

ÉQUINOXES, SOLSTICES, SAISONS, ETC...

Où l'on apprendra que les habitants de l'hémisphère nord ont doublement de la chance (?) :

ils passent des hivers plus près du soleil et de plus courte durée que leurs voisins du sud.

Les lois régissant les orbites des planètes ont été établies en 1609 par l'astronome allemand Johannes KEPLER :

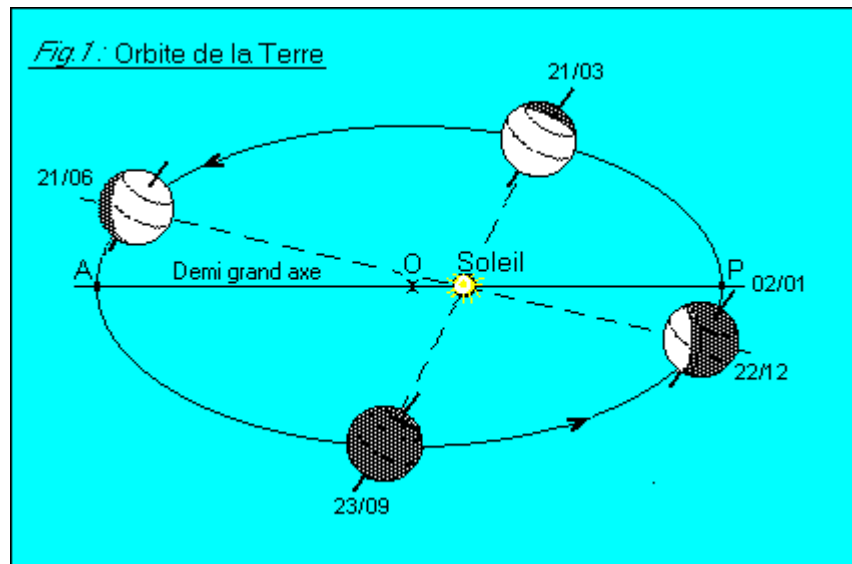
- 1ère loi : Les orbites sont des ellipses dont le Soleil occupe l'un des foyers.
- 2ème loi : Les aires balayées par le rayon vecteur joignant le centre du Soleil au centre d'une planète sont proportionnelles aux temps employés à les décrire.
- 3ème loi : Les carrés des temps des révolutions des planètes sont proportionnels aux cubes des grands axes de leurs orbites.

C'est à partir de ces lois qu'Isaac NEWTON sut dégager en 1687 le principe de la gravitation universelle (et non en recevant une pomme pourrie sur la tête !).

Ainsi, l'orbite de la Terre est une ellipse dont les caractéristiques principales sont rappelées ci-après (O est le centre de l'ellipse et S le centre du Soleil) :

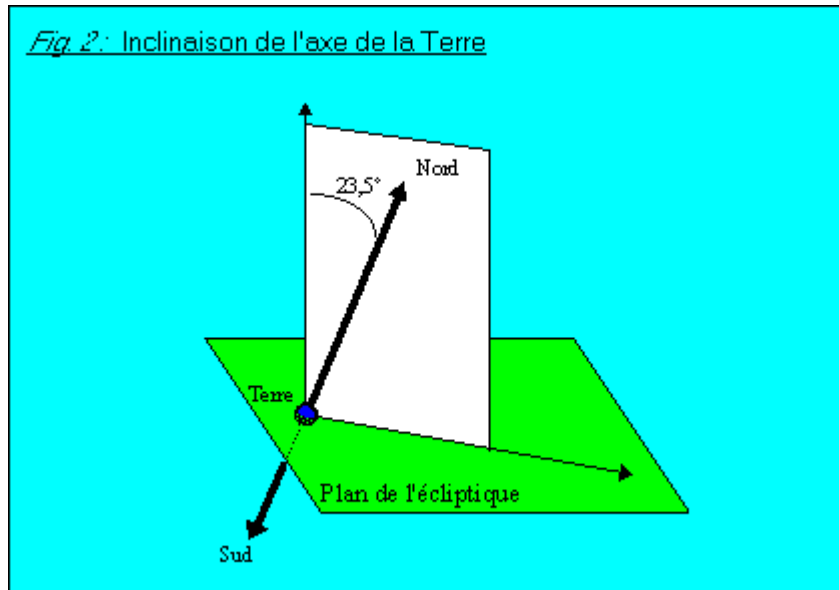
- Demi-grand axe : $a = OA = OP$
 $a = 149,6$ millions de km.
- Excentricité : c'est le rapport $e = OS/OP$
 $e = 0,0167$

L'excentricité est 0 pour une orbite circulaire et tend vers 1 pour une ellipse très allongée (par exemple, pour l'orbite des comètes à longues périodes, l'excentricité est de l'ordre de 0,95 à 0,99). Bien que proche de 0 pour la Terre, cette excentricité traduit les variations suivantes



- au Périhélie (point P le plus proche du Soleil) la Terre est à 147 millions de km du Soleil,
- à l'Aphélie (point A le plus éloigné du Soleil) la Terre est à 152 millions de km du Soleil.

Le plan de l'orbite terrestre s'appelle **Plan de l'écliptique** (c'est aussi le plan dans lequel semble se déplacer le Soleil sur la voûte céleste dans son mouvement apparent vu de la Terre). L'axe de rotation nord-sud de la Terre n'est pas perpendiculaire au plan de l'écliptique, il est incliné dans une direction formant avec la perpendiculaire un angle de $23,5^\circ$ (plus exactement, $23^\circ 27'$).



Les solstices sont les deux points de l'orbite terrestre où la projection de l'axe N-S sur le plan de l'écliptique passe par le centre du Soleil. La Terre franchit ces points le 21 juin (solstice d'été) et le 22 décembre (solstice d'hiver), dates où le Soleil culmine respectivement au plus haut et au plus bas dans l'hémisphère nord.

La droite passant par le Soleil et reliant ces deux points s'appelle ligne des solstices.

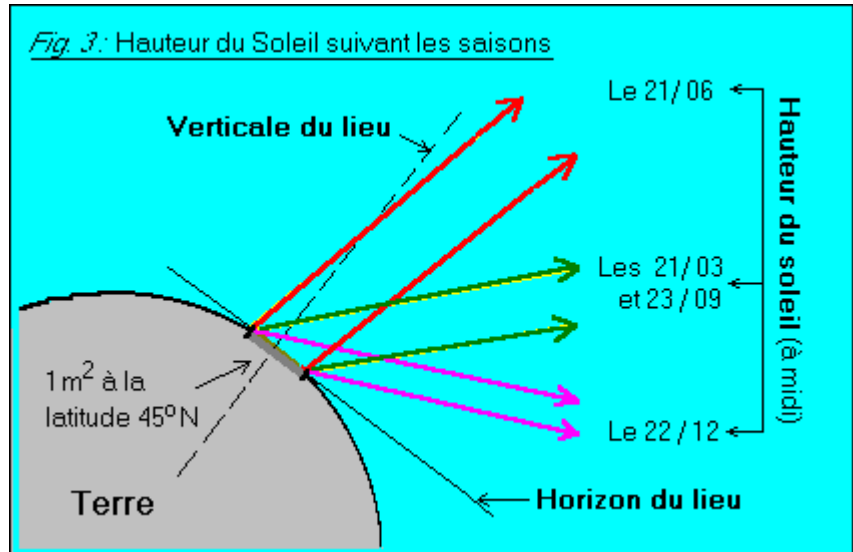
Les équinoxes sont les deux points de l'orbite terrestre placés sur la perpendiculaire à la ligne des solstices passant par le centre du Soleil. Ces points sont franchis le 21 mars (équinoxe de printemps) et le 23 Septembre (équinoxe d'automne), dates où les durées jour / nuit sont égales.

On peut observer (fig. 1) que la Terre passe au périhélie le 2 janvier.

C'est donc en plein hiver (hémisphère nord) que la Terre est au plus près du soleil !

En réalité, les saisons sont la conséquence de l'inclinaison de l'axe nord-sud de la Terre et non de la distance Terre-Soleil.

L'effet de l'inclinaison de $23,5^\circ$ se calcule facilement : la puissance moyenne rayonnée par le Soleil étant de 1200 W/m^2 , la puissance reçue par m^2 à la surface de la Terre est égale à 1200 W multipliés par le cosinus de l'angle que fait la verticale du lieu avec la direction des rayons solaires. En France, cet angle vaut (quand le soleil culmine à midi) environ 24° au solstice de juin, 45° en période d'équinoxe, et 77° au solstice de décembre. Les puissances reçues correspondantes sont respectivement 1100 , 850 et 270 W/m^2 .



À nos latitudes, l'inclinaison de la Terre divise par un facteur 4 la puissance recueillie entre l'été et l'hiver .

Voilà pourquoi nous avons froid l'hiver !

Enfin, en vertu de la [2ème loi de Kepler](#), la vitesse orbitale de la Terre est maximale au périhélie ($30,5 \text{ km/s}$) et minimale à l'aphélie ($29,1 \text{ km/s}$).

En conséquence, les saisons ne sont pas de même durée dans les deux hémisphères :

A Paris, l'hiver dure 4,5 jours de moins qu'à Melbourne !

Les durées exactes des saisons sont données dans le tableau ci-contre (rappel : $\frac{1}{4}$ d'année dure environ 91j 8h).

Saisons	Hémisphère Nord	Hémisphère Sud
Printemps	92 j 22 h	89 j 17 h
Été	93 j 14 h	89 j 1 h
Automne	89 j 17 h	92 j 22 h
Hiver	89 j 1 h	93 j 14 h