

THÈME : LA DYNAMIQUE INTERNE DE LA TERRE
Chapitre : La dynamique des zones de convergence

2

La formation du magma au niveau des zones de subduction

1ère spé

➤ **Objectif** : Relier la minéralogie des roches (présence de minéraux hydroxylés) mises en place (andésite, diorite) et l'état d'hydratation du magma.

| ➤ Compétences et capacités travaillées | Fragile | Intermédiaire | Avancé | Expert |
|--|--|---|--|---|
| | PRATIQUER DES DÉMARCHES SCIENTIFIQUES | 1 critère sur 3 | 2 critères sur 3 | 3 critères sur 3 (avec aide) |
| 3. Reasonner, argumenter conclure en exerçant des démarches scientifiques et un sens critique | <ul style="list-style-type: none"> - Des faits sont identifiés mais n'ont pas été transformés en arguments. - Réponse explicative absente ou incohérente | <ul style="list-style-type: none"> - Quelques arguments sont construits à partir des faits (informations et/ou connaissances). - Absence de réponse ou réponse non cohérente avec le problème posé. | <ul style="list-style-type: none"> - Des arguments sont construits à partir des faits (informations et/ou connaissances). - Réponse explicative cohérente avec le problème posé. | <ul style="list-style-type: none"> - Suffisamment d'arguments sont construits à partir des faits, pour répondre à la question posée. - Réponse explicative cohérente avec le problème scientifique et complète. |

PARTIE 1 : LE MAGMATISME DES ZONES DE SUBDUCTION

| | | Andésite | | Diorite | | | | |
|------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|---|------------------------|----------------|-------|-------|
| | | | | | | | | |
| | | Minéraux | | Formule chimique | | | | |
| | | Quartz | | SiO_2 | | | | |
| | | Feldspath alcalin | | $(\text{K}, \text{Na})\text{Si}_3\text{AlO}_8$ | | | | |
| | | Plagioclase | | $(\text{Ca}, \text{Na})\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8$ | | | | |
| | | Amphibole | | $\text{NaCa}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_4\text{Si}_6\text{Al}_3\text{O}_{22}3\text{Al}(\text{OH})_2$ | | | | |
| | | Mica | | $\text{K}(\text{Fe}, \text{Mg})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ | | | | |
| Roche volcanique | Équivalent plutonique | Quartz | Feldspath alcalin | Plagioclase | Hornblende (amphibole) | Biotite (mica) | Autre | Total |
| Andésite | Diorite | 3,4 | 2,4 | 59,5 | 21,0 | 12,0 | 1,7 | 100 |

Document 1 : Composition minéralogique et formules chimiques des minéraux des roches retrouvées en contexte de subduction.

1. À l'aide du document 1 et du logiciel MinUSc, déterminer le pourcentage d'hydratation des minéraux présents dans les roches retrouvées en contexte de subduction.

En faisant la somme du pourcentage d'hydratation des minéraux présents dans les andésites et diorites, notamment les Feldspaths plagioclase, les Hornblende et les Biotites, le pourcentage d'hydratation des ces minéraux et donc de la roche totale est de **15,96 %**.

2. Émettre une hypothèse concernant les conditions de formation des andésites et diorites.

D'après les formules chimiques des minéraux présents dans le document 1, on observe que la hornblende (amphibole) et la biotite (mica) possèdent des groupements hydroxyles (OH), on les qualifie donc de minéraux hydroxylés. La présence de ces minéraux peut s'expliquer par la présence d'eau dans le magma.

| | Conditions de Pression / Température (P/T) | | | |
|-----------------------------|--|-------------------|-------------------|------------------|
| Géotherme dorsale | 500°C / 0,2 GPa | 1000°C / 0,5 GPa | 1300°C / 0,7 GPa | 1500°C / 5 GPa |
| Géotherme subduction | 500°C / 1,25 GPa | 1000°C / 3,75 GPa | 1300°C / 6,25 GPa | 1500°C / 7,5 GPa |
| Solidus hydratée | 1000°C / 0 GPa | 750°C / 2,5 GPa | 1000°C / 5 GPa | 1500°C / 7,4 GPa |

Document 2 : Conditions de P/T retrouvée au niveau d'une zone de subduction.

3. Compléter le diagramme de phase de la péridotite avec les données du tableau ci-dessus.

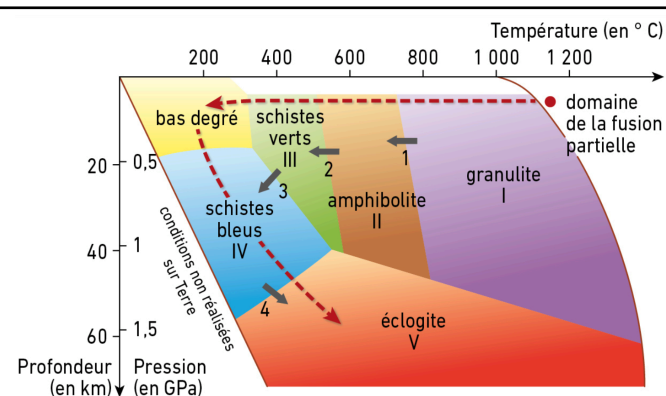
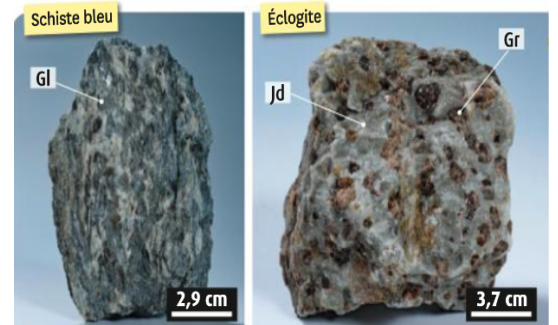
4. Expliquer l'origine du magma des zones de subduction.

D'après le diagramme de phase de la péridotite hydratée, on remarque que le géotherme de subduction ne "découpe" pas le solidus. Il n'y a donc, au sens strict, pas de formation de magma dans une zone de subduction, ce qui est contre intuitif par rapport aux roches retrouvées dans cette zone. En effet, le géotherme de subduction "découpe" le solidus hydratée, ce qui prouve que la fusion partielle dans la coin de manteau d'une zone de subduction est permise par l'hydratation de la péridotite.

PARTIE 2 : LE MÉTAMORPHISME DES ZONES DE SUBDUCTION

Certaines roches ont été observées dans des zones de subductions mais ne correspondent pas à des roches magmatiques car les minéraux les composants sont différents. En effet, bien que des réactions métamorphiques se produisent à grande profondeur, on peut parfois récolter des échantillons de ces roches en surface.

Document 3 : Quelques roches de la croûte océanique en subduction.



Les réactions du métamorphisme sont très lentes et si la roche en cours de transformation est ramenée en surface, les associations minérales typiques des différents faciès restent stables et peuvent être observées.

- 1 : plagioclase + pyroxène + eau → hornblende
- 2 : plagioclase + hornblende + eau → actinote + chlorite
- 3 : plagioclase + chlorite + actinote → glaucophane + eau
- 4 : plagioclase + glaucophane → grenat + omphacite + eau

Document 4 : Les réactions métamorphiques au niveau d'une zone de subduction.

5. Déterminer les minéraux métamorphiques des roches ayant subi une subduction et les associer chacune à un faciès métamorphique.

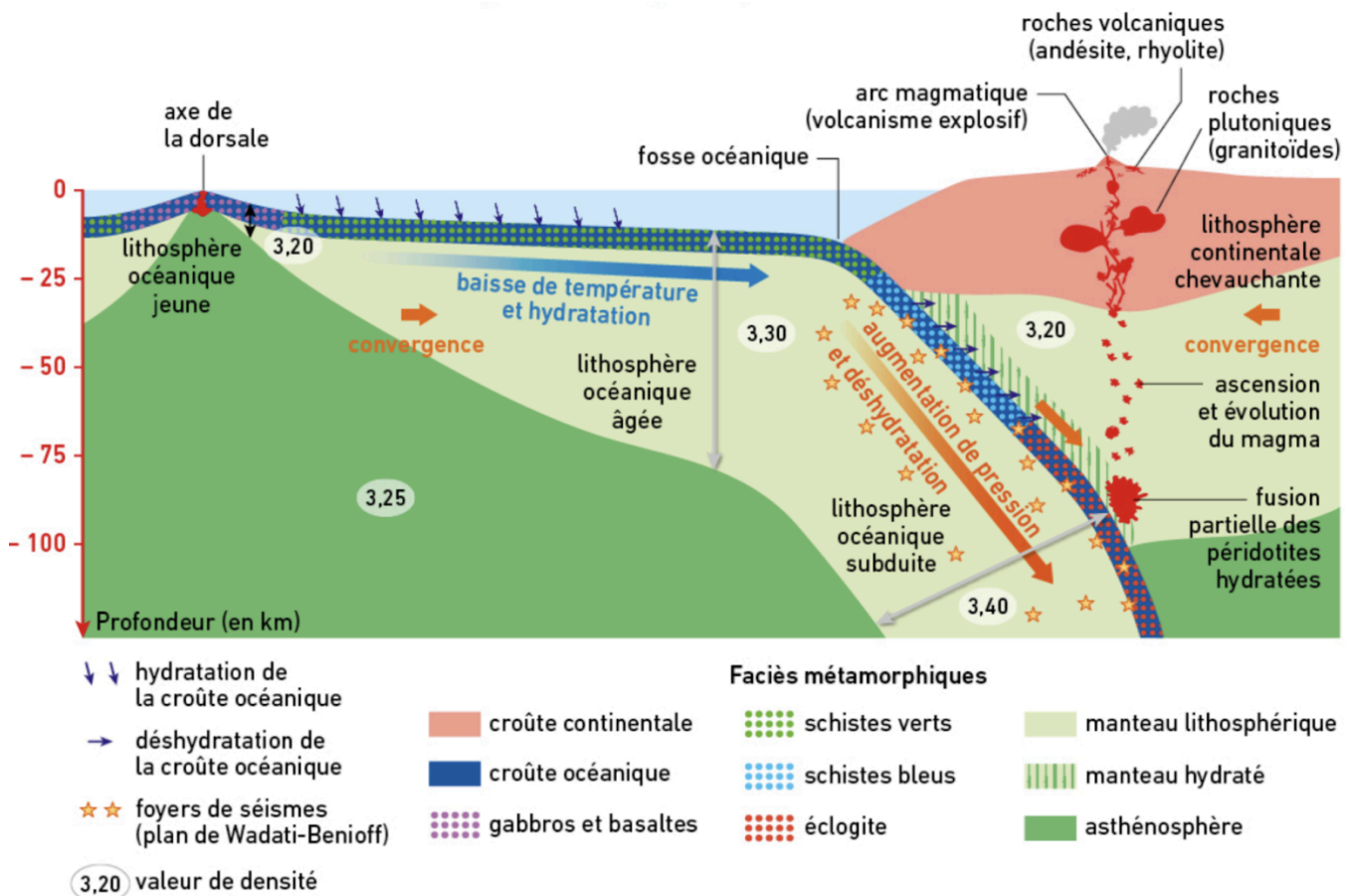
| Roches métamorphiques | Minéraux métamorphiques | Faciès métamorphiques | Conditions P/T |
|--------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------|
| Métagabbro à galucophane | - Glaucophane | - Faciès Schiste Bleu | HP/BT |
| Éclogite | - Grenat | - Faciès Éclogite | UHP/HT |

Titre : Tableau comparatif du métamorphisme présent dans une zone de subduction.

- Retracer le trajet de la lithosphère océanique sur le diagramme de stabilité des minéraux métamorphiques afin de qualifier le type de métamorphisme des zones de subduction.
- À l'aide du document 3 et du logiciel MinUSc, déterminer le pourcentage d'hydratation des minéraux présents dans les roches métamorphiques afin de déterminer l'origine de l'eau retrouver dans le manteau lithosphérique des zones de subduction.

On observe que plus la lithosphère plonge en subduction, plus les transformations métamorphiques (faciès schiste vert, puis faciès schiste bleu et enfin faciès éclogite) se réalisent avec l'augmentation de la pression. Les différents changements de faciès métamorphiques libèrent de l'eau, qui est elle-même libérée dans le manteau de la plaque chevauchante. Les minéraux métamorphiques sont donc de plus en plus déshydratés avec l'augmentation de pression.

- Schématiser la corrélation entre le magmatisme et le métamorphisme au niveau d'une zone de subduction.



Titre : Schéma du fonctionnement d'une zone de subduction.