

L'ASTRONOMIE DANS LE CALENDRIER DES PTT

II - Le mouvement de la Terre autour du Soleil par le calendrier

Le mouvement de la Terre autour du Soleil impose à la vie terrestre un rythme qui se traduit par le cycle saisonnier de la végétation et par les modifications de la météo. L'année, qui caractérise le retour des saisons, est assez difficile à estimer, car elle n'est pas accompagnée d'un phénomène frappant, comme les phases de la Lune par exemple. Ainsi les égyptiens vécurent pendant longtemps avec des années de 360 jours.

L'astronomie définit de nombreuses années (sidérale, tropique, des saisons, anomalistique, des éphémérides etc...), mais celle qui concerne le calendrier est l'année des saisons; et la valeur moyenne de l'année des saisons (pourquoi voudriez-vous qu'elle soit constante ?) porte le nom d'année tropique.

Dans un BON calendrier, la durée moyenne de l'année civile doit être aussi proche que possible de l'année tropique. Notre calendrier actuel a été défini après plusieurs réajustements pour tenter de ramener le retour des saisons aux mêmes dates.

1°) Estimation de l'année tropique avec le calendrier actuel.

Avant Jules César, dans l'empire romain, le calendrier comptait un nombre entier de lunaisons, et dans le calendrier lunaire les saisons ne se reproduisent pas aux mêmes dates. Jules César, ou plutôt son conseiller Sosigène, astronome grec, proposa que le calendrier ne tienne plus compte de la Lune, et qu'il s'ajuste le mieux possible au retour des saisons, devenu ainsi calendrier solaire.

A cette époque, la longueur de l'année des saisons n'était pas connue avec beaucoup de précisions, et la valeur adoptée fut de 365,25 jours. Il fut donc décidé que tous les 4 ans, l'année aurait 366 jours. On espérait ainsi que l'équinoxe de printemps aurait alors lieu à date fixe, soit le 25 mars. Le calendrier julien fut utilisé à partir du 1er janvier 45 avant JC (tiens! 1er janvier; n'oublions pas cependant que l'année commençait alors en mars).

De nombreuses fêtes païennes puis religieuses ont conservé l'empreinte du calendrier julien, en effet de nombreuses fêtes ont lieu le 25 ou presque: Noël le 25 décembre, la Saint Jean le 24 juin, l'Annonciation, le 25 mars...

En 325 après JC, quand le concile de Nicée se réunit pour fixer la règle permettant de déterminer la date de Pâques, l'équinoxe de printemps a lieu le 21 mars, en avance sur le calendrier. Le calendrier julien n'a pas rempli son rôle, la valeur de l'année tropique n'est pas exactement de 365,25 jours...

Les estimations de la valeur de l'année tropique deviennent plus précises au cours des siècles, et au XVIème siècle, alors que le décalage du calendrier julien a atteint 11 jours depuis le concile de Nicée, a lieu la réforme grégorienne. Le calendrier grégorien représente en fait une amélioration de détail sur le calendrier précédent. Il comporte toujours des années communes et des années bissextiles (dont le numéro est divisible par 4) mais il y a exception pour les années séculaires. Une année séculaire (comportant un nombre entier de siècles) ne sera bissextile que si le nombre de siècles est divisible par 4. Ainsi, 1800, 1900, 2100 sont des années communes, mais 1600 et 2000 sont bissextiles.

Il est maintenant facile de calculer la durée moyenne d'une année du calendrier grégorien:

$$365 + \frac{1}{4} - \frac{3}{400} = 365,2425 \text{ jours}$$

Remarque: l'année tropique est actuellement estimée à 365, 2422 jours, ce qui fait que notre calendrier aura pris un retard de 3 jours dans 10 000 ans !

2°) Evaluation de l'année des saisons.

Entre les printemps 1981 et 1982 qui ont eu lieu le 20 mars 1981 à 17 h 04 et le 20 mars 1982 à 22 h 57 l'intervalle de temps est de 365 j 05 h 53 min soit 365,2451 jours. L'année des saisons est une estimation correcte, sans plus, de l'année tropique. Nous reviendrons sur ce problème par la suite.

3°) Caractéristiques de l'orbite terrestre.

On compte facilement à partir du calendrier que l'hiver dure 89 jours, le printemps 93, l'été 94 et l'automne 90. La différence de durée entre les saisons est due à la nature elliptique de la trajectoire de la Terre autour du soleil. Il est temps de rappeler quelques notions:

a) écliptique:

La Terre tourne autour du Soleil, mais il en résulte un mouvement apparent du Soleil sur la sphère céleste. La trajectoire apparente du Soleil dans son mouvement annuel est un grand cercle de la sphère céleste qui traverse les constellations du zodiaque et se nomme écliptique.

b) ligne des noeuds:

A cause de l'inclinaison de l'axe de la Terre par rapport à sa trajectoire, l'équateur céleste est incliné par rapport à l'écliptique; cet angle, noté ϵ vaut $23^\circ 27'$.

L'écliptique et l'équateur céleste se coupent suivant une droite appelée ligne des noeuds. Lorsque le Soleil traverse l'équateur du Sud vers le Nord, le point correspondant s'appelle le noeud ascendant, se note γ et détermine le jour du printemps. Le second point est le noeud descendant; il se note γ' et détermine le jour de l'automne.

c) définition des saisons:

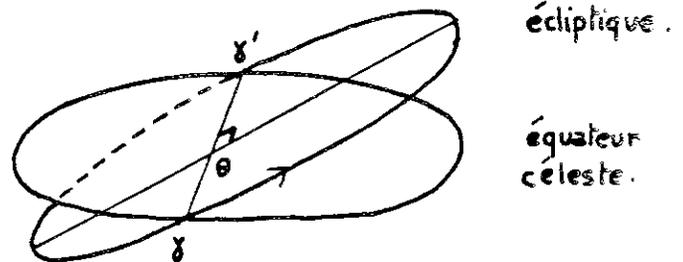


Fig 2

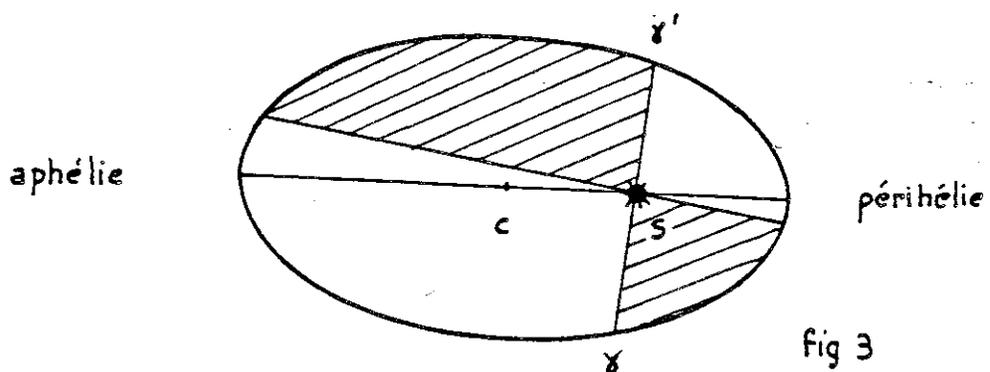


Fig 3

L'orbite de la Terre (ellipse) est divisée en 4 secteurs par:

- la ligne des noeuds qui joint les positions de la Terre au moment du printemps et de l'automne (attention! au printemps, c'est le Soleil qui, vu de la Terre est en γ)
- la perpendiculaire à la ligne des noeuds.

Actuellement, ces directions ne correspondent pas aux axes de symétrie de l'ellipse. Chacun des secteurs ainsi défini correspond à une saison.

d) le mouvement des planètes:

Il est régi par les lois de Kepler:

LOIS DE KEPLER

- les trajectoires sont des ellipses dont le Soleil occupe un foyer.
- les aires balayées par les rayons vecteurs en des intervalles de temps égaux sont égaux, donc la planète se déplace plus rapidement dans le voisinage du périhélie que dans le voisinage de l'aphélie.

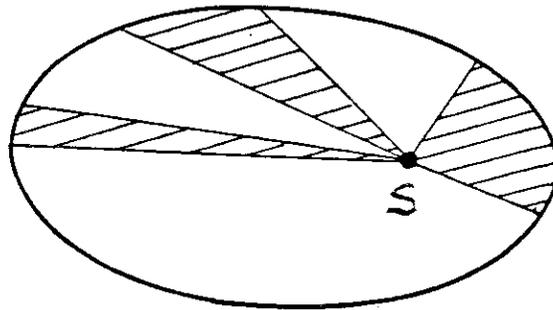


Fig 4

i) Passage au périhélie

Puisque c'est l'hiver la saison la plus courte, c'est à ce moment là que la vitesse de la Terre sur sa trajectoire est maximale; on en déduit que c'est en hiver que la Terre passe au plus près du Soleil. Comme l'automne est plus court que le printemps, le périhélie est franchi pendant la première partie de l'hiver (en fait, premiers jours de janvier)

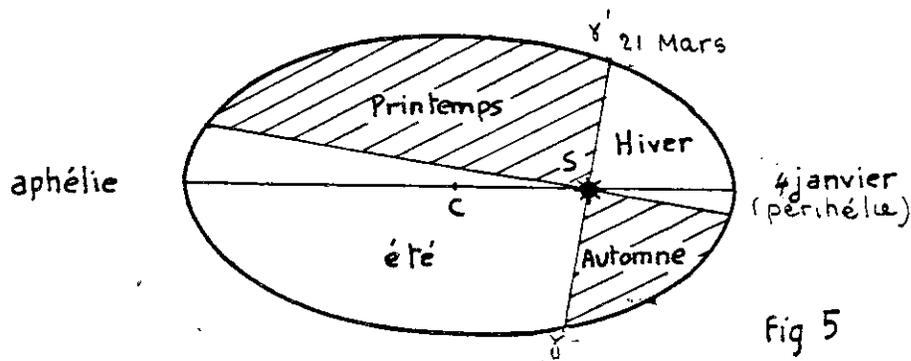


Fig 5

ii) Calcul de l'excentricité de l'orbite terrestre

On assimile les trajectoires de la Terre pour l'été et l'hiver à deux demi cercles de rayon R et r ($R > r$, car le périhélie est en hiver). Soit a l'aire balayée pendant l'hiver et A celle balayée pendant l'été, t la durée de l'hiver et T celle de l'été:

$$a = \pi r^2/4 \quad \text{et} \quad A = \pi R^2/4$$

L'aire balayée pendant un jour d'hiver est $\pi r^2/4t$ et celle balayée pendant un jour d'été est $\pi R^2/4T$; la deuxième loi de Kepler annonce l'égalité de ces deux quantités, donc

$$\pi r^2/4t = \pi R^2/4T \quad \text{et} \quad R^2/r^2 = T/t$$

Puisque l'excentricité $e = c/a$, on a :

$$R = SA = SC + CA = c + a = a e + a = a(1+e)$$

$$r = SP = CP - SC = a - c = a - a e = a(1-e)$$

$$\text{donc } \pi a^2(1+e)^2 / \pi a^2(1-e)^2 = T/t \quad \text{d'où} \quad (1+e)^2 / (1-e)^2 = T/t = 94/89 = 1,056$$

$$\text{et comme } (1+e)/(1-e) \approx 1+2e; (1+2e)^2 \approx 1+4e = 1,056 \quad \text{d'où} \quad e = 0,014 \quad (\text{au lieu de } 0,016)$$

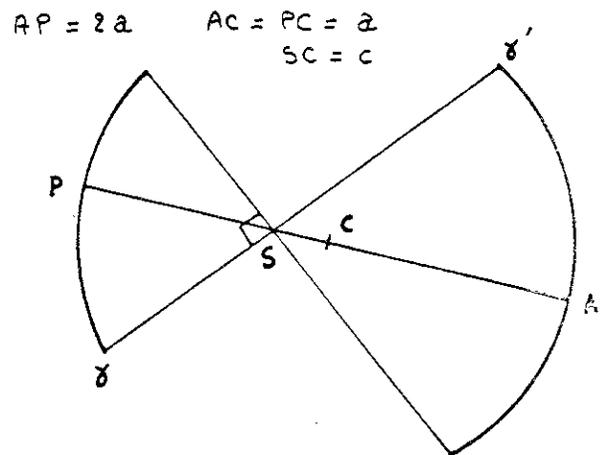


Fig 6