

Aristarque, la Terre, la Lune et le Soleil, - 280

Trirème grecque

Le bateau venait d'arriver de l'île voisine d'Icare, dernière escale depuis Athènes.

Aristarque (310-230) salua chaleureusement son maître, **Straton de Lampsaque** (338-269).

Il l'avait connu à Alexandrie, alors que Straton était le précepteur de Ptolémée II, futur roi d'Égypte. Puis, au Lycée, créé par Aristote à Athènes, ils avaient discuté longuement, en échangeant leurs idées avec un autre maître, Épicure (341-270), sur le sens de la vie et sur la mortalité inéluctable de l'âme.

En ce début d'été 280, il avait invité Straton à venir étudier avec lui la marche du Soleil et la longueur des jours, avant et après le solstice d'été. Son maître avait fait le voyage d'Athènes pour deux raisons.

Il voulait d'abord honorer la mémoire de deux grands hommes qui avaient rendu Samos célèbre : le fabuliste **Ésope** (620-564) qui y fut esclave avant d'être affranchi pour ses belles histoires et ses bons mots ; et le philosophe mathématicien **Pythagore** (580-495), qui y avait vécu une grande partie de sa vie.

Mais surtout, il aimait Aristarque, cet élève qui lui avait souvent beaucoup appris et dont l'intelligence semblait toujours en effervescence tant il débordait d'idées surprenantes...

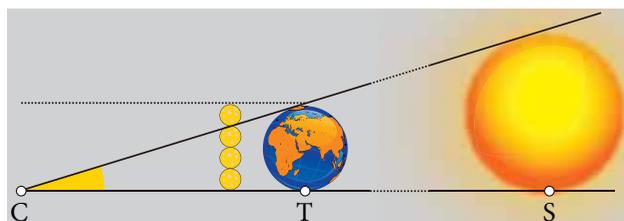
Aristarque voulait ainsi mesurer la Terre, la Lune, le Soleil et les distances qui séparaient les uns des autres.

En regardant la trajectoire de la Lune dans le ciel, il avait remarqué qu'elle se déplaçait de son diamètre apparent en 1 heure environ. Par ailleurs, il avait observé une éclipse de Lune, et constaté que la Lune restait entièrement dans l'ombre de la Terre pendant environ 2 heures. Comme il avait déjà compris que la Terre tournait autour du Soleil (à une très grande distance) et que la Lune tournait autour de la Terre, il fit le schéma suivant :



Et il en déduisit que le rayon de la Lune était le tiers de celui de la Terre !

En fait, ce n'était pas tout à fait exact, car le Soleil est très loin de la Terre et la Lune beaucoup moins loin, de sorte que la situation est plutôt celle dessinée ci-dessous.



La figure montre le Soleil, la Terre et la Lune, contenue trois fois dans le cône d'ombre projeté depuis le Soleil lors d'une éclipse de Lune.

Une tangente à la Terre, parallèle à CT, montre le cylindre de diamètre la Terre.

Les dimensions réelles ne sont évidemment pas respectées : le Soleil est beaucoup plus gros que la Terre ; il mesure 1 400 000 km de diamètre et la Terre 12 740 km, soit moins de 100 fois moins. Une figure à l'échelle montrerait un Soleil de 2 cm de diamètre et une Terre de moins d'un cinquième de millimètre !

De sorte que les distances TS et CS peuvent être considérées comme égales ; et le diamètre apparent du Soleil peut ainsi être évalué aussi bien de la Terre que du sommet du cône C. D'où l'égalité des diamètres apparents de la Lune et du Soleil.



Finalement, la Lune contiendrait, non pas 3, mais 4 fois dans le cylindre dont la base a le diamètre de la Terre.

Exactement, la Lune a un rayon de 1737 km et la Terre de 6370 km, soit 3,7 fois plus.

En plus, Aristarque avait eu une idée de génie en observant finement les phases de la Lune.

Voici cette idée : lorsqu'on voit la Lune exactement partagée en deux par l'ombre et la lumière, c'est que le triangle Terre-Lune-Soleil est rectangle. La Lune en est alors à la fin de son premier ou au début de son dernier « quartier ». Or le temps qui sépare ces deux événements (en rouge sur la figure), est supérieur à celui qui sépare le début de ce dernier de la fin du premier suivant (en bleu sur la figure).

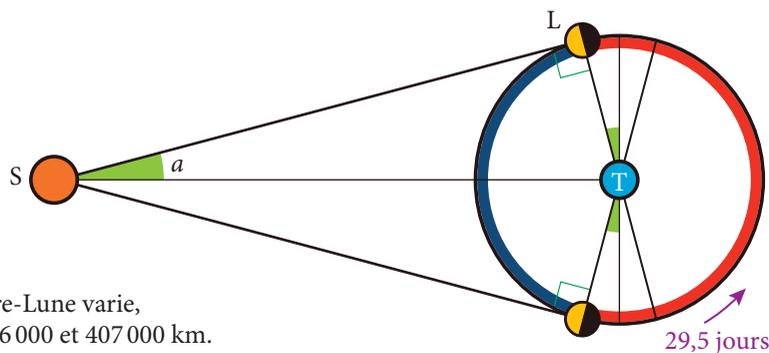
On sait, aujourd'hui, qu'une lunaison dure 29 jours et 12 heures et que, plus précisément, 14 jours 18 heures 35 minutes séparent le premier du dernier quartier alors que 14 jours 17 heures 25 minutes séparent le dernier du premier quartier. La différence (correspondant à quatre angles verts sur la figure) vaut 70 minutes, pour une lunaison de 42480 minutes.

On peut donc dire aujourd'hui que l'angle vert vaut, en degrés :

$$\frac{1}{4} \cdot 360 \times \frac{70}{42480} \approx 0,15.$$

On a donc $\frac{LT}{ST} = \frac{0,15}{57,3} = 0,0026$ ou $\frac{1}{382}$.

Ces observations, et ce calcul, montrent que le Soleil est environ 382 fois plus éloigné de la Terre que la Lune*.



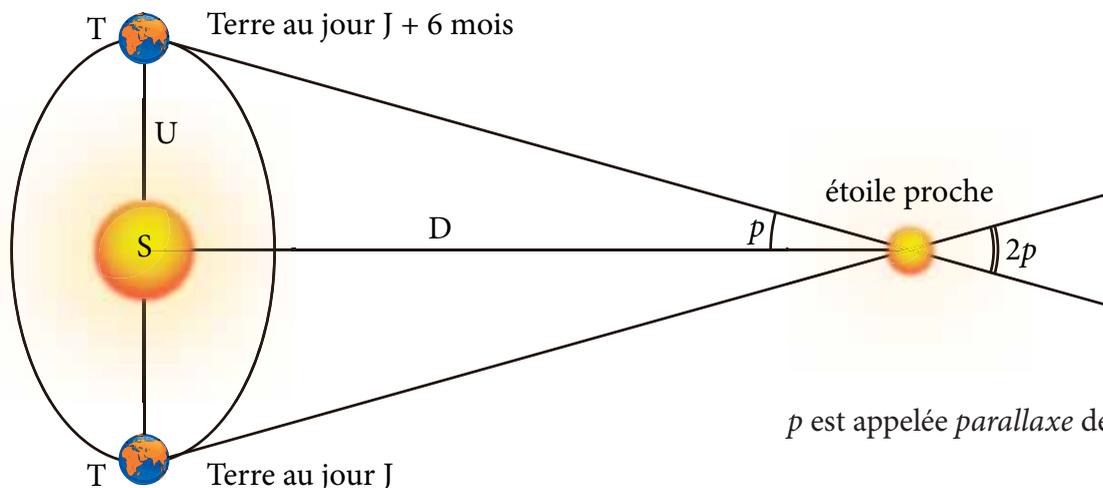
* Note : la distance Terre-Lune varie, selon les jours, entre 356 000 et 407 000 km.

Cependant il était très difficile, pour Aristarque, de connaître avec précision les instants où la Lune était éclairée exactement à moitié par le Soleil ; de même pour la mesure exacte du temps séparant les deux occurrences de cet événement. La connaissance trop approchée de ces mesures lui fit largement sous-estimer le quotient $\frac{ST}{LT}$ (qu'il estima plutôt à une vingtaine).

En fait, les premières valeurs satisfaisantes de la distance Terre-Soleil furent calculées après les « transits » de Vénus devant le Soleil en 1761 et 1769, par l'astronome français **Jérôme Lalande**. Aristarque connut plusieurs fois cette même mésaventure : il avait de bonnes idées mais les

imprécisions de ses instruments de mesure l'empêchaient d'aboutir à de bons résultats. Par exemple, pour évaluer la distance de la Terre aux étoiles, Aristarque avait déjà pensé à ceci : si la Terre tournait, à grande distance, autour du Soleil en un an, et si les étoiles étaient fixes, alors en visant une étoile à six mois d'intervalle, on devait pouvoir évaluer la distance, D , de la Terre (ou du Soleil) à cette étoile.

Pratiquement, U étant la distance du Soleil à la Terre (voir page 11), le rapport $\frac{2U}{D}$ mesure l'angle $2p$ entre les positions de cette étoile lorsque la Terre passe en deux points diamétralement opposés de son orbite autour du Soleil.



En fait, les étoiles étant très loin, cet angle est très petit, et cette mesure ne pouvait être réalisée qu'avec les instruments devenus suffisamment précis du XIX^e siècle.

C'est ainsi que, en 1837, l'astronome allemand **Friedrich Wilhelm Bessel**, visant l'étoile 61 de la constellation du Cygne, trouva environ $1/650\,000$ radian pour l'angle p . Il estima donc que cette étoile était située à 650 000 unités astronomiques, soit à une dizaine d'années-lumière du système solaire (voir tableau page 23). Et, aujourd'hui, cette distance est connue avec plus de précision : 11,4 années-lumière.

Cette mesure fut finalement la première preuve directe que la Terre n'était pas immobile au centre de l'Univers mais tournait autour du Soleil.