De la Terre à la Lune.

La démonstration, du génial Eratosthène (IIIe siècle avant JC), visant à mettre en évidence la dimension de notre planète par l'identité entre l'angle géocentrique Syène-Centre de la Terre-Alexandrie et la distance linéaire séparant les deux villes, est connue de tous. Il n'est donc pas utile d'y revenir une fois encore. Bornons-nous à en faire le point de départ d'un nouveau raisonnement sur un autre sujet.

Le raisonnement suivant, de l'histoire palpitante de la découverte de l'Univers, fut moins heureux. Celui-ci devait conduire à uns mesure erronée des dimensions de la Lune. C'est Aristarque de Samos (Contemporain, plus âgé, d'Ératosthène) qui s'est rendu coupable d'avoir cru que l'ombre de la Terre, projetée dans l'espace était un cylindre et non un cône.
Il eut l'idée lumineuse de mesurer le temps que le disque Lunaire met pour disparaître complètement dans l'ombre de la Terre lors d'une éclipse. Observant que la Lune se déplace de son diamètre en une heure, il en conclut que le temps total de sa disparition, jusqu'à sa réapparition, divisé par le temps de son immersion (celui nécessaire pour que le disque disparaisse complètement) représentait le nombre de fois que le diamètre de la Lune était inclus dans celui de la Terre.
Le résultat l'a conduit à penser que la Lune avait un diamètre 3 fois plus petit que celui de la Terre. En vérité ce résultat est malheureusement entaché d'une erreur par le fait que l'ombre projetée de la Terre n'est pas un cylindre mais un cône, ce qui fait que le diamètre de la Lune est compris 3,7 fois dans celui de la Terre en réalité. Cette erreur eut pour conséquence de surestimer la taille de la Lune et de fausser dans les mêmes proportions les calculs qui s'appuyaient ensuite sur ce résultat quelque peu erroné. La vérité ne fut rétablie qu'un siècle plus tard, par Hipparque.

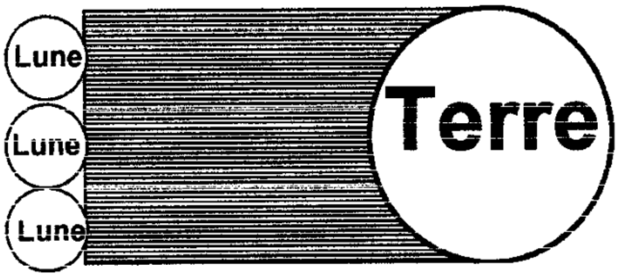
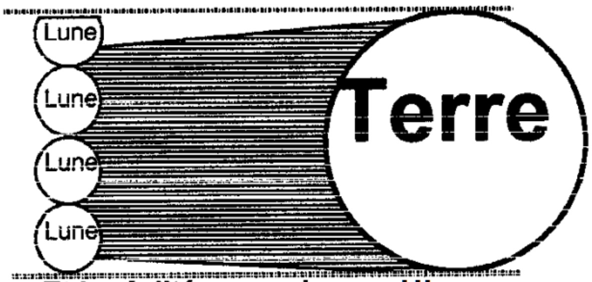


Figure 3 Ce que croyaient Aristarque



Et la réalité, comprise par Hipparque

Selon l'estimation d'Eratosthène pour la taille de la Terre, il découle du calcul d'Aristarque que le diamètre de la Lune est de 12800/3 = 4267 km, évidemment surestimé puisque aujourd'hui, nous savons que ce dernier ne fait que 3476 Km.

Pour ces arpenteurs de l'univers cherchant à estimer la distance (en stades et non en Km comme aujourd'hui) qui sépare la Terre de la Lune, le problème se présente selon la forme géométrique suivante, dans laquelle la pièce maîtresse est l'appréciation de la valeur angulaire d'environ 1/2 degré, donnée par la dimension apparente du disque de la Lune :

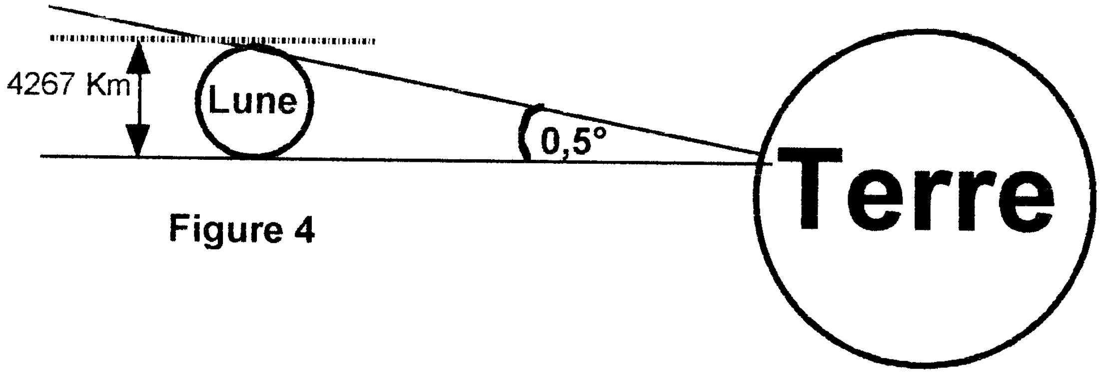


Figure 4

La distance, de la Terre à la Lune, obtenue par cette méthode est de (tangente d'un angle de 0,5° = 0,0087) : 4 267 / 0,0087 = 490 460 km.

II est certain que, ne disposant pas des lunettes de visée que l'on connaît aujourd'hui, le ½ degré mesuré reste une approximation. De plus, en raison de l'orbite elliptique de la Lune, cet angle est variable de 29,3 et 33,5 minutes d'arc. Pour calculer la distance moyenne, il aurait donc fallu pondérer la valeur d'un angle moyen de 31,4 minutes, par exemple.

Le triquetrum utilisé pour mesurer les hauteurs ne permettait probablement d'atteindre que le quart de degrés, au mieux. Cet instrument, constitué de trois barres de bois, avait la taille d'un homme afin que l'opérateur puisse le manipuler sans effort, ce qui aurait nui à la précision des mesures. Il ne comportait, évidemment, aucune pièce optique et pourrait s'apparenter à une équerre dont les angles seraient articulés, et l'un des cotés capable de coulisser dans un des deux autres qui était gradué. La troisième barre de bois était une ligne de visée dotée d'un œilleton et d'un guidon comme le canon d'un fusil. Il est donc bien clair qu'un instrument aussi rustique ne leur permettait pas de fractionner la minute.

C'est précisément en cela qu'il est surprenant qu'ils n'aient pas utilisé une méthode, pourtant à leur portée, ne mettant en œuvre que des instruments de mesure certainement plus précis que ceux qui leur permettaient la mesure des angles. C'est-à-dire la vitesse orbitale de la Lune, dont on peut apprécier un des paramètres, simplement en comptant les jours qui séparent deux positions identiques.

Une méthode originale pour calculer la distance Terre-Lune.

Le temps qui s'écoule entre deux situations d'opposition intègre naturellement les fluctuations relatives à l'excentricité de l'orbite de la Lune, il suffit donc de compter les jours séparant deux situations que nous choisirions comme étant de pleine Lune, par exemple, ce qui définit une période synodique. Malheureusement, il ne s'agit pas d'un nombre de jours entier, mais l'erreur d'estimation correspondant à la partie fractionnaire retenue sera proportionnellement faible. En effet, l'appréciation de la fraction de journée correspond sensiblement à la demi-journée puisque la mesure de référence de la période Synodique du couple Terre-Lune est de 29 jours et demie. Ensuite, de la période Synodique, il est aisé de déduire la période sidérale qui nous intéresse et qui est de 27,3 jours.

1/ (1 / 365,25 + 1 / 29,5) = 27,3 jours ou (27,3 x 24 heures) = 655 heures.

Pondérer les variations du rayon orbital de la Lune, c'est précisément ce que permet de faire la méthode à laquelle je fais allusion.

Elle est basée sur la mesure du cycle complet de la période orbitale de la Lune autour de la Terre et, de ce fait, elle intègre les variations d'éloignement, et de vitesse, que connaît notre satellite en raison de l'excentricité de son orbite.

Je n'ai jamais lu que cette méthode avait été mise en pratique par les Grecques et je me demande s'il ne s'agit pas, tout simplement d'un oubli des historiens des sciences, car il me paraît impossible qu'ils n'y aient pas pensé, tant ils étaient à l'affût du moindre indice susceptible de faire progresser leur connaissance. Sortons donc la démonstration des oubliettes et prouvons qu'avec la même erreur de base (cylindre/cône), nous avons un résultat meilleur qu'avec le calcul basé sur l'appréciation du 1/2 degré de la valeur angulaire du disque sélène apparent.

Partant du constat que la Lune est contenue 3 fois dans le diamètre de la Terre, le raisonnement intégrera la même anomalie que le raisonnement à partir de la valeur angulaire puisque qu'il est également basé sur l'erreur d'Aristarque, relative à la projection supposée cylindrique, et non conique comme le veut la réalité, de l'ombre de la Terre.
Je rappelle que le diamètre de !a Terre, depuis l'estimation d'Ératosthène, était connu comme étant égal à 12800 Km. À partir de là, le raisonnement tient en cinq lignes, et vous partagerez mes suspicions quant à ce qu'il ait pu être négligé par les membres de l'école d'Alexandrie.

Si la Lune met 3 heures pour parcourir 12800 Km et qu'elle en met 655 pour parcourir son orbite, c'est que celle-ci fait 12800 * 655 / 3 = 2 794 667Km.
Si on considère, et on le pensait à l'époque, que l'orbite est circulaire, on en déduit le diamètre 2 794 667 / 3,14 = 890 000 km, puis le rayon, qui est aussi égal à la distance de la Terre à la Lune 890 000 / 2 = 445 000 Km. Il ne doit pas être facile de trouver un procédé plus simple pour estimer la distance qui nous sépare de la Lune...

Ce résultat est plus proche de la mesure connue aujourd’hui, ou un peu moins faux que l'estimation qui semble avoir été retenue de 490 460 km. À partir de la même source d'erreur, du départ, on constate que le calcul par les temps orbitaux est plus précis que par les mesures angulaires.

D'ailleurs, en refaisant ce calcul à partir d'une estimation, plus voisine de la réalité, du nombre de fois où la Lune est inscrite dans le diamètre de la Terre, c'est-à-dire en retenant 3,67 fois le diamètre lunaire dans celui de la Terre, ou encore, en considérant que la Lune met 3,67 heures (ce qui introduit également une petite erreur) pour parcourir la distance orbitale équivalente au diamètre terrestre, on aboutit à un résultat très proche de la réalité connue aujourd'hui. Ce serait le résultat qu'aurait pu obtenir Hipparque, au deuxième siècle avant notre ère puisqu'il avait rétabli la vérité sur la forme de l'ombre de la Terre.

Ainsi, nous avons 12800 * 655 / 3,67 = 2 284 469 Km pour longueur de l'orbite.
2 284 469 / 3.14 = 727 538 km pour le diamètre, et enfin 727 538 / 2 = 363 800 km de rayon, ou de distance moyenne Terre-Lune, soit une erreur résiduelle de 5%.
En effet, la distance moyenne moderne est mesurée précisément à 384 400 Km, avec 406 740 Km quand la Lune est à l'apogée et 356 410 Km lorsqu'elle est au périgée.