

Corrigé du bac 2019 : SVT spécialité Série S – Centres Etrangers Afrique

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2019

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

Série S

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

Durée de l'épreuve : 3h30

Coefficient : 8

L'usage de la calculatrice n'est pas autorisé.

Correction proposée par un professeur de SVT pour le site
www.sujetdebac.fr

Partie I

Le magmatisme des zones de subduction (8 points)

Une zone de subduction est une région de la planète, où une plaque lithosphérique océanique s'enfonce dans l'asthénosphère, sous une autre plaque dont la croûte peut être océanique ou continentale. Au niveau de ces régions, on observe une forte activité magmatique sur la plaque chevauchante, avec mise en place de roches volcaniques telles les andésites ou de roches plutoniques telles les granitoïdes. Par ailleurs, certaines régions du globe bordées par des zones de subduction, telle le Guatemala en Amérique Centrale, utilise les caractéristiques magmatiques de ces zones de subduction pour produire de l'énergie géothermique.

Comment expliquer le magmatisme de ces régions, et comment ces régions sont-elles favorables pour produire de l'énergie géothermique ?

Nous verrons tout d'abord l'origine du magmatisme d'une zone de subduction comme au Guatemala, puis pourquoi c'est un lieu favorable à l'exploitation géothermique.

I) L'origine du magmatisme dans une zone de subduction

a) Origine du magma

Les zones de subduction font l'objet d'un volcanisme explosif important. Cette explosivité est liée à la richesse en silice du magma, ce qui en fait un magma visqueux qui laisse difficilement échapper les gaz dont de l'eau. Les roches magmatiques volcaniques de ces zones sont principalement des andésites et des rhyolites.

Une très grande partie du magma est à l'origine de granitoïdes, roches plutoniques.

Ces deux types de roches ont une même origine : le refroidissement et la cristallisation d'un même magma. Ce magma est issu de la fusion partielle de la péridotite du manteau supérieur de la plaque chevauchante. Or la péridotite est une roche solide à cette profondeur dans le manteau, anhydre et pauvre en silice.

Comment expliquer la présence d'eau dans le magma et la fusion partielle de la péridotite ?

A la profondeur où sont produits ces magmas (entre 100 et 140 km de profondeur), la température est insuffisante pour faire fondre même

partiellement des péridotites anhydres, alors que la température est suffisante pour faire fondre des péridotites hydratées.

Il a donc fallu une hydratation du manteau supérieur de la plaque chevauchante. L'eau provient de la plaque subduite.

En effet, la plaque océanique, et en particulier la croûte océanique, a subi lors de l'expansion océanique un métamorphisme hydrothermal. Ainsi, les roches contiennent des minéraux hydroxylés. Mais au cours de la subduction, les roches sont soumises à de nouvelles conditions de pression et température, et elles vont donc subir un nouveau métamorphisme haute pression et basse température (HP-BT). Ainsi, de nouveaux minéraux se forment, mais de plus en plus pauvres en eau et donc de nouvelles roches : schistes bleus puis éclogite. L'eau percole dans le manteau supérieur et hydrate la péridotite. Cela a pour conséquence un abaissement de la température de fusion partielle.

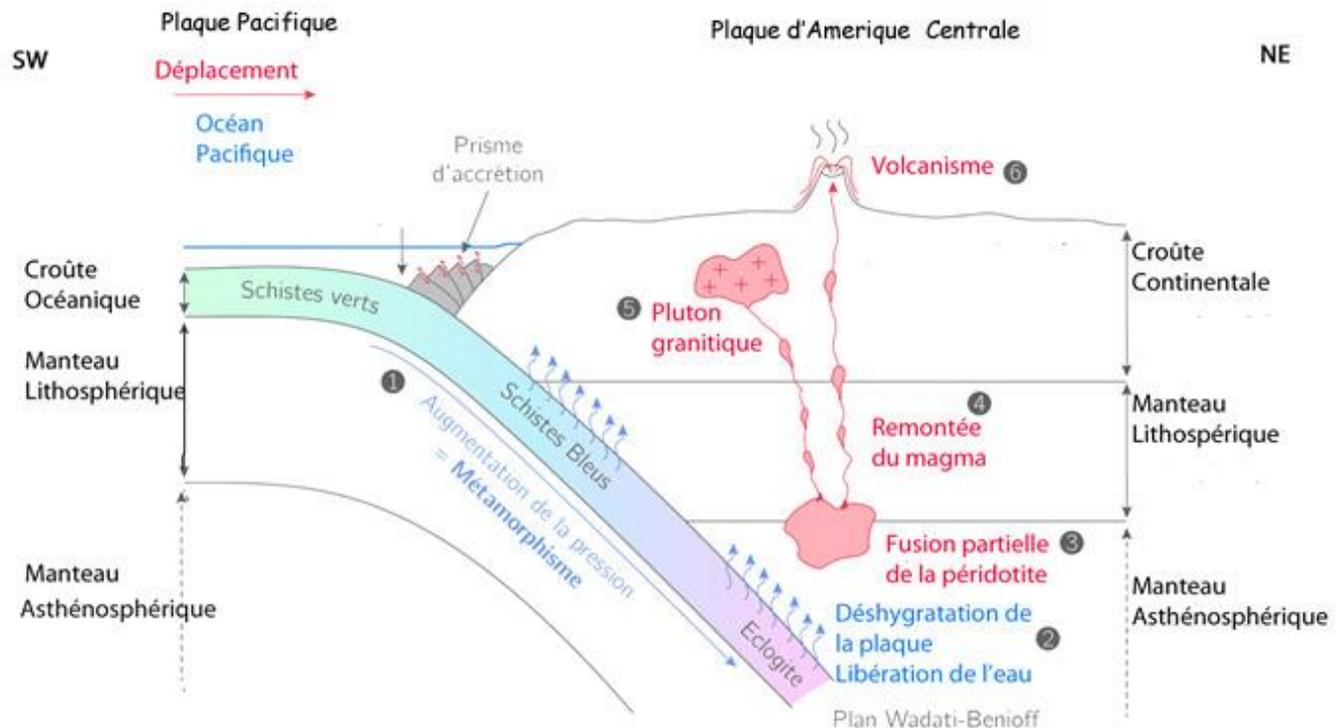
b) La mise en place des roches magmatiques

Le magma formé à partir de la péridotite mantellique va monter dans la plaque chevauchante et donc dans la croûte.

Les andésites ont une structure microlitique qui témoigne d'un refroidissement rapide du magma et donc en surface. Ainsi, le magma issu du manteau a pu remonter jusqu'à la surface grâce à des failles. Sous le volcan, le magma est stocké dans une chambre magmatique.

Les granitoïdes proviennent du même magma, mais qui n'a pas atteint la surface. Il a formé des poches de magma, ou plutons, qui ont refroidi très lentement à plusieurs milliers de mètres de profondeur. La roche issue de ce refroidissement est entièrement cristallisée. Elle a une structure grenue. Ces roches ne seront visibles en surface qu'après érosion de toute la croûte qui se trouve au-dessus du pluton, c'est-à-dire plusieurs milliers de mètres.

Schéma de l'origine des roches magmatiques en zone de subduction :



II) Le magmatisme et la géothermie

La montée du magma chaud dans la croûte continentale plus froide va créer des poches de matériaux chauds. Au niveau de cette région, on peut mesurer une anomalie thermique positive, et un flux géothermique élevé dans ces régions volcaniques, en relation avec la montée du magma d'origine profonde, et donc au transfert important de chaleur d'origine profonde vers la surface. On peut alors exploiter cette énergie pour produire de l'énergie, soit en convertissant directement cette chaleur en électricité (géothermie à moyenne ou haute énergie), soit en utilisant directement la chaleur (géothermie très basse énergie). Le Guatemala pourrait ainsi augmenter sa part d'énergie géothermique dans sa production énergétique globale.

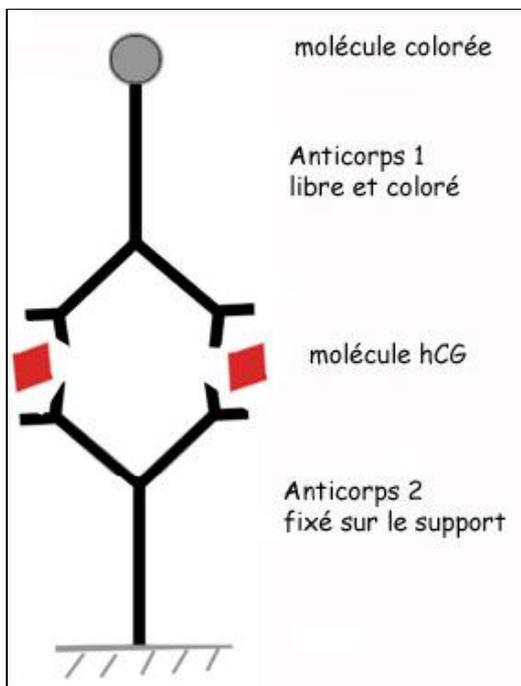
Conclusion

Ainsi, le contexte de subduction est à l'origine de nouvelles roches au niveau de la plaque chevauchante, et en particulier si celle-ci a une croûte continentale. Ce magmatisme est donc à l'origine d'une accrétion continentale.

Les andésites et les granitoïdes sont issus d'un même magma, provenant de la fusion partielle de la péridotite par apport d'eau issu de la planque océanique subduite qui a subi une déshydratation. Cet apport d'eau abaisse la température de fusion de la péridotite, ce qui explique la localisation géographique de ces roches en lien avec le contexte de subduction. Cette montée de magma dans la croute correspond aussi à un transfert d'énergie d'origine profonde vers la surface. Cette chaleur peut être en partie récupérée pour produire de l'électricité. Les zones de subduction sont donc des régions favorables au développement des exploitations géothermiques.

Partie II – Exercice 1 L'immunité adaptative (3 points)

Les résultats obtenus dans la fenêtre test :

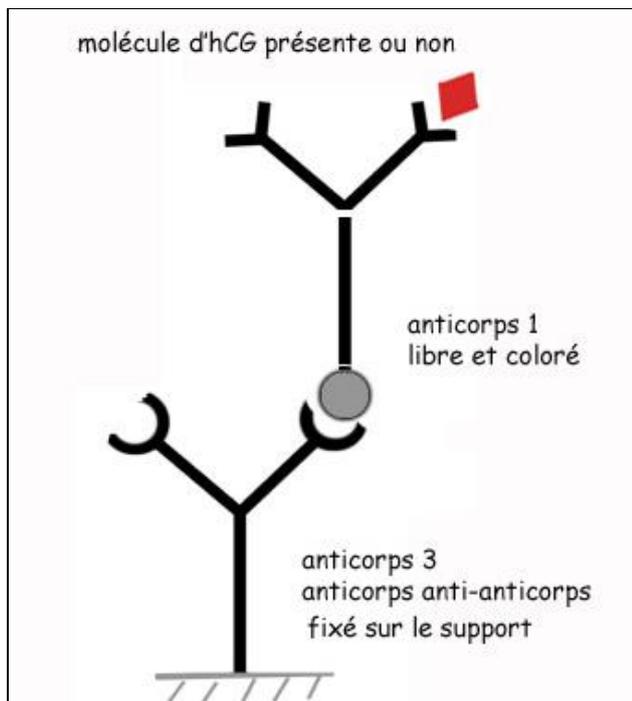


Si l'urine contient la molécule hCG, l'anticorps 1 va former des complexes hCG-anticorps qui vont pouvoir migrer le long de la mèche.

Au niveau de la fenêtre test, ce complexe hCG-anticorps va être fixé par l'anticorps 2 fixé sur le support.

Ainsi, l'ensemble anticorps 1 et 2 formera une ligne colorée grâce à la molécule colorée de l'anticorps 1.

Les résultats obtenus dans la fenêtre de contrôle :



L'anticorps 3 fixé sur le support va se lier à l'anticorps 1 via sa molécule colorée, que cet anticorps 1 ait fixé ou non une molécule hCG sur le site de reconnaissance de cette molécule.

Ainsi, la ligne colorée indiquera que l'anticorps 1 a bien migré jusque-là.

Partie II – Exercice 2 (spé) Energie et cellule vivante (5 points)

Le climat se réchauffe car le taux de CO_2 dans l'atmosphère augmente. Cette augmentation semble a priori favorable pour les végétaux, puisqu'ils consomment du CO_2 pour produire leurs matières organiques au cours de la photosynthèse. Cependant, des observations semblent montrer que dans ces nouvelles conditions, il y a un appauvrissement des qualités nutritives des riz cultivés par une nutrition azotée qui devient moins efficace.

Comment les chercheurs en sont-ils arrivés à cette conclusion ?

Document 1 : Efficacité photosynthétique et teneur ambiante en CO₂

L'efficacité photosynthétique des végétaux augmente quand le taux de CO₂ atmosphérique augmente, et cela jusqu'à un palier qui est atteint pour un taux de 900 ppm. Pour le taux actuel de CO₂ qui est d'environ 400 ppm, on a une efficacité de 100 %. On peut atteindre 120% pour des taux de CO₂ de 900 ppm.

Document 2 : Relation entre le taux de CO₂ et la richesse en protéines de riz cultivés

Des expériences ont été faites en serre en maintenant un taux de CO₂ de presque 600 ppm, ce qui pourrait être le taux de CO₂ en 2100. Par rapport au graphe précédent, on voit que cela correspond à une efficacité de la photosynthèse de 110%, donc supérieure à celle d'aujourd'hui.

Cependant pour les 4 variétés de riz cultivées en Chine et Japon, on s'aperçoit que pour ce taux de CO₂, la teneur des grains de riz en protéines est nettement inférieure à celle des grains de riz actuel. Cette teneur est, selon la variété, entre 8 et 19% inférieure.

Document 3 : Synthèse des protéines et nutrition azotée des plantes

Les protéines sont des molécules organiques produites par la photosynthèse et qui contiennent l'atome N dans leur formule chimique. Il y a donc nécessité d'une nutrition azotée pour la production de ces protéines.

L'approvisionnement de la plante en azote peut avoir différentes origines : soit l'azote N₂ de l'air via des bactéries fixatrices d'azote qui le transforme en NH₄⁺, soit directement l'absorption des ions NH₄⁺ ou NO₃⁻ du sol.

L'absorption se fait par les racines, et les ions sont acheminés jusqu'aux feuilles via le xylème. Cette absorption, et ce transport par le xylème, consomment de l'ATP.

Dans les feuilles, ces ions permettent la synthèse des acides aminés à partir des glucides produits par la photosynthèse, en incorporant l'azote minéral à partir des ions apportés par le xylème NH₄⁺ ou NO₃⁻.

Document 4 : Richesse en azote minéral des feuilles et teneur atmosphérique en CO₂

Quand la teneur en CO₂ augmente au-delà des valeurs actuelles, la teneur des feuilles en azote diminue, et ce jusqu'à 25% pour des teneurs en CO₂ de 700 ppm.

Pour conclure, l'absorption de l'azote et/ou le transport via le xylème se fait moins bien quand l'atmosphère s'enrichit en CO₂. Si les feuilles contiennent moins d'azote minéral, elles produiront moins d'acides aminés, et donc la richesse en protéines des grains de riz sera moins importante. Ainsi, une teneur en CO₂ plus importante paraissant favorable à la photosynthèse, s'avère nettement moins efficace pour la synthèse des protéines. Les grains de riz seront peut-être plus riches en glucides, mais beaucoup plus pauvres en protéines. Or ces molécules ne sont produites que par la photosynthèse, et sont indispensables à notre équilibre alimentaire. Les grains de riz perdent de leurs qualités nutritives.