



AMÉRIQUE DU NORD - 2019

SVT OBLIGATOIRE

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.

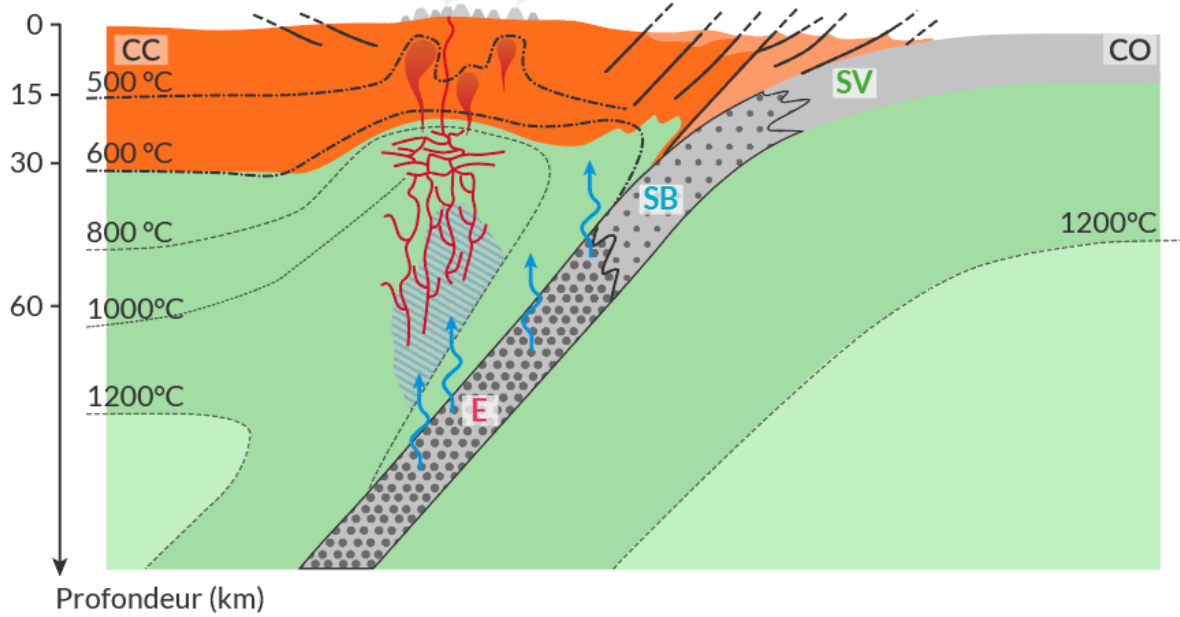
I) Le devenir de la lithosphère dans le manteau.

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 – Génétique et évolution

À partir de l'étude de documents et des connaissances, présenter les arguments en faveur d'une coévolution entre *Centropogon nigricans* et *Anoura fistulata*.

Introduction

La *Centropogon nigricans* est une fleur d'Amérique du Sud, présente sur les versants de la Cordillère des Andes au niveau de l'Equateur. Ses pétales forment une corolle assez longue (7.5cm) avec du nectar dans le fond et elle est pollinisée par une espèce de chauve-souris *Anoura fistulata*.

Quels sont les arguments qui permettent de montrer que ces 2 espèces ont évolué conjointement ?

Nous présenterons l'organisation de la fleur *Centropogon nigricans*, puis nous observerons les caractéristiques de plusieurs pollinisateurs pour expliquer leur adaptation aux différents végétaux.

Développement

Tout d'abord, observons l'organisation de la fleur : ses pétales forment une longue corolle au fond de laquelle se trouve du nectar. Ce dernier sert à attirer les pollinisateurs qui s'en nourrissent car riche en sucre. Le pistil et les étamines dépassent à l'extérieur de la corolle (doc 1), cela permet de recouvrir de pollen la tête de la chauve-souris qui viendra se nourrir dans la fleur. Les végétaux ne pouvant se déplacer, sont contraints de trouver des astuces pour se reproduire, ils doivent donc attirer les

animaux pour qu'ils transportent le pollen d'une fleur à l'autre, permettant ainsi une fécondation. Le nectar produit par la fleur ne lui sert donc qu'à attirer les pollinisateurs, il faut en retour que ce coût énergétique lui soit rentable, il doit donc faciliter la pollinisation.

Lorsqu'on observe l'efficacité de la pollinisation entre *Centropogon nigricans* et *Anoura fistulata* on constate qu'elle est différente, même entre des chauves-souris d'une même espèce (doc 2). En effet, seul un des quatre individus transporte et dépose plus de 300 U.A de pollen, les autres transportant et déposant entre 120 et 220 U.A de pollen. On observe également qu'il y a plus de pollens transportés et déposés lorsque les corolles sont de tailles normales par rapport aux fleurs où les corolles ont été raccourcies. Cela montre que la taille de la langue de la chauve-souris et la taille des corolles semblent liées pour permettre une pollinisation efficace.

En faisant quelques analyses sur des individus du genre *Anoura* (doc 3a), on constate que les différentes espèces se nourrissant de nectar ne le consomment pas chez les mêmes végétaux (pas les mêmes pollens sur la tête). Nous pouvons supposer que cela est lié à la taille de leur langue ; si leur langue est courte, elles ne pourront pas se nourrir du nectar des fleurs ayant une longue corolle car elles n'atteindront pas le fond. A l'inverse, si leur langue est très grande, elles peuvent se nourrir dans des corolles plus ou moins grandes, mais là c'est pour le végétal que cela n'est plus intéressant : si la chauve-souris n'a pas sa tête à la base de la corolle, elle ne touche pas les étamines et ne transportera donc pas de pollen. La plante aura donc produit du nectar pour rien. D'ailleurs d'après le doc 3b, les chauves-souris *Anoura caudifer* et *Anoura geoffroyi* ne peuvent polliniser qu'une variété de fleur : *Burmeistera*. Cette espèce possède une corolle de 1.5cm ce qui est parfait pour leur petite langue de 3cm. En revanche, *Anoura fistulata* avec sa longue langue (8cm) peut polliniser 4 végétaux différents dont les tailles de corolle varient de 4.5cm pour *Meriana* à 7.5cm pour *Centropogon nigricans*. Cette dernière, ayant une corolle très longue, va nécessairement avoir besoin d'un pollinisateur avec une longue langue, cela restreint fortement le nombre de possibilités.

On sait que *Centropogon nigricans* est une plante endémique d'Amérique du Sud sur les versants de la Cordillère des Andes proche de l'Equateur. Il faut donc un pollinisateur qui vive au même endroit et qui soit adapté pour venir chercher le nectar dans sa longue corolle. Parmi les espèces de chauves-souris précédentes, seule une

pouvait le faire : *Anoura fistulata*. Sur la carte du doc 4, on observe que la répartition des chauves-souris *Anoura fistulata* se fait également sur les versants de la Cordillère des Andes au-delà de 1000m d'altitude. Cela signifie donc que ces 2 espèces vivent au même endroit.

Conclusion

Nous avons vu que la fleur de *Centropogon nigricans* possède une organisation particulière qui lui confère une corolle très longue, ne permettant pas à tous les pollinisateurs de venir récupérer son nectar et en retour de transporter son pollen sur d'autres fleurs. Cependant il existe une espèce de chauve-souris (*Anoura fistulata*) qui, ayant une langue très longue, pouvant aller au fond de la corolle se nourrir du nectar tout en ayant la tête sous les étamines et transporter ainsi le pollen de fleur en fleur.

On remarque que la langue d'*Anoura fistulata* est particulièrement bien adaptée à la corolle de *Centropogon nigricans*. Cela nous laisse donc penser que soit la corolle de *Centropogon nigricans* s'est développée au fur et à mesure du temps et qu'en parallèle, la langue d'*Anoura fistulata* s'est également développée pour continuer à accéder au pollen. Soit la langue d'*Anoura fistulata* s'est développée en premier et *Centropogon nigricans* ayant besoin d'un pollinisateur à adapter sa corolle en l'allongeant progressivement. Dans les deux cas cela montre une coévolution entre *Centropogon nigricans* et *Anoura fistulata*.