

UE Système Terre : TP1 - Corrigé

Dimension et Structure de la Terre

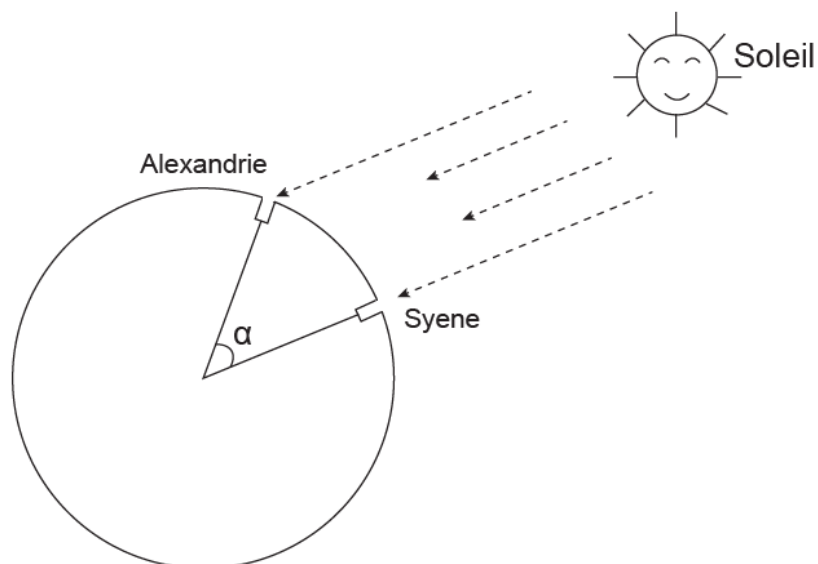
I. Rotondité de la Terre

Depuis Pythagore et Aristote, les Grecs considéraient que la Terre était sphérique.

Les arguments d'Aristote : les voiles d'un navire apparaissent à l'horizon avant la coque ; lors d'une éclipse de lune, l'ombre de la Terre portée sur la lune a une forme d'arc de cercle ; les étoiles visibles ne sont pas les mêmes selon la latitude du lieu d'observation.

La première détermination du rayon de la Terre fut réalisée par Eratosthène (284-192 avant JC), qui appartenait à l'Ecole d'Alexandrie. Eratosthène avait appris qu'à Syène (près de l'actuelle Assouan), le fond d'un puits était éclairé le jour du solstice d'été¹ (21 juin), alors que, plus au nord, à Alexandrie, le fond d'un puits était dans l'ombre, le même jour, à la même heure². Le soleil étant très éloigné de la Terre, on peut considérer que ses rayons arrivent parallèlement entre eux sur n'importe quel point de la surface de la Terre. La différence observée entre Syène et Alexandrie peut donc être interprétée comme un effet de la rotondité de la Terre.

a) Faire un schéma de ces observations

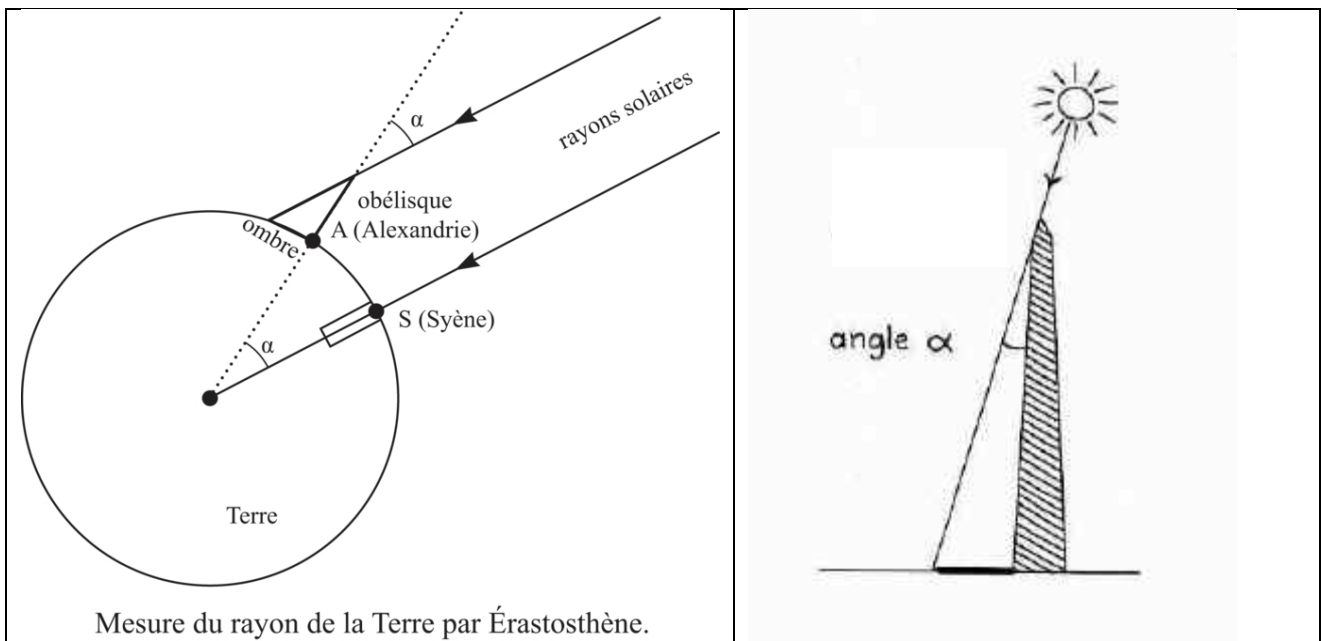


b) Détermination du rayon terrestre

A Alexandrie, le jour du solstice d'été, Eratosthène mesure l'ombre **h** portée d'un obélisque vertical.

- Connaissant la hauteur **H** de l'obélisque, déterminer l'angle α que font les rayons du soleil avec la verticale.
- La distance **d** entre Syène et Alexandrie ayant été mesurée, déduire, par des considérations géométriques, la valeur **R_T** du rayon de la Terre.

AN : d= 796 km, H =10 m, h = 1,263 m.



On exprime la tangente de l'angle α en fonction de la hauteur H de l'obélisque et de la longueur de l'ombre portée h.

$$\tan(\alpha) = h/H$$

$$\text{A.N. : } \alpha = 7,2^\circ = 7,2 \cdot \pi / 180 = 0,126 \text{ radians}$$

On exprime la fraction de circonférence d en fonction de l'angle α (radians) et du rayon R_T.
 $d = R_T \cdot \alpha$

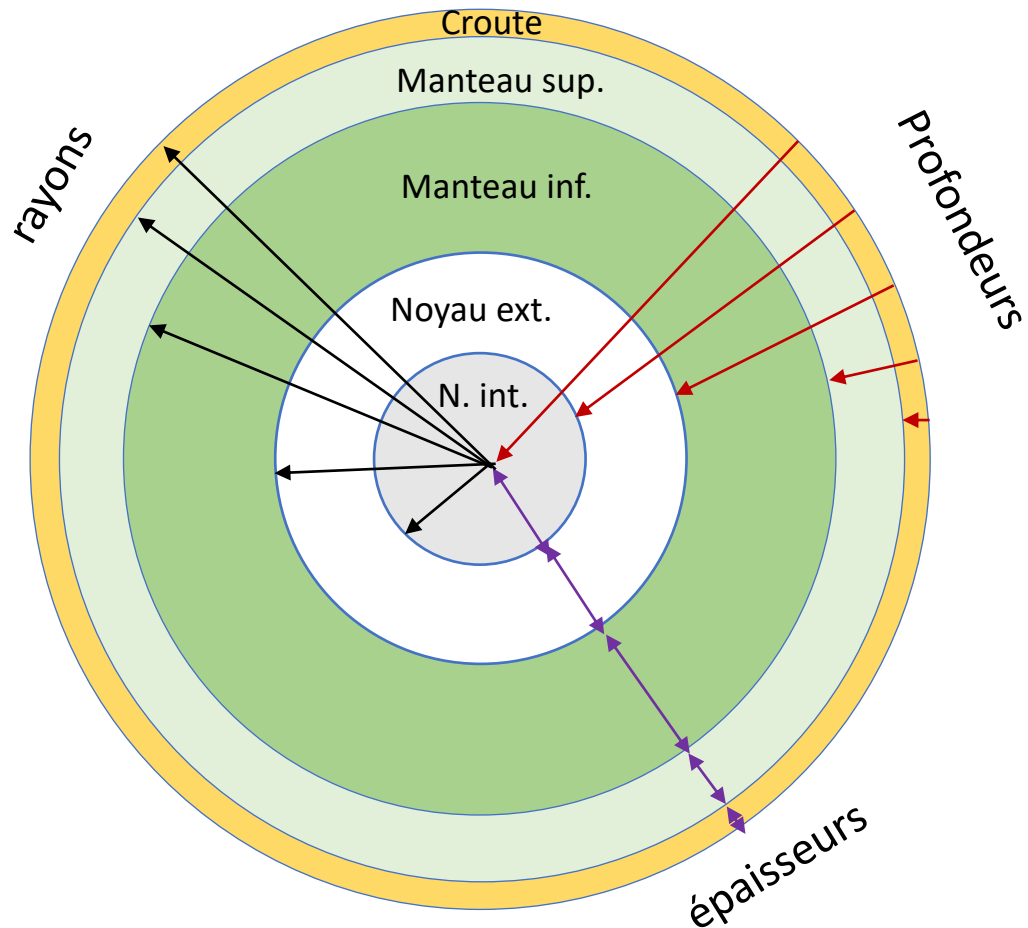
On en déduit le rayon de la Terre :

$$R_T = d / \alpha$$

$$\text{A.N. : } R_T = 796\,000 / 0,126 = 6\,334\,376 \text{ m} = 6\,334 \text{ km}$$

II. Structure interne de la Terre

- Faire un schéma des différentes enveloppes de la Terre en utilisant votre compas. Indiquer la profondeur, l'épaisseur et le rayon de chacune des couches.



(schéma pas à l'échelle)

- Après avoir déterminé l'épaisseur de chacune des enveloppes concentriques de la Terre sur l'un des graphes ci-dessus, calculer leur volume et leur masse en remplissant le tableau suivant.

On utilisera les profondeurs suivantes :

R terre	6370 km
N int / N ext	5100 km
N ext / M inf	2900 km
M inf / M sup	670 km
M sup / croute	30 km

Volume d'une sphère : $\frac{4}{3}\pi R^3$; pour 2 sphères concentriques : $V = \frac{4}{3}\pi R_{\text{ext}}^3 - \frac{4}{3}\pi R_{\text{int}}^3$

Densité : $d = \rho / \rho_{\text{eau}}$; avec $\rho = \text{Masse} / \text{Volume} \rightarrow \text{Masse} = \rho * \text{Volume}$

- Calculer la contribution par rapport à la Terre totale de chaque enveloppe, en volume, en masse et épaisseur.

	Epaisseur (km)	Rayon interne (km)	Rayon externe (km)	Volume (m ³)	Densité	Masse (kg)	% volume	% masse	% épaisseur
Noyau interne	1270	0	1270	8,58E+18	14	1,20E+23	0,79%	2,08%	19,94%
Noyau externe	2200	1270	3470	1,66E+20	10	1,66E+24	15,37%	28,87%	34,54%
Manteau Inférieur	2230	3470	5700	6,01E+20	5	3,00E+24	55,48%	52,10%	35,01%
Manteau Supérieur	640	5700	6340	2,92E+20	3,2	9,34E+23	26,95%	16,19%	10,05%
Croûte	30	6340	6370	1,52E+19	2,85	4,34E+22	1,41%	0,75%	0,47%
Terre totale	6370	0	6370	1,08E+21		5,77E+24	100%	100%	100%

III. Composition chimique de la Terre : exemple du manteau

Le manteau terrestre est composé essentiellement de silicates de fer et de magnésium. Le tableau suivant donne la composition du manteau.

	O	Si	Mg	Fe	Al
% pondéral	44	22	21	8	1.7
Valence	2-	4+	2+	2+	3+
Masse molaire (g.mol ⁻¹)	16	28	24.3	55.8	27
Masse dans le manteau	1,73*10 ²⁴	8,66*10 ²³	8,27*10 ²³	3,15*10 ²³	6,69*10 ²²
Nombre de moles	1,08*10 ²⁶	3,09*10 ²⁵	3,40*10 ²⁵	5,64*10 ²⁴	2,48*10 ²⁴
% pourcentage molaire	60	17	19	3	1

- Connaissant la masse du manteau calculer la masse de chaque élément au sein du manteau.

Masse du manteau : $3,94 \times 10^{24}$ kg d'après résultat ex. II.

Pour O : $((3,94 \times 10^{24}) \times 44) / 100 = 1,73 \times 10^{24}$ kg

- En déduire le pourcentage molaire de chaque élément

Nombre de mole :

Pour O : $N = 1,73 \times 10^{24} / (16 / 1000) = 1,08 \times 10^{26}$ moles

- Donner une formule approximative pour le manteau.

On peut simplifier le % molaire avec : 60% O + 20% Si + 20% Mg,

Soit 3 fois plus de O que de Mg et Si.

Ce qui donne comme minéral dominant : $MgSiO_3$ la Pérovskite

- Vérifier l'électroneutralité.

On a bien : $2^+ + 4^+ + 3 \times 2^- = 0$, l'électro-neutralité est vérifiée.

- Quel est le minéral dominant ?

Ce qui donne comme minéral dominant : $MgSiO_3$ la Pérovskite

- Sachant que le manteau (supérieur et inférieur) est relativement homogène, comment expliquer la discontinuité observée à 670 km de profondeur.

On a à cette profondeur le changement de la structure cristalline de

l'Olivine $(Mg,Fe)_2SiO_4$ due à l'augmentation de la pression en profondeur.