

La mesure du temps.



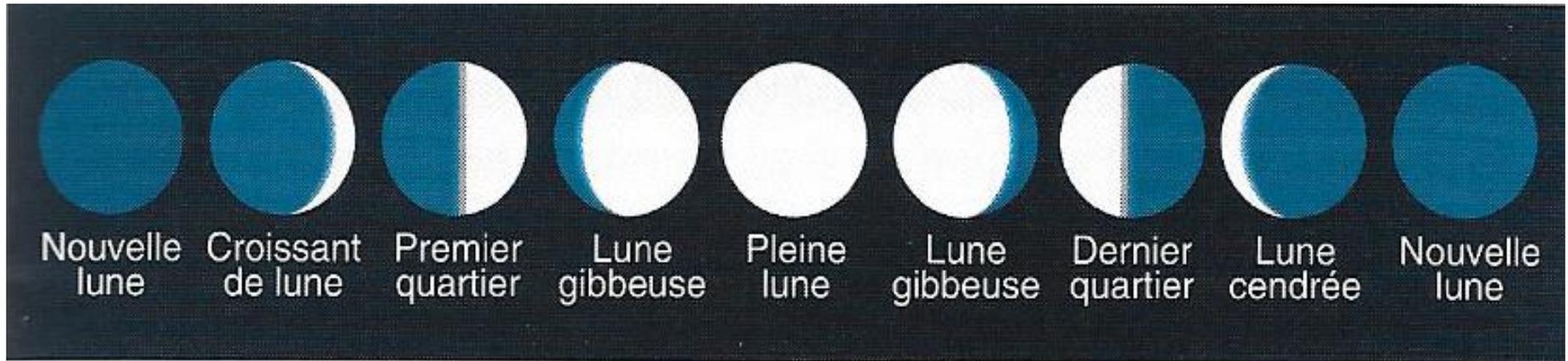
Michel Lesage pour Université du Savoir Partagé.



Julia Macaire, détail, février 2011



<http://www.astronoo.com/fr>



Jean Lefort: la saga des calendriers



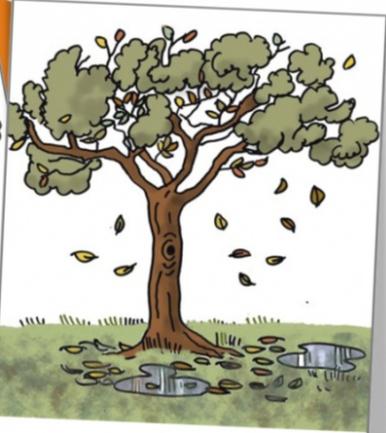
l'hiver



le printemps



l'été



l'automne

Les saisons



I) Les instruments de la mesure du temps.

a) Le temps observé.

- 1) Les cromlechs.**
- 2) les gnomons et méridiennes.**
- 3) les cadrans solaires.**

b) Le temps mesuré.

- 1) Les clepsydes.**
- 2) les sabliers.**
- 3) les horloges et leur évolution.**

II) L'augmentation de la précision des mesures et ses conséquences.

a) Les problèmes liés à la longitude.

b) L'équation du temps

III) Les calendriers

I) Les instruments de mesures

a) Le temps observé.

1) Les cromlechs

Le cromlech de CRUCUNO



Image © 2015 DigitalGlobe

Google earth



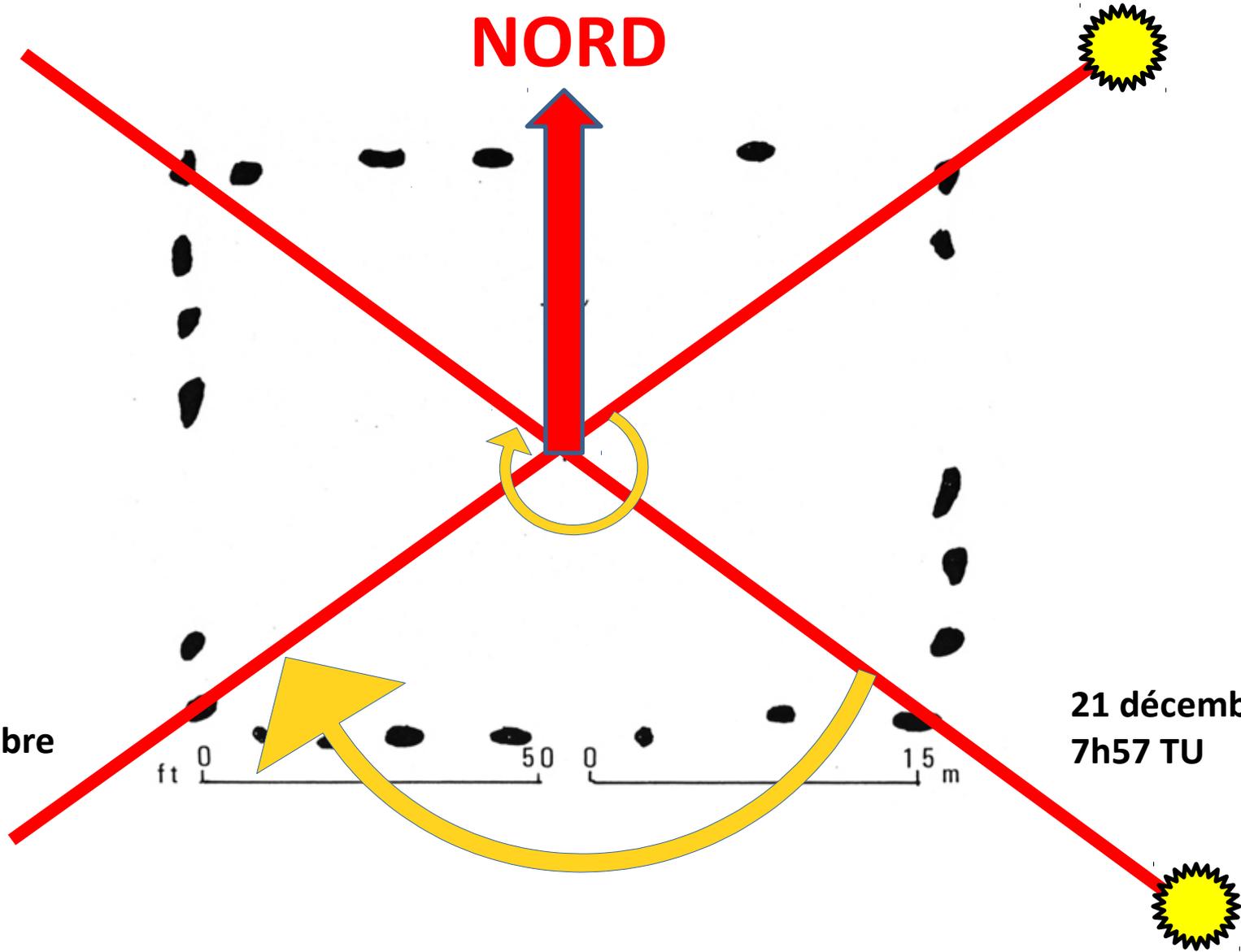
21 juin 20h13 TU

21 juin 4h14 TU

NORD

21 décembre
16h23 TU

21 décembre
7h57 TU



ft 0 50 0 150 m

I) Les instruments de mesures

a) Le temps observé.

1) Les cromlechs

2) les gnomons et méridiennes



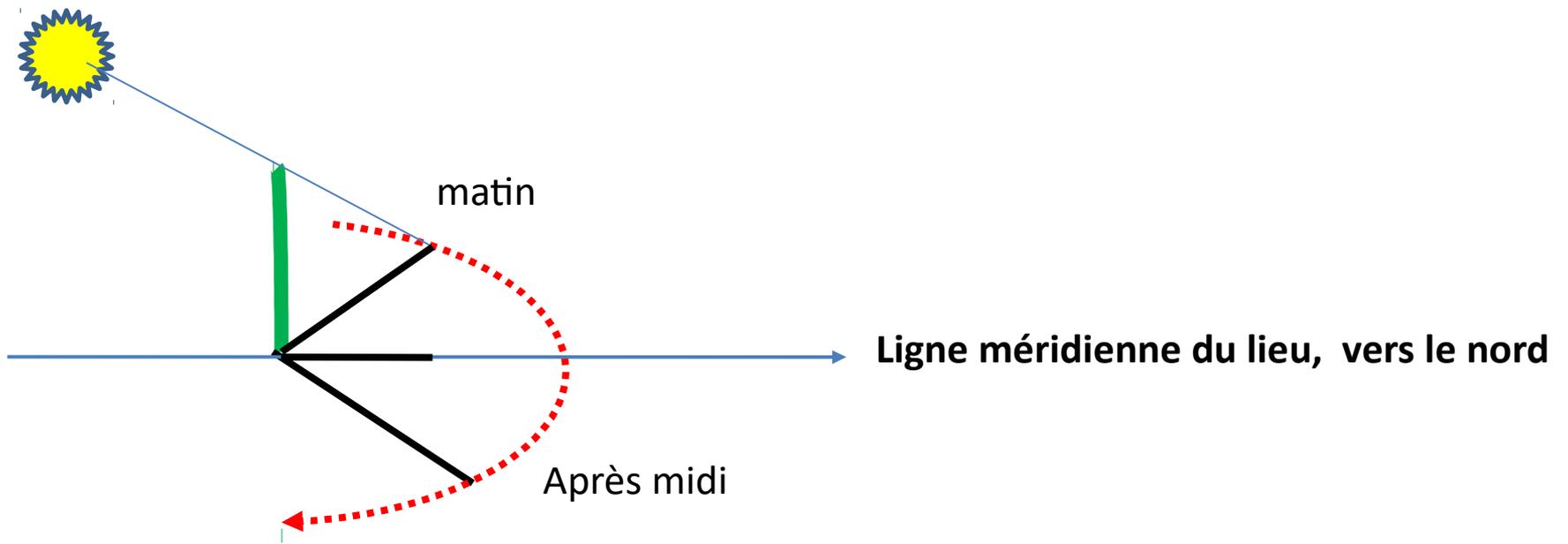
Download from
Dreamstime.com

This watermarked comp image is for previewing purposes only.

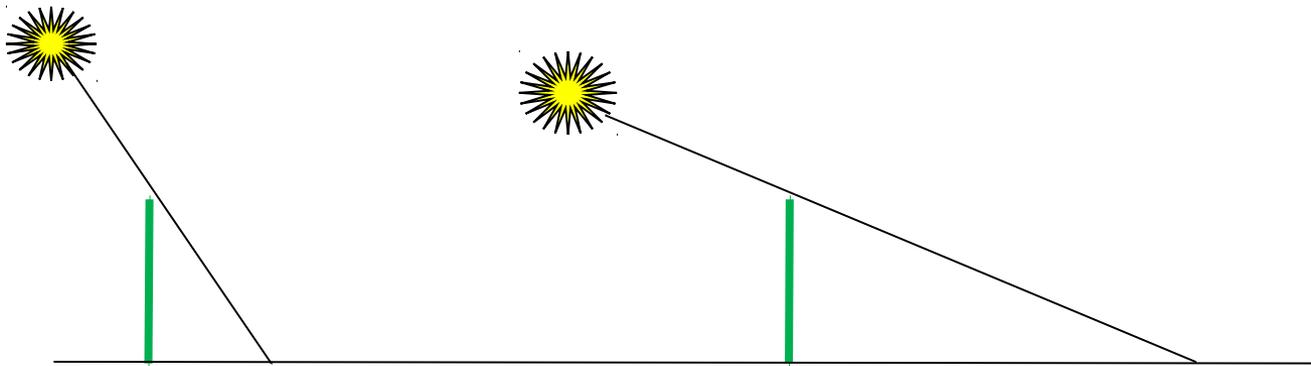


ID 11302985

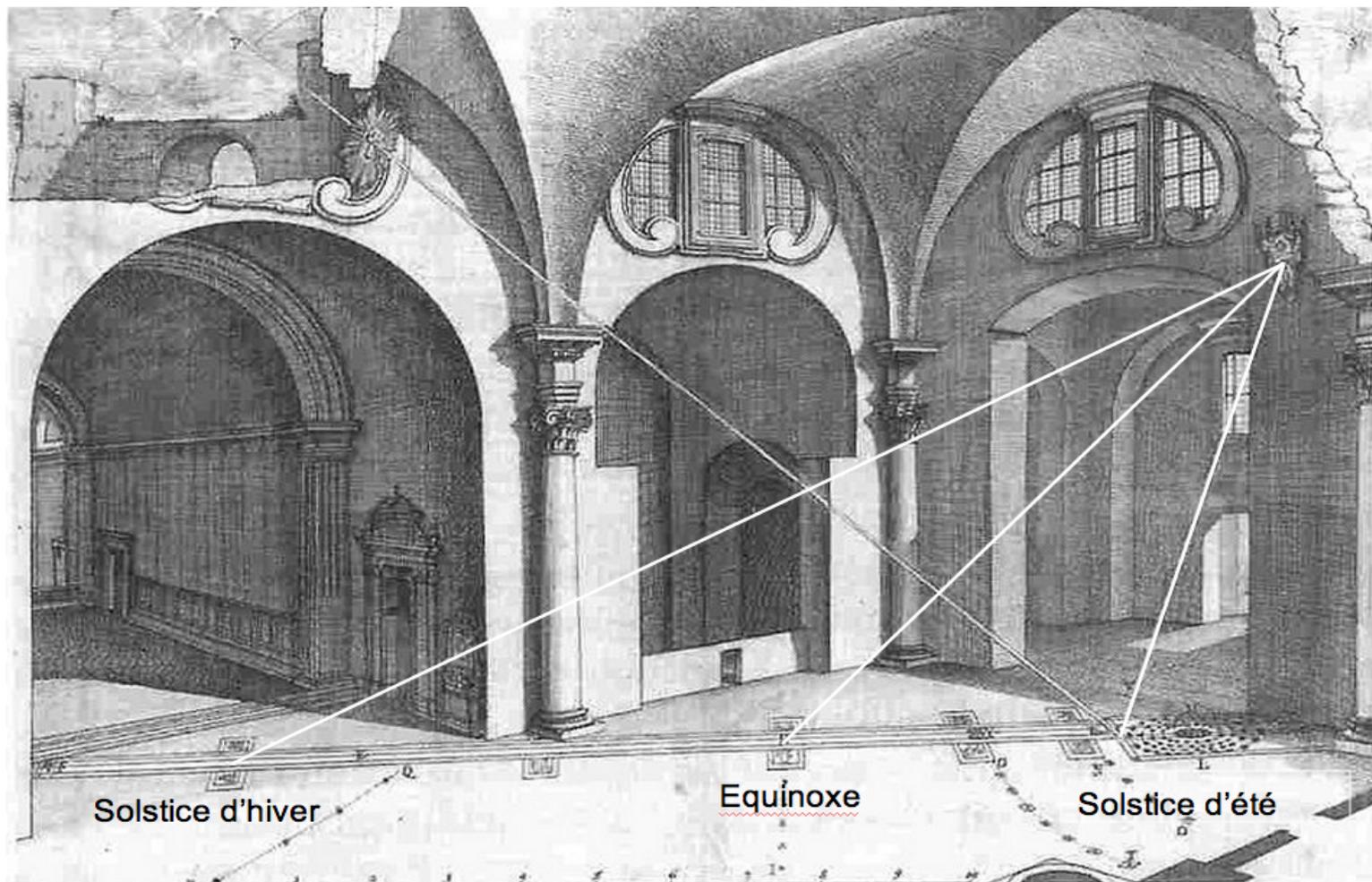
© Martine Oger | Dreamstime.com



Le gnomon permet : **de trouver le sud,**
de lire le midi solaire local ,
(passage du soleil au méridien du lieu)



Plus le soleil est haut, plus l'ombre est courte. **Le gnomon peut donner la date.**



Solstice d'hiver

Equinoxe

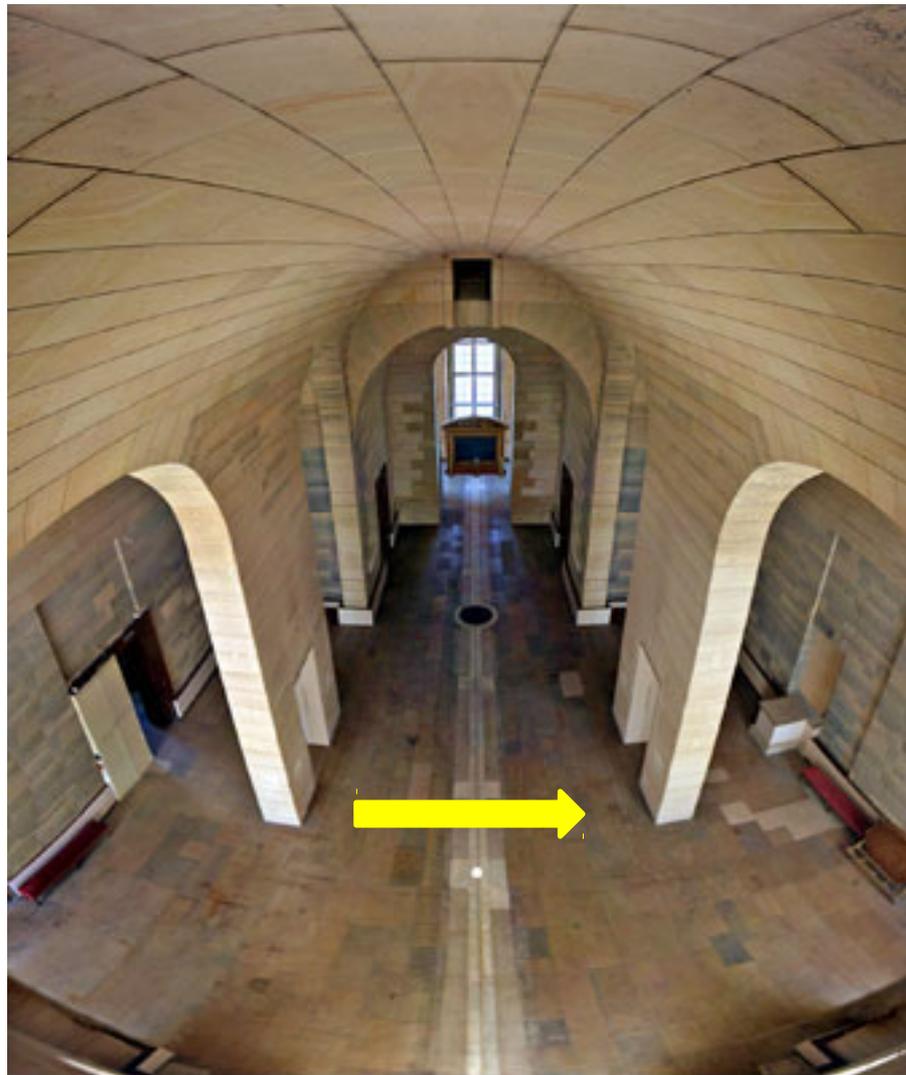
Solstice d'été

A la recherche de précision. Les grandes méridiennes.

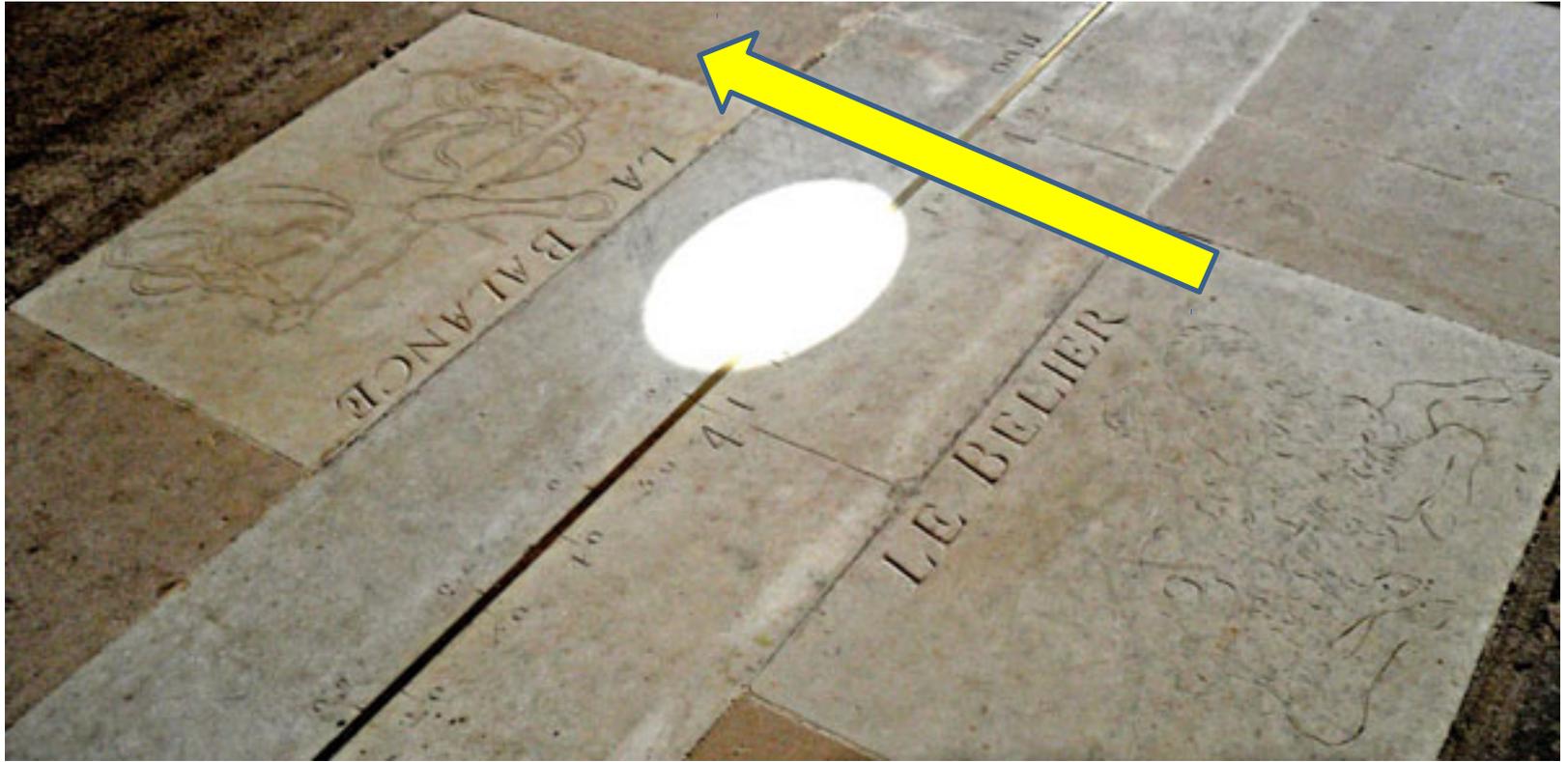


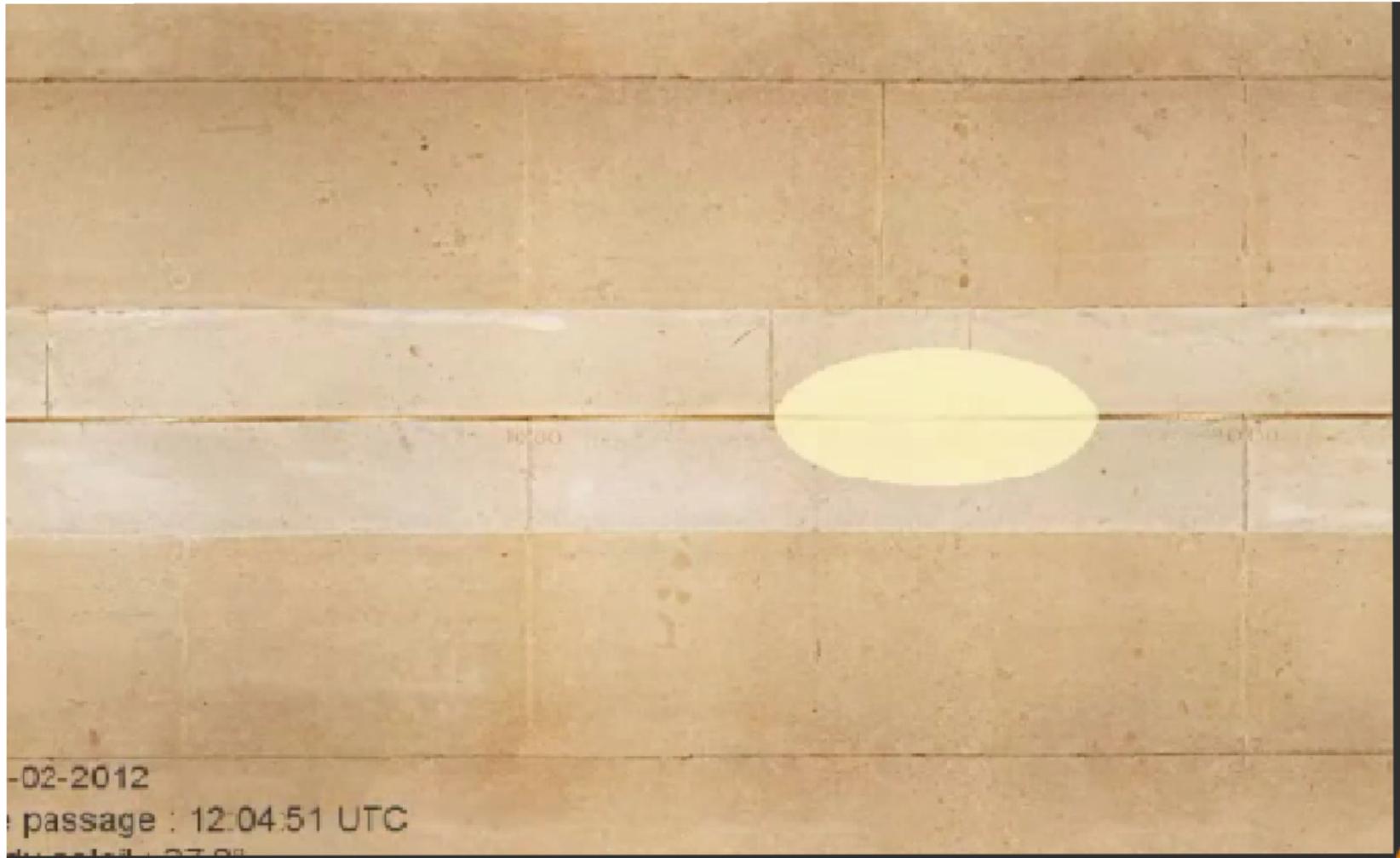
Jean Dominique Cassini (1625 1712)

**Créateur de la méridienne de
l'observatoire de Paris.**



**Vue d'ensemble de la Salle Cassini,
bâtiment Perrault, Observatoire de Paris.
©J. Berthier et Y. Gominet.**





-02-2012

passage : 12:04:51 UTC

temperature : 27.8°





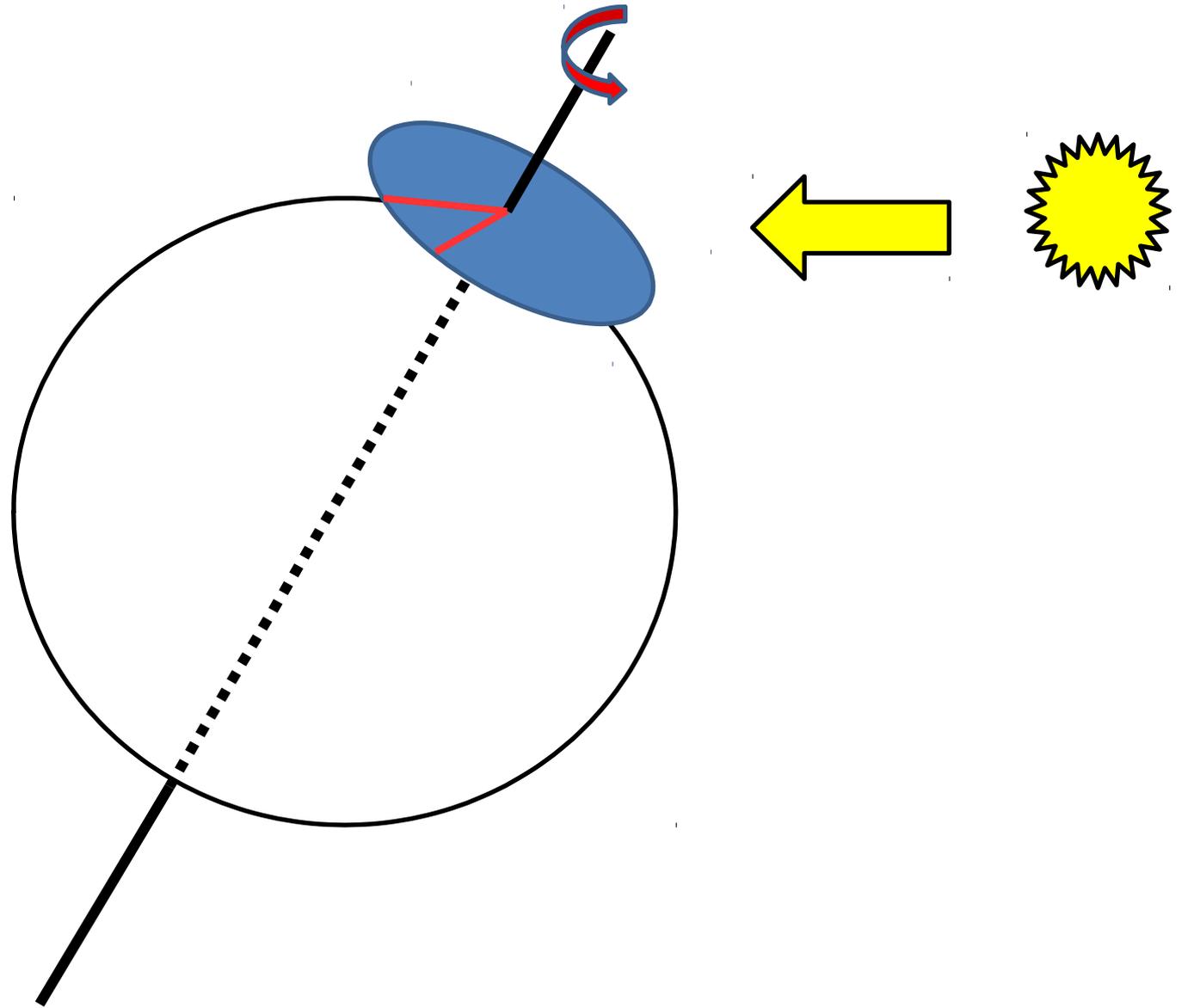
I) Les instruments de mesures

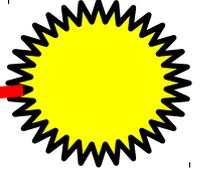
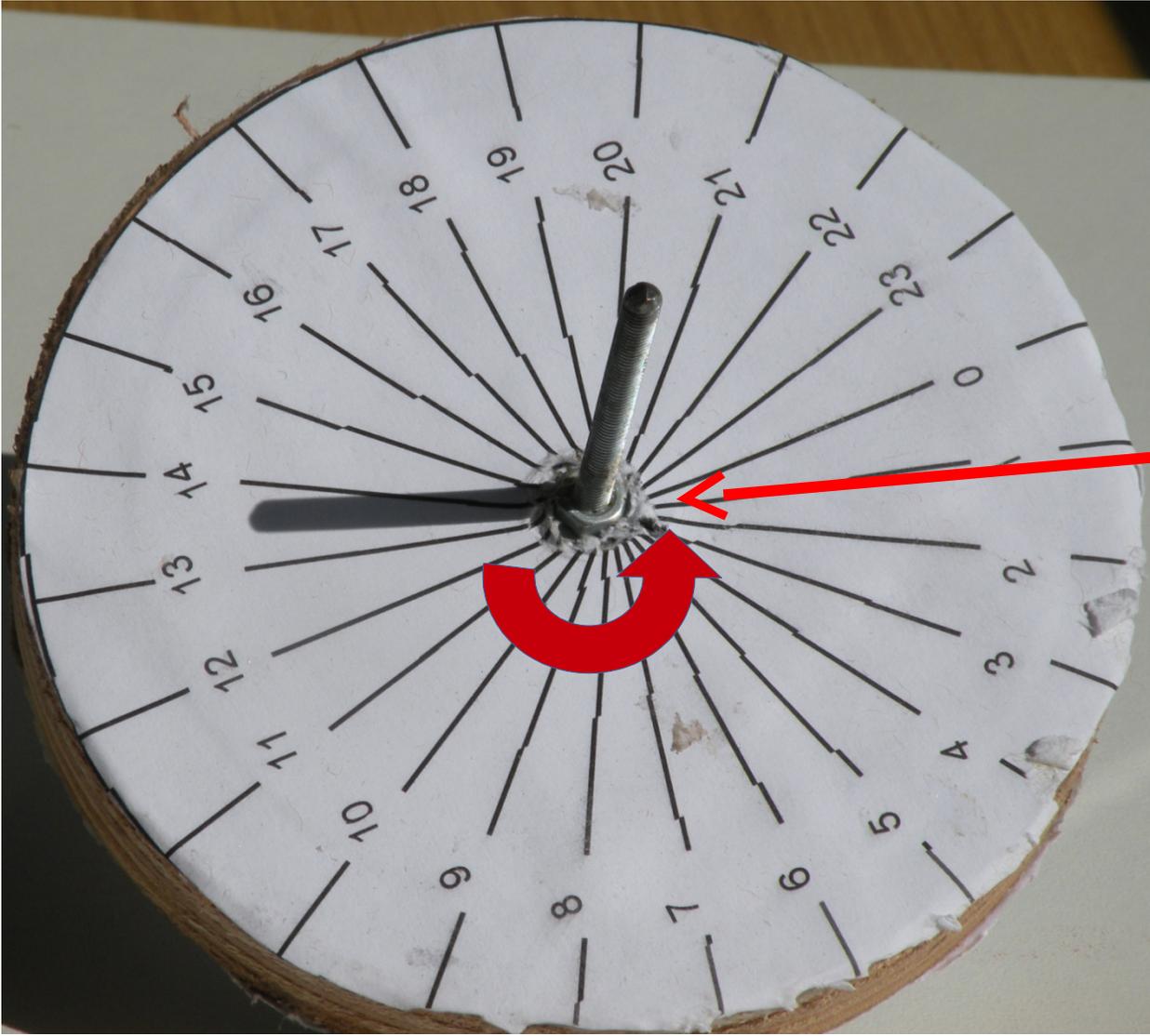
a) Le temps observé.

1) Les cromlechs

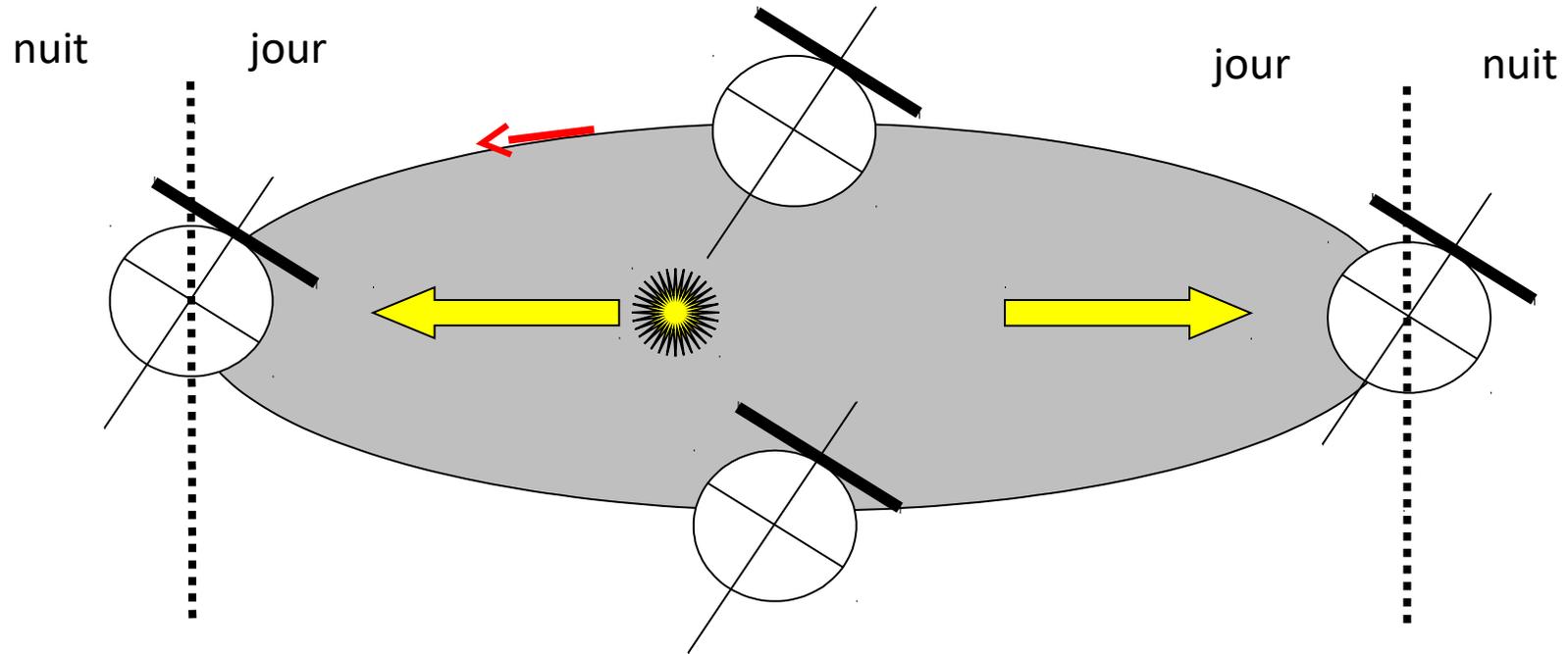
2) les gnomons et méridiennes.

3) Les cadrans solaires .





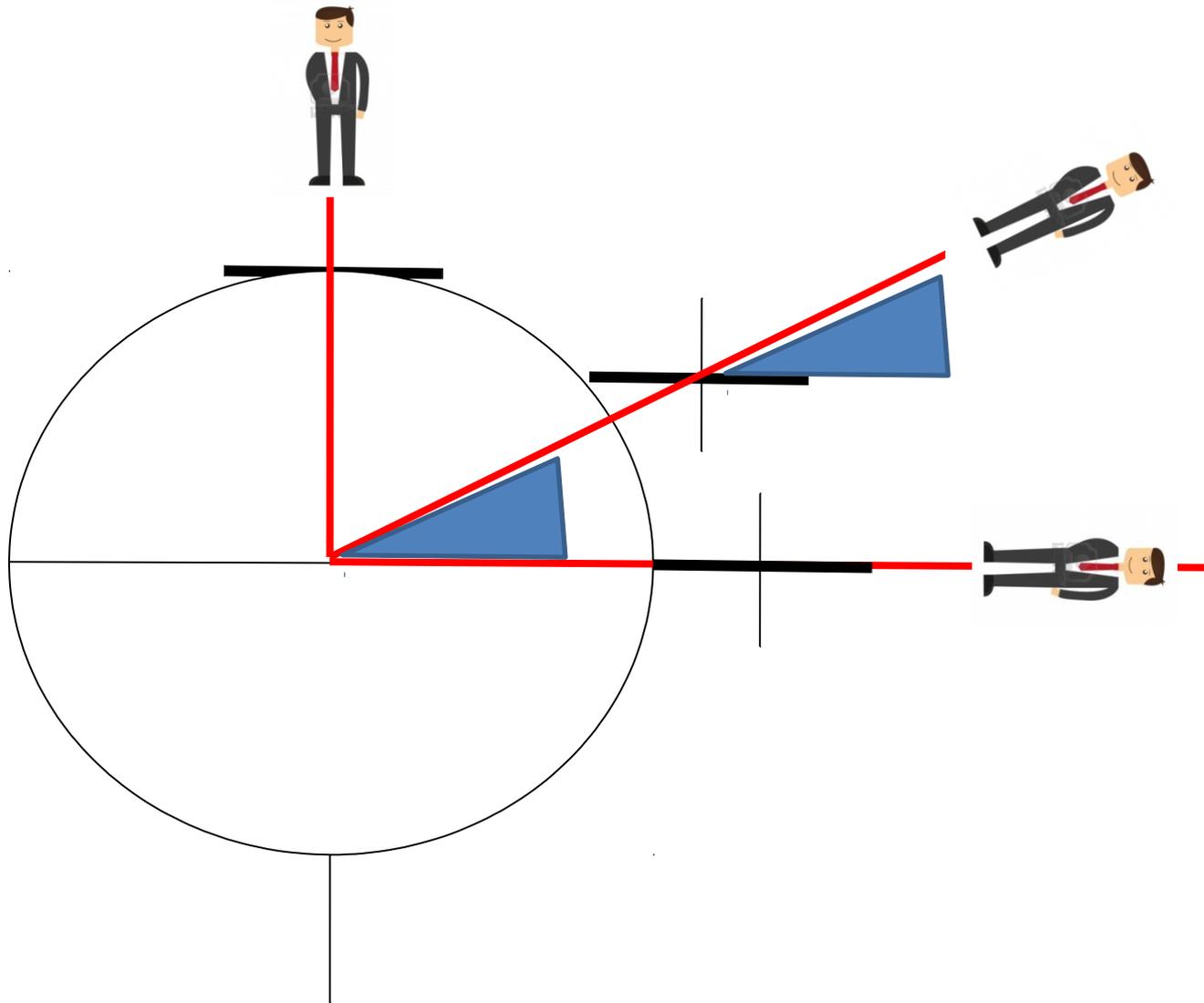
Pour comprendre comment fonctionne un cadran solaire.

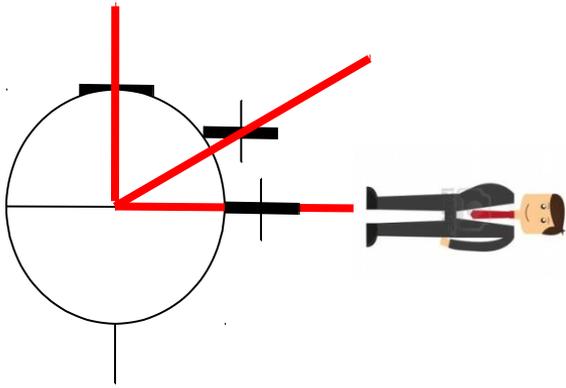


**Le dessus de la table
du cadran est éclairé.
C'est l'été.**

**Le dessous de la table du
cadran est éclairé. C'est
l'hiver.**

Quelques exemples de cadrans solaires dits équatoriaux.



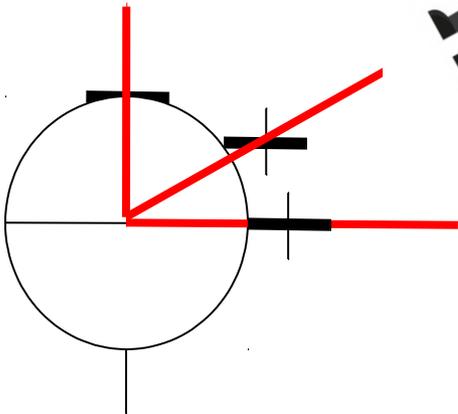


Cadran équatorial à l'équateur (Quito)

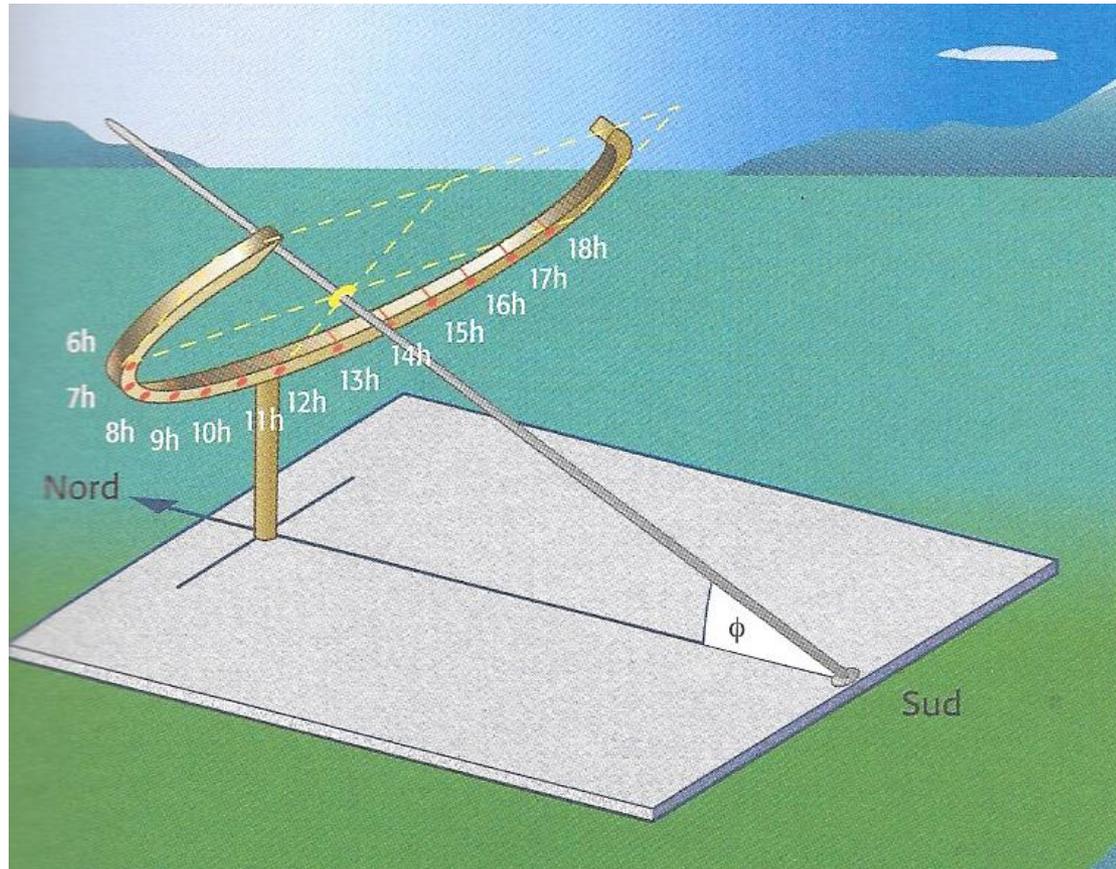


Site de Michel Lalos

Cité interdite de Pékin (lat 39° Nord)



Pour faciliter la lecture en été et en hiver....on a enlevé la table équatoriale .

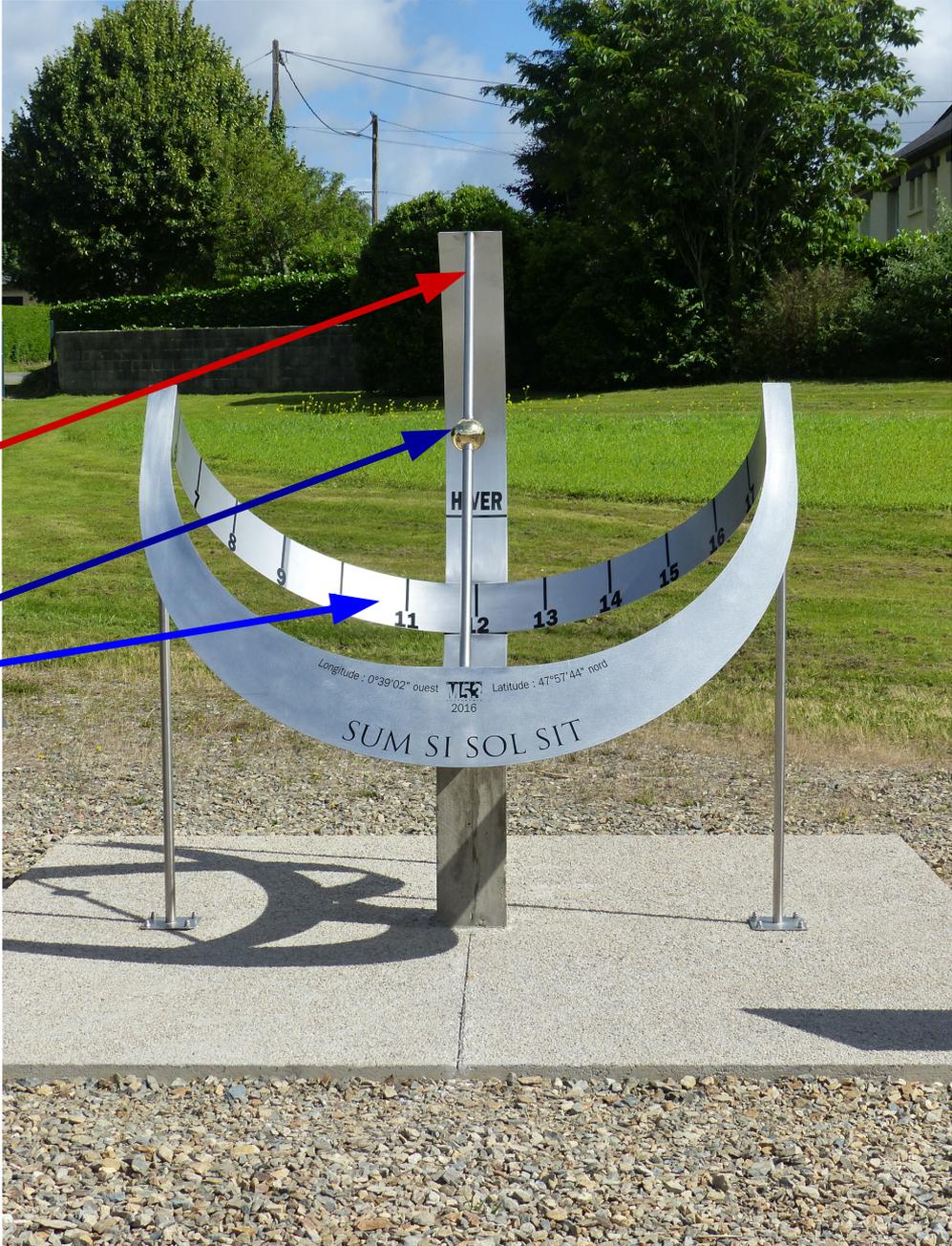


Cadran solaire armillaire.

**Cadran Maisoncelle du Maine
Association M53**

Le style

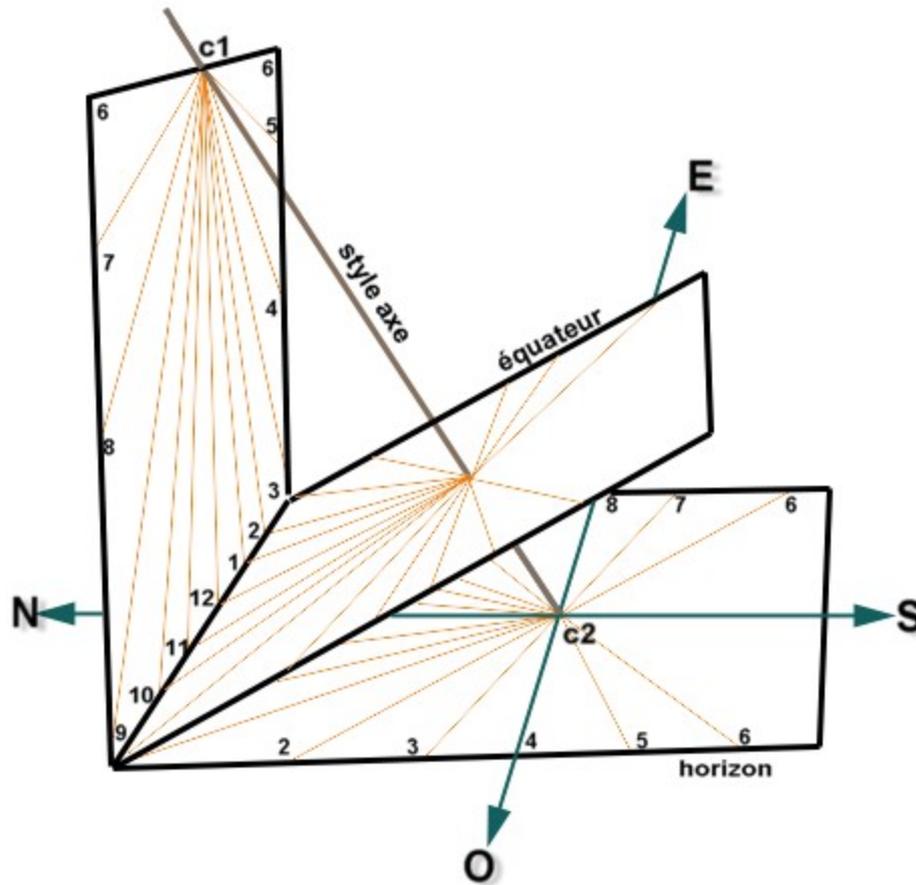
Le plan équatorial



Saint Nazaire, France

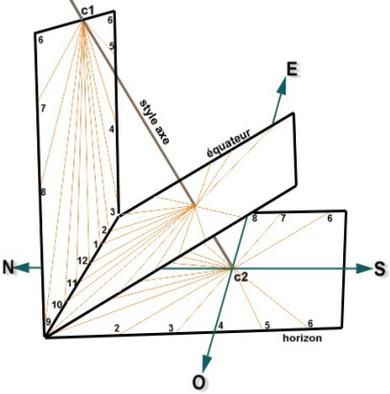


Tous les cadrans solaires dérivent du cadran équatorial.



Tous les cadrans solaires ont un style qui est parallèle à l'axe du monde.

Les cadrans solaires horizontaux.

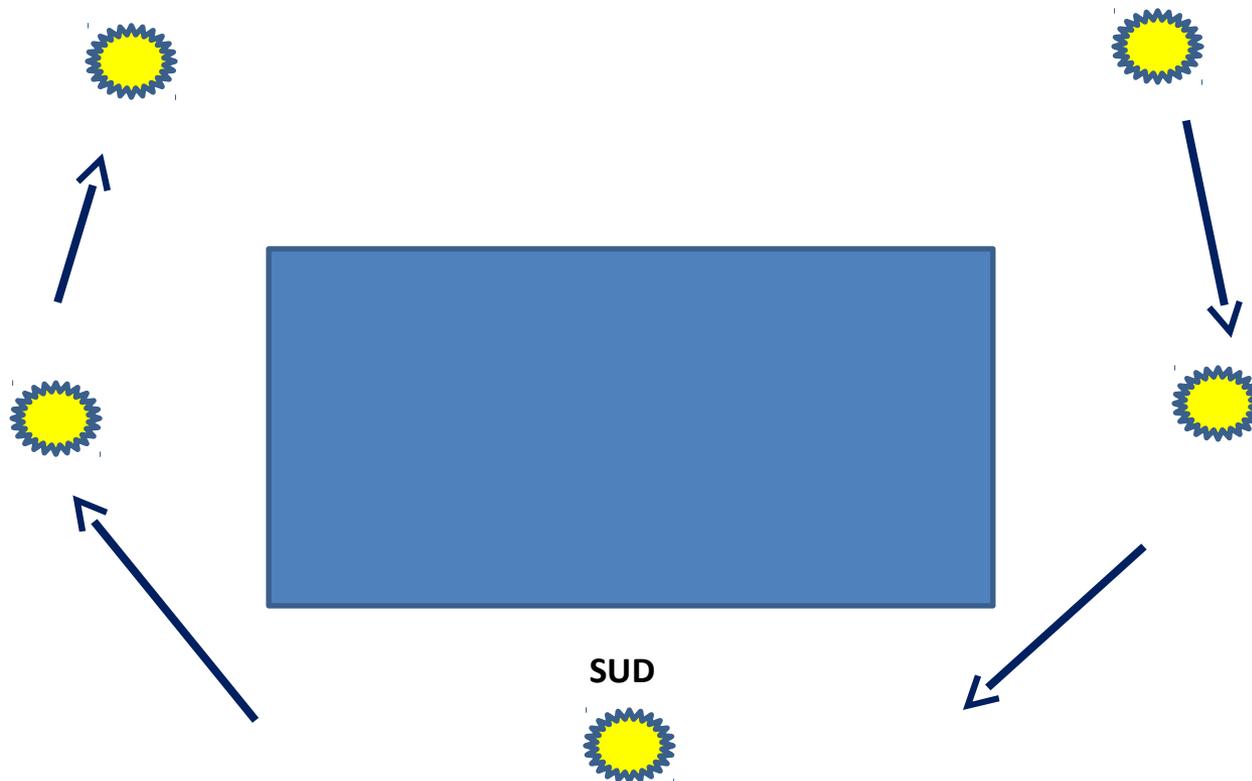


Place centrale de Gavarnie (65)

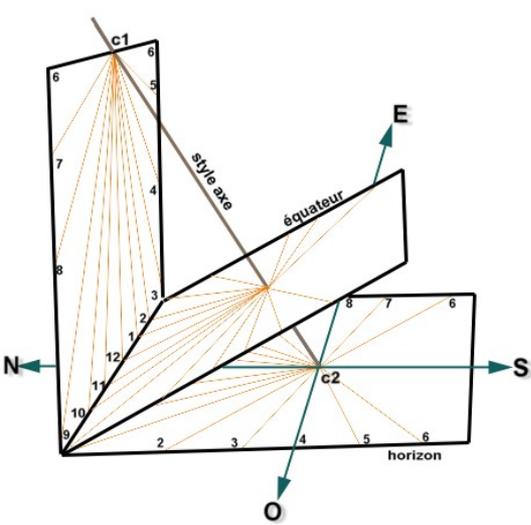
Les cadrans solaires verticaux

Ils sont dessinés

- sur une façade plein sud,
- ou sur n'importe quel mur. (Ils sont dits alors déclinants)

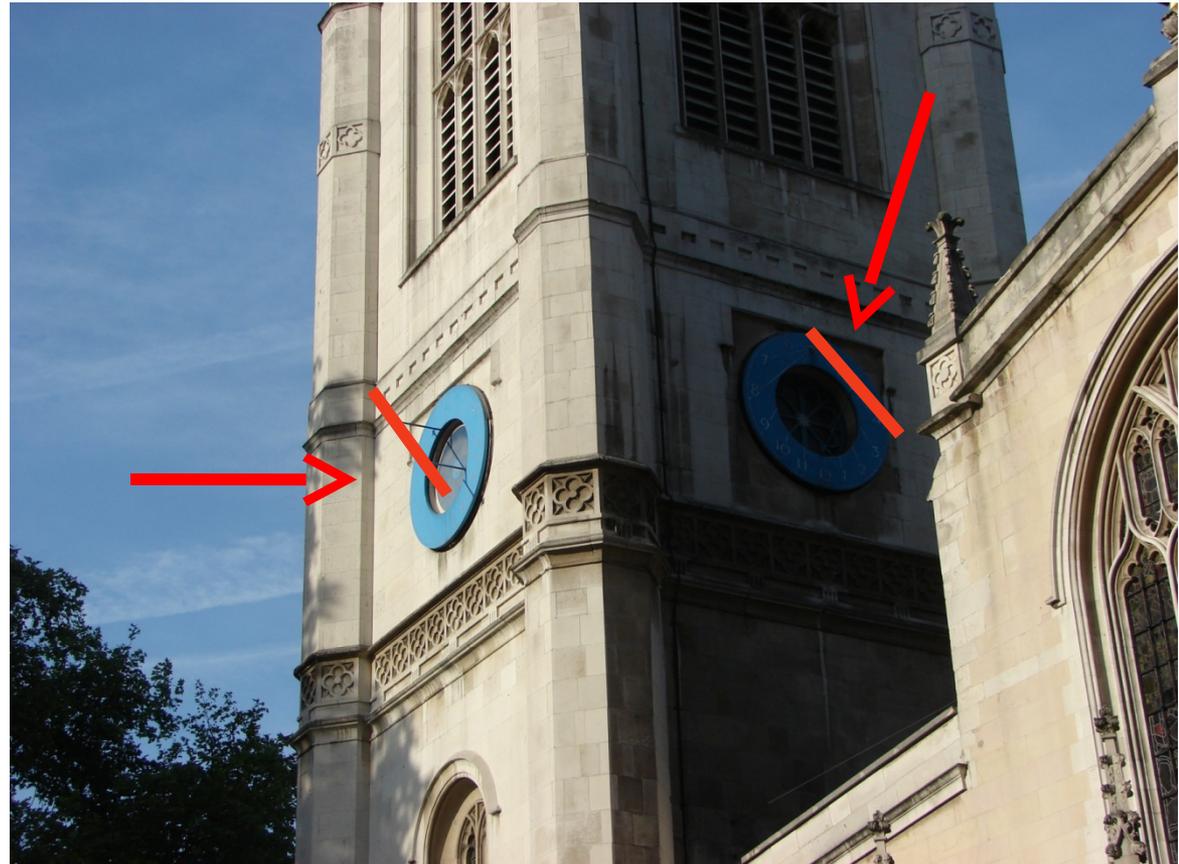
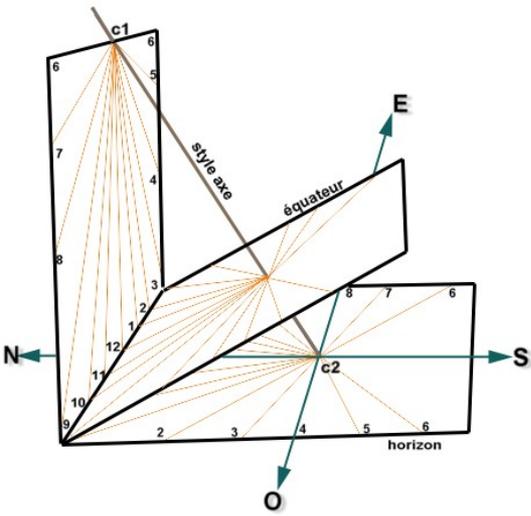


Les cadrans solaires verticaux.



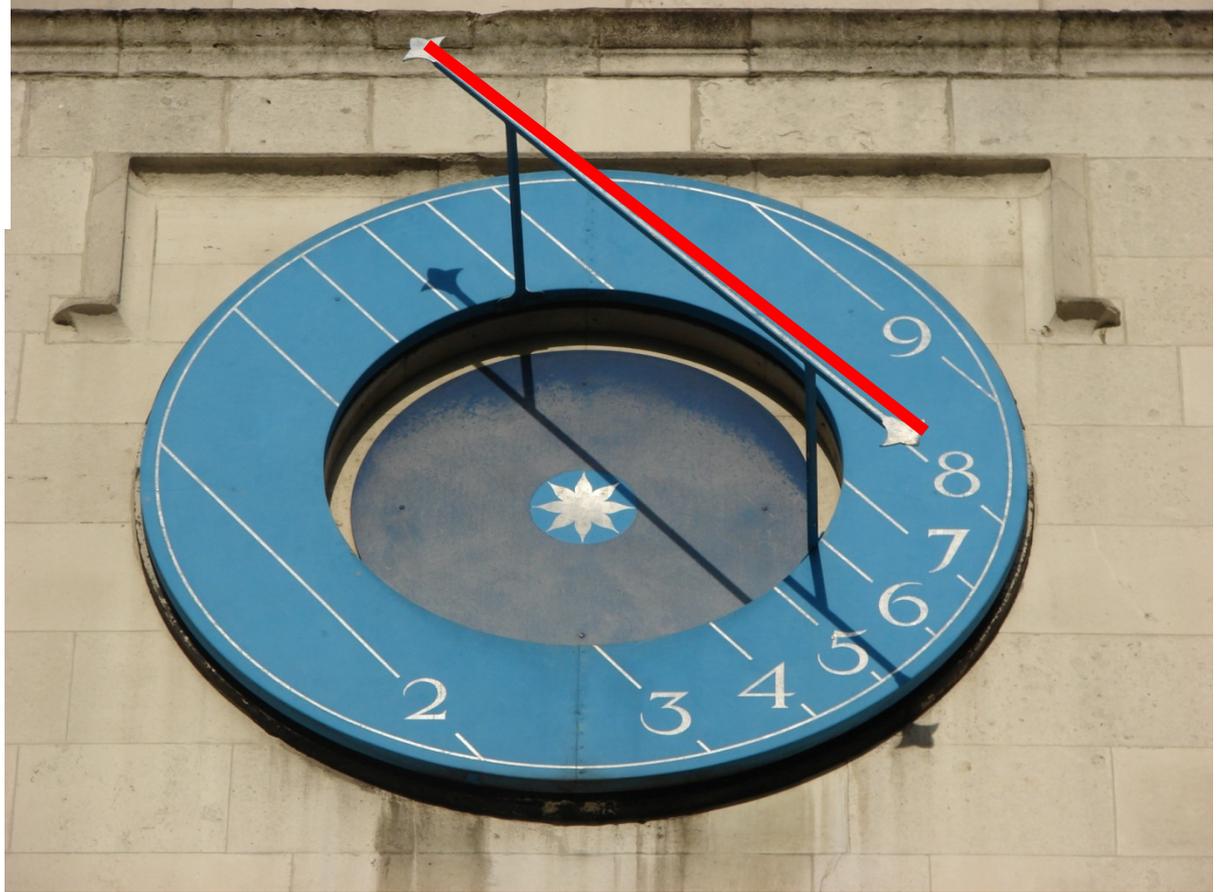
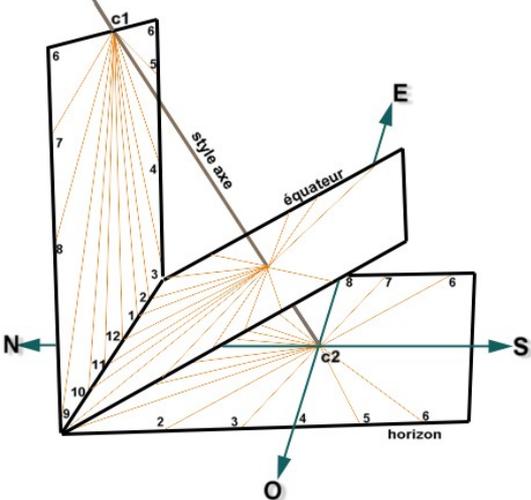
Château de Saint-Sulpice (façade sud)

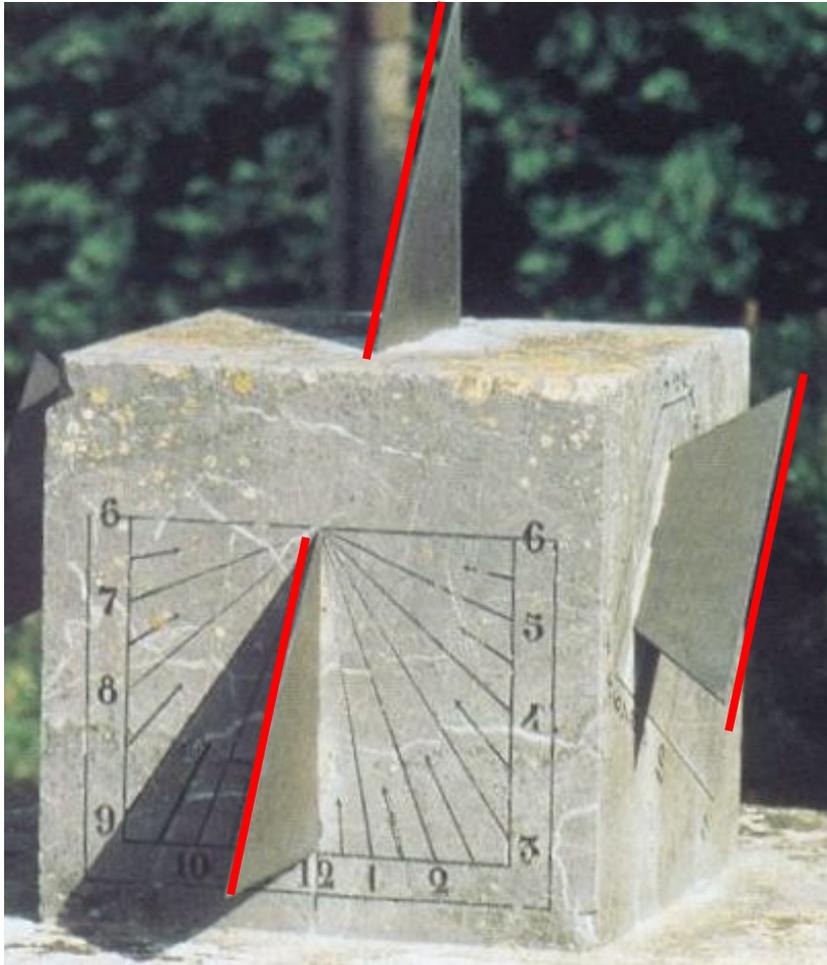
Les cadrans solaires verticaux.



Cadrans de Saint Margareth - Londres

Cadran vertical déclinant.





**Le cadran solaire de Urbain Leverrier (1811-1877),
à Agon-Coutainville dans la Manche.**



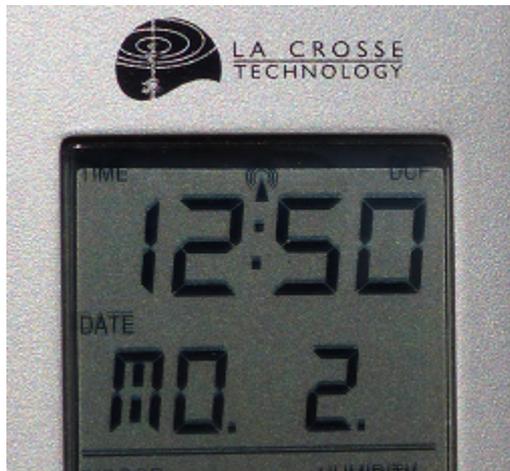
Le cadran solaire du Mont Saint Odile, en Alsace (1760)



Depuis 300 ans les notaires ont pris le cadran solaire comme devise.

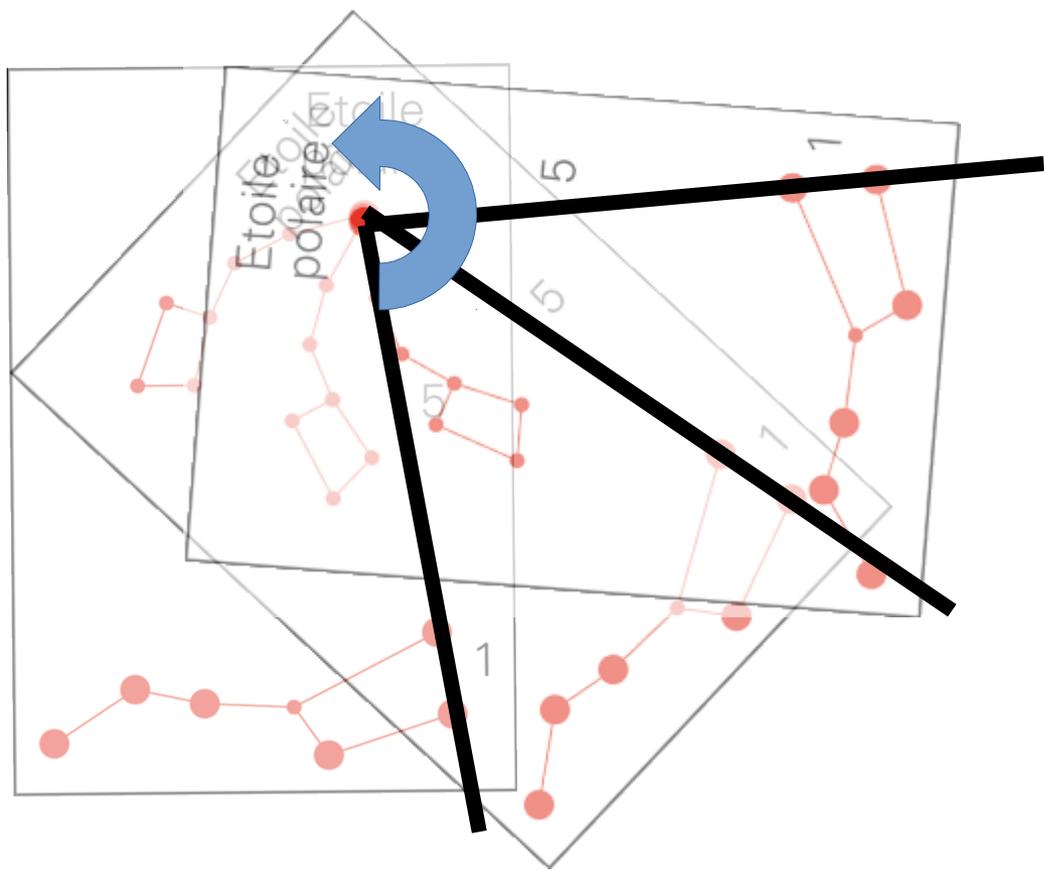


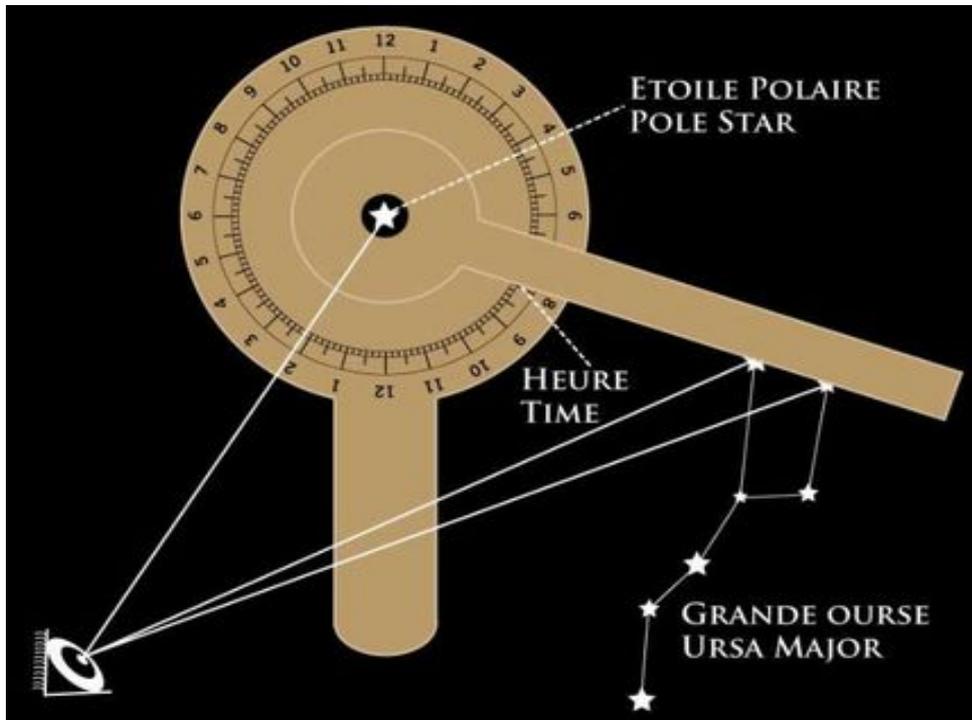
Comment lire l'heure sur un cadran solaire?



Et la nuit ?







Le nocturlabe permet de lire l'heure solaire la nuit !

I) Les instruments de mesures

a) Le temps observé.

1) Les cromlechs

2) les gnomons et méridiennes.

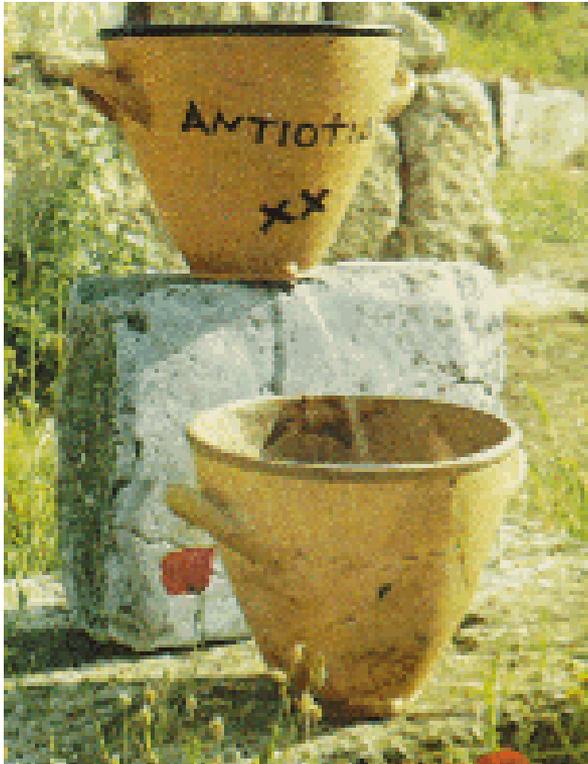
3) Les cadrans solaires.

b) Le temps mesuré.

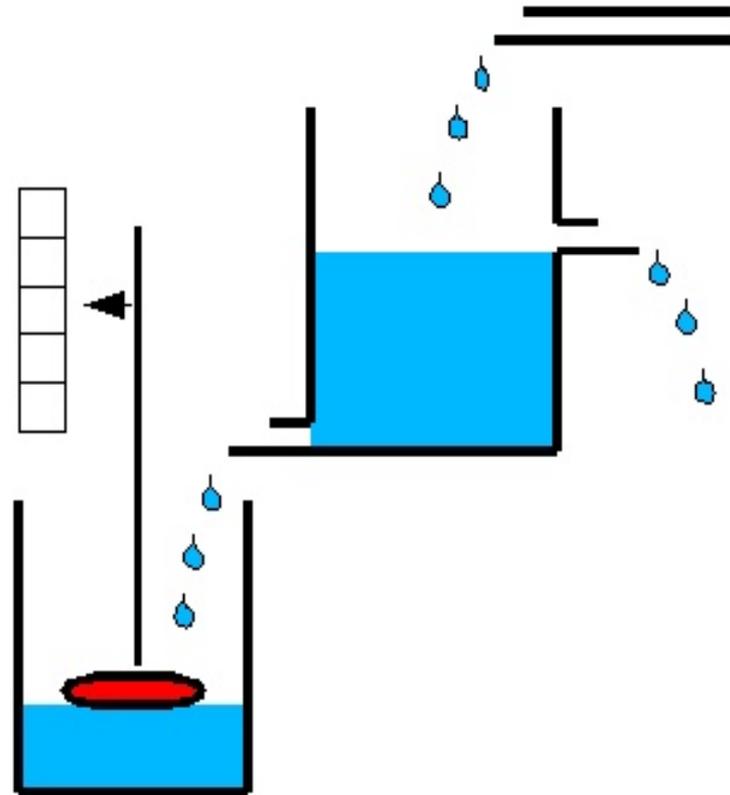
1) les clepsydes.

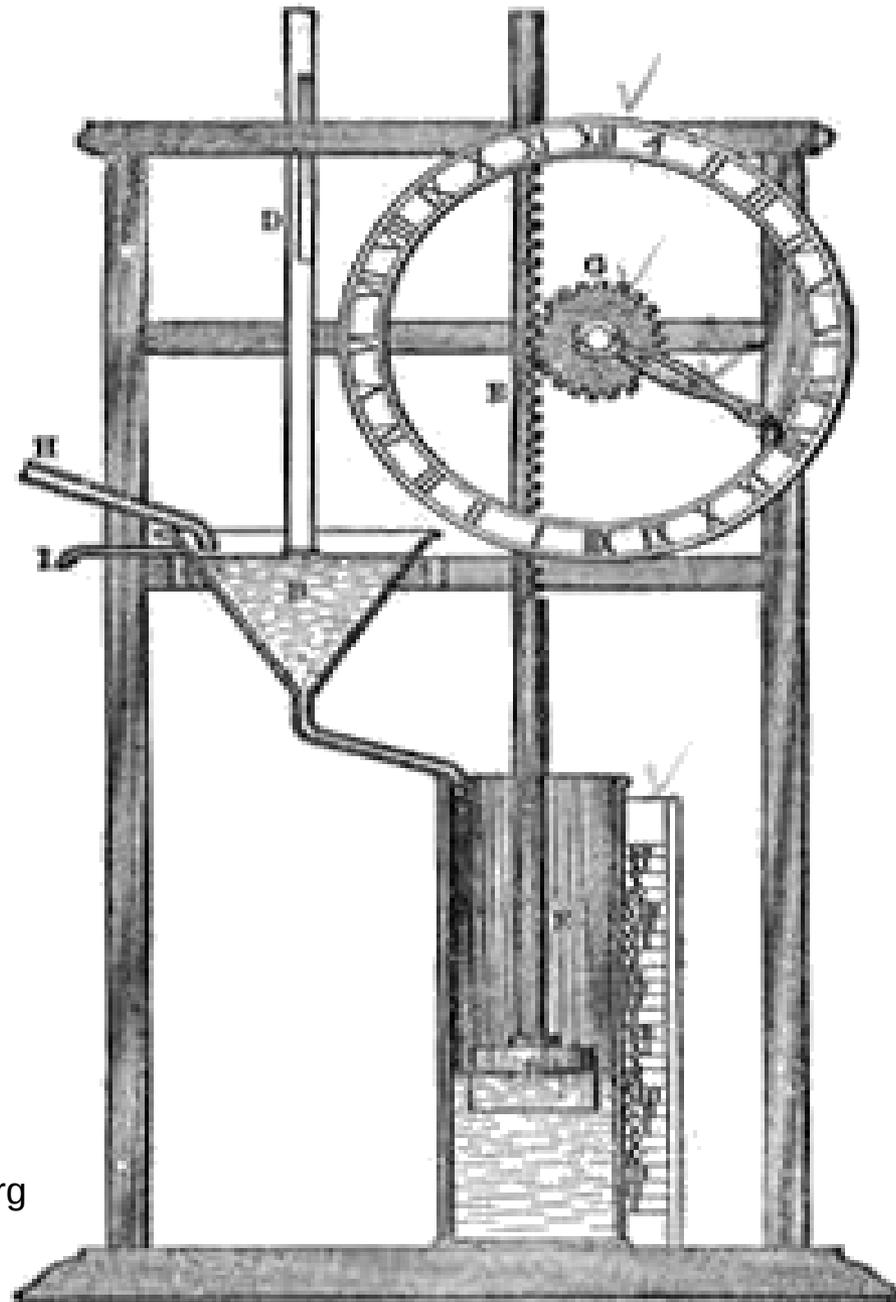
Les clepsydres

Le principe : L'écoulement d'un liquide.



<http://users.polytech.unice.fr/>





<http://www.meridienne.org>

I) Les instruments de mesures

a) Le temps observé.

1) Les cromlechs

2) Les gnomons et méridiennes.

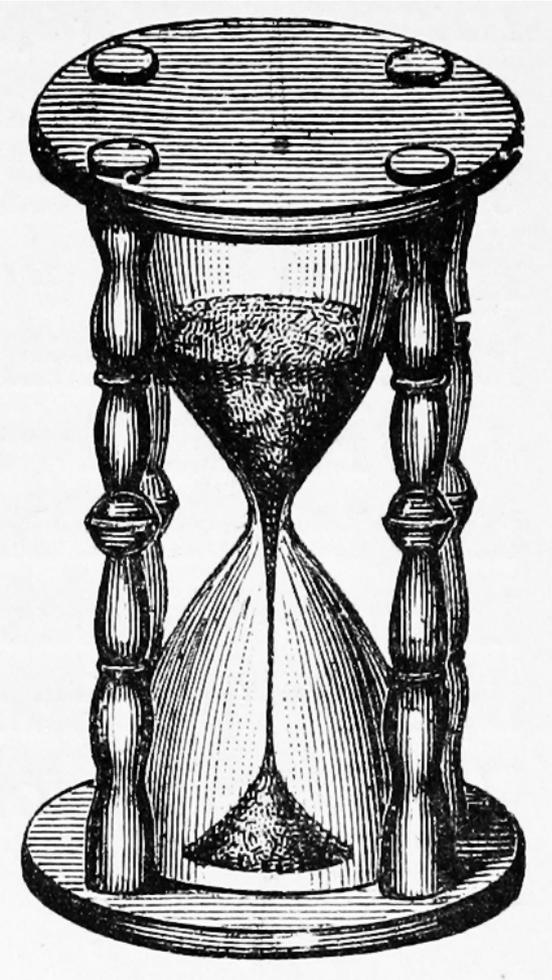
3) Les cadrans solaires.

b) Le temps mesuré.

1) Les clepsydes.

2) Sabliers et autres bougies..

Les sabliers.



Wikipedia



Lalos Michel (Budapest)

Les bougies... qui réveillent



Cnes

I) Les instruments de mesures

a) Le temps observé.

- 1) Les cromlechs.**
- 2) Les gnomons et méridiennes.**
- 3) Les cadrans solaires.**

b) Le temps mesuré.

- 1) Les clepsydres.**
- 2) Sabliers et autres bougies...**
- 3) Les horloges. (du foliot à l'atome)**

Horloge à foliot

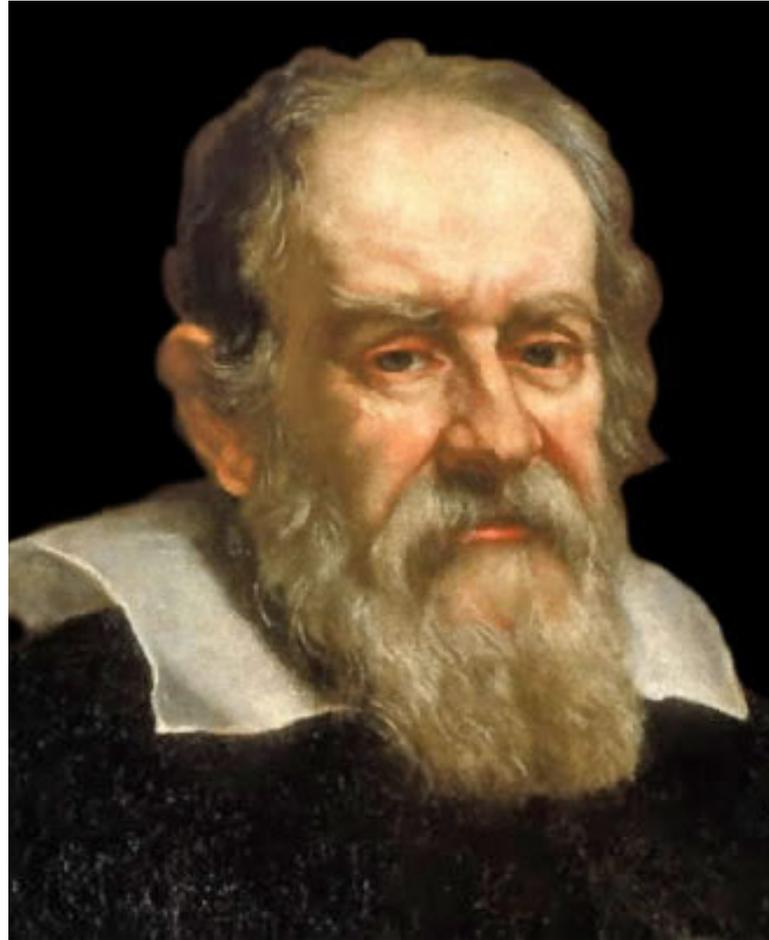
XIV ème siècle

https://www.youtube.com/watch?v=J3BSjo_z-w4





Galilée (1564 -1642)



<https://www.youtube.com/watch?v=c0NzBYLnOD8>



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

La période d'un pendule (T) dépend de:

1. sa longueur,
2. de g (accélération de la pesanteur à la surface de la terre).
3. **mais pas de sa masse.**

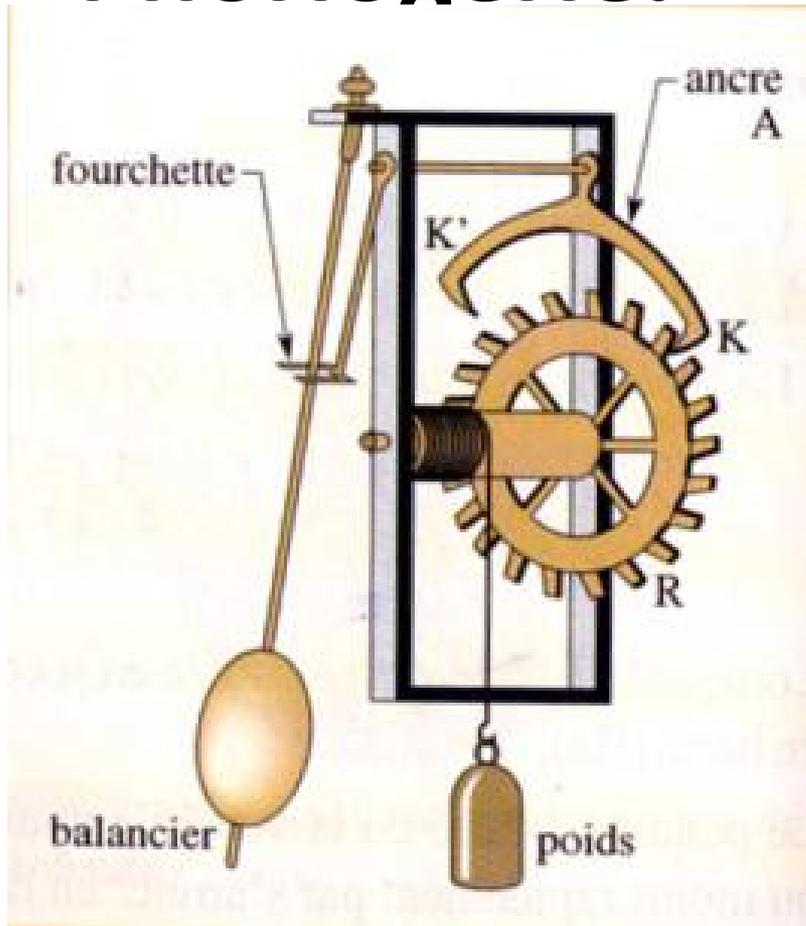
Un pendule qui bat la seconde a une période de 2 secondes.

Il a une longueur d'environ 1 mètre dans nos régions où $g=9.81 \text{ m/s}^2$

Huygens (1629 -1695)

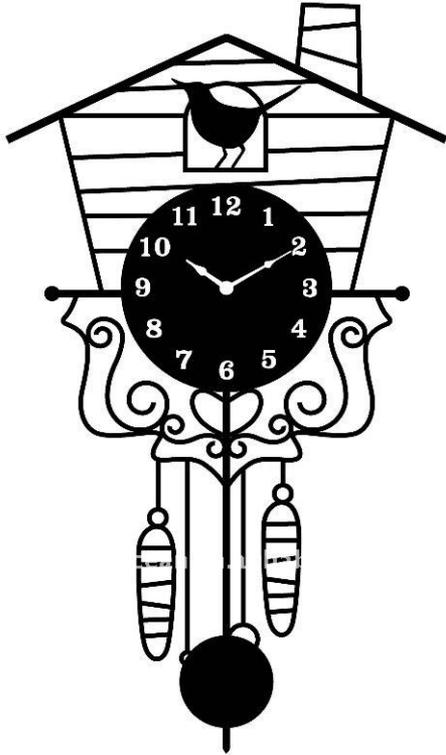


Huygens révolutionne l'horlogerie.



La chute de la masse est régulée par le battement du pendule qui bat la seconde.

Le mouvement du pendule est entretenu en continu par la chute de la masse.



Un

battement par seconde



32768

battements par seconde

Oscillateur laser: 500 000 000 000 000 b/sec

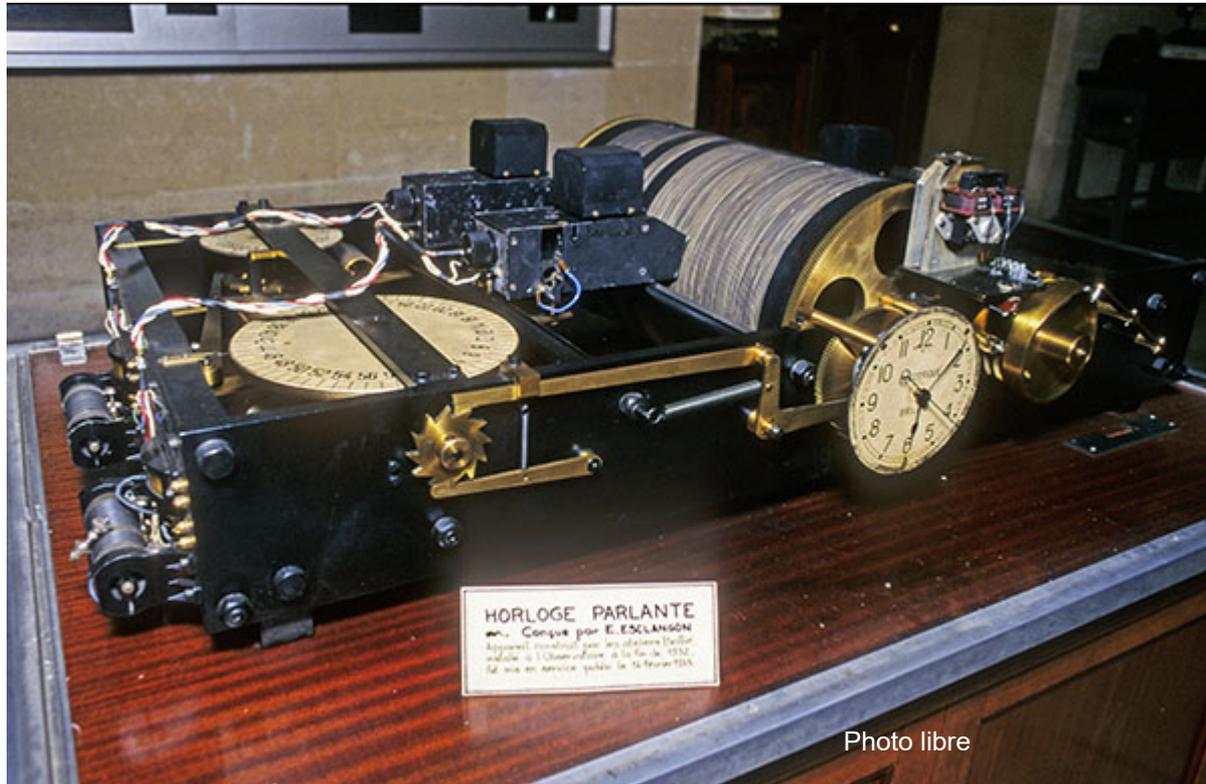
La seconde

1/86400 ème du jour solaire moyen.

Depuis 1967

**La seconde est la durée de
9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la
transition entre les niveaux hyperfins de l'état fondamental
de l'atome de Césium**

Quelques applications.



1933 l'Horloge parlante

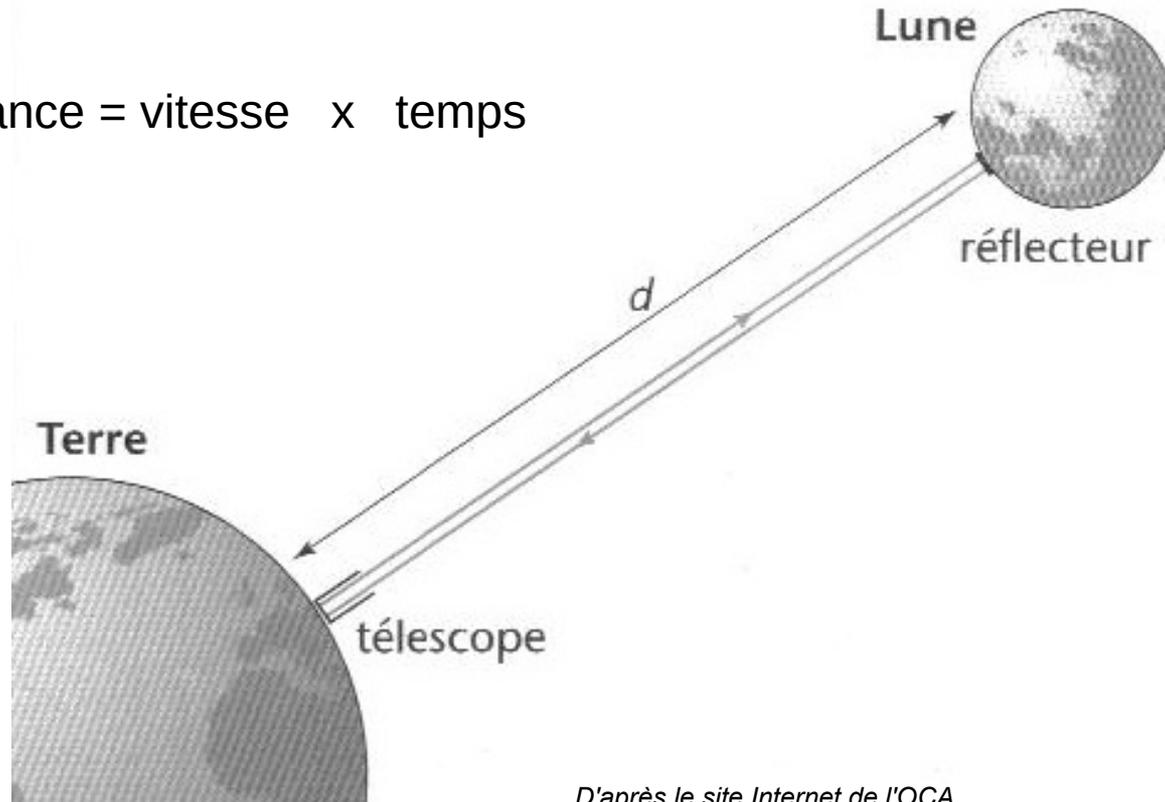
3669 par téléphone

3699 par internet

Quelques applications..

- **Mesurer des distances**

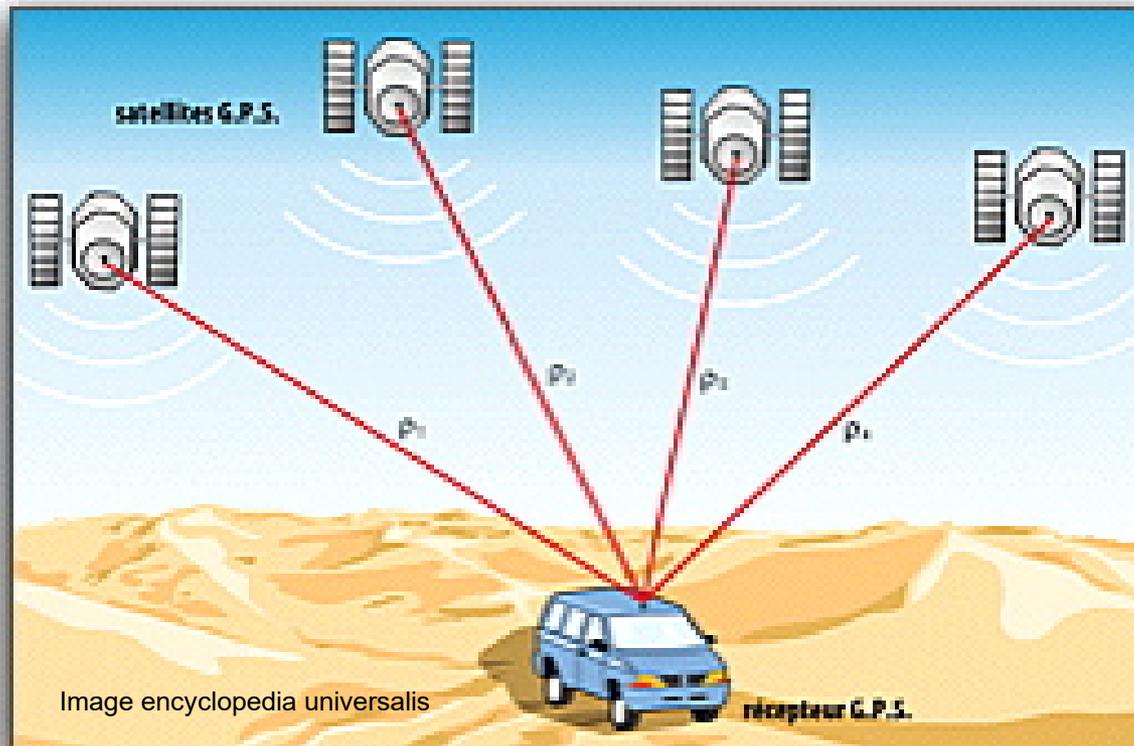
Distance = vitesse x temps



D'après le site Internet de l'OCA

Quelques applications.

Le GPS



I) Les instruments de mesures

a) Le temps observé.

- 1) Les cromlechs**
- 2) Les gnomons et méridiennes.**
- 3) Les cadrans solaires.**

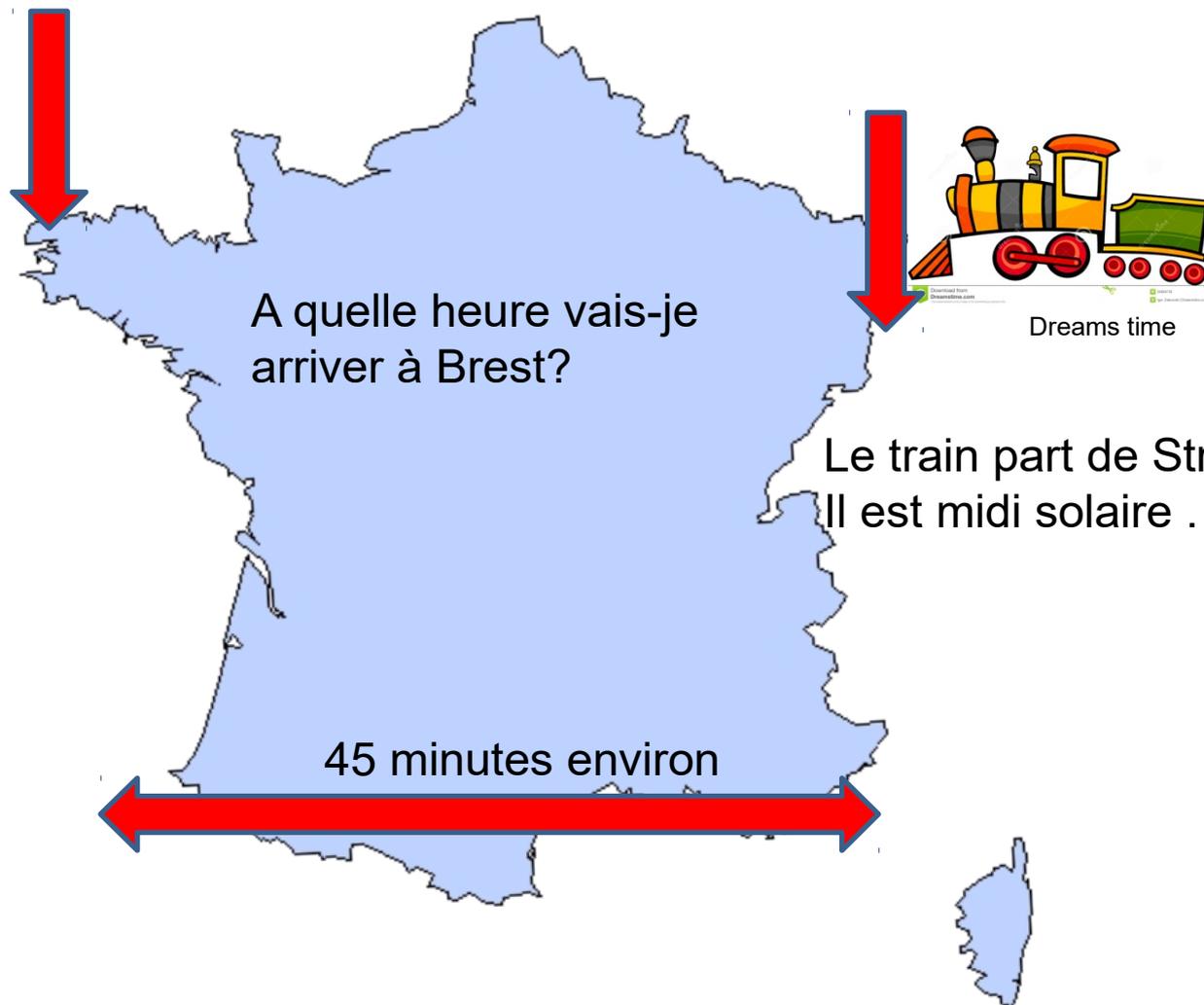
b) Le temps mesuré.

- 1) Les clepsydes.**
- 2) Sabliers et autres bougies..**
- 3) Les horloges (du foliot à l'atome)**

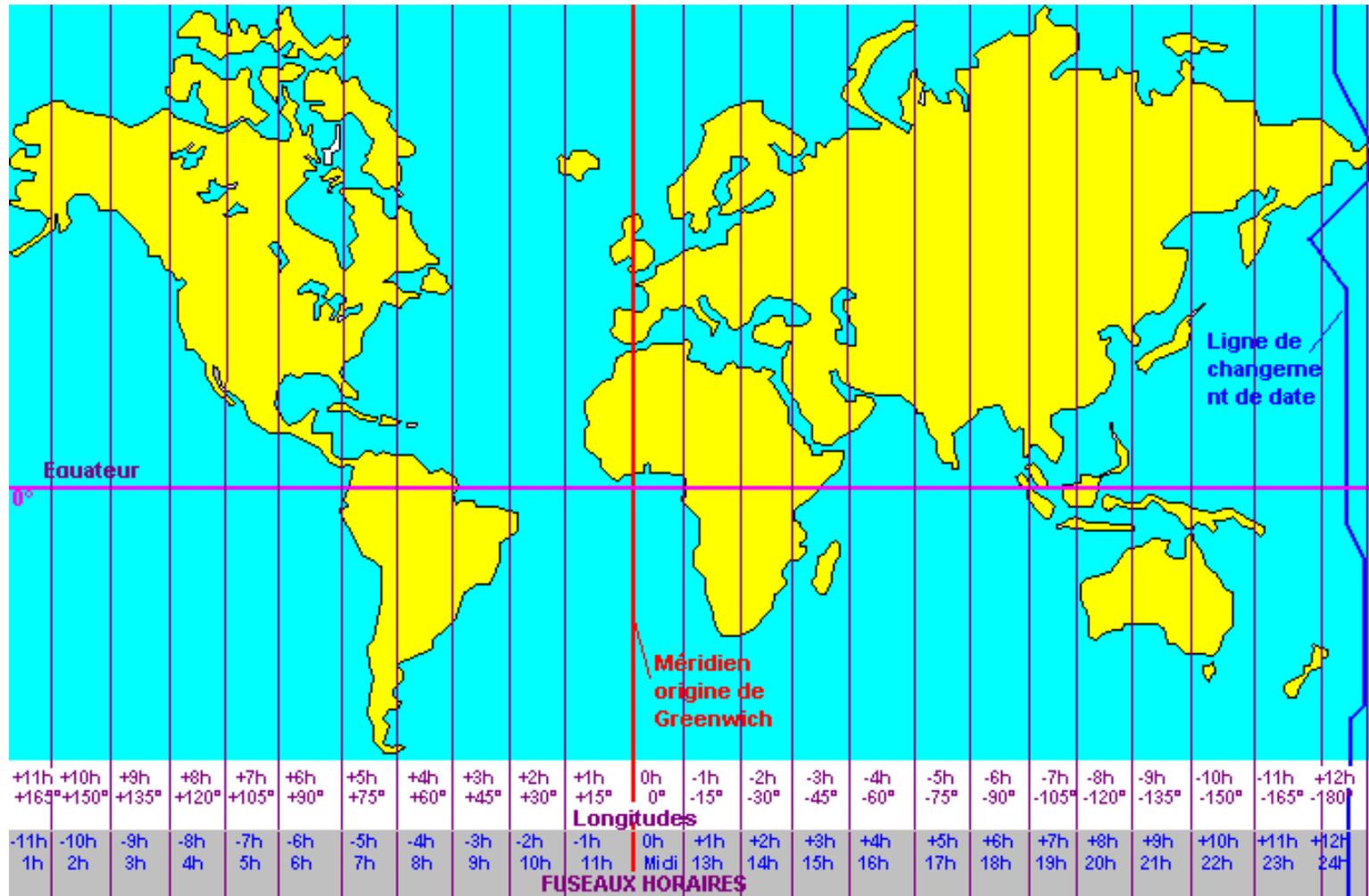
II) L'augmentation de la précision et ses conséquences.

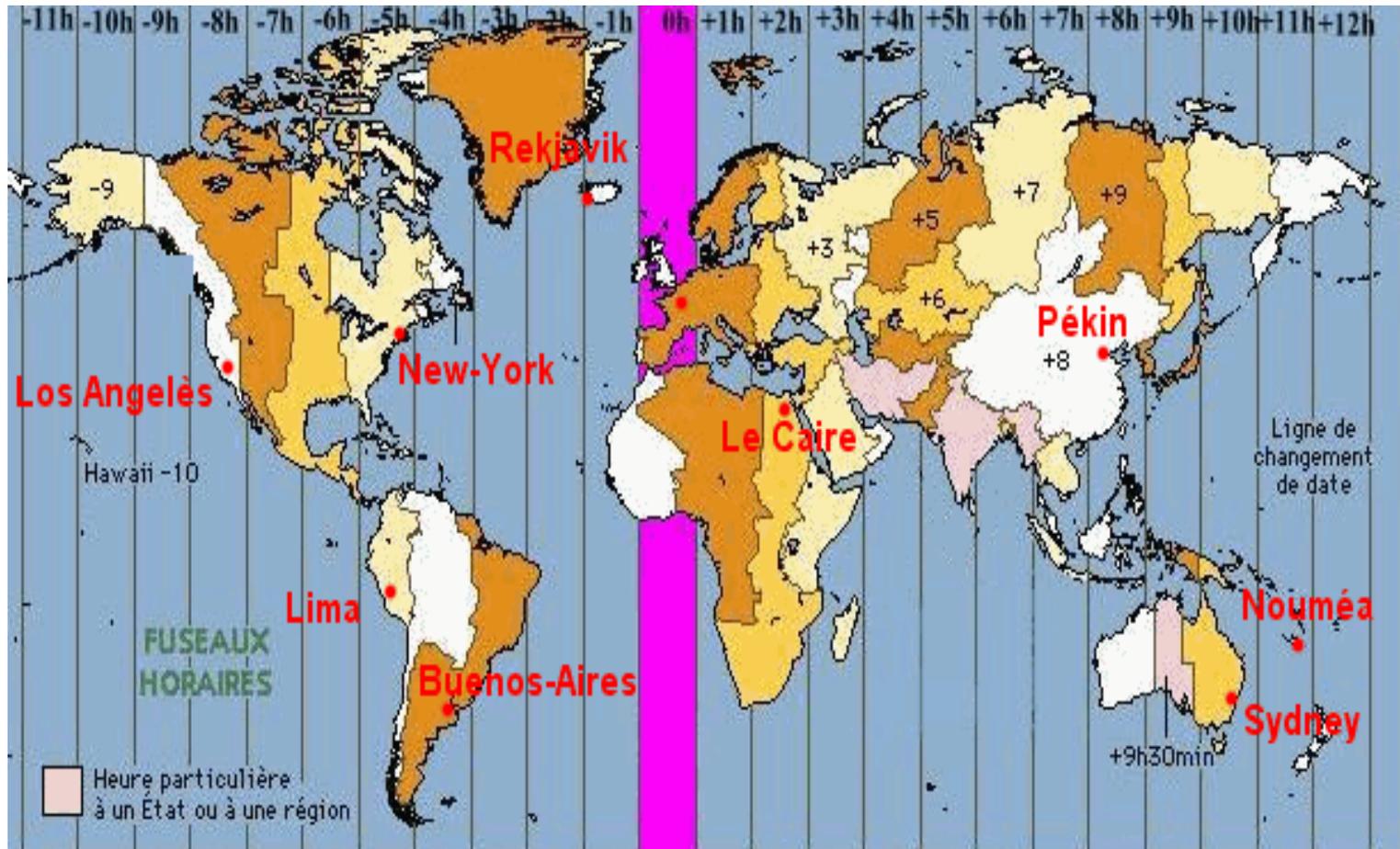
a) Les problèmes liés à la longitude .

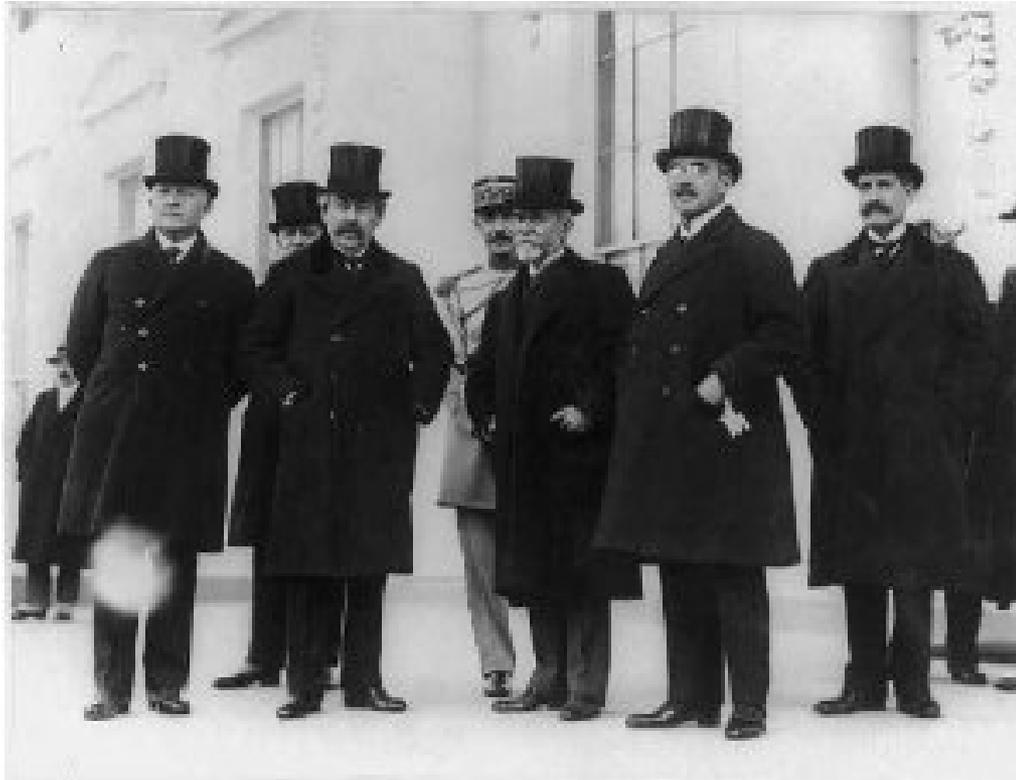
Ce qui se passait avant 1911



La correction due à la longitude du lieu.







1894

La conférence de Washington marque la naissance du temps universel

I) Les instruments de mesures

a) Le temps observé.

1) Les cromlechs.

2) Les gnomons et méridiennes.

3) Les cadrans solaires.

b) Le temps mesuré.

1) Les clepsydes.

2) Sabliers et autres bougies..

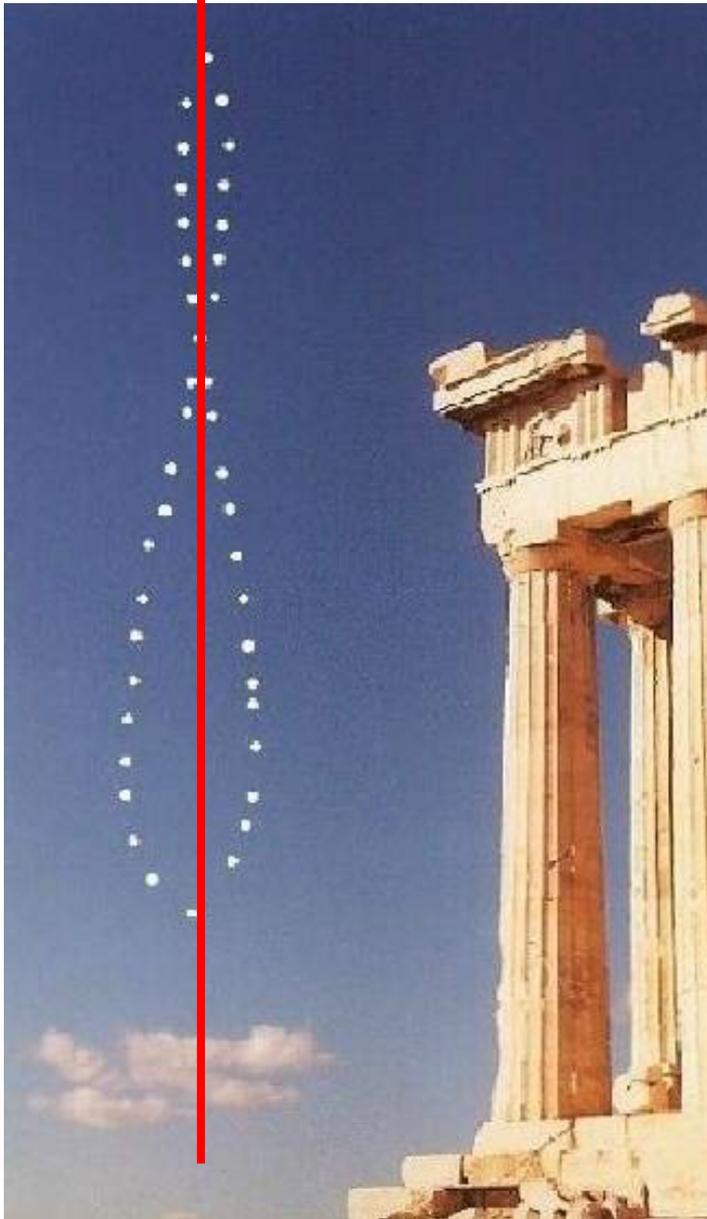
3) Les horloges (du foliot à l'atome)

II) Quelques conséquences de l'augmentation de la précision des mesures.

a) Les problèmes liés à la longitude .

b) L'équation du temps .

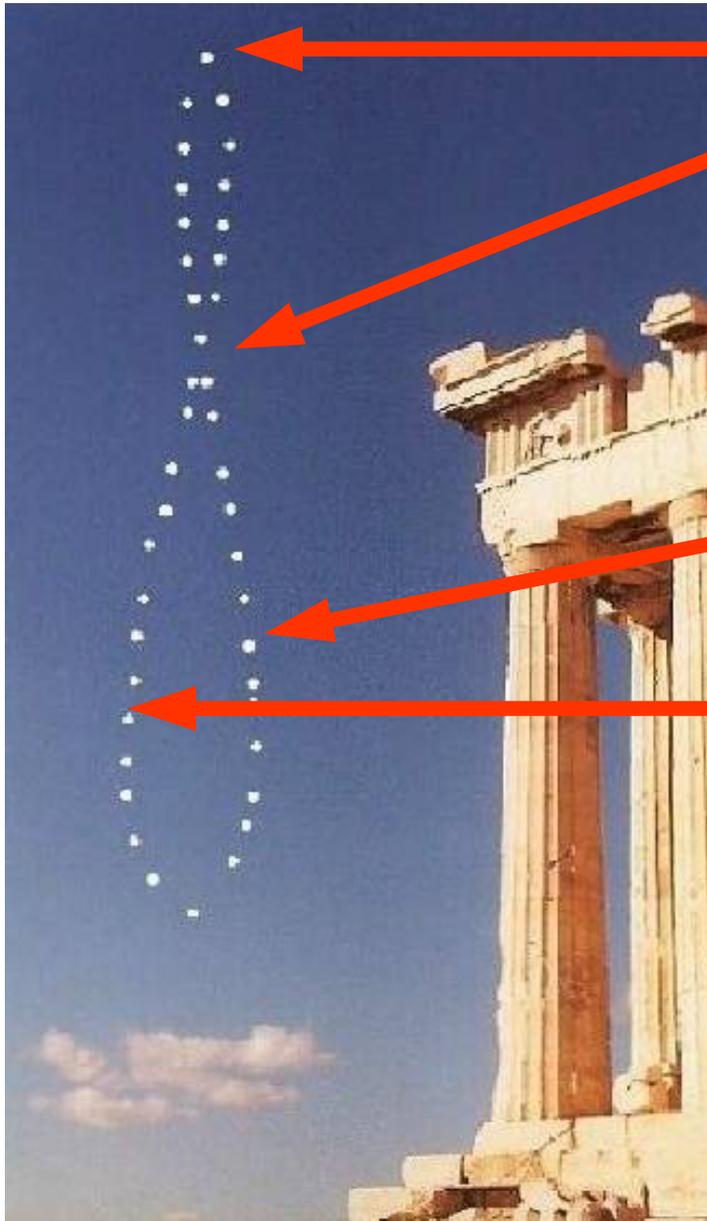
Où l'on s'aperçoit de l'intérêt de la précision des mesures.



Roger Lamouline, les méridiennes



OMG Observatoire de Miam-Globs



Le jour solaire est égal au jour moyen de 24h

Février. Le jour solaire est plus court que le jour moyen

Octobre. Le jour solaire est plus long que le jour moyen

Temps solaire vrai

Temps entre deux passages du soleil au méridien du lieu

Temps solaire moyen

Temps entre deux passages du soleil au méridien du lieu, comme si vitesse était constante. (jour moyen toujours de 24h)

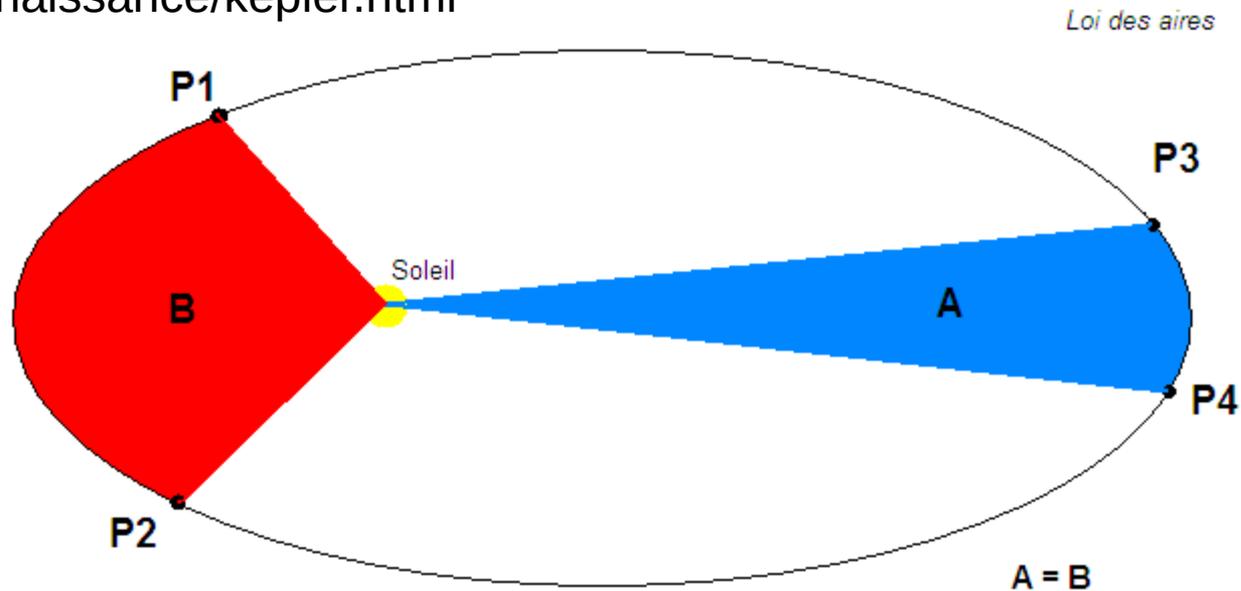
Johannes Kepler 1571-1630



<http://astro.unl.edu/classaction/animations/renaissance/kepler.html>



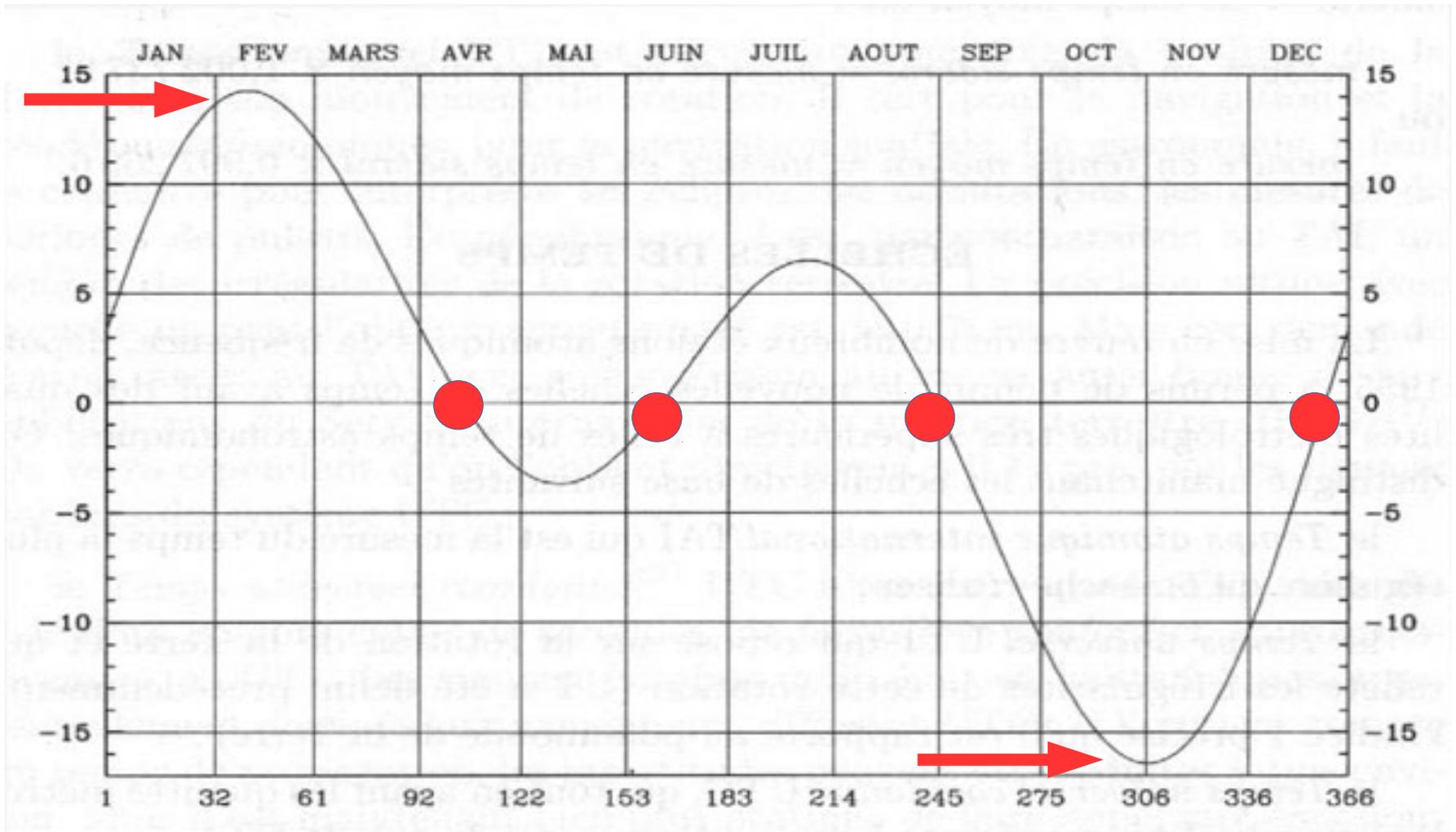
<http://astro.unl.edu/classification/animations/renaissance/kepler.html>



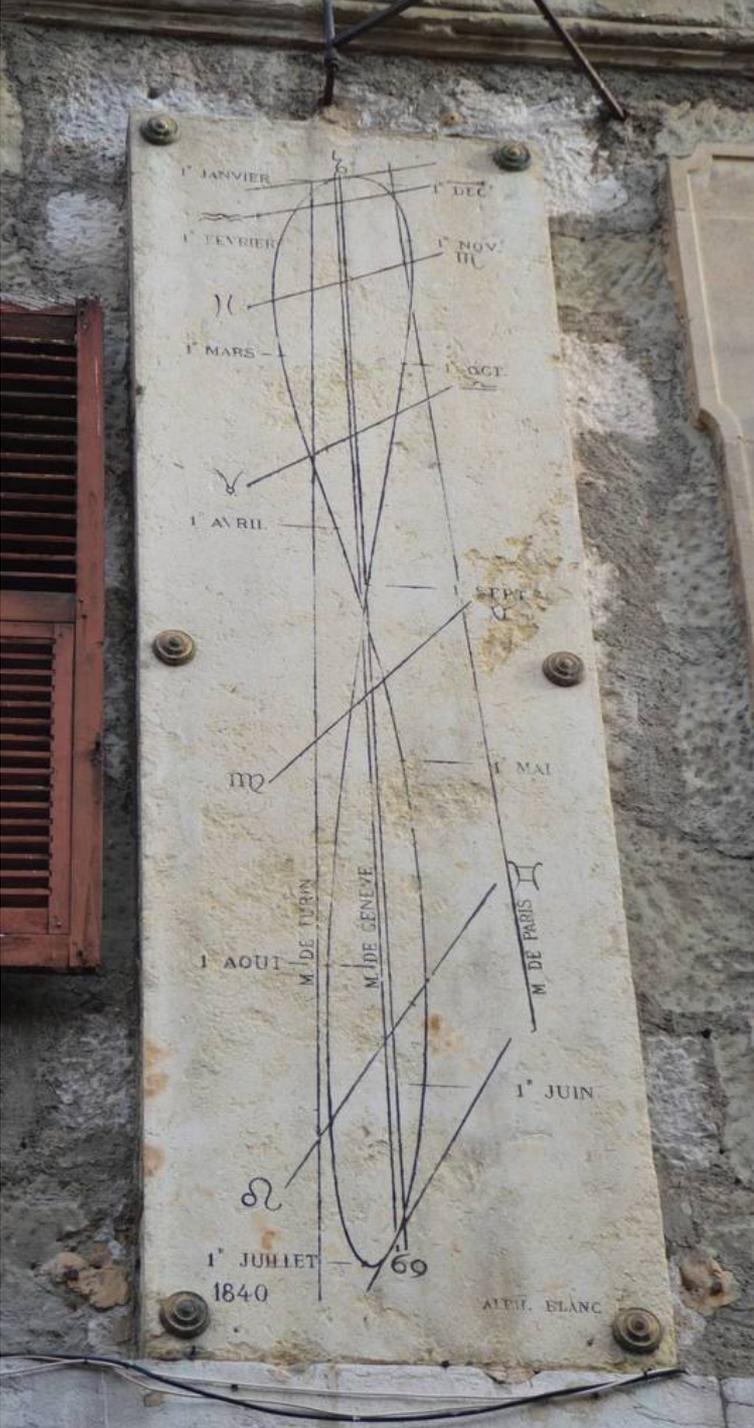
Le vecteur « Soleil/P » parcourt dans le même temps la surface A et la surface B qui sont égales.

La vitesse de la terre sur son orbite est donc plus rapide en B qu'en A

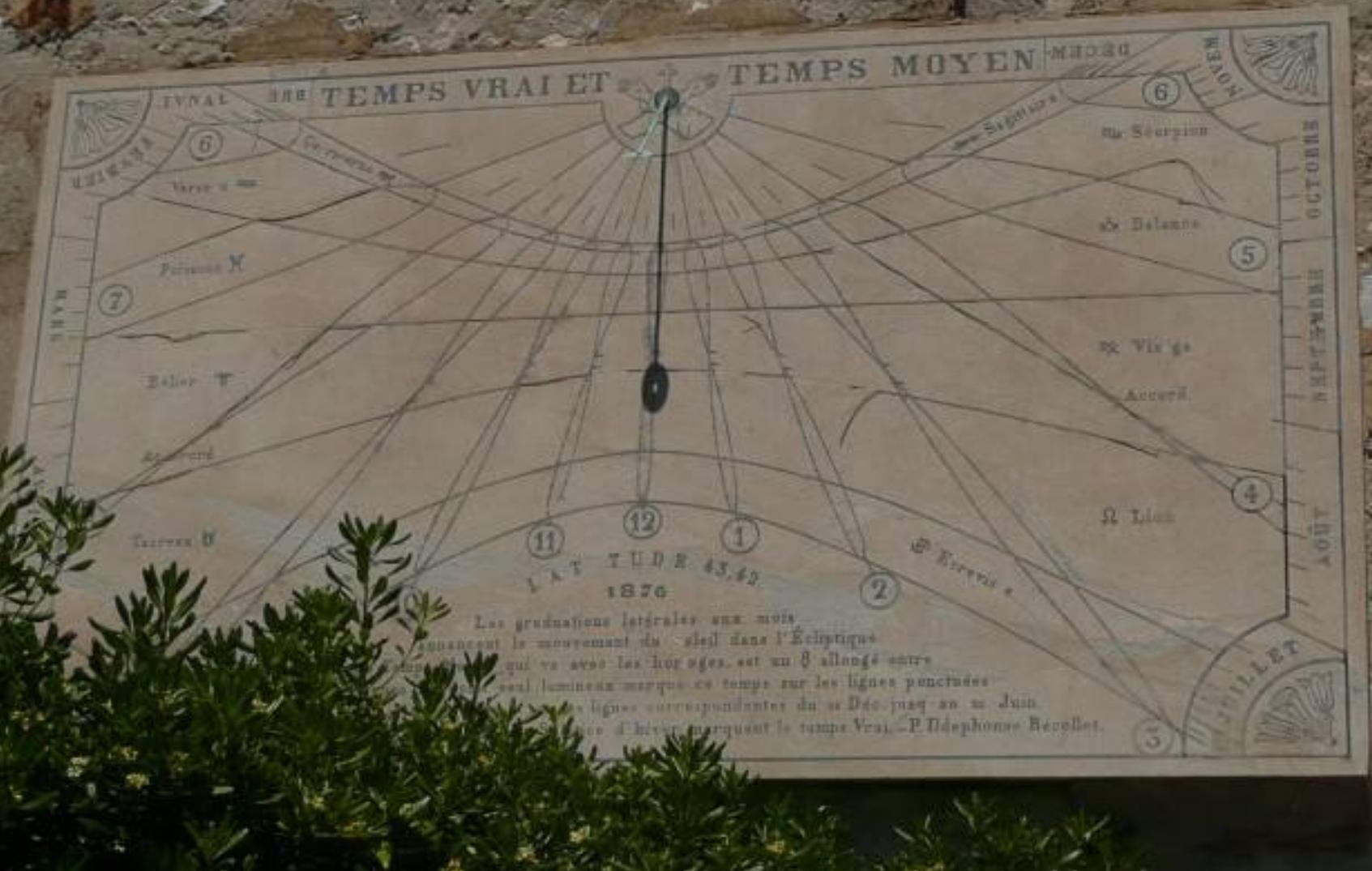
Equation du temps



Le temps vrai et le temps moyen.



Chambéry



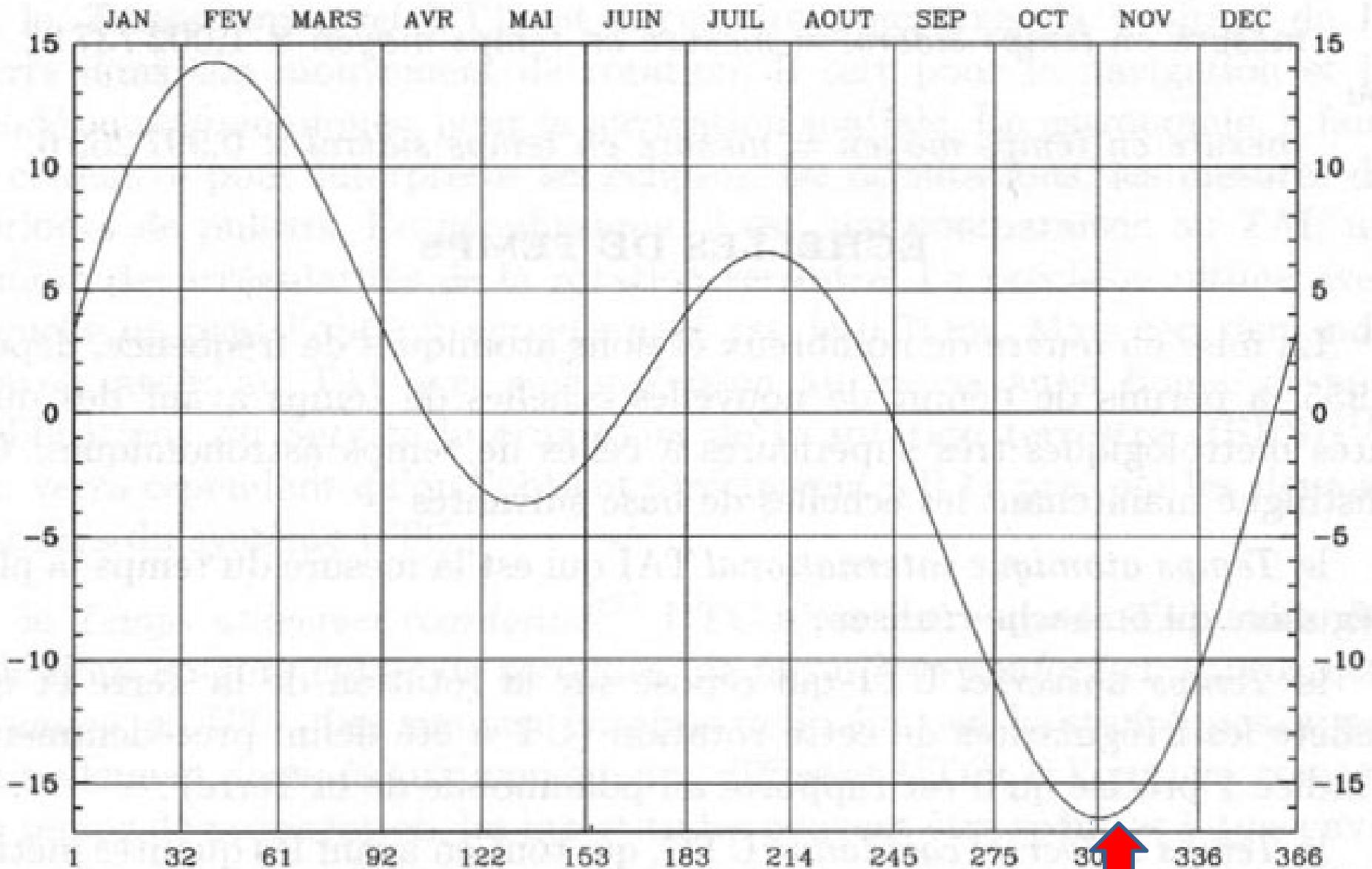
Monastère Franciscain à Cimiez (Nice)

Comment lire l'heure sur un cadran solaire?

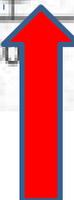
Première correction



Heure légale = heure solaire + équation du temps



Équation du temps



- 16 min 30 s

Comment lire l'heure sur un cadran solaire?

Première correction



Heure légale = heure solaire + équation du temps

Heure légale = 12h - 16 min 30 sec = 11h 43 min 30 sec

Comment lire l'heure sur un cadran solaire?



Heure légale = heure solaire + éq du temps + correction de longitude

Heure légale = 12h -16 min 30 sec + 2 min 48 sec

Il est 11h 46 minutes 18 secondes

N'oublions pas le décalage heure d'été ou heure d'hiver....

Il est 12h 46 min 18 secondes

I) Les instruments de mesures

a) Le temps observé.

1) Les cromlechs.

2) Les gnomons et méridiennes.

3) Les cadrans solaires.

b) Le temps mesuré.

1) Les clepsydes.

2) Sabliers et autres bougies..

3) Les horloges (du foliot à l'atome).

II) Quelques conséquences de l'augmentation de la précision des mesures.

a) Les problèmes liés à la longitude.

b) L'équation du temps

III) Les calendriers .

a) Le soleil et la lune pour guide.

b) Les calendriers solaires.

c) Les calendriers luni-solaires.

d) Le calendrier républicain.

Le soleil et la lune pour guide



Le soleil → jour et année

La lune → le mois

Une année = 365.242199 jours

= 12.368267 lunaisons

Une lunaison moyenne = 29.530588 jours



<https://www.youtube.com/watch?v=xKO7DbqRPAI>





En Egypte le soleil pour guide.

3000 ans av JC

3 saisons:

- inondation **120**
- décrue et germination **120**
- moisson **120**

➤ 5 jours épagomènes

(naissance d'Osiris, d'Horus, de Seth, de Nephtys) **5**

365 J

En 238 av JC on ajoute un 6^{ème} jour tous les 4 ans.



Les Calendriers Romains avant César

Martius	(30 jours)	Mars	} soit un total de 295 jours
Aprilus	(29 jours)	« ouvrir » (ou « le second »)	
Maius	(30 jours)	Maïa, déesse de la croissance	
Junius	(29 jours)	Junon	
Quintilis	(30 jours)	} nommés d'après leur numéro d'ordre	
Sextilis	(29 jours)		
September	(30 jours)		
October	(29 jours)		
November	(30 jours)		
December	(29 jours)		

Les Calendriers Romains avant César

Januarius 31

Februarius 29 ou 30

Martius 31

Aprilis 30

Maius 31

Junius 30

Quintilis 31

Sextilis 30

September 31

October 30

November 31

December 30

365/366 jours

Pour éviter la dérive, on décida d'intercaler un mois supplémentaire de durée variable entre le 23 et 24 février

Mensis intercalis ou mercedonius.

**Jules César(-100/-44) met fin au désordre en -45.
(Sosigène)**

Le calendrier Julien

Januarus	31	Maius	31	September	31
Februarius	29 ou 30	Junius	30	October	30
Martius	31	Quintilis	31	November	31
Aprilis	30	Sextilis	30	December	30

365 jours

- **Début de l'année le premier janvier (entrée en fonction des consuls)**
- **Année bissextile tous les 4 ans.**
- **Pour honorer César on donne son nom au septième mois. (Jules)**

Le mois Romain

	januarius augustus december	aprilis junius september november	martius maius julus october	februarius
1	Kalendae	Kalendae	Kalendae	Kalendae
2	IV	IV	VI	IV
3	III	III	V	III
4	Pridie	Pridie	IV	Pridie
5	Nonae	Nonae	III	Nonae
6	VIII	VIII	Pridie	VIII
7	VII	VII	Nonae	VII
8	VI	VI	VIII	VI
9	V	V	VII	V
10	IV	IV	VI	IV
11	III	III	V	III
12	Pridie	Pridie	IV	Pridie
13	Idus	Idus	III	Idus
14	XIX	XVIII	Pridie	XVI
15	XVIII	XVII	Idus	XV
16	XVII	XVI	XVII	XIV
17	XVI	XV	XVI	XIII
18	XV	XIV	XV	XII
19	XIV	XIII	XIV	XI
20	XIII	XII	XIII	X
21	XII	XI	XII	IX
22	XI	X	XI	VIII
23	X	IX	X	VII
24	IX	VIII	IX	VI
25	VIII	VII	VIII	V
26	VII	VI	VII	IV
27	VI	V	VI	III
28	V	IV	V	Pridie
29	IV	III	IV	
30	III	Pridie	III	
31	Pridie		Pridie	

Avant les nones

Avant les ides

Avant les calendes
du mois suivant

L'année sera bissextile.



Jules César décrète que lors de certaines années, le 6^{ème} jour avant les calendes de mars serait doublé.



Six jours avant les calendes de mars

Auguste (-63/+14) apporte quelques modifications au calendrier Julien

Januarus	31	Maius	31	September	30
Februarius	28 ou 29	Junius	30	October	31
Martius	31	Julius	31	November	30
Aprilis	30	Augustus	31	December	31

- **Auguste supprime les années bissextiles pendant 12 ans.**
- **Sextilis devient Augustus**
- **On rajoute un jour à Augustus, mais on en enlève un à février.**

Le calendrier grégorien.



L'année julienne fait 365,25 jours

L'année fait en réalité 365,242 jours.

Passage du calendrier Julien au calendrier Grégorien. (1572)

- **Suppression de 10 jours.**
- **Un jour supplémentaire tous les 4 ans**

*À l'exception des années séculaires
qui ne sont bissextiles que si leur
millésime est divisible par 400 (2000
a été bissextile, 2400 le sera)*



Le calendrier républicain (1792 1806)



Les grands principes

- Le début de l'année est le jour de l'équinoxe d'automne à Paris.
- L'année est divisée en 12 mois de 30 jours.

Les noms des mois de l'année sont :

Automne :	1. vendémiaire	2. brumaire	3. frimaire
Hiver :	4. nivôse	5. pluviôse	6. ventôse
Printemps :	7. germinal	8. floréal	9. prairial
Été :	10. messidor	11. thermidor	12. fructidor

- On ajoute 5 jours et un jour tous les quatre ans

jour de la vertu ([17 septembre](#))

jour du génie ([18 septembre](#))

jour du travail ([19 septembre](#))

jour de l'opinion ([20 septembre](#))

jour des récompenses ([21 septembre](#))

jour de la révolution (seulement les années sextiles, [22 septembre](#))

Les grands principes

- Les jours ont **10** h de **100** minutes qui font chacune **100** secondes.



- Chaque mois est divisé en 3 décades.

Les noms des jours d'une décade sont :

primedi

duodi

tridi

quartidi

quintidi

sextidi

septidi

octidi

nonidi

décadi

Les grands principes

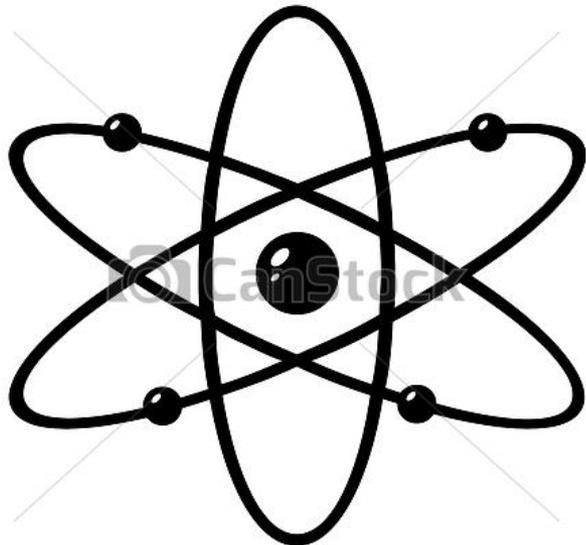
- Les jours sont associés à des noms associés aux préoccupations agricoles
 - ❖ Un animal associé aux quintidi
 - ❖ Un instrument agricole aux décadi
 - ❖ Un végétal aux autres jours de la semaine
 - ❖ En nivôse les matériaux remplacent les végétaux



Fabre d'Églantine

- [Rose](#) 20 avril
- [Chêne](#) 21 avril
- [Fougère](#) 22 avril
- [Aubépine](#) 23 avril
- [Rossignol](#) 24 avril
- [Ancolie](#) 25 avril
- [Muguet](#) 26 avril
- [Champignon](#) 27 avril
- [Hyacinthe](#) 28 avril
- [Râteau](#) 29 avril

Après 14 ans, Napoléon premier abolit le calendrier républicain le 9 septembre 1805.



© Can Stock Photo - csp9375997



36 69
Par téléphone

<http://www.horlogeparlante.com/heure-paris-france-HEUREfrance2988507.html>

Livres:

- Les cahiers de Sciences et vie: la mesure du temps.
- Les cadrans solaires (ROHR)
- Les cadrans solaires: tout comprendre (Denis Savoy)
- La saga des calendriers (Jean Lefort)
- La ligne oubliée (Observatoire de Paris)
- La mesure du temps (Que sais-je? Jean Granier)
- La mesure du temps dans l'antiquité (Jérôme Bonin)
- Les méridiennes (Roger Lamouline)

Sites internet

- Logiciel Shadows (Francois Blateyron)
- Site internet de Michel Lalos.
- Site med.fr. Jean Michel Crabbé (chronobiologie)

Conférences

- Conférence Tedx (Noël Dimarch)

Divers:

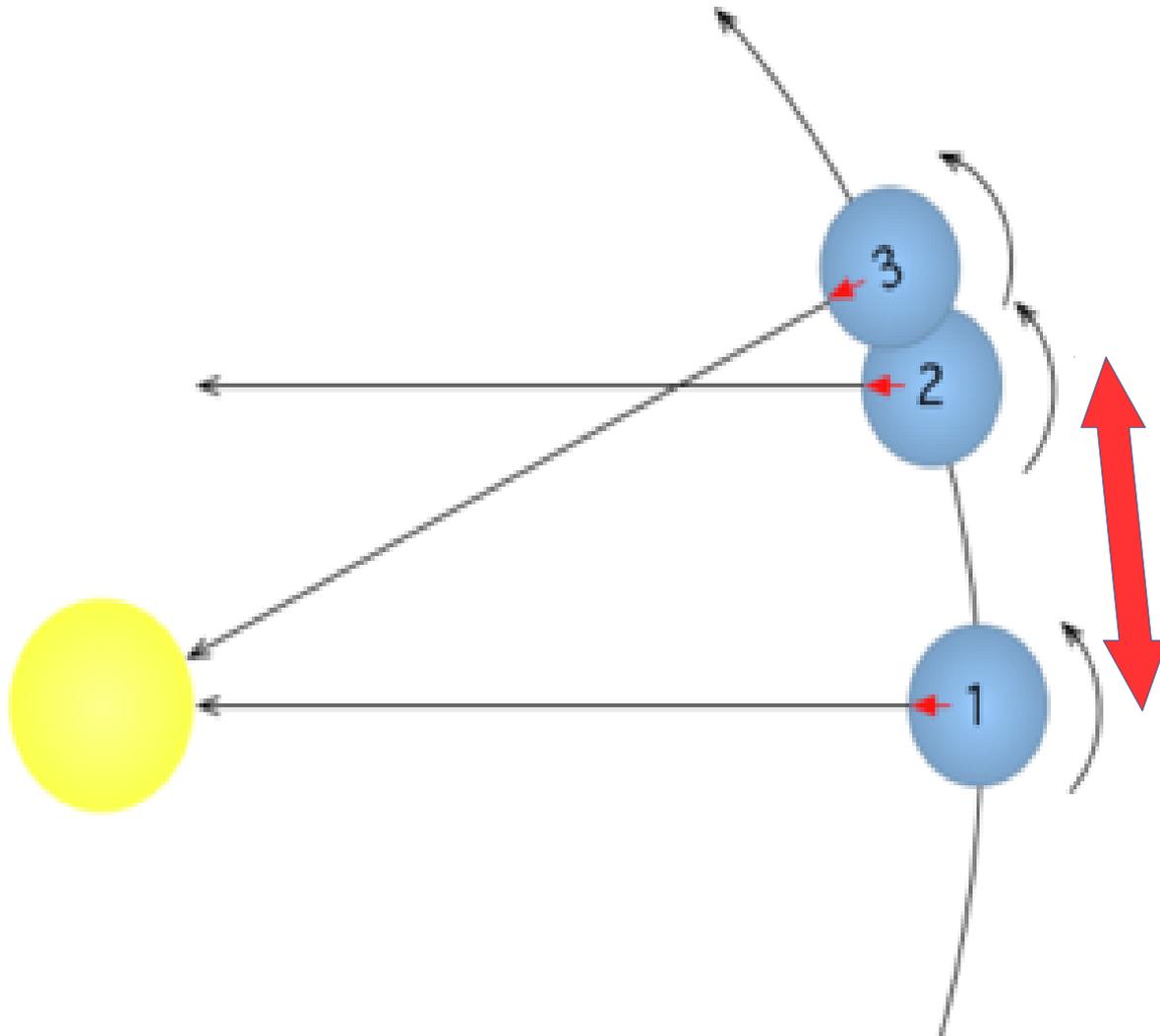
- Le soleil a rendez vous avec la lune
Animation Charles Hellier
Musique Charles Trenet (You tube)



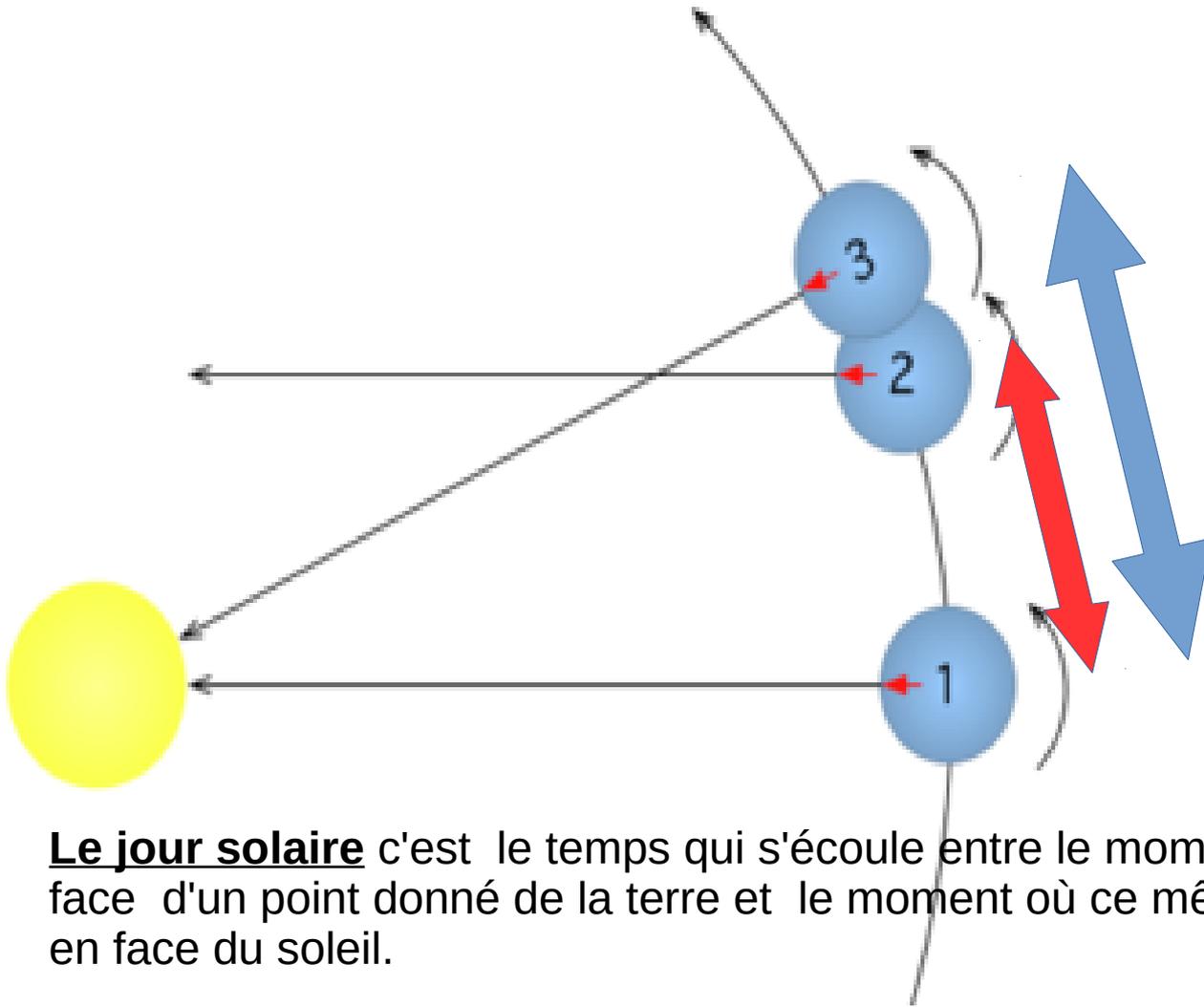
Gnomon

Ombre





Le jour sidéral c'est la durée de rotation de la terre sur elle même dans un repère sidéral. Sa durée est pratiquement constante (environ 23h56 min)

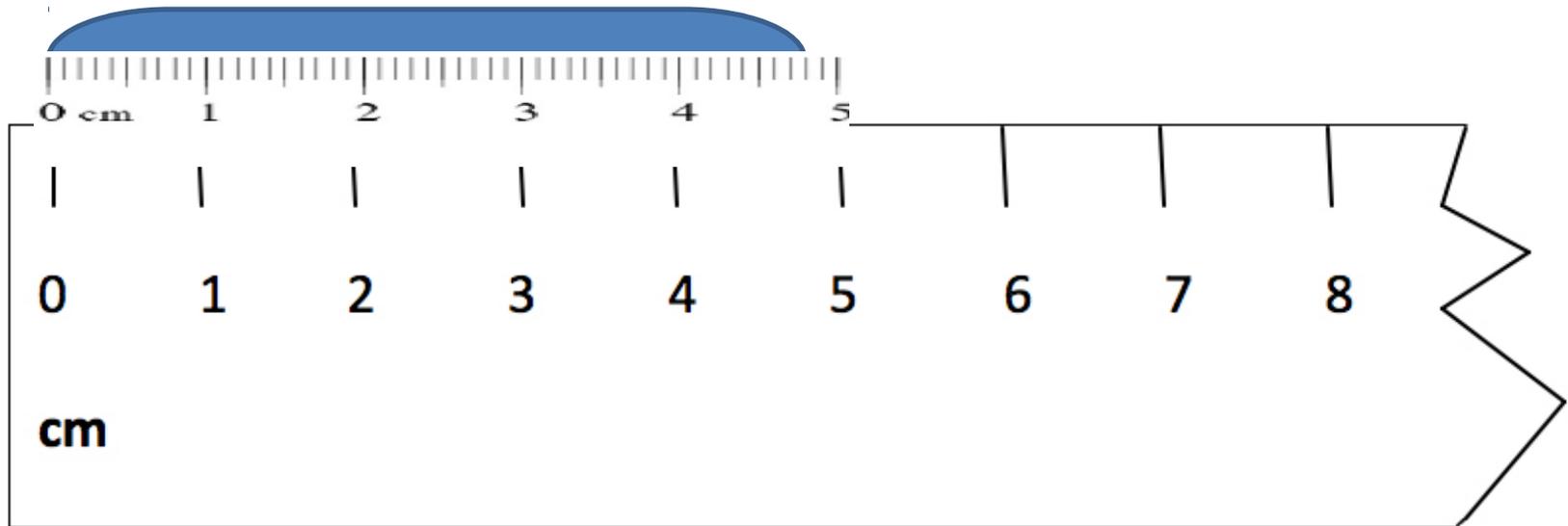


Le jour solaire c'est le temps qui s'écoule entre le moment où le soleil est en face d'un point donné de la terre et le moment où ce même point est à nouveau en face du soleil.

Ce jour est plus long que le jour sidéral.

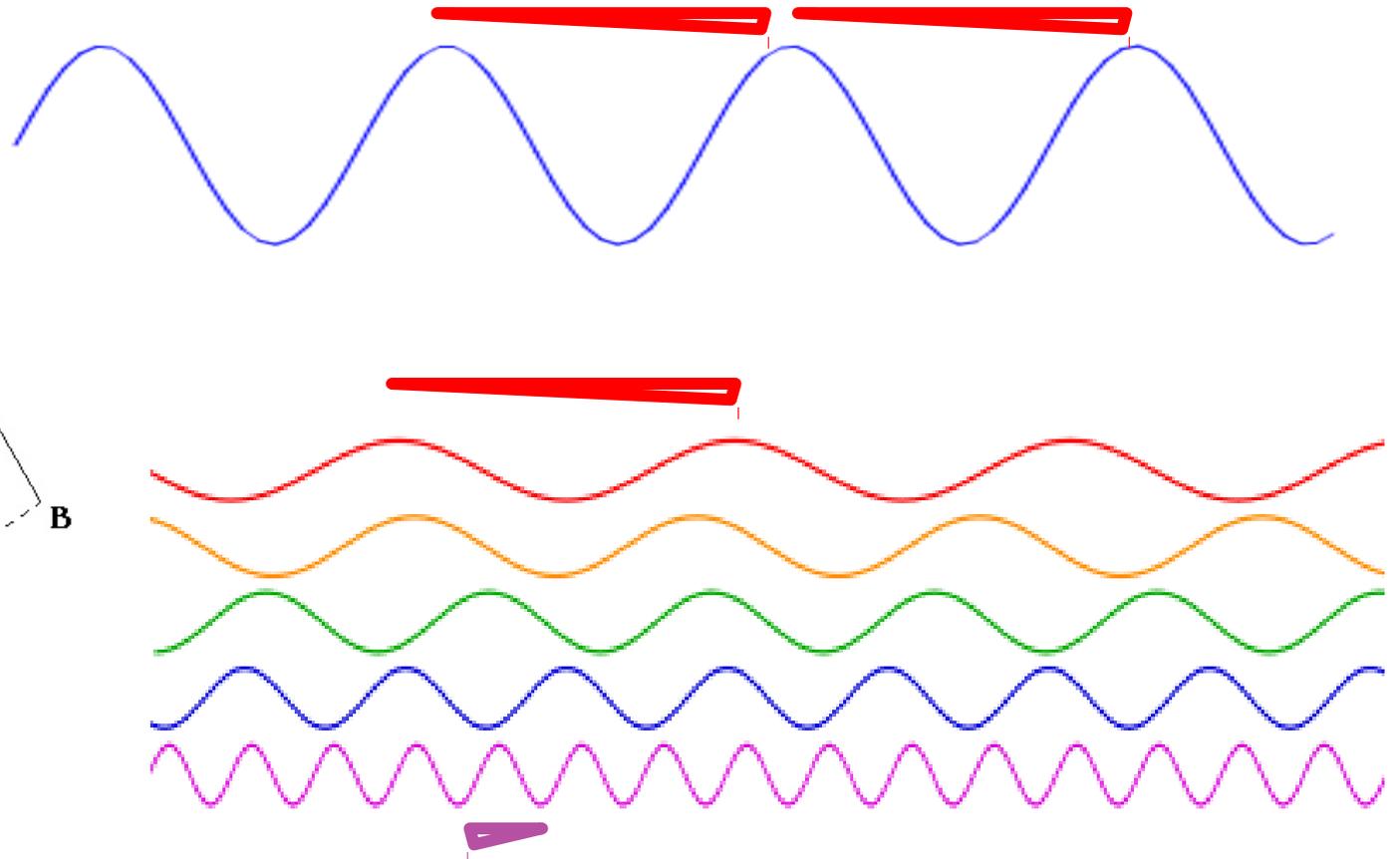
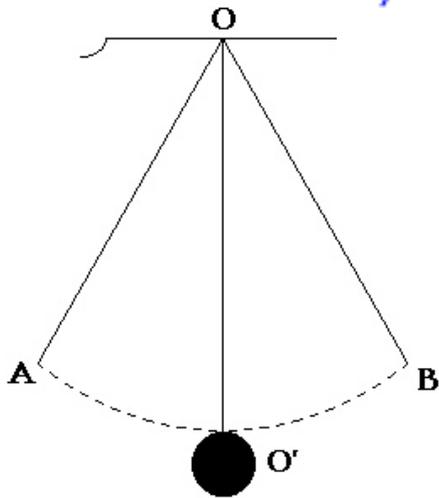
Le temps additionnel varie au cours de l'année à cause de la variation de la vitesse de déplacement de la terre sur l'orbite elliptique.

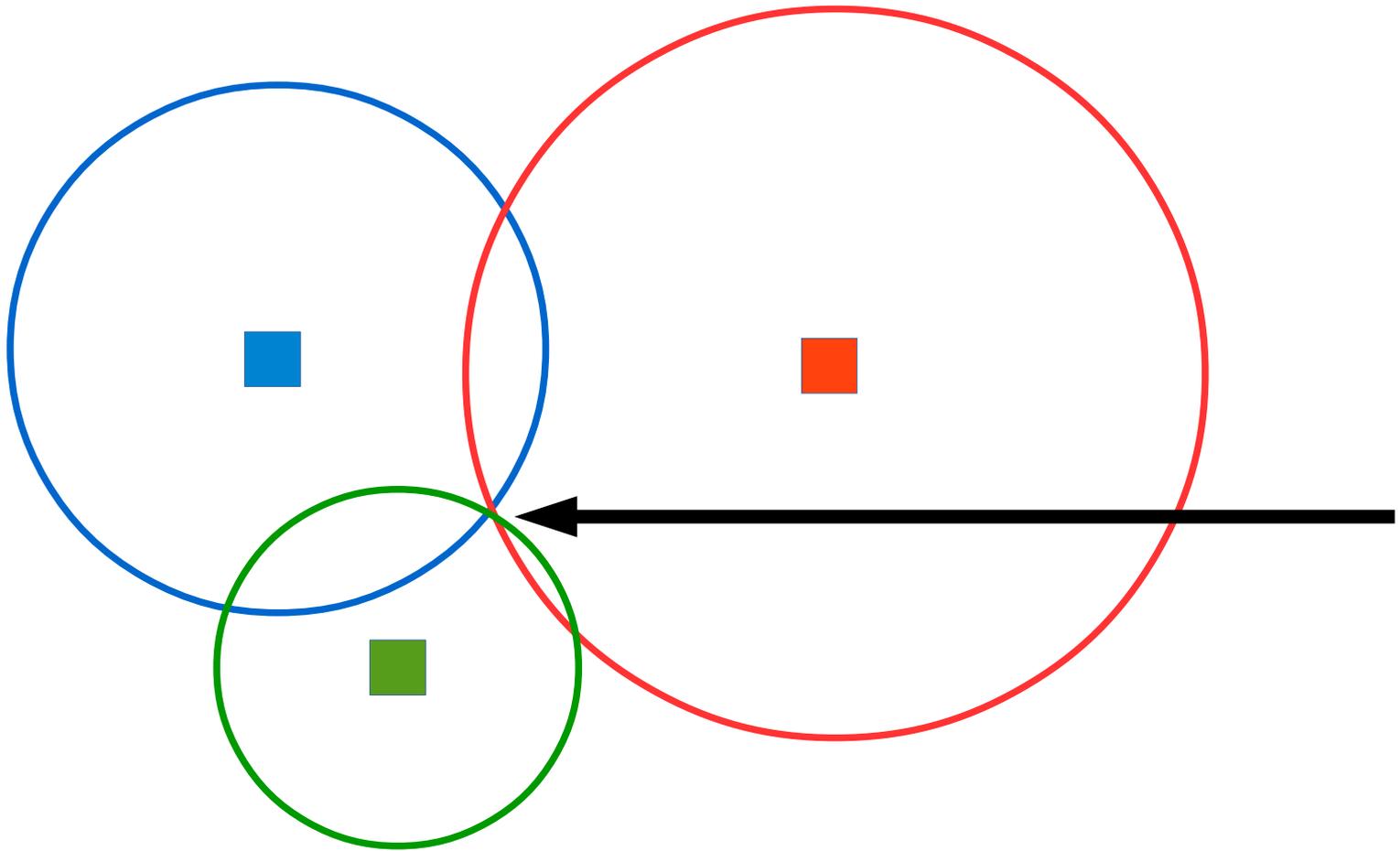
A la recherche de la précision.



La mesure du temps

Passage du domaine de l'astronomie
vers celui de la physique atomique.



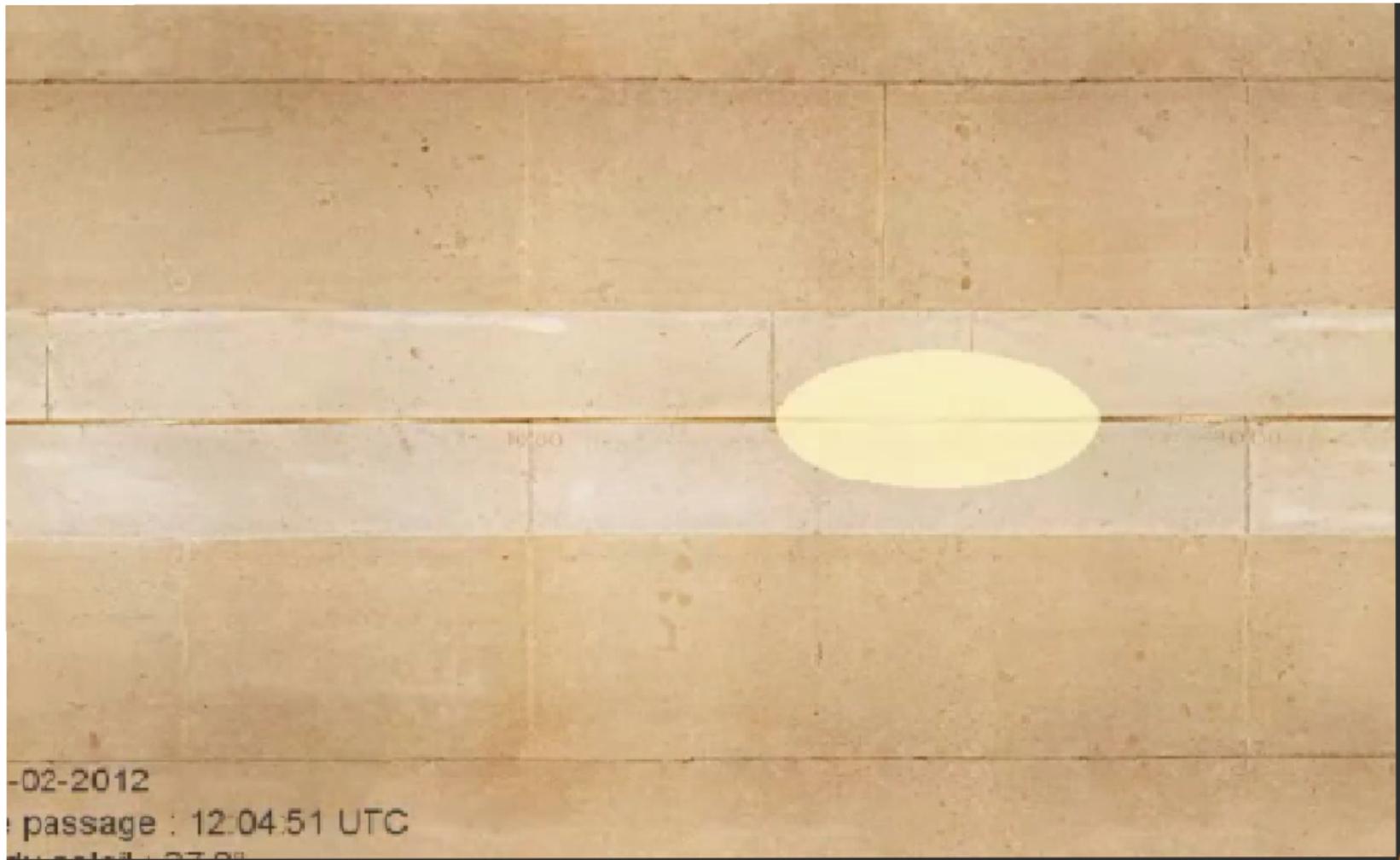


Horloge à foliot

XIV ème siècle

https://www.youtube.com/watch?v=J3BSjo_z-w4





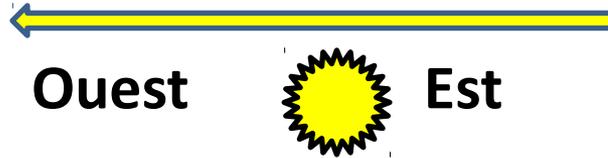
-02-2012

passage : 12:04:51 UTC

Comment lire l'heure sur un cadran solaire?

Deuxième correction.

Correction due à la longitude.



Le midi solaire n'est pas encore arrivé.

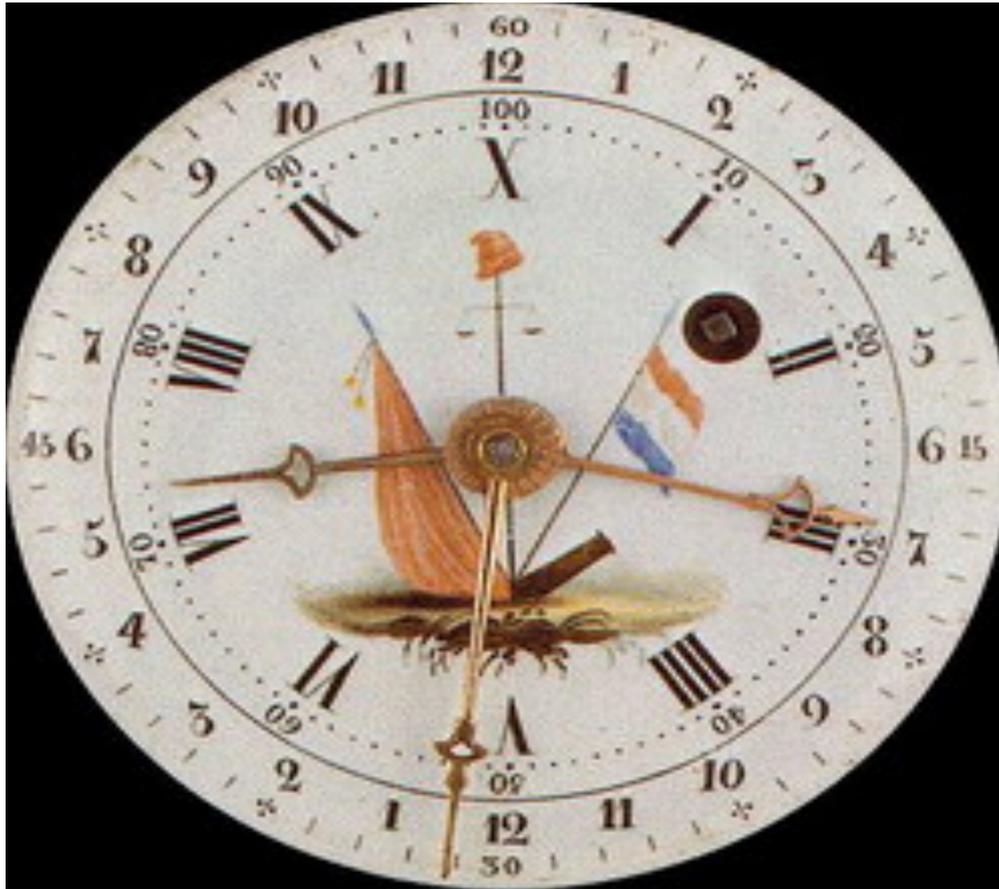
Le midi solaire est déjà passé

Château-Gontier

Longitude $0^{\circ}42' 00''$

02 min 48 secondes

IL est midi sur le méridien de Greenwich



2009

9 secondes 58

2008

9 secondes 78