

Corrigé du bac 2019 : SVT spécialité Série S – Asie

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.

Partie I

Le domaine continental et sa dynamique

La convergence lithosphérique (8 points)

Alors que les roches continentales peuvent être très âgées, plus de 4 milliards d'années, l'âge de la croûte océanique ne dépasse pas 200 millions d'années alors qu'elle est produite en permanence au niveau des dorsales. La lithosphère océanique entre en subduction quand elle dépasse un certain âge.

Quelles sont les causes et les conséquences du plongement de la lithosphère océanique en contexte de subduction ?

Nous verrons dans un premier temps les causes du plongement, puis les conséquences de ce plongement.

I) Les causes du plongement de la lithosphère océanique

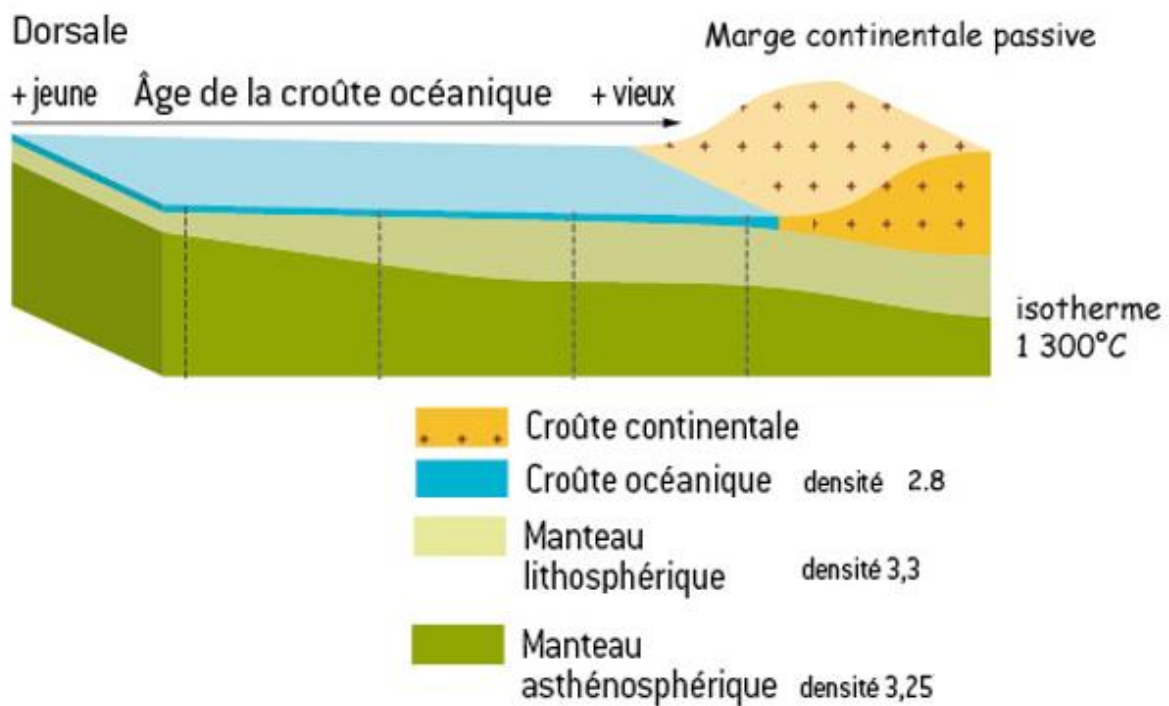
La lithosphère océanique est formée de la croûte océanique, d'une épaisseur constante d'environ 7 km associée au manteau supérieur. La limite entre le manteau lithosphérique et asthénosphérique est une limite thermique à 1 300 °C.

La croûte océanique se forme au niveau de la dorsale. La lithosphère jeune est donc chaude. Plus elle s'éloigne de la dorsale, plus la lithosphère vieillit et se refroidit. Au cours de ce refroidissement, la profondeur de l'océan augmente par subsidence thermique.

Ce refroidissement de la croûte en surface entraîne un enfoncement des isothermes, et en particulier celle de 1 300°C. L'épaisseur de la croûte étant constante, c'est l'épaisseur du manteau lithosphérique qui augmente au cours du vieillissement de la lithosphère océanique, par ajout de matière, au détriment du manteau asthénosphérique.

Le vieillissement de la lithosphère océanique :

(Schéma sur la page suivante)



Mais la densité du manteau lithosphérique est supérieure à celle du manteau asthénosphérique : 3,3 au lieu de 3,25. La densité de la croûte est de 2,8. Ainsi, plus la lithosphère vieillit, plus sa densité moyenne augmente. Au début, la lithosphère flotte sur l'asthénosphère car elle est moins dense. Mais au-delà de 200 Ma, le seuil d'équilibre est rompu et selon le principe d'Archimède, la lithosphère océanique vieille et dense s'enfonce dans l'asthénosphère et sous une autre lithosphère moins dense. La subduction commence. Une frontière de plaques vient de se créer.

Sur cet exemple la lithosphère océanique vieille est en continuité avec la lithosphère continentale dont la croûte n'a une densité que de 2,7. Donc quand le seuil d'équilibre sera dépassé, la lithosphère océanique plongera sous la lithosphère continentale.

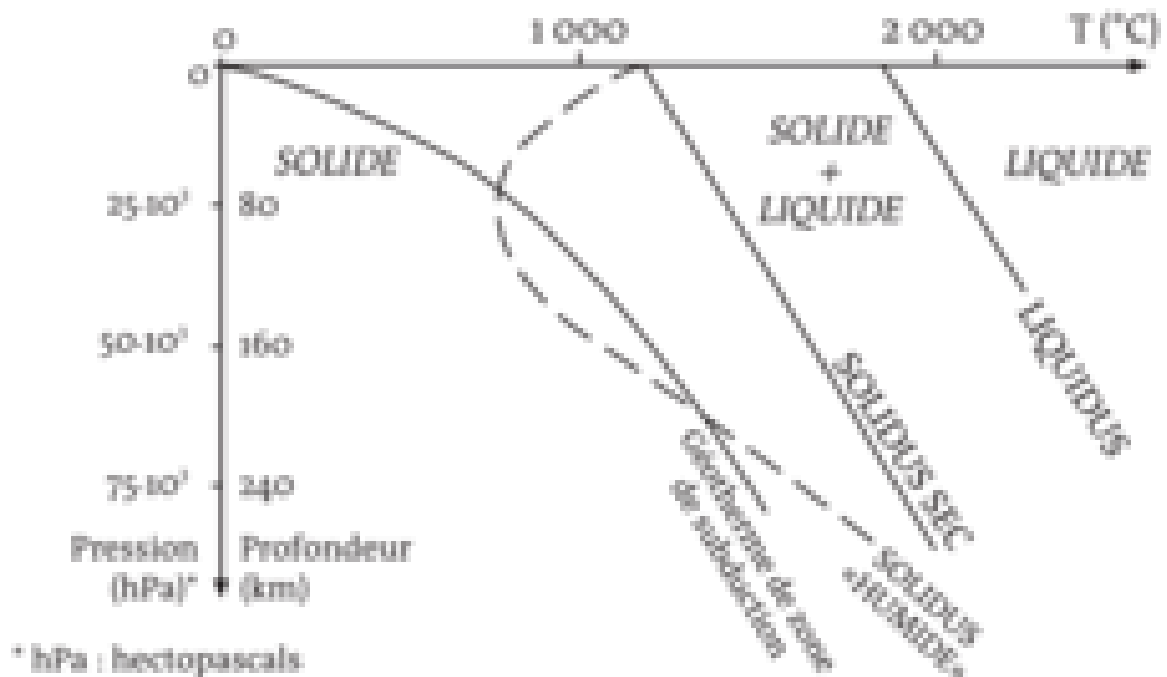
Sous l'effet de la gravité, la lithosphère, qui reste froide, plonge dans l'asthénosphère chaude. Les mouvements descendants sont rapides par rapport à la montée du manteau sous les dorsales. Ainsi, la traction exercée par le poids de la plaque subduite est le moteur principal de la subduction.

II) Les conséquences de ce plongement de la lithosphère océanique

Au niveau de la plaque chevauchante se trouvent de nombreux volcans explosifs. Il y a donc une production de magma au niveau d'une zone de subduction.

Le magma se forme à une profondeur entre 90 et 140 km de profondeur, à l'aplomb des volcans au niveau de la plaque chevauchante. A cette profondeur, on se trouve dans le manteau, donc dans la péridotite. A cette profondeur, la température n'est pas suffisante pour provoquer une fusion partielle de la péridotite anhydre. Cependant, leur hydratation permet une diminution de la température de fusion partielle.

Conditions de fusion expérimentale de la péridotite :



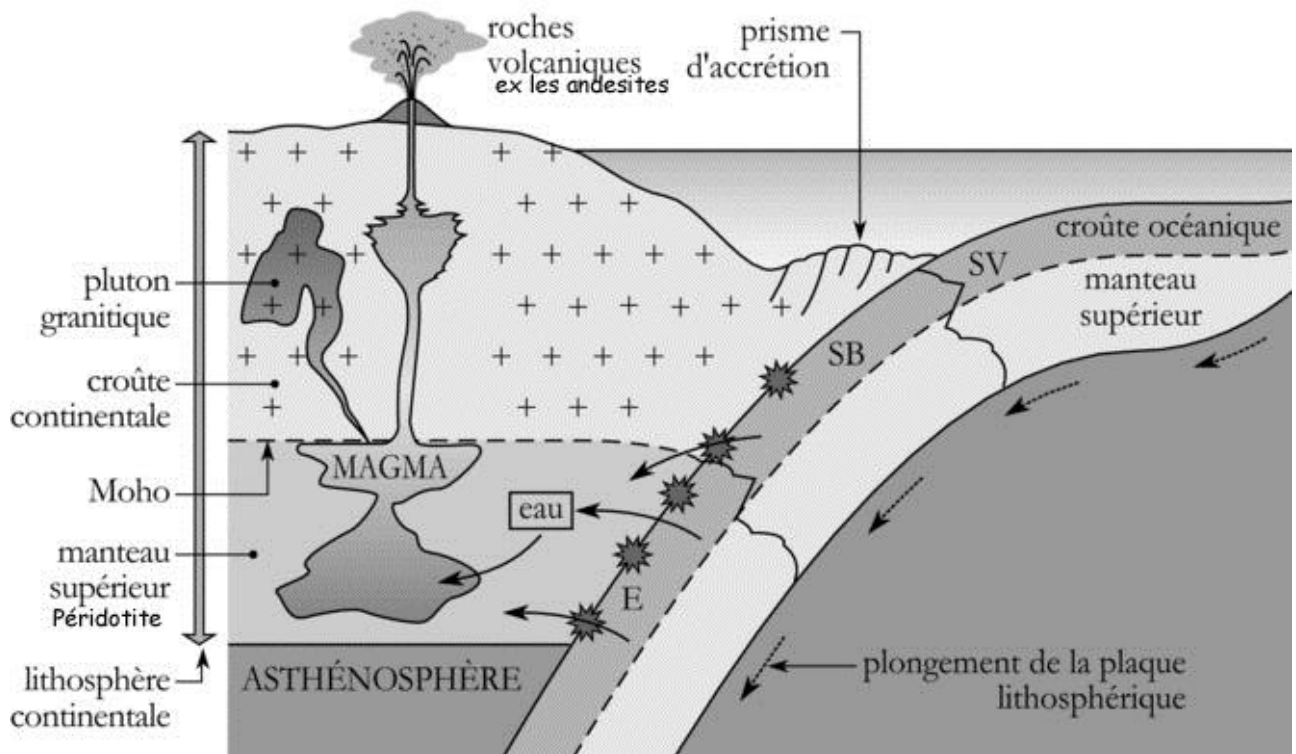
On voit sur le graphique qu'entre 80 km et 180 km de profondeur le solidus humide coupe le géotherme de zone de subduction, donc dans cette zone la fusion partielle est possible.

Or les roches de la croûte océanique de la plaque subduite sont hydratées quand elles s'engagent dans la subduction. En effet, au cours de l'expansion océanique, elles ont subi un métamorphisme hydrothermal qui les a progressivement transformées en schistes verts à chlorite et actinote, minéraux très riches en eau.

Cependant, lors de la subduction, les conditions de pression et de température changent et les roches de la croûte subissent un nouveau métamorphisme : métamorphisme haute pression et basse température (HP-BT) où les roches vont progressivement être transformées en schistes bleus à glaucophane puis en éclogites. Ces transformations s'accompagnent d'une déshydratation progressive. L'eau libérée va percoler dans le manteau sus-jacent de la plaque chevauchante et hydrater la péridotite.

Le manteau hydraté est probablement entraîné en profondeur du fait des courants mantelliques générés par la subduction. Ainsi, vers 100 km de profondeur la péridotite hydratée est à une température suffisante pour subir une fusion partielle et être à l'origine d'un magma riche en eau.

Les conséquences du plongement de la lithosphère océanique :



Le magma remonte vers la surface et forme des roches volcaniques de type andésite en surface, ou refroidit dans la croûte, et forme des plutons de granodiorite.

Ainsi, cet apport de matériaux d'origine mantellique dans la croûte continentale de la lithosphère chevauchante s'appelle l'accrétion continentale.

Pour conclure, les causes de la subduction sont le vieillissement de la lithosphère océanique au cours de l'expansion et de l'augmentation de densité au cours de l'éloignement de la dorsale. Ensuite, la lithosphère plongeante est entraînée par son poids. Mais au cours de cet enfoncement, elle subit un métamorphisme avec déshydratation. L'eau issue de la plaque plongeante hydrate la péridotite de la plaque chevauchante, et permet la formation de magma. Cet apport de matériaux mantellique dans la croûte crée de nouveaux matériaux continentaux. De plus, le plongement de la lithosphère océanique est à l'origine de nombreux séismes.

Partie II – Exercice 1

Maintien de l'intégrité de l'organisme

L'immunité adaptative, prolongement de l'immunité innée (3 points)

Depuis plusieurs années, on tente de soigner les cancers par immunothérapie. Des chercheurs ont mis au point un vaccin qu'ils ont testé sur la souris pour faire régresser les tumeurs cancéreuses.

Comment ce vaccin expérimental implique les cellules immunitaires pour faire régresser la tumeur ?

Analyse du document :

On voit que la tumeur a régressé uniquement chez la souris témoin, à qui on a injecté le vaccin. On observe que les macrophages se sont multipliés sur le site de la tumeur quelques jours après l'injection du vaccin. Cette multiplication des macrophages est suivie de l'augmentation du nombre de LT CD8.

Or on sait que les LT CD8 possèdent sur leur membrane des récepteurs CXCR3 qui sont capable de fixer les médiateurs chimiques produits par les macrophages.

Dans **l'expérience 1** la tumeur ne régresse pas. En effet, on a injecté en même temps que le vaccin un inhibiteur de l'activité des macrophages. Donc par comparaison avec le témoin, on voit que la régression de la tumeur implique les macrophages.

L'expérience 2 montre que le taux de LTCD8 reste faible. **L'expérience 3** montre une absence totale de LT CD8. Dans les deux cas il n'y a pas de régression de la tumeur.

Ainsi, les LT CD8 sont indispensables et pour se multiplier ils doivent avoir les récepteurs CXCR3. Ce sont bien les médiateurs chimiques produits par les macrophages qui permettent la multiplication des LT CD8.

L'expérience 4 montre que l'inhibition des IFNY médiateurs produits par les LT CD8 baisse l'activation des macrophages et donc la tumeur ne régresse pas.

On comprend qu'il y a collaboration entre les macrophages et les LT CD8. Les macrophages sont des cellules de l'immunité innée, et les LT des cellules de l'immunité adaptative. Ces deux catégories cellulaires doivent collaborer pour faire régresser la tumeur. Ces cellules communiquent grâce à des médiateurs chimiques.

On voit par ces expériences une double collaboration :

- Les macrophages, premières cellules sur le site de la tumeur, se multiplient et sécrètent des médiateurs chimiques suite à l'injection du vaccin.
- Ces médiateurs peuvent se fixer sur la membrane des LT CD8 et déclenchent leur multiplication. Ces cellules sont des cellules tueuses et c'est donc elles qui vont faire régresser la tumeur.
- Mais ces LT vont aussi sécréter des médiateurs chimiques, les INF γ , qui vont exercer une stimulation sur les macrophages entretenant leur action et leur multiplication.

Partie II – Exercice 2

Energie et cellule vivante

(5 points)

Certains vers sont capables de produire de la lumière et sont appelés vers lumineux. C'est le cas d'un ver *Arachnocampa luminosa*, qui vit dans des grottes en Nouvelle Zélande. Il possède un organe capable de produire la lumière à son extrémité postérieure.

Quels sont les mécanismes moléculaires permettant aux cellules de ces vers de produire de la lumière ?

Document 1a : Séparation de différentes fractions cellulaires

On peut extraire et isoler 2 molécules des cellules de l'organe lumineux : la luciférine et l'enzyme la luciférase.

Document 1b : Expérimentation à partir de ces différentes fractions cellulaires

On voit que seules les conditions expérimentales n°2 permettent la production de lumière, et cela assez vite, à savoir dès 40 secondes après le début de l'expérience. Cela signifie qu'il faut en même temps la luciférine et la luciférase mais également de l'ATP et du Mg^{2+} .

L'ATP est une source d'énergie utilisable par la cellule.

Donc cette production de lumière consomme de l'énergie et fait intervenir la luciférine et l'enzyme luciférase.

Document 2 : La relation enzyme-substrat

On voit que si la luciférine est en présence de la luciférase de la même espèce de vers, en présence d'ATP et de Mg^{2+} on a une production de lumière. Ceci est vrai pour les molécules du ver luisant européen, ou de celui de Nouvelle Zélande.

Pour que la réaction à l'origine de la lumière se fasse, il est nécessaire que l'enzyme reconnaisse son substrat, à savoir la luciférine.

Les molécules d'enzyme et de luciférine sont spatialement complémentaires, ou tout au moins sur une partie de leur molécule. De plus, la configuration spatiale des molécules est différente selon les espèces. La fixation de la luciférine sur son enzyme permet de catalyser une réaction chimique à l'origine de la production de lumière.

Document 3a : Une production de lumière décalée dans le temps

On voit que seules les conditions expérimentales n°4 permettent la production de lumière, mais après un temps très long de 2010 secondes et on a production d'un composé LRC.

On avait bien l'enzyme la luciférase et l'ATP et le Mg^{2+} , mais la luciférine a été remplacée par de la tyrosine et de l'acide xanthurénique.

Le long délai peut être expliqué par la nécessité de réactions chimiques avant que le substrat puisse se fixer sur l'enzyme, et permette la réaction chimique à l'origine de la lumière. Les réactions chimiques produisent aussi du LRC.

Document 3b : LRC et luciférase

On voit que de la lumière est produite en mettant en présence l'enzyme, l'ATP et le Mg avec le composé LRC. Plus il y a de LRC plus l'émission de lumière est importante. De plus, le temps de réaction est de 40 secondes comme avec la luciférine.

On peut donc supposer que ce composé se fixe sur le site de l'enzyme, et que la réaction chimique à l'origine de la lumière est possible. Ce composé a donc une structure spatiale proche de celle de la luciférine et peut jouer le même rôle.

Conclusion :

Ces vers possèdent dans certaines cellules des molécules de Luciférine et une enzyme, la luciférase. La luciférine peut se fixer sur l'enzyme pour former un complexe enzyme-substrat. En présence d'énergie ATP et de l'ion Mg^{2+} , l'enzyme catalyse une réaction chimique à l'origine de la lumière émise.