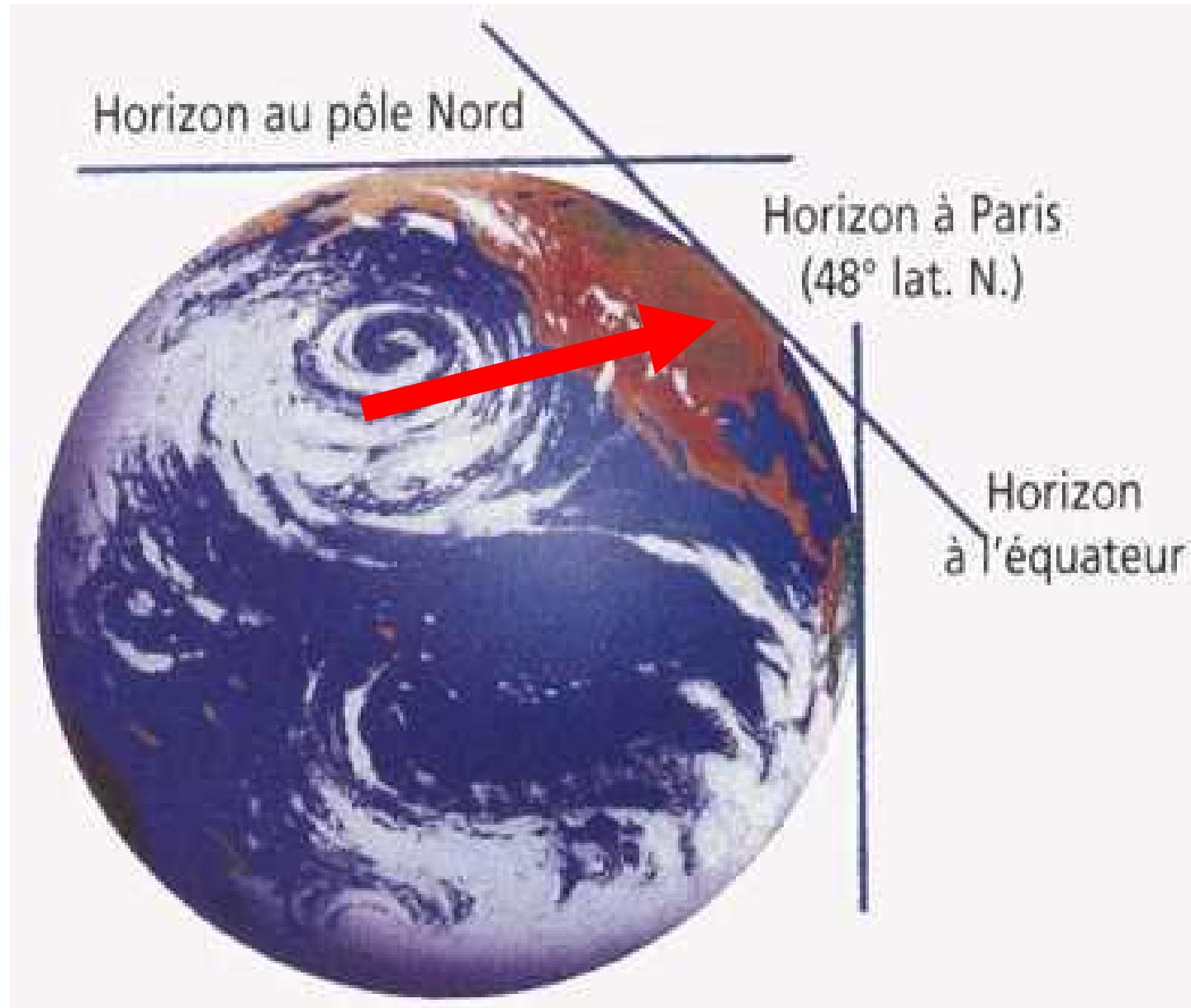
Observateur à l'équateur

Position de l'observateur



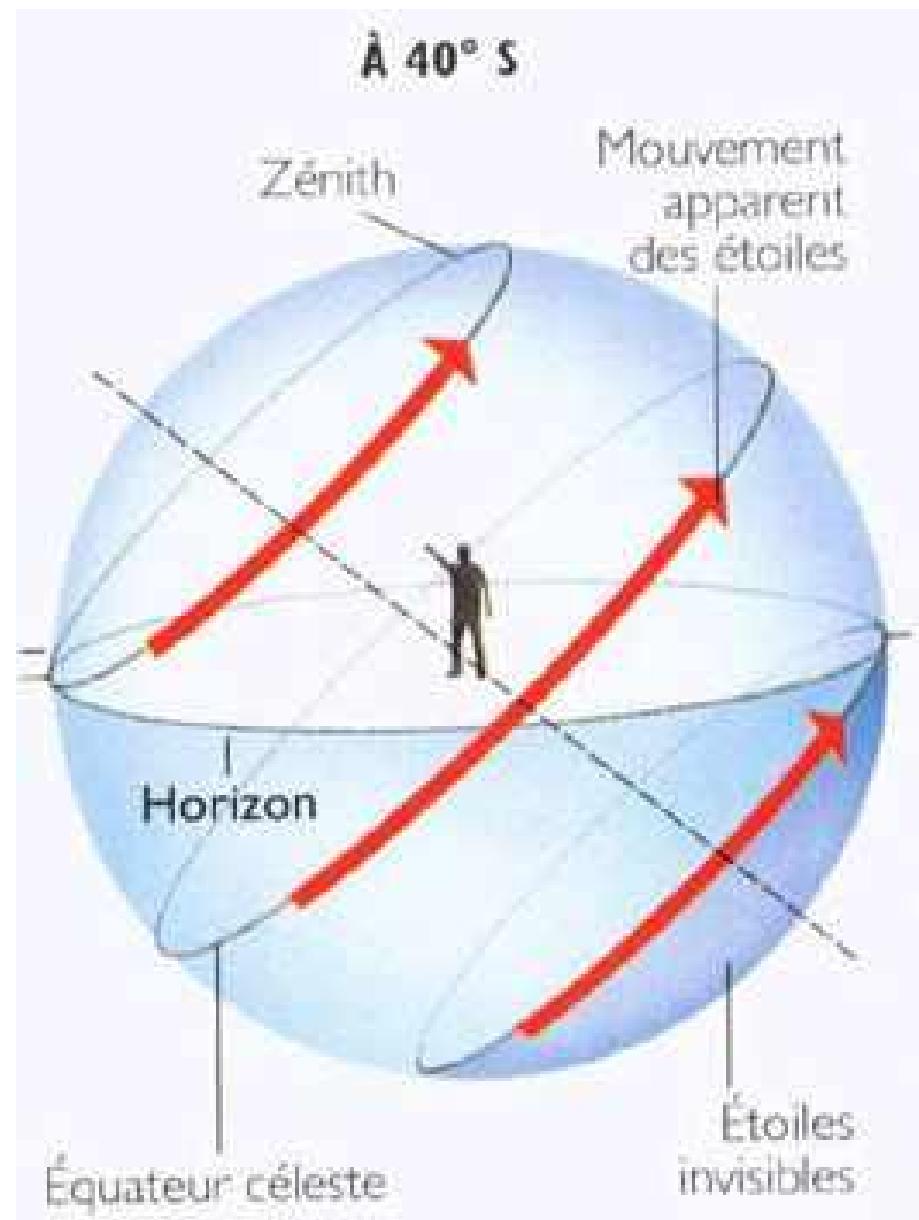
Tout le ciel est visible

Position de l'observateur



Observateur à une latitude intermédiaire

Position de l'observateur



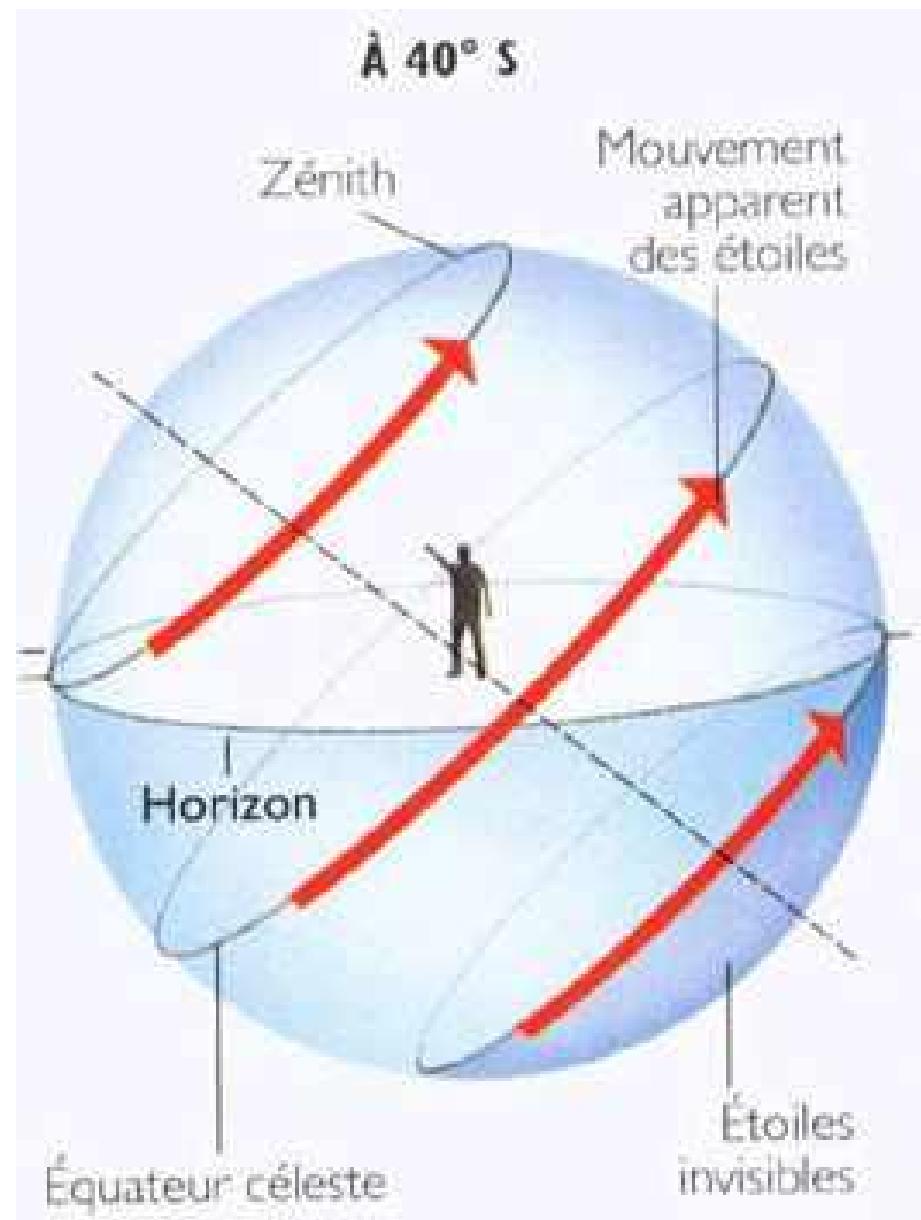
Observateur à une latitude intermédiaire

Position de l'observateur



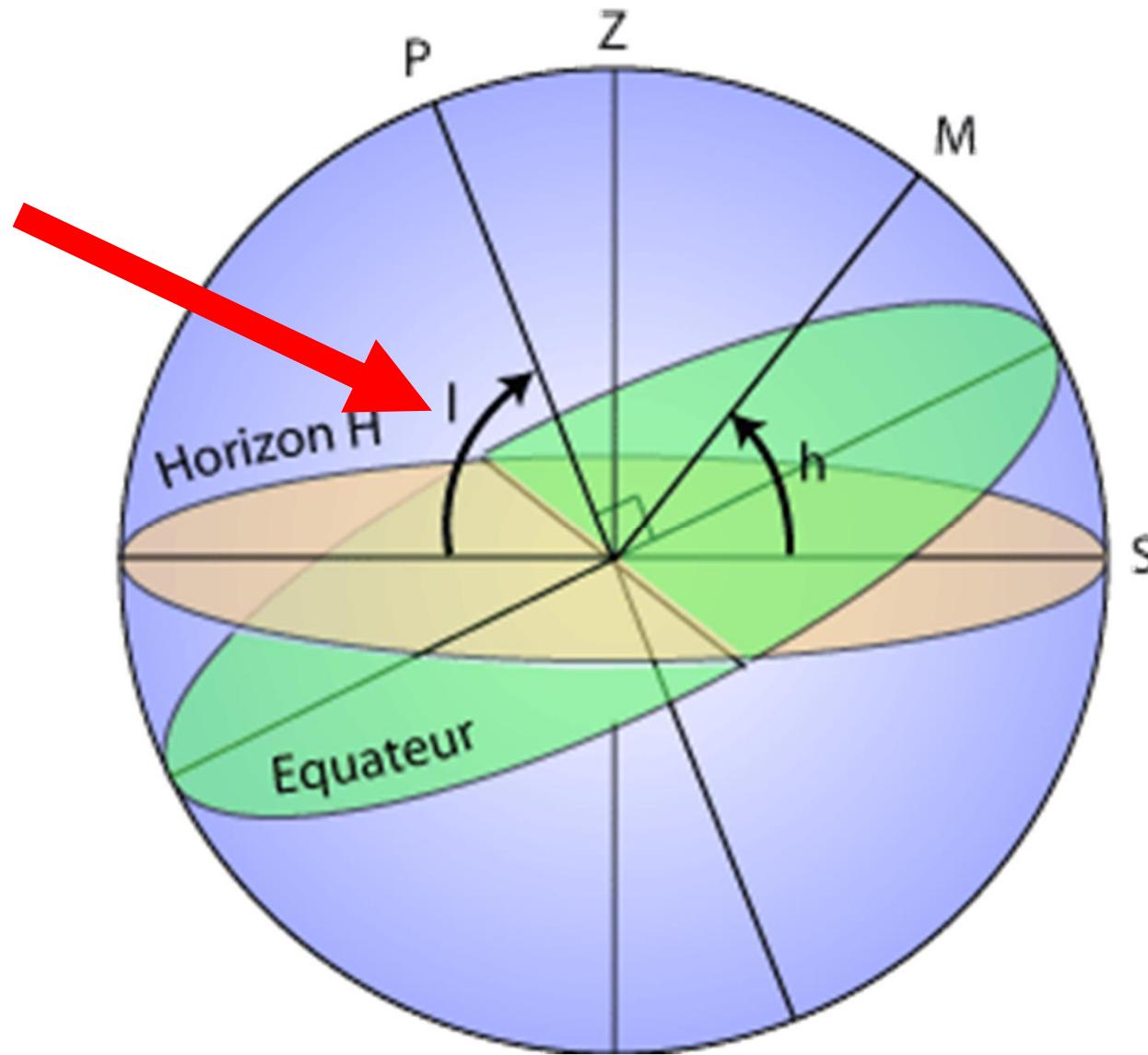
Observateur à une latitude intermédiaire

Position de l'observateur



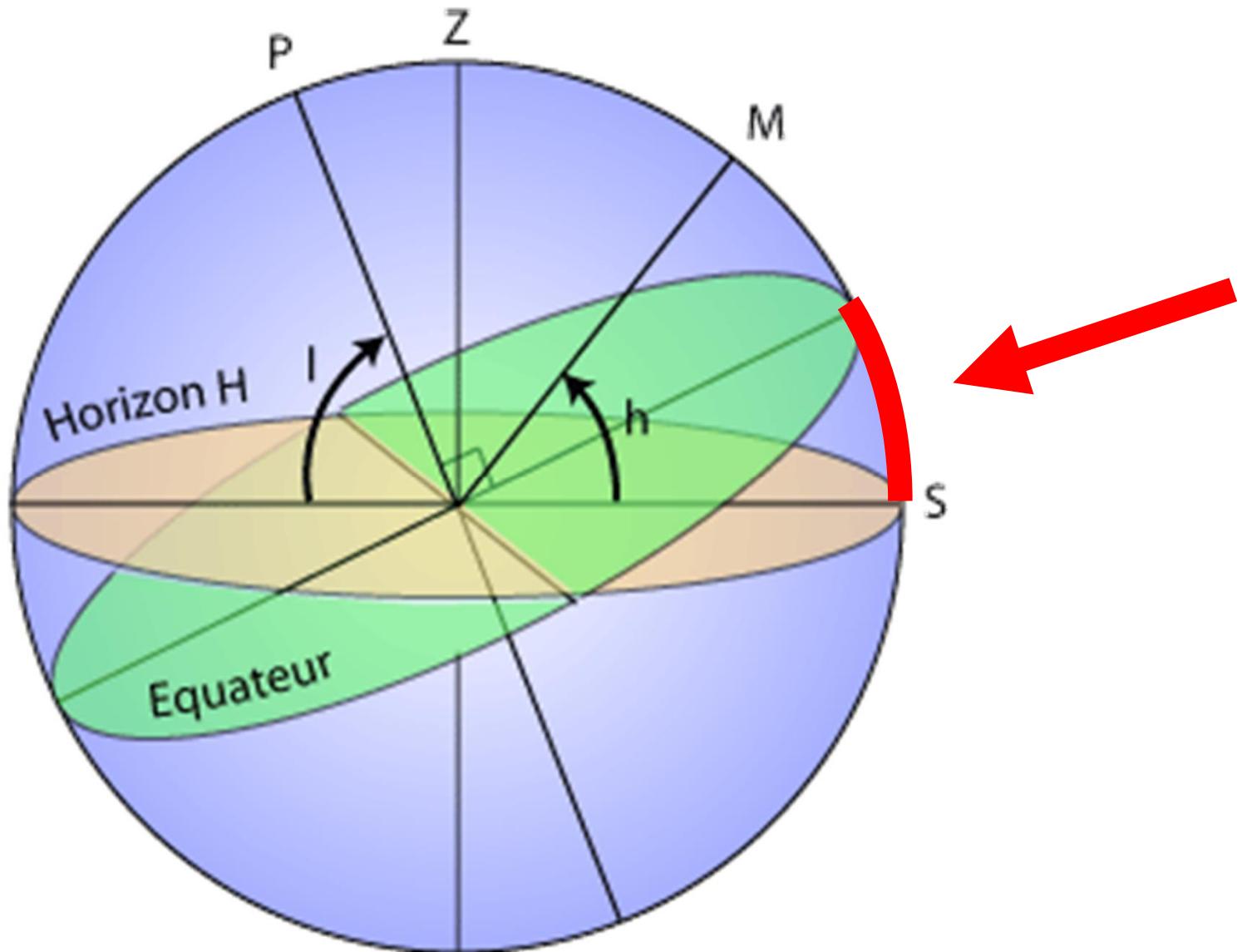
Une partie du ciel invisible

Position de l'observateur



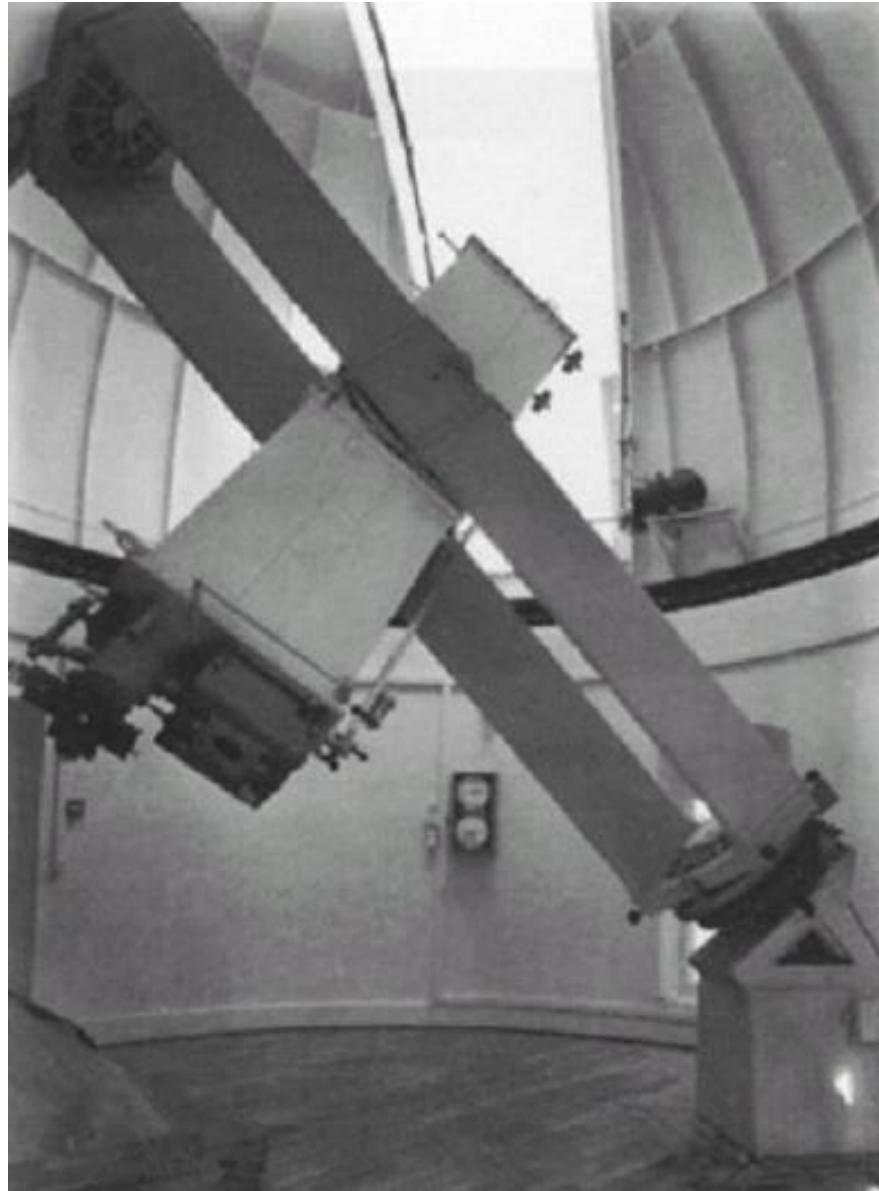
Angle entre l'horizon Nord et le pôle céleste
= latitude du lieu

Position de l'observateur



L'équateur est à $(90^\circ - \text{latitude})$
au dessus de l'horizon Sud

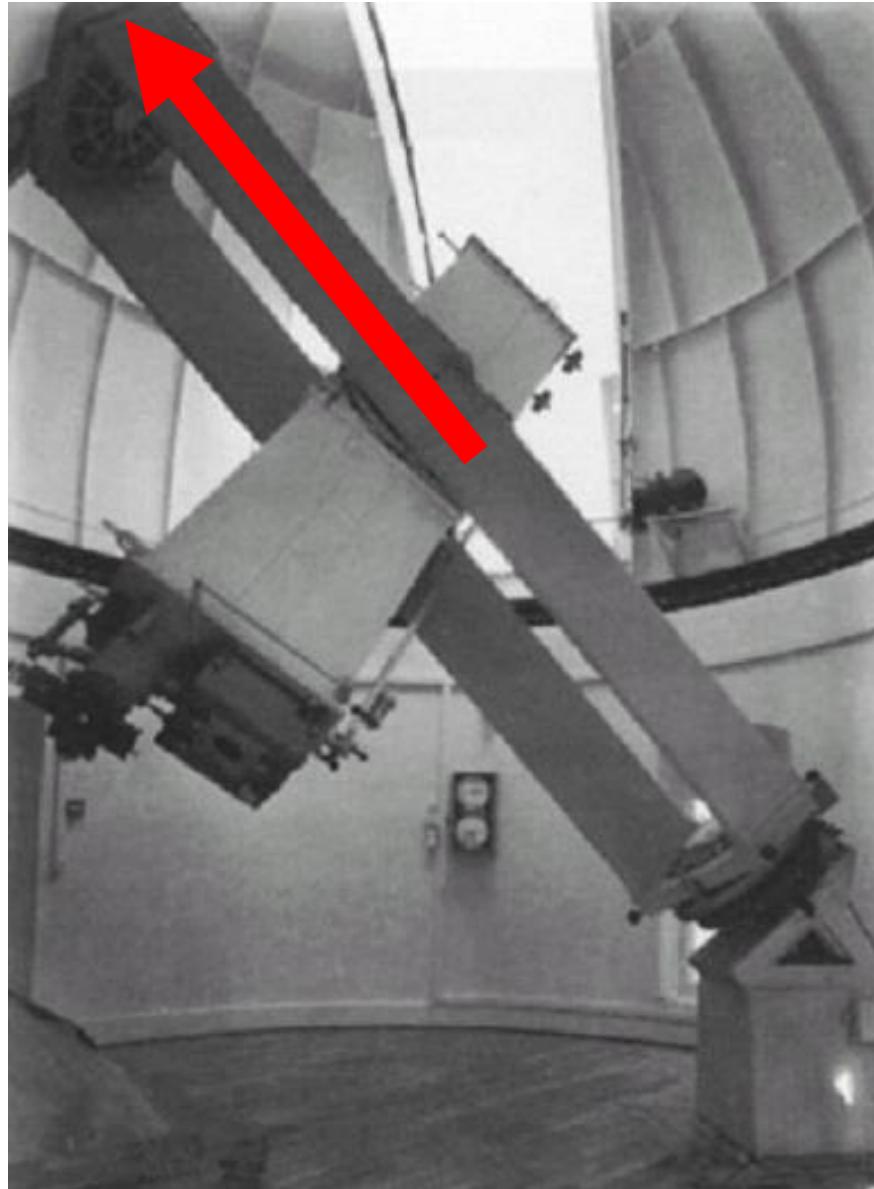
Monture équatoriale



Monture en berceau

Monture équatoriale

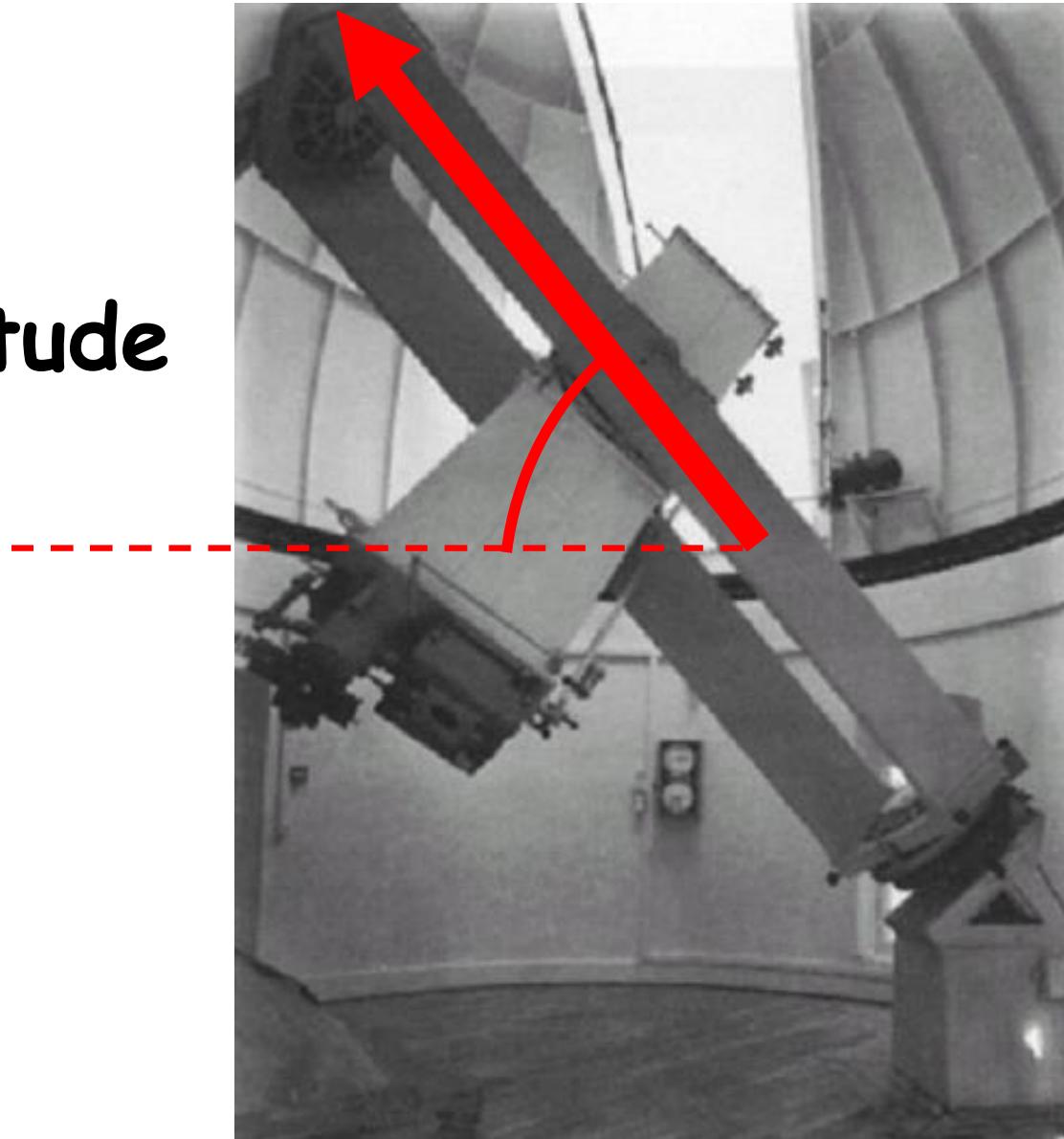
Direction du
pôle céleste



L'axe polaire

Monture équatoriale

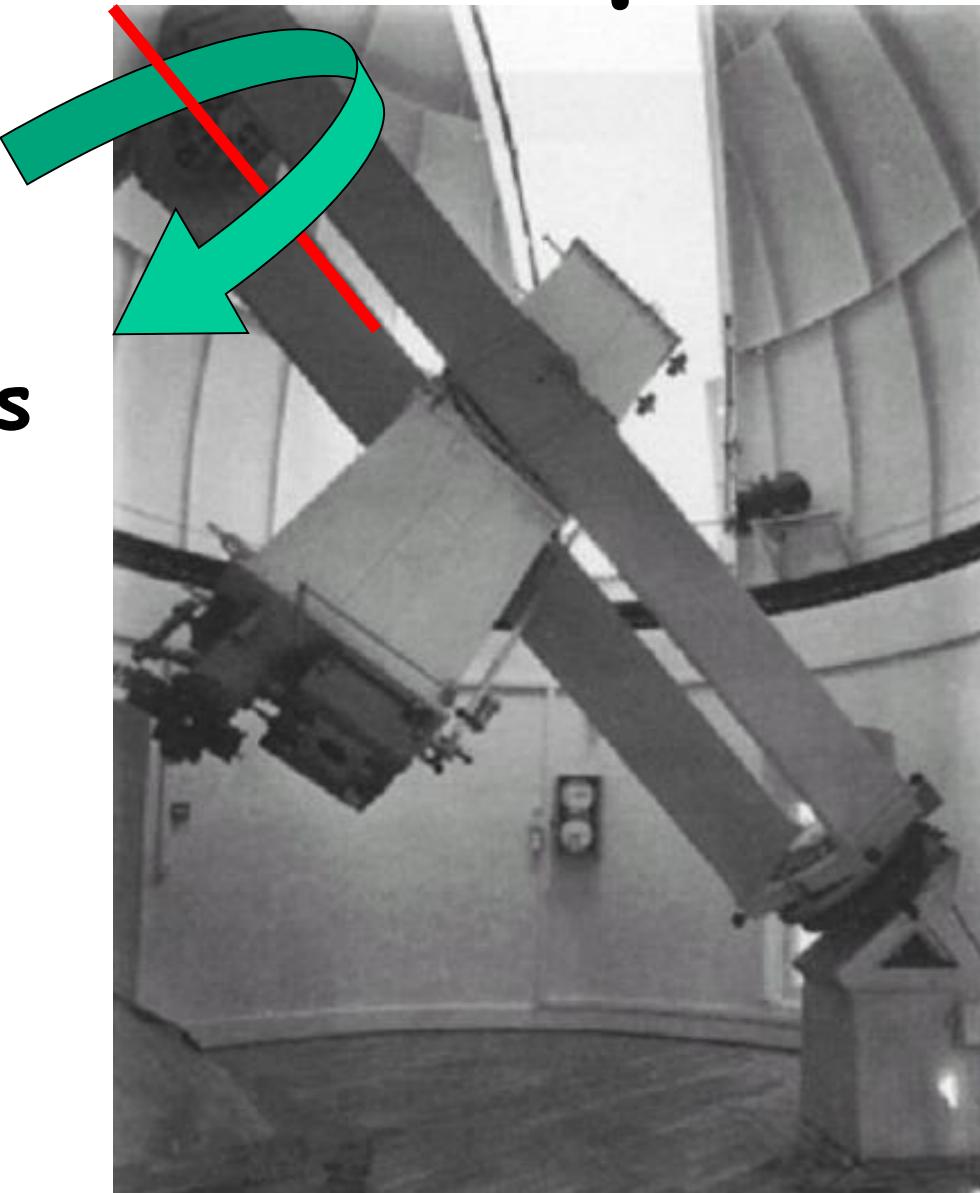
Latitude



L'axe polaire

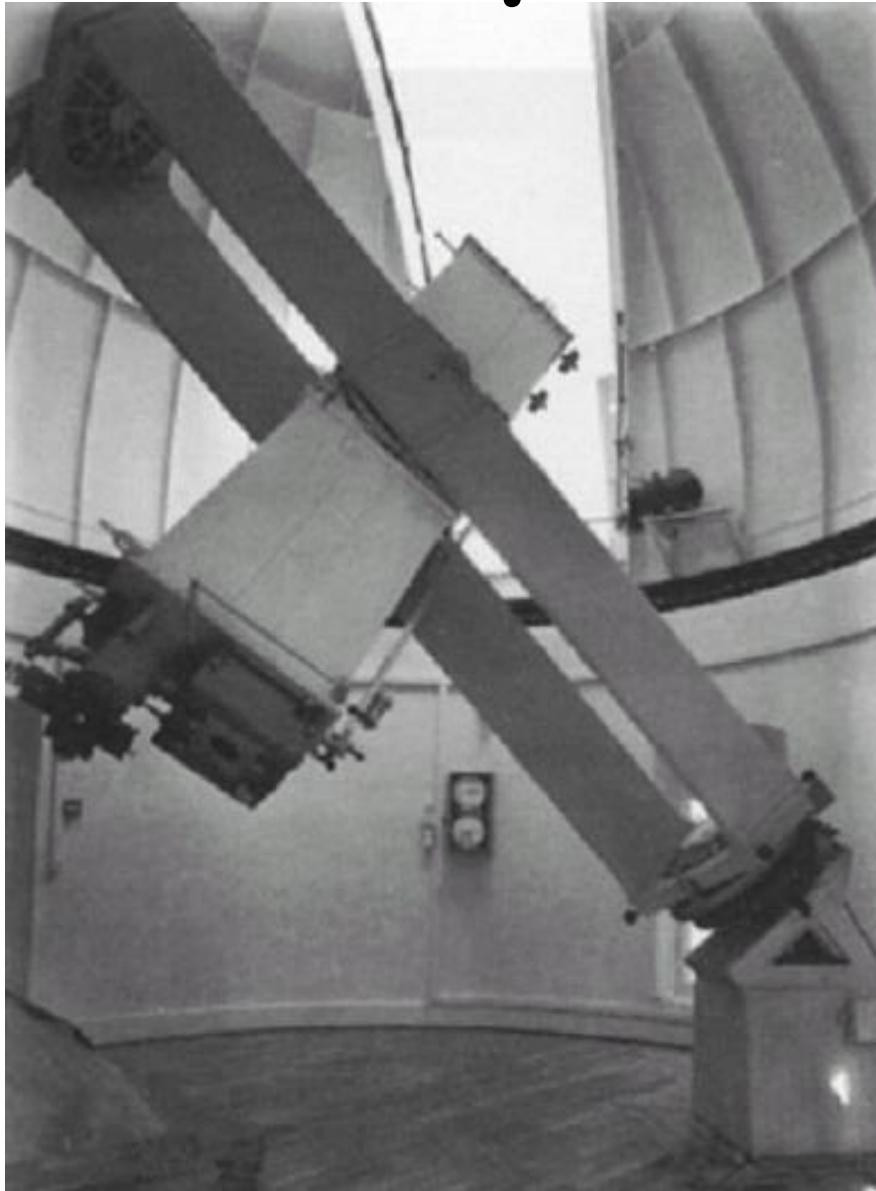
Monture équatoriale

1 tour en
23h 56mn 4s



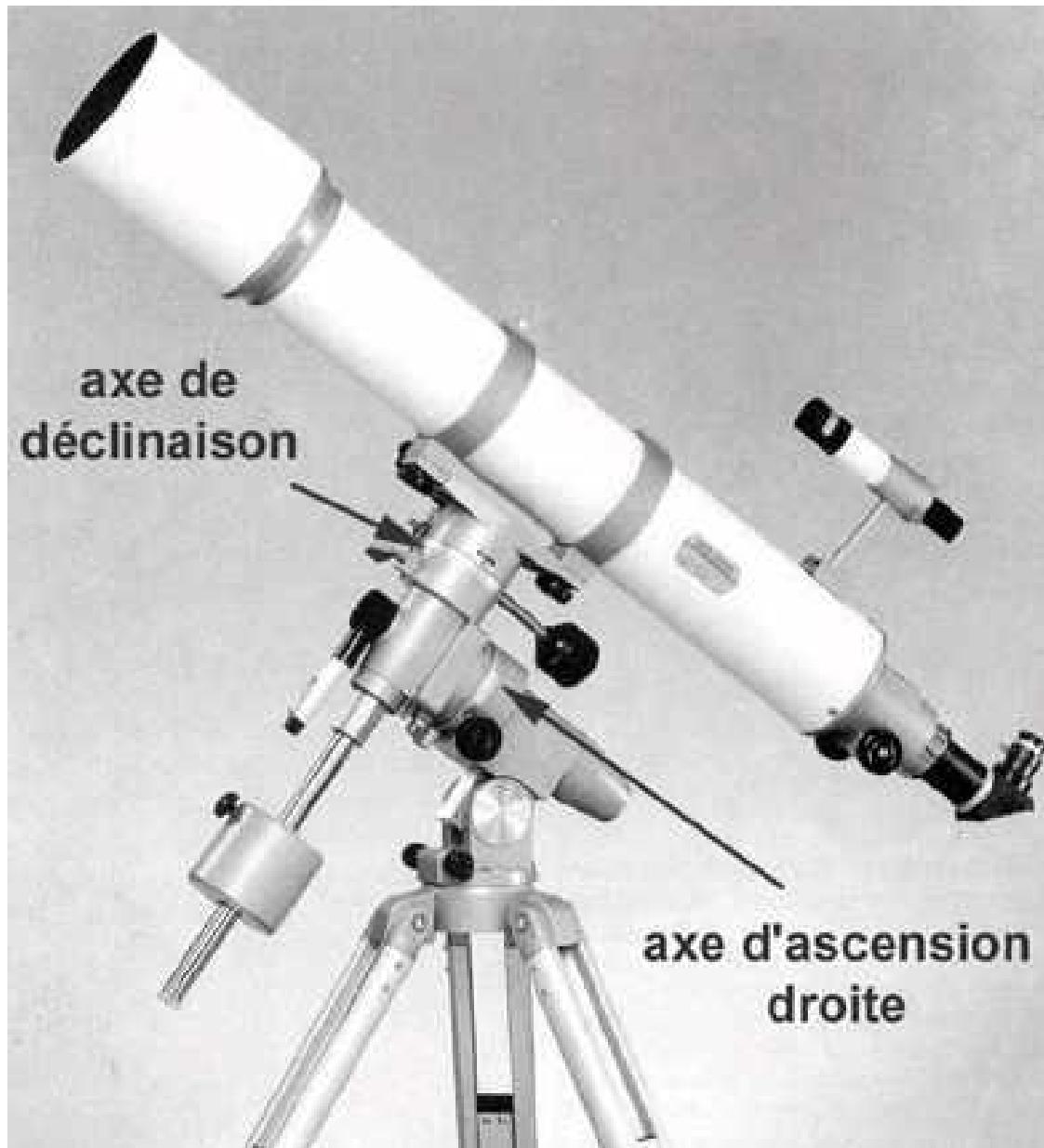
La rotation en ascension droite
permet de suivre les astres

Monture équatoriale



Réglage de la déclinaison

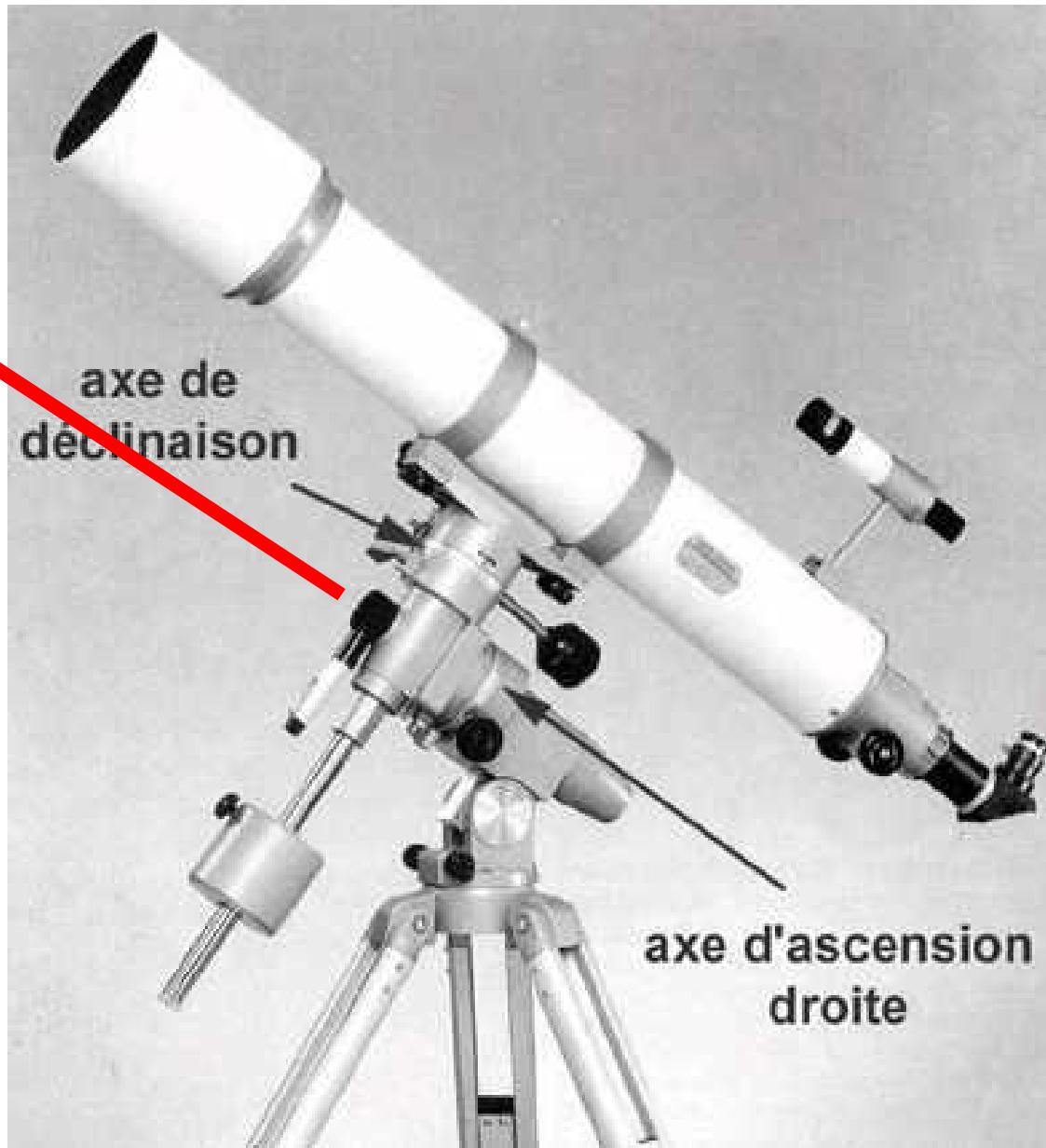
Monture équatoriale



Monture allemande

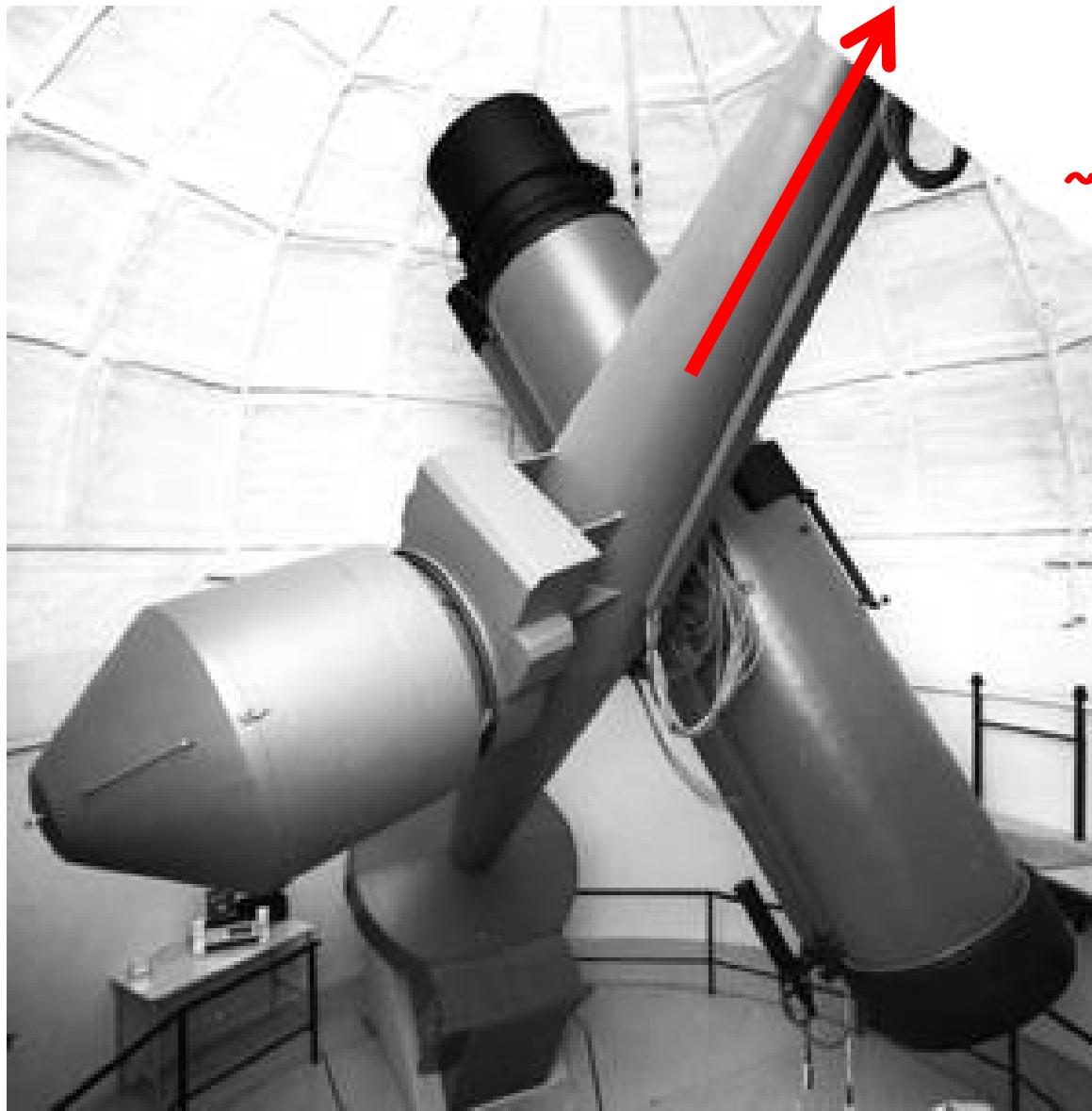
Monture équatoriale

Vers le
pôle céleste
~ étoile polaire



Monture allemande

Monture équatoriale



Vers le
pôle céleste
~ étoile polaire

Monture déportée

Trouver un objet dans le ciel

v5.19.11 Planet: Uranus (INPOP17a)
Satellite: Barycenter (Uranus + U1-U5.)
Observer position: Geocenter
Timescale: UTC

Mean equator and equinox of J2000. ICRF.

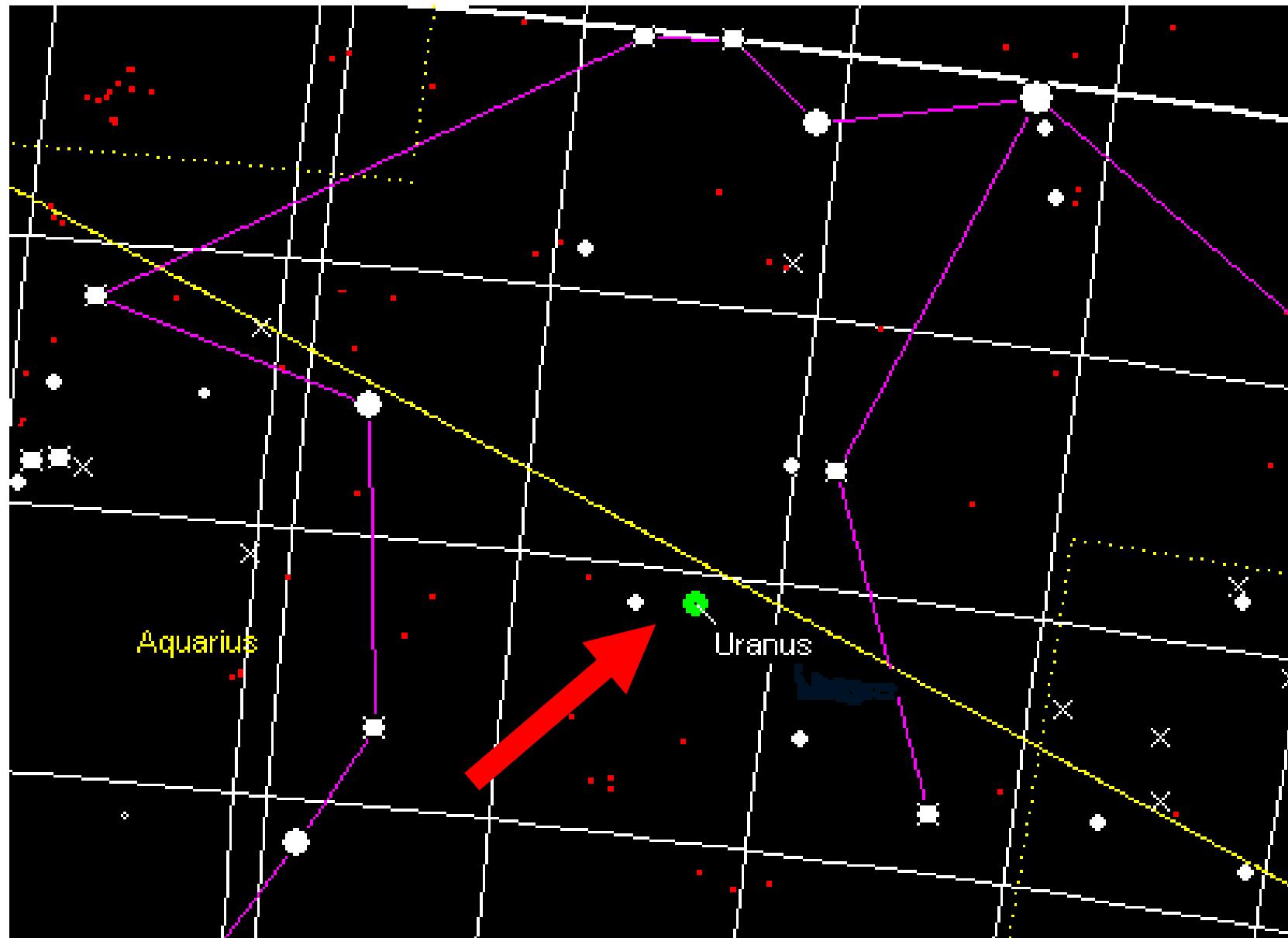
Coordinates astrometric

Year	M	D	H	M	S	alpha (h m s)	delta (° ' ")
2020	1	31	0	0	0.00	2 2 4.624967	11 54 23.795631
2020	2	1	0	0	0.00	2 2 8.662214	11 54 47.418442
2020	2	2	0	0	0.00	2 2 12.892246	11 55 12.061773
2020	2	3	0	0	0.00	2 2 17.313810	11 55 37.717648
2020	2	4	0	0	0.00	2 2 21.925598	11 56 4.377711
2020	2	5	0	0	0.00	2 2 26.726252	11 56 32.033283
2020	2	6	0	0	0.00	2 2 31.714373	11 57 0.675401
2020	2	7	0	0	0.00	2 2 36.888546	11 57 30.294914
2020	2	8	0	0	0.00	2 2 42.247349	11 58 0.882589
2020	2	9	0	0	0.00	2 2 47.789368	11 58 32.429253
2020	2	10	0	0	0.00	2 2 53.513226	11 59 4.925916
2020	2	11	0	0	0.00	2 2 59.417599	11 59 38.363869
2020	2	12	0	0	0.00	2 3 5.501184	12 0 12.734691
2020	2	13	0	0	0.00	2 3 11.762711	12 0 48.030186
2020	2	14	0	0	0.00	2 3 18.200899	12 1 24.242235



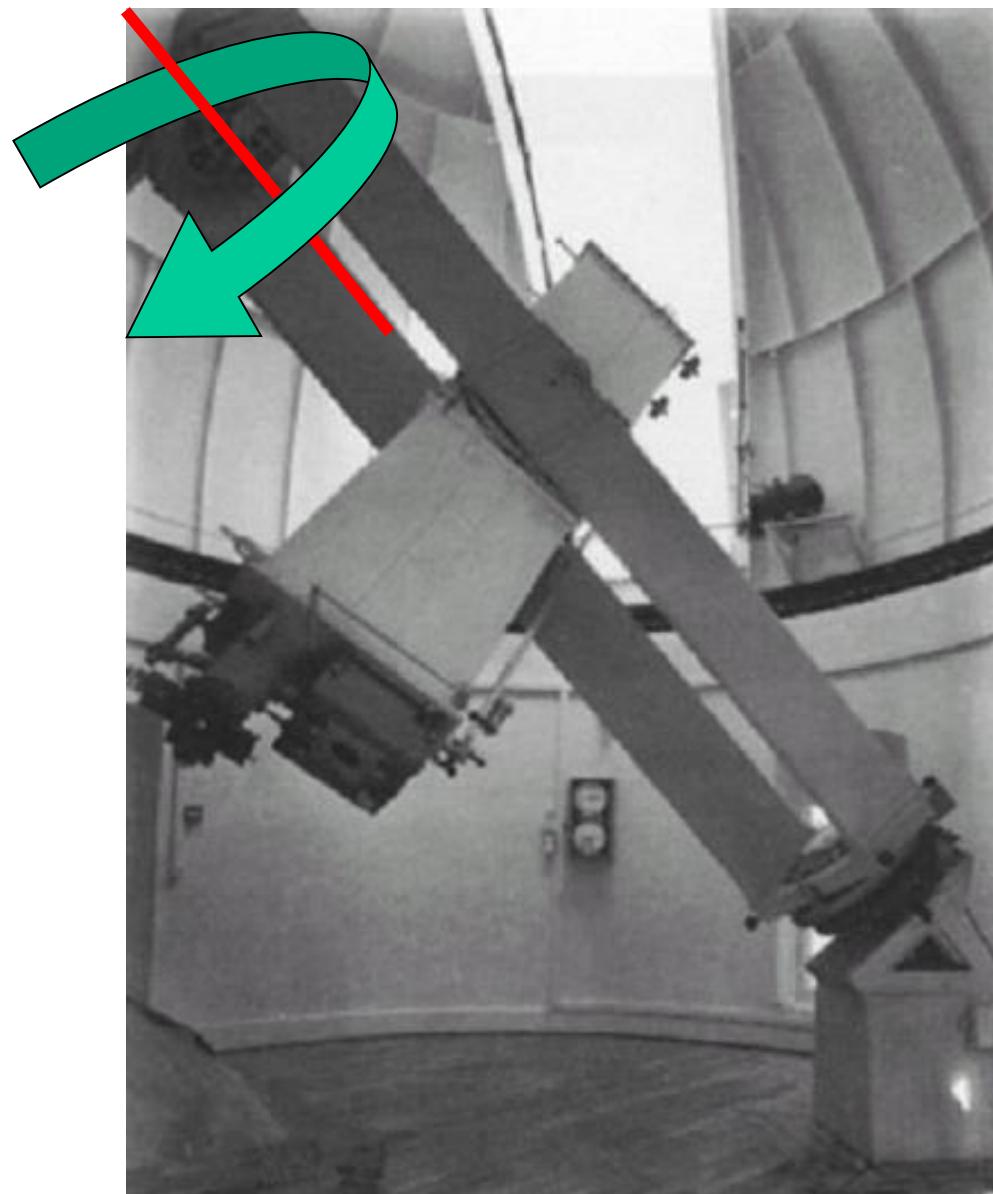
Coordonnées équatoriales

Trouver un objet dans le ciel



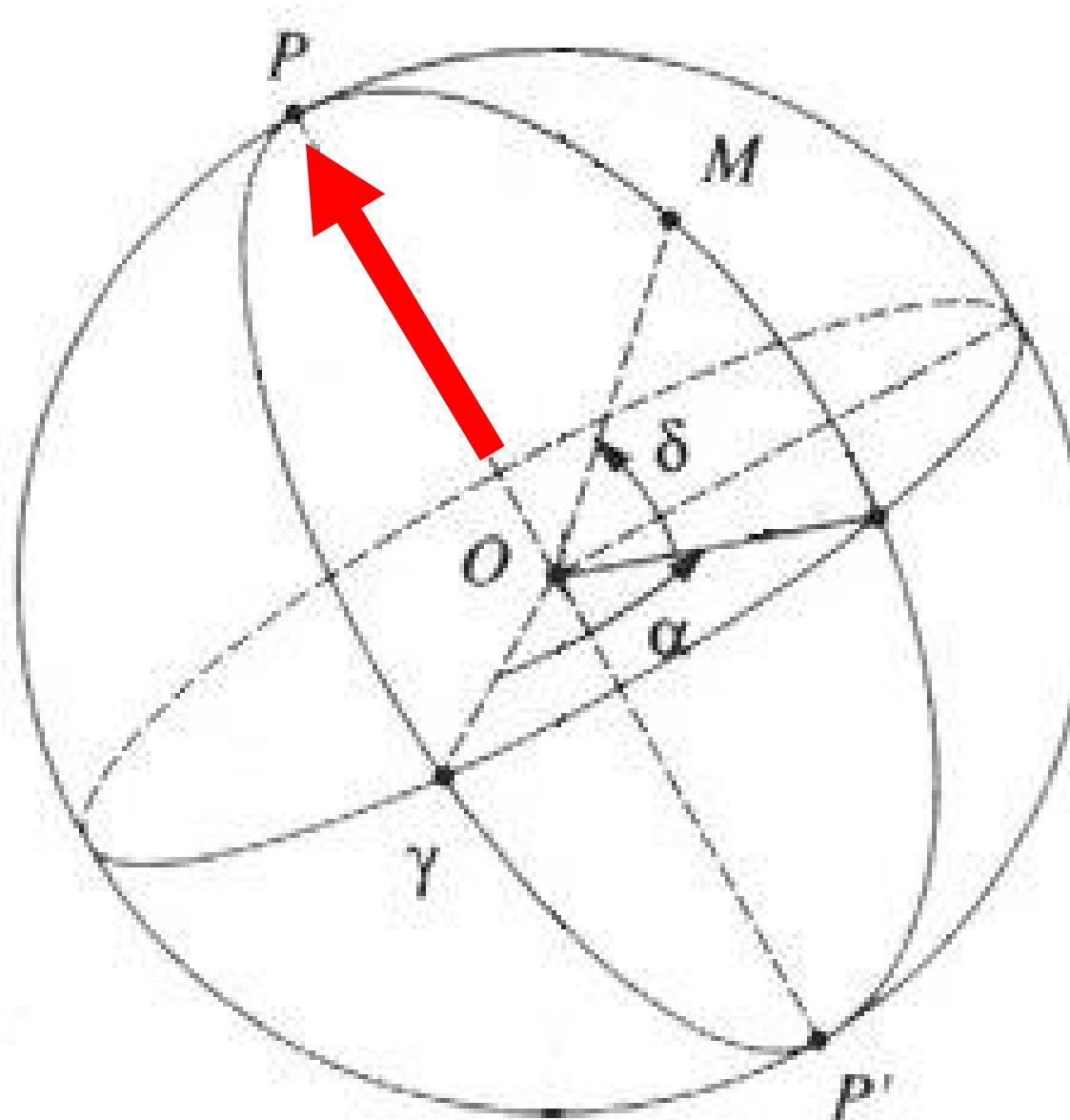
Coordonnées équatoriales

Recherche aux cercles



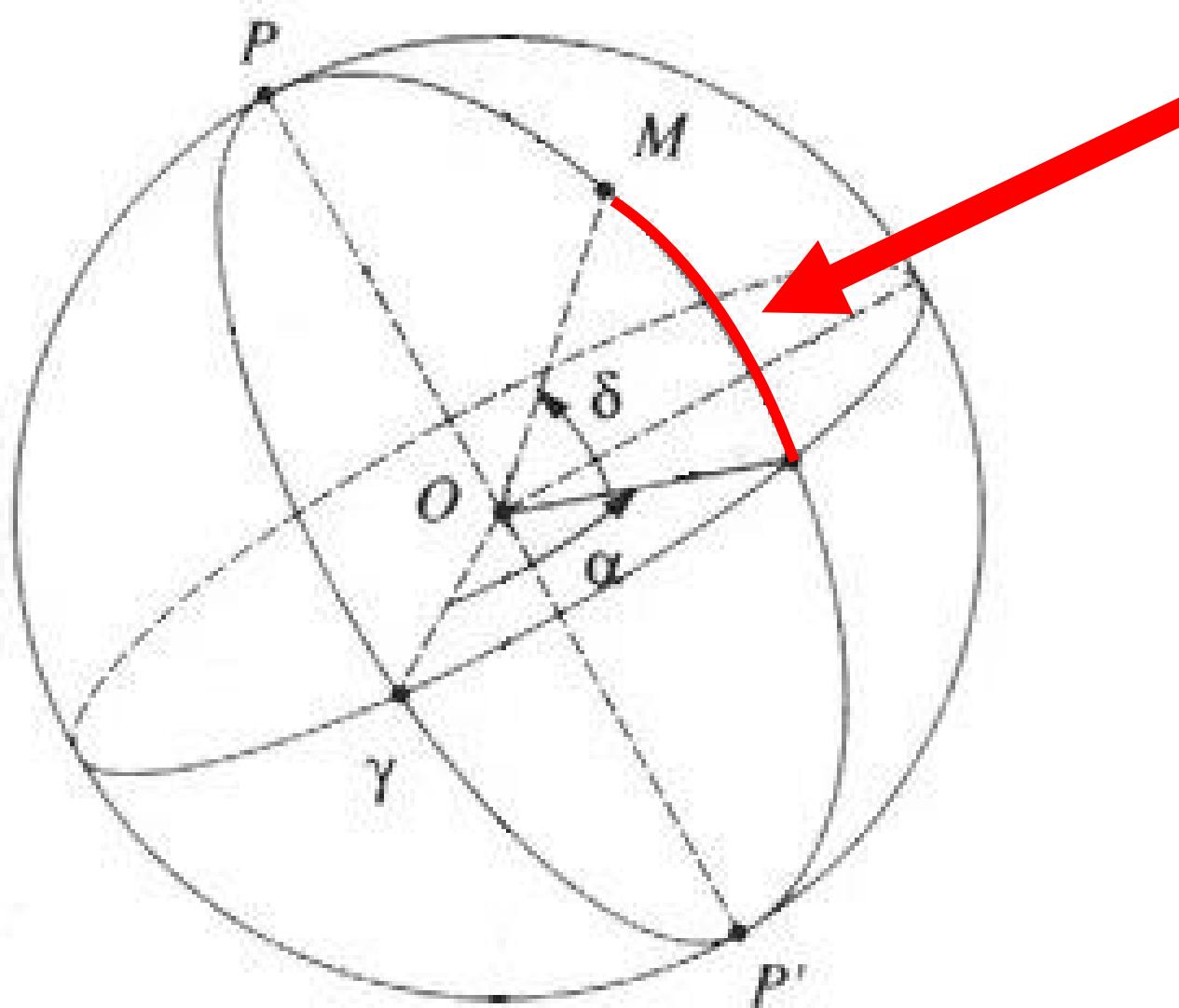
Coordonnées équatoriales

Recherche aux cercles



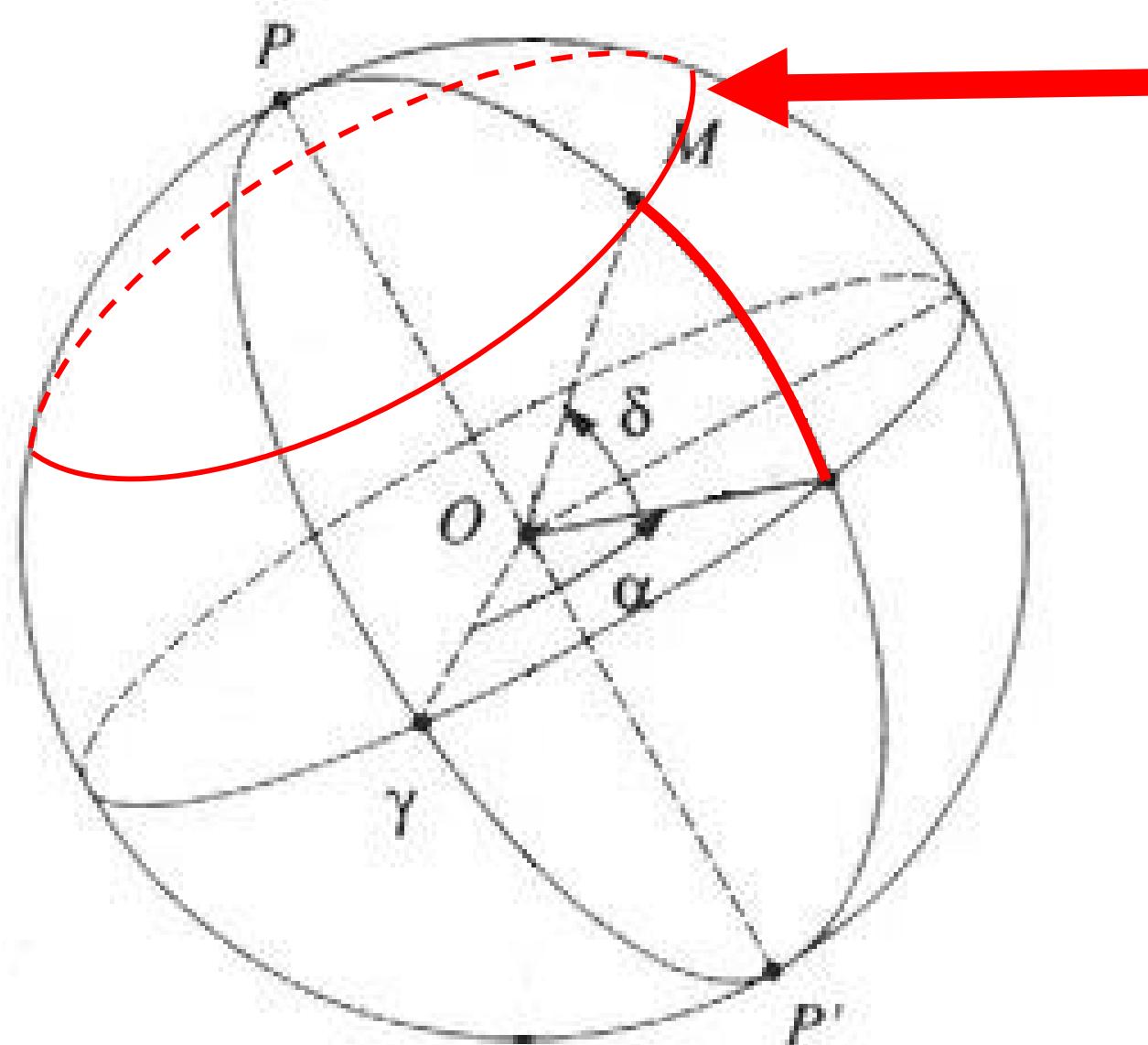
Axe polaire orienté vers le pôle

Recherche aux cercles



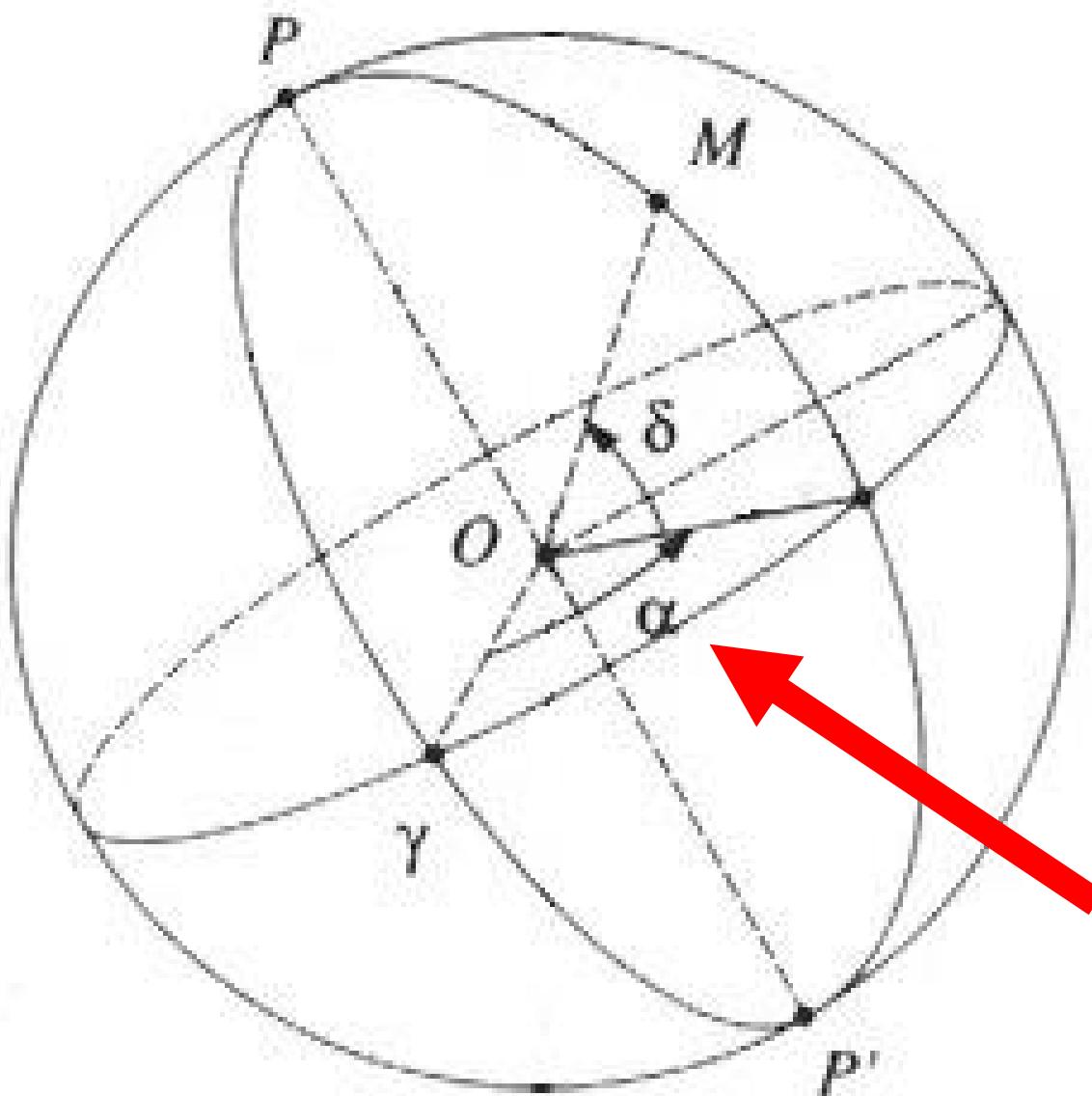
Réglage de la déclinaison

Recherche aux cercles



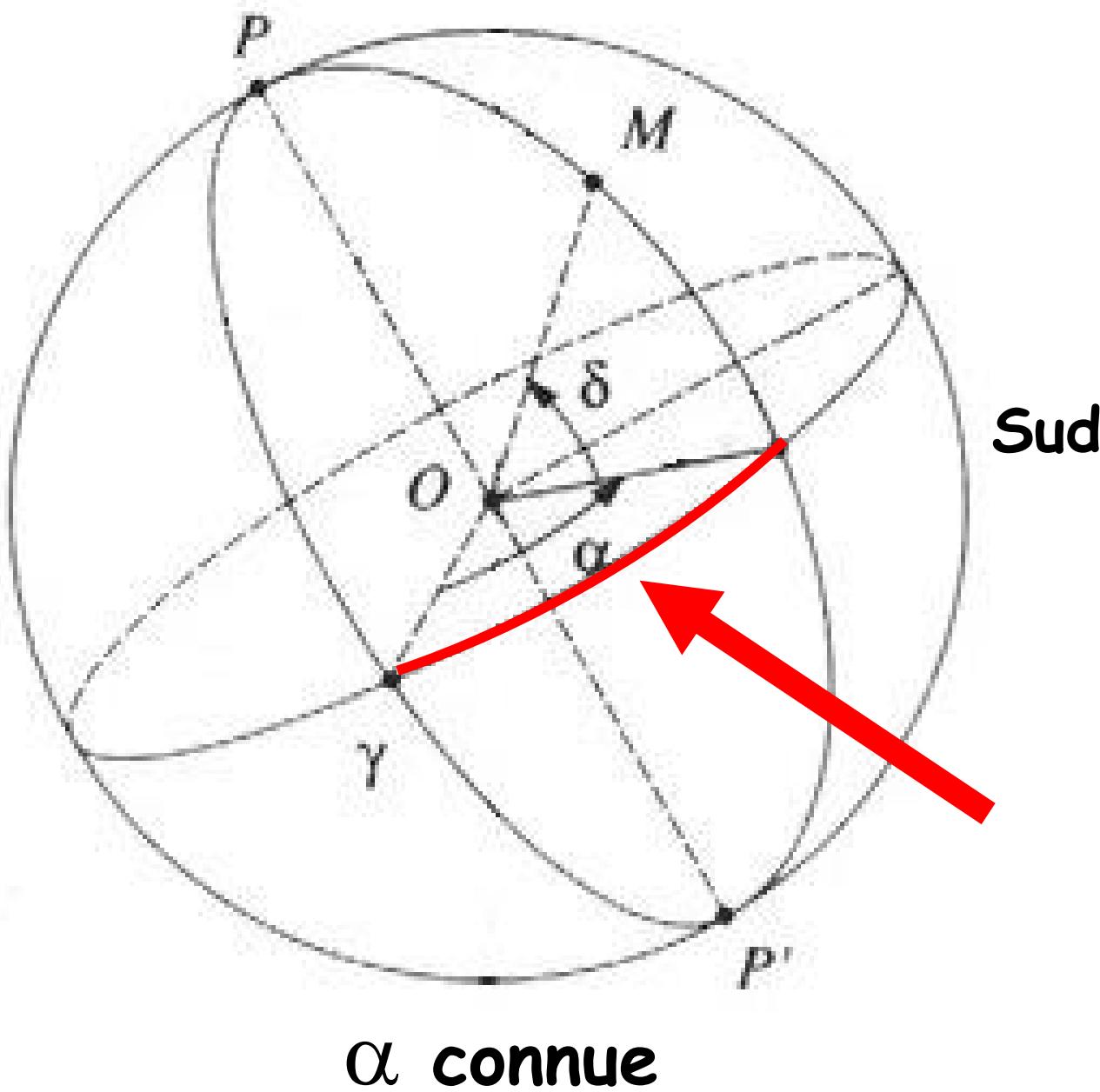
Cercle de déclinaison

Recherche aux cercles

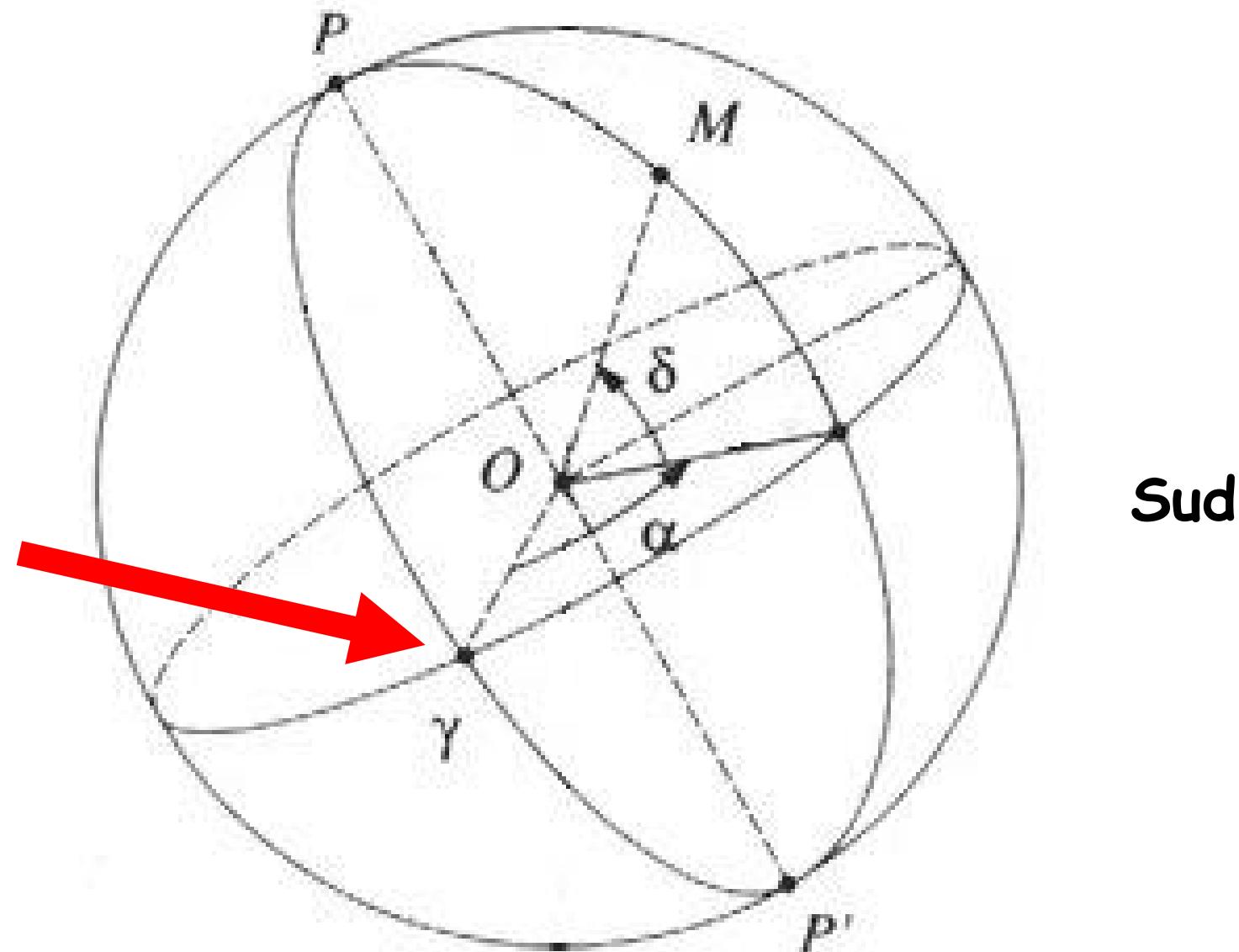


Réglage de l'ascension droite

Recherche aux cercles

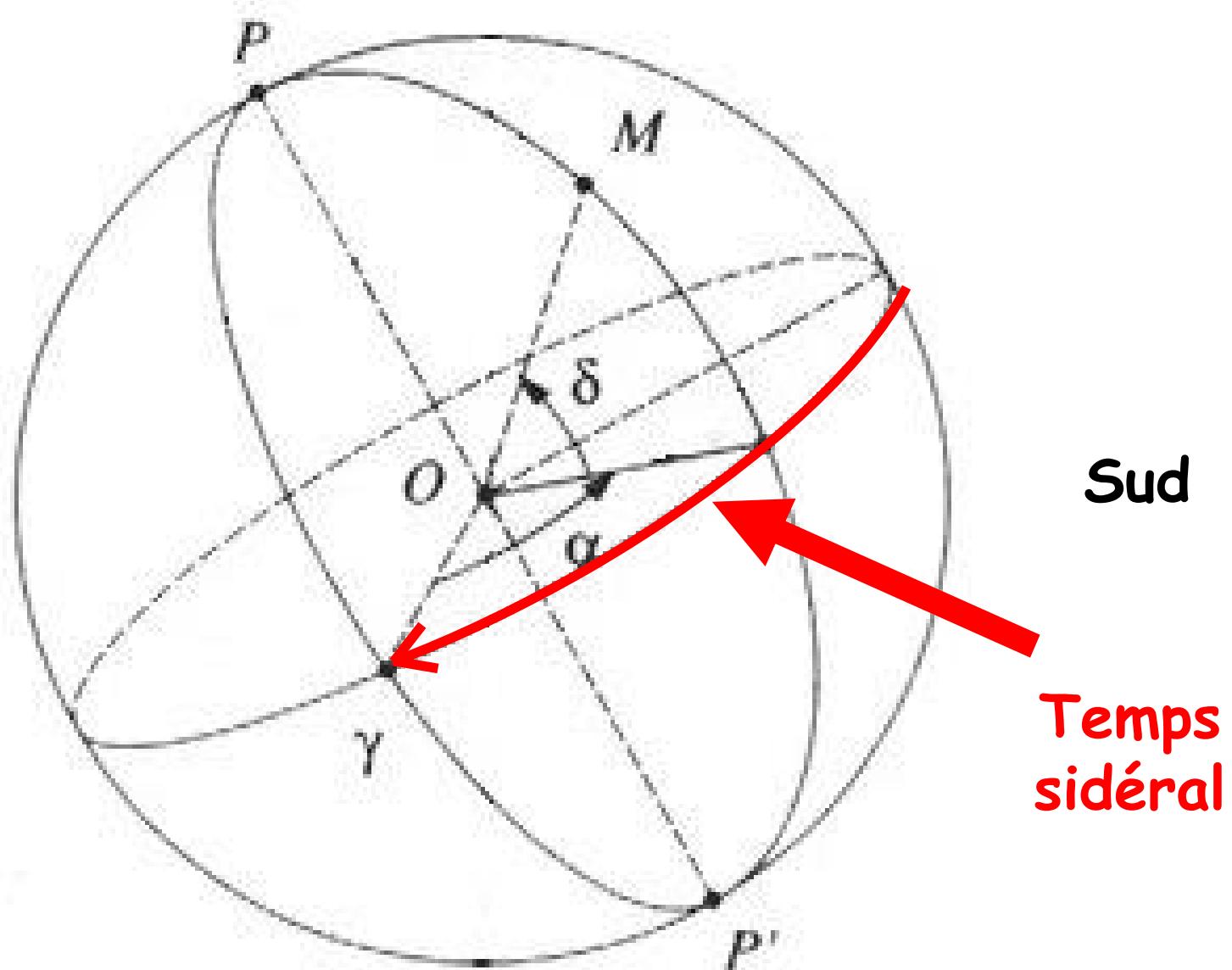


Recherche aux cercles



Mais où est γ (origine des α) ?

Recherche aux cercles



γ passe au méridien à 0h T.S.

Temps sidéral

Temps écoulé depuis le
passage du point vernal au
méridien du lieu

Détermination du temps sidéral

JJ	Jour semaine	Temps sidéral de Greenwich à 0 h TU
20040101.50	Jeudi	6 h 39 m 60 s
20040102.50	Vendredi	6 h 43 m 56 s
20040103.50	Samedi	6 h 47 m 53 s
20040104.50	Dimanche	6 h 51 m 49 s
20040105.50	Lundi	6 h 55 m 46 s
20040106.50	Mardi	6 h 59 m 42 s
20040107.50	Mercredi	7 h 03 m 39 s
20040108.50	Jeudi	7 h 07 m 36 s
20040109.50	Vendredi	7 h 11 m 32 s
20040110.50	Samedi	7 h 15 m 29 s
20040111.50	Dimanche	7 h 19 m 25 s
20040112.50	Lundi	7 h 23 m 22 s
20040113.50	Mardi	7 h 27 m 18 s
20040114.50	Mercredi	7 h 31 m 15 s
20040115.50	Jeudi	7 h 35 m 11 s
20040116.50	Vendredi	7 h 39 m 8 s
20040117.50	Samedi	7 h 43 m 5 s
20040118.50	Dimanche	7 h 47 m 1 s

Les éphémérides donnent le temps sidéral à Greenwich à 0h

Détermination du temps sidéral

$$TSL_t = TSG_t - L$$

Temps sidéral à
Greenwich à t heure

Longitude en h mn s
(comptée négativement
vers l'Est)

Temps sidéral local à t heure

Détermination du temps sidéral

$$TSL_t = TSG_t - L$$



Temps sidéral à Greenwich à t heure Si nous sommes à L'Est
 $TSL_t = TSG_t - L$ (- L) est positif
Le point vernal est passé ici avant de passer à Greenwich

Temps sidéral local à t heure

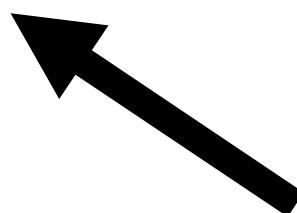
Détermination du temps sidéral

Le temps sidéral augmente de
360° soit 24h d'AD
en 23h 56 mn 4s

$$TSG_t = TSG_0 + t \times (24h / 23h\ 56mn\ 4s)$$



Temps sidéral
à Greenwich
à t heure



Temps sidéral à
Greenwich à 0 h

Détermination du temps sidéral

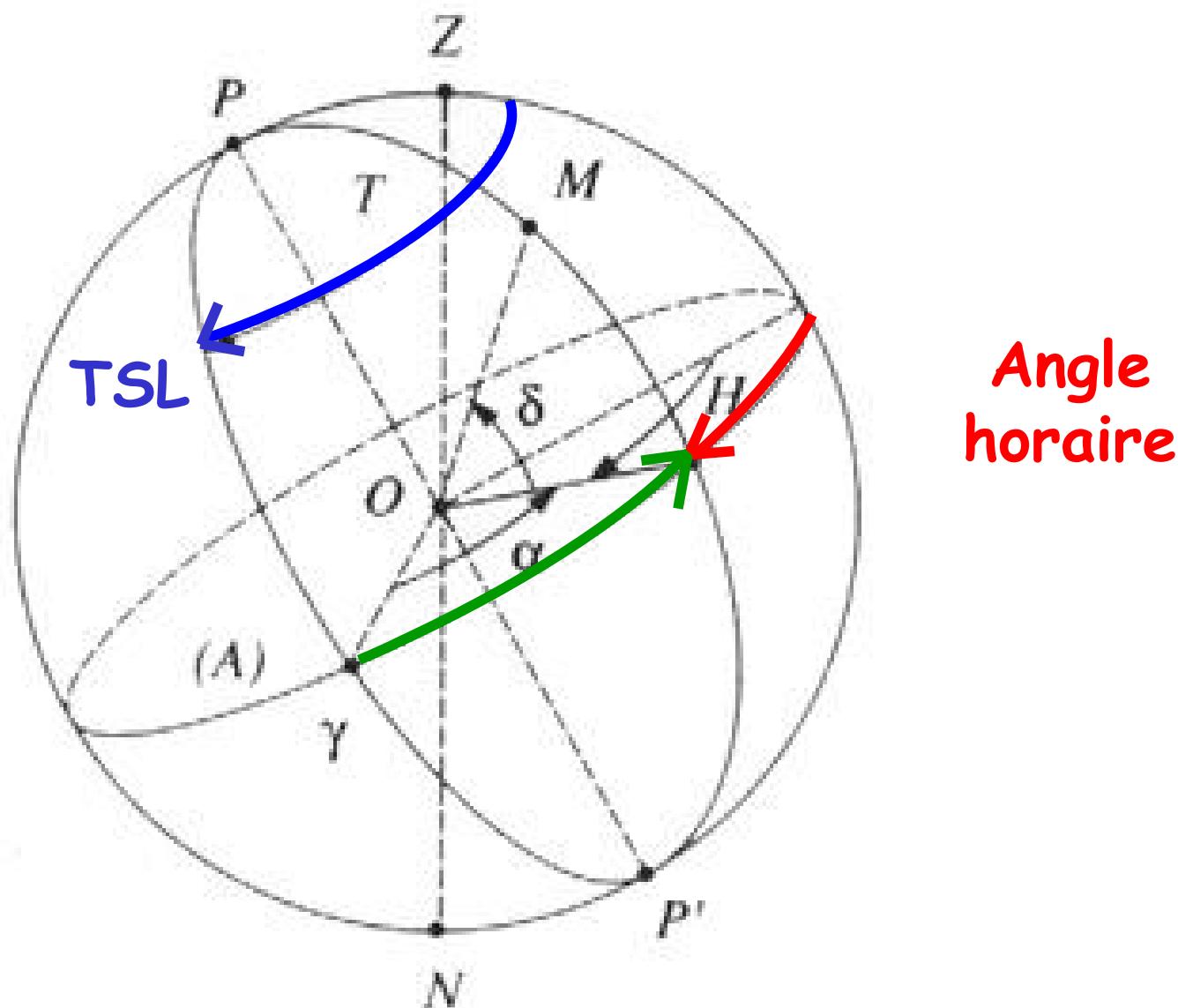
$$TSL_t = TSG_0 + t \times (24h/23h\ 56mn\ 4s) - L$$

↑
Temps sidéral local à t heure

↑
Temps sidéral à Greenwich à 0 h

→
Longitude en h mn s

Recherche aux cercles



$$H = TSL - \alpha$$

Recherche aux cercles

Pour le TS,
en l'absence d'éphémérides,
on utilise la formule numérique

$$TSG_0 = 24 \times \text{partie décimale de} \\ (0,276919398 + \\ 100,0021359 T + \\ 0,000001075 T^2)$$

$$\text{Avec } T = (JJ - 2415020,0) / 36525$$

Recherche aux cercles

Les instruments modernes
utilise cette formule,
et un ordinateur effectue,
en permanence,
le calcul de l'angle horaire
en fonction
de la date et l'heure,
de α et de la longitude

Recherche aux cercles

On peut également
se placer sur
une étoile brillante
dont on connaît α

et se déplacer relativement à
cette étoile

Recherche aux cercles

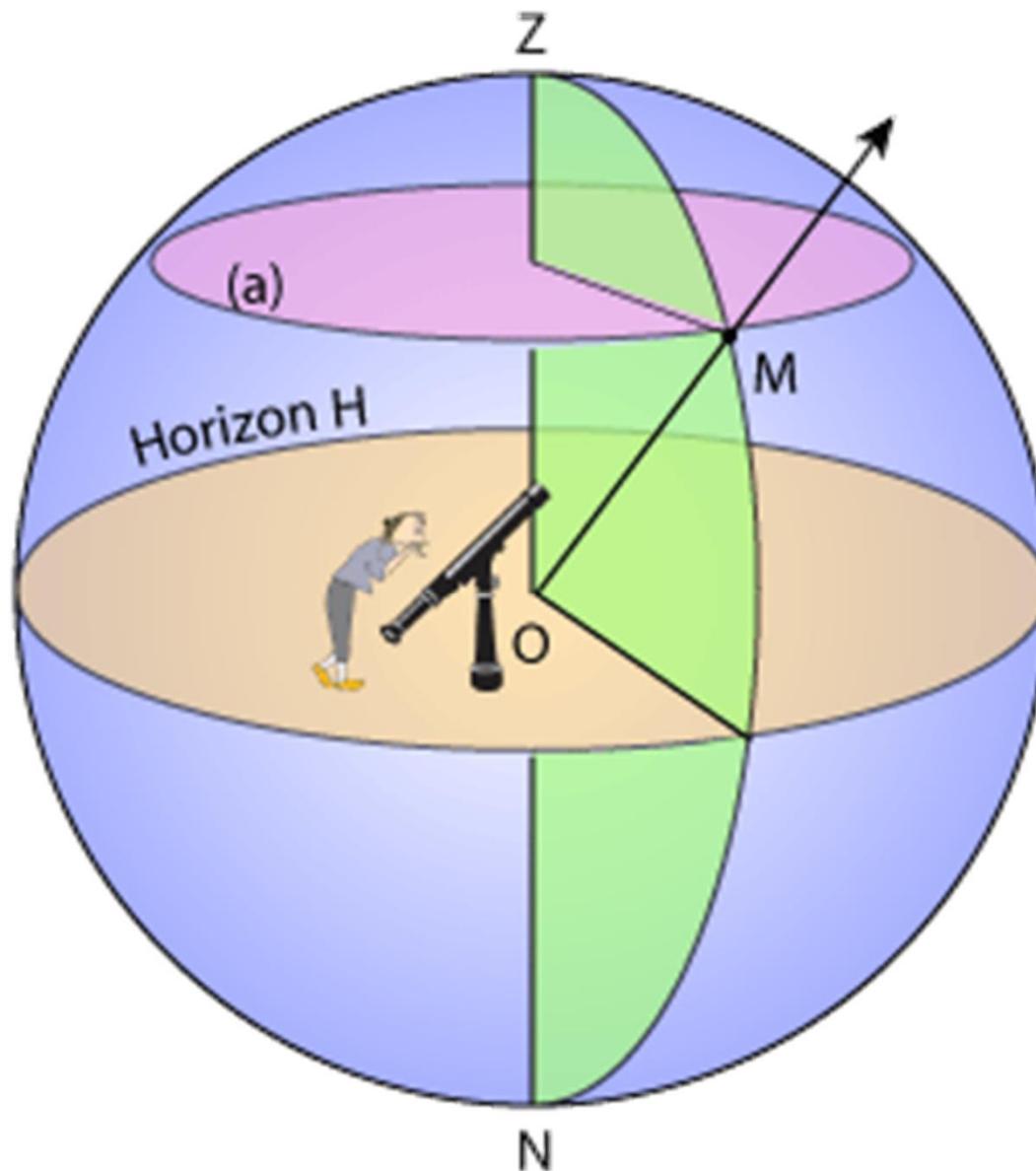


Pendant le déplacement
l'objet se déplace vers l'ouest
à la vitesse horaire

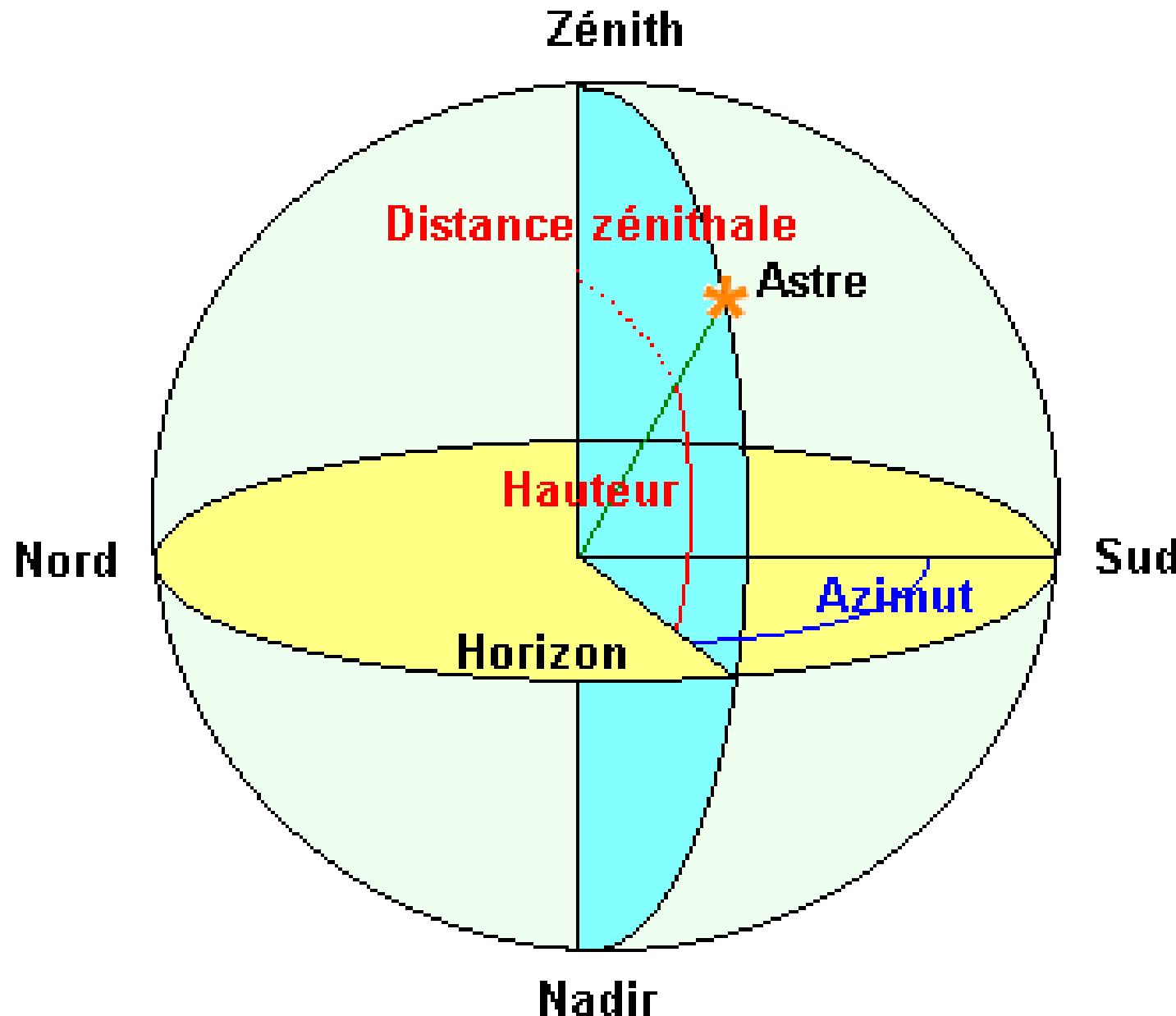


Petits déplacement

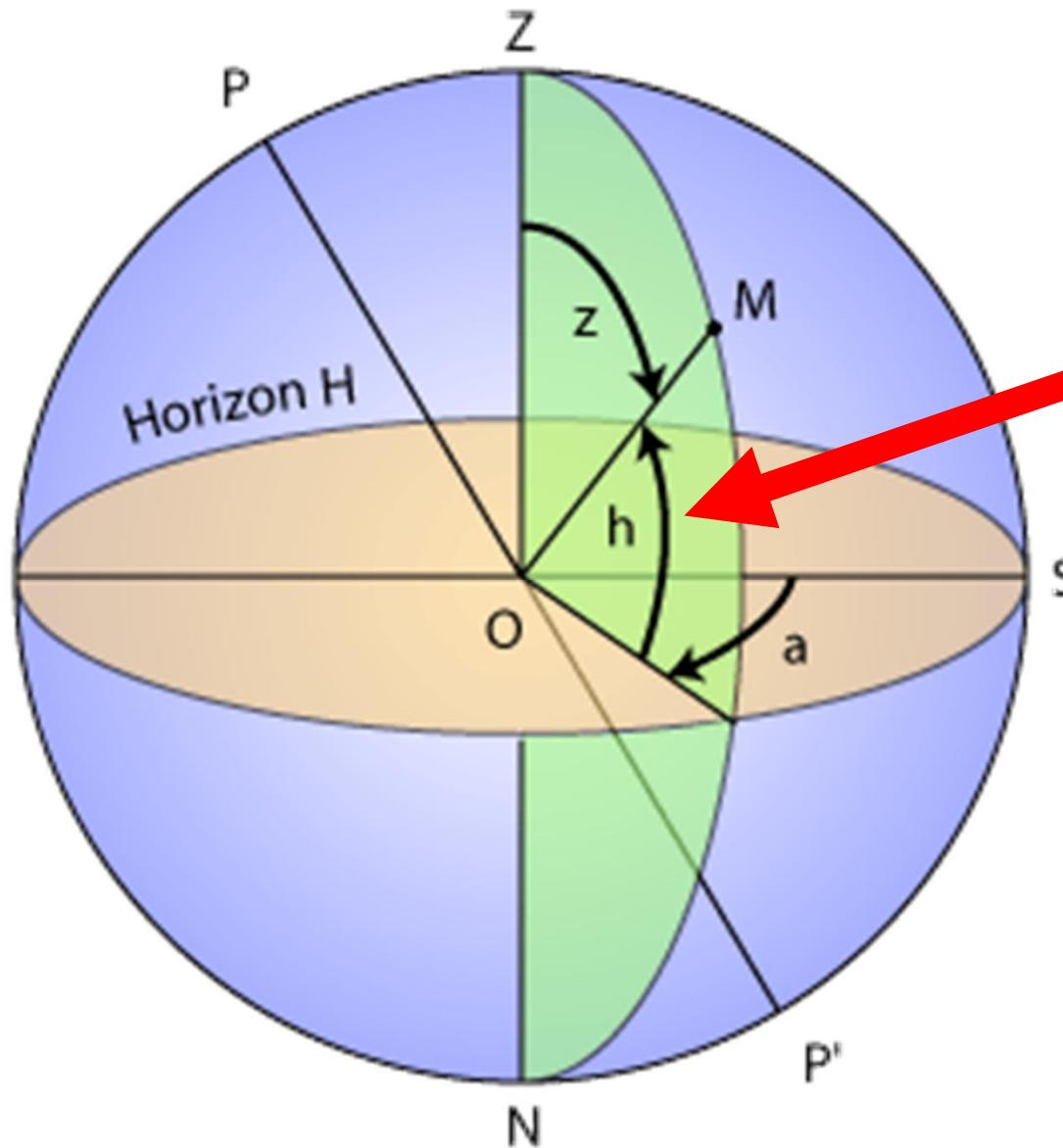
Coordonnées horizontales



Coordonnées horizontales

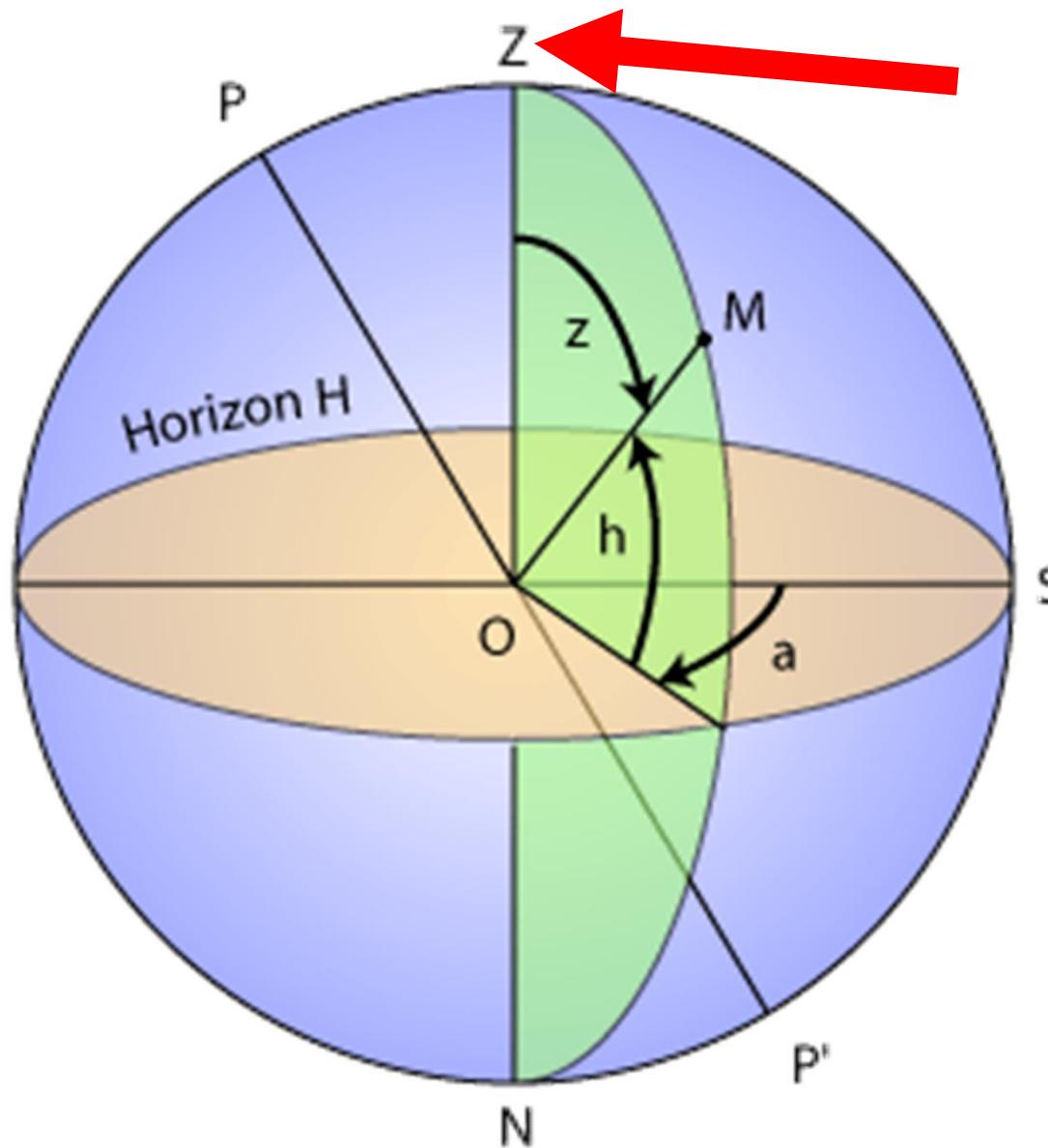


Coordonnées horizontales



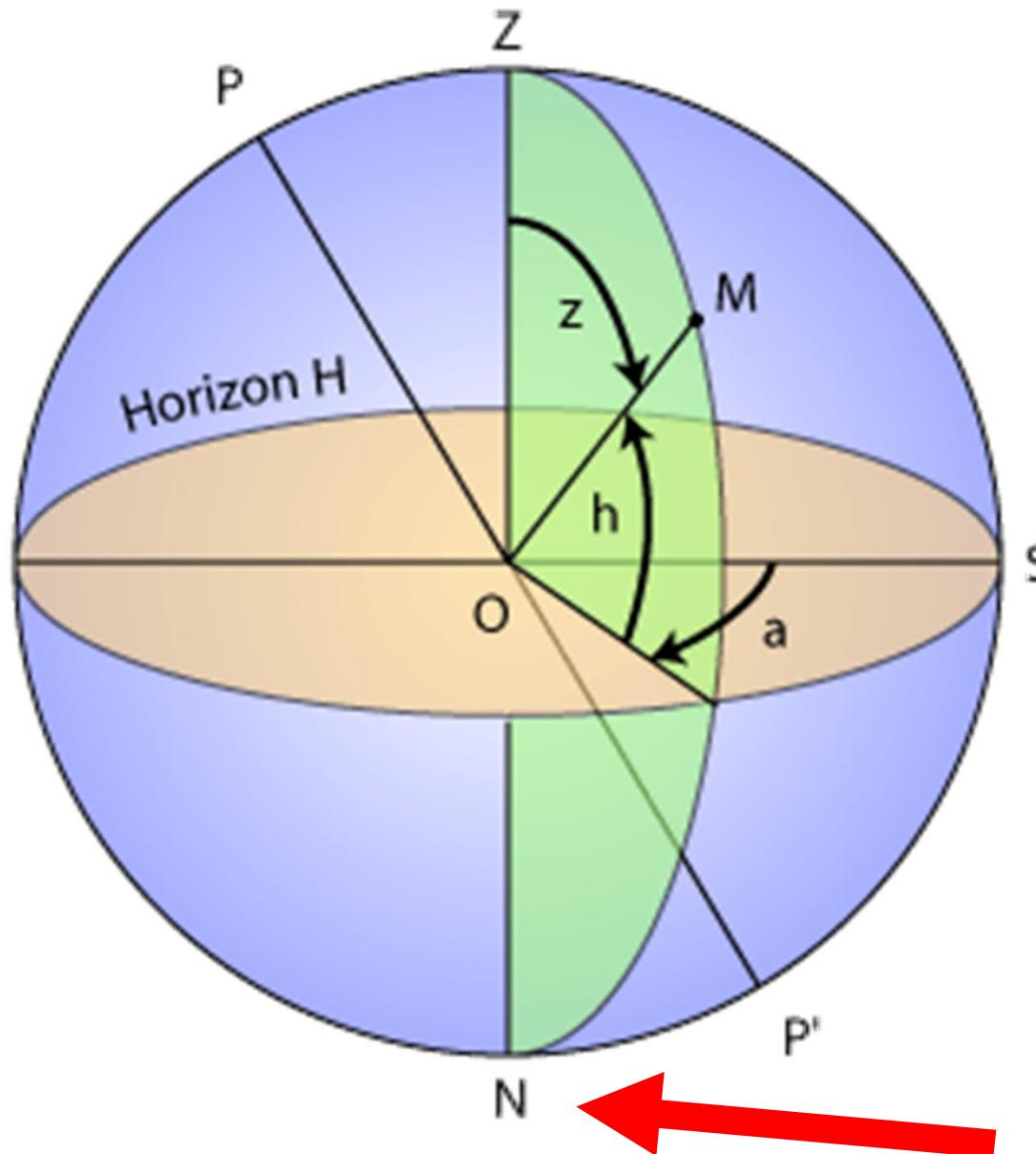
h : Hauteur au dessus de l'horizon

Coordonnées horizontales



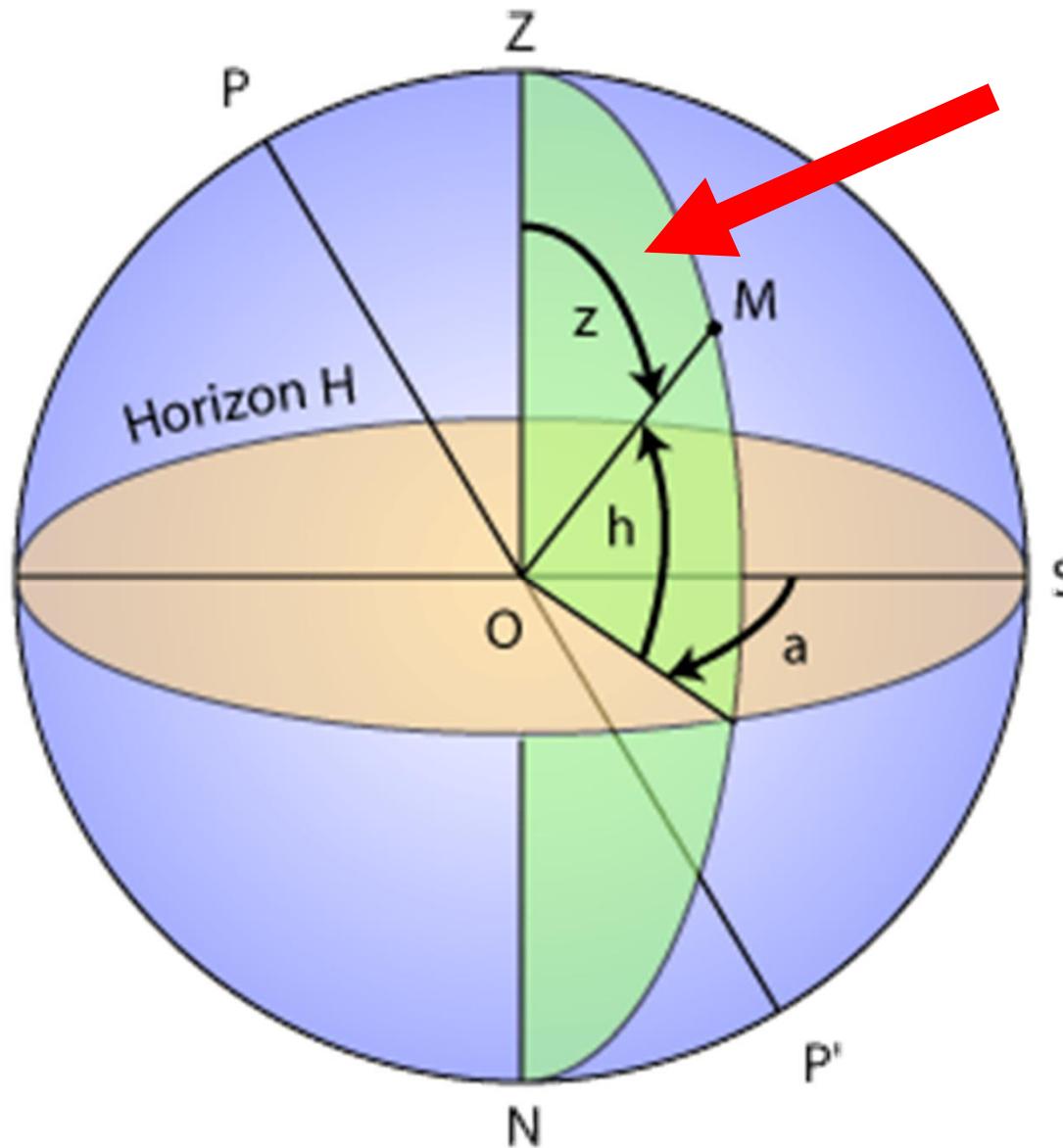
Zénith

Coordonnées horizontales



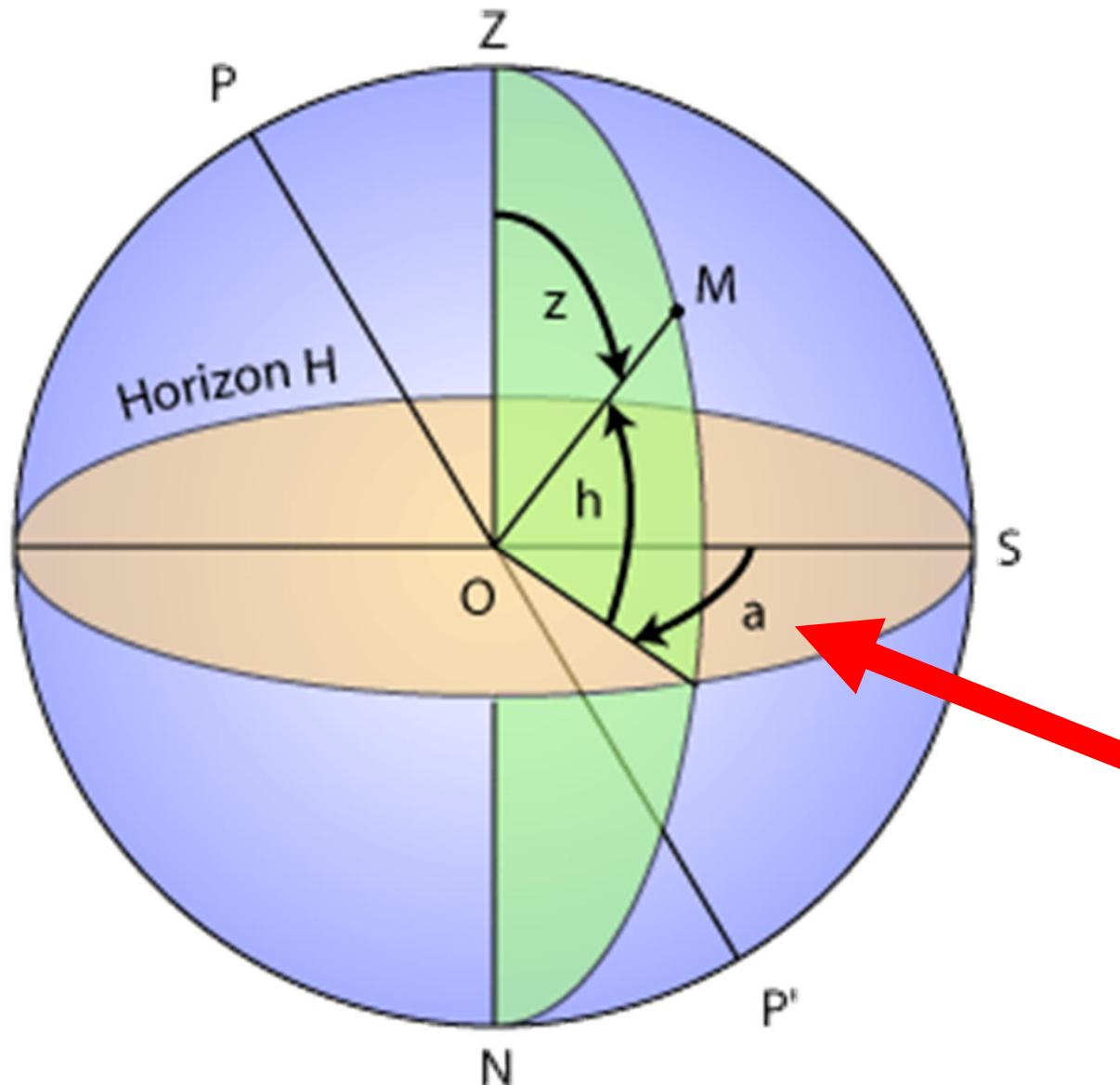
Nadir

Coordonnées horizontales



$$z = 90^\circ - h : \text{distance zénithale}$$

Coordonnées horizontales



a : angle avec la direction du Sud
Azimut

Coordonnées horizontales

Pour savoir si un astre est visible



hauteur entre 0 et 90°

Coordonnées horizontales

L'heure de lever
hauteur = 0°

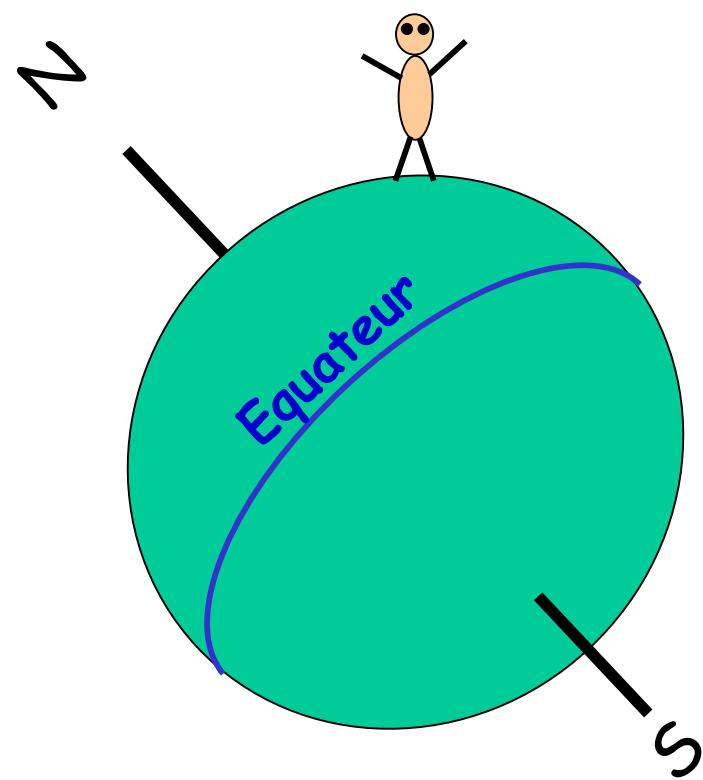
A l'est
azimut entre 180° et 360°

Coordonnées horizontales

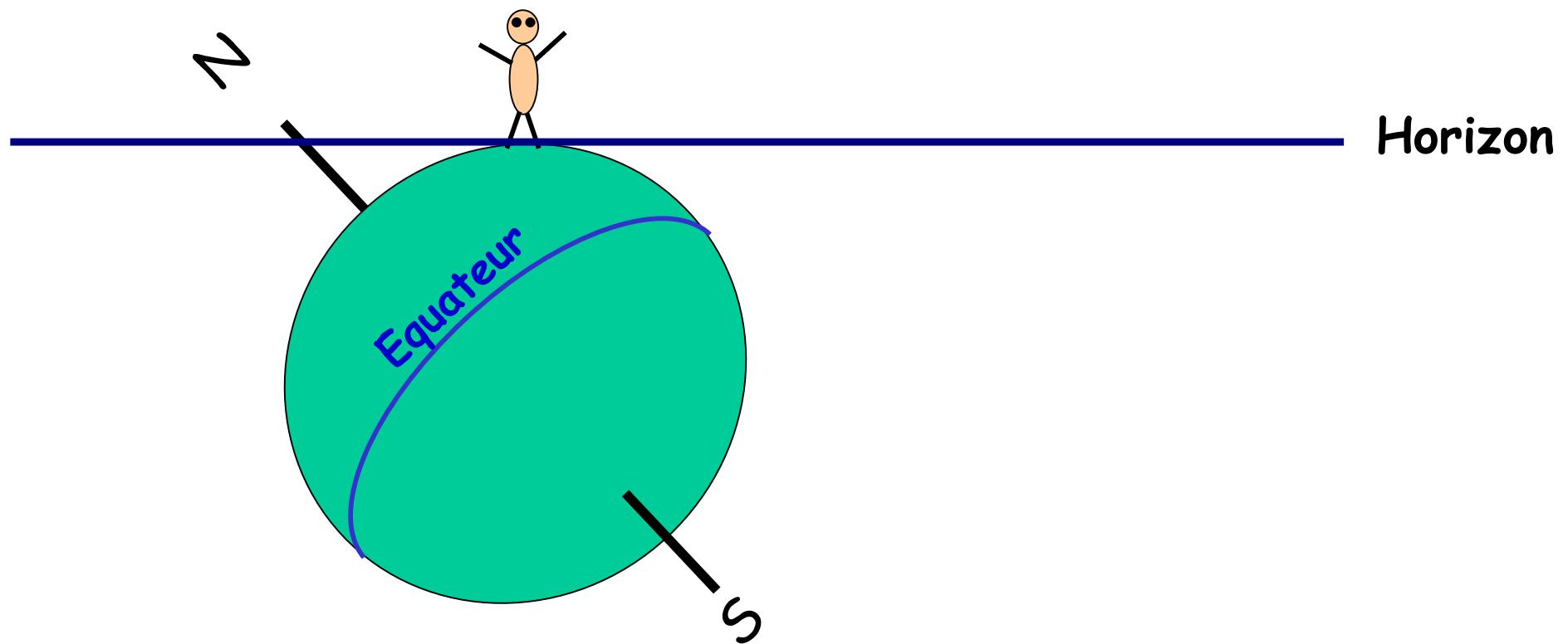
L'heure de coucher
hauteur = 0°

A l'ouest
azimut entre 0° et 180°

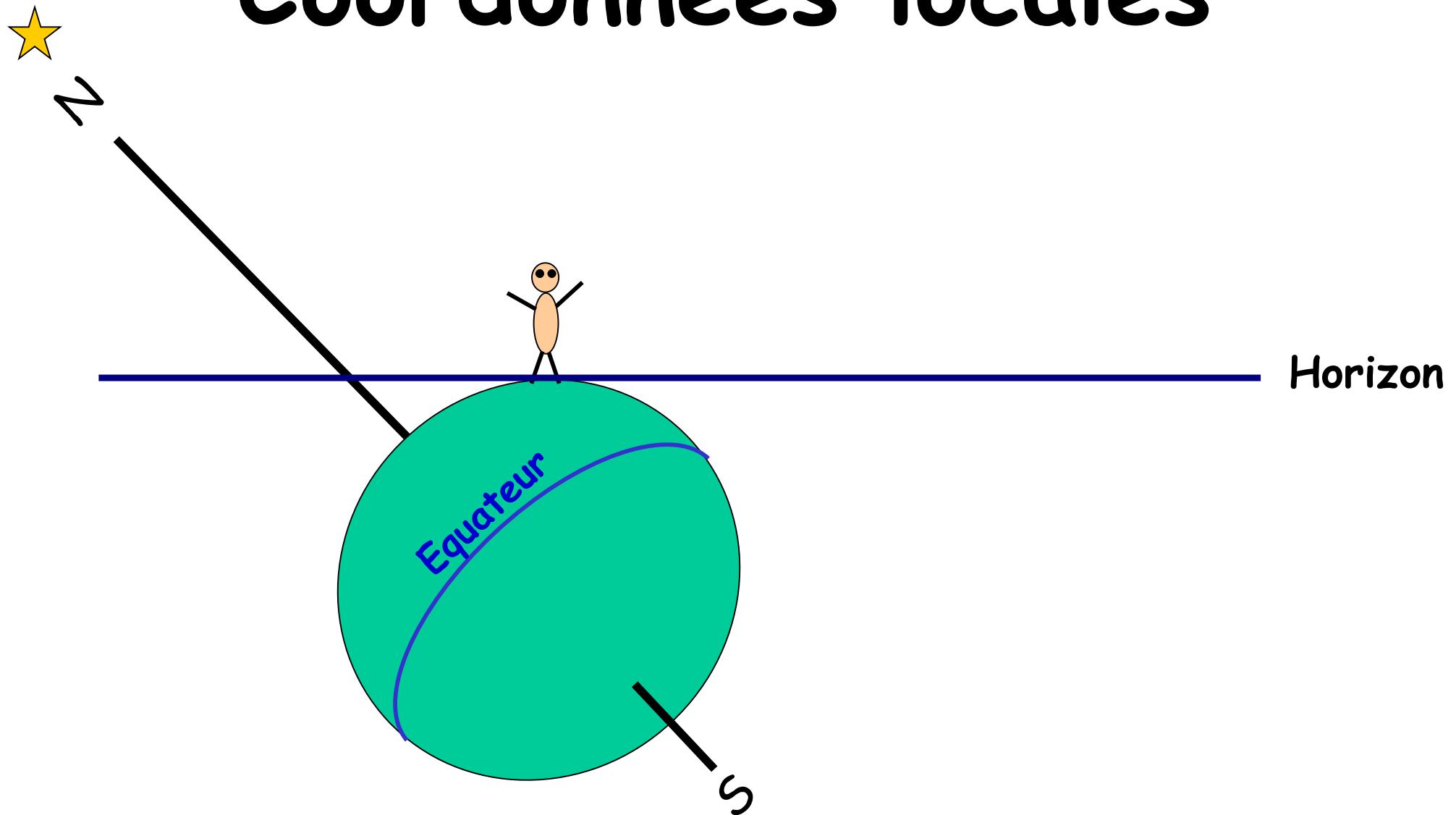
Coordonnées locales



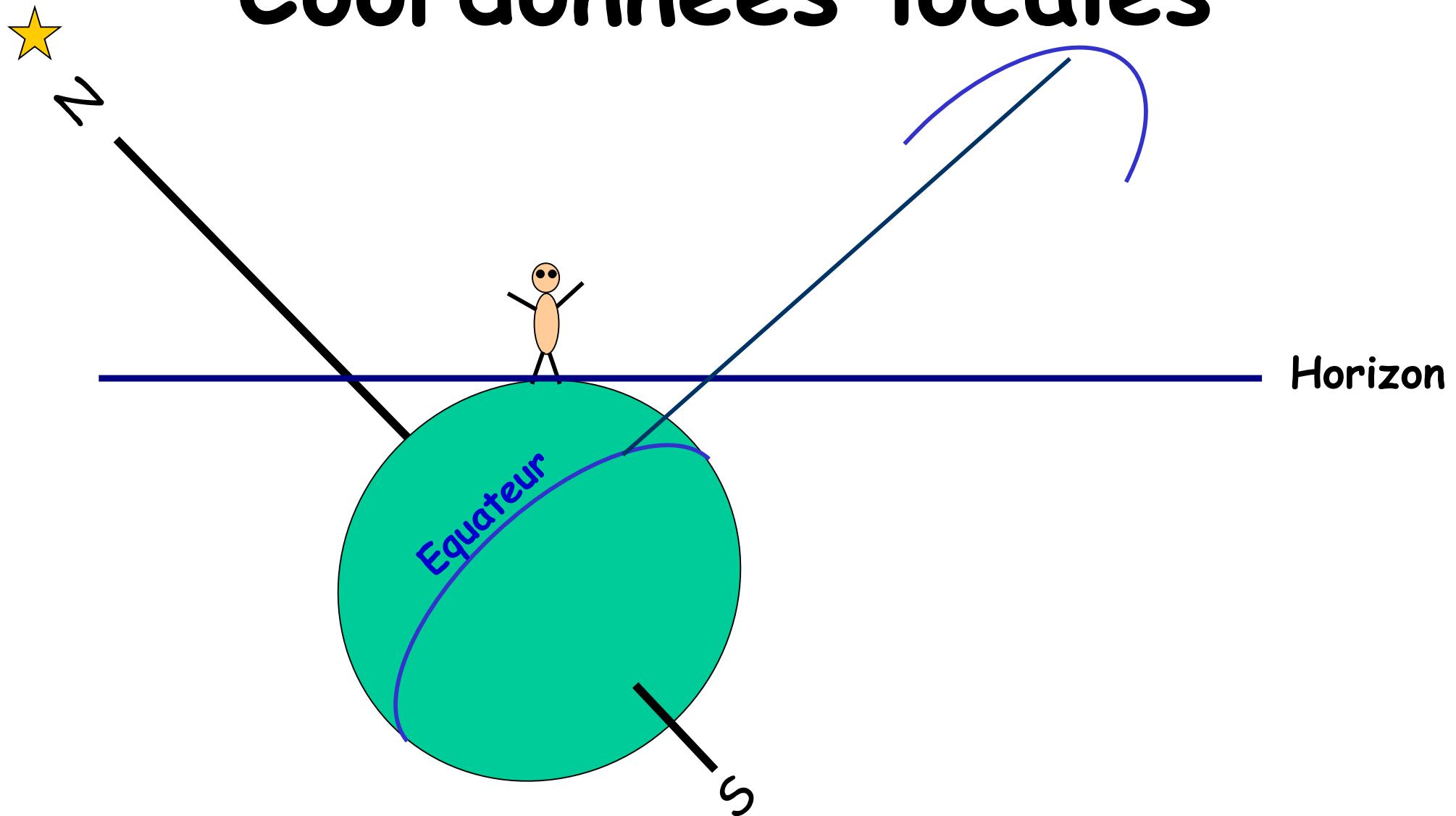
Coordonnées locales



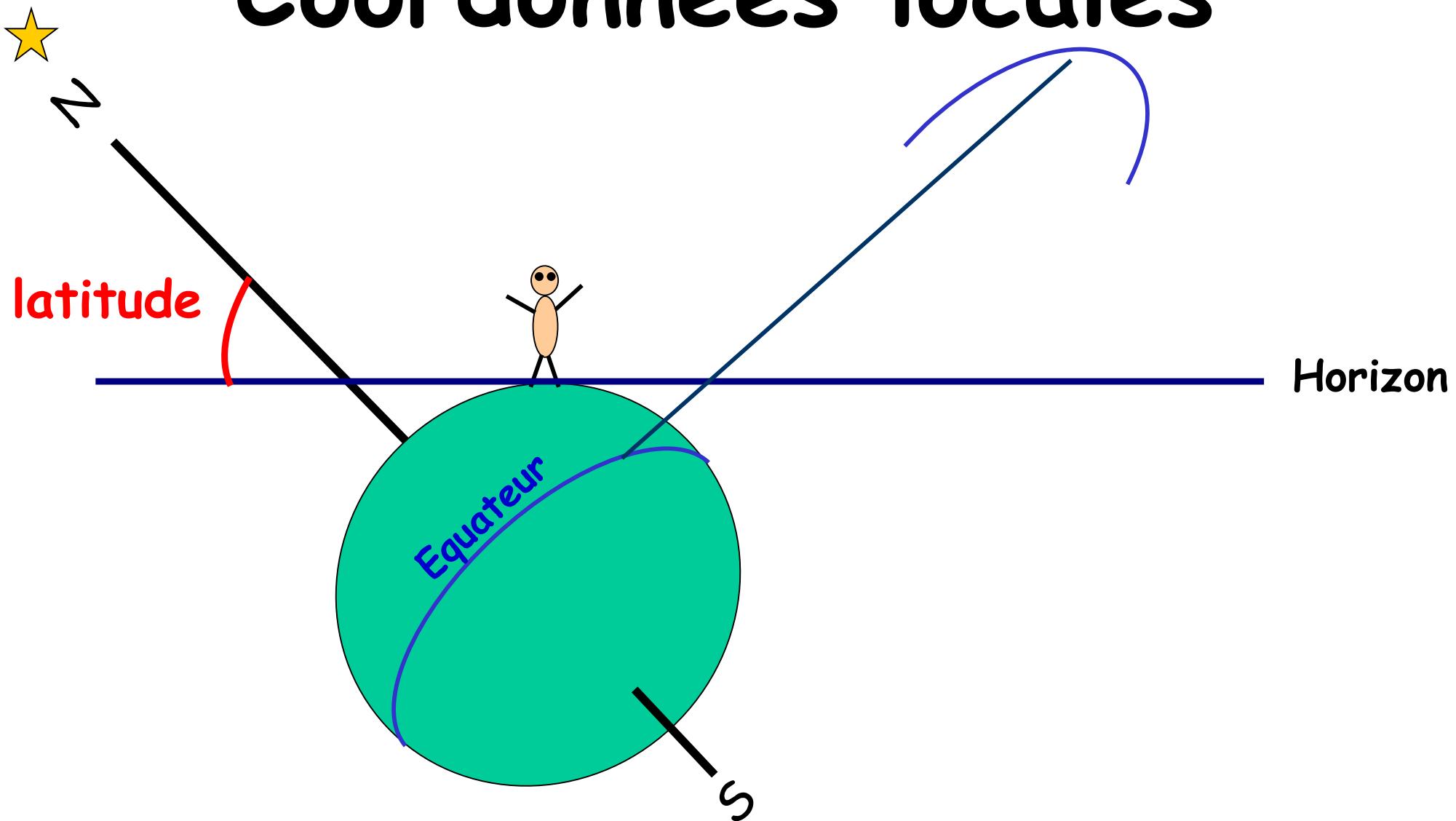
Coordonnées locales



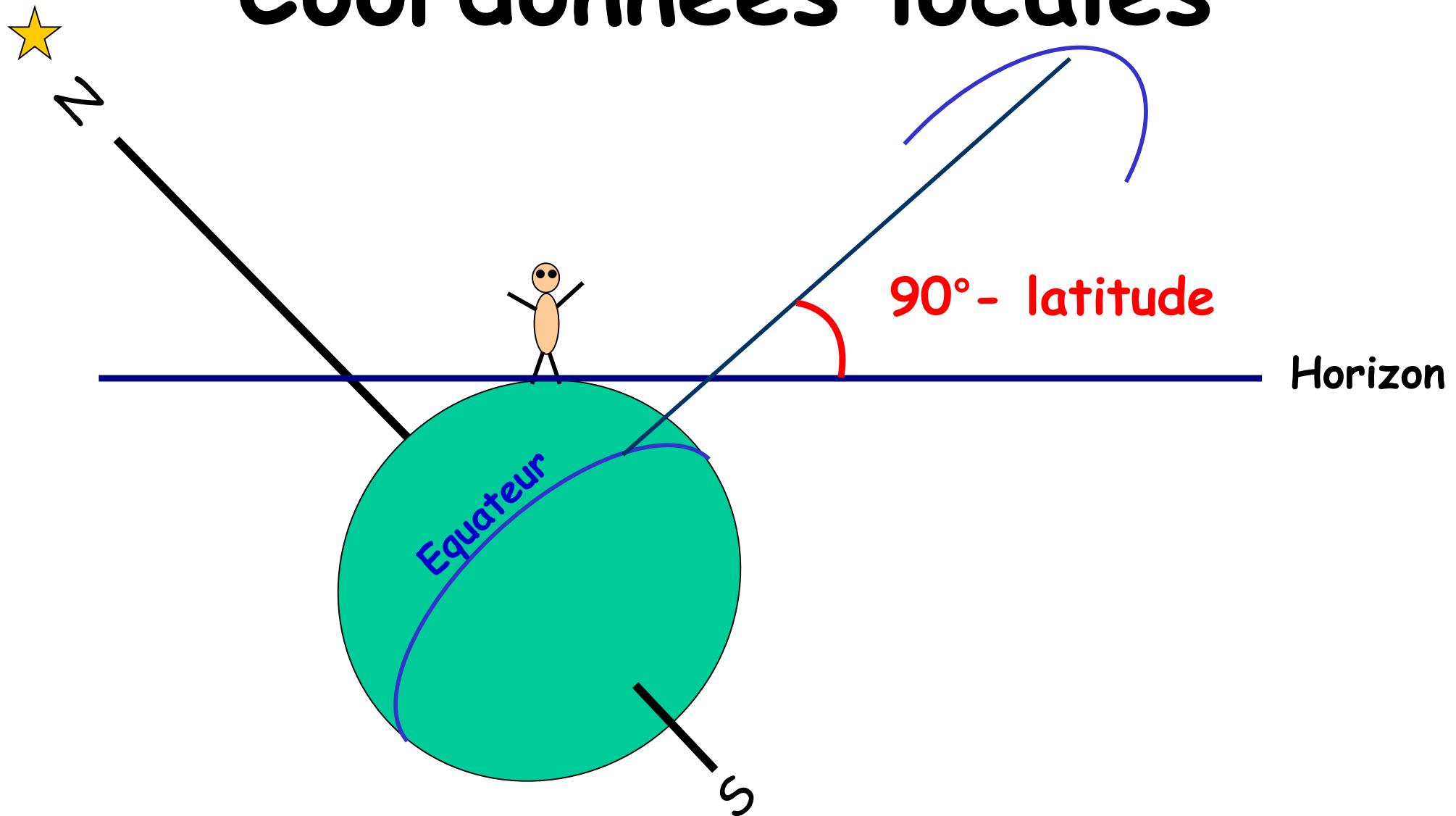
Coordonnées locales



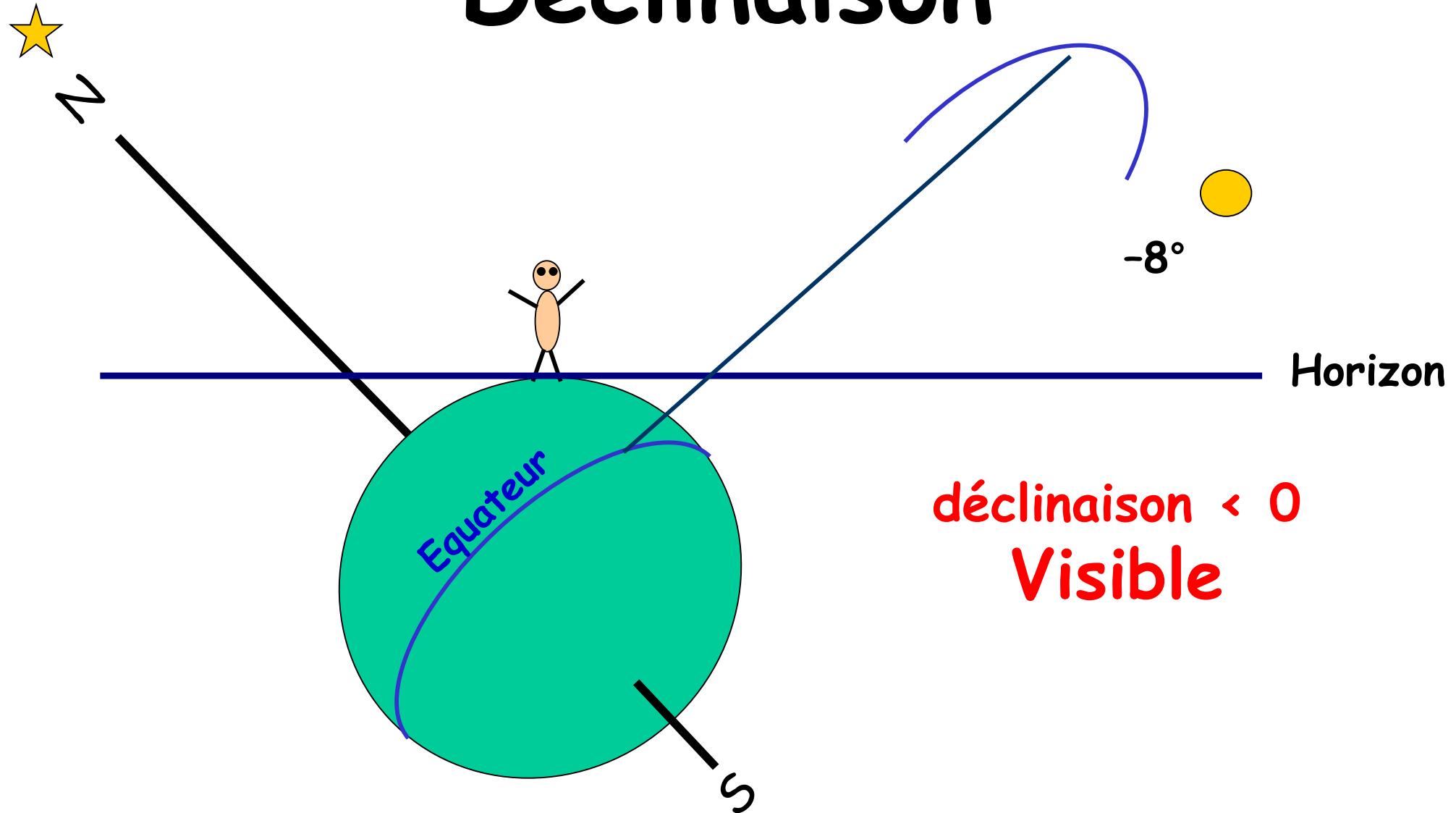
Coordonnées locales



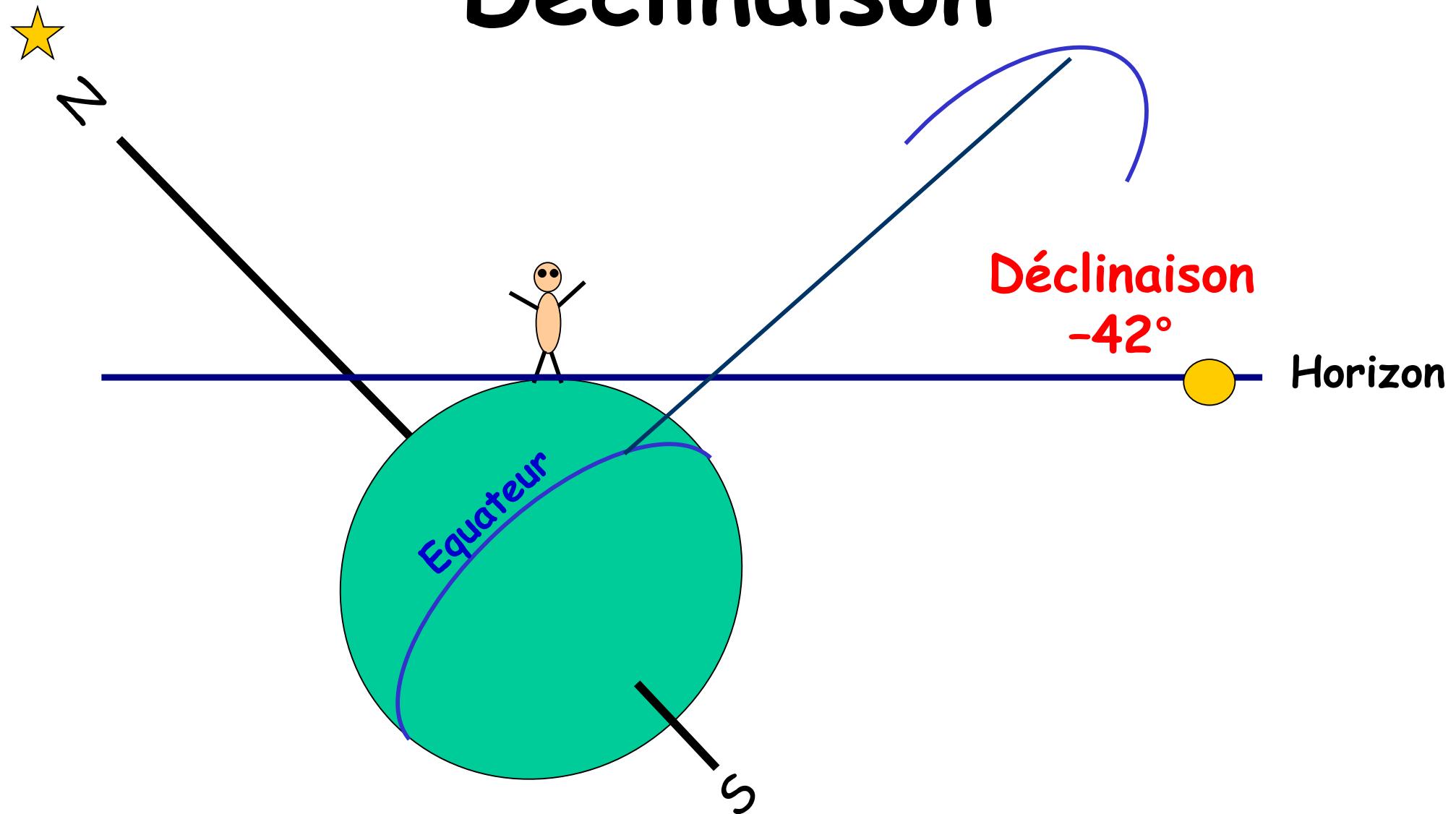
Coordonnées locales



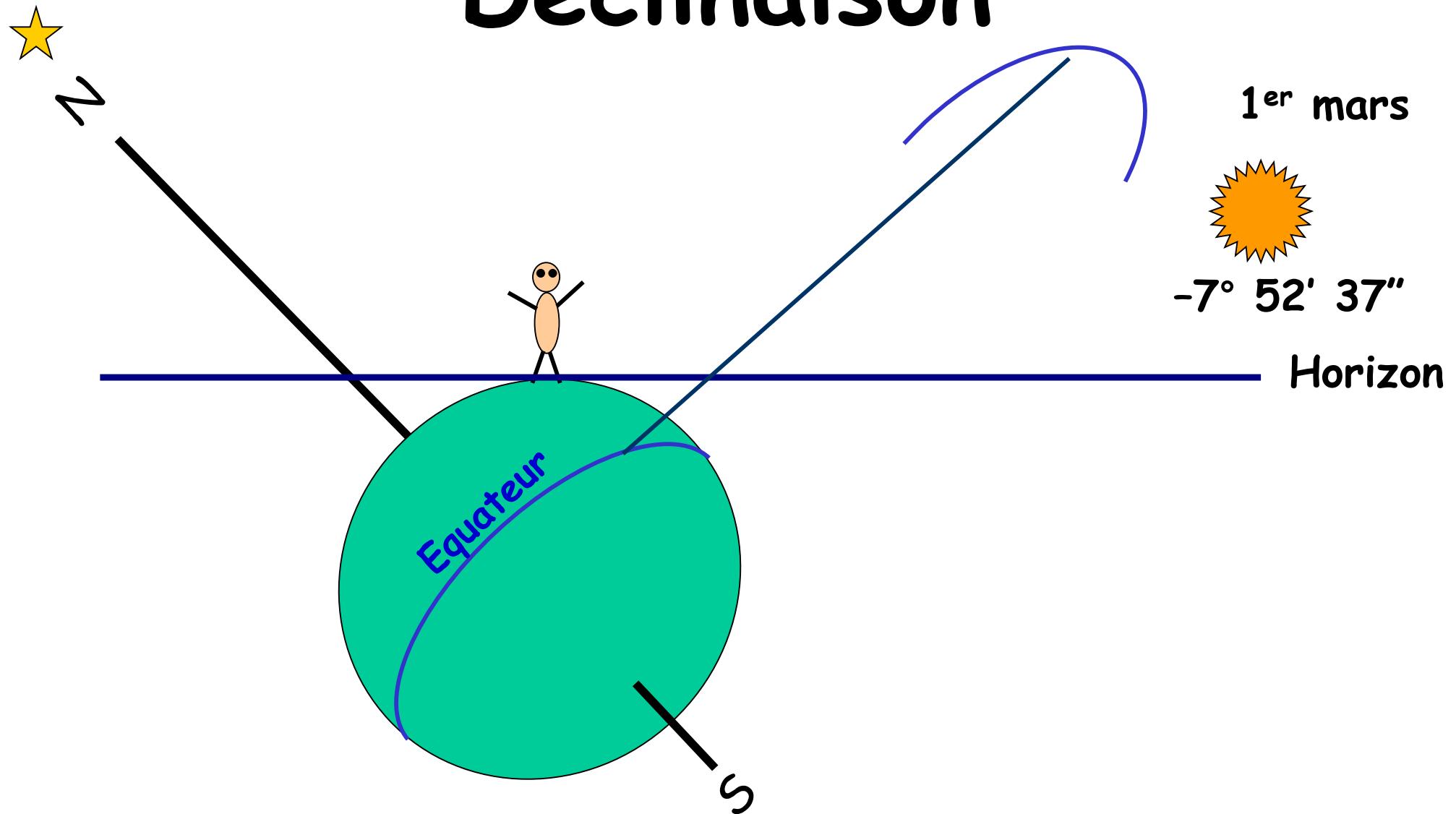
Déclinaison



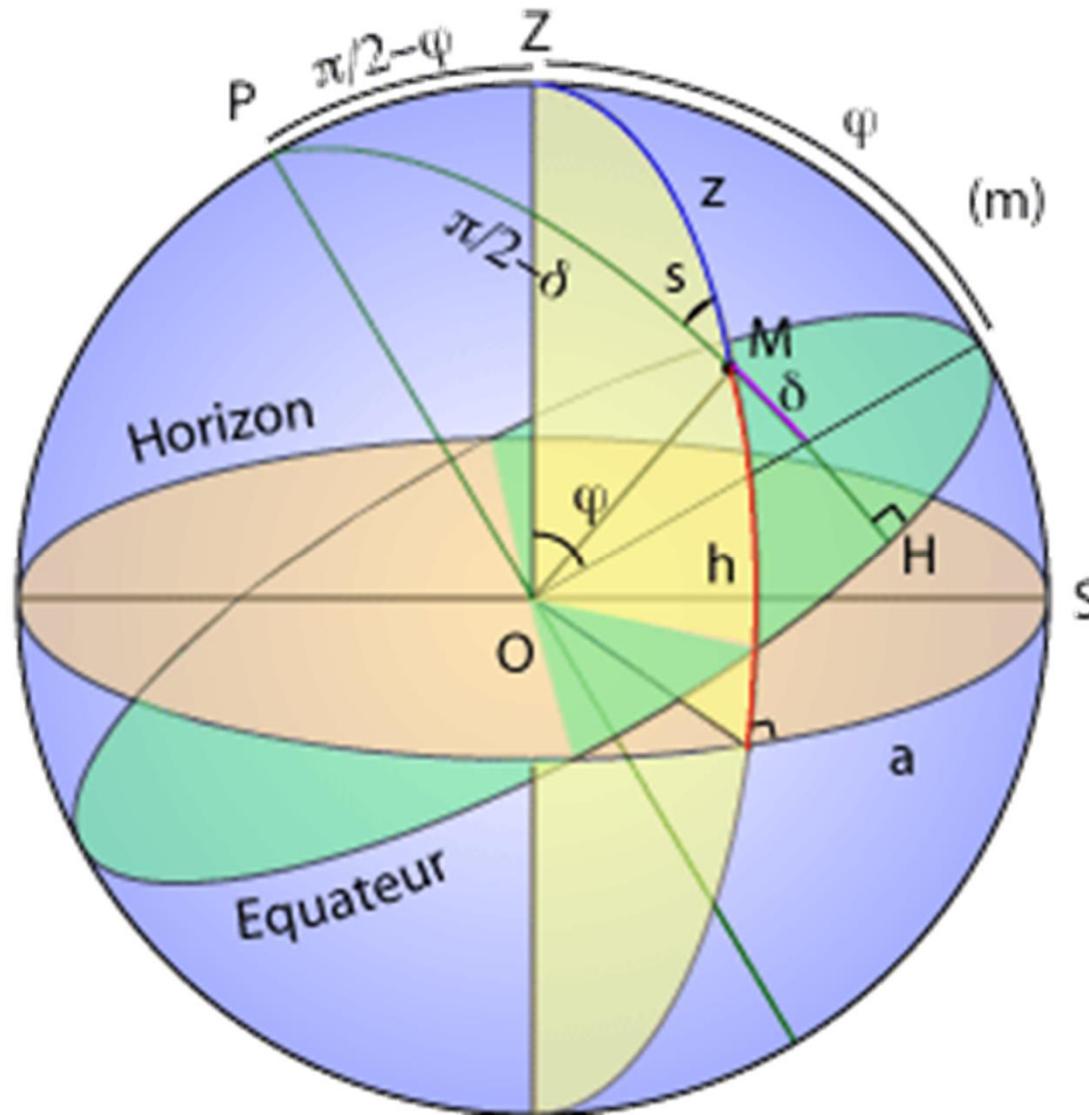
Déclinaison



Déclinaison

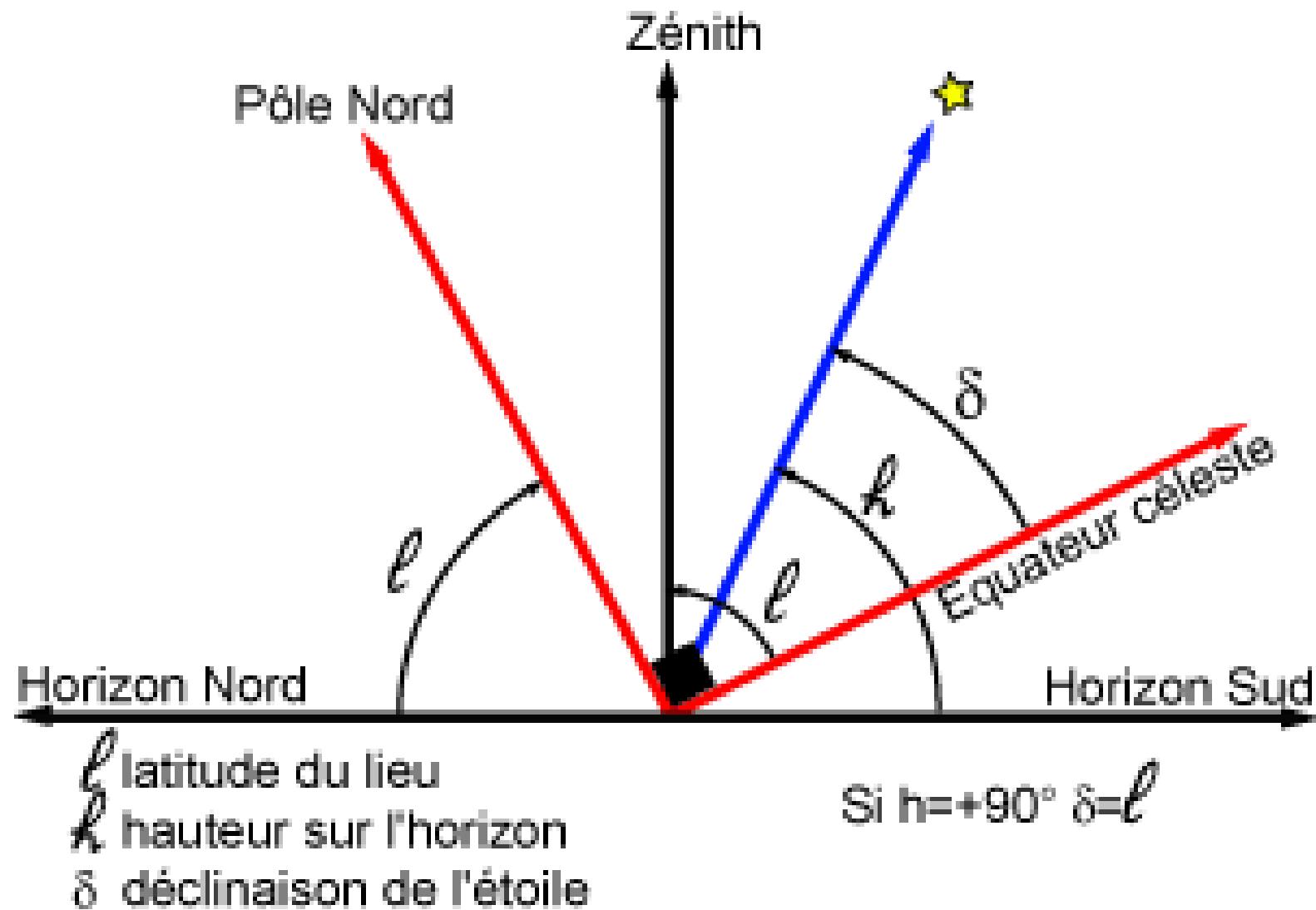


Coordonnées horizontales



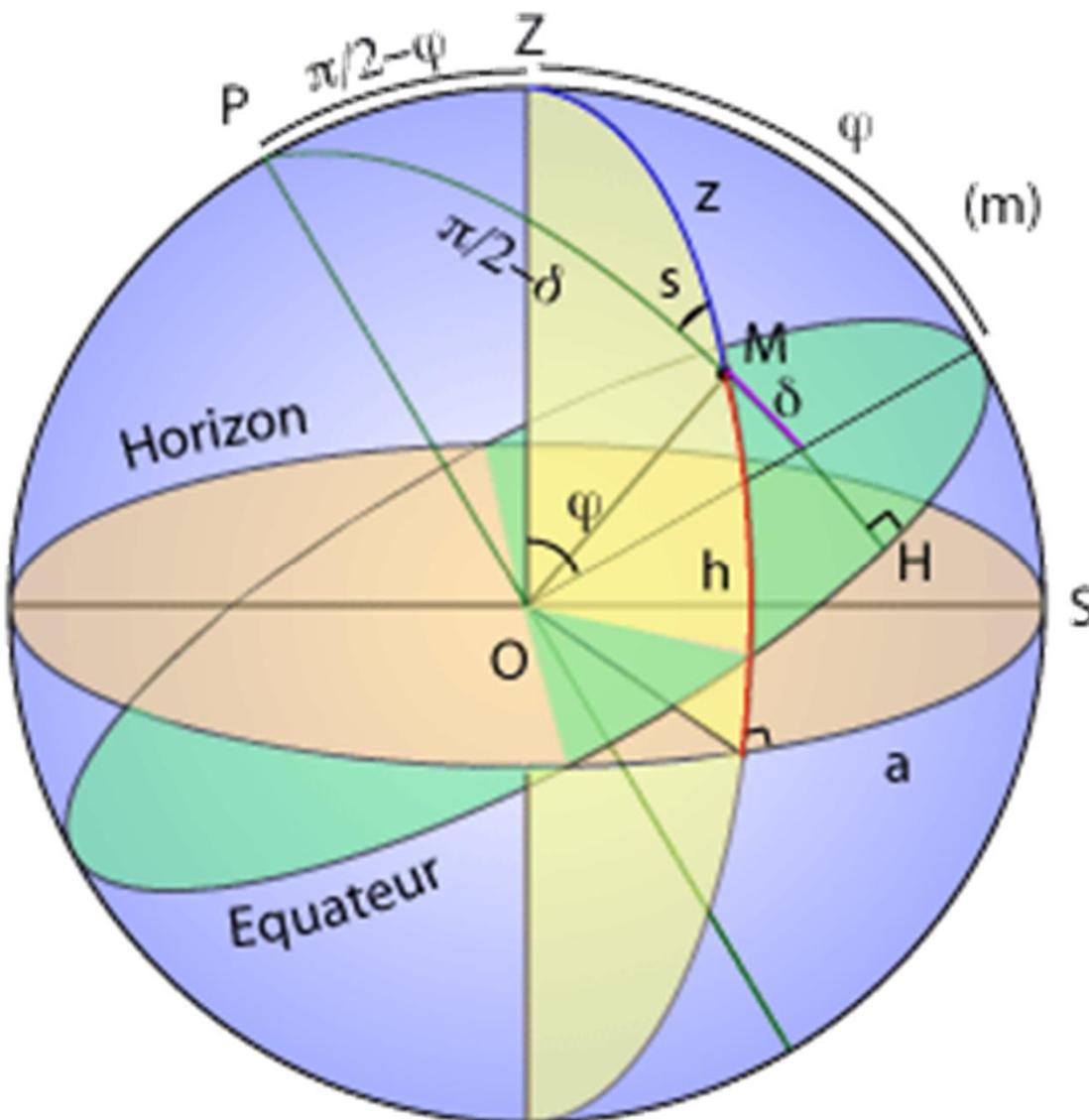
Equatoriales \leftrightarrow Horizontales

Equatoriales ↔ Horizontales

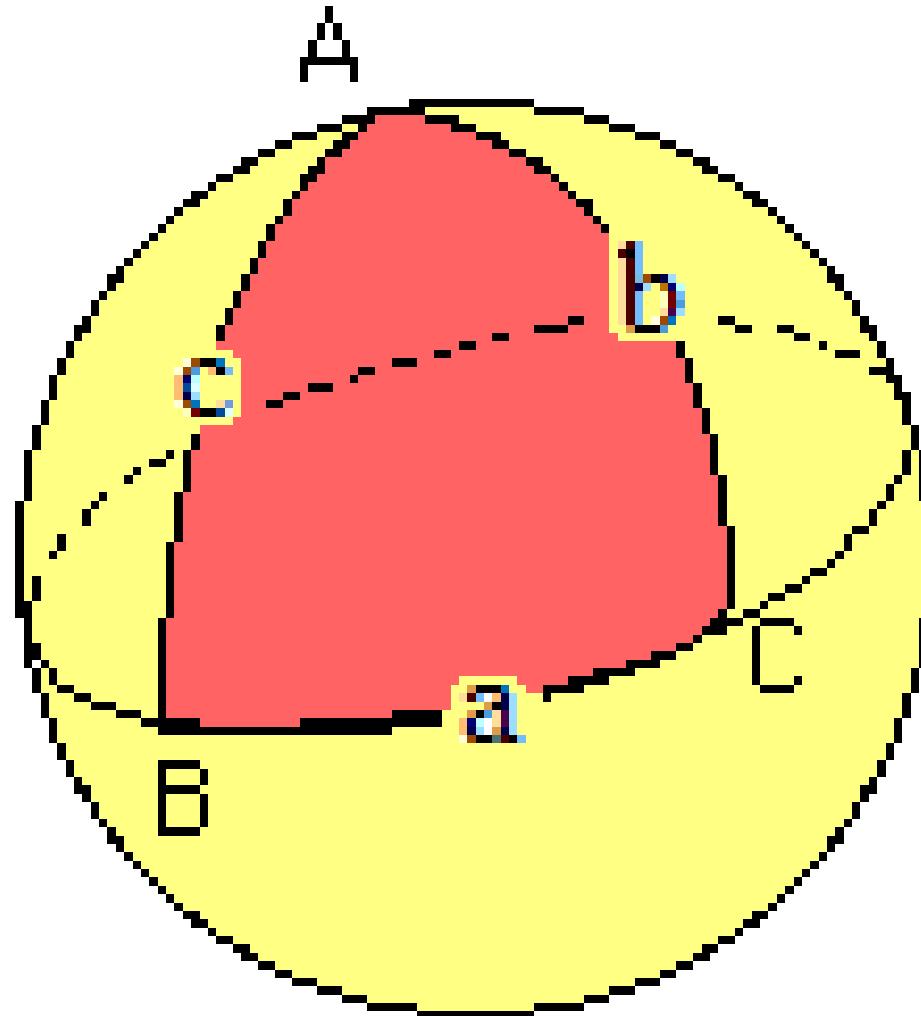


Hauteur lors du passage au méridien

Equatoriales \leftrightarrow Horizontales



Equatoriales ↔ Horizontales



Trigonométrie sphérique

Equatoriales ↔ Horizontales

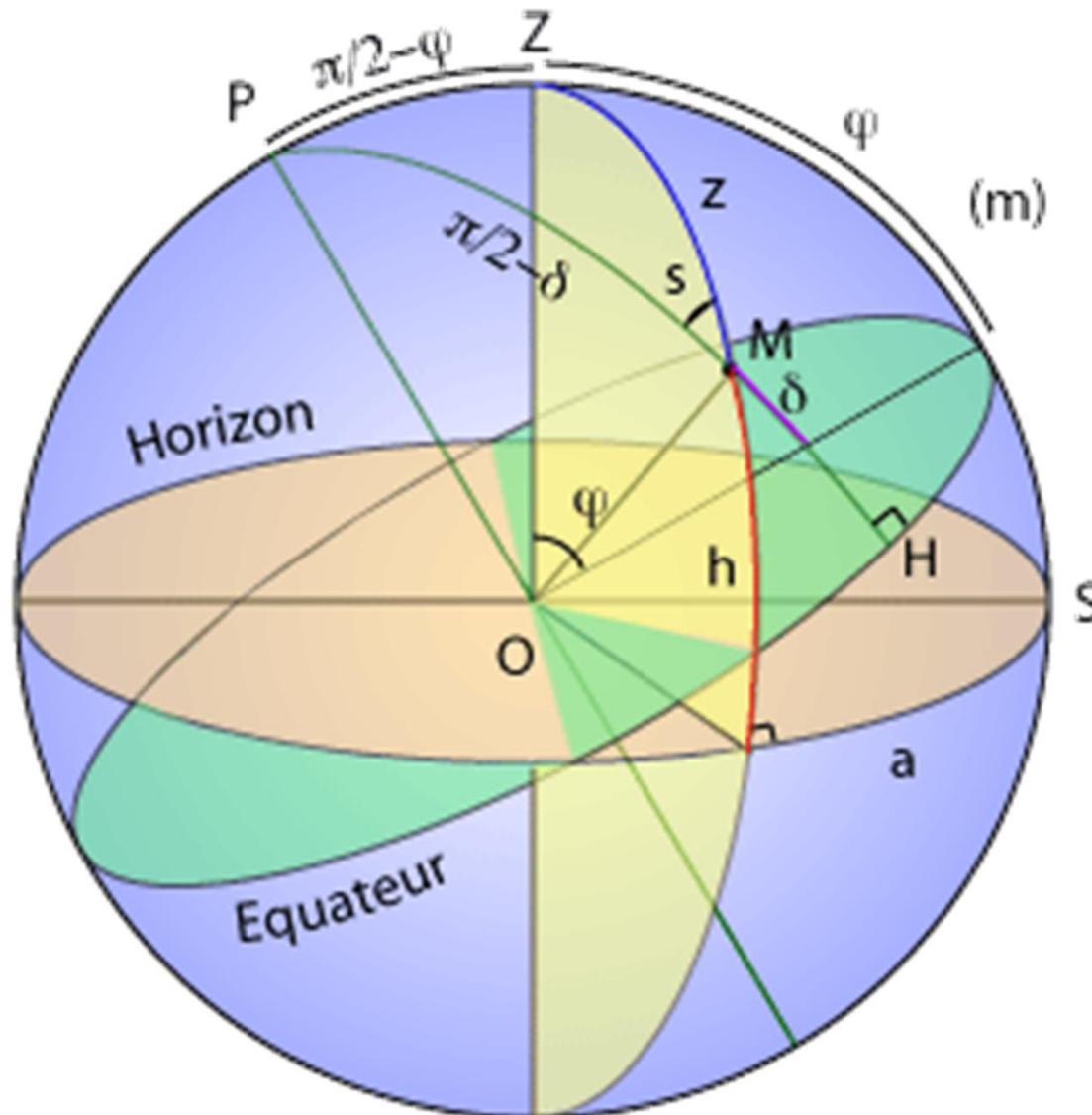
$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$$

$$\sin a \sin B = \sin b \sin A$$

$$\sin a \cos B = \cos b \sin c - \sin b \cos c \cos A$$

Trigonométrie sphérique

Equatoriales ↔ Horizontales



Trigonométrie sphérique

Equatoriales ↔ Horizontales

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin H}{\cos H \sin \varphi - \operatorname{tg} \delta \cos \varphi}$$

α : azimut

H : angle horaire

φ : latitude

δ : déclinaison

Equatoriales \leftrightarrow Horizontales

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos H$$

h : hauteur

H : angle horaire

φ : latitude

δ : déclinaison

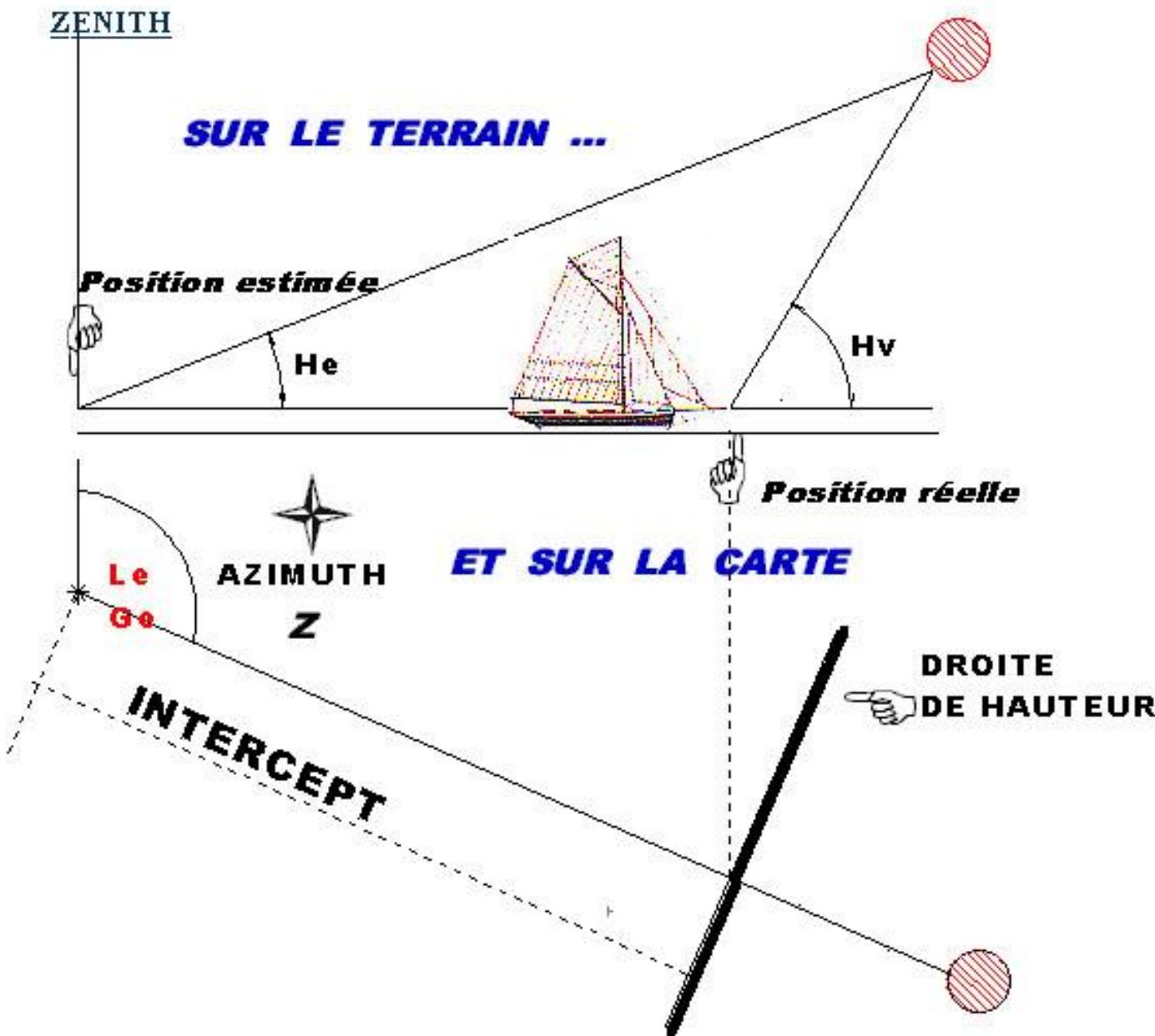
Equatoriales \leftrightarrow Horizontales

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos H$$

h : hauteur = 0°

Instants de lever et coucher
d'un astre

Point astronomique

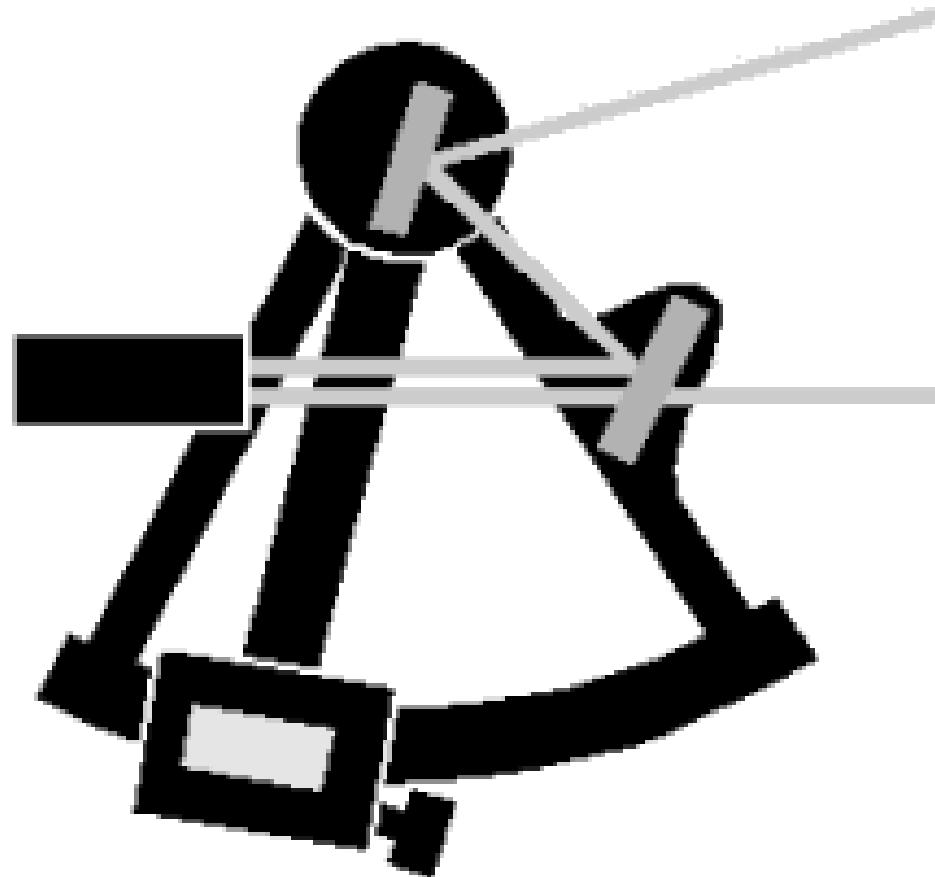


Point astronomique



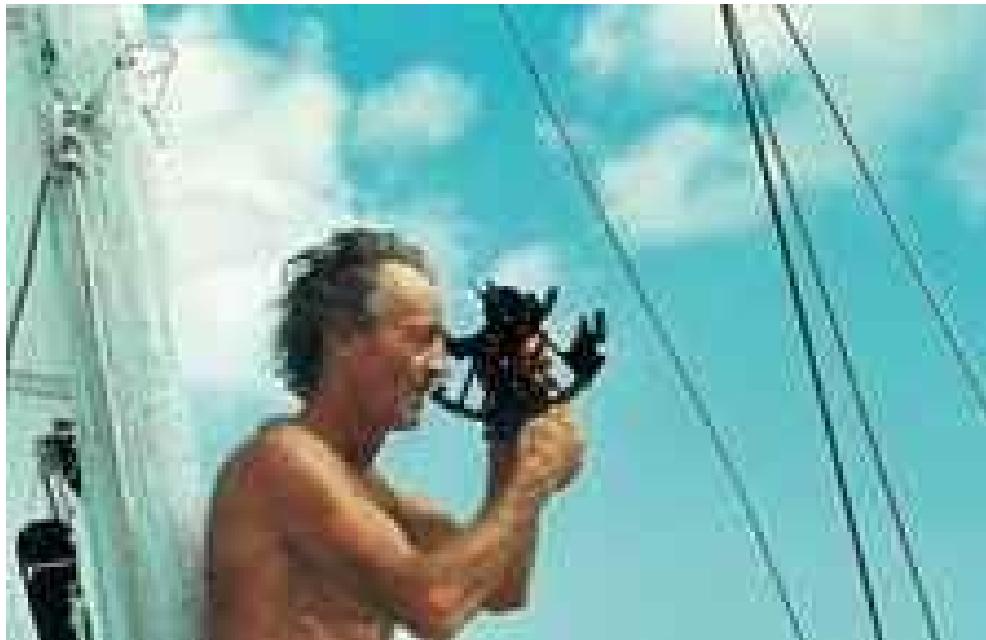
Sextant

Point astronomique



Sextant

Point astronomique



Bernard Moitessier en 1974
sur le bateau Joshua

Point astronomique



Loïck Peyron
(63 ans)

Point astronomique



À 72 ans, Jean-Luc Van Den Heede repartant pour son sixième tour du monde à la voile pour la Golden Globe Race 2018

Point astronomique



*Voilà... Rentrons
maintenant, c'est
l'heure de l'apéro.*



Point astronomique

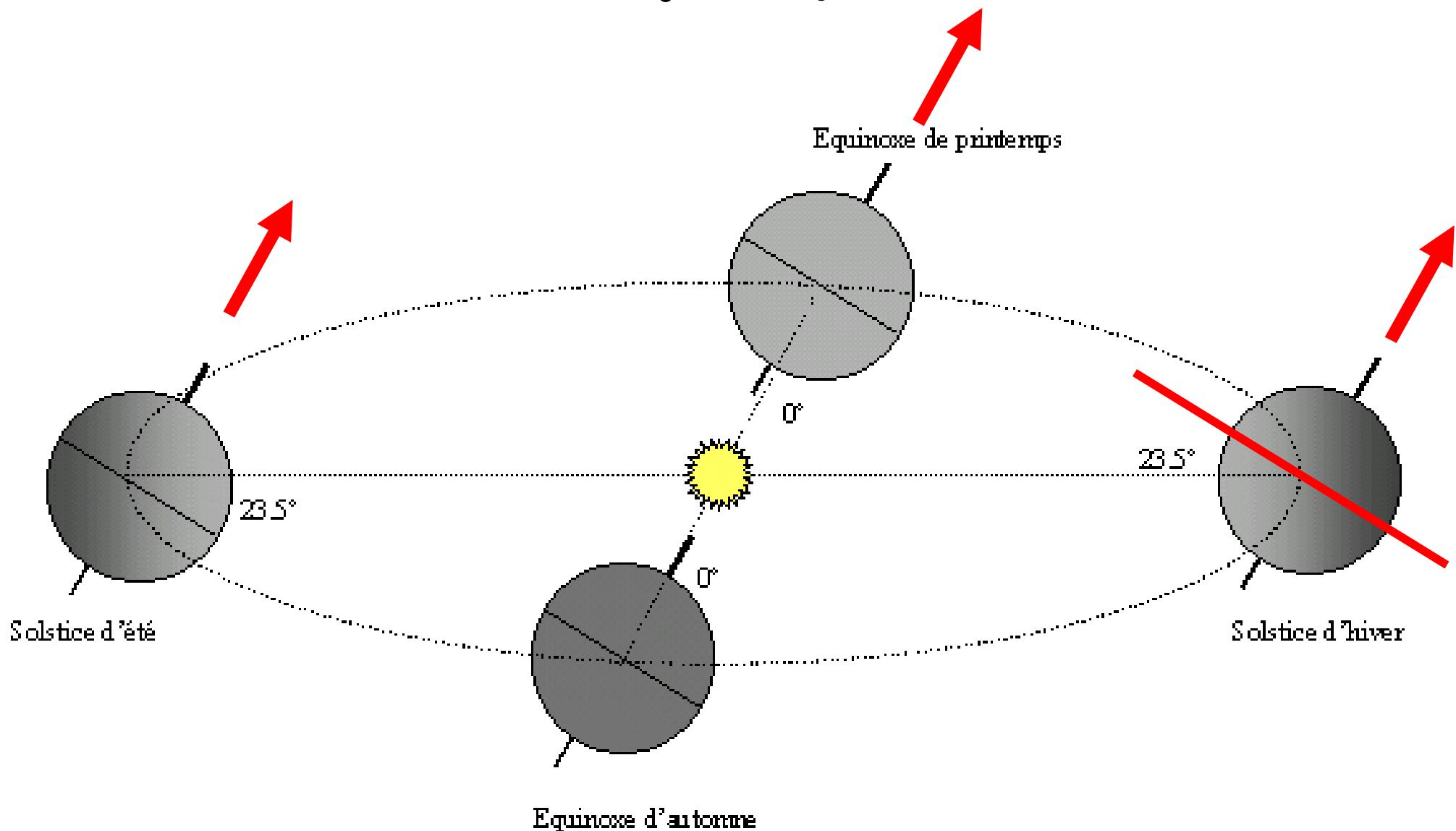


*Voilà... Rentrons
maintenant, c'est
l'heure de l'apéro.*

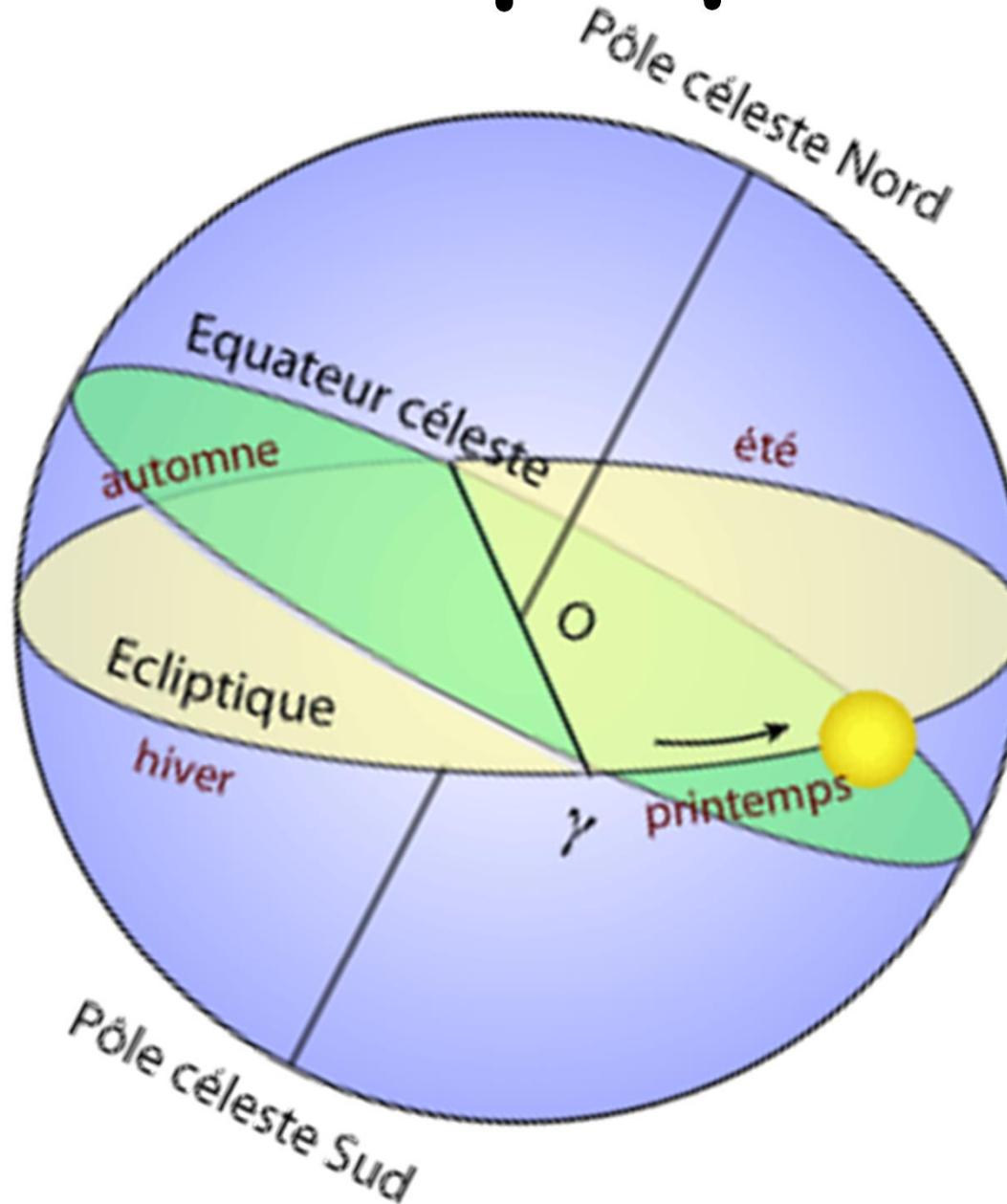


82 ans
(né le 17 octobre 1940)

Ecliptique



Ecliptique

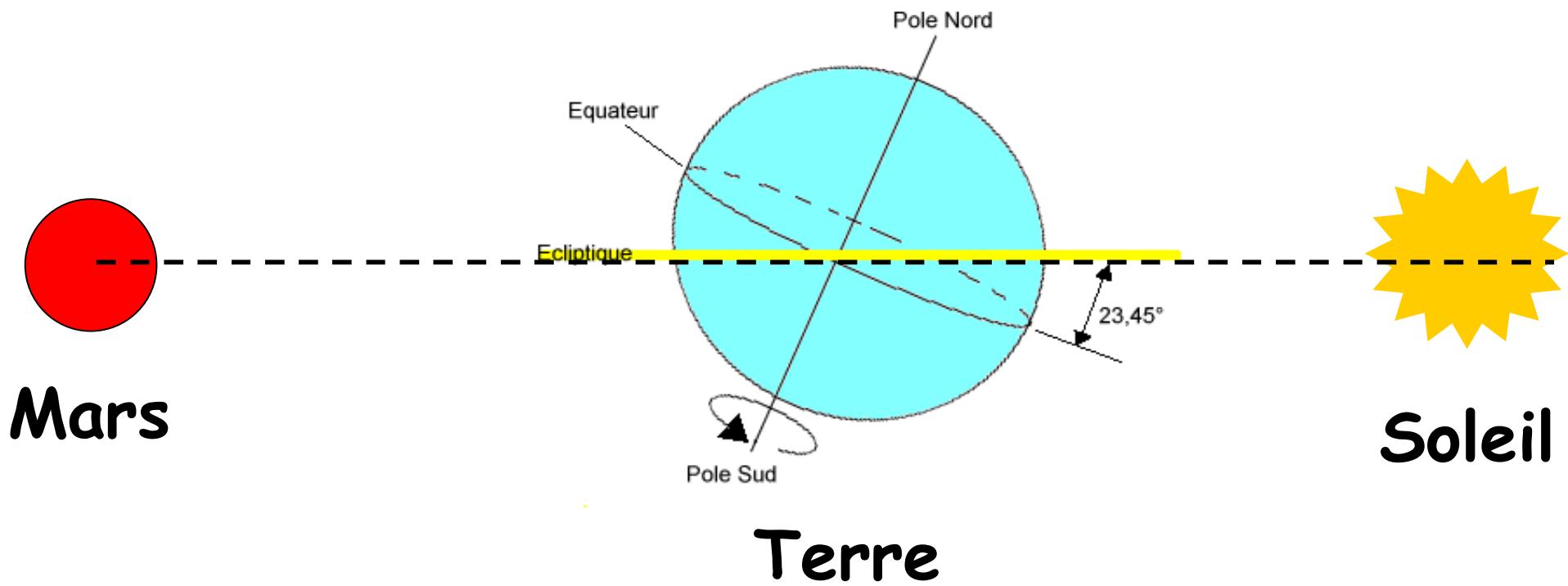


Ecliptique



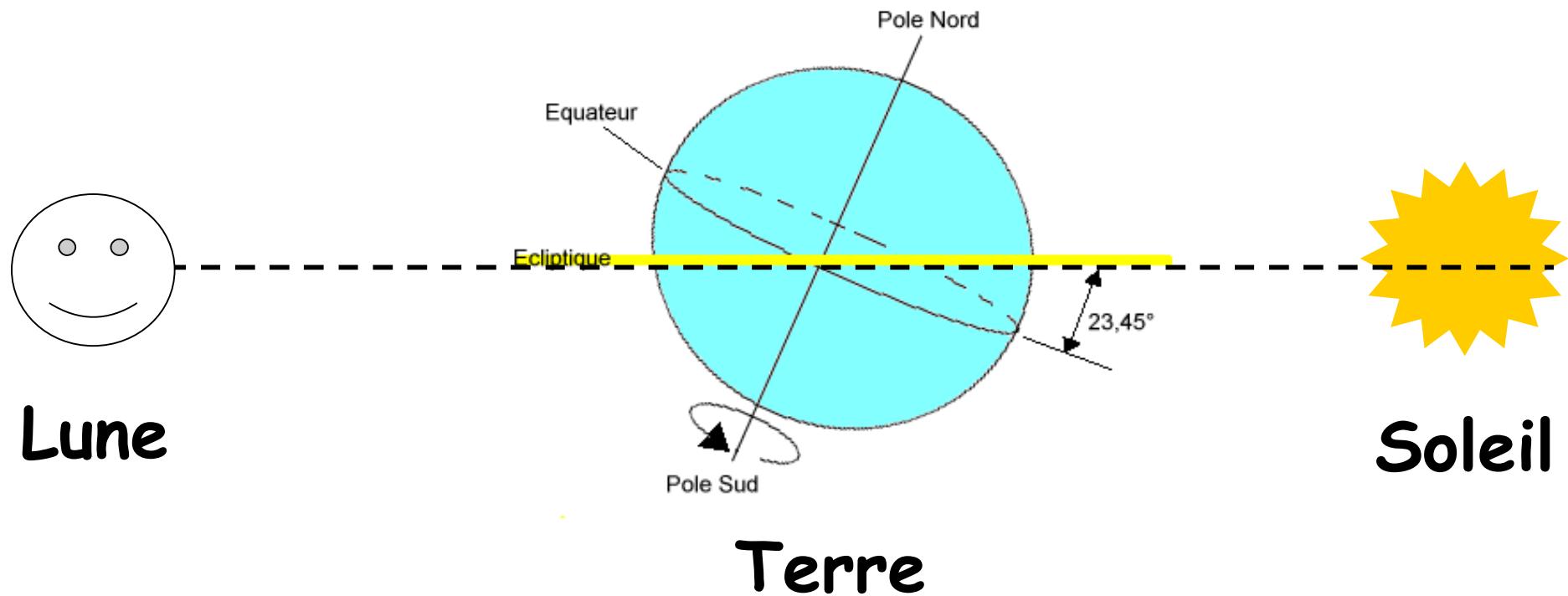
Le système solaire est plan

Ecliptique



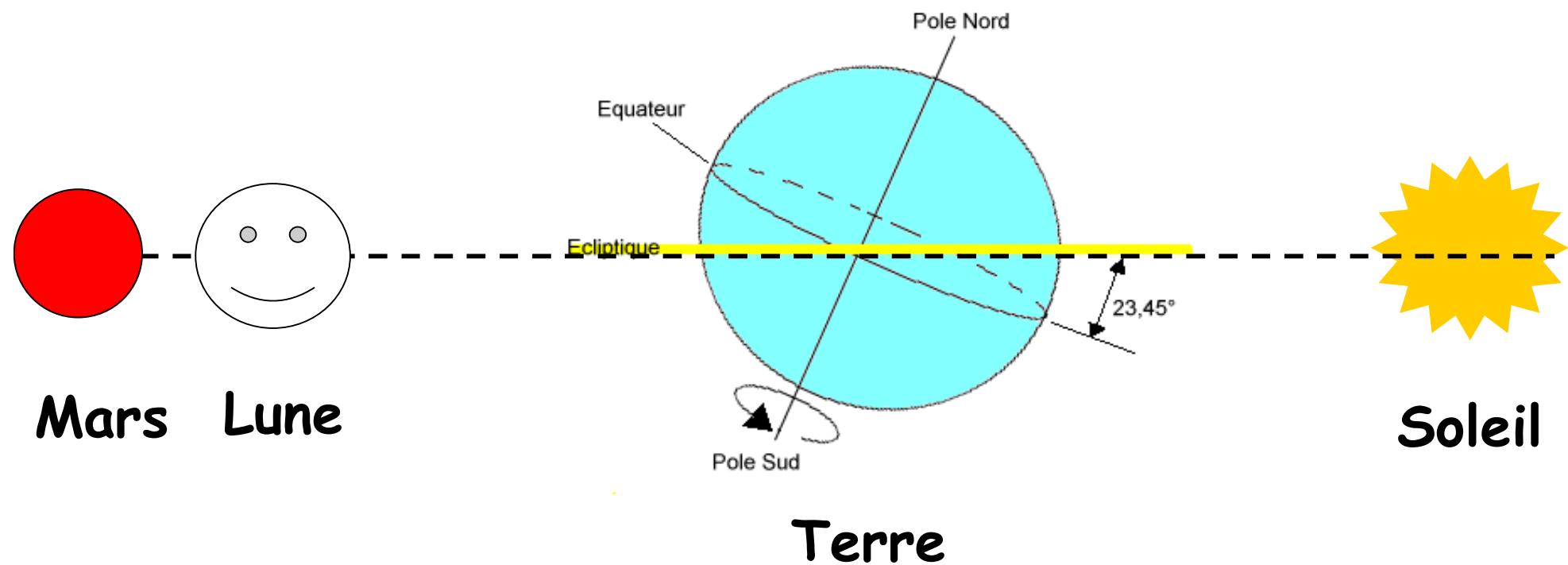
Les planètes sont
~ dans le plan de l'écliptique

Ecliptique



La Lune également

Ecliptique



En été, le jour,
le Soleil va être haut le ciel

Ecliptique



En été, le jour,
le Soleil va être haut le ciel

Ecliptique



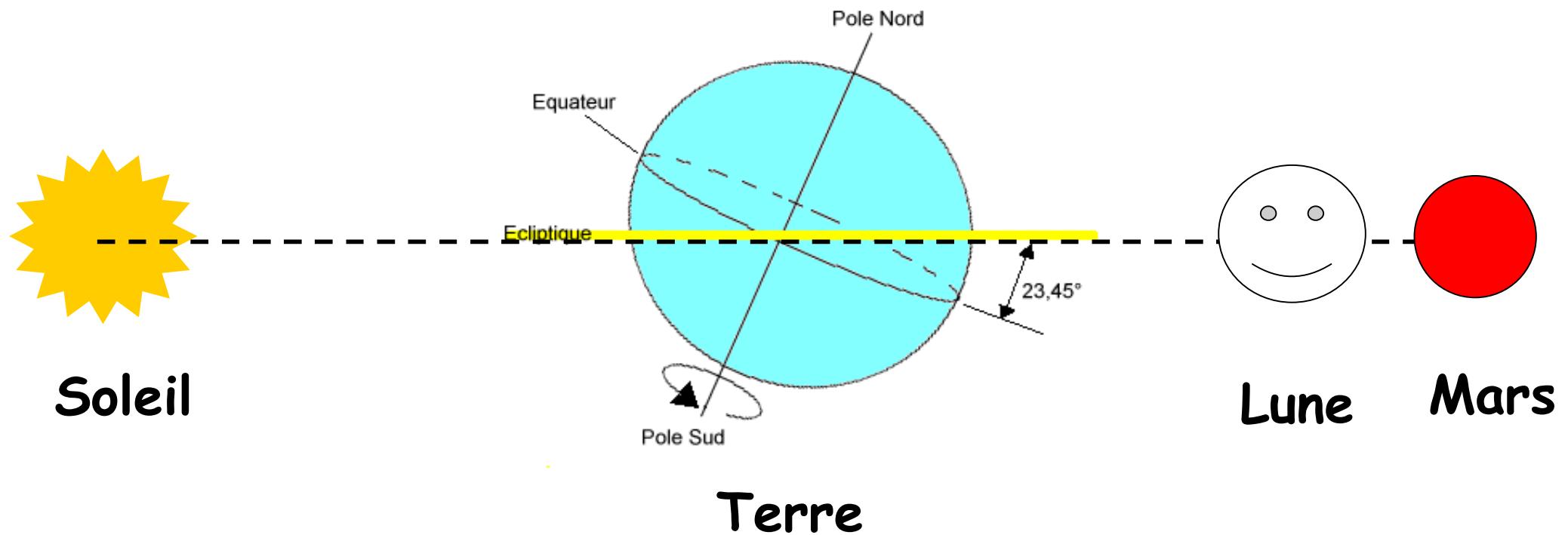
En été, la nuit, la Lune et
les planètes seront basses dans le ciel

Ecliptique



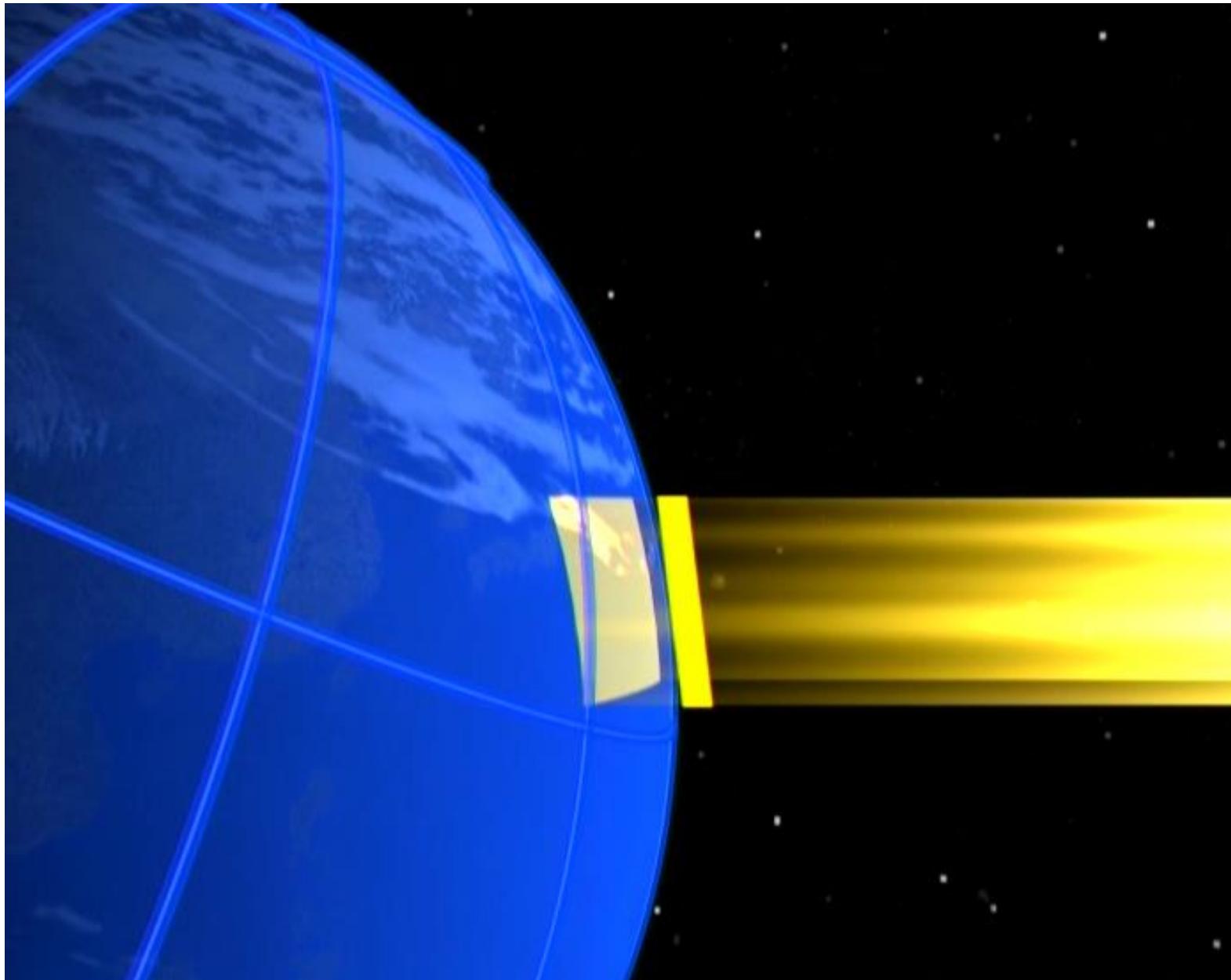
En été, la nuit, la Lune et
les planètes seront basses dans le ciel

Ecliptique



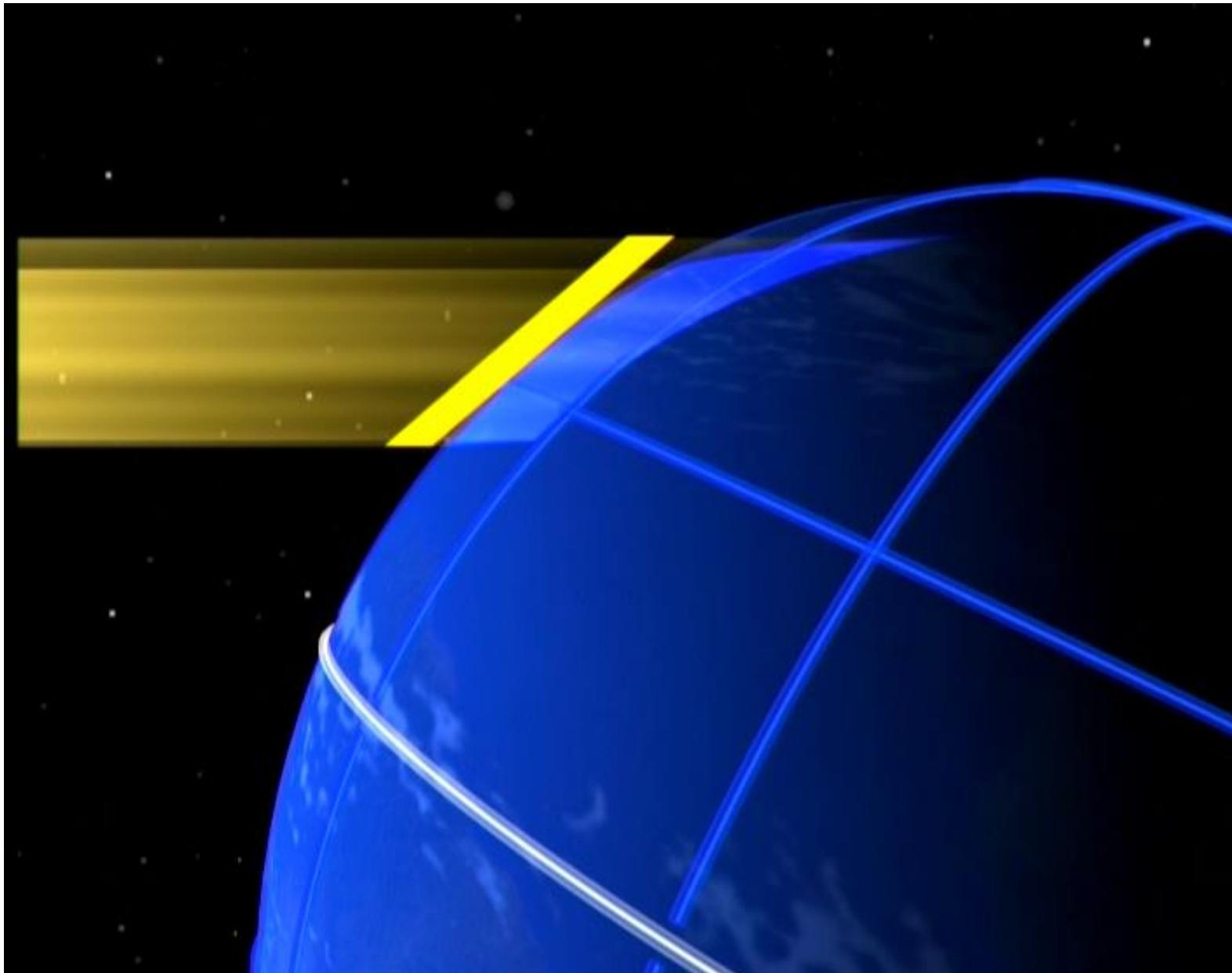
Et réciproquement en hiver

Eclaircement de la Terre



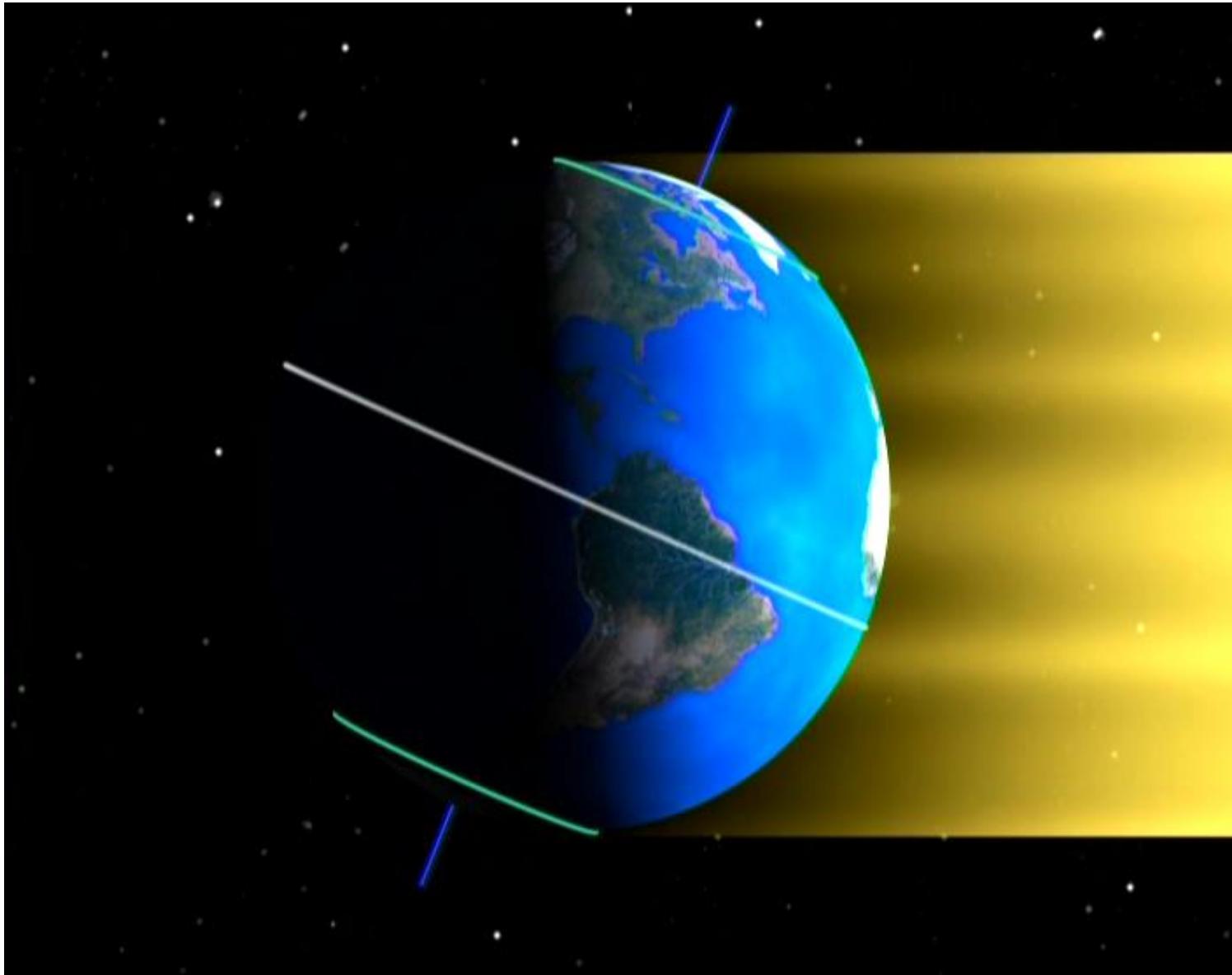
En été

Eclaircement de la Terre



En hiver

Cercles polaires



Été dans l'hémisphère Nord

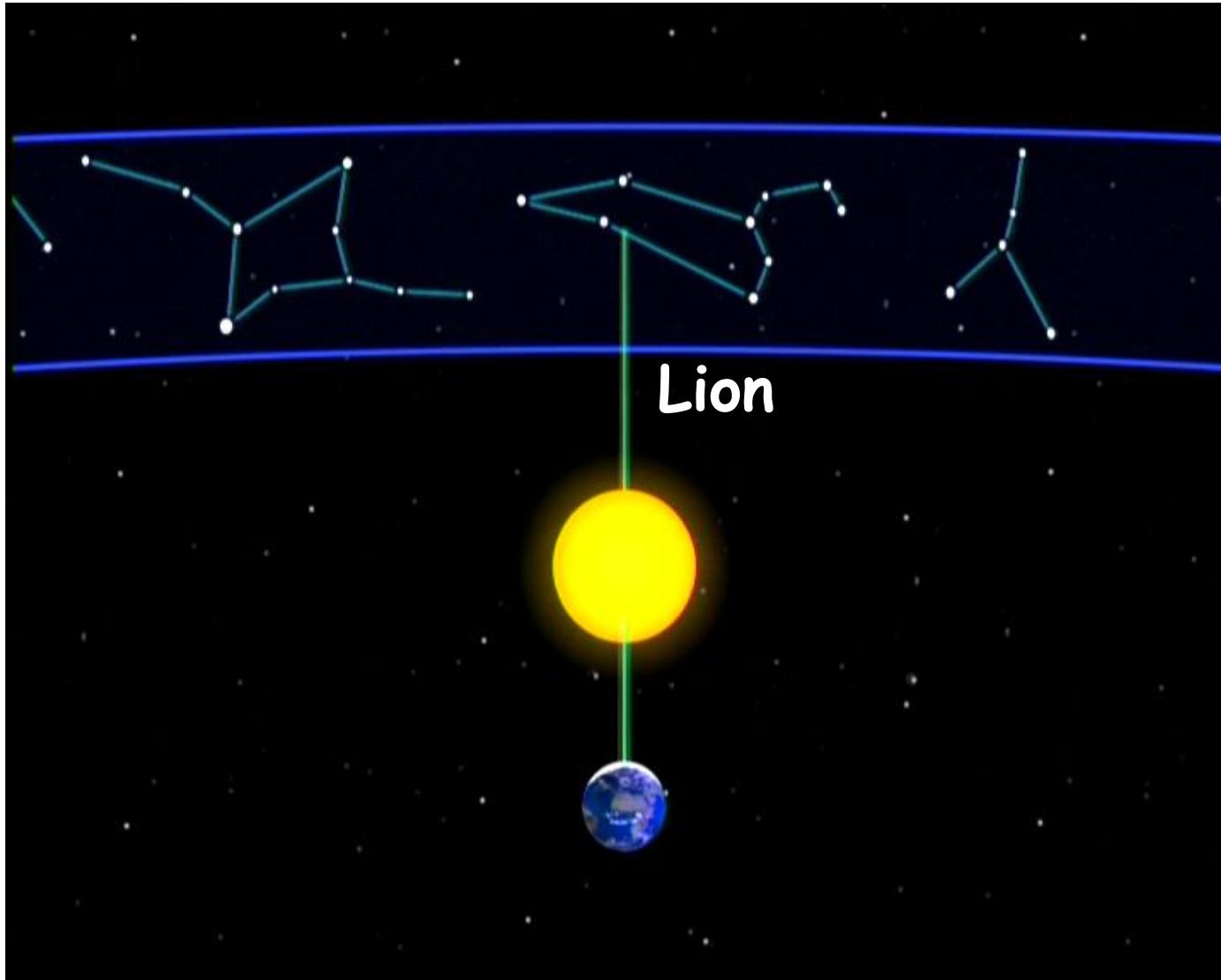
Cercles polaires

Soleil sous l'horizon



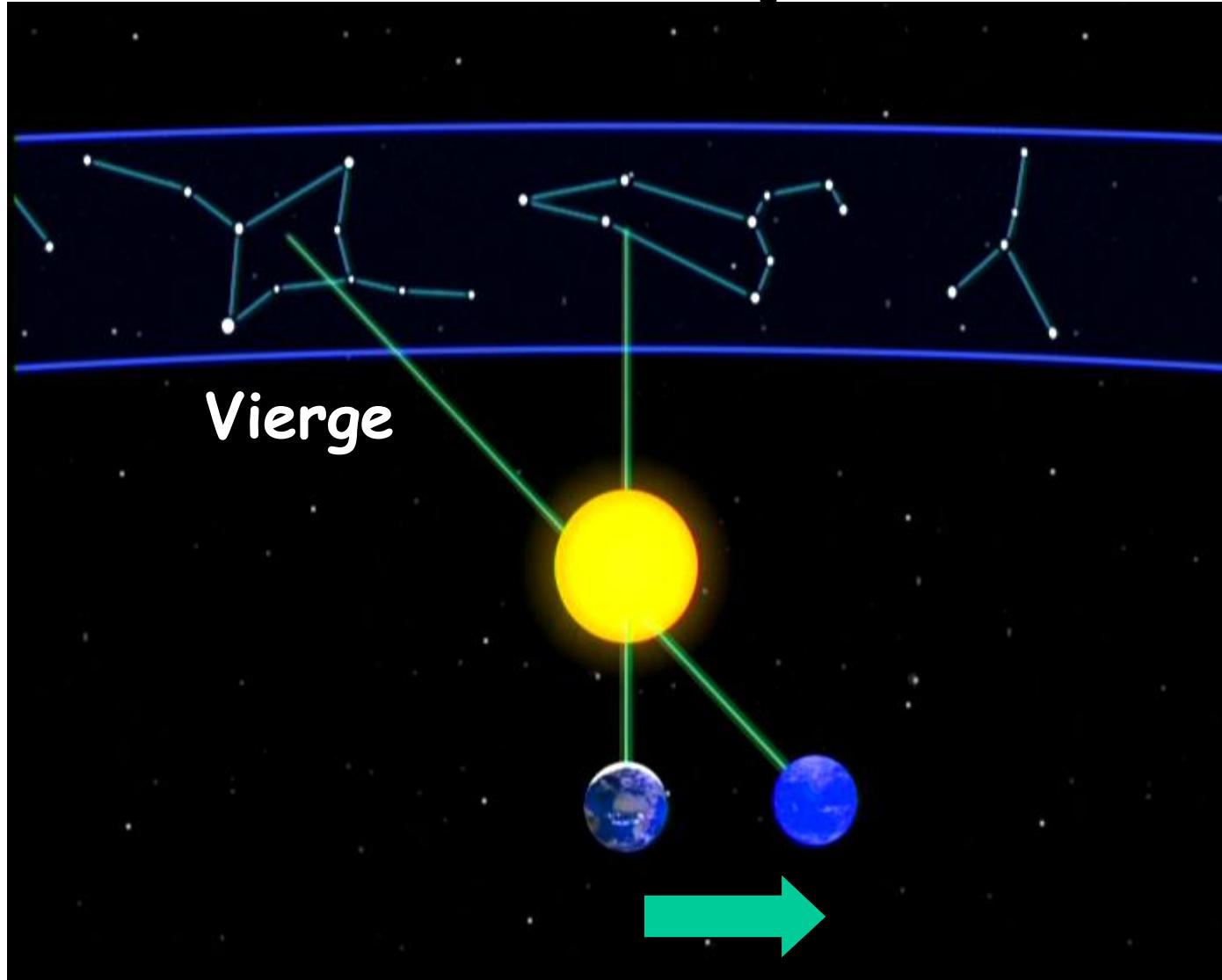
A midi en Antarctique

Zodiaque



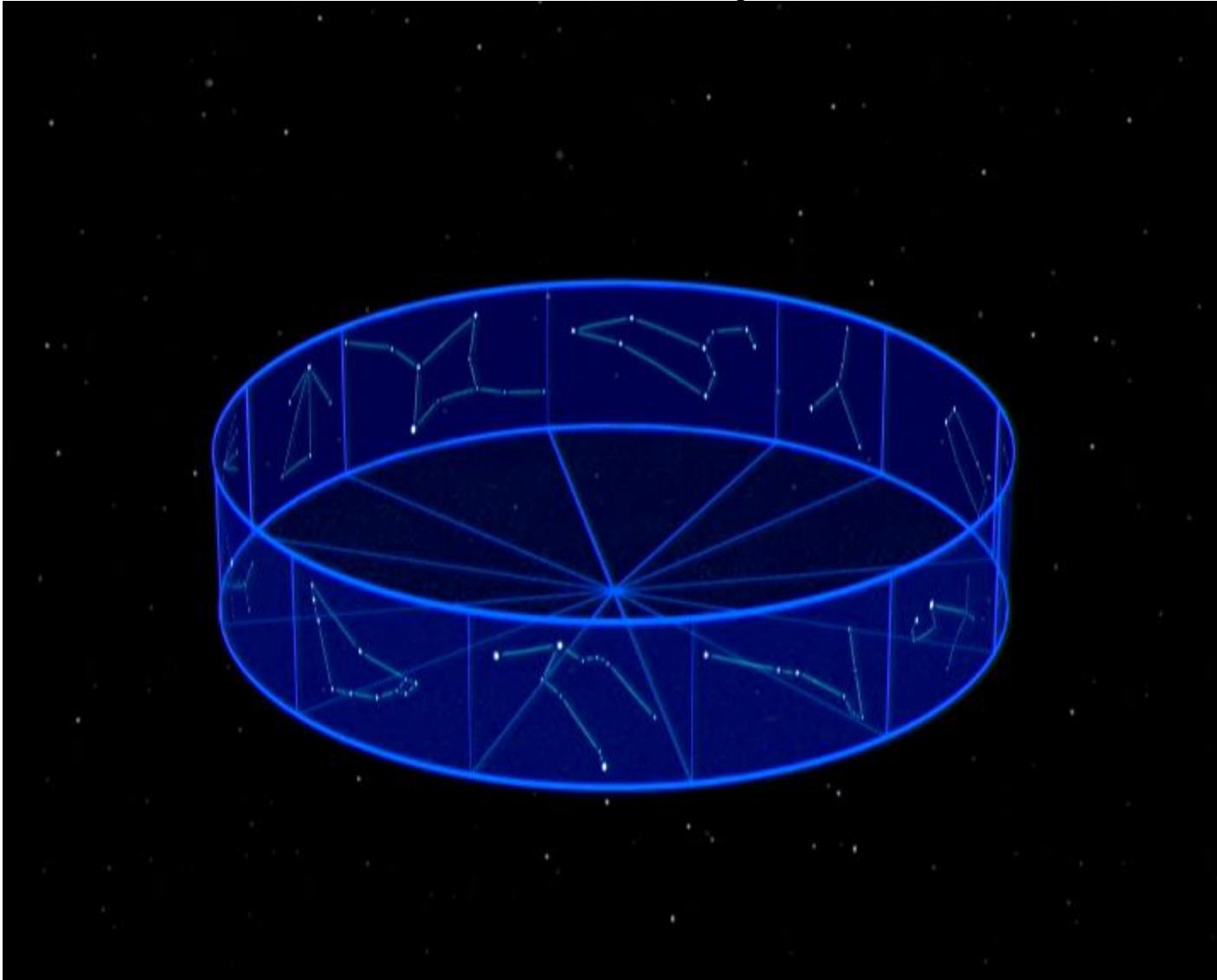
Constellations
dans le plan de l'écliptique

Zodiaque



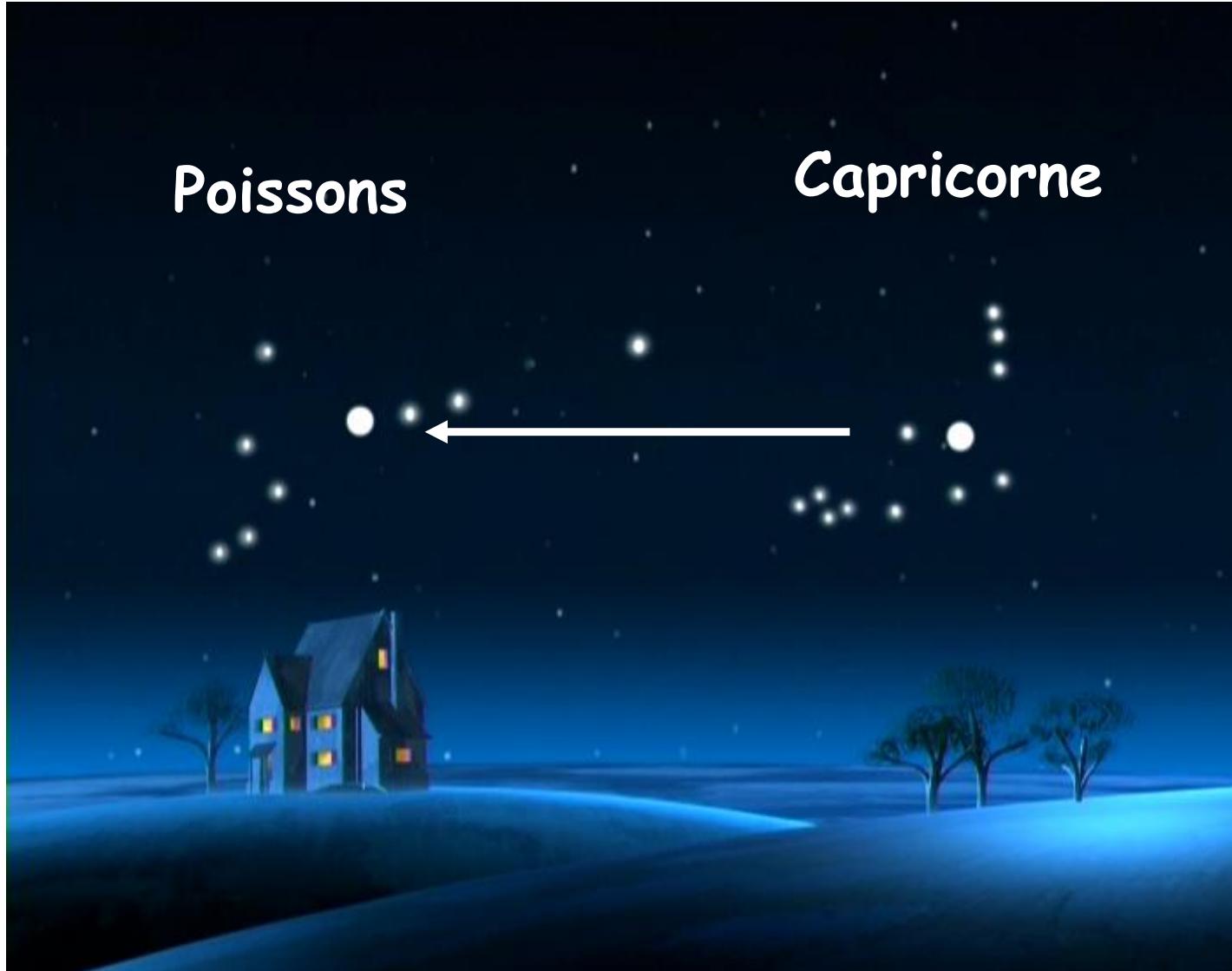
Déplacement apparent du Soleil
dans les constellations du zodiaque

Zodiaque



Les 12 constellations du Zodiaque
+ Ophiuchus

Les planètes et l'écliptique



Les planètes se déplacent
dans la région de l'écliptique

Les planètes et l'écliptique

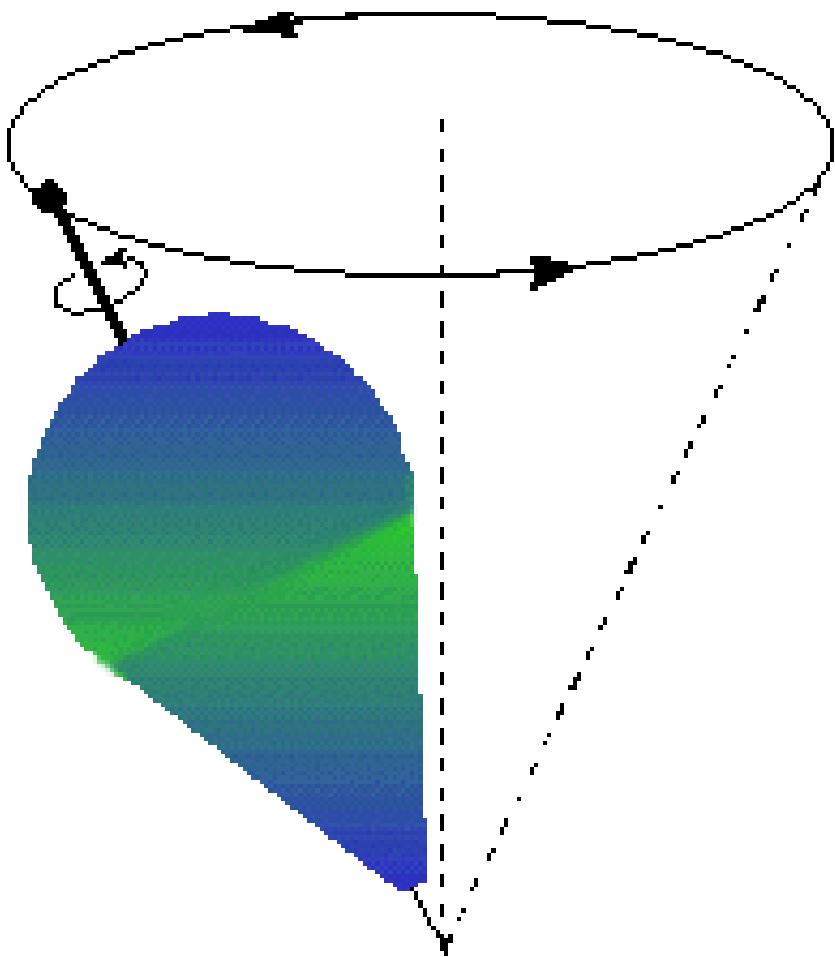


L'axe de la Terre reste
PRESQUE fixe



Précession

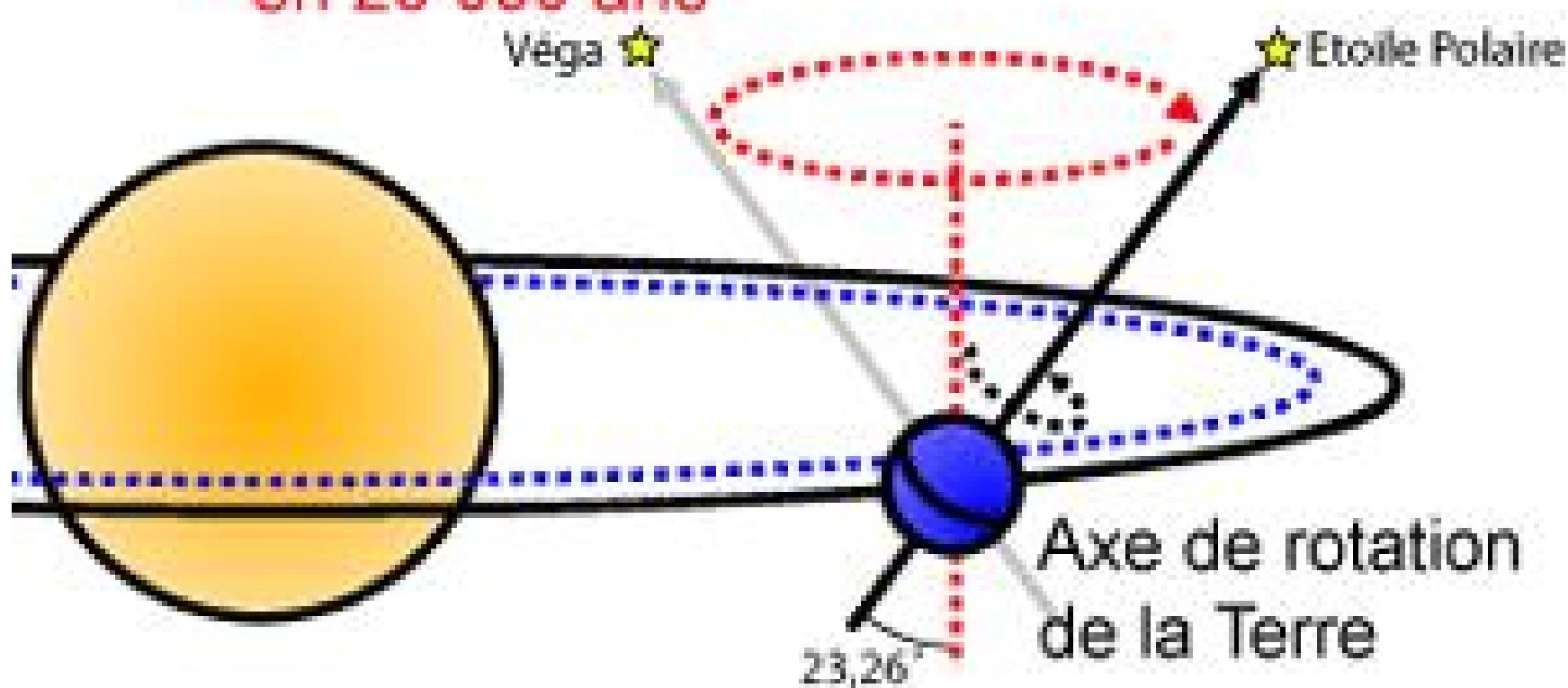
Précession



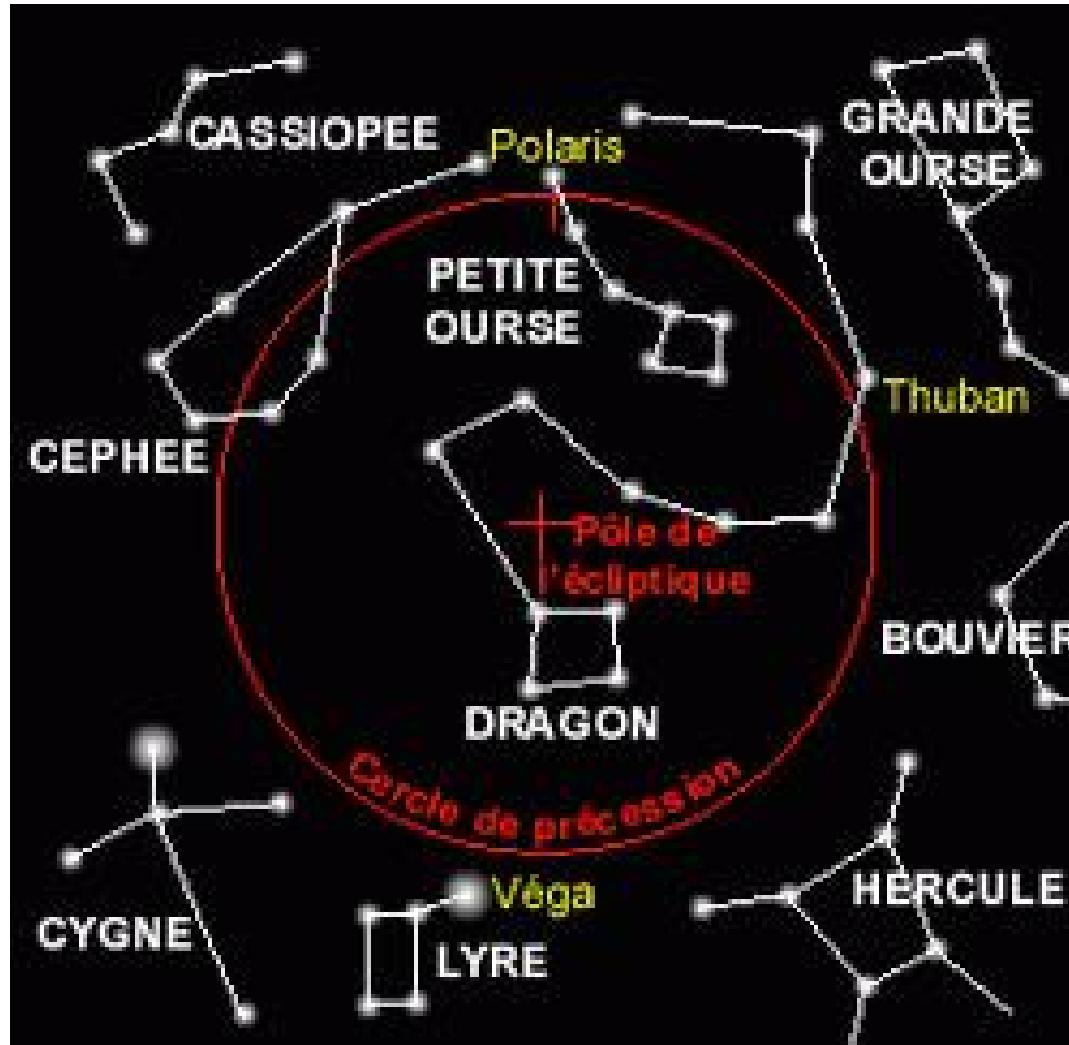
Sur une toupie en rotation

Précession

Précession : rotation de l'axe de la Terre
en 26 000 ans

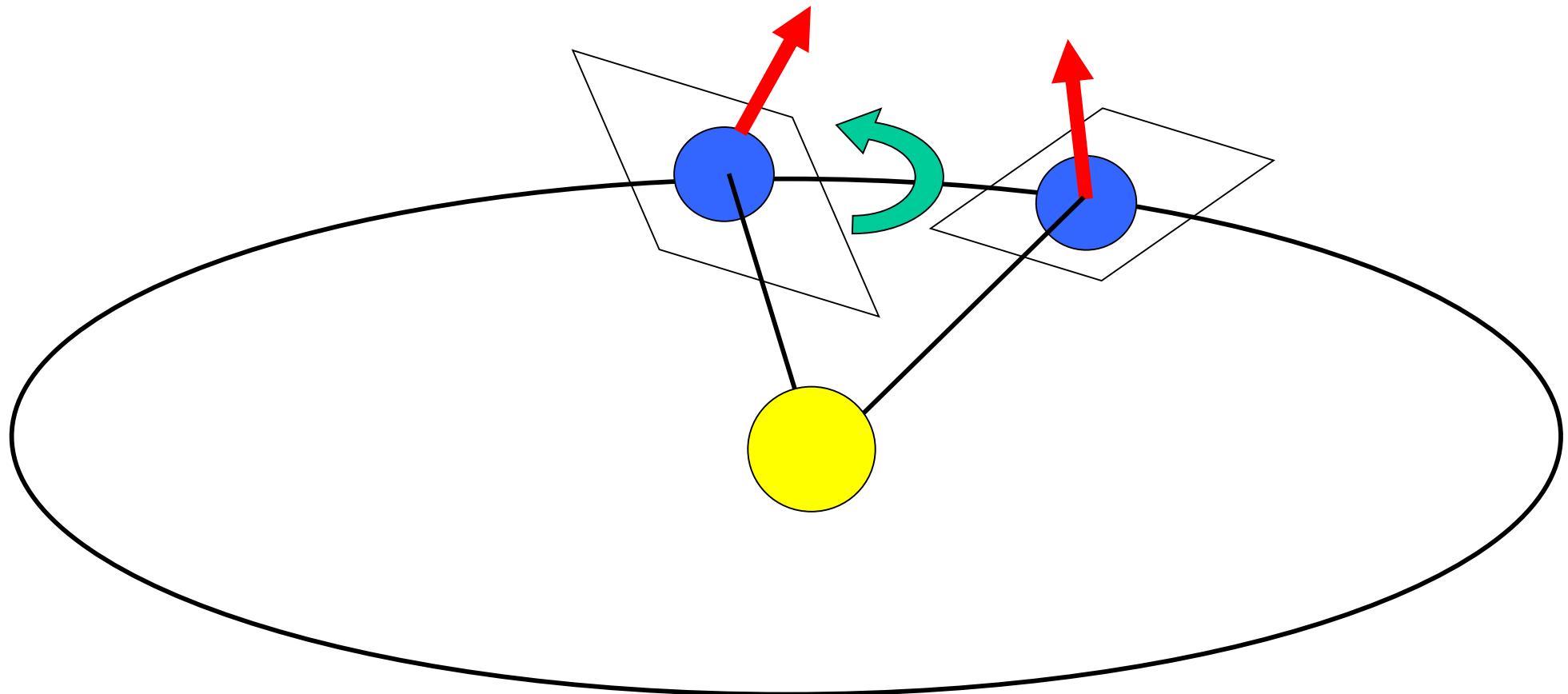


Précession



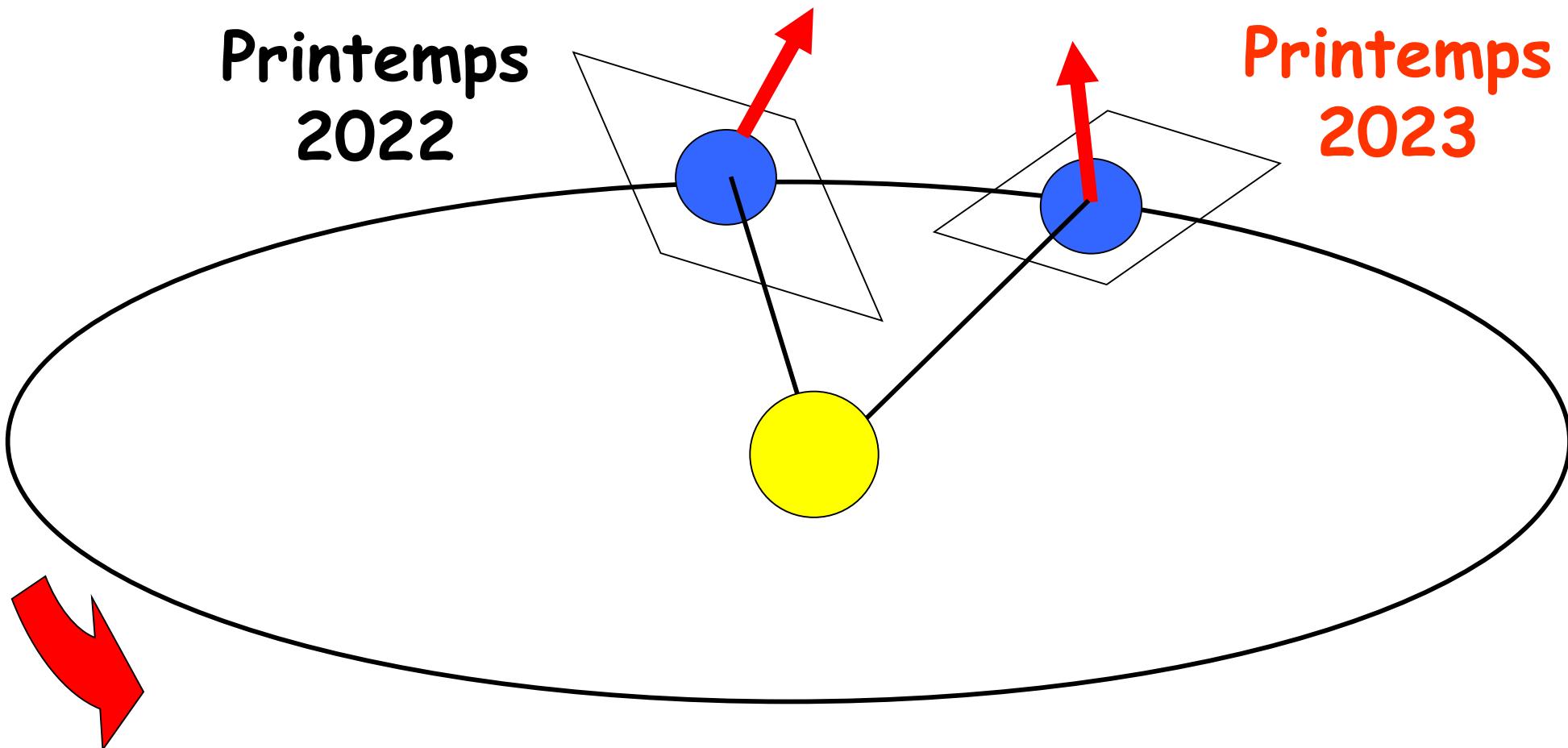
Projection du
pôle Nord sur le ciel

Précession



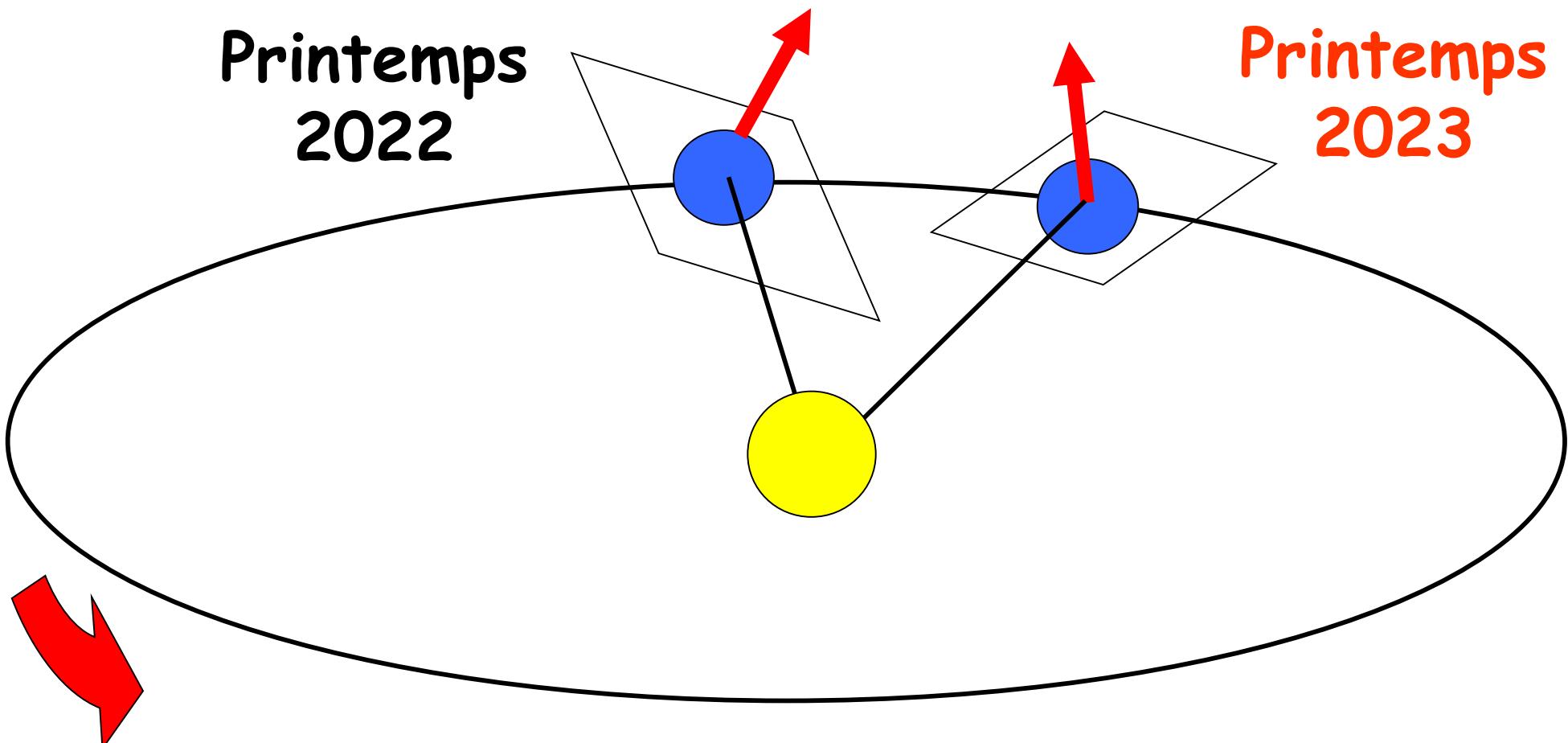
Conséquence :
Mouvement du plan de l'équateur

Précession des équinoxes



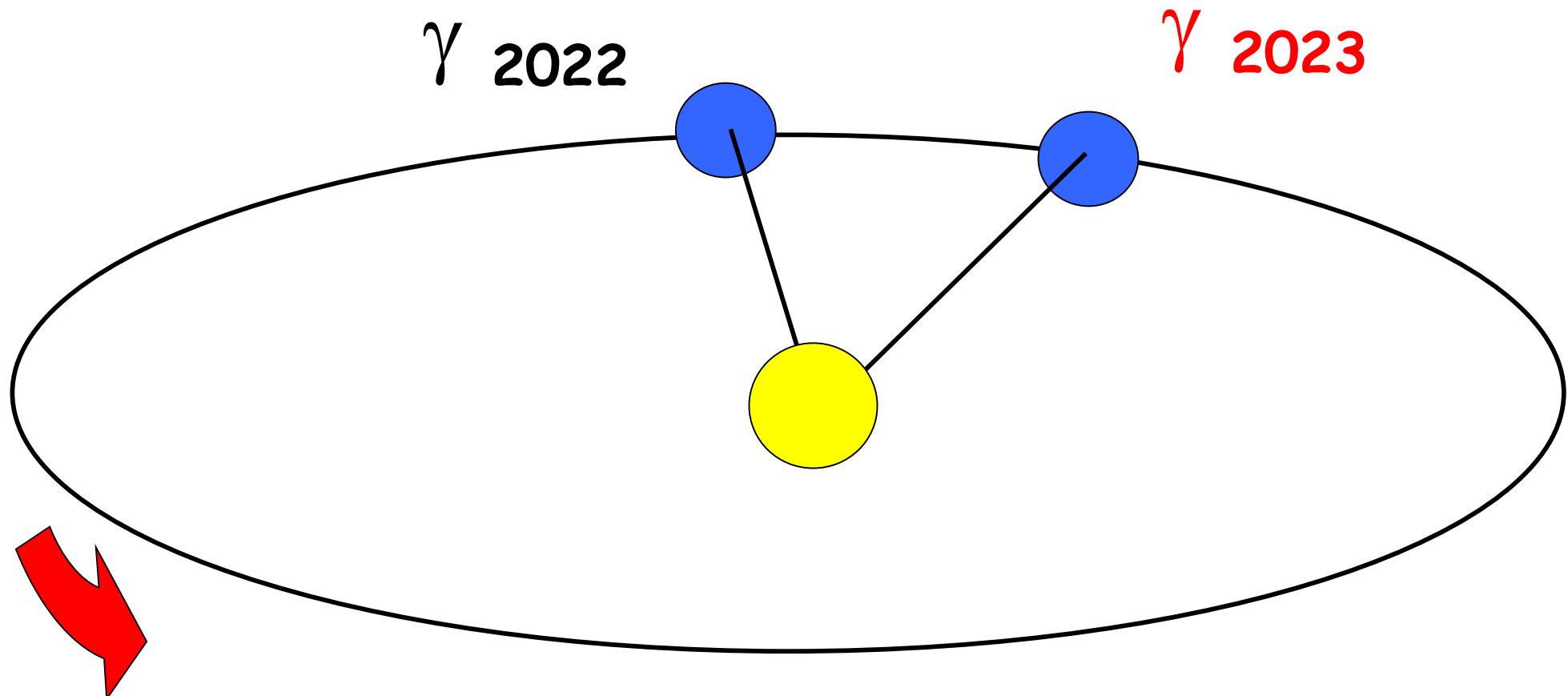
Décalage du printemps

Précession des équinoxes



Année tropique plus courte que
l'année sidérale

Précession des équinoxes



Décalage du point vernal
par rapport aux étoiles

Précession des équinoxes

Décalage du point vernal
par rapport aux étoiles



Mais point vernal =
origine des coordonnées équatoriales



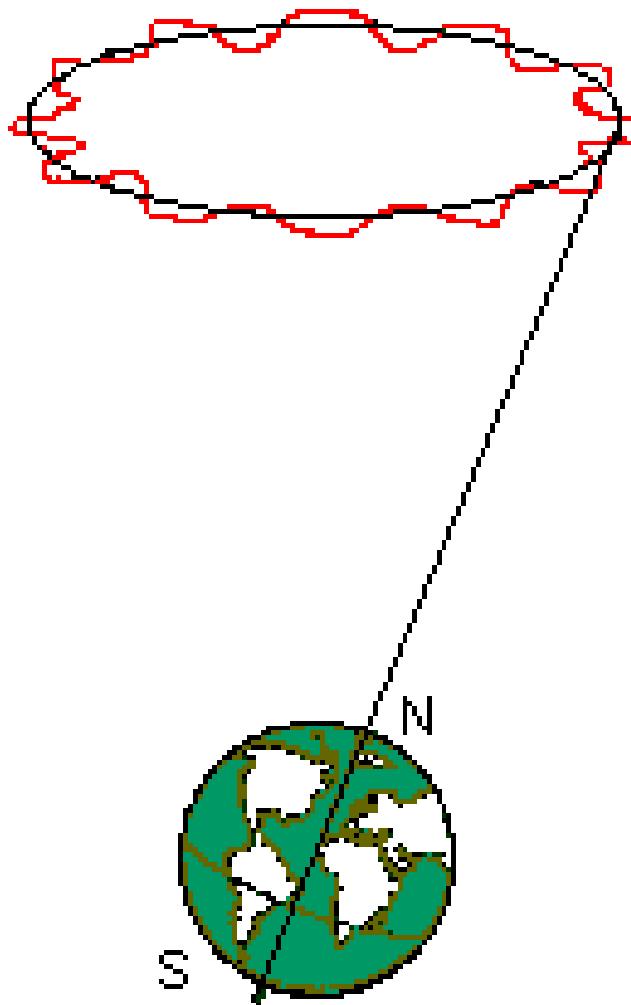
α et δ des astres fixes
changent lentement

Précession des équinoxes

v5.19.11	Planet:	Uranus	(INPOP17a)				
	Satellite:	Barycenter	(Uranus + U1-U5.)				
Observer position: Geocenter							
Timescale: UTC							
Mean equator and equinox of J2000.							
Coordinates astrometric							
Year	M	D	H	M	S	alpha (h m s)	delta (° ' '')
2020	1	31	0	0	0.00	2 2 4.624967	11 54 23.795631
2020	2	1	0	0	0.00	2 2 8.662214	11 54 47.418442
2020	2	2	0	0	0.00	2 2 12.892246	11 55 12.061773
2020	2	3	0	0	0.00	2 2 17.313810	11 55 37.717648
2020	2	4	0	0	0.00	2 2 21.925598	11 56 4.377711
2020	2	5	0	0	0.00	2 2 26.726252	11 56 32.033283
2020	2	6	0	0	0.00	2 2 31.714373	11 57 0.675401
2020	2	7	0	0	0.00	2 2 36.888546	11 57 30.294914
2020	2	8	0	0	0.00	2 2 42.247349	11 58 0.882589
2020	2	9	0	0	0.00	2 2 47.789368	11 58 32.429253
2020	2	10	0	0	0.00	2 2 53.513226	11 59 4.925916
2020	2	11	0	0	0.00	2 2 59.417599	11 59 38.363869
2020	2	12	0	0	0.00	2 3 5.501184	12 0 12.734691
2020	2	13	0	0	0.00	2 3 11.762711	12 0 48.030186
2020	2	14	0	0	0.00	2 3 18.200899	12 1 24.242235

Les coordonnées équatoriales sont toujours données par rapport à une date d'équinoxes

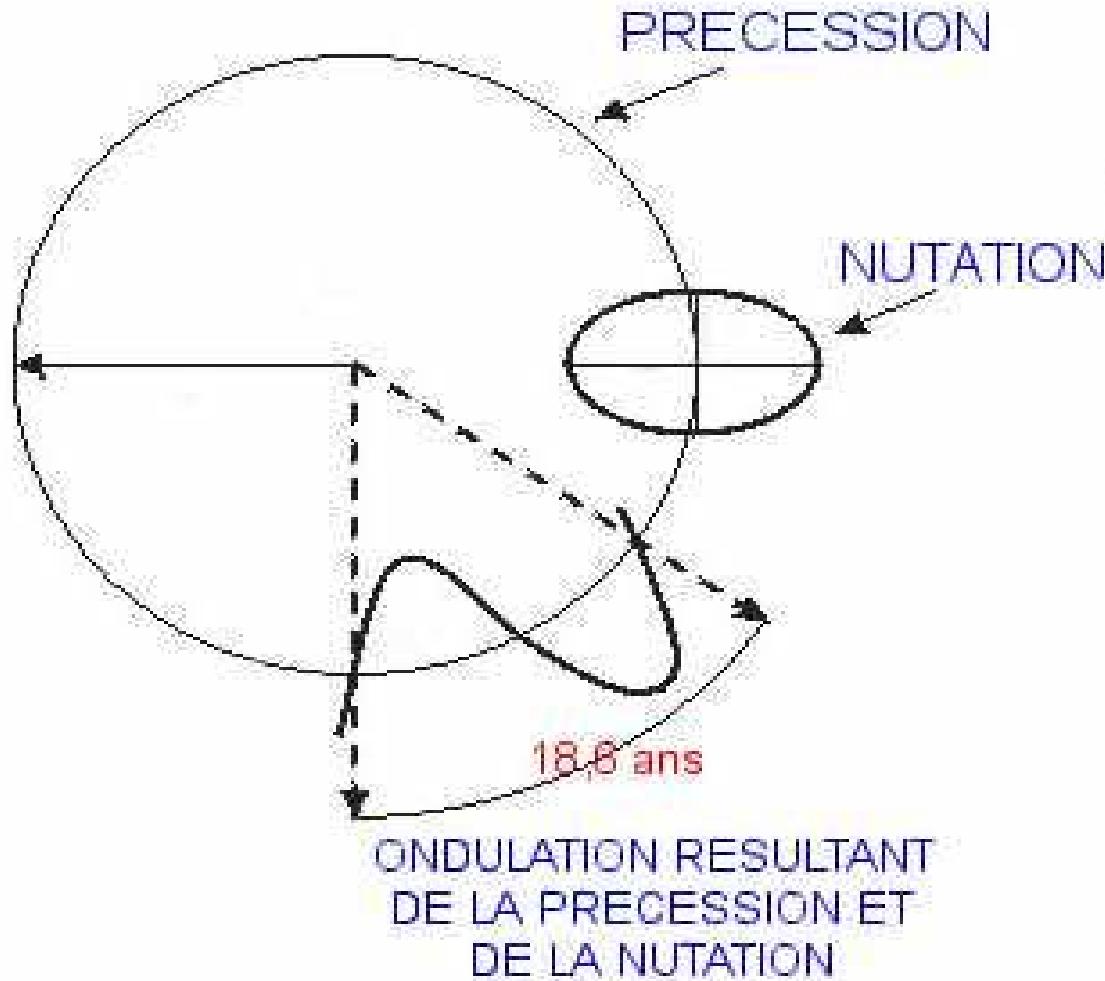
L'axe de la Terre reste
PRESQUE fixe



Précession + Nutation

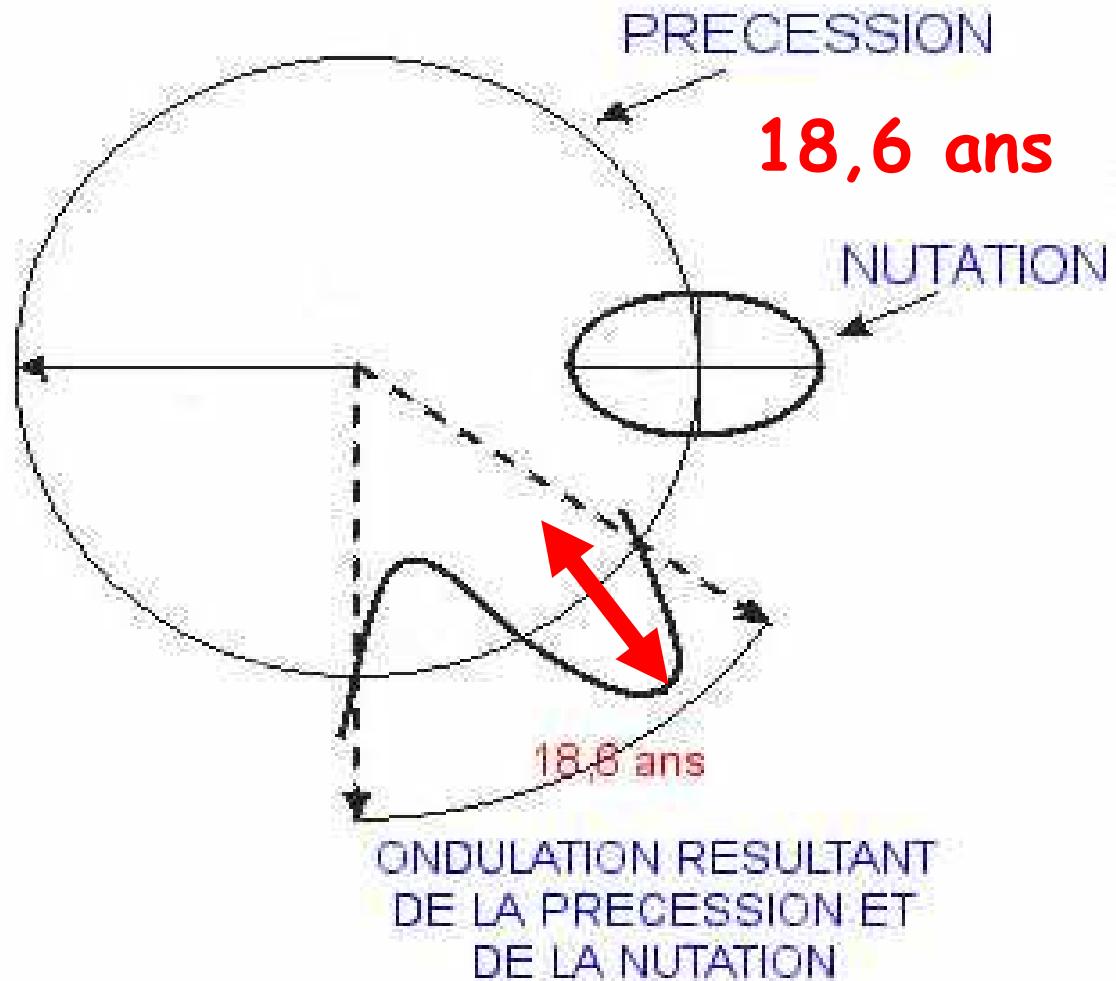
Précession et nutation

26.000 ans



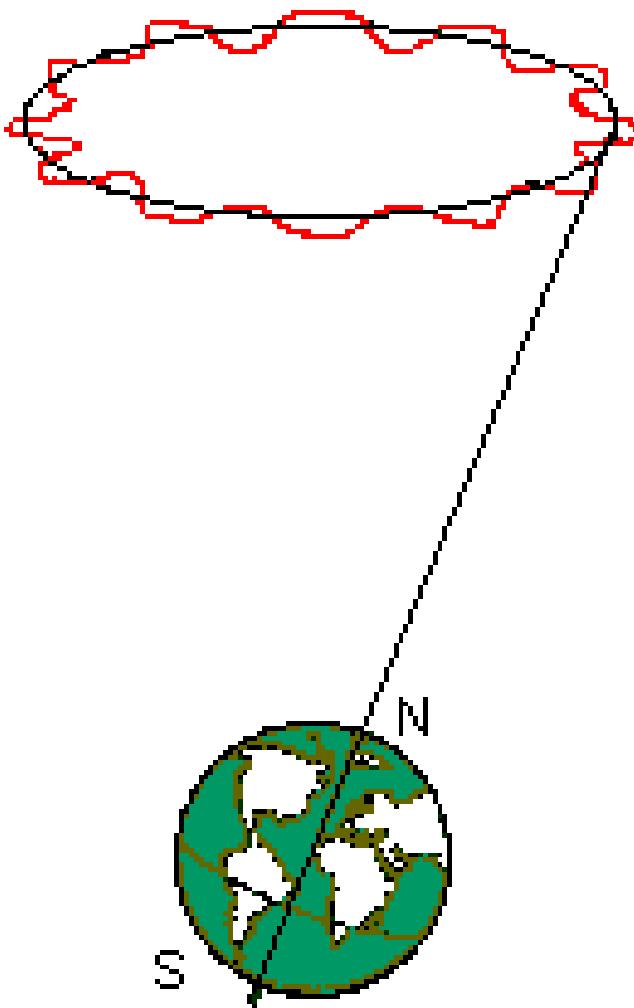
Précession + Nutation

Nutation



Amplitude 9 "21

Précession et nutation



Précession + Nutation

Précession et nutation

Mouvement très bien connus

Formules de correction des
coordonnées équatoriales

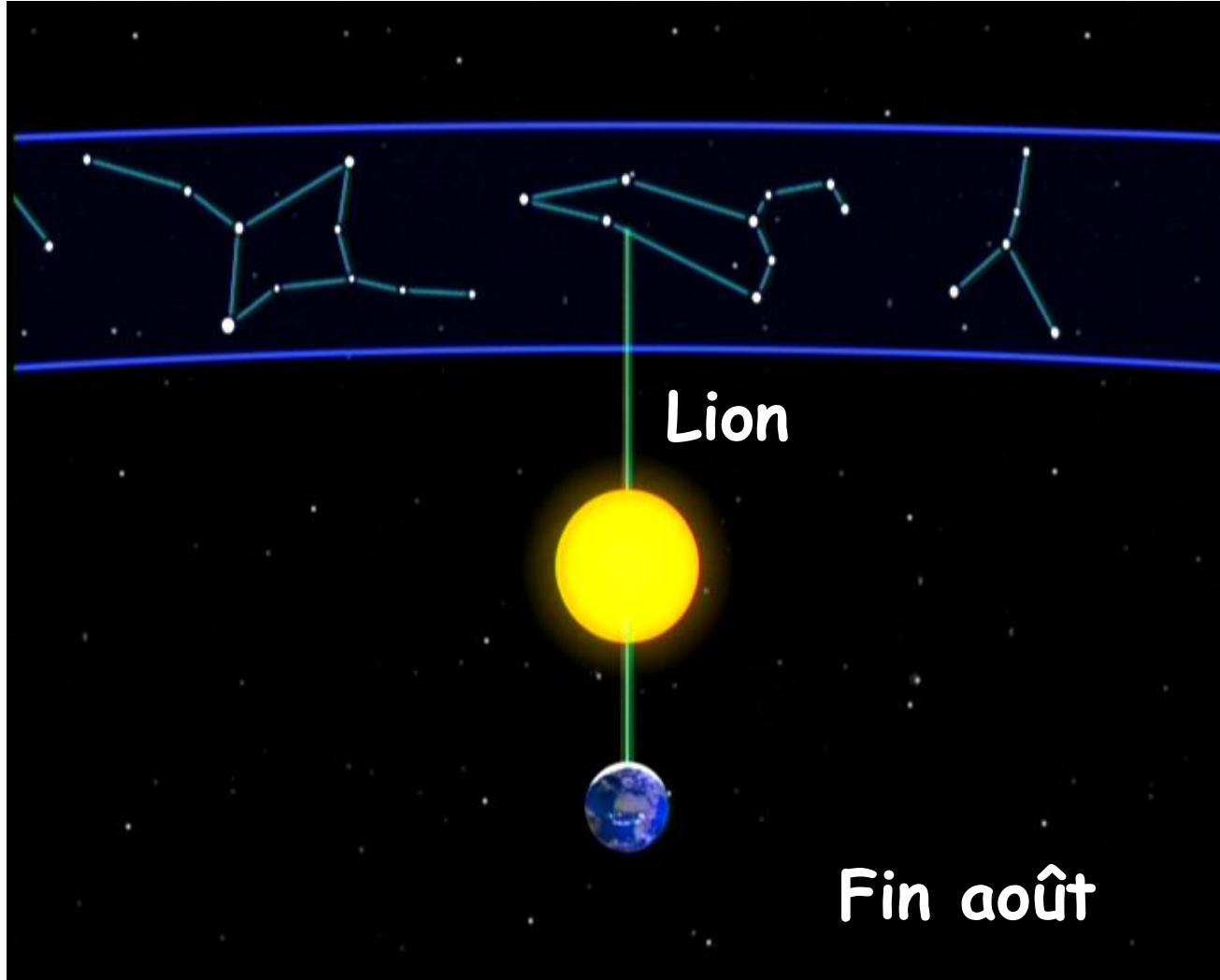
$$\alpha, \delta_{2000} \rightarrow \alpha, \delta_{2023}$$

Précession et nutation

Dans la pratique

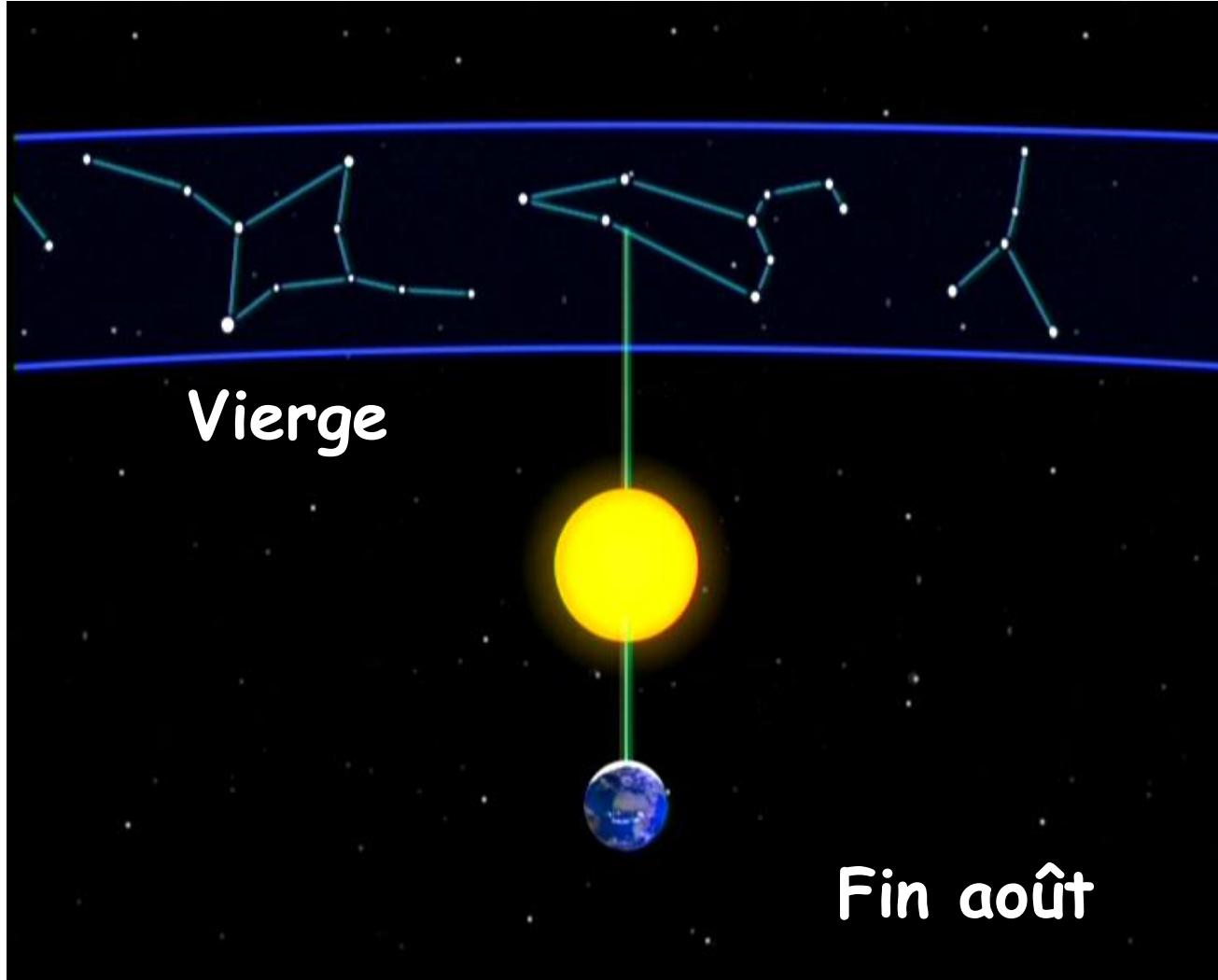
Algorithmes informatiques
donnant
 α , δ corrigés en
fonction de la date

Par contre les astrologues



Ont oublié de tenir compte de
la précession

Par contre les astrologues



Pour les astrologues il devrait
être en Vierge

Déplacements de la Terre

Rotation (à l'équateur) : 1.700 km/h

Autour du Soleil : 107.000 km/h

Soleil dans la galaxie : 800.000 km/h

Galaxie : 2.300.000 km/h
(par rapport au rayonnement fossile)