



Aristarque  
-310 à -230

Aristarque est le premier à avoir développé un modèle héliocentrique. Cependant, il est né douze ans après la mort d'Aristote et la théorie du philosophe avait déjà été adoptée par les savants grecs qui ont rejeté les travaux d'Aristarque.

# Aristarque de Samos

Aristarque est né à Samos vers -310 et est décédé vers -230. Le seul ouvrage d'Aristarque qui a été conservé est un petit traité intitulé *Sur les dimensions et distances du Soleil et de la Lune*. Il y décrit comment il a cherché à déterminer ces distances et dimensions et les résultats qu'il a obtenus. Il fut le premier à proposer un système héliocentrique, c'est-à-dire un système centré sur le Soleil. Ce système fut rejeté car il n'était pas compatible avec la théorie d'Aristote. La première raison est l'absence de parallaxe visible. On croyait à l'époque que les étoiles étaient beaucoup plus proches qu'elles ne le sont en réalité et que les constellations apparaîtraient déformées si la Terre se déplaçait autour du Soleil. La deuxième raison est que l'élément « terre », le plus lourd des quatre (terre, eau, air et feu) devait être au centre de l'univers. Cela permettait d'expliquer la gravité. Les corps lourds (appelés *graves*, comme les notes) cherchaient à rejoindre leur place naturelle au centre de l'univers et cela expliquait la chute des corps.

## Distances célestes

La Terre, la Lune et le Soleil forment un triangle dans l'espace. Aristarque considère que lorsque la moitié du disque lunaire est éclairée, l'angle au sommet occupé par la Lune doit être de 90°. Il estime alors que l'angle en T mesure 87° (en notation moderne). L'angle en S est donc de 3°. Il évalue alors le rapport des côtés dans un triangle rectangle ayant de tels

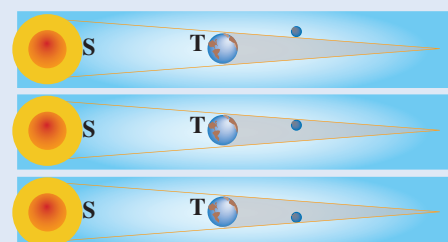
angles. Le côté opposé à l'angle de 3° est la distance Terre-Lune (TL) et l'hypoténuse est la distance Terre-Soleil (TS). Il obtient donc :

$$\frac{1}{20} < \frac{TL}{TS} < \frac{1}{18}$$

Il conclut que la distance Terre-Soleil est entre 18 et 20 fois la distance Terre-Lune. Pour la première fois dans l'histoire, une approche rationnelle donnait une estimation du rapport des distances Terre-Lune et Terre-Soleil. Cependant, ses instruments de mesure n'avaient pas la précision nécessaire pour bien évaluer l'angle LTS. En prenant la valeur de 89°52' pour l'angle en T, on trouve que la distance Terre-Soleil est environ 400 fois la distance Terre-Lune.

## Dimension de la Lune

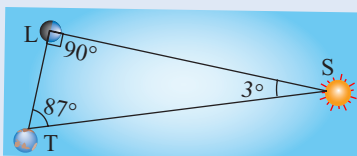
Durant une éclipse de Lune, Aristarque mesure le temps écoulé entre le moment où la Lune pénètre dans le cône d'ombre de la Terre et le moment où elle disparaît complètement. Il observe alors que le temps nécessaire pour que la Lune commence à réapparaître de l'autre côté du cône d'ombre est le même que celui qu'il lui a fallu pour disparaître complètement.



**Réfutation de la théorie**

La théorie d'Aristarque sur l'héliocentrisme n'a été acceptée ni par Hipparque, ni par Ptolémée. Pour la raison suivante :

*Si la Terre tournait autour du Soleil, on serait des deux côtés opposés du Soleil tous les 6 mois. Si la distance était aussi grande qu'Aristarque le prétend, on devrait percevoir du changement dans les positions relatives des étoiles.*

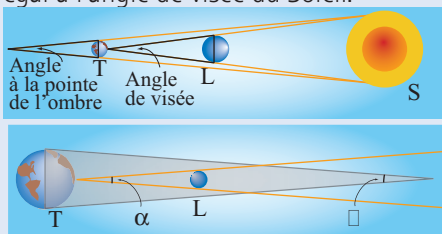


Il en conclut que la largeur de l'ombre de la Terre, à l'endroit où elle est traversée par la Lune lors d'une éclipse, est le double du diamètre de la Lune.

Il observe de plus que durant une éclipse de Soleil, la Lune et le Soleil ont le même angle de visée.

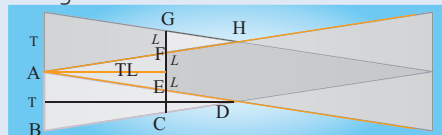


De plus, Aristarque considère que le Soleil est beaucoup plus gros que la Terre et fait l'hypothèse que l'angle à la pointe de l'ombre de la Terre doit être à peu près égal à l'angle de visée du Soleil.



Puisqu'au moment de l'éclipse de Soleil la grandeur angulaire de la Lune est la même que celle du Soleil. Aristarque faisait donc l'hypothèse que l'angle  $\beta$  à la pointe de l'ombre est égale à la grandeur angulaire  $\alpha$  de la Lune. Il y a alors un seul endroit où la Lune peut couvrir la moitié de la largeur de l'ombre.

Dans la figure précédente, le rayon de la Terre semble une quantité non négligeable car la figure n'est pas à l'échelle. En négligeant cette grandeur, on peut considérer que le sommet de l'angle  $\alpha$  est au centre de la Terre et obtenir une configuration comme suit.



Puisque les angles  $\alpha$  et  $\beta$  sont égaux, les triangles isocèles sont tous semblables. Le triangle AEF est semblable au triangle FGH et sa base est le double de celle de FGH. Sa hauteur est donc le double de celle de FGH. De plus, la hauteur de ABD est la somme des hauteurs de AEF et FGH, elle est donc 3 fois celle de FGH. Par conséquent, la base du triangle ABD est trois fois celle du triangle FGH, on a

donc  $T = 3L$ , où  $T$  et  $L$  sont respectivement le rayon de la Terre et le rayon de la Lune. Aristarque en conclut que la Lune est trois fois plus petite que la Terre.

Sans l'hypothèse à l'effet que l'angle  $\beta$  à la pointe de l'ombre est égale à la grandeur angulaire  $\alpha$  de la Lune, Aristarque ne serait pas parvenu à cette évaluation.

### Distance Terre-Lune

En considérant que la Lune décrit un grand cercle autour de la Terre, Aristarque en calcule la distance. Soit  $R$  le rayon de ce cercle et  $T$  le temps mis par la lune pour faire un tour, environ 28 jours, soit  $T = 672$  heures. Pendant ce temps la lune couvre une distance  $D = 2\pi R$ .

Une éclipse de lune se produit si la Lune, du côté opposé au Soleil, traverse l'ombre de la terre (c'est donc au moment d'une pleine Lune).

Si  $r$  est le rayon de la Terre, en considérant que les rayons du Soleil sont parallèles, la largeur de l'ombre est à peu près le diamètre de la Terre  $d = 2r$ . Dans les éclipses les plus longues qui se produisent quand la Lune passe par le centre de l'ombre de la Terre, le temps  $t$  nécessaire pour que le centre de la lune croise le centre de l'ombre est environ 3 heures.

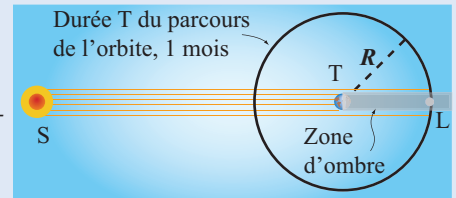
En supposant que la Lune se déplace autour de la terre à vitesse constante et en utilisant une écriture moderne, cela permet d'établir le rapport suivant :

$$\frac{D}{d} = \frac{2\pi R}{2r} = \frac{T}{t} = \frac{672}{3}$$

d'où l'on tire  $R \approx 70r$ .

En fait, Aristarque estime que  $R \approx 60r$ , c'est-à-dire que la distance Terre-Lune est d'environ environ 60 rayons terrestres.

Les mesures et calculs d'Aristarque sont imprécis, mais ce qui est remarquable, c'est la méthode, la démarche plus que le résultat. C'est le développement de la méthode qui fait la gloire du scientifique, le résultat peut toujours être amélioré avec le développement d'instruments de mesure plus précis. C'est dans l'élaboration de la démarche qu'il faut faire preuve d'imagination et de créativité.



**Circonférence et rayon**

Il est à noter que la relation entre la circonférence et le rayon d'un cercle,  $C = 2\pi R$  ainsi que la première approximation acceptable de la valeur de  $\pi$  sont dus à Archimède (~287-~212).