Corrigé et barème – Convergence : subduction, magmatisme et collision

Marqueurs de la subduction (fosse, plan de Wadati-Benioff, flux géothermique, tomographie), densité de la lithosphère océanique et convection, métamorphisme et déshydratation de la plaque plongeante, magmatisme de la plaque chevauchante, collision, raccourcissement et épaississement crustal.

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

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

a) Près de la dorsale, l'eau de mer circule dans la croûte océanique : le gabbro devient un métagabbro à minéraux hydratés (chlorite, actinote), du faciès schistes verts. En subduction, la plaque s'enfonce vite et se réchauffe lentement : métamorphisme **HP-BT** à l'état solide, schistes bleus (glaucophane) puis éclogite (grenat, jadéite, minéraux anhydres). Ces réactions **libèrent de l'eau**, qui monte dans le **coin de manteau** de la plaque chevauchante et **abaisse le solidus** de la péridotite : le géotherme le dépasse, la péridotite fond **partiellement**, vers 100 km de profondeur de la plaque. Le magma, riche en eau, remonte : volcanisme explosif (andésites, rhyolites, structure microlitique) et plutons (granodiorites, granites, structure grenue), à minéraux hydroxylés (hornblende, biotite). Schéma : fosse, plaque plongeante et foyers du plan de Wadati-Benioff, eau libérée, coin de manteau qui fond, arc volcanique et pluton. (3)

b) Quand l'océan a disparu par subduction, deux lithosphères continentales se rencontrent ; leurs croûtes, épaisses et peu denses ($\approx 2{,}7$), ont **la même densité** : aucune ne plonge durablement. La convergence se poursuit par un **raccourcissement** horizontal et un **empilement** d'écailles : la croûte s'**épaissit** (≈ 30 km $\rightarrow$ 50-55 km sous les Alpes, environ 70 km sous le Tibet) et forme une racine crustale, visible sur les profils ECORS. Témoins, à toutes les échelles : **plis** (jusqu'aux plis couchés), **failles inverses**, **chevauchements** (failles inverses à faible pendage, superpositions anormales), **nappes de charriage** déplacées sur des dizaines de kilomètres. Exemple : l'Himalaya absorbe aujourd'hui environ 2 cm par an de convergence. (3)

Piège — Faire fondre la plaque plongeante : elle fournit l'eau, c'est le coin de manteau de la plaque chevauchante qui fond.

Exercice 2 – Une plaque jeune qui plonge ★★ *(6 pts)*

a) D'un foyer au suivant : $\Delta d = 100$ km, $\Delta p = 50$ km ; le rapport $\Delta p \div \Delta d$ vaut toujours 0,50 : les foyers sont alignés sur un plan incliné, le **plan de Wadati-Benioff**. $\tan\theta = 0{,}50$, donc $\theta \approx \mathbf{26{,}6}^\circ$. (1,5)

b) Depuis le foyer à (50 ; 25), il faut descendre de 75 km ; à raison de 50 km de profondeur pour 100 km de distance, cela demande 150 km : $50 + 150 = \mathbf{200\ km}$ de la fosse. (1,5)

c) $\rho = (7 \times 2{,}9 + 25 \times 3{,}3) \div 32 = (20{,}3 + 82{,}5) \div 32 = 102{,}8 \div 32 \approx \mathbf{3{,}21}$, moins que l'asthénosphère (3,25) : à elle seule, cette jeune lithosphère n'est pas en déséquilibre gravitaire. (1,5)

d) La partie déjà plongée s'est transformée en **éclogite**, plus dense ($\approx 3{,}5$) que le manteau ($\approx 3{,}3$) : elle tire le reste de la plaque (**traction**). Le métamorphisme qui densifie la plaque entretient donc la subduction, même pour une lithosphère jeune. (1,5)

Méthode — Densité moyenne : chaque densité est multipliée par l'épaisseur de sa couche, puis on divise par l'épaisseur totale.

Exercice 3 – Du métagabbro aux laves de l'arc ★★★ *(8 pts)*

a) A : chlorite + actinote → **schistes verts** ; B : glaucophane → **schistes bleus** ; C : grenat + jadéite → **éclogite**. Profondeur de C : $2{,}0 \times 33 = \mathbf{66\ km}$; gradient : $600 \div 66 \approx \mathbf{9\ ^\circ C/km}$, plus de trois fois moins que 30 °C/km : métamorphisme de **haute pression et basse température**, à l'état solide (reliques), celui d'une plaque froide qui s'enfonce plus vite qu'elle ne se réchauffe. (2)

b) De A à C, les minéraux hydratés (chlorite, actinote, puis glaucophane) sont remplacés par des minéraux anhydres (grenat, jadéite) : chlorite + plagioclase → glaucophane + H_2O, puis glaucophane + plagioclase → grenat + jadéite + H_2O. Teneurs : 35 kg d'eau par tonne pour A, 5 kg pour C : **30 kg** d'eau libérés par tonne, soit $30 \div 35 \approx 86\ \%$ de l'eau initiale. (2)

c) À 60 km, 800 °C < 1 030 °C : même hydraté, le manteau reste solide. À 90 km, 1 050 °C > 1 000 °C : le manteau **hydraté** fond partiellement ; sec, il resterait solide (1 050 °C < 1 450 °C, il manquerait 400 °C). La fusion n'est donc possible, vers **90 km**, que parce que l'eau abaisse le solidus. (2)

d) La croûte océanique, hydratée à la dorsale (A), se transforme en plongeant (B, C) et libère son eau. Cette eau monte dans le coin de manteau de la plaque chevauchante, abaisse son solidus et provoque sa **fusion partielle**. Le magma, **riche en eau**, remonte : il donne des éruptions **explosives** (rhyolites) et des plutons (granodiorites) dont la biotite et la hornblende, hydroxylées, gardent la trace de cette eau. Ce n'est pas la plaque plongeante qui fond : elle fournit l'eau. (2)

Piège — Conclure que C a fondu : grenat et jadéite se sont formés à l'état solide, les reliques de glaucophane le prouvent.

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).