

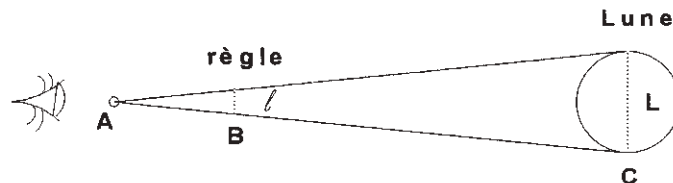
Un peu d'astronomie dans nos classes

Jean-Noël Sarraïl^(*), Bruno Alaplantive
& Pascale Pombourcq

Cet article a pour support un atelier proposé par la cité de l'espace aux collégiens. Il peut donner lieu à la mise en place d'itinéraires de découverte soit avec le professeur d'histoire, soit avec le professeur de physique ou de technologie, plutôt en classe de quatrième. Il serait intéressant de les remettre dans la situation de l'époque et d'essayer de leur faire retrouver les démarches adoptées par les premiers astronomes grecs.

Les premières traces écrites remontent à trois ou quatre mille ans avant J.-C., mais ce sont les Grecs qui, les premiers, ont commencé à se poser des questions, ce sont eux qui ont créé la démarche scientifique. C'est par la volonté d'expliquer la nature et ses phénomènes, sans faire référence à une volonté divine, de distinguer le naturel du surnaturel, par la mise en compétition des théories dans le souci de trouver la meilleure explication, qu'est née la pensée géométrique et rationnelle.

Thalès, sixième siècle avant J.-C., est le premier astronome scientifique. Il a essayé d'estimer la distance Terre-Lune.

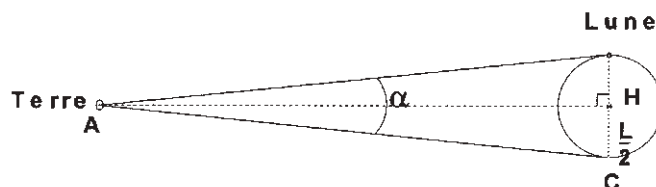


L'expérience de mesure est faite dans la salle. Une image de la Lune, qui correspond à la façon dont on la voit depuis la Terre, est projetée sur le mur. Une règle est tendue à bout de bras par un élève qui se place au fond de la salle. Il lit le diamètre de l'image projetée :

$$\frac{AB}{l} = \frac{AC}{L} = \frac{54}{0,5} = 108 \text{ donc } AC \approx 108 L.$$

On peut mettre à peu près 108 Lunes entre la Terre et la Lune.

Il est possible, par la même occasion, de calculer l'angle du diamètre lunaire :



(*) Cité de l'Espace de Toulouse.

$$\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{0,25}{54} \text{ donc } \frac{\alpha}{2} \approx 0,26^\circ, \text{ soit } \alpha \approx 0,5^\circ.$$

Bras tendu pour couvrir la Lune, l'ongle du petit doigt suffit.

Avant Thalès, pour les gens de cette époque, la Terre était plate, mais à partir de Thalès et surtout au temps de l'école pythagoricienne, ils commencent à se poser des questions. Plusieurs indices les poussent à s'interroger :

- l'apparition d'un navire dont on ne voit d'abord que le haut du mât, puis la voile et enfin la coque ;
- en bateau, on aperçoit les montagnes avant le port ;
- tous les jours, la Lune change de forme ;
- quand ils voyageaient vers le sud, de plus en plus d'étoiles nouvelles apparaissaient.

La lunaison est d'environ 29,5 jours. Les quartiers lunaires conduisent à penser que la Lune est sphérique et si la Lune est une sphère, pourquoi pas la Terre ?

Ce sont les éclipses de Lune qui vont permettre de consolider cette hypothèse. L'ombre Terrestre projetée sur la Lune est circulaire.

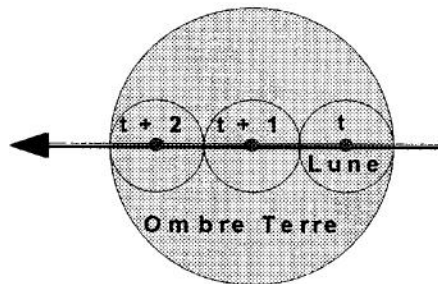
À l'époque de Pythagore, on avait acquis la quasi certitude que la Terre était ronde.

Au troisième siècle avant J.-C., Aristarque de Samos qui fut, sans postérité immédiate, le premier à contester le géocentrisme se pose la question de savoir qui est le plus près de la Terre, la Lune ou le Soleil ? L'éclipse de Soleil apporte la réponse : la Lune passe entre la Terre et le Soleil. Aristarque va calculer le rapport de proportion entre la Terre et la Lune. Pour cela, il mesure la durée d'une éclipse. La durée la plus longue est à peu près de deux heures, mais il lui manque la vitesse de déplacement de la Lune.

En trente jours, elle a fait un tour complet autour de la Terre soit 360° , mais un diamètre lunaire est de $0,5^\circ$. On obtient donc :

$$\begin{aligned} 360^\circ &\rightarrow 720 \text{ h} \\ 0,5^\circ &\rightarrow 1 \text{ h} \end{aligned}$$

En deux heures, la Lune bouge de deux diamètres, elle rentre donc trois fois dans l'ombre de la Terre.

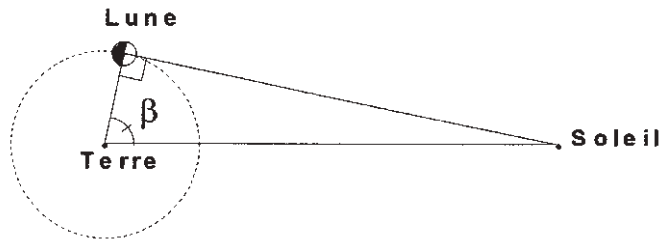


C'est donc qu'elle est trois fois plus petite que la Terre. En fait, c'est presque 3,7.

Aristarque va ensuite s'attaquer à la distance Terre-Soleil. Plusieurs points vont le mettre sur la voie :

- le diamètre apparent du Soleil est le même que celui de la Lune ;
- on peut donc mettre 108 Soleils entre la Terre et le Soleil ;
- lors d'une éclipse de Soleil, la Lune passe devant le Soleil, donc le Soleil est plus gros mais plus éloigné que la Lune.

Mais il lui manque un triangle rectangle. Il a une idée : lors d'un quartier de Lune, le triangle Terre, Lune, Soleil est rectangle en la Lune.



Il peut mesurer l'angle β . Sa mesure n'est matériellement pas très facile et du coup peu précise. Il trouve 87° , c'est en fait $89,5^\circ$. Il obtient ainsi TS en fonction de TL :

$$\cos 87 = \frac{TL}{TS}$$

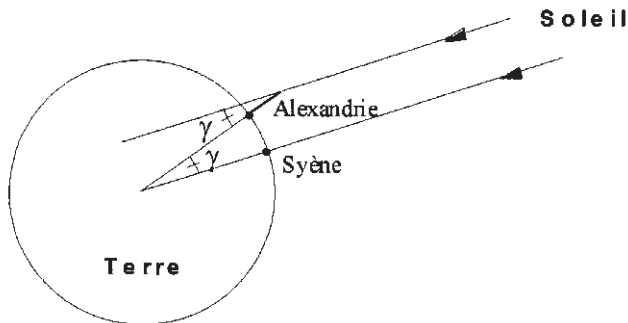
soit

$$TS = 19 TL.$$

C'est donc que le Soleil est 19 fois plus gros que la Lune, à diamètre apparent égal. Et puisque la Lune est trois fois plus petite que la Terre, c'est donc que le Soleil est à peu près 6 fois plus gros que la Terre. Il propose donc que la « petite » Terre tourne autour du « gros » Soleil. Le système devient héliocentrique, mais cette hypothèse sera rejetée.

L'erreur de mesure commise sur β entraîne une erreur considérable sur le rapport précédent puisque $TS = 400 TL$. Mais la démarche est intéressante. Copernic reprendra les idées d'Aristarque en 1543.

Ératosthène, peu après Aristarque, est le premier à introduire des parallèles et des méridiens sur ses cartes géographiques. Il est le directeur de la bibliothèque d'Alexandrie. C'est à lui que nous devons le premier calcul de la circonférence de la Terre. Ici encore, le Soleil, l'ingéniosité et la simplicité tiennent une grande place. Il entend dire qu'à Syène, actuellement Assouan, au solstice d'été, le Soleil éclaire le fond des puits et se trouve donc au zénith, c'est-à-dire à la verticale du lieu, le tropique du Cancer. Au même moment à Alexandrie, 800 km plus au nord, un piquet vertical de 1 m laisse apparaître une ombre au sol de 0,126 m. Soit les rayons du Soleil ne sont pas parallèles, soit la Terre est ronde.



$$\tan \gamma = \frac{0,126}{1}$$

donc

$$\gamma = 7,2^\circ.$$

$7,2^\circ \rightarrow 800$ km donne comme circonférence de la Terre $\frac{360}{7.2} \times 800 = 40\,000$ km .

Ces calculs permettent d'en déduire le diamètre de la Terre soit 12 732 km et le diamètre de la Lune soit 3 183 km. La distance Terre-Lune serait donc de

$$3\,183 \times 108 = 343\,764 \text{ km.}$$

La distance Terre-Lune est en fait de 380 000 km.

La trigonométrie n'existait pas au temps des Grecs, mais ils calculaient en portions de tours. Les Grecs n'ont pas pu mesurer les distances entre les planètes. Mais ensuite la Terre redeviendra plate jusqu'à la Renaissance, date à laquelle on redécouvre les connaissances grecques transmises par les arabes.

L'atelier se termine par la construction d'une maquette du système solaire. Le but cette fois-ci est de trouver une échelle qui permette de « voir » toutes les planètes du système solaire et de se rendre compte matériellement des distances qui les séparent. Si la Terre est, par exemple, représentée par une sphère de diamètre 30 cm comme c'est souvent le cas, la Lune sera une sphère de diamètre 8 cm, mais Pluton se retrouvera à plusieurs kilomètres.

Le Soleil est une balle de tennis, elle a 7 cm de diamètre, la Terre est un plomb de pêche de 0,6 mm, à 8 m du Soleil. Mars est à 4 m de la Terre, Jupiter est à 28 m de Mars. Saturne est à 32 de plus, Uranus 70 de plus, Neptune 80, et Pluton 60. La distance entre le Soleil et Pluton est ainsi de 300 m. La maquette est réalisable dans l'enceinte du collège. Ensuite, on essaie de placer l'étoile la plus proche, c'est-à-dire un autre Soleil ou une autre balle de tennis. Il s'agit de Proxima du Centaure, elle est à 2 000 km sur la maquette !!!