



AMÉRIQUE DU NORD - 2019

SVT SPÉCIALITÉ

PARTIE 1

Le magmatisme en zone de subduction

Expliquer la production de croûte continentale au niveau d'une zone de subduction.

Introduction

Les zones de subduction sont des zones de convergence entre 2 lithosphères, soit océanique/océanique, soit, le plus souvent, océanique/continentale. L'une des lithosphères va plonger sous l'autre ; celle qui sera la plus âgée, la plus hydratée et donc la plus dense. Ce phénomène provoque des séismes pouvant être profonds en suivant le plan Wadati-Benioff, de plus suite à des changements de pression et de température, il y a une métamorphisation des gabbros.

Nous pouvons nous demander comment la lithosphère plongeant dans le manteau, est-elle à l'origine de la production de croûte continentale ?

Pour répondre à cela nous allons tout d'abord montrer le devenir de la lithosphère dans le manteau, puis nous expliquerons ses transformations pour remonter sous forme de croûte continentale grâce au volcanisme.

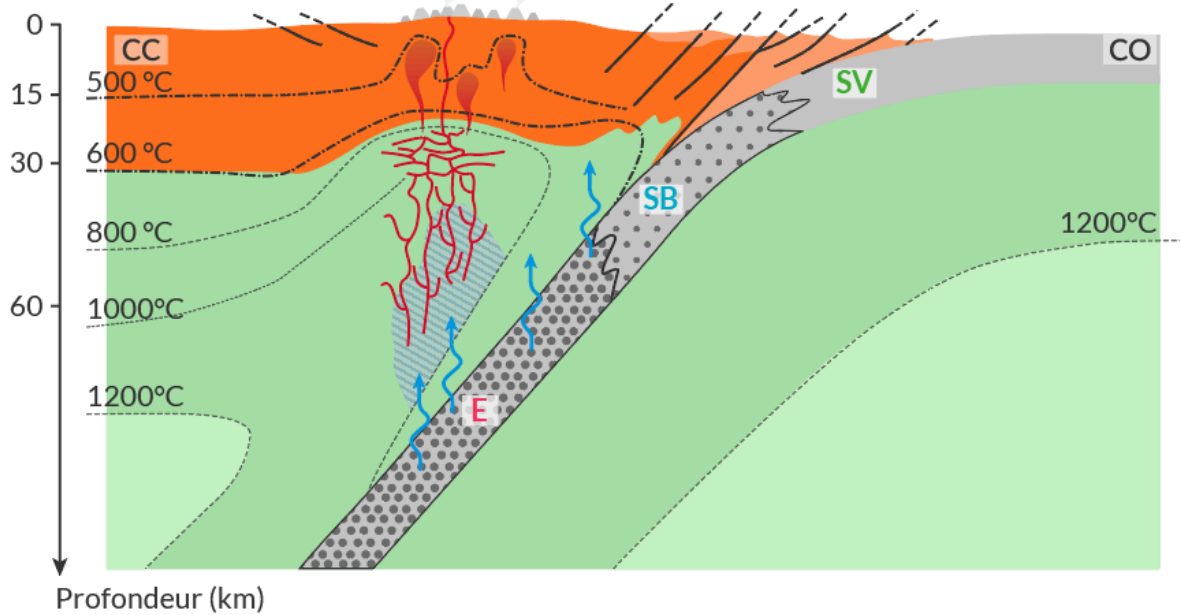
I) Le devenir de la lithosphère dans le manteau.

Les roches de la lithosphère océanique plongeante ont des cristaux hydratés comme la chlorite, qui, suite à des modifications de pression et de température, forme des roches à faciès particulier typique de la zone de subduction (ex : schiste vert). Suite aux mouvements de convergence, la roche continue de plonger, entraînant une augmentation de la pression et de la température, qui provoque un métamorphisme des gabbros les transformant ainsi en schistes bleus puis en éclogites. Ces transformations vont progressivement déshydrater la roche, l'eau migre de la plaque plongeante à la plaque chevauchante. Cette hydratation du manteau continental entraîne une baisse de la température de fusion de la lithosphère causant ainsi la fusion partielle du manteau et donc un nouveau magma. Ce dernier est constitué des mêmes minéraux que les basaltes et gabbros puisqu'il s'agit de péridotite (*roche du manteau*). Ce magma va remonter en surface car sa température est plus élevée que celle des roches alentour et il sera également moins dense.

II) Le volcanisme à l'origine de la croûte continentale.

La composition minérale de ce magma va se modifier en fonction de son refroidissement progressif ; il va d'abord cristalliser les minéraux les plus pauvres en silice, rendant le magma restant plus riche en silice. Mais le magma peut aussi s'enrichir en silice en faisant fondre les matériaux environnants de croûte continentale. Cela entraîne donc la formation de roches en profondeur avec plus ou moins de silice. On obtient des roches magmatiques plutoniques à texture grenue comme du granite ou de la diorite. Lorsque le magma arrive en surface, il refroidit instantanément, produisant ainsi une roche magmatique volcanique à texture microlithique comme la rhyolite ou andésite. Ces 4 roches ont en commun d'avoir des minéraux riches en silice (feldspaths, micas, pyroxène, amphibole, quartz).

La formation de magma dans la lithosphère continentale au niveau des zones de subduction est responsable de la formation de croûte continentale, on parle alors d'accrétion continentale puisqu'il s'agit d'apports de matériaux du manteau vers la croûte. Cette accrétion n'est pas constante et dépend des mouvements de convergence au niveau de la zone de subduction, aujourd'hui elle permet d'équilibrer la perte de la croûte par l'érosion, la surface totale de croûte continentale sur Terre reste donc stable.



Légende

- | | | | |
|-----------|-----------------------------|--|---|
| | Volcanisme | | Magma |
| | Magma de roches plutoniques | | Roche sédimentaire (prisme d'accrétion) |
| SV | Faciès schistes verts | | Zone de fusion partielle |
| SB | Faciès schistes bleus | | Manteau lithosphérique |
| E | Faciès éclogites | | Manteau asthénosphérique |
| CO | Croûte océanique | | H ₂ O |
| CC | Croûte continentale | | |

Schéma de la formation de croûte continentale au niveau d'une zone de subduction.

Conclusion

Nous avons vu que les zones de subduction entraînaient du matériel dans l'asthénosphère et que les contraintes de compression produisaient une métamorphisation des gabbros. Cette métamorphisation provoque l'hydratation de la roche environnante faisant ainsi baisser la température de fusion de la lithosphère.

Une fois le manteau en fusion partielle, le magma va progressivement remonter en surface en se chargeant de silice. Soit il refroidit en profondeur formant des roches à texture grenue comme du granite ou de la diorite, soit il refroidit en surface formant des roches à texture microlithique comme l'andésite ou la rhyolite. Ces 4 roches sont des roches formant la croûte continentale.

Après avoir vu le devenir de la lithosphère en zone de subduction, nous pouvons nous demander ce qui est à l'origine de ce mouvement de convergence.

PARTIE 2

Exercice 1 - Génétique et évolution

Montrer que la transmission du comportement de pêche *lobtail feeding* chez les baleines à bosse est uniquement due à un apprentissage.

Dans le Golfe du Maine aux États-Unis, on retrouve des baleines à bosse qui semble avoir la même méthode de chasse, le *lobtail feeding*. Cela consiste à frapper la surface de l'eau violemment avec sa queue avant de plonger, provoquant ainsi un rideau de bulles qui regroupe les poissons, facilitant ainsi fortement leur capture.

D'après le document 1 on observe une augmentation de la population de baleine ayant adopté le comportement de chasse *lobtail feeding*. Cette augmentation se fait depuis 1979, date à laquelle les harengs ont disparu du Golfe du Maine. Les harengs étaient alors la nourriture principale des baleines à bosse, depuis elles consomment des lançons, mais ces proies sont plus difficiles à capturer. On peut se demander d'où vient ce comportement de chasse chez les baleines à bosse, est-ce innée, et ce comportement se transmet de génération en génération, ou acquis, et dans ce cas le comportement est adopté par apprentissage auprès des congénères ?

En comparant le taux d'apprentissage du comportement de *lobtail feeding* chez des baleines dont la mère a ce comportement, face aux baleines dont la mère n'a jamais eu ce comportement, on n'observe aucune différence. Cela prouve que ce comportement n'est pas inné, il n'est pas transmis de génération en génération. En revanche quand on observe le taux d'apprentissage de *lobtail feeding* chez des baleines observées dans le Golfe du Maine on voit qu'il atteint les 1.8 UA, alors qu'il n'est que de 1 U.A chez des baleines n'ayant jamais été observées dans le Golfe. Cela laisse à penser que l'apprentissage se fait au sein du Golfe du Maine. Le document 3 nous

montre les interactions sociales qu'il peut y avoir entre les baleines à bosse. On constate que les baleines situées au centre du graphique sont celles qui ont le plus de liens sociaux, mais ce sont également celles qui ont adopté le comportement de *lobtail feeding*.

Cela nous laisse donc supposer que ce comportement a été acquis dans le Golfe du Maine, suite à un apprentissage lié aux différentes interactions sociales entre les baleines à bosse.

Exercice 2 – Énergie et cellule vivante

Montrer que les produits synthétisés lors de la phase photochimique sont nécessaires au déroulement de la phase chimique de la photosynthèse.

Introduction

Les végétaux réalisent la photosynthèse pour produire de la matière organique (glucides) à partir de matière minérale (eau, CO₂, soleil). La photosynthèse se déroule dans certains organites des cellules végétales : les chloroplastes. Ils sont constitués d'une membrane externe et interne, à l'intérieur on trouve le stroma et de nombreux éléments : les thylakoïdes. Ces derniers peuvent être empilés pour former des granums.

Comment les produits de la phase photochimique sont-ils utilisés pour la phase chimique de la photosynthèse ?

Pour répondre à cela nous allons commencer par exposer la mise en place de la phase photochimique dans les chloroplastes, puis nous ferons le lien entre cette phase et la phase chimique de la photosynthèse.

Développement

Lorsqu'on mesure la quantité de CO₂ incorporée par des cellules de chlorelles (doc 1), on voit qu'à la lumière cette quantité est importante, alors qu'à l'obscurité elle va diminuer fortement jusqu'à être à zéro. Cela montre que l'absorption de CO₂ ne se fait qu'à la lumière, il faut donc de la lumière pour faire la photosynthèse. Nous

cherchons à comprendre quel est l'élément du chloroplaste qui permet de faire de la photosynthèse.

Dans le doc 2, on réalise 4 expériences pour savoir si le stroma et/ou des thylakoïdes est responsable de l'absorption de CO₂. Pour suivre ce gaz au sein de l'organite, on marque radioactivement le carbone (C¹⁴) et on mesure sa quantité dans les thylakoïdes et le stroma. Pour la 1^{ère} expérience, il n'y a pas de C¹⁴ et les thylakoïdes seuls, étaient placés à la lumière avec du CO₂. Dans la 2^{ème} expérience, il y a 4000cps/min, c'est un faible résultat pour le stroma seul, à l'obscurité et avec du CO₂. Dans la 3^{ème} expérience, il y a 96000cps/min, c'est très important comparé aux autres résultats, là on avait mis le même stroma que l'expérience 2 mais avec des thylakoïdes qui ont été exposés à la lumière. La 4^{ème} expérience présente quasiment les mêmes résultats (97000cps/min) mais cette fois les thylakoïdes ont été remplacés par du RH₂ (molécule apportant de l'hydrogène) et de l'ATP (molécule fournissant de l'énergie). Les résultats similaires pour les deux dernières expériences montrent que les thylakoïdes ayant été à la lumière apporte l'équivalent du RH₂ et de l'ATP en phase photochimique. Ces molécules seront utilisées par le stroma pour augmenter l'absorption de CO₂.

Dans l'expérience de Hill, on constate qu'à l'obscurité la concentration en O₂ dans les thylakoïdes diminue (de 210 à 202 μmol/L). Lorsqu'on rajoute du réactif de Hill, la concentration en O₂ à la lumière augmente considérablement passant de 202 à 250 μmol/L, à l'obscurité elle diminuera légèrement, mais à sa remise en lumière elle va continuer d'augmenter jusqu'à atteindre 280 μmol/L. Selon la réaction d'oxydoréduction : $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{R} \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{RH}_2$ en présence de lumière, le réactif de Hill, étant un accepteur d'électrons (de type R), va accélérer la réaction de base dans les thylakoïdes. Le doc 4 ajoute des informations car si on ajoute de l'ADP + Pi dans un bioréacteur avec des thylakoïdes, on constate instantanément une augmentation de la concentration en O₂ (de 40 à 75%) et une augmentation de la concentration en ATP (de 1 à 1.5 U.A). Si la concentration d'O₂ augmente, d'après l'équation, cela signifie que la réaction d'oxydoréduction est importante. La phase photochimique consiste à convertir l'énergie lumineuse en énergie chimique, cette dernière permettant la réaction d'oxydoréduction et la synthèse d'ATP.

Dans le stroma, il y a une phase chimique qui se met en place suivant le cycle de Calvin ; le CO_2 se fixe sur un accepteur (Ru-BP) qu'il va falloir reformer à la fin du cycle pour refixer du CO_2 à nouveau. Pour cela, CO_2 se transforme en APG, puis en Triose phosphate, mais pour former ce dernier il va avoir besoin d'ATP et de l'hydrogène apporté par RH2. Ces mêmes molécules formées dans les thylakoïdes suite à la phase photochimique. Le cycle de Calvin ne peut se faire sans ATP et RH2, la phase chimique est donc totalement dépendante de la phase photochimique.

Conclusion

La phase photochimique se déroule dans les thylakoïdes et permet la synthèse d'ATP et de $\text{RH}_2 + \text{O}_2$, ces molécules sont indispensables au stroma pour réaliser la phase chimique et fixer le CO_2 . L'ensemble de ces 2 phases permet donc au chloroplaste de faire la photosynthèse et l'ensemble des chloroplastes d'une cellule végétale vont pouvoir fixer le CO_2 et produire leur matière organique (glucides).