

## Mesurer le rayon de la terre

### But de la manipulation :

- Étude Documentaire (Histoire des Sciences : Épistémologie).
- Se repérer à la surface de la Terre.
- Mesure du rayon de la Terre.

### I. Etude du document :

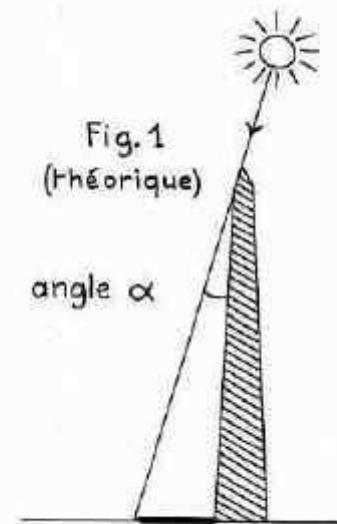
#### 👉 1° Les observations d'ÉRATOSTHÈNE (-276 ; -195)



En 205 avant J.C, le grec **Ératosthène** Directeur de la Grande Bibliothèque d'Alexandrie en Égypte, propose une méthode géométrique pour mesurer la longueur du méridien terrestre (circonférence passant par les pôles). Il va partir de l'observation d'ombres portées au moment du solstice d'été et à l'heure du midi solaire local en deux lieux, Alexandrie et Syène (aujourd'hui Assouan), éloignés d'environ 800 km (distance estimée d'après le temps mis par des caravanes de chameaux pour relier ces deux villes). Les Égyptiens avaient observé qu'à cette date et à cette heure à Syène (à peu près située sur le tropique du Cancer), un bâton planté verticalement ne possédait pas d'ombre.

Ératosthène remarque qu'à Syène le Soleil est à la verticale, si bien que ses rayons pénètrent jusqu'au fond des puits ; quant aux ombres portées des objets verticaux, elles sont parfaitement centrées autour d'eux.

Par contre, à Alexandrie, le Soleil n'est plus à la verticale et ces mêmes objets ont une ombre décentrée, très courte. Ératosthène y mesure l'ombre d'un obélisque dont il connaît la hauteur, et en déduit l'angle  $\alpha$  que font les rayons solaires avec la verticale : il trouve  $7,2^\circ$ .



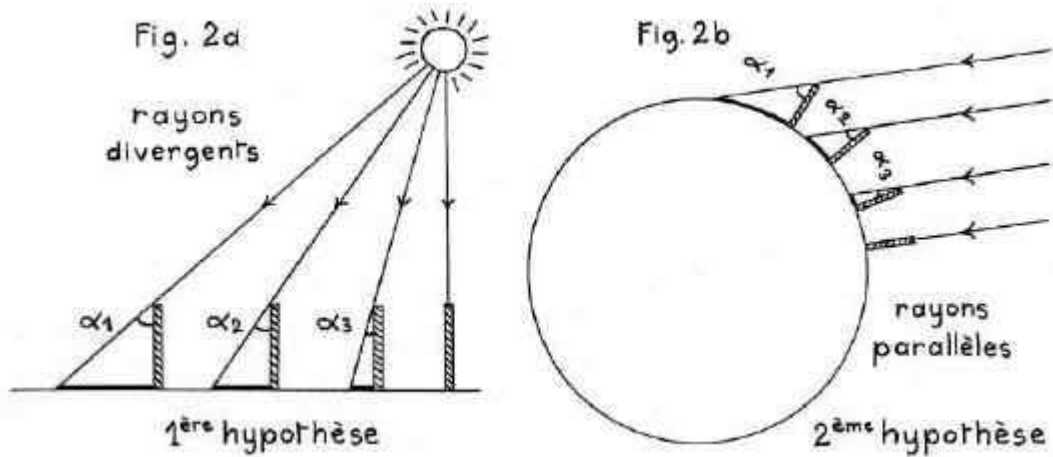
#### 👉 2° A partir de ces observations, deux modèles (figures 2) s'offrent à lui

##### **Modèle 1 (inspiré d'Anaxagore, env. -500) :**

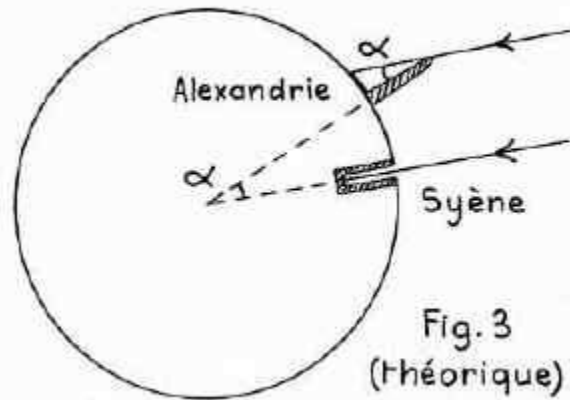
- la Terre est plate ;
- le Soleil est un astre très petit (presque ponctuel) situé à une faible distance de la Terre ;
- A midi, une fois dans l'année, Syène est exactement sous le Soleil, tandis qu'Alexandrie en est un peu plus éloignée.

##### **Modèle 2 (inspiré d'Ératosthène, env. -290) :**

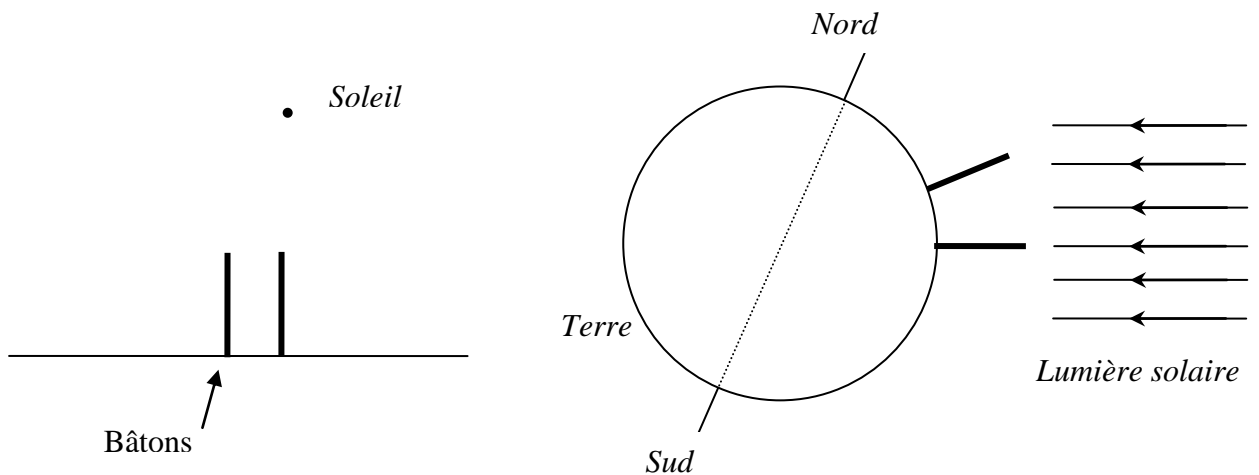
- la Terre est sphérique ;
- le Soleil est à une très grande distance de la Terre, si bien que le faisceau de lumière solaire qui nous parvient est un faisceau parallèle.



Ératosthène opte pour ce second modèle. En effet, les Anciens soupçonnent déjà que la Terre n'est pas plane, cela à partir d'observations diverses prouvant une certaine courbure de sa surface : Le navigateur perché en haut de son grand mât aperçoit le premier la côte lointaine ; l'observateur en haut d'une falaise voit plus longtemps le vaisseau qui s'éloigne vers l'horizon que celui resté sur la plage ; l'étoile polaire n'a pas la même hauteur au-dessus de l'horizon en Grèce qu'en Égypte ; enfin, lors des éclipses de Lune, l'ombre de la Terre se projetant sur la Lune révèle une section circulaire. Persuadé que la Terre est sphérique, Ératosthène trace sa célèbre figure géométrique « éblouissante de simplicité » (fig. 3 ci-contre), laquelle va lui permettre de calculer facilement la longueur du méridien terrestre.



👉 3° Confrontation entre les observations et les modèles proposés



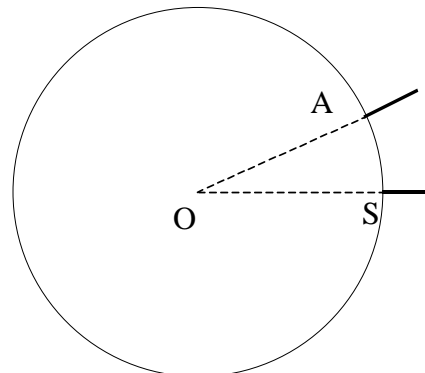


- Les deux schémas ci-dessus sont chacun associés à un des deux modèles proposés. Indiquer sous chacun schéma à quel modèle il est associé.
- Indiquer sur chaque schéma les emplacements de Syène (repérée par un point S) et d'Alexandrie (repérée par un point A).
- Pourquoi peut-on dire que les deux bâtons du schéma de droite sont verticaux ?
- Sur chaque schéma, tracer au moins un rayon lumineux illustrant que le bâton planté à Syène n'a pas d'ombre.
- Sur chaque schéma, pour le bâton planté à Alexandrie, tracer le rayon lumineux arrivant sur Terre et passant par le sommet du bâton. Sur chaque schéma, représenter en couleur l'ombre du bâton.
- Le modèle 1 est-il en accord avec l'observation faite à Syène ? à Alexandrie ?
- Même question pour le modèle 2.
- Peut-on dire qu'un de ces deux modèles rend mieux compte des observations que l'autre ?
- D'après vos connaissances personnelles, lequel de ces deux modèles est aujourd'hui accepté par la communauté scientifique ?
- D'après vos connaissances, décrire une observation en accord avec le modèle choisi dans la question précédente et en désaccord avec l'autre modèle.

#### 4° Le rayon de la Terre selon Ératosthène

Le modèle d'Ératosthène a permis à son auteur de réaliser une mesure du rayon terrestre. En effet Ératosthène mesura :

- la distance Syène – Alexandrie :  $SA = 800$  km.
- l'angle entre les rayons solaires et le bâton planté à Alexandrie :  $\alpha_1 = 7,2^\circ$ .



- Sur le schéma ci-contre (O représente le centre de la Terre) correspondant au modèle d'Ératosthène, représenter l'angle  $\alpha_1$ .
- Représenter l'angle au centre  $\alpha_2$  entre les deux droites (OS) et (OA) et expliquer par un argument géométrique pourquoi cet angle a la même valeur que  $\alpha_1$ .

La distance SA correspond à un angle au centre  $\alpha_2$ , de même que le périmètre (longueur d'un tour complet) correspond à un angle de  $360^\circ$ .

- En utilisant la proportionnalité entre l'angle au centre et la distance sur le cercle, exprimer le périmètre  $p$  en fonction de SA, de  $\alpha_2$  et de la valeur  $360^\circ$ . Calculer ce périmètre avec le nombre de chiffres significatifs approprié.
- Sachant que la relation entre le périmètre et le rayon R d'un cercle est  $p = 2\pi R$ , en déduire le rayon de la Terre.
- Rechercher dans votre manuel la valeur du rayon terrestre aujourd'hui admise. Sachant que la mesure d'Ératosthène a été réalisée il y a plus de deux mille ans, que pensez-vous de son résultat ?

## II. Applications

- Par quelles grandeurs précise-t-on la position d'une ville sur le globe terrestre ?



Par exemple en utilisant un atlas, donner les villes dont les coordonnées sont pour l'une,  $32^{\circ}53'$  de longitude Est  $24^{\circ}5'$  de latitude Nord et pour l'autre,  $29^{\circ}54'$  de longitude Est  $31^{\circ}12'$  de latitude Nord (Astuce : il y a souvent un atlas de vos agendas)

2. Qu'est ce qu'un méridien, un parallèle (en citer 3 particuliers), un gnomon ?
3. Refaire le schéma ci-dessous et représenter l'ombre du gnomon pour les deux villes et leur angle au sommet  $\alpha_N$   $\alpha_B$ .
4. Les mesures effectuées par une classe de la Colinière, en direct avec le lycée René Cassin de Bayonne ont permis de trouver les résultats suivants :  $\alpha_N = 46.8^{\circ}$  et  $\alpha_B = 42.9^{\circ}$ . Rechercher sur une carte la distance entre Nantes et Bayonne puis en déduire la valeur du rayon de la terre.

