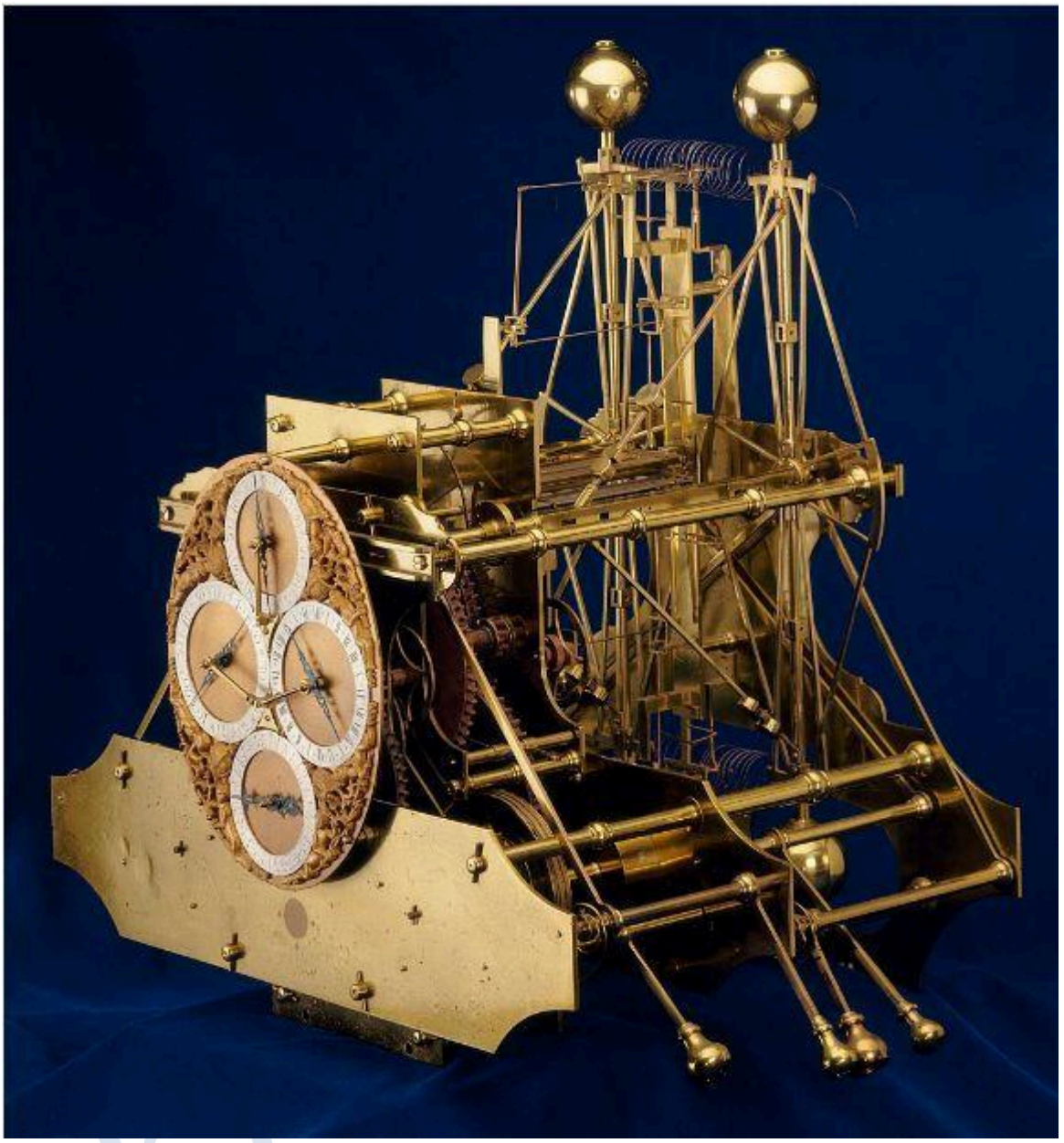
ET SI ON PARLAIT DU TEMPS ?



La H1 de John Harrison - L'inventeur du chronomètre de marine - 1732

Le Soleil…Quel soleil? - Les Heures....Quelles Heures?

La mesure du temps par un observateur terrestre est faite par un chronomètre, appareil à mouvement synchrone, à déroulement uniforme. Le chronomètre peut donc être réglé sur le soleil MOYEN, dont le mouvement angulaire est uniforme **$GHA\Theta_{MOYEN}$** (sens rétrograde) : C'est le **Temps Moyen**.

Ce qui est important pour l'observateur terrestre, c'est de pouvoir recaler sa mesure de temps moyen sur le soleil VRAI, dont le mouvement angulaire est donné par les éphémérides **$GHA\Theta_{VRAI}$** (sens rétrograde) : C'est le **Temps Vrai**.

L'écart de temps (ou degrés) entre ces deux soleils est appelée "Equation du temps Vrai" (Ev): valeur à rajouter ou retirer au temps vrai afin de régler le chronomètre.

G : C'est le méridien de Greenwich, référence des longitudes ou méridien origine. Standard international adopté en octobre 1884.

Bon…mais si on suit cette logique, on s'aperçoit qu'à chaque fois que notre soleil moyen passe le méridien de Greenwich, référence 000° ou 00H, nous "devrions" changer de date !...ce qui est impensable dans la vie courante à: Londres…Saumur…Bergerac…Gavarnie…etc…

Donc, on a inventé un soleil CIVIL, appelé **$GHA\Theta_{CIVIL}$** , en avance de 12H ou 180°sur le soleil moyen, tel que: $GHA\Theta_M + 180° = GHA\Theta_C$, ainsi le changement de date s'effectue au niveau des Iles Fidji dans le Pacifique Sud.
C'est ce soleil là ou Heure Universelle ou TU que nous "cocherons" sur notre horloge graduée en 24Heures.

Récapitulons pour nos "3 soleils":

- Le soleil Moyen, la montre, $GHA\Theta_M$
- Le soleil Vrai, les éphémérides, $GHA\Theta_V$ (en avance ou en retard sur le soleil moyen)
- Le soleil Civil, Heure TU, (pour le changement de date)

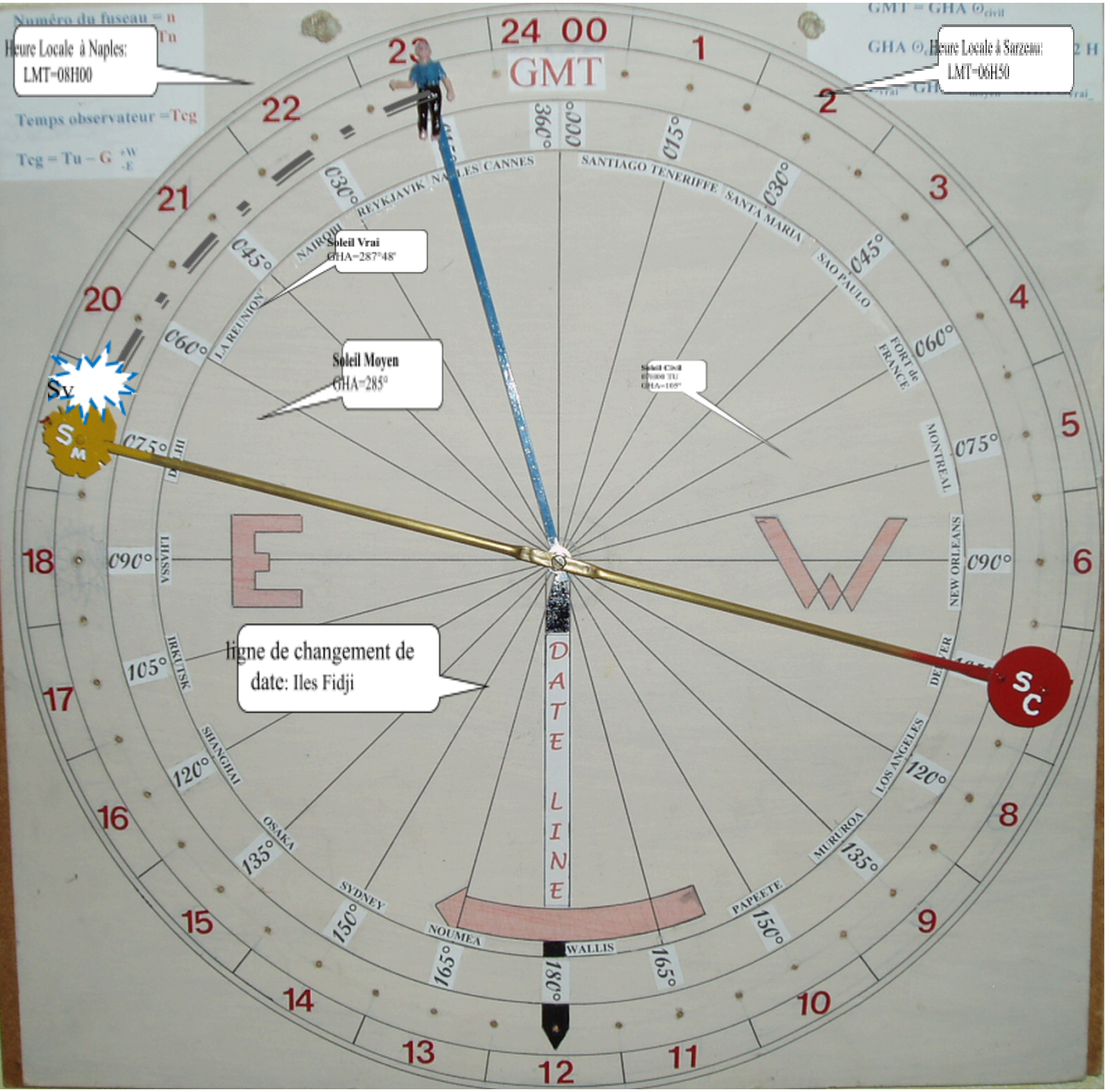
avec:

$GHA\Theta_{MOYEN}$ = $GHA\Theta_{CIVIL}$ - 180° (soit **TU – 180°**)

$GHA\Theta_{MOYEN}$ - $GHA\Theta_{VRAI}$ = Ev +ou –

L'heure locale de l'observateur sera:
LMT = TU – G (+w/- e)

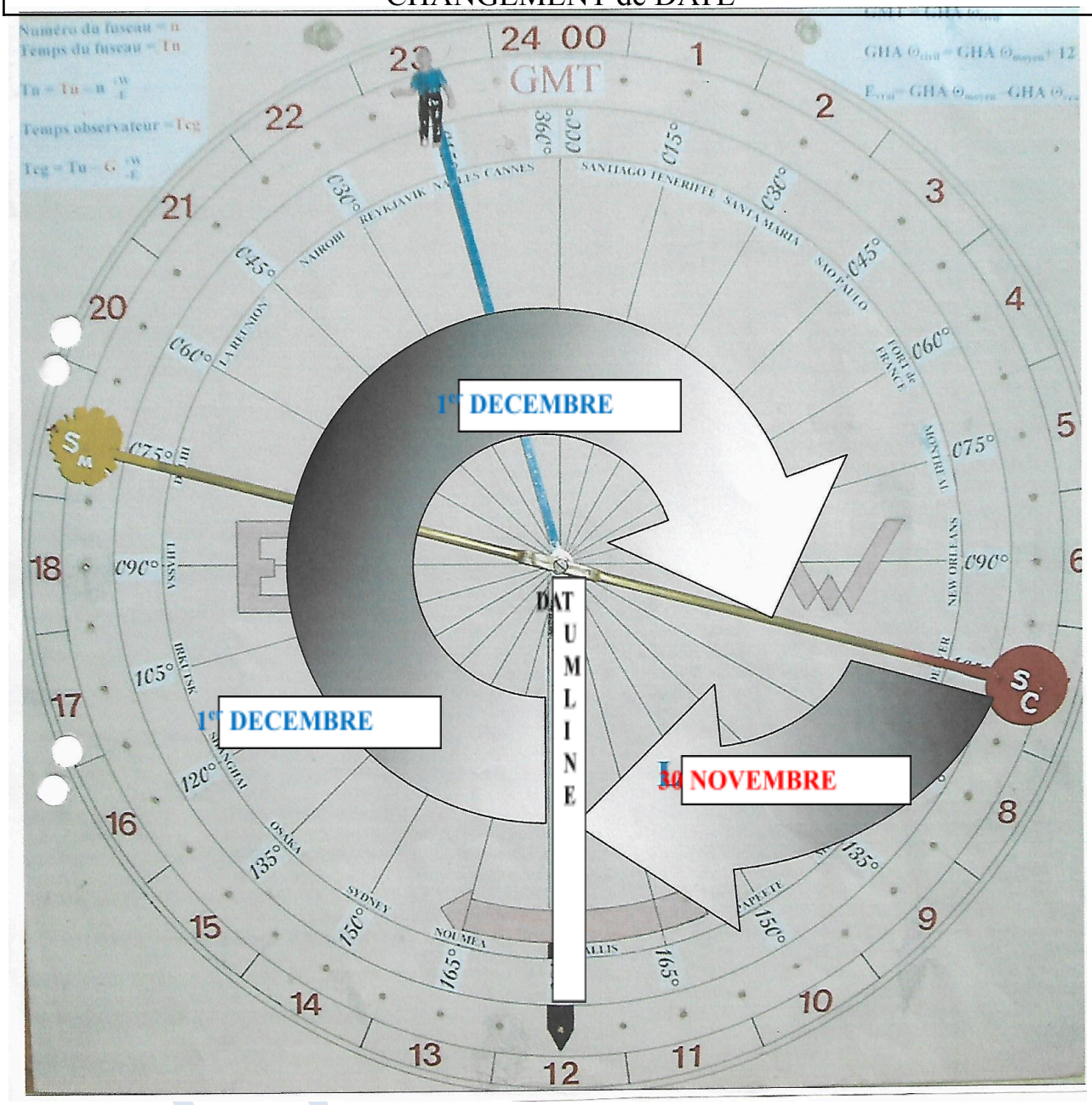
GHA = Greenwich Hour Angle - LMT = Local Mean Time



Le 1er DEC 2023 à 07H00 TU. L'éphéméride donne: GHA Θ_{VRAI} = 287°48'
GHAΘ_{civil} = 105° = TU
d'où: GHAΘ_{MOYEN} = 105° - 180° = 285°
Ev = 285° - 287°48' = - 11mn 12s : le soleil vrai est en avance.

Heure Locale Naples: 07h00 + 1h (15°) = 08h00
Heure Locale Sarzeau: 07h00 – 10mn (2°30') = 06h50mn

CHANGEMENT de DATE



PRINCIPE de la MESURE du TEMPS

Le mouvement apparent du soleil pour un observateur donné est irrégulier du fait:
1°) l'inclinaison de l'écliptique sur l'équateur.
2°) des variations de vitesses du soleil sur sa trajectoire apparente: vitesse plus élevée au périhélie P qu'à l'aphélie A.
Le but étant d'obtenir une référence de temps régulière, on va être conduit à étudier les mouvements d'un soleil "MOYEN" qui éliminera ces deux sources d'irrégularités.
Nous allons procéder en deux temps:
On passera tout d'abord du soleil VRAI à un soleil FICTIF (mouvement uniforme sur l'écliptique) puis à un soleil MOYEN (au mouvement uniforme sur l'équateur).

SOLEIL FICTIF

Sur l'écliptique, le soleil vrai a une vitesse variable, maximale au périgée P, minimale à l'apogée. On définit donc un soleil fictif S_F qui va parcourir l'ellipse en un mouvement angulaire uniforme, S_F va moins vite que S_V autour de P et plus vite que S_V autour de A.
Il a été décidé par convention que S_V et S_F soient confondus au périgée P, c'est-à-dire le 03.01 et le 04.07 S_F dépasse S_V à l'apogée (voir fig 1)

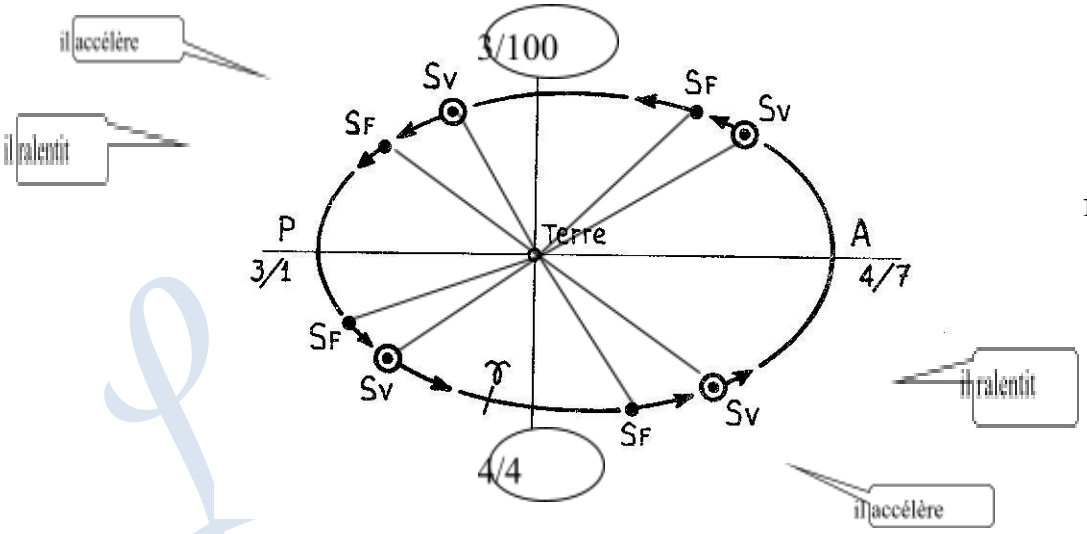
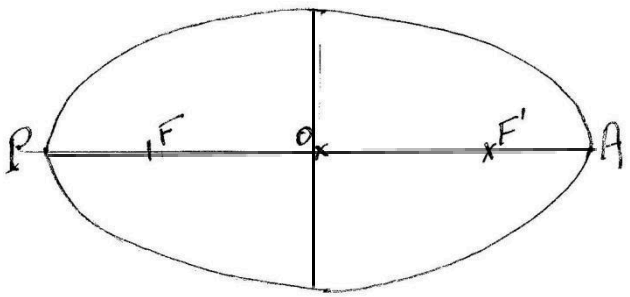


fig 1



e = excentricité
e = OF/OP = 1/60

Les positions relatives de S_V et de S_F sont données par l'équation appelée EQUATION DU CENTRE C : c'est la variation (angulaire) des différences entre les longitudes célestes de ces deux soleils. $C = \lambda_V - \lambda_F = 115'.\sin(n.t)$
(n=360/365 – t=nombre de jours écoulés depuis le périgée - $\lambda_V - \lambda_F$ =longitudes célestes)

Cette variation est simple à tracer: c'est une sinusoïde en coordonnées: temps/degrées: fig 2

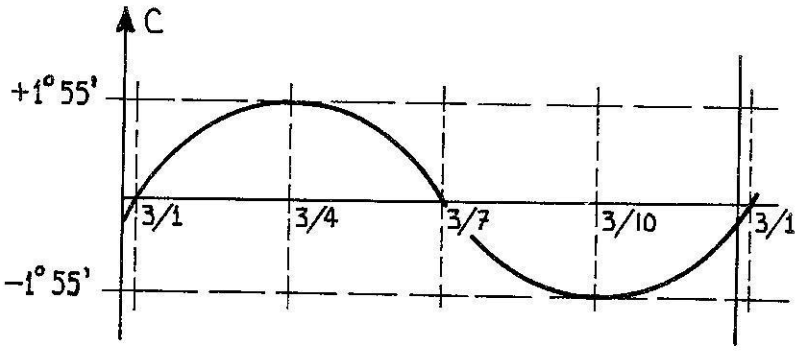


fig 2

SOLEIL MOYEN

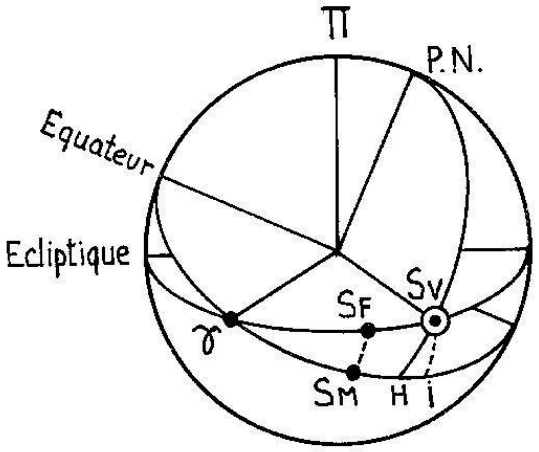


fig 3

Le soleil fictif S_F ayant une vitesse constante sur l'écliptique, notre soleil moyen aura donc une vitesse constante sur l'équateur (vitesses angulaires).
On passe de γS_V (longitude céleste du soleil vrai) à $\gamma H = AR_V$: ascension droite du soleil vrai prise sur l'équateur par la REDUCTION A L'EQUATEUR R
$R = AR_V - \lambda_V = -148'.\sin(2\lambda_V)$

Le soleil moyen S_M est donc défini comme le point de l'équateur tel que:

$$\gamma S_M = \gamma S_F$$

Cette variation de la réduction à l'équateur R est simple à tracer: c'est une sinusoïde, de période 6 mois, qui s'annule pour les équinoxes et les solstices,

γγ'EE' (les dates sont approximatives). fig 4

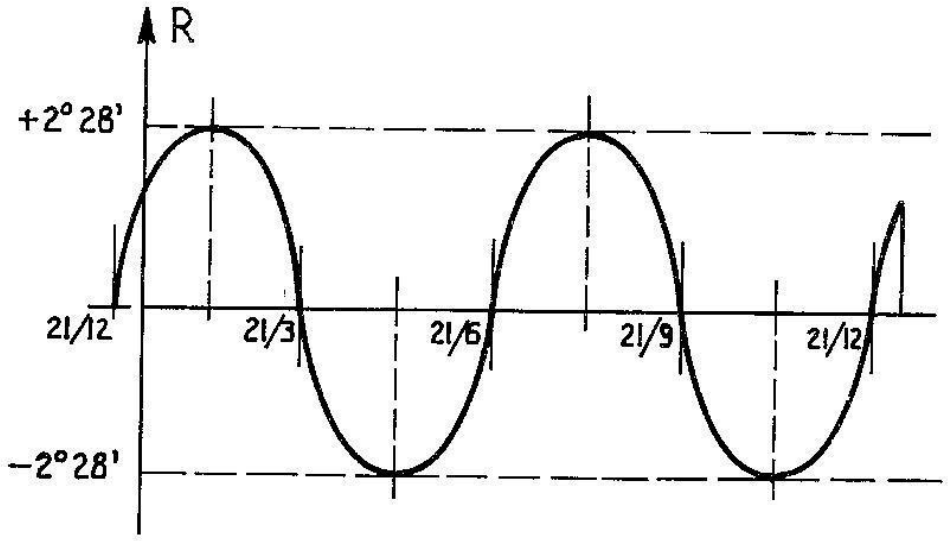


fig 4

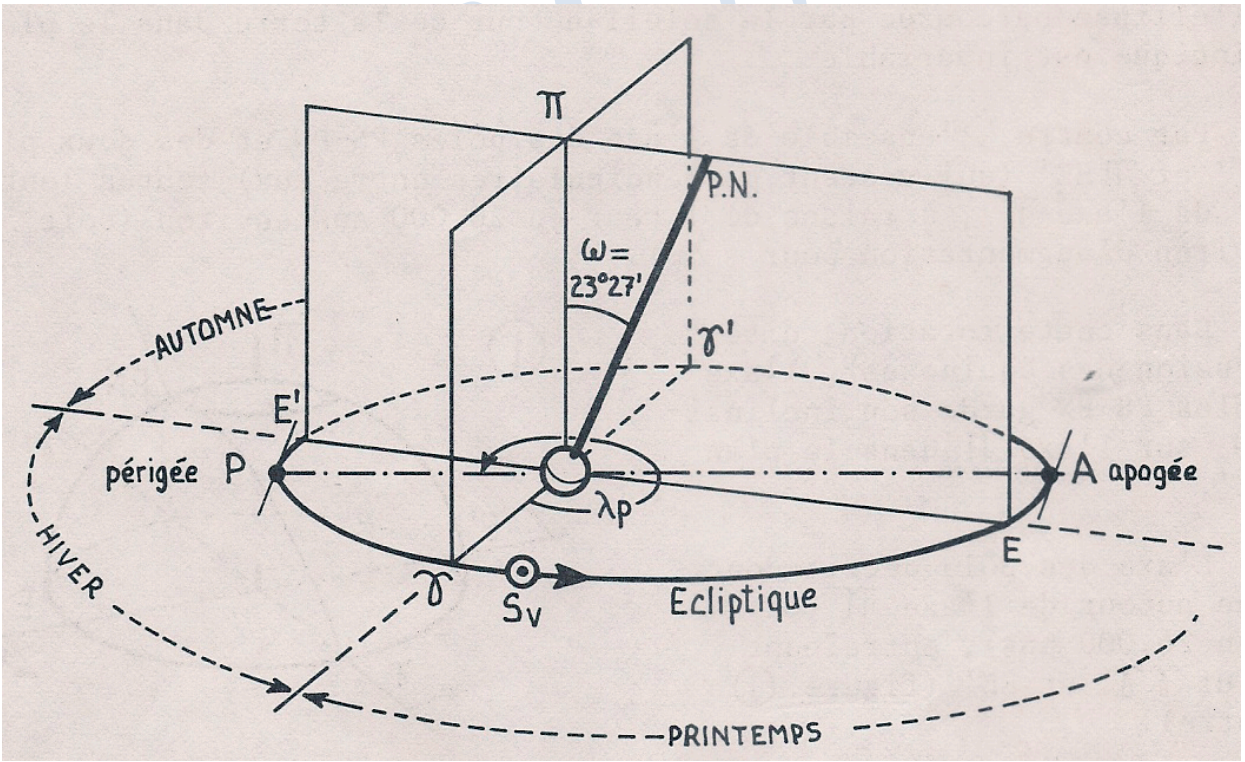


fig 5

LACOMBE

TEMPS VRAI et TEMPS MOYEN

On appelle TEMPS MOYEN le GHA du soleil moyen S_M, dont la variation est uniforme ($GHA\Theta_M$).

Ce qui est important pour nous, observateurs terrestres, c'est de pouvoir recaler sa mesure du temps moyen sur le soleil vrai.

On appelle TEMPS VRAI le GHA du soleil vrai ou S_V ($GHA\ \Theta_V$)
Ce GHA Θ_V est donné par les éphémérides.

Reprenons la fig 3, on trouve:

- Temps moyen = GHA $\Theta_M = \gamma S_M$ (sens rétrograde)
- Temps vrai = GHA $\Theta_V = \gamma H$ (sens rétrograde).

On appelle EQUATION DU TEMPS VRAI E_V la différence (Temps moyen – Temps vrai) soit donc:

GHA Θ_M - GHA Θ_V = $^+_-$ E_V *(équation toujours écrite dans ce sens !)*

Récapitulatif: fig 6 et fig 7

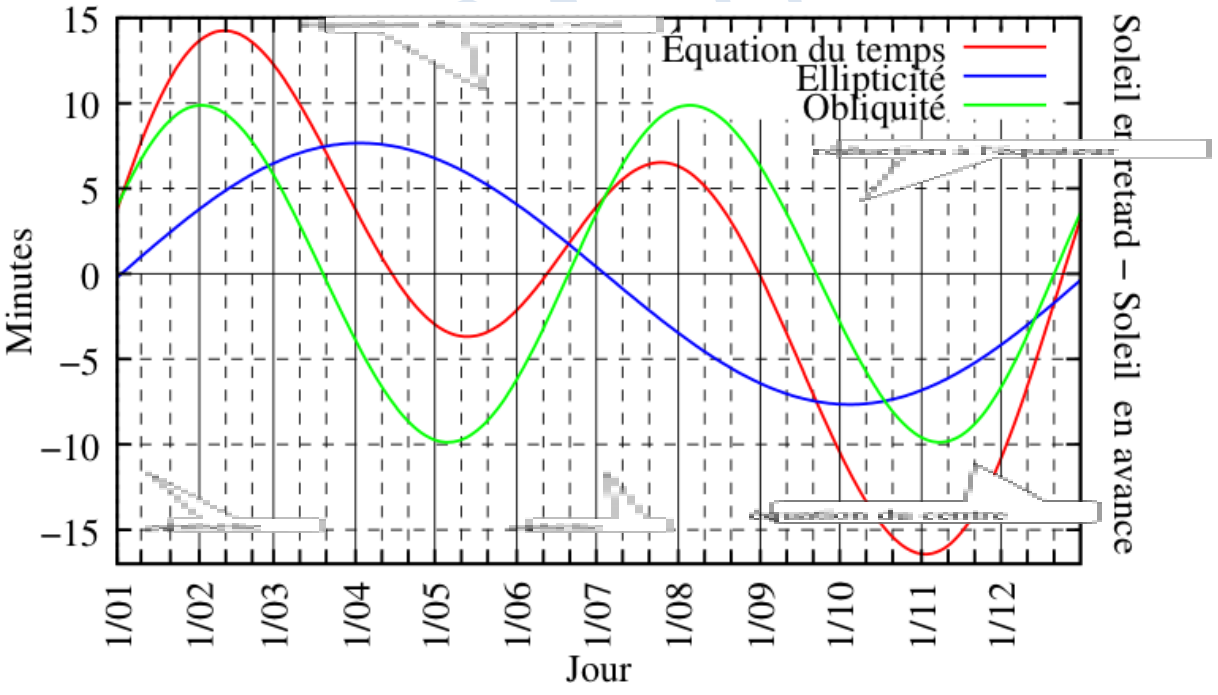


fig 6

Equation du temps vrai

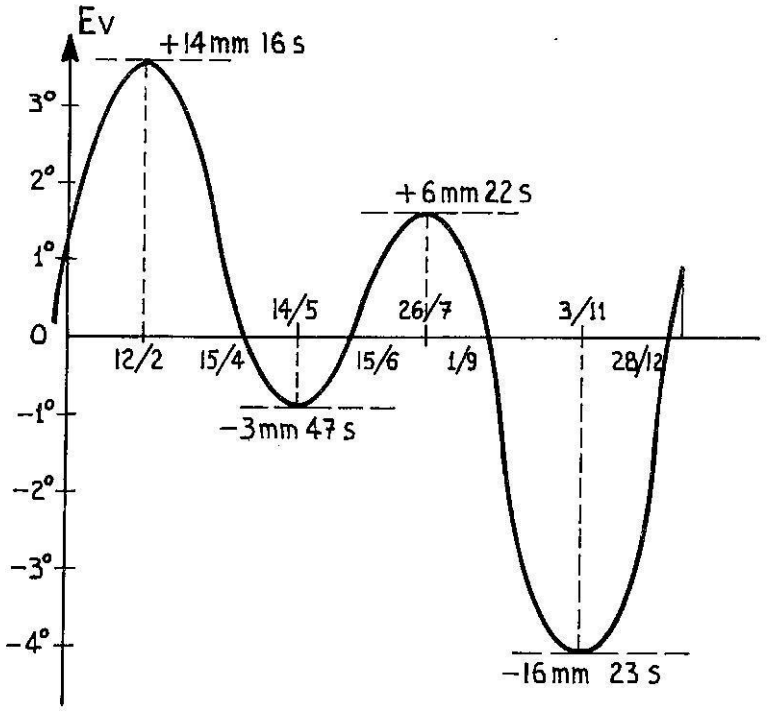


fig 7

Exemple: le 15 FEV, le chronomètre est-il en avance ou en retard sur le soleil vrai?

TABLE 1

MERIDIAN PASSAGE AND DECLINATION OF THE SUN AT 12h UT

Day	January		February		March		April		May		June	
	Mer. Pass.	Dec	Mer. Pass.	Dec	Mer. Pass.	Dec	Mer. Pass.	Dec	Mer. Pass.	Dec	Mer. Pass.	Dec
	12h m	°	12h m	°	12h m	°	12h m	°	12h m	°	12h m	°
1	+03	S 23·0	+14	S 17·1	+12	S 7·6	+04	N 4·5	−03	N 15·1	−02	N 22·1
2	+04	22·9	+14	16·8	+12	7·2	+04	4·9	−03	15·4	−02	22·2
3	+04	22·8	+14	16·5	+12	6·8	+03	5·3	−03	15·7	−02	22·3
4	+05	22·7	+14	16·2	+12	6·4	+03	5·7	−03	16·0	−02	22·4
5	+05	22·6	+14	15·9	+12	6·0	+03	6·1	−03	16·3	−02	22·5
6	+06	S 22·5	+14	S 15·6	+11	S 5·7	+02	N 6·5	−03	N 16·5	−01	N 22·7
7	+06	22·4	+14	15·3	+11	5·3	+02	6·8	−03	16·8	−01	22·8
8	+07	22·2	+14	15·0	+11	4·9	+02	7·2	−03	17·1	−01	22·8
9	+07	22·1	+14	14·7	+11	4·5	+02	7·6	−04	17·4	−01	22·9
10	+07	22·0	+14	14·3	+10	4·1	+01	8·0	−04	17·6	−01	23·0
11	+08	S 21·8	+14	S 14·0	+10	S 3·7	+01	N 8·3	−04	N 17·9	00	N 23·1
12	+08	21·6	+14	13·7	+10	3·3	+01	8·7	−04	18·1	00	23·2
13	+09	21·5	+14	13·4	+10	2·9	+01	9·1	−04	18·4	00	23·2
14	+09	21·3	+14	13·0	+09	2·5	00	9·4	−04	18·6	00	23·3
15	+09	21·1	+14	12·7	+09	2·1	00	9·8	−04	18·9	00	23·3
16	+10	S 20·9	+14	S 12·3	+09	S 1·7	00	N 10·1	−04	N 19·1	+01	N 23·3
17	+10	20·7	+14	12·0	+08	1·3	00	10·5	−04	19·3	+01	23·4
18	+10	20·5	+14	11·6	+08	0·9	−01	10·8	−04	19·6	+01	23·4
19	+11	20·3	+14	11·3	+08	0·6	−01	11·2	−04	19·8	+01	23·4
20	+11	20·1	+14	10·9	+08	S 0·2	−01	11·5	−03	20·0	+02	23·4

L'Air Almanach donne un retard de +14mn pour le soleil.

LACOMBE