Les Mouvements de la Terre.

1. Système de référence : repère de Copernic.

- *origine* : centre de masse du système solaire
- *axes* : directions invariables par rapport aux étoiles.

2. Mouvement de révolution autour du Soleil (figures 1 et 2).

- dans un plan appelé : "*plan de l'écliptique*"
- *trajectoire* : ellipse très peu excentrée (e = 0.0167), donc ayant sensiblement la forme d'un cercle
  - demi-grand axe : a = 149,898 millions de km
  - demi-petit axe : b = 149,876 millions de km
  - point le plus proche du Soleil : périhélie = 147,349 millions de km (début janvier)
  - point le plus éloigné du Soleil : aphélie = 152,446 millions de km
- *période de révolution sidérale* : T = 365,256 jours
- *vitesse orbitale moyenne* : 29,785 km/s
- vitesse orbitale maximale : 31,145 km/s (au périhélie)
- vitesse orbitale minimale : 28,851 km/s (à l'aphélie)

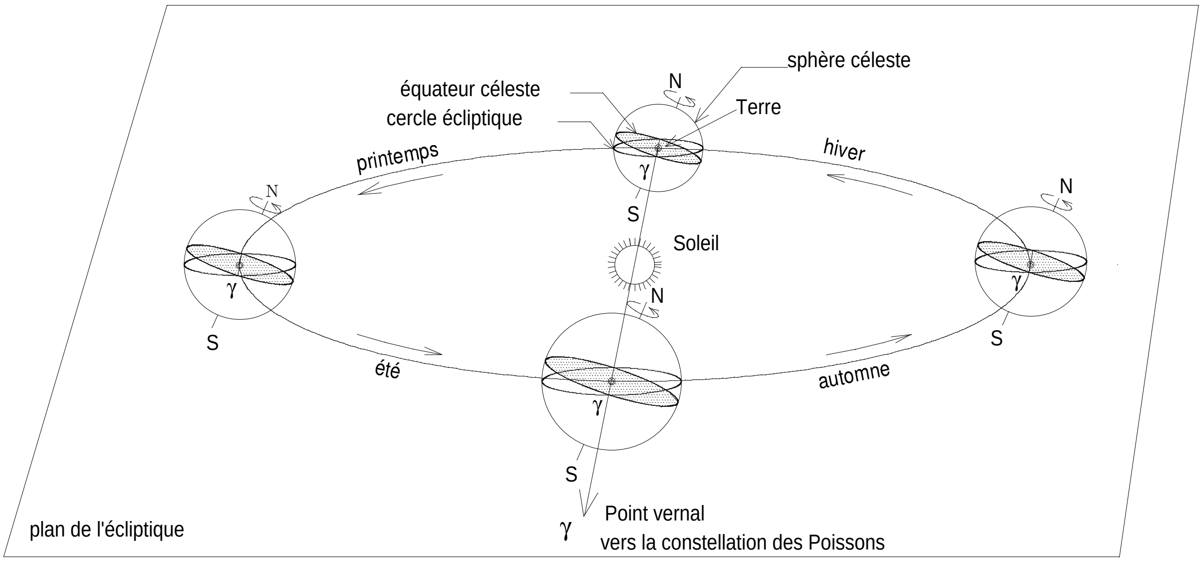


figure 1

3. Durée des saisons.

La vitesse de la Terre sur son orbite est plus grande du côté de son périhélie (hiver) que du côté de son aphélie (été).

Il en résulte que la durée (printemps-été) est plus longue que la durée (automne-hiver):

- printemps	92,8 jours
- été	93,6 jours
- automne	89,8 jours
- hiver	89,0 jours

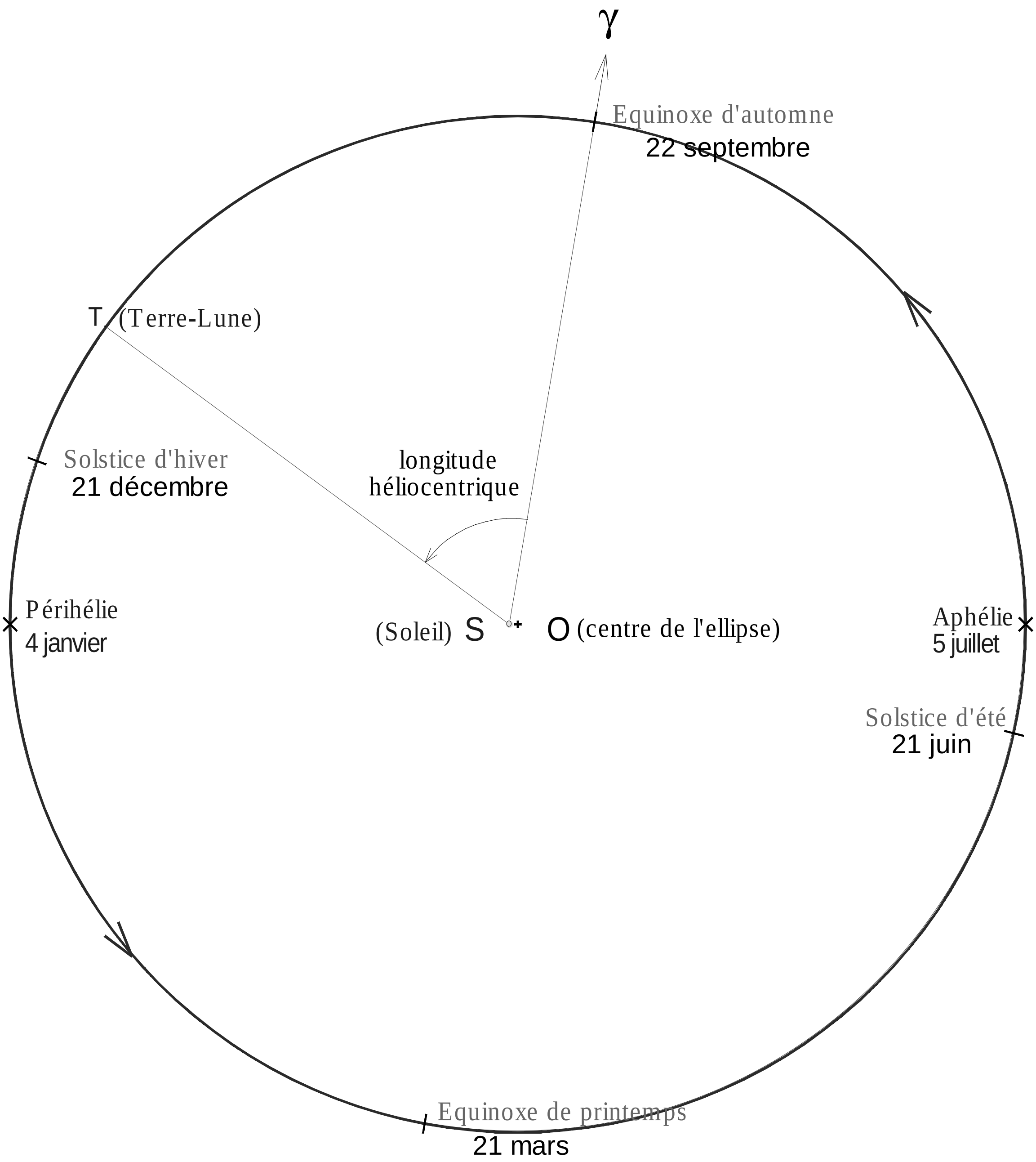


figure 2

à l’échelle du dessin :

demi-grand axe : a = 7,5 cm
demi-petit axe : b = 7,499 cm
c = OS = 1,25 mm

4. Rotation de la Terre sur elle-même.

- *axe* : au cours de l'année il garde une direction fixe, inclinée d'un angle ε = 23° 26' par rapport à la perpendiculaire au plan de l'écliptique ; cet angle est appelé *obliquité de l'écliptique*

conséquence : le *phénomène des saisons* lié,

- à l'inégalité de la durée des jours et des nuits, variable au cours de l'année
- à la variation annuelle de la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon

- *période* de rotation sidérale (appelée révolution) : 23 h 56 mn 04,09 s
- *vitesse d'un point à la surface de la Terre* : 466 m/s à l'équateur, 329 m/s à Lyon.

5. Durée d'un jour solaire moyen : 24 h.

- par jour, la Terre se déplace d'environ 1° sur son orbite,
- entre deux passages du Soleil au méridien d'un lieu, la Terre a donc tourné sur elle-même d'un tour plus 1° environ, ce qui correspond à une durée de 24 h en moyenne.

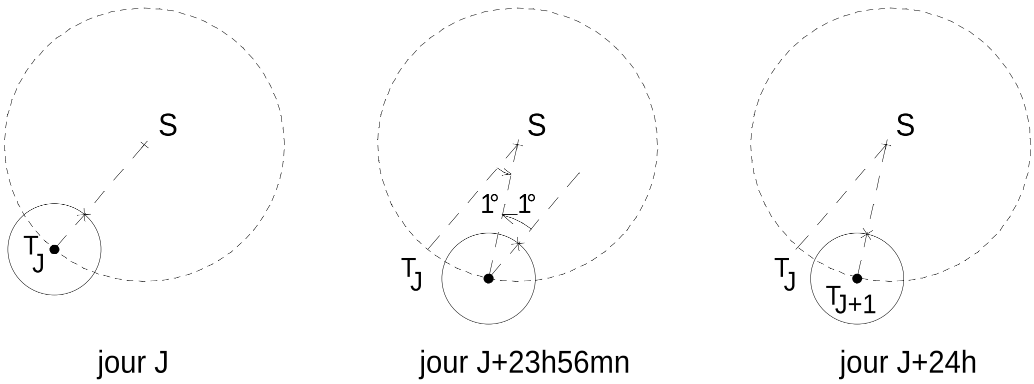


Figure 3

6. Unité astronomique.

unité de distance égale au demi-grand axe de l'orbite autour du Soleil d'une planète de masse négligeable, non perturbée, dont la révolution sidérale serait celle de la Terre soit : 365,2563630518 jours.

$$\boxed{1 \text{ u.a.} = 149\,597\,870 \text{ km}}$$

7. Précession des équinoxes (figures 4 à 7).

L'axe de notre planète ne conserve une direction fixe dans l'espace que pour des durées restreintes car :
- d'une part, l'axe terrestre décrit un cône centré sur la perpendiculaire au plan de l'écliptique, d'angle au sommet égal à 2ε , soit environ 47°. La rotation de l'axe terrestre est extrêmement lente : 25 800 ans sont nécessaires à une révolution complète.
Ce mouvement résulte principalement de l'action du Soleil et de la Lune sur le bourrelet équatorial. Cette action tend à ramener le plan de l'équateur sur celui de l'écliptique et la Terre, se comportant comme une gigantesque toupie, la transforme en un mouvement de rotation de son axe.
- d'autre part, l'obliquité ε de l'écliptique (qui est actuellement de 23° 27') décroît extrêmement lentement de 1' en 128 ans, soit 8' par millénaire.

Conséquences :
- mouvements des pôles célestes sur la sphère céleste,
- retour de l'équinoxe de printemps 50" en avant la position de la Terre à l'équinoxe précédent (d'où le nom donné au phénomène)
- variation des coordonnées équatoriales des étoiles au cours des siècles.

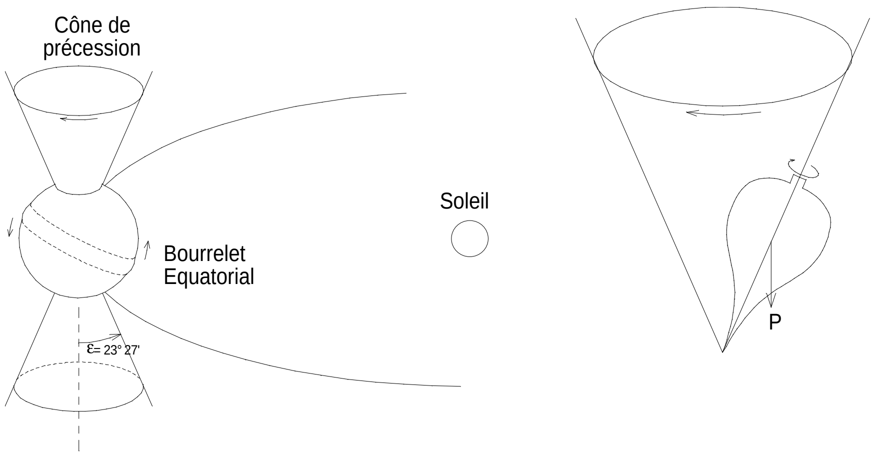


Figure 4

La précession des équinoxes fut découverte vers l'an 129 avant notre ère par Hipparque en comparant des mesures d'angles faites au cours d'éclipses de Lune.

En effet au moment d'une éclipse, le centre de la Terre occupe le point de l'écliptique diamétralement opposé au Soleil ; sa longitude écliptique est donc connue si, comme c'était le cas à l'époque d'Hipparque, on possède une table du mouvement du Soleil. En mesurant la distance angulaire entre le centre de l'ombre terrestre (repéré au moment de l'éclipse) et une étoile voisine de l'écliptique, on peut alors déterminer la longitude écliptique de celle-ci et trouver ainsi la position du point γ parmi les étoiles.

Vers l'an 129 avant notre ère, Hipparque trouva ainsi 174° pour la longitude écliptique de l'Epi de la Vierge tandis que, vers l'an 273 avant notre ère Timocharis avait trouvé 172° . Hipparque en conclut à un déplacement du point vernal de 2° en 144 ans, dans le sens rétrograde, par rapport aux étoiles.

Ce mouvement s'est poursuivi ; le noeud descendant de l'écliptique est passé à proximité de l'Epi au IIIème siècle de notre ère ; il en est maintenant distant de 23°.

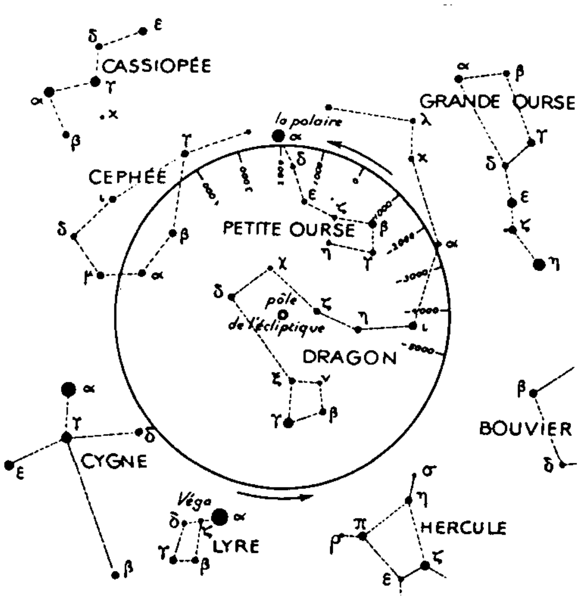


figure 5

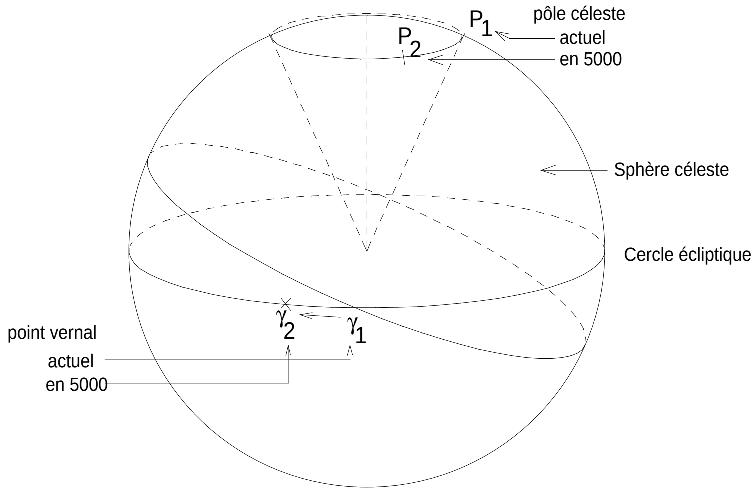


figure 6

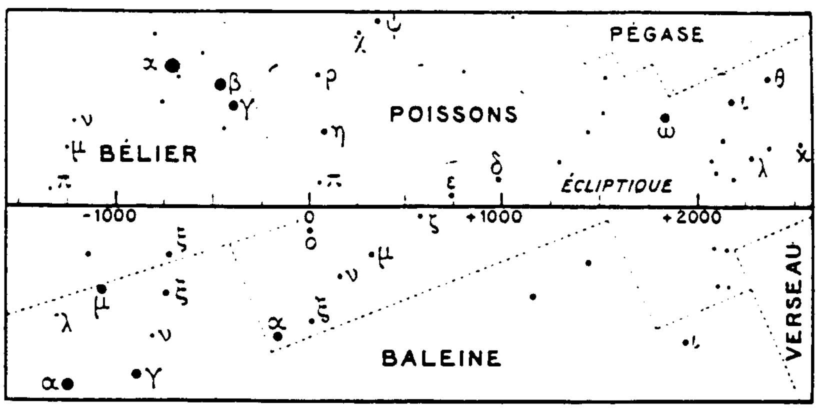
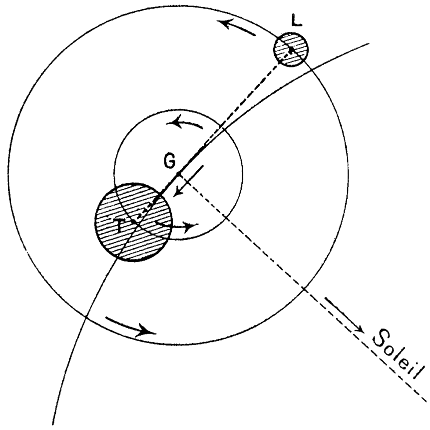


figure 7

8. Influence de la Lune.

Soit m la masse de la terre, m' celle de la Lune. Le centre des masses G du système (Terre-Lune) se trouve placé entre les centres T et L des deux astres, à une distance de la Terre égale à :

$$TG = D\, m' / (m + m')$$



C'est ce centre des masses, et non le centre de la Terre, qui décrit, par rapport au Soleil, une orbite képlérienne suivant la loi des aires. La Terre et la Lune se meuvent autour de G, en décrivant deux orbites dont le rapport d'homothétie est $- m / m'$. Au premier quartier la Terre est donc en avance sur le point G, dans son mouvement par rapport au Soleil ; l'inverse a lieu au dernier quartier. Son mouvement comporte donc une *inégalité* ayant pour période la révolution synodique de la Lune.

Ceci se traduit, pour nous, par une inégalité de la longitude du Soleil, accessible à l'observation et qu'on appelle *l'inégalité mensuelle.* Sa demi-amplitude, égale à l'angle sous-tendu, du centre du Soleil, par le segment TG, est de 6,43″ Mais on sait que le rayon R de la Terre est vu, du même point, sous un angle de 8,80″ (parallaxe du Soleil). On a donc :

$$TG = R .6{,}43'' / 8{,}80'' = 0{,}73\ R.$$

Le centre de gravité du système Terre-Lune est donc situé à l'intérieur du globe terrestre, aux trois quarts environ du rayon.

On déduit de là :

$$m' / (m + m') = TG / D = 0{,}73\ R / D$$

Or la distance moyenne de la Lune à la Terre vaut 60,3 fois le rayon équatorial terrestre, d’où D/R = 0,3 et

$$m' / (m + m') = 0{,}73 / 60{,}3 = 1 / 82{,}5$$

$$m' = m / 81{,}5.$$

La masse de la Lune vaut 1/81ème de celle de la Terre.