

Thème : L'aléatoire, l'insolite, le prévisible

Eratosthène, génie oublié puis redécouvert.

Comment l'œuvre scientifique d'Eratosthène s'inscrit-elle dans l'histoire ?



BARBIER Guilhem

BOREY Thomas

JACQUET Antonin

VIELZEUF Charles

Site web de l'établissement : <http://www.lyc-ledoux.ac-besancon.fr/>

Professeurs-tuteurs : Mme BORG - M. GUILLAUME

SOMMAIRE

Introduction

I- Le contexte de l'époque

- 1) Le monde du III^{ème} siècle
- 2) Le statut d'intellectuel
- 3) La Terre est ronde !
- 4) Aristarque de Samos

II- L'œuvre d'Eratosthène

- 1) Sa formation et son parcours
- 2) Le crible d'Eratosthène
- 3) Sa méthode de calcul de la circonférence de la Terre

III- La modernité de ses travaux

- 1) Considération à travers les âges
- 2) Le calcul de la circonférence de la Terre aujourd'hui

Conclusion

Lexique et sources

Introduction

Notre Travail Personnel Encadré a été choisi suite à la découverte des théories dites « platistes » qualifiées de « théories du complot », prônée par la Flat Earth Research Society, entres autres.

Les « plateux », posent une sorte de défi intellectuel : ils soutiennent que la terre est plate et non sphérique et avancent de nombreux arguments, parfois contradictoires d'ailleurs.

Ainsi, pour tenter d'affirmer le contraire, nous allons nous appuyer sur la toute première mesure justifiée de la circonférence de la terre, supposée avoir été réalisée au III^{ème} siècle avant J-C par Eratosthène. Il est difficile de parler d'évènements aussi lointain sans tracer des parallèles avec l'époque actuelle. Afin de bien comprendre la « valeur » de cette mesure, il est essentiel de cerner son origine et son parcours au fil des siècles. Nous avons ainsi élargi le sujet en nous demandant : **Comment l'œuvre d'Eratosthène s'inscrit-elle dans l'histoire ?**

Pour répondre à cette problématique, il sera ainsi abordé successivement le **contexte de l'époque**, permettant d'estimer, dans une deuxième partie, **l'œuvre scientifique du savant grec** puis la **modernité qu'elle a eue au cours des âges dans le monde**.

I- Le contexte de l'époque

1) Le monde du IIIème siècle

Le monde de cette époque n'a pas d'unité. Tout au plus peut-on lier les parties constitutives de « l'Ancien Monde », Europe, Asie et Afrique, bien que ces liens soient ténus dès que l'on s'écarte de la Méditerranée.



L'Europe se façonne à travers les mouvements des peuples et tribus. Seule Rome devient puissance, mais elle est accaparée par les guerres puniques. L'empire grec se distingue par le niveau de développement de sa civilisation. Ce n'est d'ailleurs pas à proprement parler un empire ni même un état constitué, mais un ensemble d'états de culture grecque, successeurs de l'empire (macédonien) d'Alexandre le Grand, partagé entre ses généraux à sa mort, en 323 avant J.-C. Les quatre principaux royaumes sont ceux de Macédoine, de Pergame, de Syrie (royaume séleucide) et d'Égypte (royaume lagide, ou ptolémaïque).

Les royaumes berbères et du Mali constituent essentiellement la civilisation africaine de l'époque. L'Égypte est régie par la dynastie des Ptolémées.

Eratosthène décrit l'Arabie Heureuse, le Yémen actuel à travers ses cartes de géographie constituées à partir de récits des marchands et aujourd'hui perdues. Mais il est cité par de nombreux auteurs comme Strabon¹.

En Asie ce sont les royaumes combattants chinois, l'expansion du Bouddhisme sous Ashoka et les Parthes en Perse.

Les Mayas dominent l'Amérique centrale.



¹ <https://mediterranees.net/geographie/strabon/XVI-4.html>

2) Le statut d'intellectuel



L'Empire grec connaît une période prospère grâce aux nombreux philosophes, scientifiques, hommes politiques, et stratèges qui ont précédé Eratosthène et sur les travaux desquels il a pu s'appuyer. Ces derniers sont mis en valeur au sein de l'Empire grec et ils sont encore aujourd'hui considérés et étudiés.

Parmi ceux-ci on trouve :

Thalès de Milet (-625 à -547) : De ses voyages (en Egypte notamment) il aurait rapporté des éléments de géométrie et d'algèbre.

Pythagore (-570 à -480) : Il considérait que les nombres étaient le principe et la source de toute chose. Il est avant toute chose le créateur d'une philosophie. Il était convaincu qu'il existait des lois mathématiques pour décrire le monde.

Démocrite (-460 à -370) : Selon lui, le monde est composé d'atomes dont les mouvements sont régis de façon mécanique. Son développement permit d'avoir une vision plus cohérente du monde.

Aristote (-384 à -322) : Il a fondé la logique formelle et tient à une conception rigoureuse de l'univers.

Hérodote (vers 484 av. J.C.-vers 420 av. J.C) : le « Père de l'Histoire » selon Cicéron, en raison de sa grande œuvre historique, les Histoires, centrée sur les guerres médiques.

La plupart des savants de l'époque étaient dépendants d'un mécène pour lequel ils devaient fournir un travail : élaboration d'outils, éducation des enfants. Aristote a ainsi été à la demande du roi Philippe II, roi de Macédoine, précepteur du prince héritier, le futur Alexandre le Grand.

L'art littéraire et philosophique était mis au service de la politique tandis que les scientifiques étaient souvent amenés à élaborer des engins de travaux et de guerre (travail d'ingénieur nécessitant des connaissances en mathématiques et en physique), ce qui contribua grandement au développement de ces deux disciplines.

La quasi-totalité des grands hommes de l'époque cumulaient plusieurs carrières : ils étaient à la fois homme politique et philosophe, scientifique et stratège.

Leurs travaux n'étaient censurés que lorsque ces derniers critiquaient la religion polythéiste de l'époque ou les institutions politiques comme le Sénat, l'Héliée ou la Boulée (à Athènes). Par exemple, Socrate a été condamné à mort suite à un procès pour avoir, par sa philosophie, remis en cause les Dieux et le système politique.

Ptolémée III, roi d’Egypte est le descendant d’un des généraux d’Alexandre le Grand, qui s’est emparé du trône des pharaons au moment de l’éclatement de l’Empire (en 323 av J -C.). La dynastie régnante, bien qu’elle intègre des éléments extérieurs à l’Egypte ancienne, est d’abord une dynastie grecque, s’entourant de conseillers et de savants essentiellement grecs, et dominant la population indigène d’Egypte.

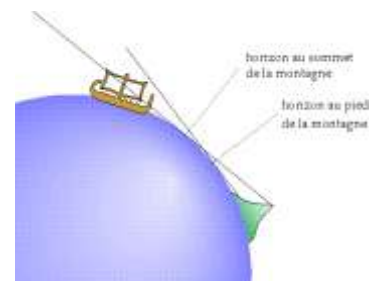
Eratosthène a, quant à lui, été, à la demande de ce dernier, le précepteur de son fils Ptolémée IV. Il le nomma également à la tête de la bibliothèque d’Alexandrie vers -245 et Eratosthène eut ainsi accès à l’ensemble des savoirs de son époque. Cela lui valut des critiques qui l’accusaient de ne pas être le véritable auteur de tous ses travaux².

3) La Terre est ronde !

La rotondité de la Terre est communément admise par les scientifiques de l’époque. En effet ce modèle ne bousculait aucune croyance fermement établie.

Cette rotondité est suggérée par de simples observations :

Nombre de cités prospères, sont situées sur les littoraux, comme Alexandrie (son port est l’un des plus vieux du monde). Il est donc possible d’observer lorsqu’un bateau s’éloigne à l’horizon, que sa coque disparaît avant le mat et qu’en se plaçant sur une hauteur, on le voit plus longtemps, ce qui peut s’expliquer par une rotondité de la terre.



Une observation plus technique consiste à étudier l’ombre de la Terre sur l’atmosphère terrestre³ ou même sur la Lune⁴.



² <https://messagedelanuitdestemps.org/index.php/2018/02/28/la-fin-du-mythe-deratosthene-mesurant-la-terre/>

³ <http://autourduciel.blog.lemonde.fr/2017/07/30/soir-et-matin-admirez-lombre-de-la-terre-et-la-ceinture-de-venus/>

⁴ <http://jalle-astro.fr/wp/magnifique-observation-de-leclipse-totale-de-lune-du-28-septembre-2015/>



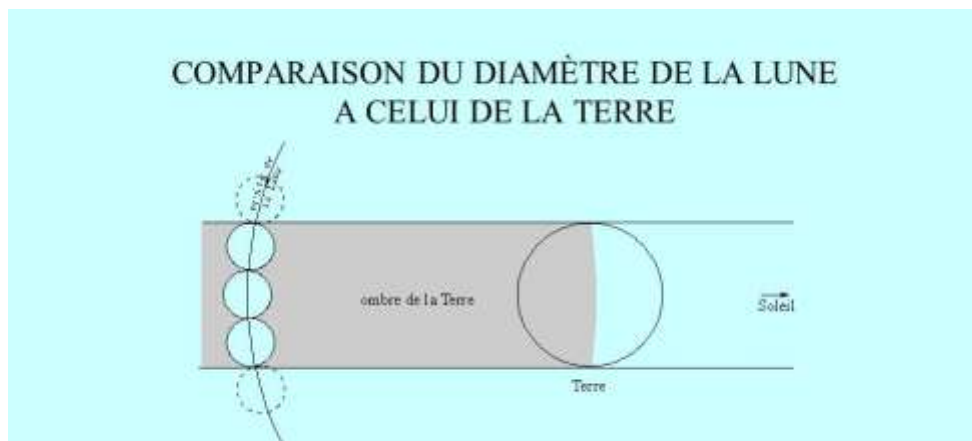
La lune rouge correspond à une configuration particulière où les rayons du soleil traversent l'atmosphère terrestre et voient leur couleur modifiée par absorption de certaines longueurs d'ondes avant d'être réfractés sur la lune.

4) Aristarque de Samos

Aristarque de Samos (~310-~230 av. J.-C.) proposa le premier l'hypothèse héliocentrique, c'est-à-dire l'idée selon laquelle la Terre tourne autour du Soleil et non l'inverse.

Il proposa en plus une méthode correcte pour mesurer les proportions du système solaire. Les mesures d'Aristarque sont remarquables davantage pour leur ingéniosité que pour leur exactitude.

Par exemple, il avait observé que la Lune met à peu près une heure et demie à parcourir une distance égale à son diamètre. Il observe d'autre part que les éclipses de Lune durent deux heures. Il en conclut que la lune reste entièrement dans le cylindre d'ombre de la Terre durant deux heures et déduit alors que le diamètre de ce cylindre est égal à trois diamètres de Lune. Il en conclut que le diamètre de la Terre est trois fois plus grand que celui de la Lune, la réelle valeur étant 3,7.



II- L'œuvre d'Eratosthène

1) Biographie

Eratosthène est né vers l'an 284 avant JC à Cyrène, une ville aujourd'hui en Lybie et centre de nombreuses écoles philosophiques (Cyrénaïque).



Site archéologique de Cyrène (Libye) © UNESCO

Il a été le disciple d'Ariston de Chios, philosophe stoïcien, né vers la fin du IV^e siècle av J.-C., originaire de Chios (île grecque de la mer Egée dont Homère serait originaire).

Il passe sa jeunesse à Athènes. Il y est déjà reconnu pour ses nombreuses compétences dans diverses disciplines telles que la géographie, l'histoire, l'astronomie et les mathématiques ;

- En géographie, il a effectué des travaux tels que l'étude des zones climatiques, des altitudes des montagnes, de la répartition des continents et océans et laissa ainsi une carte générale de l'écoumène ;

- En histoire, il continua les recherches de Manéthon (ayant vécu au III^e siècle avant notre ère, prêtre égyptien ayant écrit une Histoire de l'Égypte). Il fut ainsi l'un des premiers savants à proposer une méthode de classification des événements historiques. Il élaborait un système chronologique permettant de dater les événements importants survenus depuis la guerre de Troie, facilitant ainsi la distinction entre les légendes et les faits ;

- En astronomie, il a réalisé un catalogue de plus de 600 étoiles et 44 constellations. Il parvient aussi à calculer l'obliquité de l'écliptique (l'inclinaison de l'axe de la Terre par rapport à son axe de rotation autour du Soleil) avec une bonne précision ;

- En mathématiques, on lui doit un procédé mécanique, le mésolabe, pour réussir la duplication du cube (basée sur l'utilisation du théorème de Thalès). Mais en particulier deux travaux, le crible et le calcul de la circonférence de la Terre.

La légende raconte qu'il se laissa mourir de faim vers -195, parce que, devenu aveugle, il ne pouvait plus admirer les étoiles.

En hommage à ce grand savant, on a donné son nom à l'astéroïde 3251, ainsi qu'à un cratère lunaire et également à un haut bathymétrique au large du sud de Chypre (mont sous-marin).

2) Le crible d'Ératosthène

Le crible d'Ératosthène est un procédé qui permet de trouver tous les nombres premiers inférieurs à un certain entier naturel donné N . Il est encore utilisé aujourd'hui, sous une forme adaptée.

L'algorithme procède par élimination : il s'agit de supprimer d'une table des entiers de 2 à N tous les multiples du plus petit entier restant (d'abord 2 puis 3, 4 ayant été supprimé, on passe à 5 et ainsi de suite). On peut s'arrêter lorsque le carré du plus petit entier restant est supérieur au plus grand entier restant, car dans ce cas, tous les non-premiers ont déjà été rayés précédemment.

En effet, en supprimant tous les multiples, à la fin il ne restera que les entiers qui ne sont multiples d'aucun entier, et qui sont donc les nombres premiers, divisibles par 1 et par eux-mêmes.

Il permet de gagner du temps lorsqu'il s'agit d'extraire tout les nombres premiers d'une liste. Cependant, afin de savoir si un nombre donné est premier, il est plus rapide d'observer le reste de la division euclidienne entre le nombre et tous ceux qui sont sous sa racine.

Dans la présentation orale, démonstration avec le logiciel Python.

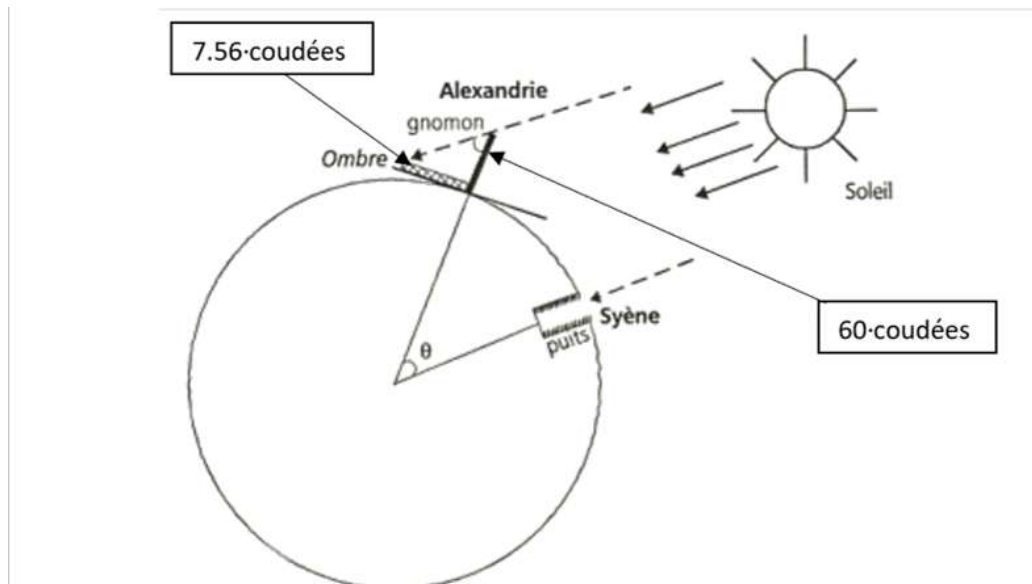
3) Sa méthode de calcul de la circonférence de la Terre

Eratosthène vers 230 av. J-C s'est appuyé sur des constats simples :

- La Terre est considérée comme ronde.
- Alexandrie et Syène sont supposées être sur le même méridien (ligne imaginaire passant par les deux pôles) ce qui se remarque par une similitude au niveau de la luminosité solaire et qui permet de ramener les calculs à un seul plan.
- Les rayons du soleil, astre supposé très éloigné de la Terre (150 000 000 kilomètres environ, valeur calculée par la suite à partir du rayon terrestre et des rapports d'Aristarque), arrivent de manière quasiment parallèle sur Terre.

- Le soleil est à son zénith à Syène, en Haute Egypte (ce qui peut être constaté par l'absence d'ombre sur les objets) tandis qu'il existe une ombre sur les objets situés à Alexandrie.

Il mesure alors avec précision l'ombre formée par un gnomon. Voici les résultats qu'il aurait pu trouver (avec les unités de l'époque).



Eratosthène a ainsi pu déterminer l'angle formé par les rayons du soleil et le gnomon (par un schéma à l'échelle), ici environ $7,4^\circ$ (utilisation de la fonction arc sinus).

Eratosthène, ayant connaissance des propriétés des angles alternes-internes, en déduit l'angle ainsi formé au centre de la Terre, les rayons du soleil étant considérés comme parallèles.

La distance Syène-Alexandrie correspond donc à $7,2^\circ$ sur les 360° totaux. Cette distance fut approximée à partir de mesures de bématistes (arpenteur de la Grèce antique qui mesurait la distance entre deux points en comptant le nombre de pas) ou de chameliers, selon les récits. Il trouve 5000 stades (1 stade vaut 157,5 mètres) soit environ 787,5 km.

Il ne lui restait plus qu'à reporter $360/7,2 = 50$ fois la distance trouvée pour avoir la circonférence totale, qui correspond à $50 \cdot 787,5 = 39375$ km.

La valeur aujourd'hui admise étant de 40000 km environ. La mesure effectuée par Eratosthène a par la suite permis d'estimer les distances du système solaire à partir des mesures d'Aristarque, relatives au rayon terrestre.

III- La modernité de ses travaux

1) Considération à travers les âges

Les Anciens ;

Les premiers écrits arrivés jusqu'à nous et traitant du caractère *rond* de la Terre sont ceux des Grecs antiques. Tout d'abord elle fut évoquée plate par Thalès (VIIe-VIe siècle avant J.-C.). Sa thèse fut aussi soutenue, si on en croit le Traité du Ciel d'Aristote, par Démocrite au Ve siècle avant J.-C. Elle fut un progrès, car Thalès rompit avec les représentations mythiques, telles qu'on les trouve chez Hésiode (VIIIe-VIIe siècle avant J.-C.), d'une déesse Terre (Gaia) qui occupait le bas de l'univers et qui avait des racines. Il conçut donc un disque plat posé sur l'eau. Les mouvements de l'eau expliquaient selon lui les tremblements de terre. Cette conception relative à la forme de la Terre continua son chemin dans l'Antiquité. On la trouve par exemple chez le poète latin Ovide (mort en 17 de notre ère) dans Les Métamorphoses I.

C'est vraisemblablement au cours du Ve siècle que la Terre devint sphérique pour les savants de l'époque. Au IVe siècle Platon l'affirme pour des raisons de symétrie. Cette figure de la Terre lui paraît plus rationnelle que toute autre, d'autant plus qu'il la conçoit au centre de l'univers. Les Anciens rapportent dans leurs écrits plusieurs preuves déjà citées. Il revient à Eratosthène d'avoir mesuré le méridien terrestre. Pour cela, il lui fallait bien concevoir la Terre comme sphérique et considérer qu'il s'agissait là d'une thèse définitive.

Pourquoi alors cette croyance selon laquelle la rotondité de la Terre aurait été remise en cause par la suite ?

La décadence de la science ;

La suite est due au déclin puis à la chute de l'Empire gréco-romain en 476. La décadence de la science qui s'ensuivit conduisit à des affirmations surprenantes. Ainsi un moine byzantin du VIe siècle, Cosmas d'Alexandrie, dans sa Topographia Christiana, pensait que la Terre était terminée par des murailles derrière lesquelles le Soleil se couchait. Les Arabes ont conservé et traduit les écrits des Grecs. L'Europe les retrouvera plus tard. En attendant elle traverse le moyen-âge. Les thèses des Grecs sont davantage tombées dans l'oubli que dans le déni. Au Moyen-âge (476-1492), c'est essentiellement l'Eglise qui détient les manuscrits. La croyance populaire selon laquelle elle faisait exécuter les Savants qui soutenaient la rotondité de la Terre est erronée.

La controverse est le fait d'auteurs tels Lactance (260-325) qui ont fait une lecture littérale de la Bible, livre du savoir de l'époque et affirmaient la Terre plate, considérant que l'idée de choses suspendues de bas en haut était inconcevable. Théorie reprise par quelques-uns. La Bible ne donne pas d'indications explicites sur la rotondité ou la platitude de la Terre, mais l'interprétation théologique va dans le sens de la platitude : l'Homme ayant été créé par Dieu à son image, il est l'image de la perfection divine, donc le centre du monde (de la Création). Un disque plat ayant Jérusalem pour centre (lieu du Mystère central pour les chrétiens de la Résurrection) correspond mieux pour l'Eglise à cette perfection qu'une sphère à la surface de laquelle on ne peut localiser de centre géographique...

Mais dans l'ensemble la rotondité de la Terre ne sera pas remise en cause par les grands penseurs médiévaux. Saint Thomas d'Aquin (1225-1274) l'affirme dans son œuvre. De même le cardinal Pierre d'Ailly (1350-1420) dans son Imago Mundi, reprend Aristote décrivant la Terre sphérique et l'unicité de l'océan de l'Afrique aux Indes. Y figure également la mesure effectuée par Eratosthène.

La Renaissance ;

La redécouverte de la philosophie et de la science antique au cours du Moyen-âge, notamment par l'intermédiaire des Arabes qui l'enrichirent (algèbre par exemple), confirma bien la représentation d'une Terre ronde au centre d'un univers lui-même sphérique. De même la chute de Byzance en 1453 verra les Savants rejoindre l'Europe avec les ouvrages préservés, apportant le souffle de la Renaissance.

Les Grands Découvreurs s'élancent avec cette certitude que la Terre est ronde, Magellan (1480-1521), Colomb bien sûr, ouvrant ainsi les temps modernes.

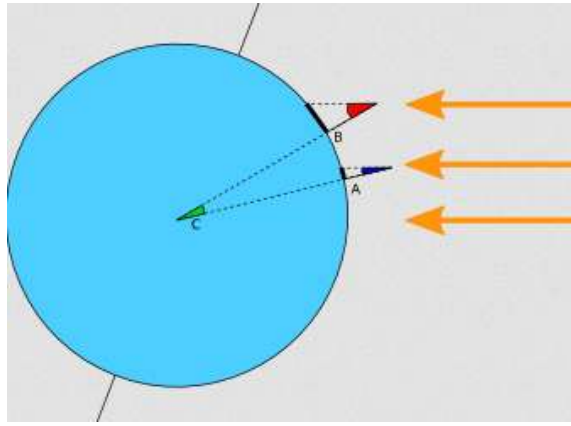
C'est n'est pas là que l'Eglise est heurtée par la véritable controverse, qui ne porte ainsi pas tant sur la forme de la Terre que sur son positionnement. C'est Copernic (1473-1543), qui reprend l'hypothèse héliocentrique, et c'est en son nom que fut prononcée la condamnation de Galilée en 1633. Le vieil homme ne fut pas un martyr de la science puisqu'il jura sur la Bible que la Terre était au centre de l'univers et vécut en résidence surveillée jusqu'à sa mort en 1642.

Ce sont donc bien les Grecs qui à travers leurs écrits nous ont légué tant de savoir. Parmi eux, l'illustre Eratosthène, qui a permis au Monde d'avancer dans son Histoire, à travers les passeurs et contributeurs, que furent les Arabes entre autres civilisations, les Hommes éclairés y compris de nombreux ecclésiastiques et les mécènes avides de richesses et terres nouvelles.

2) Le calcul de la circonférence de la Terre par la suite

Eratosthène détermina le rayon de la Terre avec une bonne précision à partir de la circonférence d'un méridien. La méthode était relativement précise mais assez contraignante puisqu'il fallait se placer en une ville proche du tropique et attendre le solstice d'été. Par ailleurs, des mesures en deux lieux suffisamment éloignés étaient nécessaires, rendant indispensables de grands déplacements ; la mesure de la distance entre ces deux lieux était en outre plutôt approximative.

Il est par ailleurs possible de reproduire le calcul d'Eratosthène, sans aller en Egypte, ni attendre le solstice d'été pour s'y balader à dos de chameau. On peut utiliser deux villes quelconques, du moment qu'elles sont bien situées sur le même méridien. Pour cela il faut adapter la mesure :



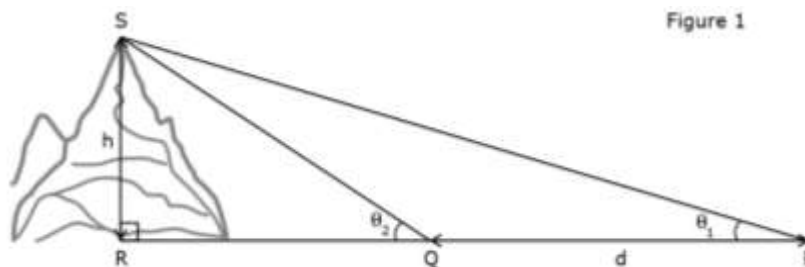
Il suffit, à midi au soleil, de planter un bâton vertical dans le sol dans deux endroits éloignés afin de mesurer les deux angles au sommet. Avec l'aide géométrie du triangle, l'angle C est égal à la différence entre l'angle B et l'angle A.

Au fur et à mesure que les écrits scientifiques grecs furent traduits en arabe, les scientifiques du monde arabe purent s'appuyer sur ces connaissances pour les approfondir, les développer et les enrichir. La nécessité de connaître la direction de La Mecque pour la construction des mosquées et le fait de devoir déterminer cette direction sur la sphère que représente le globe terrestre impliquèrent le besoin de connaître avec précision la valeur du rayon terrestre.

Al-Bîrunî (973-1048) mit alors au point une technique de mesure plus précise que celle d'Ératosthène et qui pouvait être mise en œuvre quasiment n'importe où, par une personne seule, sans avoir besoin de se déplacer et ce en utilisant la trigonométrie.

L'idée de sa méthode vint alors qu'il se trouvait au sommet d'une montagne en Inde. Il commença par déterminer la hauteur de la montagne grâce à deux mesures d'angles réalisées à l'aide d'un astrolabe et d'une mesure de distance :

Al-Bîrunî se plaça en deux points différents Q puis P, tous deux situés au niveau de la mer et séparés par une distance d. En chacun de ces points, il mesura à l'aide d'un astrolabe l'angle entre la direction horizontale et le sommet S de la montagne (θ_1 et θ_2).



Avec : $\theta_1 = 24,5^\circ$; $\theta_2 = 26,5^\circ$; $d=100$ m

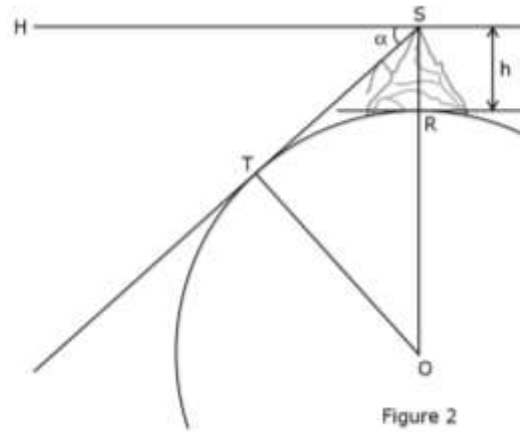
À l'aide de la trigonométrie, dans les triangles rectangles SPR et SQR, rectangles en R, il put écrire :

$\tan(\theta_1) = h/SP$ donc $SP = h/\tan(\theta_1)$ et $\tan(\theta_2) = h/SQ$ donc $SQ = h/\tan(\theta_2)$.

Il constata que $d = RP - RQ$, soit $d = h / \tan(\theta_1) - h / \tan(\theta_2)$.

Donc, connaissant d , θ_1 et θ_2 , il put déterminer la hauteur de la montagne. Ici, $h = 530$ mètres.

Une fois la hauteur h de la montagne déterminée, Al-Bîrunî monta au sommet S de la montagne et mesura, l'angle α entre la direction horizontale (SH) et la direction de l'horizon (ST) qui correspond à la visée du point le plus éloigné visible par Al-Bîrunî à la surface de la Terre. Le point O est le centre de la Terre.



L'angle SOT est égal à l'angle α grâce à l'égalité des angles à côtés perpendiculaires.

Sachant que les distances OT et OR sont égales au rayon terrestre et toujours en utilisant la trigonométrie, dans le triangle OTS , rectangle en T il en a déduit que ;

$$\cos(SOT) = OT/OS = OT/(OR+RS) = OT/(OT+h).$$

Donc connaissant SOT (ici, $\alpha = 0,741^\circ$) et h , il put en déduire OT , valant ici 6300 km.

Soit un pourcentage d'erreur inférieur à 1% .

Depuis la technologie a permis d'affiner ces mesures fondamentales par un parcours réel de sa surface. De plus, les distances et les masses du système solaire ont pu être approchées par de nouvelles technologies comme l'utilisation du laser ou encore des lois de l'attraction gravitationnelle.

Conclusion

Eratosthène apparaît ainsi comme un homme d'exception, arpenteur aussi bien la cour du Pharaon que les allées de la bibliothèque d'Alexandrie, alors cœur du savoir, parcourant le désert pour effectuer les mesures nécessaires à son but : mesurer la Terre.

Mais il fit bien d'autres travaux, tel son crible encore référence dans le domaine des nombres premiers ou encore ses cartes qui nous donnent à voir le monde connu à son époque.

On peut imaginer la vision, l'imagination qui animaient ce génie. L'Humanité doit à Eratosthène de lui avoir fait connaître sa Terre.

L'œuvre scientifique d'Eratosthène aura traversé les âges à l'instar des découvertes qui ont bouleversé et fait progresser l'Humanité dans ses connaissances du monde.

Grâce à des hommes comme Eratosthène, les théories visant à remettre en cause le savoir ont peu de probabilité d'être entendues. Pour preuve celle de nos platistes qui reste très anecdotique...

Lexique

Aléatoire : imprévisible, lié au hasard. Ce terme désigne quelque chose, un événement le plus souvent, que l'on ne peut prévoir, dont le résultat est incertain.

Angles alternes-internes : angles formés par deux droites parallèles coupées par une sécante et situés de part et d'autre de la sécante, entre les deux droites.

Ashoka : empereur de la dynastie indienne des Maurya. Il accède au pouvoir en 273 av. J.-C.

Astrolabe : Instrument astronomique qui servait pour mesurer la position des astres et ainsi à déterminer l'heure et également à mesurer des angles.

Boulée : Dans les cités de la Grèce antique, c'est une assemblée restreinte de citoyens chargés des lois de la cité.

Coudée : La coudée est une unité de longueur vieille de plusieurs milliers d'années. Elle a comme base la longueur allant du coude jusqu'à l'extrémité du majeur.

Crible : En mathématiques, les cribles sont des techniques algorithmiques permettant d'approcher certains ensembles de nombres.

Cyrénaïque : Région appartenant au royaume d'Égypte au III^e siècle. Cyrène étant une colonie grecque fondée (selon Hérodote) par des Grecs en 631 av. J.C

Ecoumène : notion géographique pour désigner l'ensemble des terres anthropisées (habitées ou exploitées par l'Homme).

Gnomon : C'est un simple bâton de bois planté à même le sol qui servait à déterminer la hauteur du Soleil dans le ciel, en fonction de la longueur de l'ombre projetée.

Héliée : Tribunal populaire durant la période la démocratie athénienne sous l'Antiquité. Il est composé de citoyens tirés au sort. Le tribunal se réunissait 200 fois par an pour juger des meurtres.

Insolite : utilisé pour désigner une personne ou une situation qui sortirait de l'ordinaire, des règles, par un comportement étrange, un non-respect des conventions ou une spécificité rare.

Lactance : rhéteur né vers 250 à Civitas Pophensis (actuelle Algérie) et mort vers 325. Il a été surnommé le « Cicéron chrétien » en raison de l'élégance de sa prose latine.

Logique Formelle : pensée qui, selon Aristote, doit faire correspondre l'observation à la pensée.

Mécène : Individu aidant financièrement ou matériellement le développement des arts, des sciences ou de tout travail digne d'intérêt général en soutenant une personne en particulier ou en appuyant des manifestations.

Médiques (guerres) : Elles opposent les Grecs aux Perses de au début du Ve siècle av. J.-C.

Platon : philosophe antique de la Grèce classique, contemporain de la démocratie athénienne et des sophistes (professeur d'éloquence), qu'il critiqua vigoureusement.

Prévisible : Qui peut être anticipé.

Sénat : Conseil souverain de la Rome antique

Stoïcisme : courant philosophique occidental ayant pour finalité le bonheur individuel et qui s'appuie essentiellement sur la tempérance et le détachement obtenus grâce à la raison.

Strabon : géographe et historien grec né à Amassé (en actuelle Turquie) autour de 60 av. J.-C.

Stratège : c'est un membre du pouvoir exécutif d'une cité grecque.

Thèse : affirmation ou prise de position d'un locuteur, à l'égard du sujet ou du thème qu'il évoque.

Zénith : En astronomie, le zénith est un des points d'intersection de la verticale d'un lieu donné et de la sphère céleste. Dans le cas du soleil, c'est lorsqu'il est à la verticale du lieu.

Sources

Ouvrages

Histoire de la physique, J.C. BAUDET

Eratosthène, un athlète du savoir, C. CUSSET, H. FRANGOULIS

Les Cheveux de Bérénice, D. GUEDJ

Sites internet

http://therese.eveilleau.pagesperso-orange.fr/pages/truc_mat/pratique/textes/eratoste.htm

<https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89ratosth%C3%A8ne>

<https://baalquis.wordpress.com/2007/12/10/coup-de-chapeau-a-eratosthene-de-cyrene>

<http://www.astrosurf.com/eratosthene/HTML/eratosthene.htm>

<https://www.youtube.com/watch?v=dZyeKmytFeA>

<https://www.youtube.com/watch?v=ZvnQoONgYZg>

<https://www.grecevacances.com/pages/histoire-du-pays/grands-hommes-grecs/les-philosophes.html>

<https://www.futura-sciences.com/sciences/personnalites/univers-eratosthene-663/>

<http://www.bibmath.net/bios/index.php?action=affiche&quoi=eratosthene>

<http://www.mathouriste.eu/Al-Biruni/al-biruni.html>

https://www.lepoint.fr/postverite-les-platistes-contre-la-nasa-26-04-2017-2122672_19.php