

Au clair de la Lune

La Lune est-elle plus grande que le Soleil, ou plus petite ? À quelle distance est-elle ? Et le Soleil ? Autant de questions dont les réponses sont aujourd'hui bien connues, mais qu'il a fallu des siècles pour trouver.

Par une belle nuit, il semble parfois qu'il suffit de tendre la main pour attraper la Lune, tant elle est nette et brillante. Car au-delà de quelques mètres, nous ne percevons pas les dimensions réelles des objets, nous ne voyons que des angles : pas moyen de distinguer entre un petit objet proche et un plus grand éloigné.



Une pièce d'un euro tenue à 2,60 m de notre œil paraît aussi grande que la Lune : elle a le même *diamètre apparent*. Bien sûr, nous avons quand même une petite idée : la Lune est plus loin que les branches, l'horizon, les nuages.

Mais est-elle à des dizaines, des centaines ou des millions de kilomètres ?

En tous cas, cette distance est pratiquement constante, puisque le diamètre apparent est pratiquement toujours le même. Autre indice, ce diamètre apparent est le même que celui du Soleil.

Le Soleil a rendez-vous avec la Lune

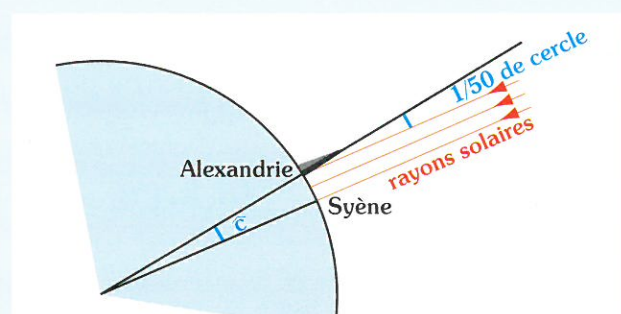
Curieusement, c'est grâce à ses éclipses que le Soleil va nous "éclairer" davantage : si la Lune peut le cacher, c'est d'abord qu'elle est plus proche que lui. Un peu vague, mais c'est déjà ça !

Plus précis : la zone d'ombre est petite, pas plus de 80 km de large. C'est, comme Hipparque l'avait

Mesurer la Terre ?

C'est Ératosthène, vers - 250, qui donna le premier une bonne estimation du rayon terrestre. Il était conservateur de la Bibliothèque d'Alexandrie, où était rassemblée une fantastique collection de manuscrits scientifiques, provenant de l'ensemble du monde connu.

Il savait que les puits de Syène (aujourd'hui Assouan), dans la Haute-Égypte, s'éclairaient jusqu'au fond à midi le jour du solstice d'été.



Au même moment, les obélisques d'Alexandrie sur le même méridien, portaient une ombre : les rayons du Soleil y faisaient avec la verticale un angle correspondant à un cinquantième de cercle.

Pour qui admet que la Terre est sphérique et que, le Soleil, très éloigné, y envoie des rayons pratiquement parallèles, cet angle est la différence de latitude entre les deux cités (\hat{c} sur la figure).

Or, la Bibliothèque tenait aussi le cadastre de l'Égypte, avec une grande précision, pour pouvoir délimiter les propriétés chaque année après la crue du Nil. Ératosthène évalua la distance entre les cités : 5000 stades, environ 785 kilomètres.

La sphère complète a donc un périmètre 50 fois plus grand, soit environ 39 000 km, et un rayon de 6 250 km. Une très bonne approximation, un peu favorisée par la chance si l'on considère les conditions de mesure de l'époque.

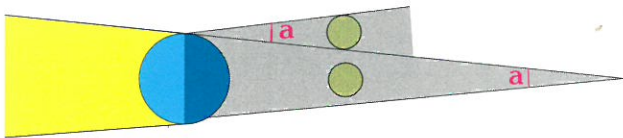
déjà déduit au II^e siècle avant notre ère, que la Terre est presque au bout du cône d'ombre de la Lune (voir figure en bas de page).

Plus petite que la Terre

Passons aux éclipses de Lune. La Lune met deux heures à traverser le cône d'ombre de la Terre, temps pendant lequel elle avance de deux fois et demie son diamètre.

C'est donc qu'elle est plus petite que la Terre, au moins dans cette même proportion. Ceci renforce l'idée d'un Soleil "très grand" et "très loin", et d'une Lune nettement plus petite, et relativement proche.

Dans ce cas, on comprend que les angles a et a' de la figure en bas de page sont pratiquement égaux. Et reportant l'angle a' au-dessus du cône d'ombre, on obtient la figure suivante :



La zone grisée est alors limitée par deux parallèles (angles alternes-internes égaux), et on en déduit : $D_T = D_C + D_L$, où D_T est le diamètre de la Terre, D_C celui du cône d'ombre traversé par la Lune, et D_L le diamètre de la Lune. Il est facile, lors d'une éclipse, de mesurer le rapport D_C/D_L . On trouve, comme on l'a dit plus haut, $D_C = 2,5 D_L$, on en déduit $D_T = 3,5 D_L$, et, par suite, connaissant le diamètre de la Terre $D_T = 12\,750$ km, on obtient finalement le diamètre de la Lune, $D_L \approx 3\,642$ km.



La distance Terre-Lune s'en déduit par une simple proportionnalité à partir de notre première constatation sur la pièce de 1 euro (diamètre 23 mm) :

$$TL = 3\,642 \times \frac{2\,600}{23} \approx 411\,704 \text{ km.}$$

La précision n'est pas excellente. Un objet plus grand que la pièce, placé plus loin, donnerait une meilleure approximation. Hipparque obtint 30 diamètres terrestres, soit 382 500 km, ce qui est très proche du résultat connu aujourd'hui : entre 356 000 km et 407 000 km. Car la Lune ne décrit pas un cercle, mais une ellipse, et la variation de la distance atteint quand même 7%.

La mesure fut perfectionnée au XVIII^e siècle par Lalande et Lacaille, utilisant des instruments optiques et une méthode basée sur deux observations distantes, avec une précision de quelques km.

Ensuite, il fallut attendre les missions soviétiques et américaines qui déposèrent des réflecteurs sur la Lune : l'aller retour d'un faisceau laser permet aujourd'hui une mesure à 15 mètres près !

Francis Dupuis

