
B.U.P. PRATIQUE – B.U.P. PRATIQUE – B.U.P. PRATIQUE – B.U.P. PRATIQU

Quelques belles mesures d'astronomie réalisées par les Grecs dans l'antiquité

par J. GIRARD et J. SCRIBE
Lycée Henri Moissan - 77100 Meaux

Un T.P. pour faire rêver les premières S en option.

1. MESURE DU RAYON DE LA TERRE

1.1. Questions préliminaires

Définir les termes : zénith, méridien, midi local, solstice d'été, solstice d'hiver.

1.2. Observations faites par Eratosthène de Sylène

(responsable de la bibliothèque d'Alexandrie) *en* – 350

Eratosthène observe que les puits creusés à Syène (actuellement Assouan), le jour du solstice d'été à midi, sont éclairés jusqu'au fond, c'est-à-dire qu'il n'y a aucune ombre. Le soleil est donc

Le même jour, à midi, à Alexandrie, le Soleil n'est pas au zénith, il y a donc de l'ombre. Eratosthène constate que la longueur de l'ombre faite par un gnomon (tige verticale qui servait de cadran solaire), est le 1/8 de la hauteur du gnomon.

Eratosthène connaissait, approximativement, la distance Syène - Alexandrie, grâce aux relevés cadastraux de la vallée du Nil utilisées chaque année pour la redistribution des terres après les crues : $d \sim 5000$ stades (1 stade = 157 m).

Comme lui, nous allons en déduire le rayons de la Terre, par une méthode admirable de simplicité !

 B.U.P. PRATIQUE – B.U.P. PRATIQUE – B.U.P. PRATIQUE – B.U.P. PRATIQU

1.3. Questions

a - Utiliser le schéma ci-dessous :

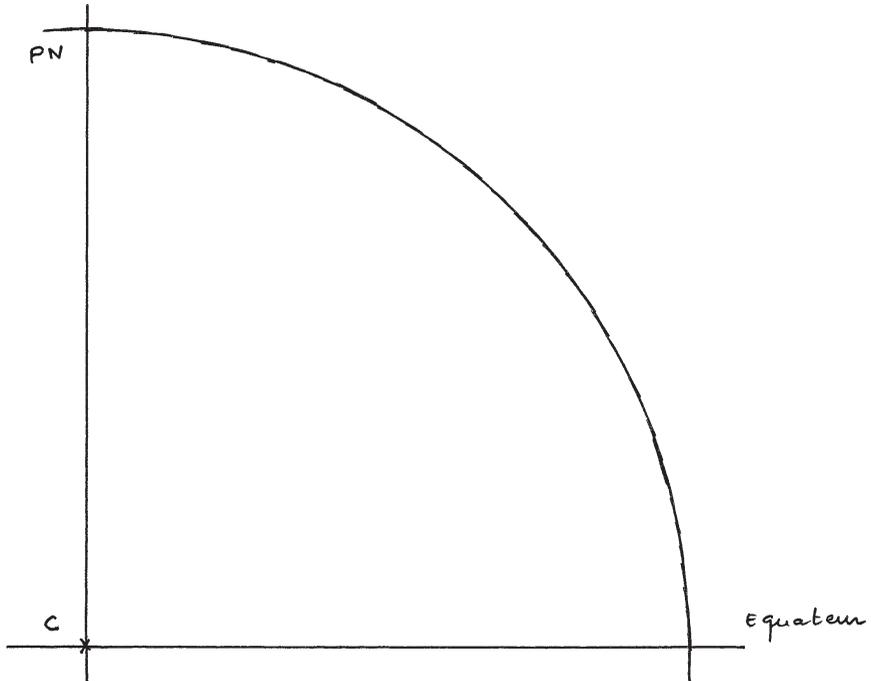


Figure 1 : 1/4 de Terre dans le plan méridien.

- Placer les villes Syène (S) et Alexandrie (A), connaissant les latitudes suivantes : Syène 24° N ; Alexandrie 31° N ; on peut considérer que ces deux villes sont sur le même méridien.
- Placer à Alexandrie un gnomon de longueur $AB = 4$ cm (échelle non respectée par rapport à la Terre) !
- Tracer la direction des rayons du Soleil à Syène, le jour du solstice d'été à midi.
- Tracer la direction des rayons du Soleil à Alexandrie, au même moment, en considérant que le Soleil est à l'infini par rapport à la Terre.

B.U.P. PRATIQUE – B.U.P. PRATIQUE – B.U.P. PRATIQUE – B.U.P. PRATIQU

– Mesurer la longueur de l'ombre du gnomon et vérifier l'observation d'Ératosthène (voir § 1.2.).

b - Calculs

Connaissant la distance AS et en faisant des rapports, en déduire le rayon de la Terre R_T en stades et en kilomètres.

Quelle est la valeur de R_T donnée actuellement ? Apprécier la mesure d'Ératosthène !

2. MESURE DE LA DISTANCE TERRE-LUNE

2.1. Question préliminaire

Définir le terme : diamètre apparent d'un objet lointain.

2.2. Observations faites par Aristarque de Samos en – 300

Aristarque observe que la plus longue durée d'une éclipse de Lune est d'environ deux heures. Aristarque savait que la Lune avance, chaque heure, dans le ciel, d'une distance équivalente à son diamètre apparent.

Comme lui, ou presque, nous allons en déduire le diamètre de la Lune, puis la distance Terre-Lune.

2.3. Questions

– A partir de la durée d'une éclipse de Lune et en utilisant la figure 2, exprimer le diamètre de la Lune D_L , en fonction du diamètre D_T de la Terre. En déduire la valeur de D_L en kilomètres.

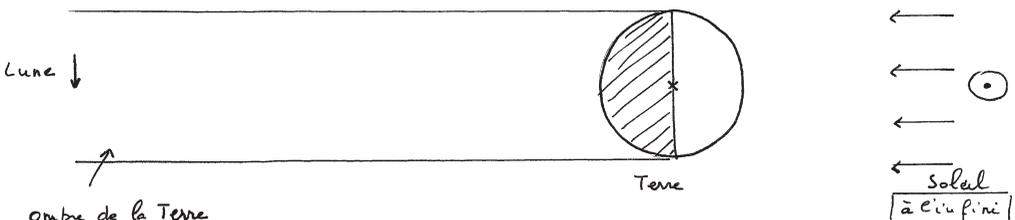


Figure 2 : Éclipse centrale de Lune.

 B.U.P. PRATIQUE – B.U.P. PRATIQUE – B.U.P. PRATIQUE – B.U.P. PRATIQU

- Calculer le diamètre apparent α de la Lune, sachant que la durée d'une lunaison est d'environ trente jours.
- Exprimer la distance Terre-Lune, notée d_{TL} , en fonction du diamètre de la Lune D_L et du diamètre apparent α de la lune (faire un schéma ; vous pouvez faire de la trigonométrie, Aristarque, lui, ne disposait pas de cet outil). En déduire d_{TL} en kilomètres. Comparer avec la valeur connue de d_{TL} . Conclure.
- **Hipparque de Rhodes** (le plus grand astronome de l'antiquité) en – 150, corrigea le résultat d'Aristarque, en montrant, que l'ombre portée par la Terre n'est pas un cylindre, mais un cône (car le Soleil n'est pas à l'infini). Ce qui permet de trouver $D_L = 0,27 \cdot D_T$. Calculer la nouvelle valeur de d_{TL} , trouvée par Hipparque, et conclure.
- Comment fait-on actuellement, pour mesurer la distance d_{TL} ?

3. MESURE DE LA DISTANCE TERRE-SOLEIL

3.1. Aristarque a fait la première tentative

Il a fait la première tentative de détermination de cette distance. Il suppose, cette fois, que le Soleil n'est pas à l'infini, et donc que la quadrature n'est pas confondue avec le premier ou le dernier quartier de la Lune (voir figure 3).

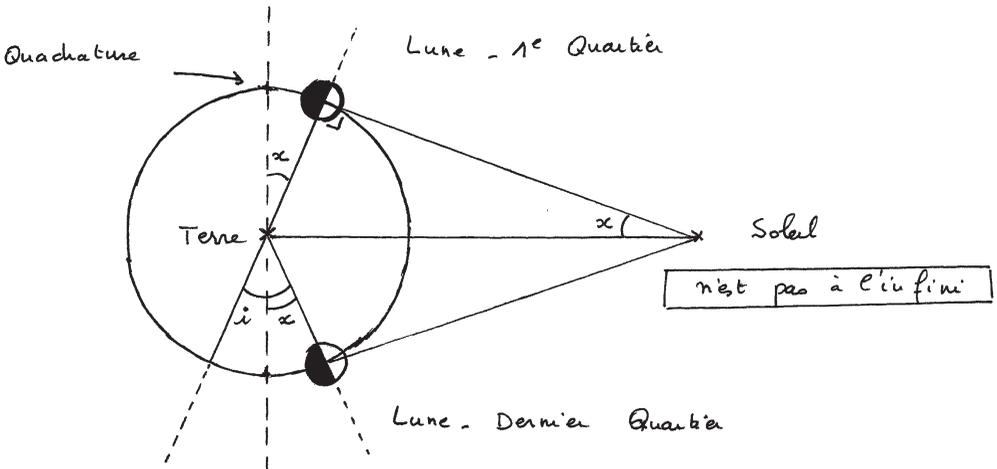


Figure 3 : Distance du Soleil.

B.U.P. PRATIQUE – B.U.P. PRATIQUE – B.U.P. PRATIQUE – B.U.P. PRATIQU

L'angle i est parcouru par la Lune pendant une durée, qui est la différence entre le temps qui sépare le premier quartier du dernier quartier de Lune, et la demi-période de la Lune. Aristarque évalue cette durée à 0,5 j.

Comme lui nous allons en déduire la distance Terre-Soleil notée d_{TS} , puis le diamètre du Soleil noté D_S .

3.2. Questions

– En prenant comme durée de lunaison trente jours, donner la valeur de l'angle i , en degrés proposée par Aristarque, puis celle de l'angle x .

– En déduire (faire de la trigonométrie) le rapport de la distance Terre-Soleil par la distance Terre-Lune : d_{TS}/d_{TL} . Puis calculer la distance Terre-Soleil d_{TS} en kilomètres. Que pensez-vous de ce résultat ?

Ce résultat est faux, en effet $d_{TS}/d_{TL} = 400$.

La méthode d'Aristarque est ingénieuse, mais la mesure des angles i et x ne pouvait pas être faite avec les moyens dont il disposait, car ces angles sont trop petits ; la valeur correcte de l'angle x est de $8'$!

C'est cependant la valeur de d_{TS} trouvée par Aristarque qui va prévaloir pendant dix-sept siècles.

– En admettant que le diamètre apparent du Soleil est le même que celui de la Lune ($\alpha = 0.5^\circ$), calculer, après avoir fait un schéma, le rapport du diamètre du Soleil par le diamètre de la Lune : DS/DL (donner le résultat pour Aristarque, puis la valeur correcte de ce rapport).

CONCLUSION

Aristarque tira de ses résultats (bien que médiocres) des conclusions très profondes : le Soleil est beaucoup plus gros que la Lune et que la Terre, il est donc naturel que ce soit la **Terre qui tourne autour du Soleil** et non le contraire. Cette idée géniale, rejetée par les contemporains d'Aristarque, ne sera reprise que dix-sept siècles plus tard par **Copernic** (en 1500). On peut donc considérer Aristarque, comme le père de la théorie héliocentrique.

Pendant ces dix-sept siècles, de la fin de l'Antiquité et pendant tout le Moyen-Âge, c'est une théorie géocentrique, assez complexe, du mouvement des planètes, mise en place par **Ptolémée** en + 150, qui sera imposée. Tous les astres sont animés de

B.U.P. PRATIQUE – B.U.P. PRATIQUE – B.U.P. PRATIQUE – B.U.P. PRATIQU

mouvements circulaires et uniformes, la trajectoire suivie est une combinaison de plusieurs cercles.

BIBLIOGRAPHIE

- Polycopié «*Moments et problèmes dans l'histoire de l'Astronomie*». Formation continue des maîtres en Astronomie. CLEA, Université Paris XI.
- Cours CNED : astronomie, astrophysique par L. BOTTINELLI, M. GERBALDI, L. GOUGUENHEIM.
- Polycopié de André BRAHIC, stage de formation continue des maîtres en 1990, à l'Université Paris VI.
- «*Méthodes de l'astrophysique*» de L. GOUGUENHEIM, édité chez Hachette.