



## Première mesure de la distance de la Terre à la Lune par Claude Ptolémée (II<sup>ème</sup> siècle après J.-C. )

Ptolémée était un astronome et astrologue grec qui vécut à Alexandrie (Égypte). Il est également l'un des précurseurs de la géographie. Sa vie est mal connue.

Ptolémée fut l'auteur de plusieurs traités scientifiques, dont deux ont exercé par la suite une très grande influence sur les sciences occidentales et orientales. L'un est le traité d'astronomie, qui est aujourd'hui connu sous le nom d'Almageste ; l'autre est la Géographie, qui est une discussion approfondie sur les connaissances géographiques du monde gréco-romain.

L'œuvre de Ptolémée est un sommet et l'aboutissement à son époque d'une longue évolution de la science antique fondée sur l'observation des astres, les nombres, le calcul et la mesure. Avec l'œuvre d'Aristote, c'est essentiellement à travers elle, transmise à la fois par les Arabes et les Byzantins, que l'Occident redécouvrira la science grecque au Moyen Âge et à la Renaissance.

La méthode utilisée par Ptolémée pour mesurer la distance Terre-Lune utilise la notion de parallaxe.

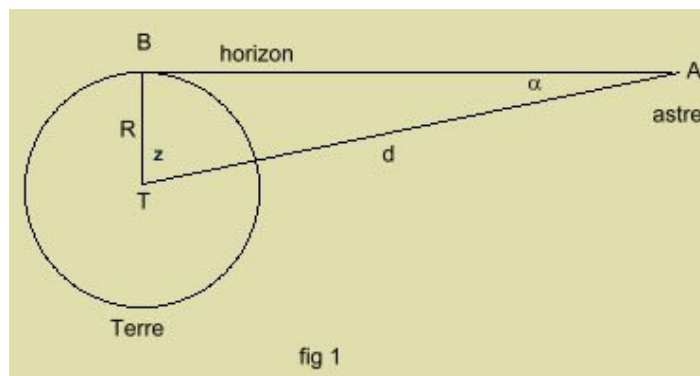
### La parallaxe horizontale

Soit un point B de la Terre et un astre A que l'on voit à l'horizon.

La hauteur zénithale est alors de  $z = 90^\circ$  ; si on était au centre de la Terre, la hauteur zénithale serait alors  $z < 90^\circ$ .

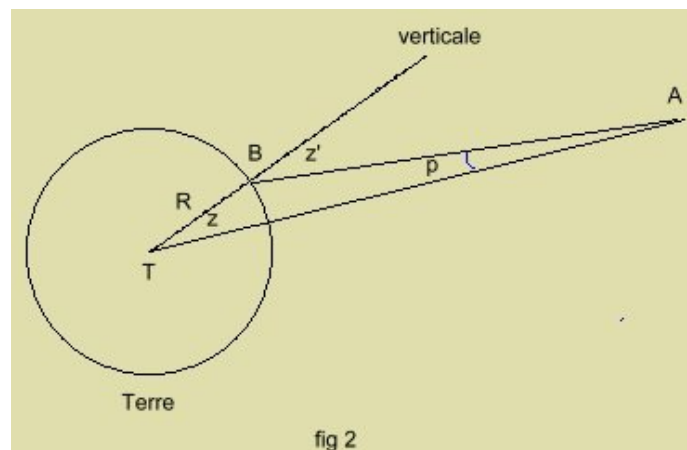
On appelle parallaxe horizontale l'angle  $\alpha = 90^\circ - z$  ; on voit que c'est aussi l'angle TAB (voir fig 1).

$$\tan \alpha = \frac{R}{d} \text{ mais comme } \alpha \ll 1^\circ \text{ on peut donc écrire } \alpha = \frac{R}{d}.$$



### La parallaxe de hauteur

Si l'astre n'est pas sur l'horizon, mais est vu avec une hauteur zénithale  $z'$ , on appelle parallaxe de hauteur l'angle  $p = z' - z$  (voir fig 2) ; c'est encore l'angle TAB.





La parallaxe est un angle que l'on ne peut pas mesurer directement, c'est un intermédiaire de calcul.

Dans le triangle TAB on a :  $\frac{\sin z}{d} = \frac{\sin p}{R} = \frac{p}{R}$  puisque  $p \ll 1^\circ$

d'où

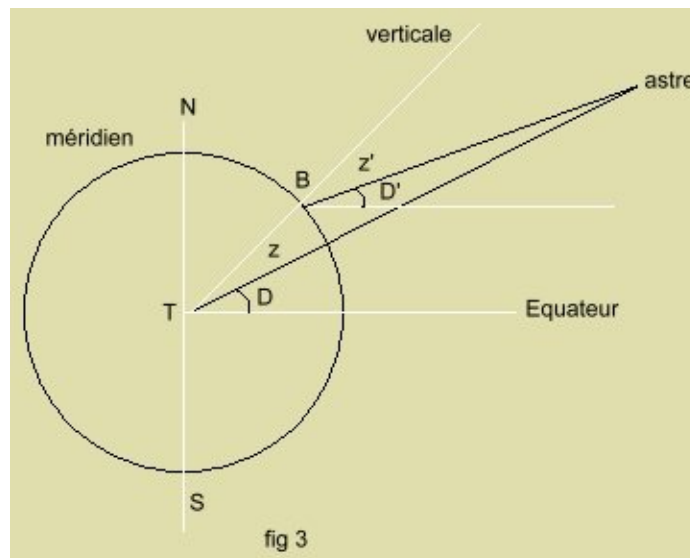
$$p = \frac{R}{d} \times \sin z = \alpha \cdot \sin z$$

Cette relation relie trois intermédiaires de calcul qui ne sont pas directement mesurables.

Déclinaison vraie et déclinaison apparente.

Pour les planètes, dont la parallaxe n'est pas nulle, il faut distinguer la déclinaison vraie D par rapport au centre de la Terre et la déclinaison apparente D' que l'on peut mesurer.

On voit que les deux déclinaisons sont égales si le planète passe au zénith (voir fig 3).



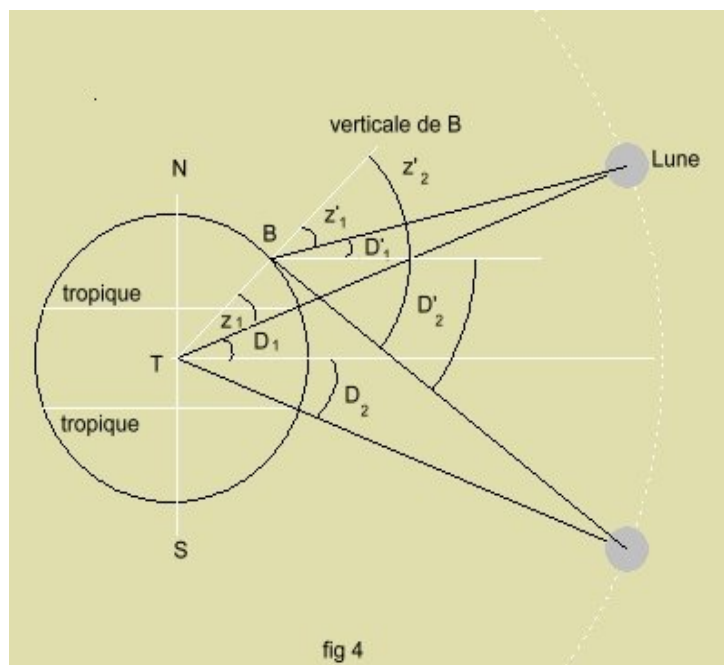
$$z' + D' = z + D = \text{latitude de B}; \text{ soit : } D' = D - (z' - z) = D - \alpha \sin z$$

Les mesures de Claude Ptolémée.

Ptolémée a appliqué les calculs ci-dessus à la mesure de la parallaxe de la Lune. Il faisait ses mesures à Alexandrie. Il a fait une première mesure de la hauteur zénithale  $z_1$  lorsque la Lune passait à la verticale du tropique du Cancer. Sa déclinaison vraie  $D_1$  était égale à l'obliquité de l'écliptique.

Il a fait une seconde mesure  $z_2$  lorsque 14 jours plus tard la Lune était à la verticale du tropique du Capricorne c'est à dire quand sa déclinaison était égale et opposée à la précédente (voir fig 4).

$$D_1 = -D_2 = D$$





$$D_1 + z_1 = D'_1 + z'_1 = D_2 + z_2 = D'_2 + z'_2 = \text{latitude de B}$$

On remarquera que  $D_2$  et  $D'_2$  sont deux déclinaisons négatives.

$$z'_1 - z'_2 = D'_2 - D'_1 = (D_2 - \alpha \sin z'_2) - (D_1 - \alpha \sin z'_1)$$

D'où finalement la parallaxe de la Lune :

$$\alpha = \frac{2D + z'_1 - z'_2}{\sin z'_1 - \sin z'_2}$$

Ptolémée connaissait l'obliquité de l'écliptique. La mesure de  $z'_1$  et de  $z'_2$  lui ont permis de déterminer  $\alpha$  et d'en déduire la distance  $d$  entre la Terre et la Lune.

### Les résultats

La parallaxe de la Lune dépend de sa distance à la Terre qui n'est pas constante.

Les mesures successives de Ptolémée l'ont conduit à conclure que la distance entre la Terre et la Lune variait entre 34 et 64 rayons terrestres.

On sait aujourd'hui que la distance varie entre 56 et 64 rayons terrestres.

L'ordre de grandeur y était.