

# Distance Soleil - Terre

La première estimation de la distance Soleil - Terre fut faite par ANAXIMANDRE vers 560 avant JC. Il estima que le Soleil se trouvait à 27 rayons terrestres. Ce qui le plaçait à 172 000 km.

La première tentative de mesure fut faite par ARISTARQUE vers 300 avant JC. Il avait conçu une méthode ingénieuse : le Soleil étant à une distance finie de la Terre, les deux positions de la Lune au premier quartier et au dernier quartier sur son orbite ne sont pas diamétralement opposées. La différence entre la durée de la demi - période des phases et la durée qui sépare la nouvelle Lune du premier quartier permet d'évaluer l'angle  $\beta$  si l'on suppose que le mouvement de la Lune est circulaire et uniforme.

Quand la Lune est à son premier quartier l'angle  $TLN = 90^\circ$ . La différence des intervalles PTL et LTN peut être exprimée en unités angulaires :

$$D \times 360^\circ / 29.53.$$

Si D est la différence entre l'intervalle de temps entre la nouvelle Lune et le premier quartier et l'intervalle de temps entre le premier quartier et la pleine Lune. Or :

$$PTL - LTN = (90^\circ + \beta) - (90^\circ - \beta) = 2\beta$$

La distance Terre - Soleil TS est égale à :

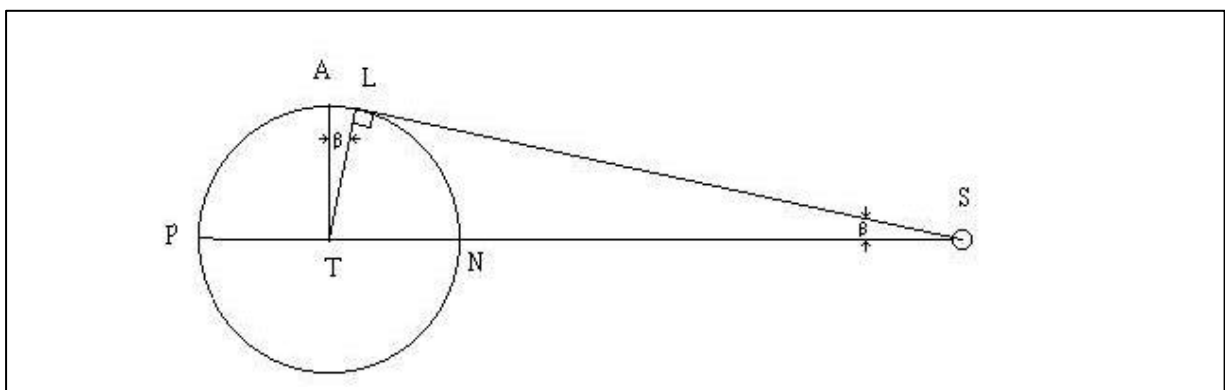
$$TS = LT / \sin \beta$$

L'expression de  $\beta$  permet de calculer le rapport :

$$K = TS / TL = 1 / \beta \quad \text{en remplaçant le sinus par l'angle exprimé en radians.}$$

ARISTARQUE trouva que la durée entre le premier quartier et la pleine Lune excède de 12 heures la durée entre la nouvelle Lune et le premier quartier. Il en déduisit que le Soleil se trouvait 18.8 fois plus loin de la Terre que la Lune soit à 1 054 rayons terrestres ou 6 720 000 km.

La Lune n'ayant pas un mouvement circulaire uniforme, cette méthode ne peut donner de résultats exacts.



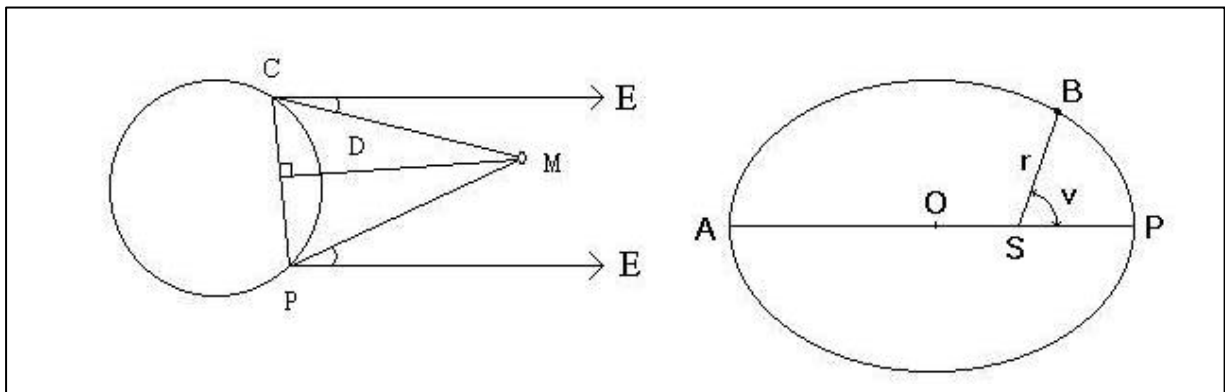
Après lui PTOLEMEE estima la distance Soleil - Terre à 1 210 rayons terrestres soit 7 710 000 km.

COPERNIC plaçait le Soleil à 1 179 rayons terrestres soit une distance de 7 520 000 km.

KEPLER estimait le Soleil à 3 438 rayons terrestres soit une distance de 21 930 000 km.

En 1650, l'astronome VENDELINUS, utilisant une lunette pour mieux apprécier l'instant de la dichotomie de la Lune, obtint pour la parallaxe du Soleil 15 " d'où une distance de 13 751 rayons terrestres ou 87 700 000 km.

En 1672, profitant de l'opposition périhélique, l'astronome CASSINI, directeur de l'observatoire de Paris, envoya l'astronome RICHER à Cayenne pour mesurer la parallaxe de Mars. RICHER à Cayenne mesura l'angle que faisait Mars avec une étoile, tandis que CASSINI faisait la même mesure à Paris. L'angle CMP est égal à la somme des 2 angles mesurés. Comme cet angle est petit, son sinus est égal à sa tangente et à l'angle exprimé en radians. D'où la distance D de Mars :



$$D = CP / \sin \angle CMP \quad e = \frac{OS}{OP} \quad OP = a \quad AS = a(1+e) \quad SP = a(1-e)$$

Lors des oppositions périhéliques, la Terre est près de son aphélie et Mars est à son périhélie.

Pour la Terre  $a = 1 \text{ UA}$   $e = 0.017$  Pour Mars  $a = 1.52 \text{ UA}$   $e = 0.093$

Donc, la distance Mars - Soleil était de 1.378 UA ( $a \cdot (1-e)$ ), la distance Terre - Soleil était de 1.017 UA ( $a \cdot (1+e)$ ). Donc la distance Terre - Mars était de 0.361 UA. D'où la distance moyenne du Soleil :

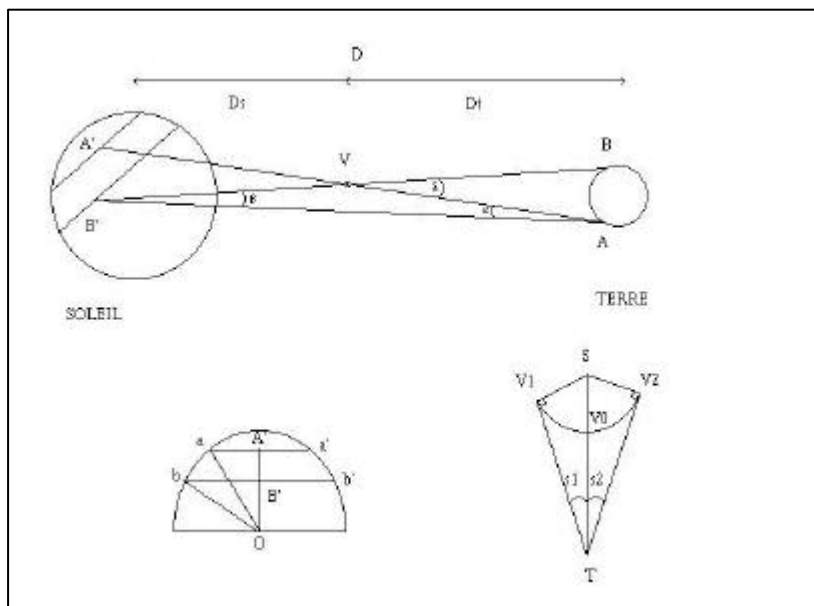
$$1 \text{ UA} = 0.361 / D$$

Il en déduit une parallaxe pour le Soleil de 9.24 ". Ce qui le plaçait à 22 323 rayons terrestres soit 142 379 000 km.

En 1672, l'astronome anglais HALLEY, envoyé à l'île de Ste Hélène, y observa le passage de Mercure devant le Soleil. Cela lui donna l'idée d'une méthode pour obtenir la parallaxe du Soleil en observant les transits de Vénus sur le Soleil. Ceux-ci se produisent régulièrement tous les 113.5 ans  $\pm$  8 ans.

- 5 juin 1761 )  
> 8 ans
- 3 juin 1769 )  
> 105.5 ans (113.5 - 8)
- 8 décembre 1874 )  
> 8 ans
- 6 décembre 1882 )  
> 121.5 ans (113.5 + 8)
- 7 juin 2004 )  
> 8 ans
- 5 juin 2012 )  
> 105.5 ans (113.5 - 8)
- 10 décembre 2117 )  
> 8 ans
- 8 décembre 2125 )

Soit  $D$  la distance Terre - Soleil,  $ds$  la distance Soleil-Vénus et  $dt$  la distance Terre - Vénus,  $b$  la distance des points d'observation A et B sur la Terre on a :



$$D = b / \beta$$

$$\beta = b / D = dt \cdot \delta / D$$

$$\alpha = A'B' / D = ds \cdot \delta / D$$

$$\beta / \alpha = dt / ds$$

$$D = \frac{b}{\alpha \times dt / ds}$$

$\alpha$  étant exprimé en radians

On mesure la durée du passage de la planète sur le Soleil et on en déduit la dimension apparente de la corde décrite, sachant que le diamètre angulaire du Soleil (32') est parcouru par Vénus en 8 heures.

$$\alpha = \sqrt{aO^2 - (aa' / 2)^2} - \sqrt{bO^2 - (bb' / 2)^2}$$

On mesure également en A les séparations angulaires maximales entre Vénus et le Soleil  $s_1$  et  $s_2$ .  
On calcule :

$$ds / D = 1/2 (\sin s_1 + \sin s_2) \quad \text{et on obtient}$$

$$dt / ds = (1 - ds / D) / (ds / D)$$

Cette méthode a l'avantage de substituer des mesures de durée à des mesures angulaires. Comme ces dernières sont moins précises, il fut décidé d'observer les passages pour obtenir une parallaxe meilleure du Soleil.

De nombreuses expéditions furent lancées en 1761. Une trêve fut signée entre la France et l'Angleterre pour laisser passer les navires transportant les expéditions scientifiques. Ces expéditions sont restées célèbres pour les aventures qu'elles suscitèrent. La plus connue est celle de l'astronome français LE GENTIL de la GALAISIERE qui avait décidé d'observer à Pondichéry. Parti en 1760, il arriva devant Pondichéry alors que les anglais avait occupé la ville. Il ne put débarquer et resta au large sans pouvoir faire d'observations. Pondichéry ayant été reprise aux anglais, il décida de rester pour observer le passage de 1769. Entre-temps, il étudia l'astronomie indienne et la flore. Il rapporta une fleur qu'il nomma en l'honneur de Mme Hortense LEPAUTE, "*Hortensia*". Malheureusement, le jour du transit de Vénus, le ciel fut couvert et il ne vit rien. Le bateau qu'il prit pour revenir en France fut repoussé par la tempête au Cap de Bonne Espérance et le déposa dans l'île de la Réunion. Il dut attendre qu'un bateau espagnol daigne le ramener en Europe. Il arriva finalement en France en 1771. Sans nouvelles, tout le monde le croyait mort. Sa femme s'était remariée. Ses biens avaient été dispersés entre ses héritiers qui refusèrent de les lui rendre. Il perdit le procès qu'il leur avait intenté.

L'astronome français CHAPPE D'AUTEROCHE alla en Sibérie pour observer le passage de 1761 puis, pour celui de 1769, il se rendit en Californie. Il y contracta la fièvre jaune et y mourut.

L'astronome anglais GREEN, participa à l'expédition du capitaine COOK pour observer le passage de 1769 et mourut durant le voyage de retour.

L'astronome hongrois HELL se rendit à l'invitation du roi de Norvège à Vardo pour observer le passage de 1769, mais revenu à Vienne, il refusa de donner ses observations à LALANDE qui les collectait.

Heureusement, toutes les expéditions ne furent pas malchanceuses. L'astronome français PINGRE alla dans l'île de Rodrigues pour observer le passage de 1761 et dans l'île de St Domingue pour le passage de 1769. L'astronome anglais MASKELINE observa depuis l'île de Ste Hélène. Les astronomes anglais MASON et DIXON observèrent le passage de 1761 à l'observatoire du Cap de Bonne Espérance. L'astronome finlandais PLANMAN observa les passages de 1761 et 1769 à Kajaani. L'astronome amateur PALIZTSCH qui fut le premier à retrouver la comète de HALLEY en 1758, observa avec deux télescopes, un en vision directe et l'autre par projection sur un écran. Il en déduisit que Vénus avait une atmosphère.

De ces observations, l'astronome ENCKE en déduisit une parallaxe du Soleil de 8.6 " soit une distance de 23 984 rayons terrestres ou 152 973 000 km. L'astronome LEXELL en déduisit une parallaxe de 8.68 " soit une distance de 23 763 rayons terrestres ou 151 563 000 km.

En 1857, en observant les perturbations du mouvement de la Lune, l'astronome danois HANSEN en déduisit que le Soleil se trouvait à 23 306 rayons terrestres ou 148 648 000 km. Ce qui donne une parallaxe de 8.85 ".

En 1860, l'astronome français LIAIS mesura la parallaxe de Mars et en déduisit une parallaxe de 8.76 " pour le Soleil soit une distance 23 546 rayons terrestres ou 150 180 000 km.

Utilisant la vitesse de la lumière et l'aberration de la lumière, le physicien CORNU en déduisit une parallaxe solaire de 8.86 " soit 23 280 rayons terrestres ou 148 500 000 km.

L'astronome français LEVERRIER, utilisant les influences planétaires et en observant les perturbations qu'elles induisent en déduisit une parallaxe solaire de 8.86 ".

Les passages de Vénus sur le Soleil de 1874 et 1882 donnèrent lieu à de nombreuses expéditions scientifiques. Les français avec JANSSEN et MOUCHEZ observèrent à Saï gon, Nouméa, Pékin, à l'île St Paul et à l'île Campbell. Les anglais envoyèrent des observateurs en Egypte, en Perse, au Japon, au Cap de Bonne Espérance, à l'île Maurice et en Chine où WATSON découvrit l'astéroï de 139 JUEWA. Les allemands observèrent à l'île de Kerguelen avec l'astronome tchèque WEINER et l'astronome anglais PERRY. Les russes observèrent tout le long de leur territoire jusqu'au détroit de Béring. L'Italie envoya une expédition au Bengale. Les astronomes belges avec HOUZEAU de LAHAIE allèrent au Texas et au Chili.

On déduisit de ces observations une parallaxe pour le Soleil de 8.85 " soit 23 306 rayons terrestres ou 148 648 000 km.

La découverte de l'astéroï de 433 EROS en 1898 par WITT à Berlin et CHARLOIS à Nice, qui s'approche de la Terre, plus près que Mars ou Vénus, permit une nouvelle campagne de mesures de parallaxe. En 1901, la mesure de sa parallaxe conduisit l'astronome anglais HINKS à estimer la parallaxe solaire à 8.806 " soit 23 423 rayons terrestres ou 149 395 000 km.

Lors du passage de l'astéroï de 433 EROS en 1931, l'astronome JONES en déduisit une parallaxe solaire de 8.790 " soit 23 466 rayons terrestres ou 149 669 000 km.

Depuis, à partir de 1960, les mesures de distance au radar, plus précises, et aussi les sondes spatiales ont permis de mieux connaître les distances dans notre système solaire. Ce qui a conduit en 1976 l'Union Astronomique Internationale à définir l'unité astronomique à 149 597 870 km soit une parallaxe solaire de 8.794 " ou 23 455 rayons terrestres.

---

*Texte rédigé par A.Masclat, Membre du GAPRA ( Groupement Astronomique de la Région d'Antibes ), auteur du « Dictionnaire des astronomes » ed. Buriller.*

*Sources : Principalement « Astronomie méthodes et Calculs » A.Acker et C.Jaschek ed. Masson*

---