

Les 5 mouvements de la Terre

Par rapport au Soleil, la terre bouge suivant 5 mouvements :

- La rotation
- La révolution autour du Soleil
- La précession
- La nutation
- La danse avec la Lune

A - La rotation

La Terre tourne sur elle-même, comme une toupie. Elle fait un tour en 24h. Il faut ici préciser quelque chose : La durée d'un tour est de 24h, si on se réfère au Soleil. Si on déclenche un chronomètre, le jour J, quand le Soleil nous apparaît exactement au sud (pour faciliter les explications nous dirons que nous sommes face au Soleil) et qu'on l'arrête le lendemain quand il repasse au méridien, on lira 24h00 sur le chronomètre. Si on fait la même expérience, en remplaçant le Soleil par une étoile, le chronomètre nous affichera 23h56mn (et une poignée de secondes). La différence provient de la révolution autour du Soleil. Au bout de 23h56mn la Terre a fait un tour sur elle-même par rapport au fin fond de l'univers, mais elle s'est décalée par rapport au Soleil relativement proche, elle doit donc tourner encore un peu pour qu'on se retrouve face à lui (figure 1).

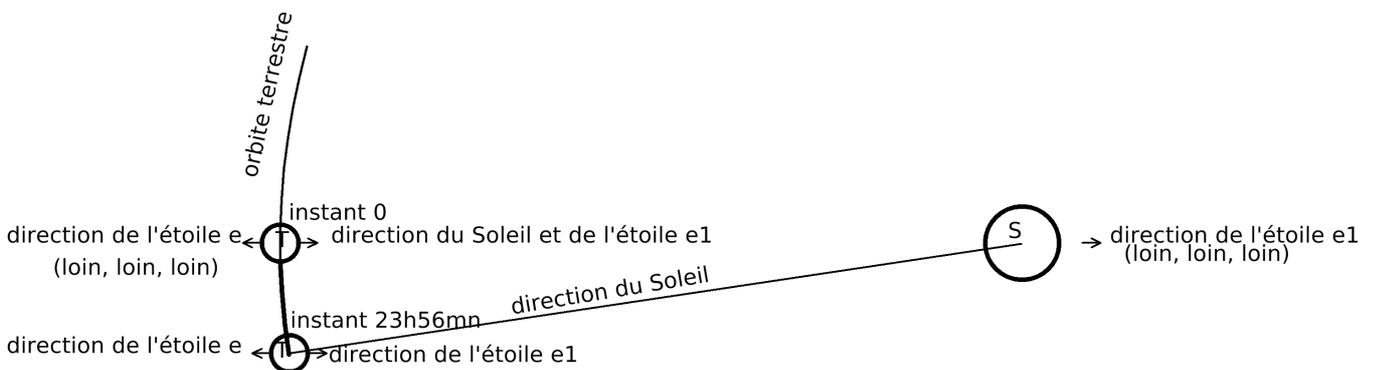


figure 1 : Après 23h56mn les mêmes points de la terre sont dans les mêmes directions par rapport aux étoiles mais pas, par rapport au Soleil

NB : Pour que le dessin reste lisible, les proportions sont très loin d'être respectées dans la figure 1.

L'axe de rotation est défini par la ligne droite qui relie les pôles en passant par le centre. Cet axe est incliné. Encore faut-il préciser par rapport à quoi : dans l'univers, il n'y a ni haut, ni bas, ni verticale, ni horizontale. L'inclinaison se réfère ici au plan de l'écliptique. Voir titre B. Cette inclinaison est responsable de l'alternance des saisons.

.../...

B - La révolution

La Terre décrit une grande trajectoire quasi circulaire autour du Soleil. Le cercle d'environ 300.000.000 km de diamètre, est parcouru en un an soit à peu près 365,25 jours. En réalité, la trajectoire est une ellipse, une sorte de cercle aplati. En l'occurrence, l'aplatissement est très faible puisqu'il est de l'ordre de 1/10.000. On pourrait donc penser qu'on peut le négliger, mais ce n'est pas aussi simple. Le Soleil occupe non pas le centre de l'ellipse, mais l'un des foyers. Les foyers sont deux points situés sur le grand axe ; ils sont symétriques par rapport au centre. Même dans le cas d'une ellipse aussi proche d'un cercle que l'orbite terrestre, la distance entre les foyers et le centre reste notable, de l'ordre de 1,7 %. Ainsi, la distance de la Terre au Soleil fluctue de $\pm 1,7 \%$ tout au long de l'année. Une conséquence, difficilement observable est que la taille du soleil vu depuis la Terre fluctue dans les mêmes proportions. Une autre conséquence est que l'angle parcouru sur une journée fluctue également (deuxième loi de Kepler figure 2), hors on a vu que cet angle fait la différence entre la durée des jours sidéraux (relatifs aux étoiles) et des jours solaires. Ainsi, les jours solaires sont-ils inégaux et la durée de 24h n'est qu'une moyenne, c'est pourquoi l'heure indiquée par les quadrants solaires est rarement juste. De jour en jour, elle prend de plus en plus d'avance ou elle perd cette avance avant de prendre de plus en plus de retard, puis elle perd ce retard etc. On parle de l'équation du temps. Certains quadrants solaires sont accompagnés d'une courbe en forme de 8 allongé qui indique la correction à apporter tout au long de l'année.

Une ellipse est une figure géométrique plane. Le plan qui contient l'orbite terrestre vient couper la sphère céleste suivant un grand cercle appelé l'écliptique parce que c'est le lieu des points où semblent se produire les éclipses. En effet, vu depuis la Terre, le Soleil se projette sur la sphère céleste et semble se déplacer sur cette ligne, passant au cours de l'année par les 12 constellations du zodiac.

.../...

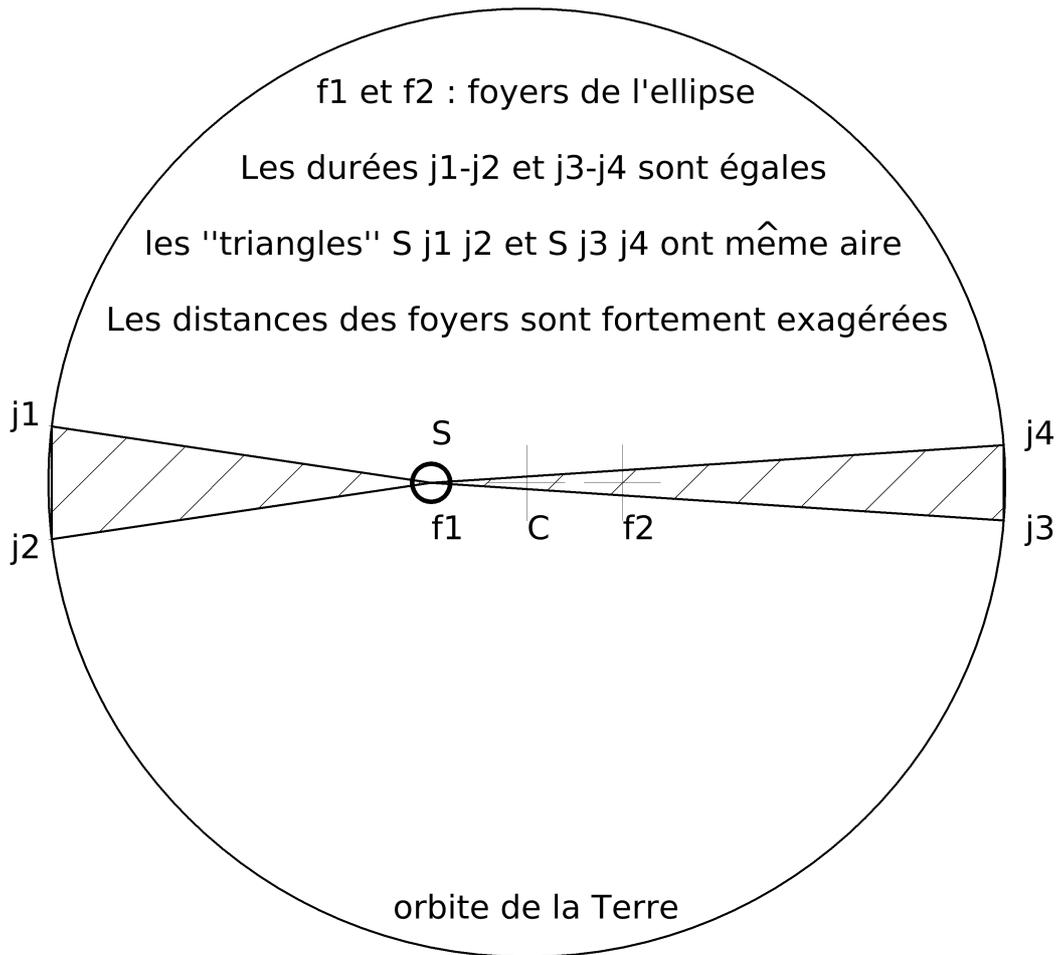


figure 2 : La révolution de la Terre suivant la 2e loi de Kepler

C - La précession des équinoxes

En première approximation, l'axe de la Terre se translate durant sa révolution autour de Soleil. Cela signifie que les différentes positions occupées sont toutes parallèles entre elles. Les translations ont une très faible amplitude (même pas 300.000.000 km, une paille!) par rapport à la distance des étoiles, aussi l'axe pointe toujours en direction de la même étoile, α de la petite Ourse ou Polaris, l'étoile polaire. Si on observe les choses d'un peu plus près, on s'aperçoit que tout en gardant la même inclinaison, par rapport au plan de l'écliptique, l'axe change d'orientation. Pour bien comprendre, on peut utiliser une équerre à dessiner en forme de triangle rectangle. On pose un côté de l'angle droit, AB, sur la table. l'hypoténuse est inclinée par rapport à la table. Si on change l'orientation du côté AB, tout en le maintenant sur la table, l'inclinaison de l'hypoténuse ne change pas, mais son orientation, si. La table représente le plan de l'écliptique ; l'hypoténuse l'axe de la Terre. Celui-ci tourne très lentement ; il met environ 25800 ans pour faire un tour. Ainsi l'étoile polaire change de millénaires en millénaires. Dans 12000 ans ce sera le tour de la très brillante Véga.

Ce changement d'orientation a pour effet de changer l'endroit où se produisent les équinoxes. Cet endroit recule d'année en année. Ainsi les équinoxes ont lieu à

chaque fois un peu plus tôt qu'ils ne devraient, d'où ce terme de précession des équinoxes.

D - La nutation

Si on regarde les choses d'encore plus près, on découvre que l'inclinaison de l'axe de la Terre oscille, avec une amplitude de 17,2'' sur une période de 18,6 ans. Ce mouvement, dû à l'influence de la Lune et du Soleil, est appelé la nutation.

E - La danse avec la Lune

Chacun sait que la Lune tourne autour de la Terre. La majorité des gens pensent que le centre de révolution est confondu avec le centre de la Terre. Il n'en est rien. La Terre et la Lune s'attirent réciproquement et si la révolution de la Lune crée une (pseudo) force centrifuge qui l'empêche de tomber sur la Terre, un mouvement semblable empêche la Terre de tomber sur la Lune : la Terre et la Lune tournent toutes deux autour d'un point commun comme deux danseurs réunis bras tendus qui tourneraient ensemble, pas forcément autour du point milieu. Pour situer ce centre de révolution, il faut considérer le rapport des masses Terre/Lune. Il est d'environ 81. La distance Terre Lune (de l'ordre de 380 000 km) doit alors être divisée en 82 parts égales. Le centre est à une unité en partant de la Terre, soit environ 4634 km. Le rayon de la Terre étant de 6400 km, ce point se trouve 1766km sous la surface de la Terre. C'est la combinaison de cette force centrifuge et de l'attraction lunaire qui est à l'origine des marées.

© M Guignard