Corrigé et barème – Structure du globe : croûtes, manteau, noyau

Contrastes entre continents et océans (altitudes, roches, densités), séismes et ondes sismiques, discontinuités et modèle PREM, lithosphère et asthénosphère, gradient et flux géothermiques, conduction et convection, tomographie sismique.

Durée : 120 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Spécialité SVT 1re

Exercice 1 – Mobiliser ses connaissances ★★ *(6 pts)*

a) La vitesse des ondes dépend du milieu ; un changement brutal signale une **discontinuité**, où les ondes sont réfléchies et réfractées. **Moho** (1909) : au-delà d'une certaine distance, des ondes P réfractées, passées dans un milieu plus rapide (≈ 8 km/s contre ≈ 6), arrivent en premier $\rightarrow$ croûte sur manteau, Moho vers 30 km sous les continents, 6 à 7 km sous le plancher océanique. **Noyau** (Gutenberg) : zone d'ombre des ondes P entre 105° et 142°, due à la réfraction vers 2 900 km ; plus d'ondes S directes au-delà de 105° $\rightarrow$ **noyau externe liquide**. **Graine** (Lehmann, 1936) : faibles ondes P dans la zone d'ombre, réfléchies sur un noyau interne, limite vers 5 150 km ; les ondes S s'y propagent (PREM) : graine solide sous l'effet de la pression. Le modèle PREM synthétise vitesses et densité selon la profondeur. Schéma : coupe du globe avec les enveloppes, les profondeurs et des rais sismiques. (3)

b) Un séisme est la libération brutale d'énergie lors de la **rupture de roches soumises à des contraintes**, le long d'une faille ; l'énergie part du foyer en ondes. Les **ondes P** (compression) sont plus rapides que les **ondes S** (cisaillement) : leur écart grandit avec la distance. Avec $\Delta t = t_S - t_P$, on obtient $d = \Delta t \times \dfrac{V_P \times V_S}{V_P - V_S}$. Chaque station donne une distance, donc un cercle ; deux cercles se coupent en deux points ; avec **trois stations**, l'épicentre est à l'intersection des trois cercles. (3)

Piège — Attribuer la zone d'ombre des ondes P au liquide : c'est l'absence d'ondes S qui prouve que le noyau externe est liquide.

Exercice 2 – Une coupe de lithosphère océanique ★★ *(6 pts)*

a) X : $90 - 50 = 40$ cm^3 ; $116 \div 40 = \mathbf{2{,}9} \rightarrow$ microlitique, pyroxènes et plagioclases : un **basalte**, surface de la croûte océanique. Y : $80 - 50 = 30$ cm^3 ; $99 \div 30 = \mathbf{3{,}3} \rightarrow$ riche en olivine : une **péridotite**, du manteau. (1,5)

b) Même magma, refroidissement différent : **rapide** au contact de l'eau de mer pour le basalte (microlites et verre, structure microlitique) ; **lent** en profondeur pour le gabbro (grands cristaux jointifs, structure grenue). (1,5)

c) Aller-retour : $6{,}5 \times 2{,}0 = 13$ km ; $13 \div 2 = \mathbf{6{,}5\ km}$, épaisseur typique d'une croûte océanique. Le **Moho** passe entre les gabbros (croûte) et les péridotites (manteau). (1,5)

d) Croûte continentale : granites, ≈ 30 km, densité $\approx 2{,}7$, jusqu'à ≈ 4 milliards d'années ; croûte océanique : basalte et gabbro, 6 à 7 km, $\approx 2{,}9$ à 3,0, moins de 200 millions d'années. Ce contraste se traduit par une **répartition bimodale des altitudes** : continents vers $+840$ m, fonds océaniques vers $-3\,800$ m ; la croûte épaisse et légère est la plus haute. (1,5)

Méthode — Écho vertical : la durée mesurée est un aller-retour, on divise par 2.

Exercice 3 – Sous un point chaud : un manteau solide et convectif ★★★ *(8 pts)*

a) 0-80 km : $(1\,290 - 10) \div 80 = 1\,280 \div 80 = \mathbf{16\ ^\circ C/km}$. 80-380 km : $(1\,410 - 1\,290) \div 300 = 120 \div 300 = \mathbf{0{,}4\ ^\circ C/km}$. Dans la lithosphère rigide, la chaleur passe par **conduction**, peu efficace : fort gradient. Dessous, le manteau ductile est animé de **convection**, qui transporte efficacement la chaleur et homogénéise la température : gradient très faible. (2)

b) V_S baisse de 4,55 à 4,36 km/s mais ne s'annule pas : les ondes S, arrêtées par les liquides, traversent $\rightarrow$ manteau **solide**. C'est la **zone de faible vitesse** : la température y frôle le début de fusion de la péridotite, une fusion partielle de moins de 1 % la rend moins rigide. La base de la lithosphère est au sommet de cette zone, vers **80 à 100 km**, là où la température atteint $\approx 1\,300\ ^\circ$C (1 290 $^\circ$C à 80 km). (2)

c) Point chaud : $(4{,}29 - 4{,}40) \div 4{,}40 \times 100 = -0{,}11 \div 4{,}40 \times 100 = \mathbf{-2{,}5\ \%} \rightarrow$ ondes plus lentes, manteau **plus chaud**. Craton : $(4{,}51 - 4{,}40) \div 4{,}40 \times 100 = 0{,}11 \div 4{,}40 \times 100 = \mathbf{+2{,}5\ \%} \rightarrow$ ondes plus rapides, **plus froid** (lithosphère épaisse). Écarts faibles : quelques pour cent. (2)

d) Le manteau est solide mais ductile et chaud : il **convecte** lentement. Sous le point chaud, de la matière chaude, moins dense, monte (anomalie lente) ; sous le craton, la roche froide est plus dense (anomalie rapide) : ce sont des hétérogénéités thermiques du manteau. Cette convection, efficace, explique le gradient très faible sous la lithosphère, qui ne transmet la chaleur que par conduction. (2)

Piège — Une anomalie lente ne veut pas dire « fondu » : les ondes S passent toujours.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).