



Aristarque de Samos (310 – 230 av. J.-C.)

En 332 av. J.-C., Alexandre le Grand envahit l'Égypte. Pour assurer ses arrières, il fonde une ville portuaire à l'Ouest du delta du Nil, Alexandrie, qui devient rapidement un grand centre d'échanges économiques et culturels. On attribue à Ptolémée Ier, son général-pharaon qui régna de 304 à 285 av. J.-C., la fondation de la grande bibliothèque, qui va bientôt regrouper tout le savoir de l'époque. De grands esprits y vivent ou viennent y étudier, comme Euclide ou Archimède.

Aristarque est l'un des plus illustres représentants de l'école d'Alexandrie. Mathématicien et philosophe, il développe la trigonométrie et fait plusieurs propositions visionnaires en astronomie. Pour les savants grecs, à la différence des autres peuples de l'époque, le ciel et la nature n'ont rien de surnaturel. On peut donc essayer de comprendre le monde qui nous entoure et proposer des explications aux phénomènes observés. Depuis longtemps déjà, en admirant une éclipse de Lune, et en voyant apparaître une ombre circulaire sur cette face immaculée, Aristote (384 – 322 av. J.-C.) avait compris que la Terre était sphérique. A sa suite, Aristarque décrit un espace infini où les étoiles sont fixes. Il affirme que la Terre tourne, non seulement sur elle-même, mais aussi autour du Soleil, qui devient le centre de son Univers.

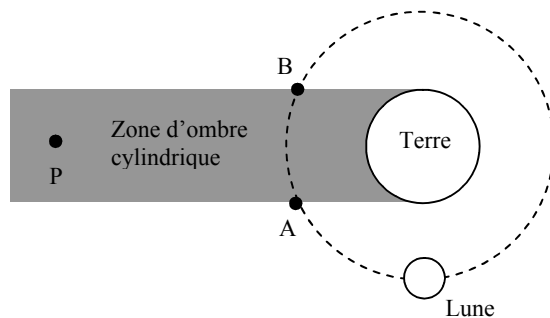
La mesure du diamètre de la Lune

Aristarque sait que la Lune est lumineuse non parce qu'elle émet de la lumière, mais parce que sa surface éclairée réfléchit la lumière du Soleil. L'éclipse de Lune se produit quand elle passe dans l'ombre de la Terre : c'est donc l'ombre de la Terre que l'on voit se déplacer sur la Lune !

La distance Terre-Soleil est beaucoup plus grande que la distance Terre-Lune. De ce fait, le cône d'ombre créé par la Terre lors d'une éclipse de Lune peut être considéré cylindrique.



Le Soleil est très loin à droite...



Entre l'instant où la Lune commence à pénétrer dans la zone d'ombre (point A) et l'instant où elle est entièrement sombre, il s'écoule une durée Δt : Aristarque mesure $\Delta t = 1$ heure. La Lune reste alors dans l'obscurité totale pendant une durée $\Delta T = 2$ heures. Entre l'instant où elle commence à sortir de la zone d'ombre (point B) et l'instant où elle est entièrement éclairée, il s'écoule une durée $\Delta t' = \Delta t$. La distance Terre-Lune étant beaucoup plus grande que le diamètre terrestre, la trajectoire du centre de la Lune dans la zone d'ombre est considérée comme rectiligne.

1. Quand est-il possible d'observer une éclipse de Lune : le jour ? la nuit ?
2. Tracez un cercle de rayon égal à 6 unités (1 unité = 1 cm) : il représente la zone sombre observée depuis un point P, en regardant vers la Terre et le Soleil. Reportez-y les points A et B. Dessinez la Lune quand elle s'approche de la zone d'ombre au point A. Dessinez-la ensuite au bout d'une durée Δt , d'une durée $\Delta t + \Delta T$ et d'une durée $\Delta t + \Delta T + \Delta t'$.



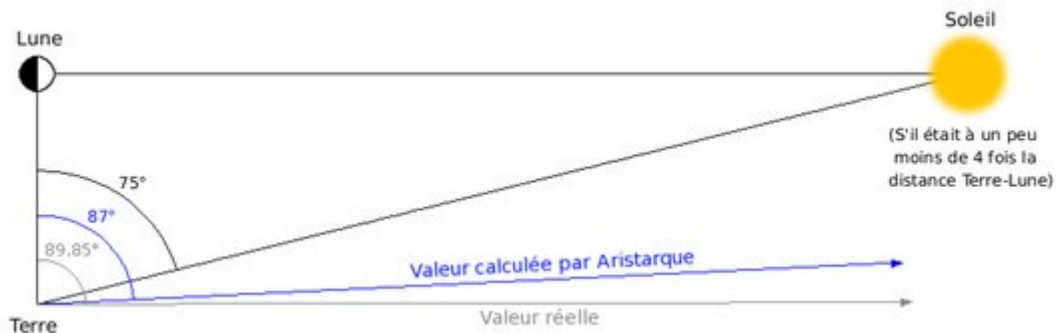
3. A partir des données du texte, calculez la durée nécessaire pour que la Lune parcoure une distance égale à son diamètre.
4. Quel doit être alors le diamètre de la Lune (en unités), pour que les distances représentées sur votre schéma soient compatibles avec les durées mesurées par Aristarque ?
5. Calculez le diamètre de la Lune en considérant que le diamètre de la Terre est égal à 12 800 km.
6. En fait, le diamètre de la Lune est de 3 476 km. Quelle hypothèse d'Aristarque peut expliquer l'écart entre les deux valeurs ?

Dans l'Antiquité, la mesure des diamètres apparents s'effectuait avec des instruments de visée rudimentaires. Aristarque avait estimé le diamètre apparent de la Lune à près de 2° , mesure qui se révéla fort imprécise. Les savants grecs tels qu'Hipparque de Nicée avaient cependant obtenu une valeur assez précise du diamètre apparent de la Lune : $0,5^\circ$. Au Moyen-Âge, les astronomes arabes ont mis au point des appareils plus précis comme l'astrolabe-quadrant. Un fil à plomb servait à indiquer la verticale de référence, alors qu'un bras mobile permettait de viser précisément l'astre.

1. Connaissant la valeur correcte du diamètre apparent de la Lune et son diamètre, calculez l'ordre de grandeur de la distance Terre-Lune.
2. Considérez la boule centrée sur la Terre et contenant notre planète et la Lune ; calculez le pourcentage (en volume) occupé par les deux objets célestes : l'espace extraterrestre est-il majoritairement constitué de matière ?

On doit aussi à Aristarque une tentative brillante de mesure de la distance Terre-Soleil, d'où l'on peut déduire le rayon du Soleil. Même si les résultats qu'il obtient sont manifestement faux car ses mesures sont imprécises, la méthode qu'il utilise est juste.

Pour la distance Terre-Soleil (T-S), il observe la lune lors d'un de ses quartiers exacts. L'angle Terre-Lune-Soleil est alors droit. Terre, Lune et Soleil dessinent un triangle rectangle TLS, rectangle en L. Il lui suffit de mesurer l'angle Soleil, Terre, Lune. Il en déduit alors un encadrement du rapport des distances Lune-Soleil et Terre-Soleil. Il trouve pour l'angle Soleil, Terre, Lune un angle presque droit ($90^\circ - 3^\circ$). Il démontre alors que la distance Terre-Soleil est environ 19 fois plus grande que la distance Terre-Lune. Malheureusement, sa mesure est gravement fautive. Seul des instruments précis qui n'apparaîtront que plus de mille ans plus tard permettront d'évaluer cet angle à $90^\circ - 0,15^\circ$. Ce qui place le Soleil 20 fois plus loin.



Le Soleil ayant approximativement le même diamètre apparent que la Lune, cela signifie que son diamètre réel est 19 fois plus grand (en réalité 400 fois plus grand).

C'est à l'éclairage de ce résultat qu'Aristarque commence à douter de la théorie du géocentrisme : il lui semble plus logique que les planètes plus petites tournent autour des planètes plus grandes. Il place donc le Soleil au centre de l'univers et décrit le mouvement de la Terre comme une rotation sur elle-même combinée avec un mouvement circulaire autour du soleil.

Cependant, si la terre se déplace, elle devrait voir les étoiles fixes suivant un angle différent selon la période de l'année. Aristarque émet l'hypothèse que cette différence d'angle (parallaxe) existe bien mais n'est pas décelable car les étoiles fixes sont situées très loin de la Terre. Son hypothèse est exacte. Cette parallaxe est maintenant mesurable.



La pertinence du modèle d'Aristarque paraît aujourd'hui étonnante. Même si l'hypothèse de l'ombre cylindrique de la Terre s'avère inexacte, l'ingéniosité de ses mesures ne peut que nous laisser admiratifs. Les valeurs obtenues pour la Lune sont conformes aux résultats admis aujourd'hui.

A la théorie héliocentrique (système qui place le Soleil au centre de l'Univers) qu'imagina Aristarque, on préférera pendant dix-huit siècles la théorie des épicycles, qui plaça la Terre au centre de l'Univers (géocentrisme). Les géniales intuitions d'Aristarque seront reprises par Copernic, puis défendues par Galilée et considérées comme hérétiques. Il faudra attendre Newton et sa théorie de la gravitation universelle pour qu'elles s'imposent enfin à tous.

