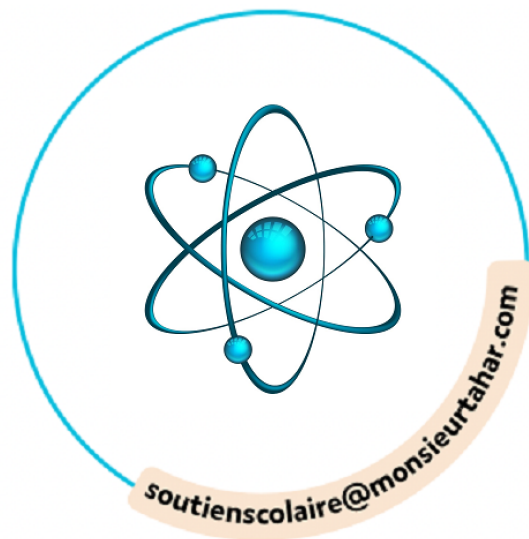


# SVT



## CHAPITRE 6

## Exercices Tester ses connaissances

### QCU

1. La croûte continentale : c. a une densité globalement plus faible que celle de la croûte océanique. 2. La lithosphère est une enveloppe terrestre : d. constituée de la croûte et de la partie rigide du manteau. 3. Le transfert de chaleur au sein du globe terrestre : b. se fait par conduction dans la lithosphère et convection dans le reste du manteau. 4. La température dans le manteau terrestre : b. augmente en fonction de la profondeur.

### 5 Définitions inversées

a. Zone de la surface terrestre où les capteurs sismiques ne réussissent pas à détecter un séisme qui a pourtant eu lieu : zone d'ombre. b. Modèle représentant la structure de la Terre déduit des études sismiques : modèle PREM. c. Évolution de la température en fonction de la profondeur dans le globe terrestre : géotherme. d. Méthode permettant de détecter des anomalies de vitesses des ondes sismiques dans le globe : tomographie sismique.

### 6 Schéma à légender

1. Croûte continentale (solide cassant) - Limite inférieure, appelée Moho, située à 30 km de profondeur en moyenne ; 2. Croûte océanique (solide cassant) - Limite inférieure, appelée Moho, située à 7 km de profondeur en moyenne ; 3. Manteau lithosphérique (solide cassant) ; 4. Lithosphère (solide cassant) - Limite inférieure située à 120 km sous les continents et à 100 km sous les océans ; 5. Asthénosphère (solide ductile) - Limite inférieure située à 700 km de profondeur ; 6. Manteau inférieur (solide ductile) - Limite inférieure située à 2 900 km de profondeur ; 7. Noyau externe (liquide) - Limite inférieure située à 5 100 km de profondeur ; 8. Noyau interne ou graine (solide) - Jusqu'au centre de la Terre située à 6 400 km de profondeur.

### 7 Phrases à construire

a. La vitesse des ondes sismiques se propageant dans les roches dépend de leur température et de leur état physique. b. Dans une couche terrestre, un gradient géothermique élevé indique que la chaleur se dissipe par conduction alors que lorsqu'il est faible, cela indique que la chaleur est évacuée plus efficacement par convection. c. La tomographie sismique est une méthode permettant de mettre en évidence une hétérogénéité thermique, physique et/ou chimique du manteau terrestre.

### 8 Vrai/faux

a. Vrai : la roche est entièrement cristallisée, elle est constituée de minéraux visibles à l'œil nu. b. Faux : au contraire, la vitesse des ondes sismiques est plus faible dans un milieu ductile que dans un milieu de même composition chimique, mais fragile. c. Vrai : en laboratoire, grâce à une enclume à diamant, on peut soumettre un échantillon de fer (constituant majeur du noyau) à des valeurs de pression régnant à la limite manteau/noyau liquide (5 100 km), et chauffer l'échantillon jusqu'à ce qu'il fonde. Cela donne une estimation de la température du noyau à cette profondeur. d. Faux : par conduction, la chaleur se dissipe de proche en proche, sans mouvement de matière et le gradient géothermique est alors élevé.

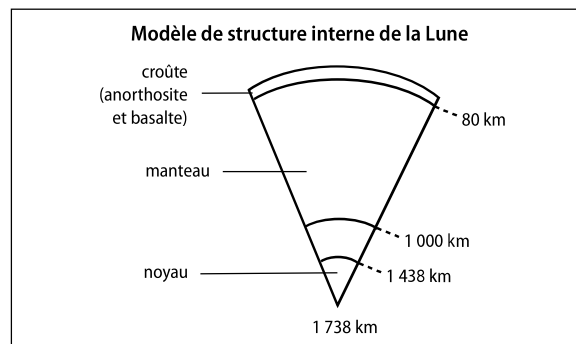
## Exercices Développer ses compétences

### 10 VERS L'ÉCRIT - La structure interne de la Lune

Vers la construction d'un modèle de structure interne de la Lune : La densité moyenne de la Lune est de 5,5, or les roches de surface (anorthosite et basalte) ont des densités variant de 2,6 à 3 (doc.1). Il existerait donc en profondeur des roches à plus forte densité.

Le profil sismique obtenu dans les 1 000 premiers kilomètres de la Lune (doc. 2) montre que la vitesse des ondes augmente rapidement dans les 80 premiers kilomètres. La vitesse reste ensuite globalement constante jusqu'à 1 000 km de profondeur. Ce profil montre ainsi une discontinuité à environ 80 km de profondeur qui pourrait séparer deux enveloppes aux propriétés chimiques et/ou physiques différentes. Ainsi, en profondeur, la vitesse des ondes P, étant d'environ  $7 \text{ km.s}^{-1}$ , indiquerait la présence de roches à plus forte densité que les roches de surface. La densité moyenne de la Lune s'expliquerait aussi par l'existence d'un noyau de 300 km de profondeur qui renfermerait des matériaux très denses.

**Remarque :** le ralentissement de la vitesse des ondes S à environ 1 000 km de profondeur pourrait indiquer un changement d'état des matériaux.



### Comparaison de la structure interne de la Lune avec celle de la Terre :

Il y a des similitudes entre la structure interne de la Lune et celle de la Terre (modèle PREM) : il existe dans les deux cas trois enveloppes principales (croûte, manteau, noyau).

Cependant, l'épaisseur de ces enveloppes est différente. Par exemple, la croûte terrestre est en moyenne de 30 km d'épaisseur, donc moins épaisse que la croûte lunaire, le noyau terrestre constitue une proportion plus grande de la planète.

Certaines roches de la surface lunaire semblent proches des roches terrestres (présence de basaltes en surface, roches de densités voisines aux roches terrestres et permettant des vitesses de propagation des ondes P de  $5$  à  $7 \text{ km.s}^{-1}$  comme dans les granites, basaltes et gabbros terrestres, doc. 3).

Cependant, les roches du manteau semblent différentes : on trouve de la péridotite dans le manteau terrestre (roche dans laquelle la vitesse de propagation des ondes P est de  $8 \text{ km.s}^{-1}$ , doc. 3) alors que les roches du manteau lunaire permettent une propagation des ondes P avec une vitesse de  $7 \text{ km.s}^{-1}$ .

### Questionnement différencié :

1. Repérer les principales discontinuités sismiques mises en évidence par une variation de la vitesse des ondes P ou S dans les 1 000 premiers kilomètres de la Lune.

Voir deuxième paragraphe ci-dessus.

2. Comparer la densité moyenne de la Lune et la densité des roches en surface pour émettre une hypothèse sur la densité des roches en profondeur.

Voir premier paragraphe ci-dessus.

3. Relier la vitesse des ondes P des différentes couches identifiées aux vitesses des ondes P dans les différentes roches pour proposer des hypothèses sur la nature des roches lunaires.

Voir troisième et quatrième paragraphes ci-dessus.

4. Construire un schéma regroupant l'ensemble des données précédentes.

Voir schéma du modèle de structure interne de la Lune ci-dessus.

### 11 Détermination de la densité d'échantillons de roches

a. Calculons la masse volumique des roches A et B en tenant compte des données du tableau du document 2 :  
masse volumique = masse/volume

Pour mesurer le volume d'une roche, on la place dans une éprouvette graduée contenant 300 mL d'eau. Le tableau présente le volume d'eau mesuré dans l'éprouvette après y avoir mis le lot de roches. Ainsi, le volume du lot de roches A est de  $353 - 300 = 53$  mL. De même, le volume du lot de roches B est de 24 mL. Les chiffres du tableau sont donnés en grammes et en millilitres. Nous devons les convertir en kilogrammes et en litres.

masse volumique roche A :

$$(172,2 \times 10^{-3}) / (53 \times 10^{-3}) = 3,25 \text{ kg.L}^{-1}$$

masse volumique roche B :

$$(63,6 \times 10^{-3}) / (24 \times 10^{-3}) = 2,65 \text{ kg.L}^{-1}$$

– La densité des roches A et B correspond au rapport de la masse volumique de ces roches sur la masse volumique de l'eau :  
densité de la roche A = masse volumique de la roche A/masse volumique de l'eau

$$= 3,25/1 = 3,25$$

densité de la roche B = masse volumique de la roche B/masse volumique de l'eau

$$= 2,65/1 = 2,65$$

b. La roche A pourrait correspondre à un gabbro alors que la roche B pourrait correspondre à un gneiss ou à un granite.

c. La vitesse de propagation des ondes sismiques dépend de la densité des matériaux traversés, elle est plus importante lorsque les roches ont des densités plus grandes. Ainsi, les vitesses de propagation des ondes sismiques enregistrées dans l'échantillon A seront plus importantes que celles enregistrées dans l'échantillon B.

## 12 Un panache d'encre pour étudier le transfert de chaleur

a. Lorsque le panache de couleur passe au niveau de la sonde thermométrique, celle-ci enregistre une augmentation de la température, car le panache est constitué de matériaux chauds. En effet, l'encre située au fond du bécher a été réchauffée par la bougie, sa densité a alors diminué et elle est remontée en direction de la surface en transportant de la chaleur.

b. Le mécanisme de transfert de chaleur mis en évidence ici correspond à la convection. En effet, la chaleur est transférée avec mouvement de matière.

c. La convection se produit dans la majeure partie du manteau terrestre (sauf le manteau lithosphérique dans lequel le transfert se fait par conduction).

## 13 Le programme ECORS (Étude Continentale et Océanique par Réflexion et réfraction Sismique)

Voir schéma ci-dessous.

## 14 VERS L'ORAL – Le modèle Kircher

Une des étapes importantes dans la connaissance de la structure du globe est que celui-ci est constitué de plusieurs enveloppes de compositions chimiques différentes (croûte, manteau, noyau). Le modèle d'Athanasius Kircher propose une Terre constituée globalement d'une seule même unité (fond noir sur le schéma). De plus, la majeure partie de la Terre se trouve sous forme solide (d'une manière générale, la propagation des ondes sismiques est possible dans la quasi-totalité du globe). Seul le noyau externe et quelques zones superficielles où se forment des magmas sont liquides. Le modèle d'Athanasius Kircher propose des magmas dans toute l'épaisseur du globe et notamment au centre. Ce n'est pas ce que montrent les études sismiques aboutissant au modèle PREM.

## Exercices



## Tâche complexe

**Document 1 :** Il existe une diversité des météorites.

**Document 2 :** La chimie globale de la Terre est similaire à celle des météorites indifférenciées.

**Document 3 :** La comparaison entre les résultats expérimentaux obtenus en laboratoire et les valeurs obtenues par la sismologie permettent de penser que le manteau doit être riche en minéraux contenant de l'aluminium ; le noyau doit être riche en fer.

**Document 4 :** Origine des météorites, histoire commune avec celle de la Terre.

**Bilan :** Les météorites ont une histoire commune avec celle de la Terre. Les météorites indifférenciées (chondrites) proviennent de corps planétaires qui ont été fragmentés alors qu'ils n'étaient pas différenciés en enveloppes. Elles donnent une bonne estimation de la composition globale de la Terre. Les météorites différenciées proviennent de corps planétaires qui étaient formés d'enveloppes concentriques. Elles donnent une estimation de la composition du manteau ou du noyau. Elles forment les seuls échantillons provenant de zones profondes de corps planétaires et permettent une approche directe de la composition des parties profondes des planètes et donc de la Terre. Il est intéressant de comparer les études en laboratoire (montrant par exemple que le noyau est principalement constitué de fer), et la composition de ces météorites (par exemple, les sidérites, principalement constituées de fer).

Coupe géologique présentant la structure de la région de la Méditerranée au niveau du golfe du Lion selon le trait de coupe indiqué en rouge sur le document 1.

