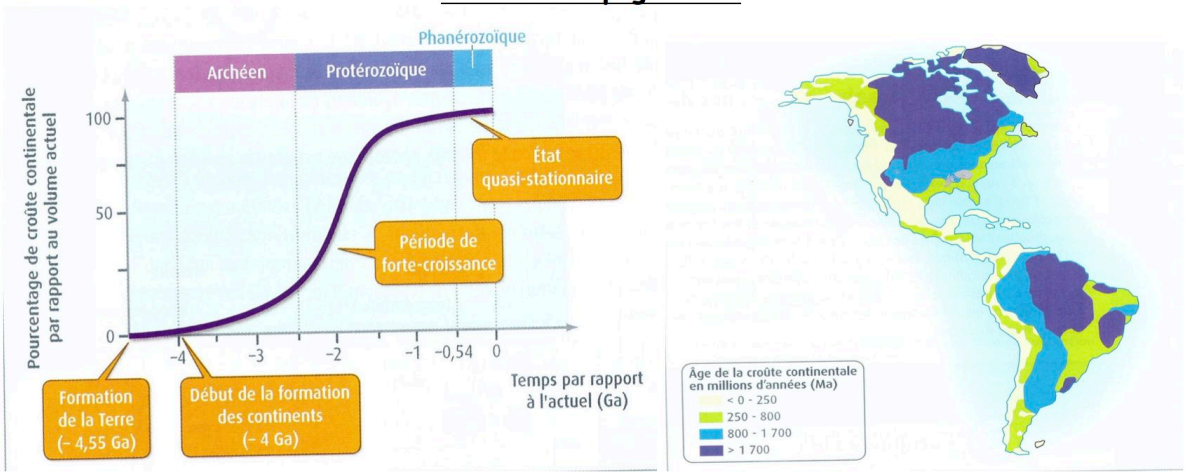
Chapitre 3 : la production de nouveaux matériaux continentaux

Programme :

Dans les zones de subduction, des **volcans** émettent des laves souvent visqueuses associées à des gaz et leurs **éruptions** sont fréquemment **explosives**. La **déshydratation** des matériaux de la croûte océanique subduite libère de l'eau qu'elle a emmagasinée au cours de son histoire, ce qui **provoque la fusion partielle** des péridotites du manteau sus-jacent. Si une fraction des **magmas** arrive en surface (**volcanisme**), la plus grande partie cristallise en profondeur et donne des roches à structure grenue de type **granitoïde**. Un magma, d'origine mantellique, aboutit ainsi à la création de **nouveau matériau continental**.

Doc 6 et 5 page 191



Intro :

Au début, il n'y avait rien ! Pas un seul continent ; puis vers 4 Ga, la construction des continents débute, pour devenir exponentielle entre 2,5 et 1,5 Ga…

Aujourd'hui, le taux de production de roches continentales est de l'ordre de 3 à 8 km3 par an et cette production n'est localisée qu'en zone de subduction…

Comment les zones de subduction fabriquent-elles ces roches continentales ?

Plan :

1. **Un volcanisme typique de zone de subduction :**
2. **Un magmatisme typique de zone de subduction**
3. **Un mécanisme de fusion typique de zone de subduction :**
4. **Le magmatisme de subduction, une fabrique à continent !**

1. Un volcanisme typique de zone de subduction :

Activité : relevez les éléments qui caractérisent une éruption volcanique en zone de subduction

Vidéo : l'éruption du Mont Unzen, Japon, 1991.

(Disparition du couple Kraft sur le Mont Unzen, explosion du Mont St Helens ou du Mérapi, page 182).

https://www.youtube.com/watch?v=c5CAyaRIW8s

Pourquoi ce volcanisme est-il explosif alors que la mise en place de basalte est de type effusif ?

https://www.youtube.com/watch?v=KCyfDdWnRho

Activité : remplir le tableau de comparaison suivant :

Tableau de comparaison de deux roches volcaniques, basalte et andésite.

Roche volcanique :	**Basalte**	**Andésite**
Type d'éruption :	Effusif	Explosif
Structure :	Microlithique	Microlithique
Minéraux :	Pyroxène + plagioclase	Pyroxène + Plagioclase + amphibole
Teneur en Silice :	Environ 50%	Environ 60%
Viscosité de la lave :	Faible	Forte
Température d'émission :	1150°C	1050°C
Richesse en gaz :	Faible	Forte

Bilan :

Les zones de subduction (de la ceinture de feu du Pacifique) sont caractérisées par une activité volcanique fréquemment **explosive**, qui produit des **nuées ardentes** et des **coulées pyroclastiques** meurtrières.
Ces éruptions peuvent provoquer des dégâts importants.
La roche mise en place lors de ces éruptions porte le nom d'**andésite** (des Andes) ; cette roche est proche d'un basalte avec un minéral en plus qui témoigne de la richesse en silice du magma d'origine.
Le caractère explosif de ce volcanisme est lié à la **forte viscosité** des laves émises en relation avec leur richesse en gaz et en silice.

Transition :

Quel type de magma a bien pu donner naissance à l'andésite ?

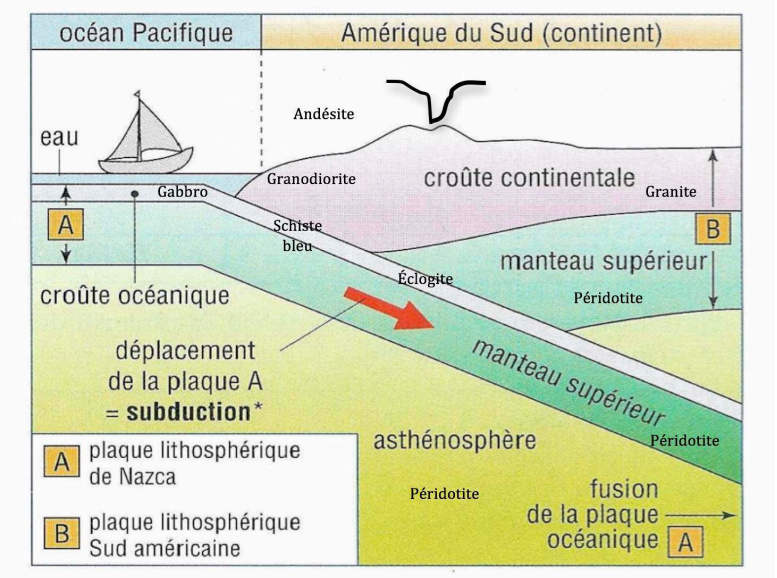
Les zones de subduction sont des zones actives, le volcanisme y est intense donc du magma se trouve sous les zones de subduction ;

3 possibilités pour la formation de ce magma :

1-par fusion partielle de la croute continentale donc d'un granite ; conséquence : les roches produites doivent avoir la composition d'un granite.

2-par fusion partielle sous la croute, donc le manteau lithosphérique soit une péridotite ; conséquence : les roches produites doivent avoir la composition d'une péridotite ;

3-par fusion partielle du plancher océanique de la plaque plongeante soit un ancien gabbro métamorphisé ; conséquence : les roches produites doivent avoir la composition d'un gabbro.



2. Un magmatisme typique de zone de subduction

Activité : Analysez la composition minéralogique des roches des zones de subduction et comparez-la à la composition d'un granite, d'une péridotite, et d'un gabbro.

Matériel :
Une diorite (ou granodiorite), granite, péridotite, gabbro (roches et lames), microscope et caméra, tableau d'identification des minéraux.

Tableau de comparaison minéralogique entre un gabbro, une péridotite, une diorite, et un granite.
Remplissez le tableau ci-dessous en fonction de l'abondance de chaque minéral : +++ signifie beaucoup, - qu'il n'y en a pas.

Minéraux : Roches :	Olivine	Pyroxène	Plagioclase	Amphibole	Biotite	Orthose	Quartz
Péridotite	+++	+	+	-	-	-	-
Gabbro	+	+++	++	-	-	-	-
Diorite	-	+	++	++	+	+	+/-
Granite	-	-	-	-	++	++	++

- Que diriez-vous de la composition d'une diorite comparée à celle d'un granite, d'un gabbro et d'une péridotite ?
- Le magma à l'origine d'une diorite est-il d'origine océanique, continental, ou mantellique ?

Bilan :
Les roches produites en zone de subduction, andésite et granodiorite, sont de teinte intermédiaire, de composition chimique intermédiaire, de composition minéralogique intermédiaire, de viscosité intermédiaire.
Tout se passe comme si ces roches étaient le résultat d'un magma intermédiaire entre un gabbro et un granite.
Or, la fusion partielle d'une péridotite au niveau d'une dorsale donne un gabbro, il est donc possible que la fusion partielle du manteau lithosphérique soit à l'origine de l'andésite et de la granodiorite.
De plus, ces roches sont riches en minéraux comprenant des groupements –OH (= minéraux hydroxylés) comme l'amphibole ce qui signifie que le magma ait été riche en eau.

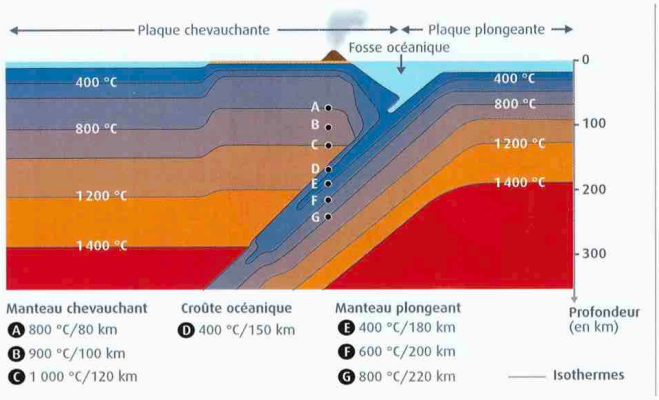
Il existe donc un mécanisme de fusion partielle au niveau d'une zone de subduction.

3. **<u>Un mécanisme de fusion typique de zone de subduction :</u>**

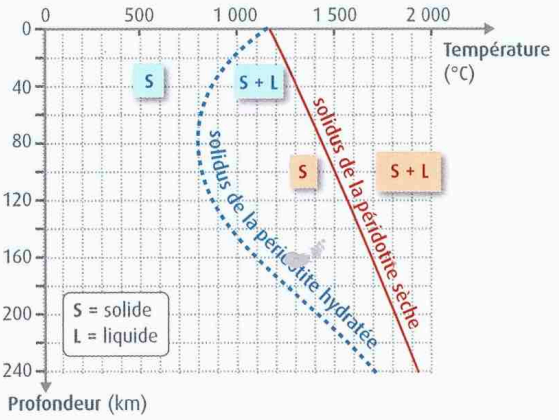
Activité 1 : à partir des informations des documents ci-dessous, trouvez l'endroit où doit se produire la fusion partielle, justifiez votre réponse.

Document 1 : *« L'eau apportée par la plaque plongeante permet la fusion partielle des péridotites du manteau, initialement anhydres (=sèches), à une profondeur de 60 à 120 km et pour une température d'environ 1000°C. »*

Document 2 :
Variation des isothermes en zone de subduction

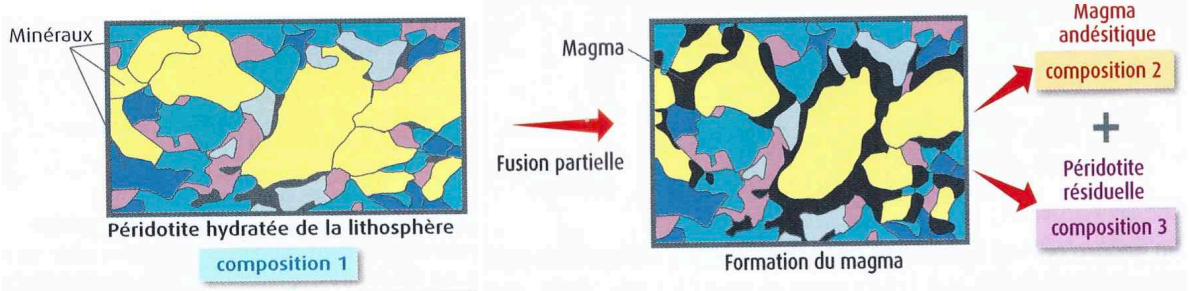


Document 3 : conditions de fusion d'une péridotite sèche (=anhydre) ou hydratée.



Activité 2 : En utilisant le matériel à votre disposition testez l'hypothèse : « L'eau abaisse la température de fusion d'une substance cristallisée ».
Voir la fiche sur innover en svt.

<u>Schéma de la fusion partielle en zone de subduction</u>



Bilan :

Au cours de l'expansion océanique, la croute océanique emmagasine de l'eau lors de réactions métamorphiques qui produisent des minéraux hydroxylés.

Lorsqu'elle se trouve impliquée dans une subduction, cette croute subit un nouveau métamorphique lié à l'augmentation de la pression et de la température.

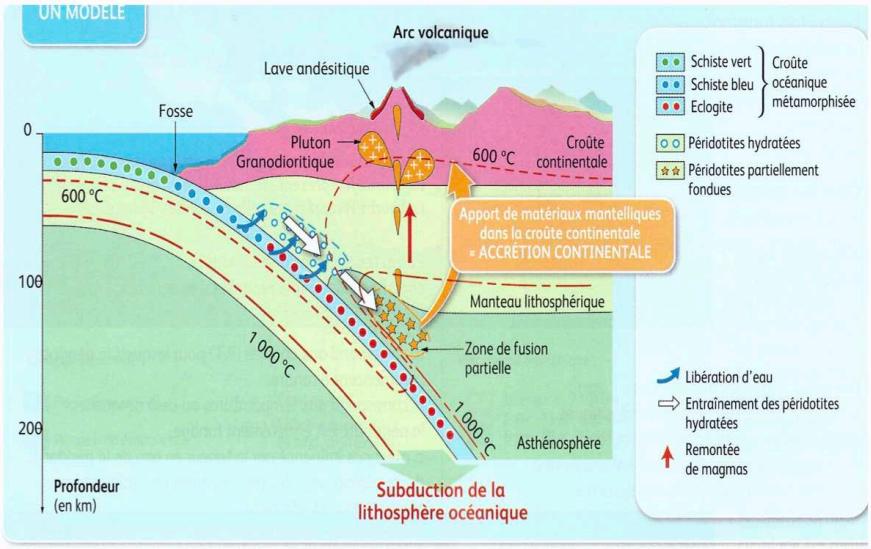
Les transformations minéralogiques associées entrainent une déshydratation des minéraux et donc une libération d'eau.

Cette eau percole dans le manteau de la lithosphère chevauchante ce qui abaisse le point de fusion des péridotites. Celles-ci fondent alors de manière partielle.

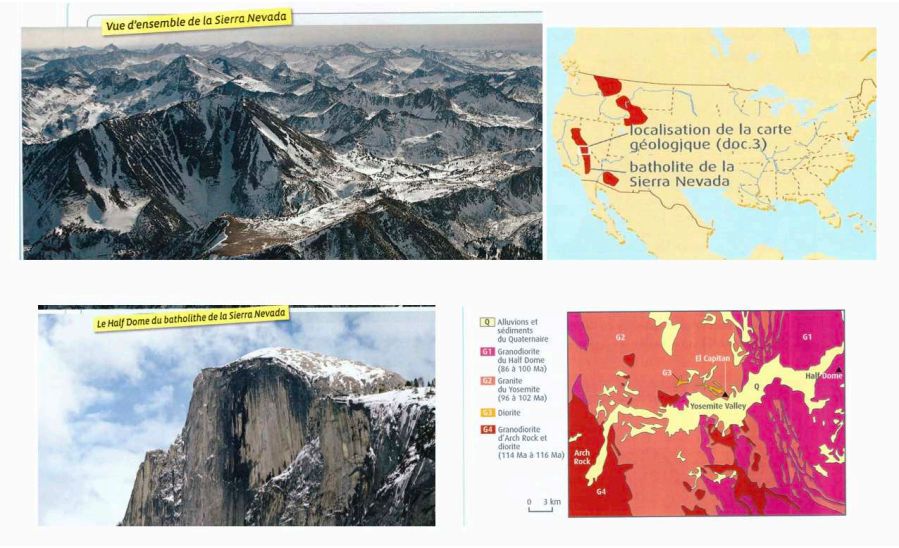
La fusion partielle des péridotites mantelliques de la plaque chevauchante donne un magma de composition andésitique et non un gabbro car en refroidissant lors de sa remontée, celui-ci se charge en silice de la croute continentale traversée.

Ainsi, le magma devient-il de composition intermédiaire entre un magma d'origine océanique et un magma d'origine continentale.

Schéma de la zone de subduction avec l'eau qui percole



4. Le magmatisme de subduction, une fabrique à continent !



Activité : Analysez les documents du sujet Emirat-Arabes Unis 2017 sur la Sierra Nevada.

Bilan :

Une fraction du magma produit en profondeur arrive en surface et alimente les volcans.

La majeure partie de ce magma cristallise en profondeur dans la croute, formant des roches plutoniques (Pluton=invisible).

Ces roches grenues sont des granites et des roches de composition globalement granitique appelées **granitoïdes**.

Les continents s'agrandissent par leur périphérie ; tout se passe comme si des morceaux de continents venaient s'ajouter à des morceaux plus anciens au centre : on parle de croissance centrifuge des continents.

Le magmatisme des zones de subduction produit ainsi, à partir de péridotite mantellique, de nouveaux matériaux continentaux. (Environ 8km3 par an de nouvelles roches continentales).

On parle d'accrétion continentale.

Conclusion

Les zones de subduction sont le siège d'une importante activité magmatique qui aboutit à une production de croûte continentale.

A savoir plus :

PBS Nature – The volcano watchers- 1987

https://www.youtube.com/watch?v=EHWSTkrWKSg