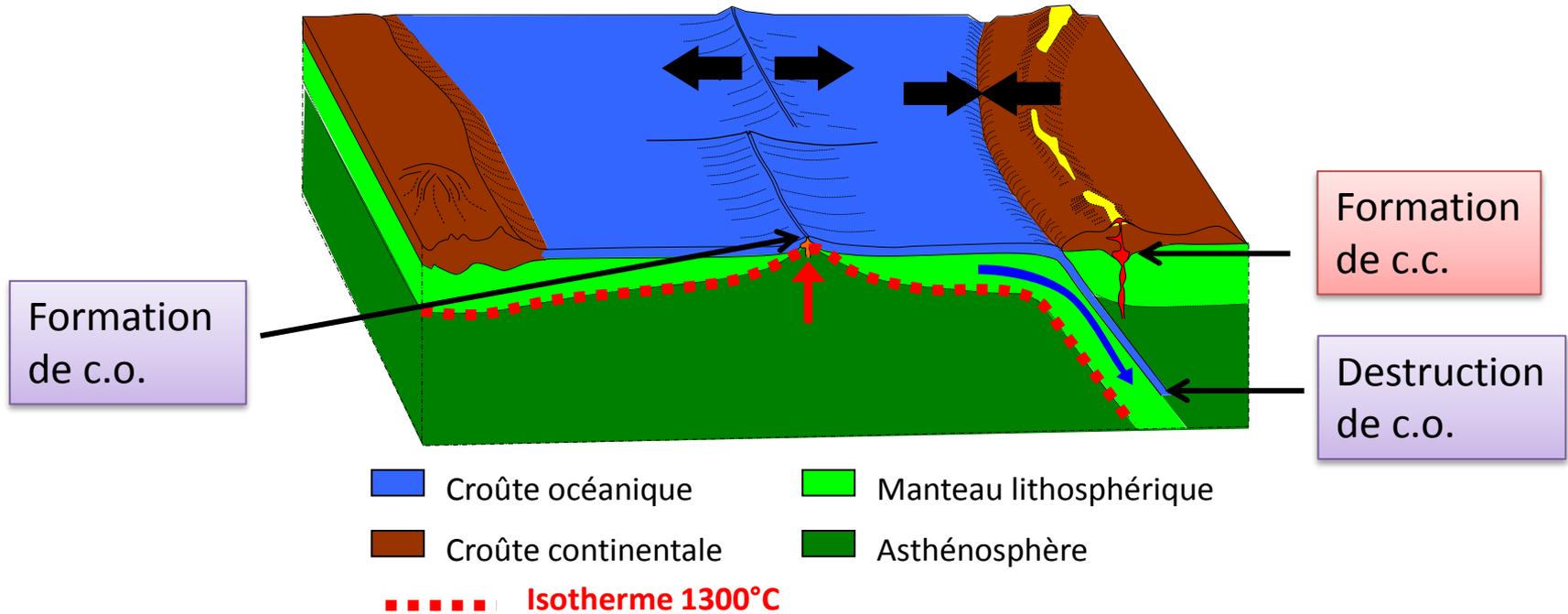


# Genèse de la croûte continentale et cas particulier des Adakites

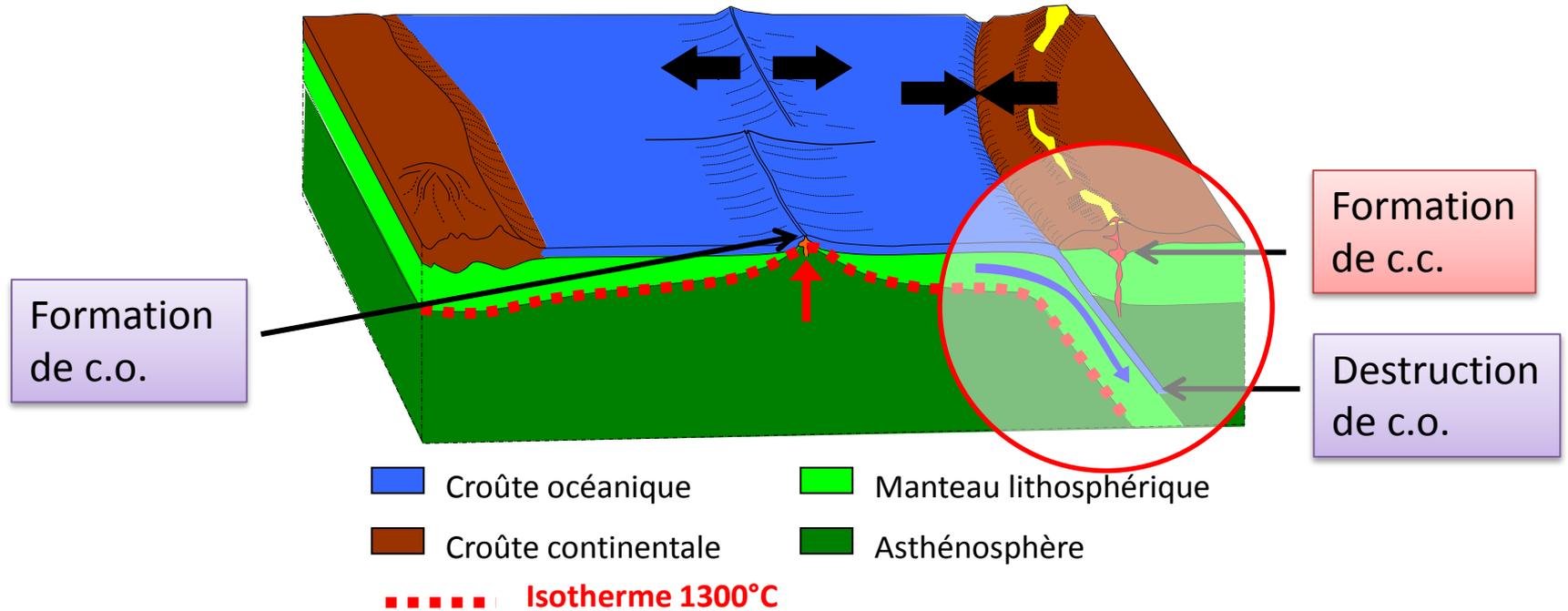
# Formation et recyclage de la croûte continentale



Actuellement, les **matériaux crustaux** sont essentiellement produits au niveau des zones de **subduction**, par **magmatisme** (c'est la fusion partielle de la **péridotite mantellique** qui produit les magmas à l'origine de roches volcaniques et plutoniques)

Est-ce qu'il en a toujours été ainsi ?

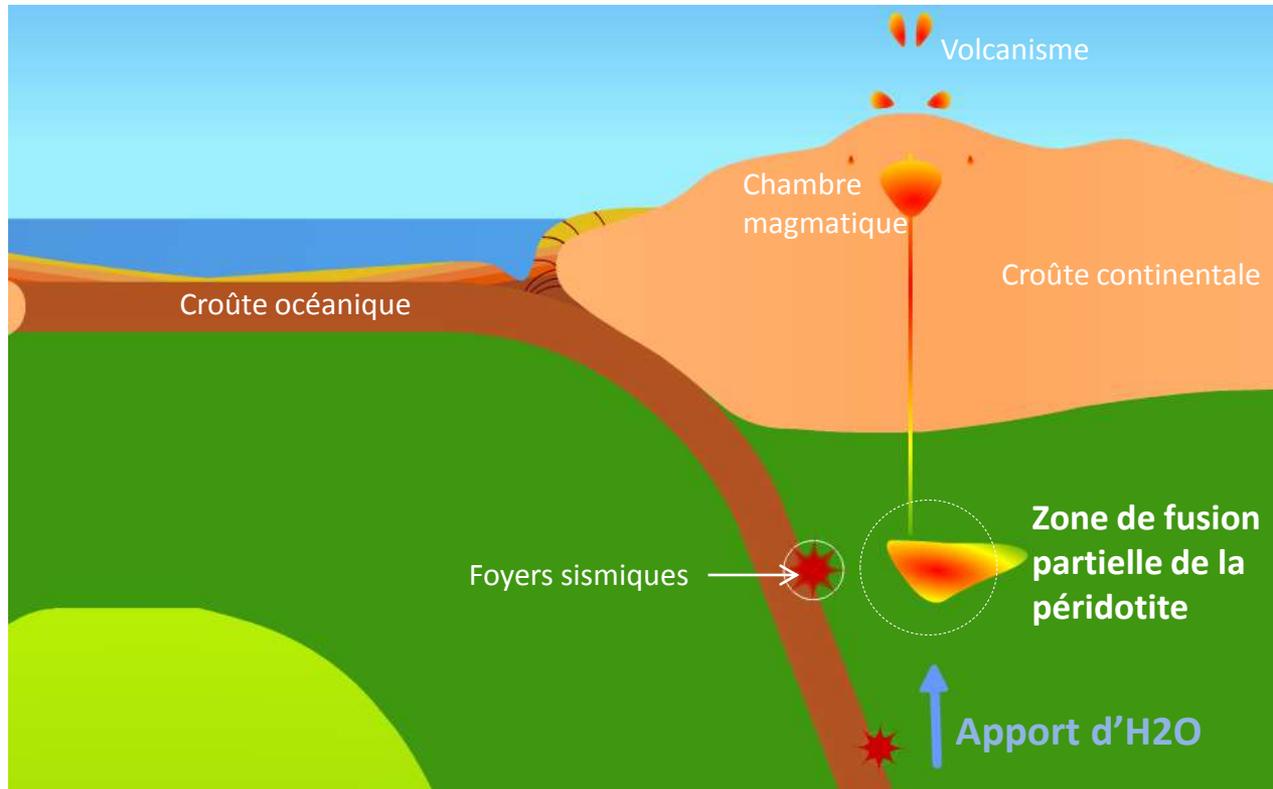
# Formation et recyclage de la croûte continentale



Actuellement, les **matériaux crustaux** sont essentiellement produits au niveau des zones de **subduction**, par **magmatisme** (c'est la fusion partielle de la **péridotite mantellique** qui produit les magmas à l'origine de roches volcaniques et plutoniques)

Est-ce qu'il en a toujours été ainsi ?

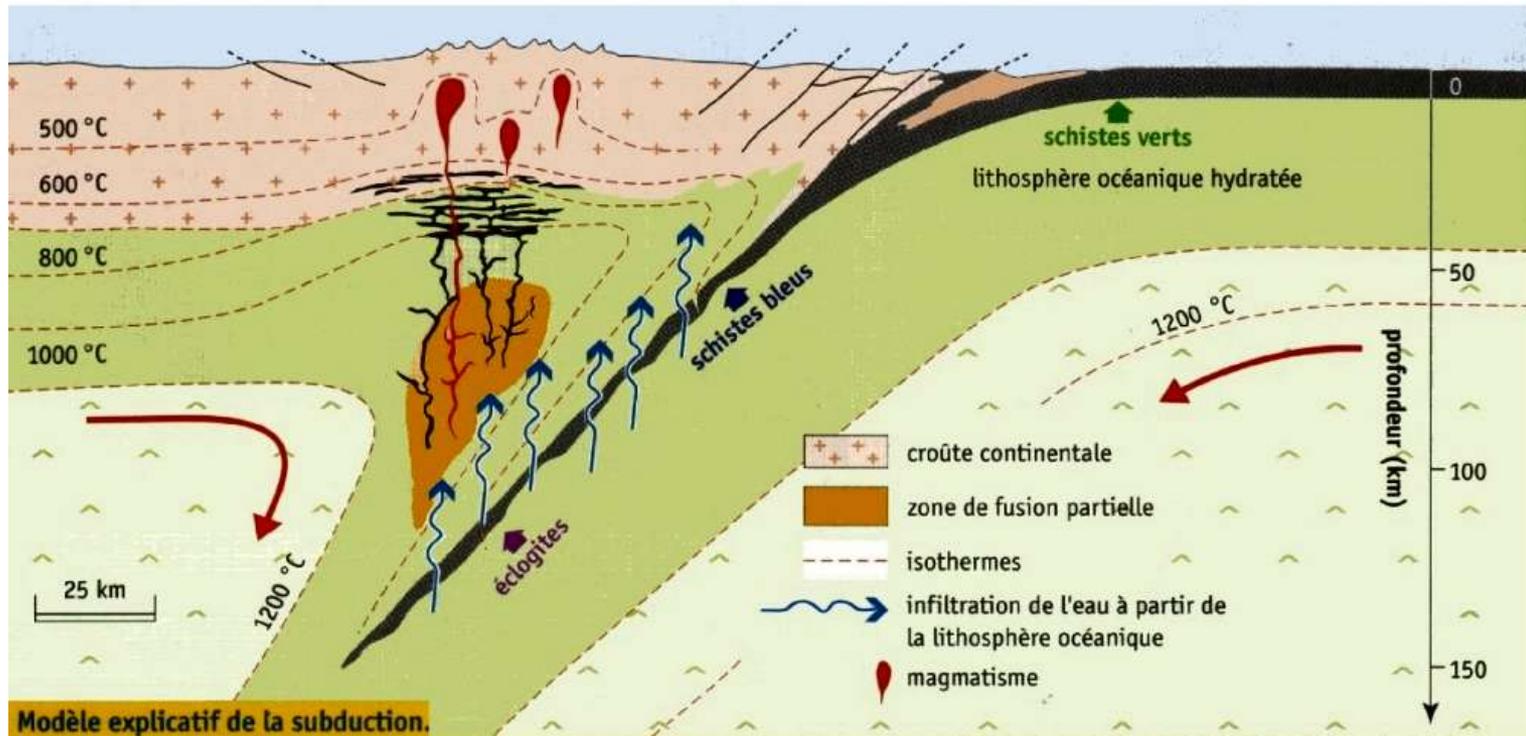
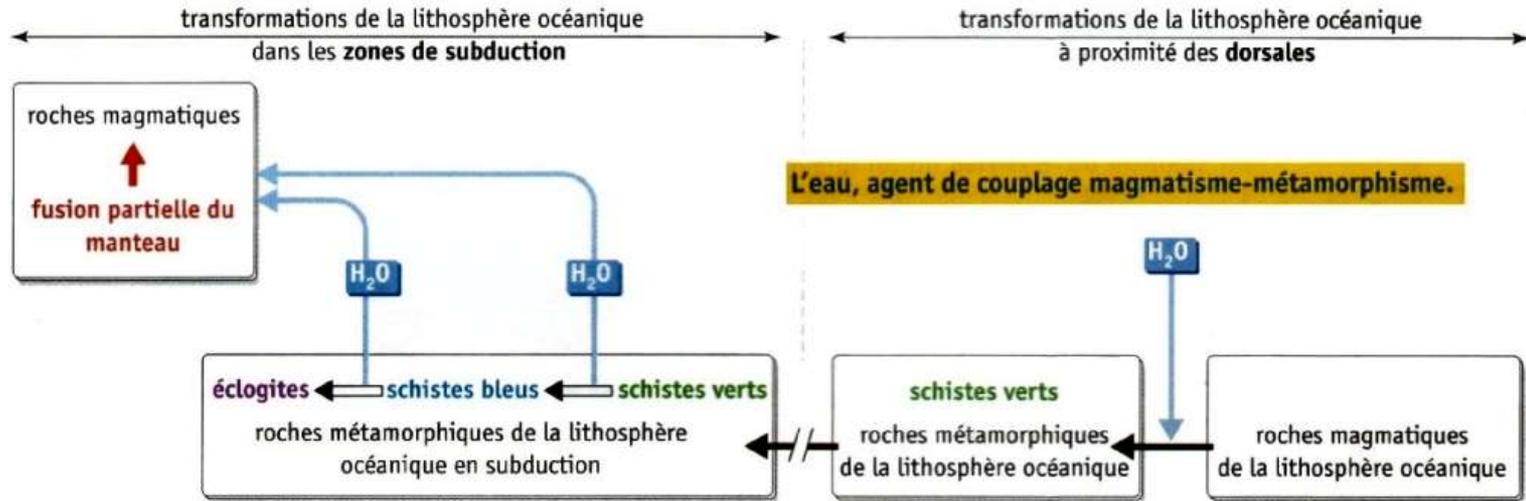
# Formation et recyclage de la croûte continentale



Actuellement, les **matériaux crustaux** sont essentiellement produits au niveau des zones de **subduction**, par **magmatisme** (c'est la fusion partielle de la **péridotite mantellique** qui produit les magmas à l'origine de roches volcaniques et plutoniques)

Est-ce qu'il en a toujours été ainsi ?

# En plus détaillé...



Revenons donc aux **roches les plus anciennes** de la **croûte continentale** ...

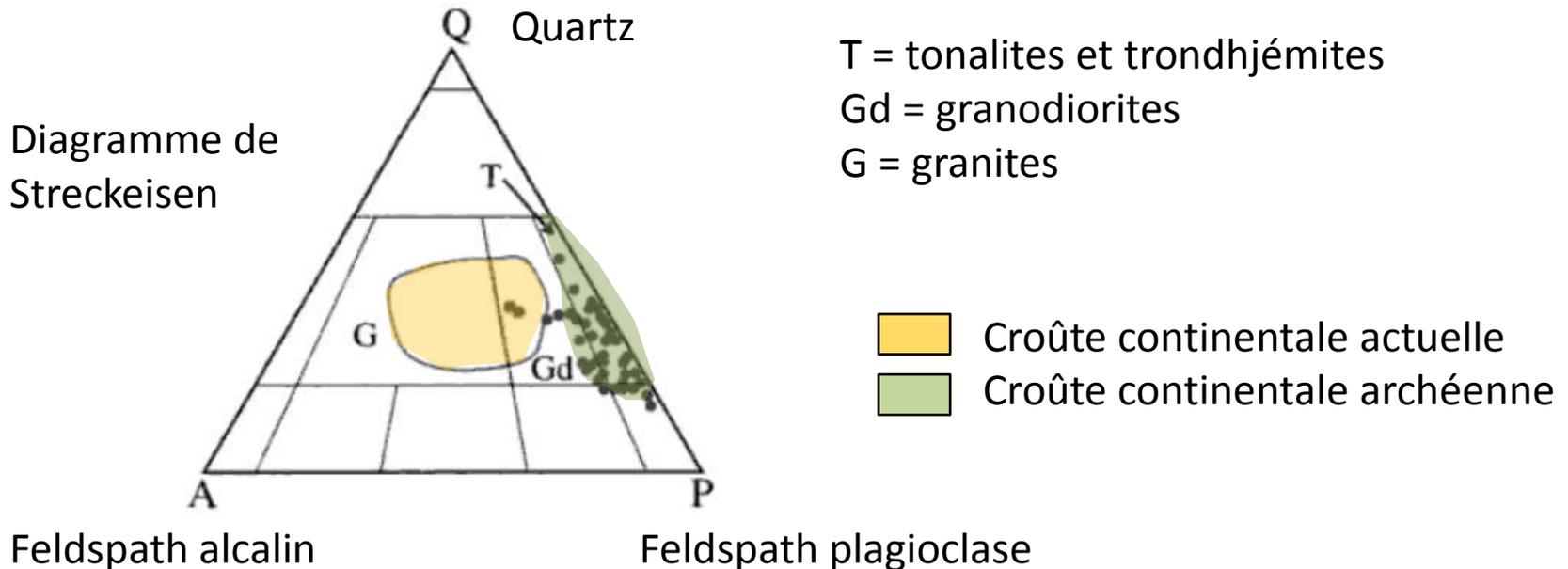
Gneiss d'Acasta (Canada), 4 Ga



Ces **gneiss** sont de couleur grise, très déformés, essentiellement constitués de quartz, plagioclases, biotite, hornblende.

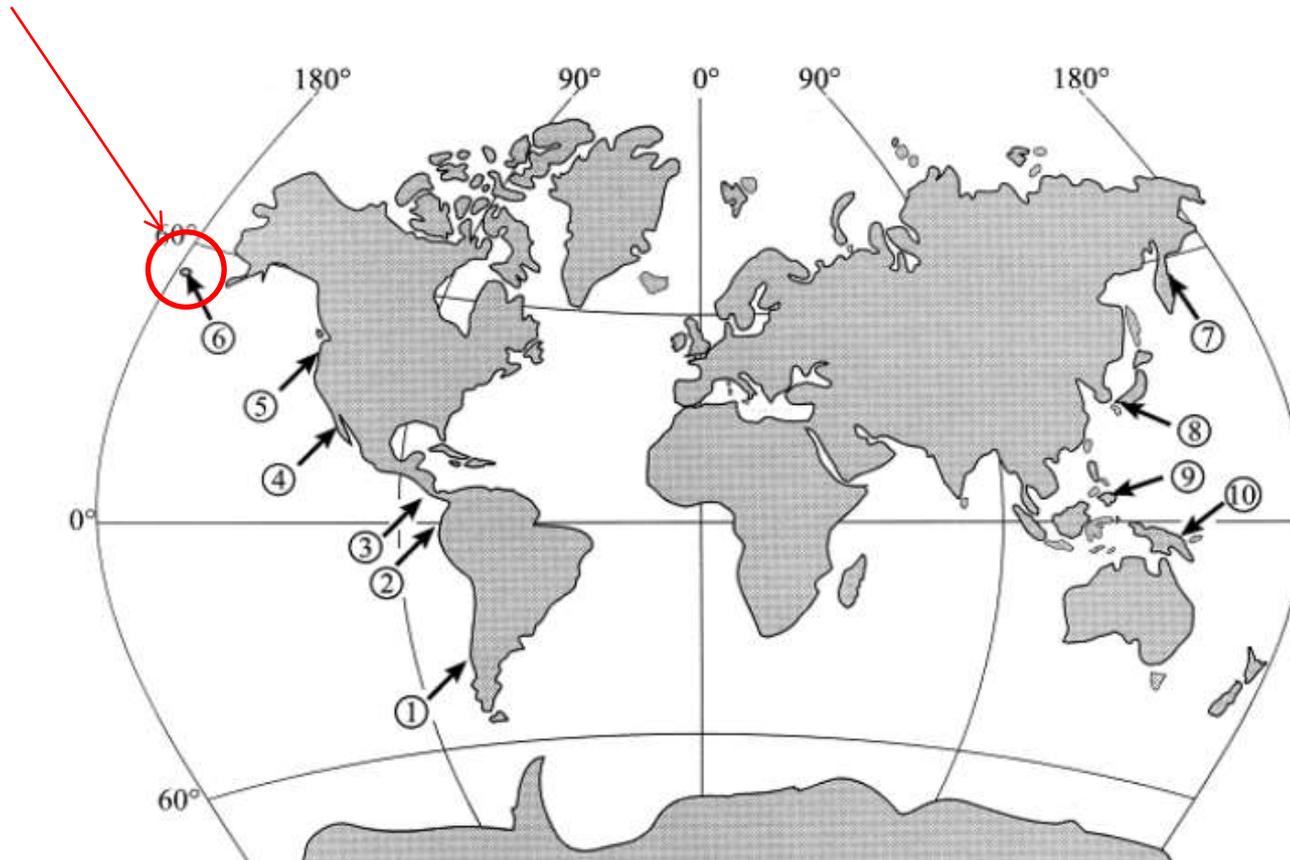
Pas de feldspaths potassiques. Il s'agit de **Tonalites à plagioclase sodique (Trondhémities) et de Granodiorites (→ TTG)**

En comparaison, la croûte continentale moderne a une composition granitique à granodioritique, à feldspath potassique.



La composition singulière de ces roches se rapproche de celle des **Adakites**, laves calco-alcalines particulières, dont la composition se rapproche de celles des TTG de type archéen (peu de K).

Les Adakites sont des roches découvertes sur l'île d'Adak, dans les Aléoutiennes (Alaska)

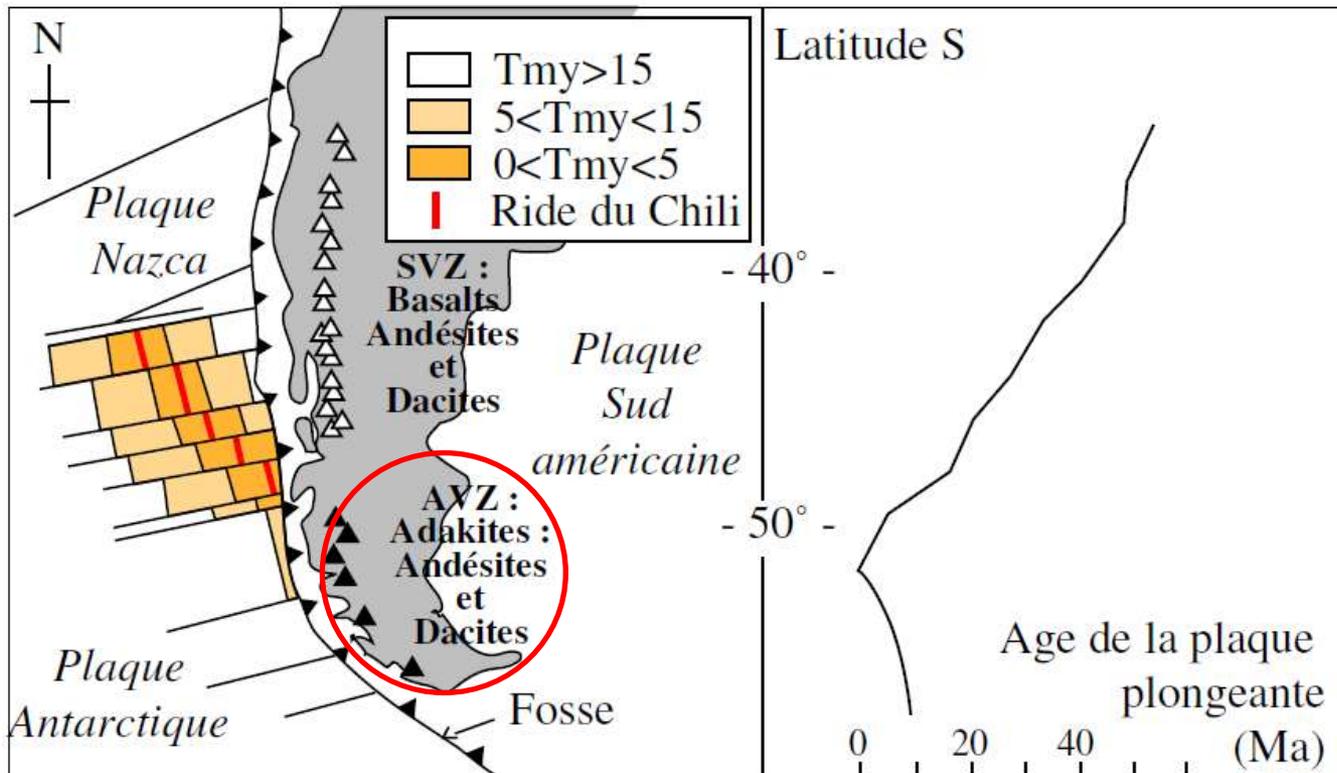


Répartition mondiale des principales adakites

## Comment se forment les adakites ?

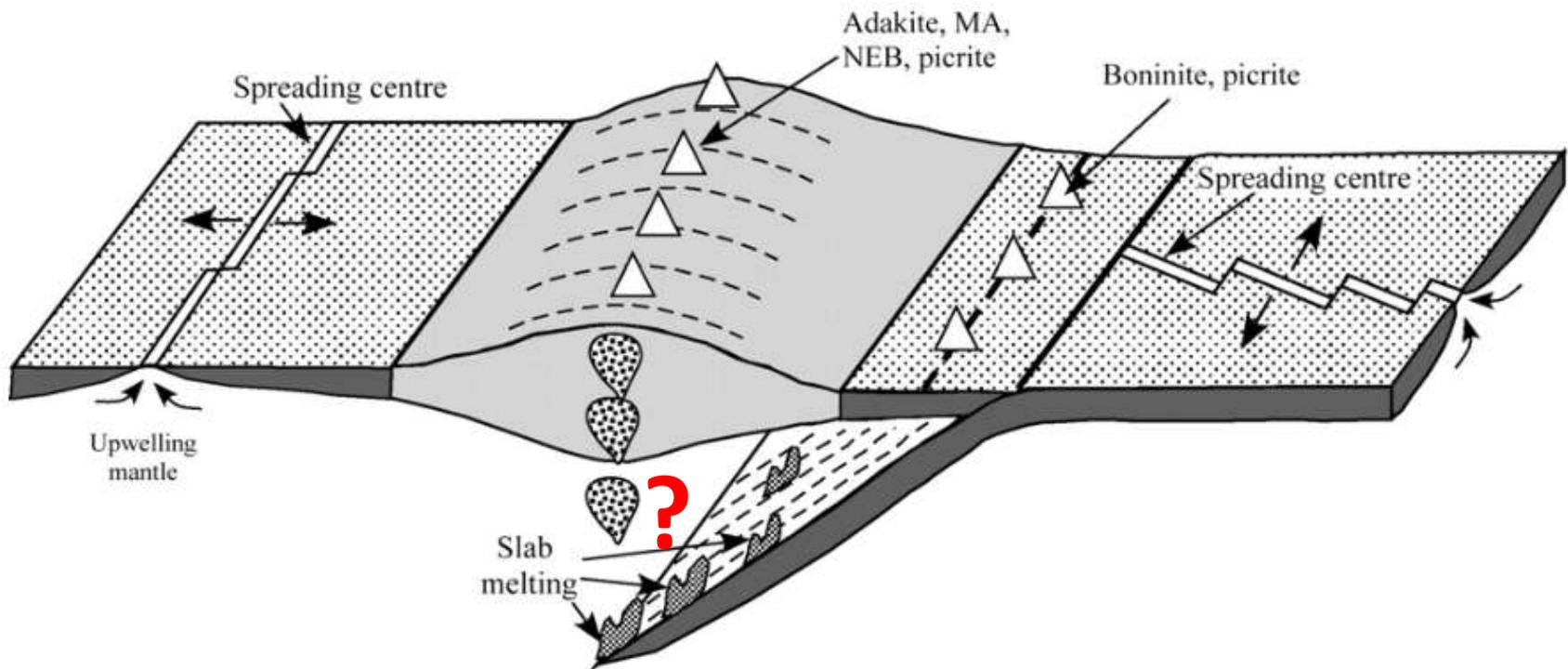
**Exemple:** En Patagonie, la plaque Nazca (au Nord), et la plaque Antarctique (au Sud), séparées par la dorsale (active) du Chili, entrent en **subduction** sous la plaque Sud-Américaine.

Cette subduction est oblique, ce qui fait que **l'âge de la croûte** qui rentre en subduction (ou sa distance à la dorsale) varie du Nord au Sud. Les **adakites** sont toujours associées à la subduction d'une croûte océanique **jeune** (< 30MA)



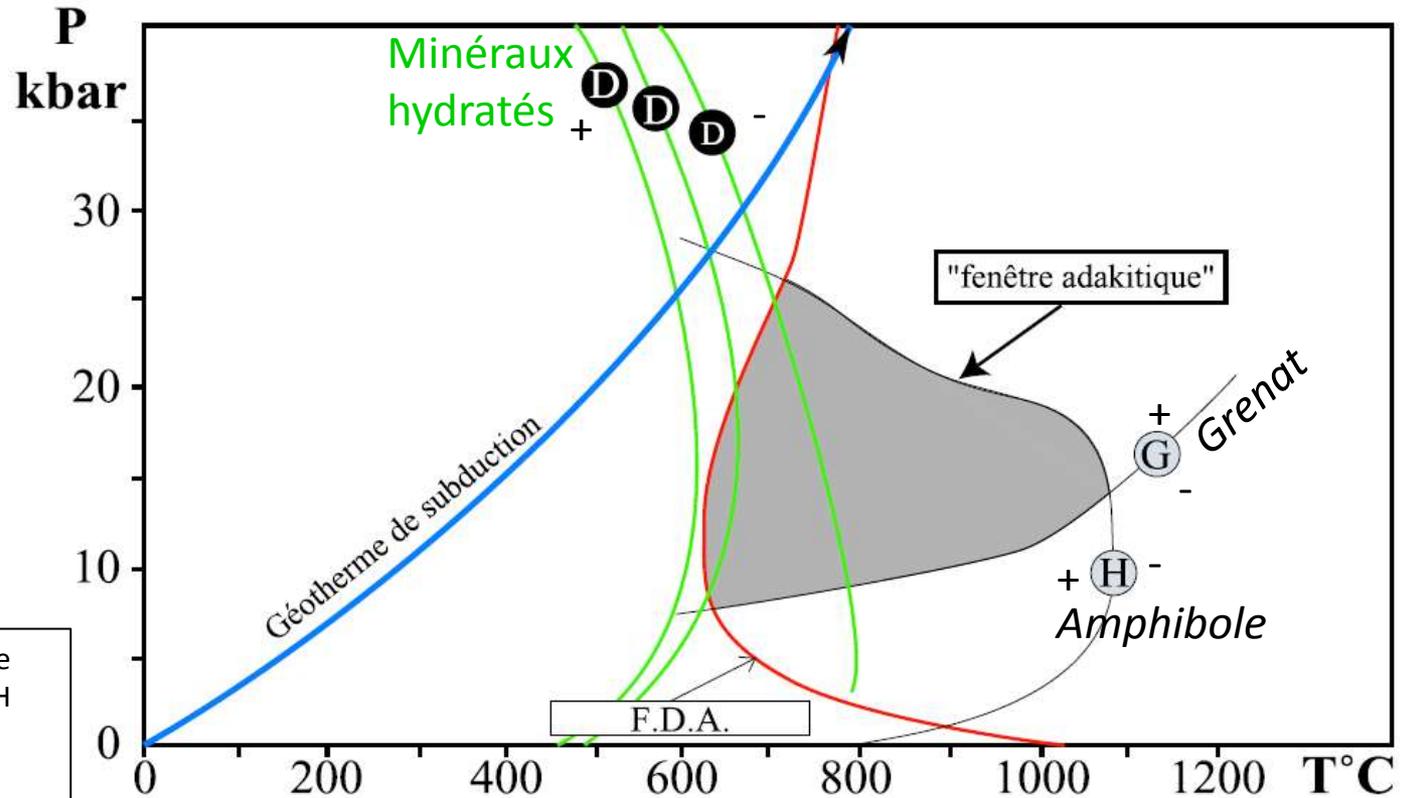
## Comment se forment les adakites ?

Des expérimentations montrent que la **fusion mantellique** ne peut donner des **adakites**. Par contre, la fusion d'**amphibolites à grenat** donne des liquides magmatiques de composition voisine des adakites. La nature basique des adakites semble montrer qu'elles proviennent de la fusion du basalte océanique hydraté.



**Pour faire fondre une amphibolite à grenat**, il faut se trouver dans une zone assez étroite de l'espace P-T :

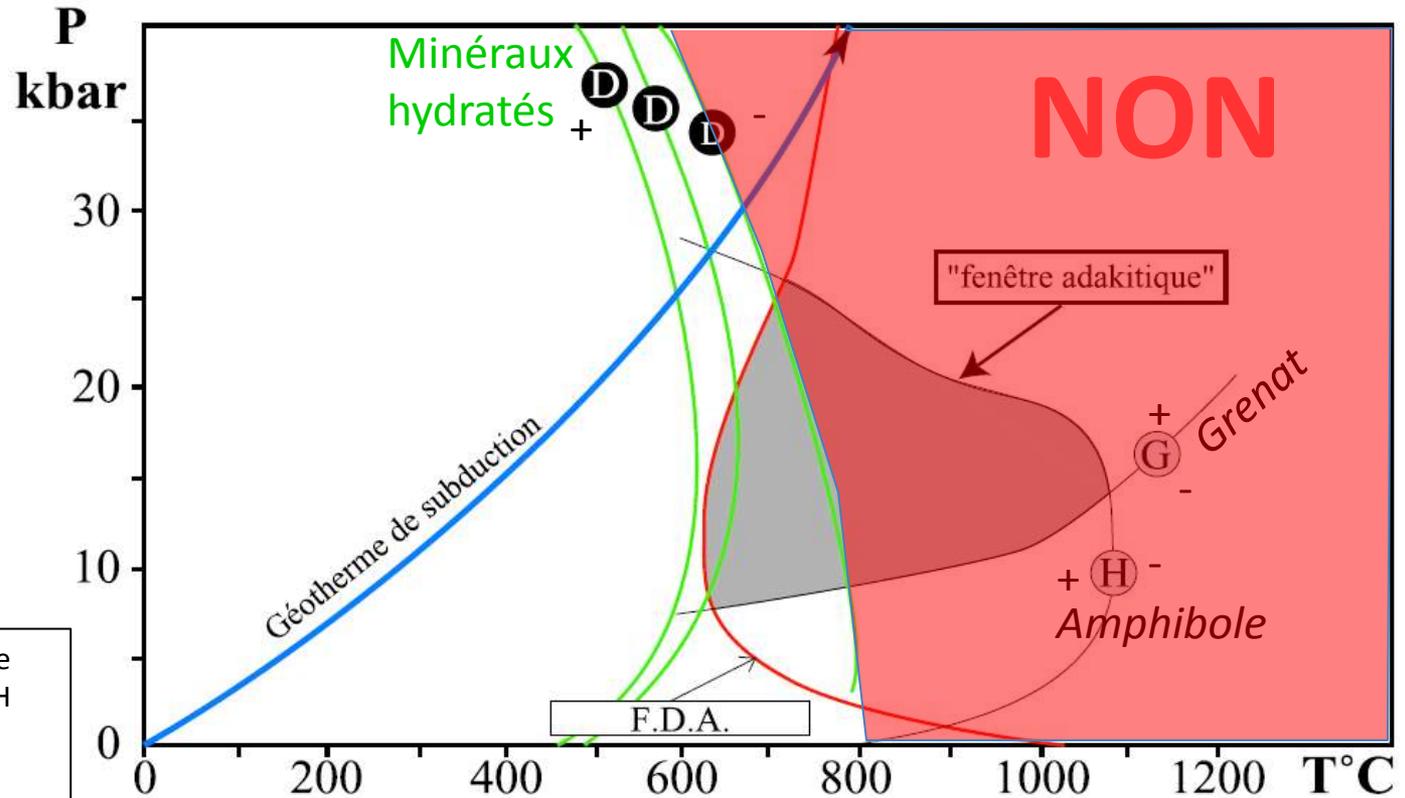
- Il faut qu'il y ait présence de minéraux hydratés (**Actinote**, **chlorite**, amphibolite). On doit être donc à **gauche de la courbe H**



La courbe G correspond à la limite inférieure de stabilité du grenat, H correspond à la disparition de l'amphibole (hornblende).

**Pour faire fondre une amphibolite à grenat**, il faut se trouver dans une zone assez étroite de l'espace P-T :

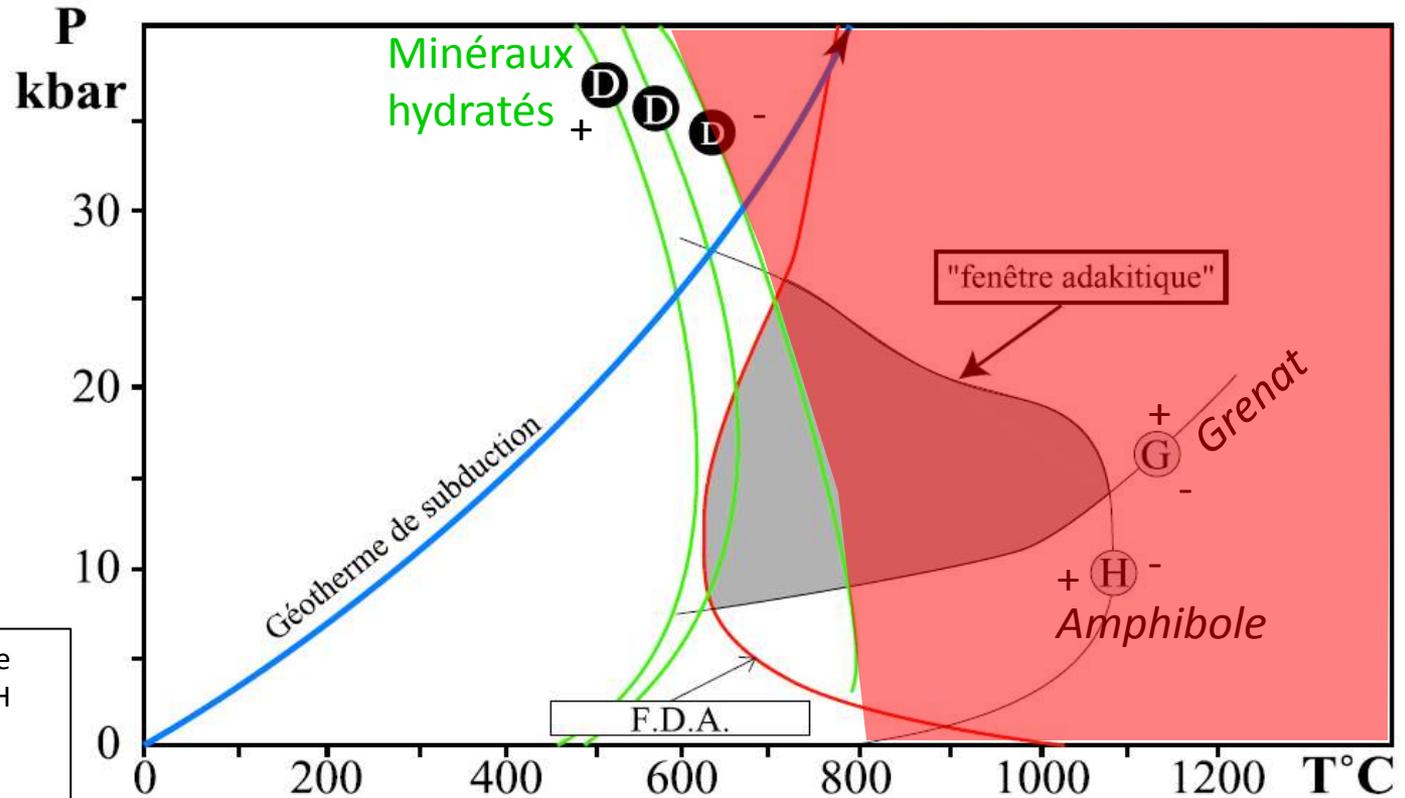
- Il faut qu'il y ait présence de minéraux hydratés (**Actinote, chlorite**, amphibolite). On doit être donc à **gauche de la courbe H**



La courbe G correspond à la limite inférieure de stabilité du grenat, H correspond à la disparition de l'amphibole (hornblende).

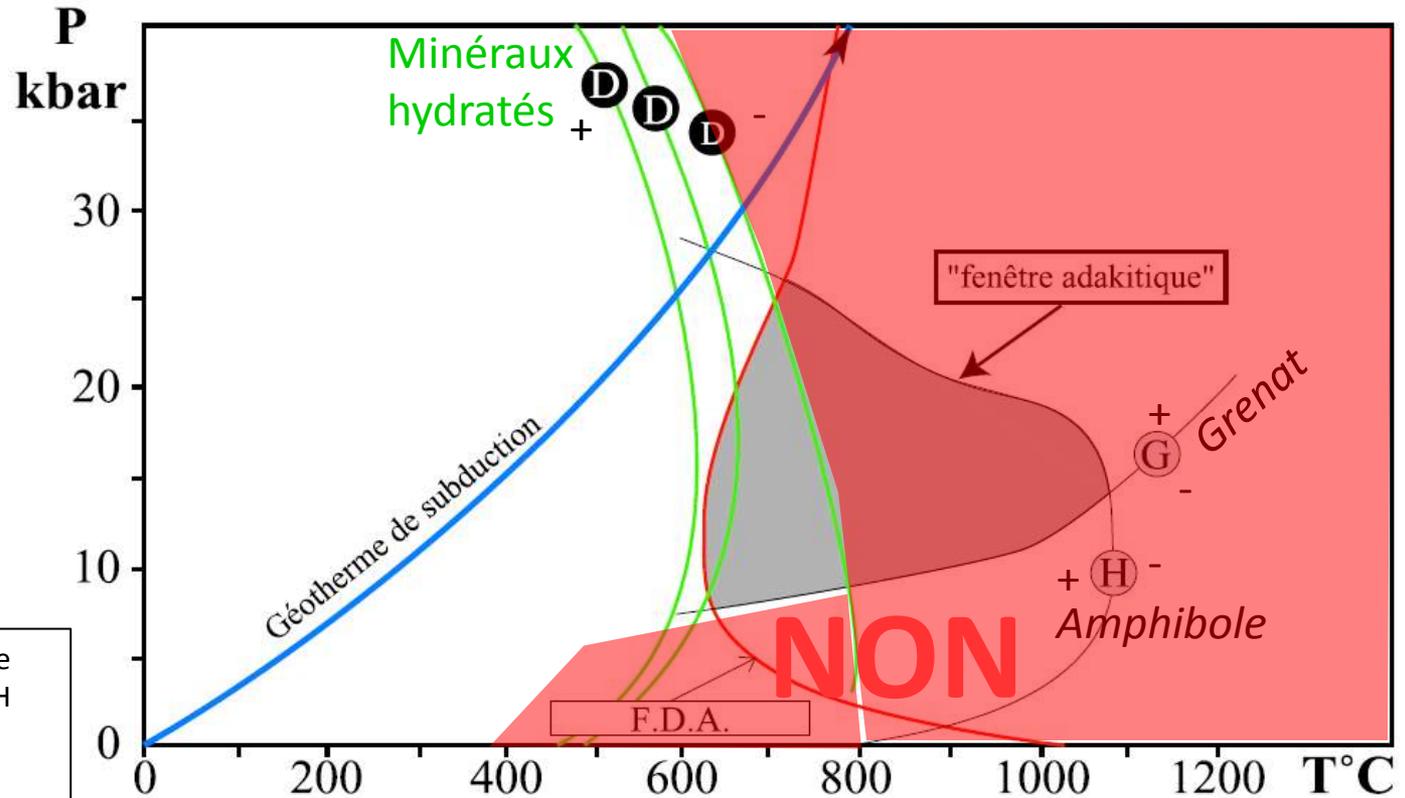
**Pour faire fondre une amphibolite à grenat**, il faut se trouver dans une zone assez étroite de l'espace P-T :

- Il faut qu'il y ait présence de minéraux hydratés (**Actinote, chlorite**, amphibolite). On doit être donc à **gauche de la courbe H**
- Il faut que le grenat soit stable (faute de quoi les liquides ne sont pas adakitiques), donc il faut être **au dessus de la courbe G** ;



**Pour faire fondre une amphibolite à grenat**, il faut se trouver dans une zone assez étroite de l'espace P-T :

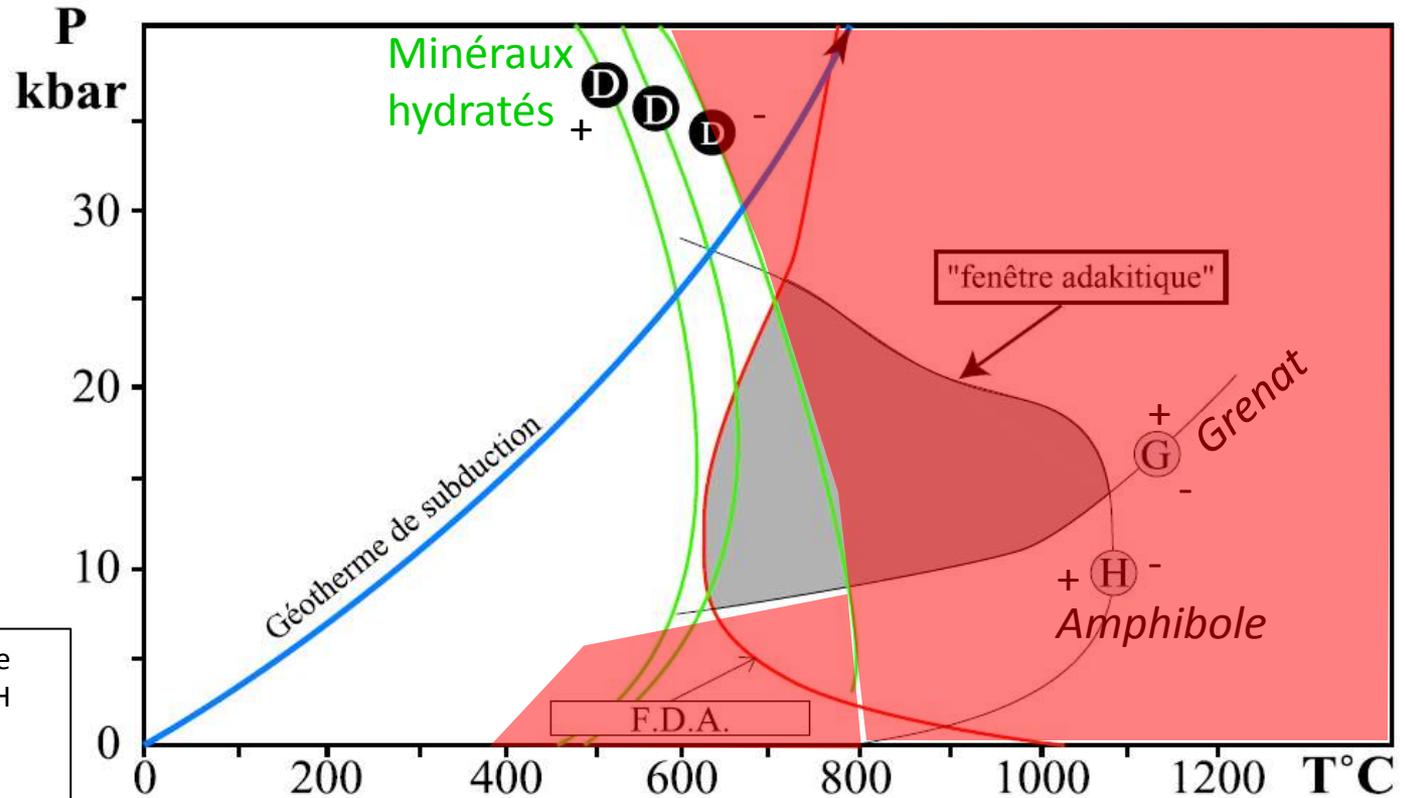
- Il faut qu'il y ait présence de minéraux hydratés (**Actinote, chlorite**, amphibolite). On doit être donc à **gauche de la courbe H**
- Il faut que le grenat soit stable (faute de quoi les liquides ne sont pas adakitiques), donc il faut être **au dessus de la courbe G** ;



La courbe G correspond à la limite inférieure de stabilité du grenat, H correspond à la disparition de l'amphibole (hornblende).

**Pour faire fondre une amphibolite à grenat**, il faut se trouver dans une zone assez étroite de l'espace P-T :

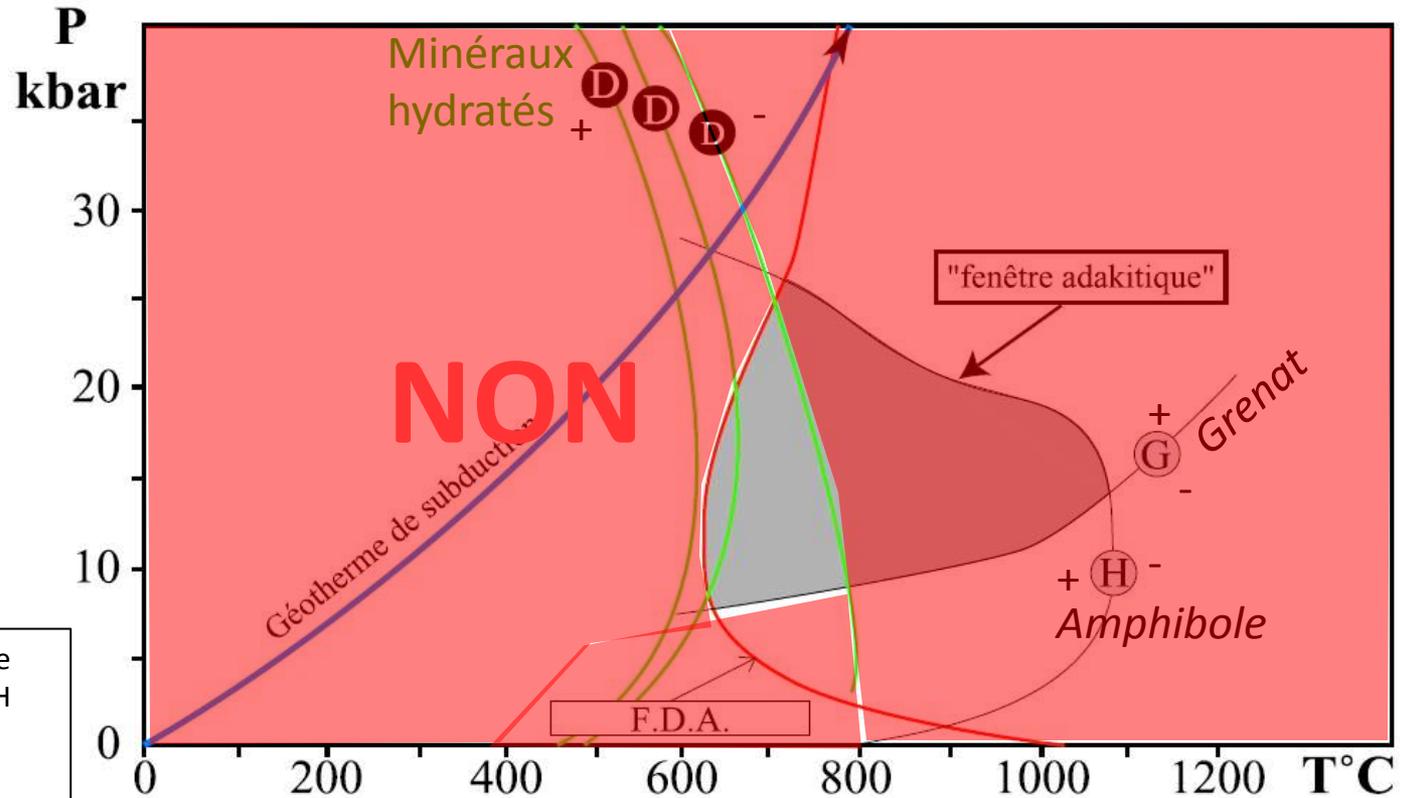
- Il faut qu'il y ait présence de minéraux hydratés (**Actinote, chlorite**, amphibolite). On doit être donc à **gauche** de la **courbe H**
- Il faut que le grenat soit stable (faute de quoi les liquides ne sont pas adakitiques), donc il faut être **au dessus** de la **courbe G** ;
- Il faut que la fusion de l'amphibolite hydratée puisse se dérouler, donc il faut être **à droite** de la **courbe FDA**.



La courbe G correspond à la limite inférieure de stabilité du grenat, H correspond à la disparition de l'amphibole (hornblende).

**Pour faire fondre une amphibolite à grenat**, il faut se trouver dans une zone assez étroite de l'espace P-T :

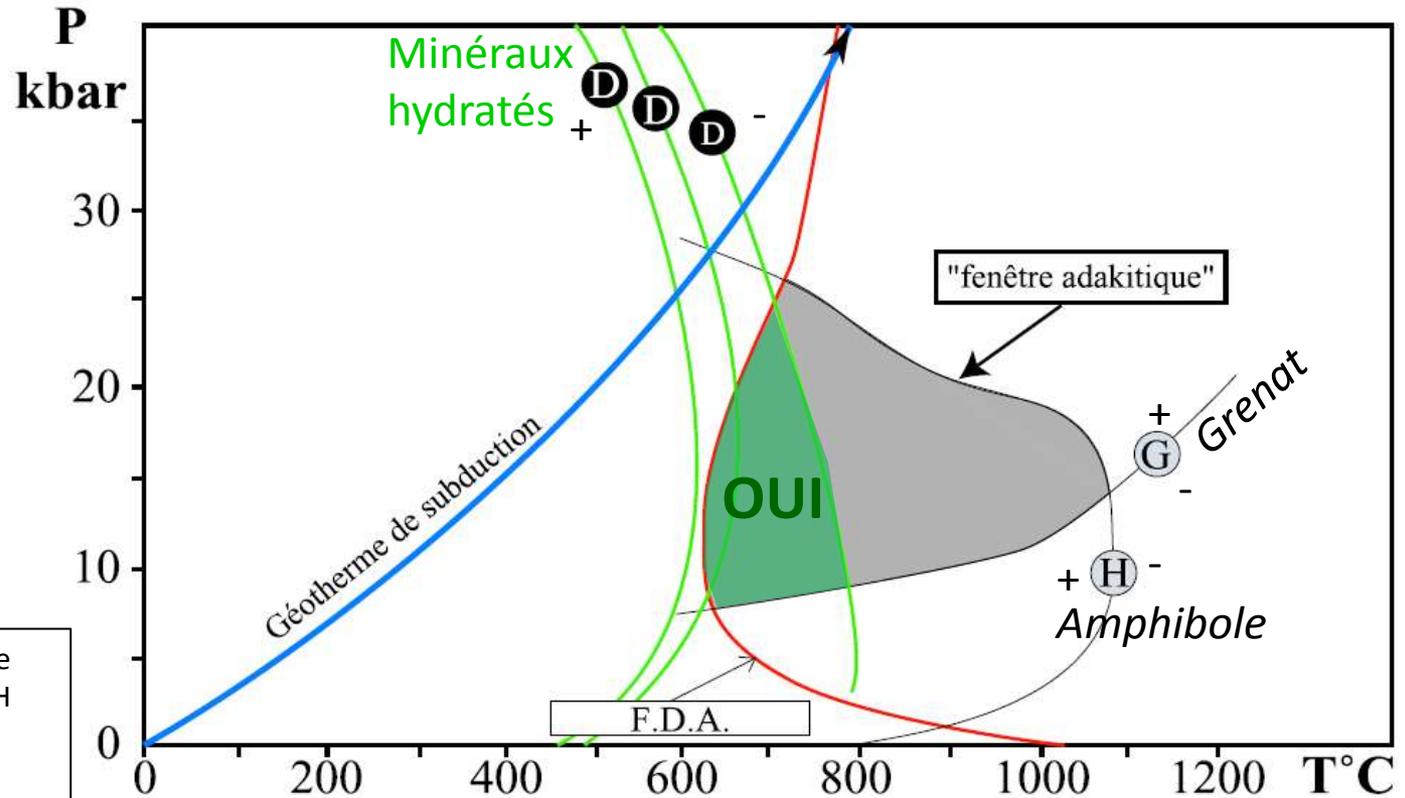
- Il faut qu'il y ait présence de minéraux hydratés (**Actinote, chlorite**, amphibolite). On doit être donc à **gauche** de la **courbe H**
- Il faut que le grenat soit stable (faute de quoi les liquides ne sont pas adakitiques), donc il faut être **au dessus** de la **courbe G** ;
- Il faut que la fusion de l'amphibolite hydratée puisse se dérouler, donc il faut être à **droite** de la **courbe FDA**.



La courbe G correspond à la limite inférieure de stabilité du grenat, H correspond à la disparition de l'amphibole (hornblende).

**Pour faire fondre une amphibolite à grenat**, il faut se trouver dans une zone assez étroite de l'espace P-T :

- Il faut qu'il y ait présence de minéraux hydratés (**Actinote, chlorite**, amphibolite). On doit être donc à **gauche** de la **courbe H**
- Il faut que le grenat soit stable (faute de quoi les liquides ne sont pas adakitiques), donc il faut être **au dessus** de la **courbe G** ;
- Il faut que la fusion de l'amphibolite hydratée puisse se dérouler, donc il faut être **à droite** de la **courbe FDA**.



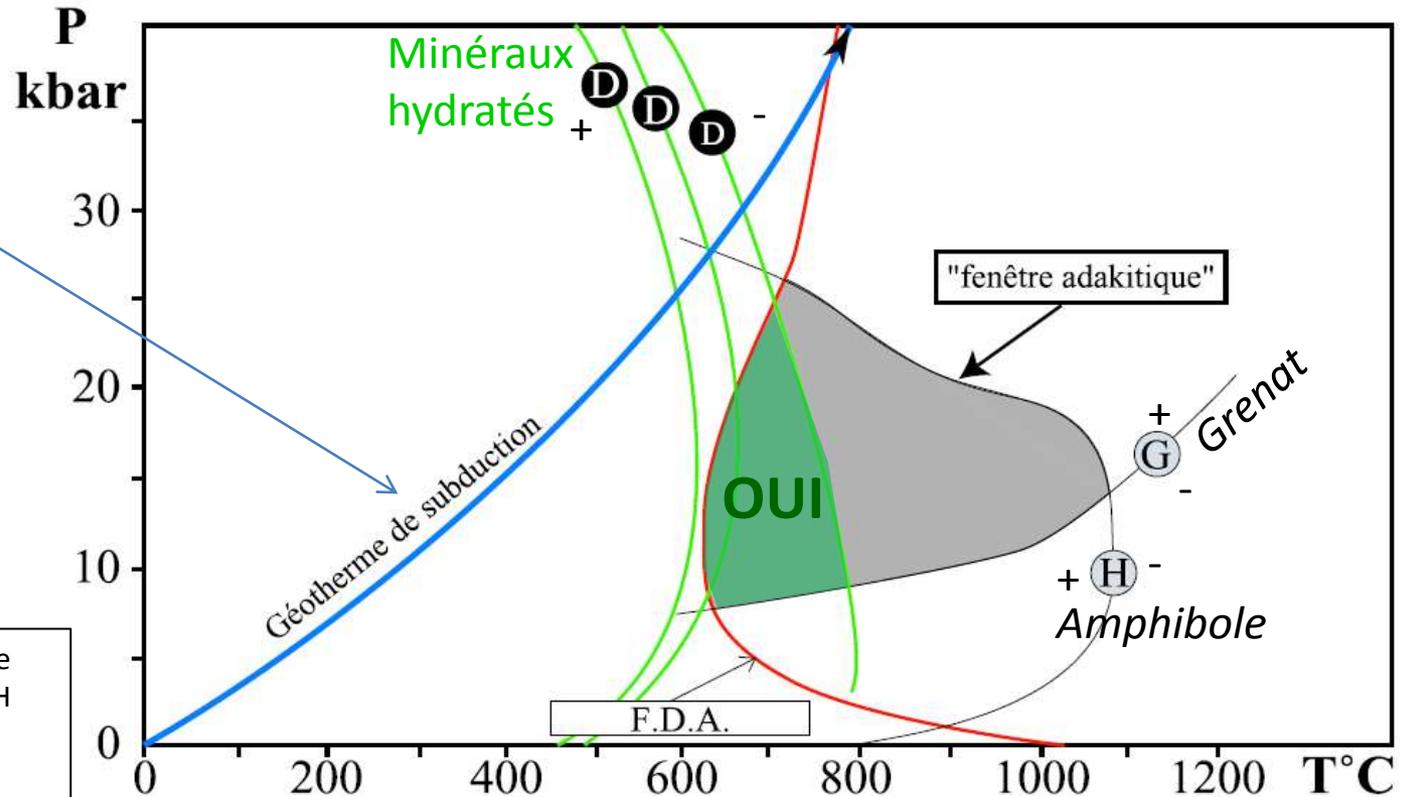
La courbe G correspond à la limite inférieure de stabilité du grenat, H correspond à la disparition de l'amphibole (hornblende).

**Pour faire fondre une amphibolite à grenat**, il faut se trouver dans une zone assez étroite de l'espace P-T :

- Il faut qu'il y ait présence de minéraux hydratés (**Actinote, chlorite**, amphibolite). On doit être donc à **gauche** de la **courbe H**
- Il faut que le grenat soit stable (faute de quoi les liquides ne sont pas adakitiques), donc il faut être **au dessus** de la **courbe G** ;
- Il faut que la fusion de l'amphibolite hydratée puisse se dérouler, donc il faut être **à droite** de la **courbe FDA**.

On voit que dans le cas d'une **subduction** « classique », le **géotherme** (courbe **bleue**) est tel que l'amphibolite se déshydrate en premier, **ce qu'il l'empêche de fondre**

La courbe G correspond à la limite inférieure de stabilité du grenat, H correspond à la disparition de l'amphibole (hornblende).



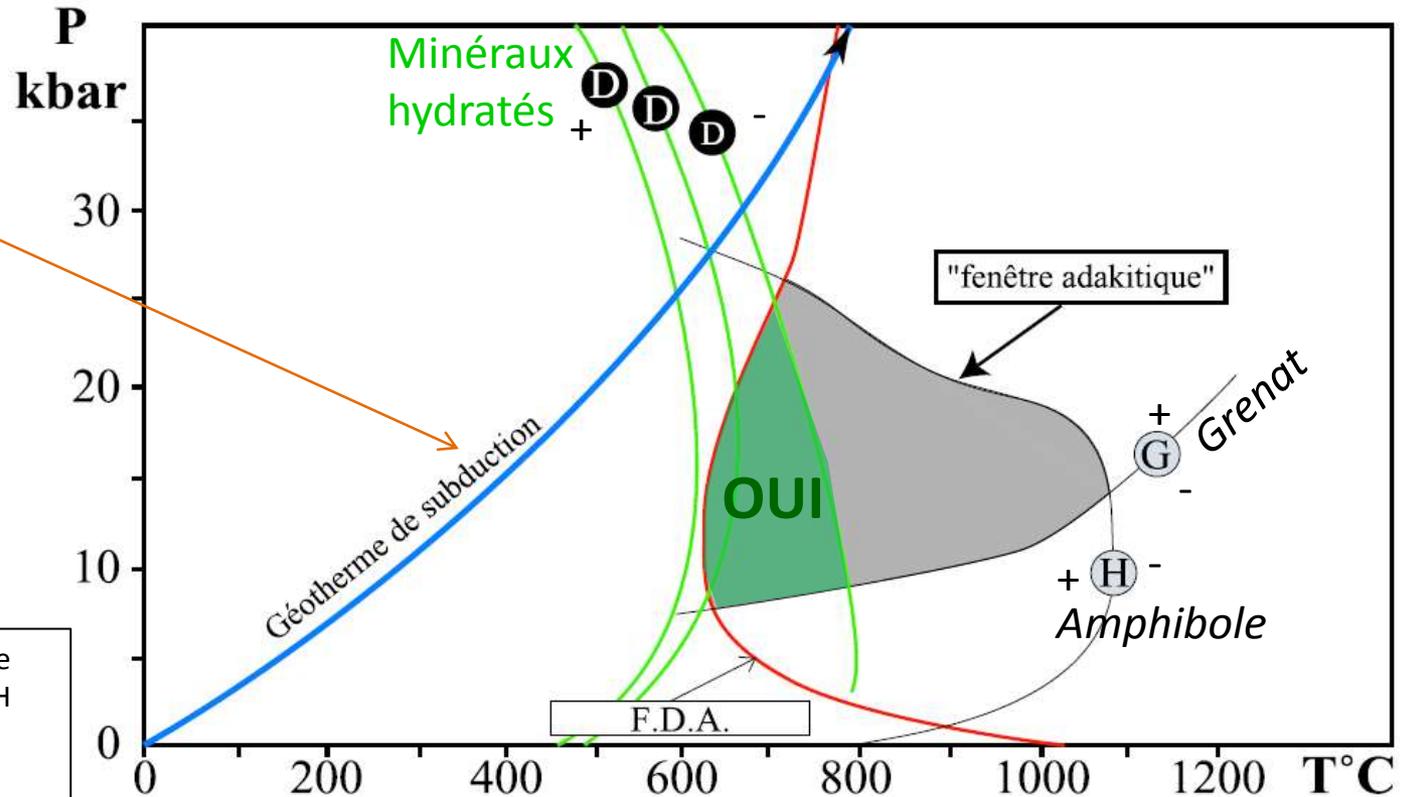
**Pour faire fondre une amphibolite à grenat**, il faut se trouver dans une zone assez étroite de l'espace P-T :

- Il faut qu'il y ait présence de minéraux hydratés (**Actinote, chlorite**, amphibolite). On doit être donc à **gauche** de la **courbe H**
- Il faut que le grenat soit stable (faute de quoi les liquides ne sont pas adakitiques), donc il faut être **au dessus** de la **courbe G** ;
- Il faut que la fusion de l'amphibolite hydratée puisse se dérouler, donc il faut être **à droite** de la **courbe FDA**.

→ Cela ne peut marcher que si on **augmente le gradient géothermique de subduction !!!**

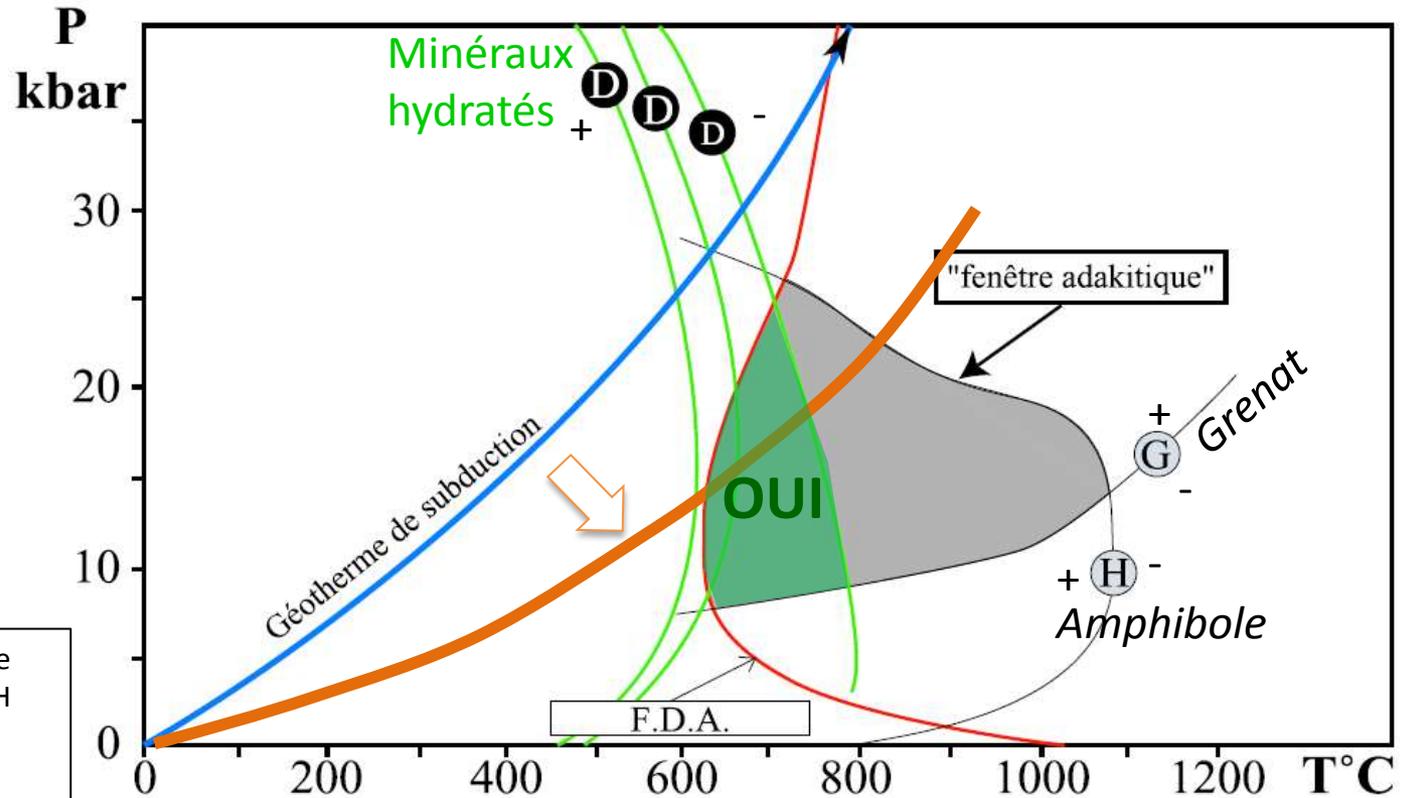


La courbe G correspond à la limite inférieure de stabilité du grenat, H correspond à la disparition de l'amphibole (hornblende).



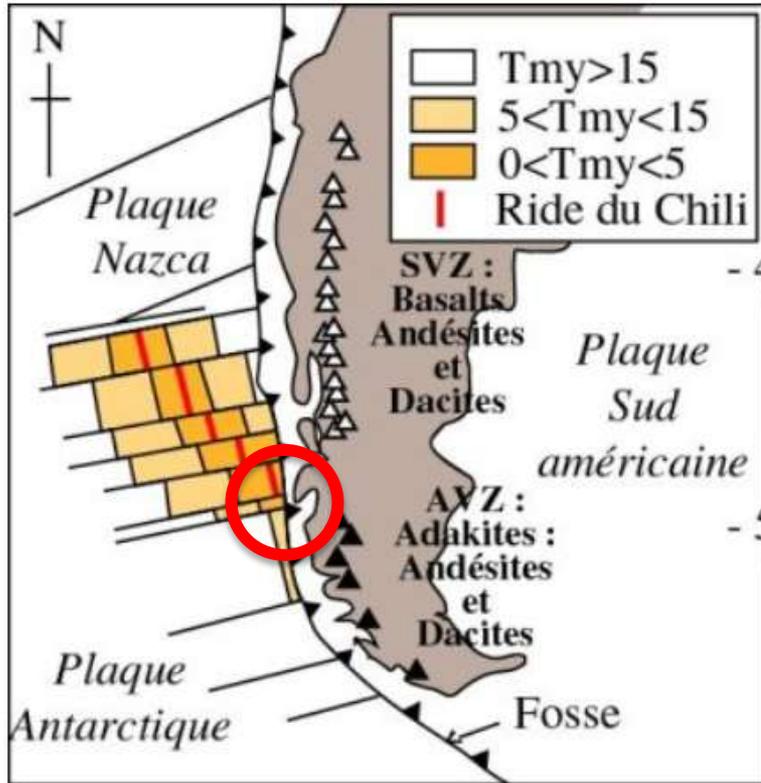
**Pour faire fondre une amphibolite à grenat**, il faut se trouver dans une zone assez étroite de l'espace P-T :

- Il faut qu'il y ait présence de minéraux hydratés (**Actinote, chlorite**, amphibolite). On doit être donc à **gauche** de la **courbe H**
- Il faut que le grenat soit stable (faute de quoi les liquides ne sont pas adakitiques), donc il faut être **au dessus** de la **courbe G** ;
- Il faut que la fusion de l'amphibolite hydratée puisse se dérouler, donc il faut être **à droite** de la **courbe FDA**.

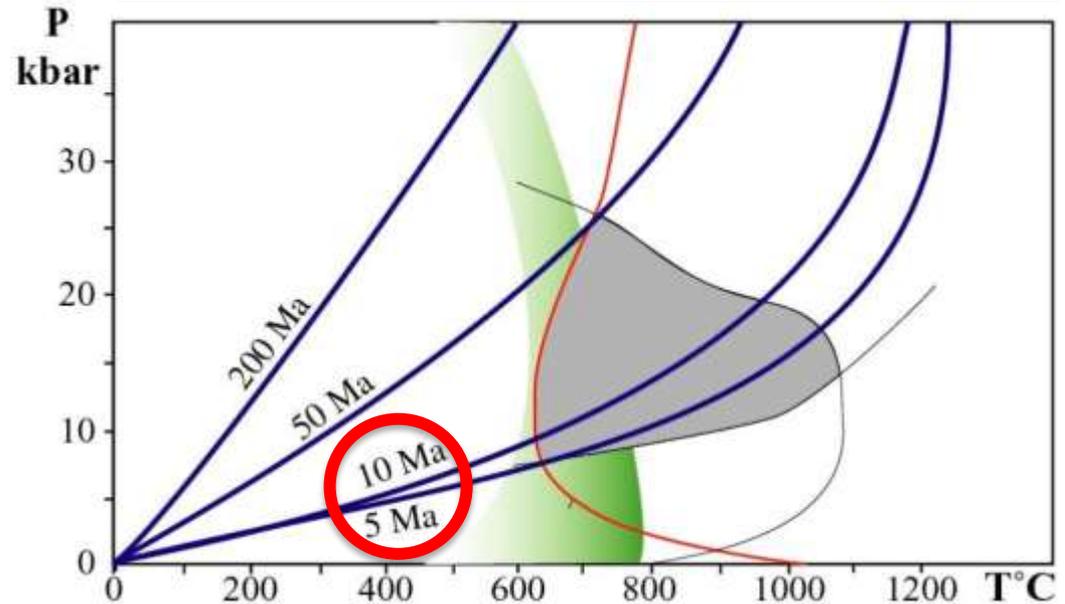


La courbe G correspond à la limite inférieure de stabilité du grenat, H correspond à la disparition de l'amphibole (hornblende).

→ Cela ne peut marcher que si on **augmente le gradient géothermique de subduction !!!**

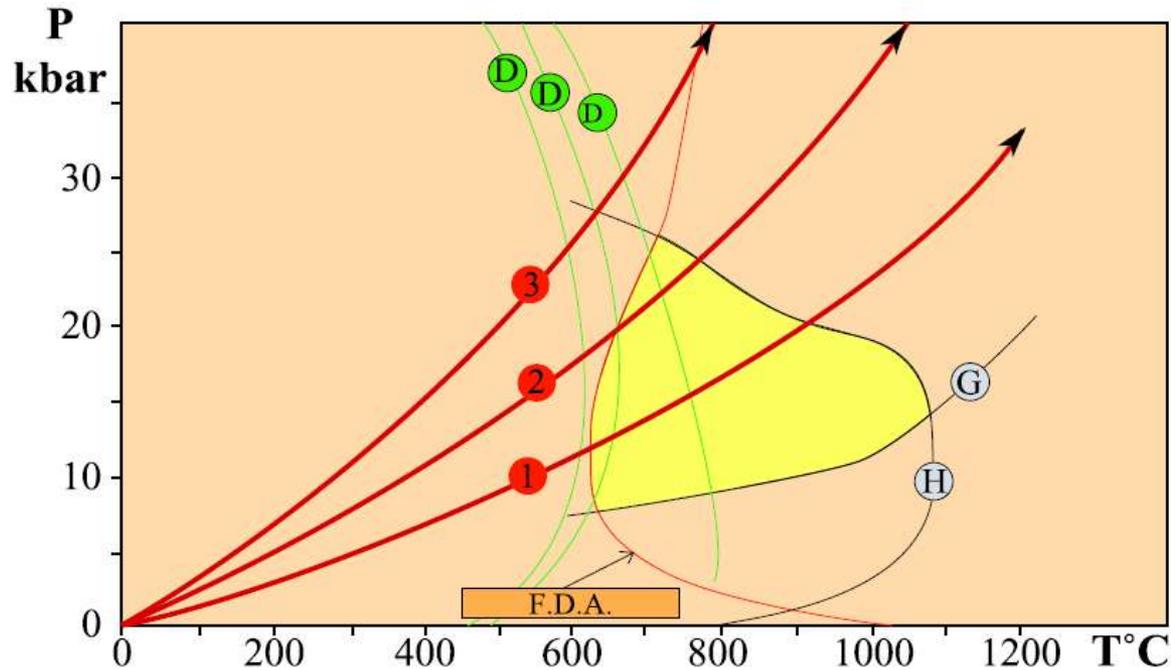


**Géothermes de subduction** en fonction de l'âge de la croûte océanique.

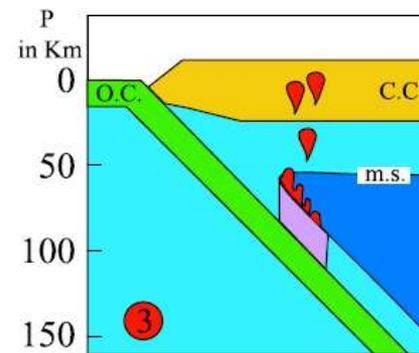
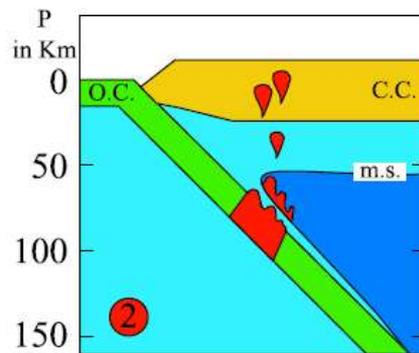
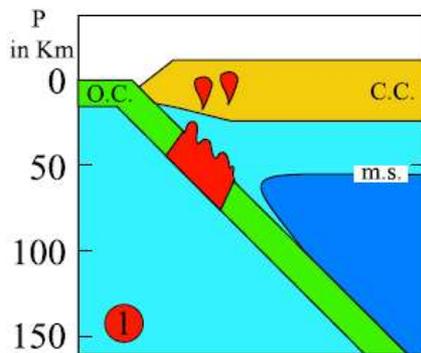


C'est bien ce qui se passe dans la zone étudiée: la croûte océanique, particulièrement jeune, est **anormalement chaude** → **Fusion possible** avant qu'elle se déshydrate complètement !!!

Le contexte de formation des **adakites** se rapproche donc de celui de la **croûte continentale archéenne** !



- ❶ **TTG ARCHEENNES**  
Fusion à faible profondeur  
Pas ou peu d'interactions  
du magma avec le manteau
- ❷ **ADAKITES MODERNES**  
Fusion à plus forte profondeur  
Fortes interactions magma-manteau
- ❸ **MAGMAS BADR MODERNES**  
Deshydratation de la croûte  
(pas de fusion)  
Fusion du manteau hydraté

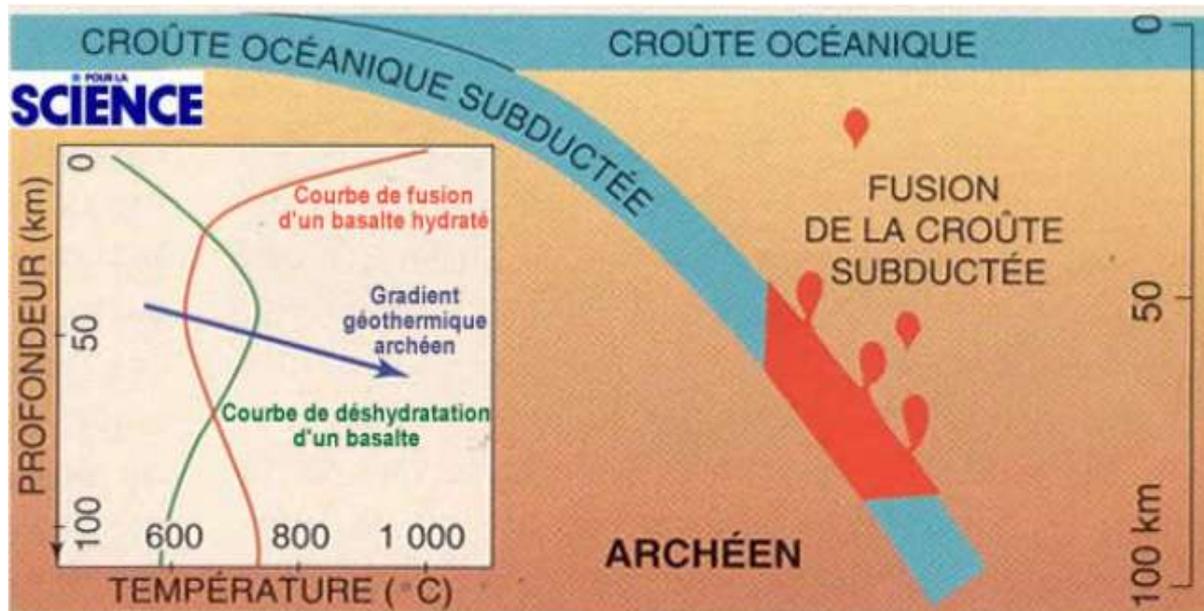


Les conditions de formation de la croûte continentale a donc **évolué au cours du temps**:

## Genèse de croûte continentale à l'Archéen (-4 à -2,5 Ga)

**Fusion du basalte** possible car il atteint sa **température de fusion** avant de se **déshydrater** (gradient géothermique plus élevé qu'actuellement)

→ Granitoïdes de type TTG, enrichis en sodium (croûte continentale primitive)



Archéen : période où le magmatisme était intense. On suppose que les  $\frac{3}{4}$  de la croûte continentale actuelle a été extraite du manteau à cette époque.

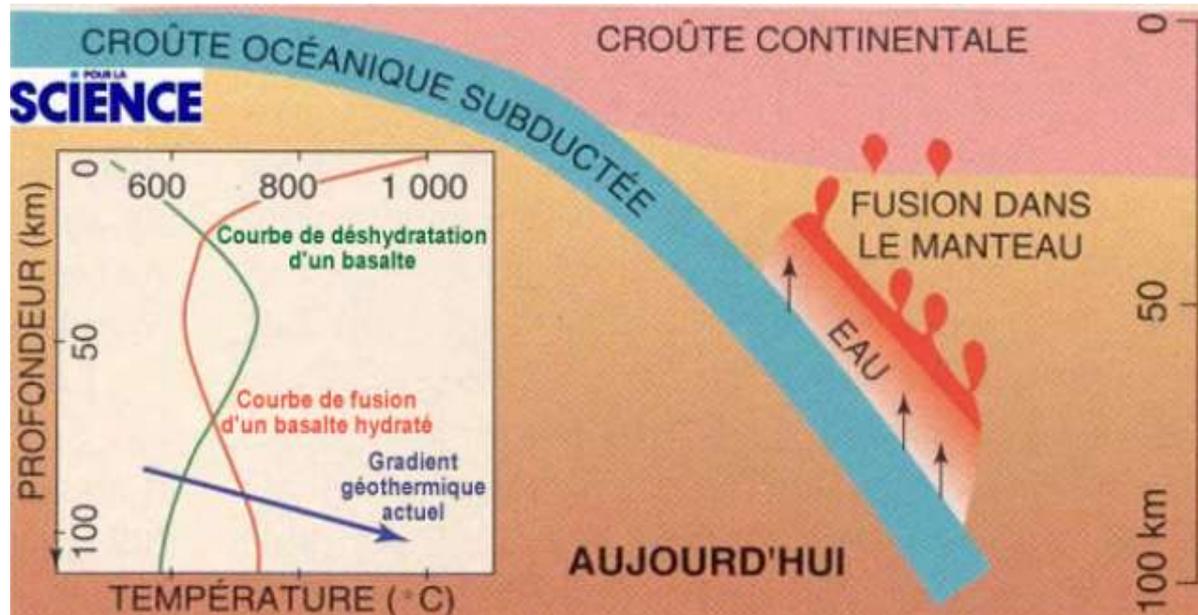
Les conditions de formation de la croûte continentale a donc évolué au cours du temps:

## Genèse de croûte continentale depuis 2,5 Ga

Gradient géothermique **plus faible** →

Le basalte se **déshydrate** avant d'atteindre son point de fusion, ce qui **empêche sa fusion**. L'eau favorise la fusion du manteau.

→ Magmatisme calco-alkalin donnant des granitoïdes enrichis en potassium (croûte « moderne »)

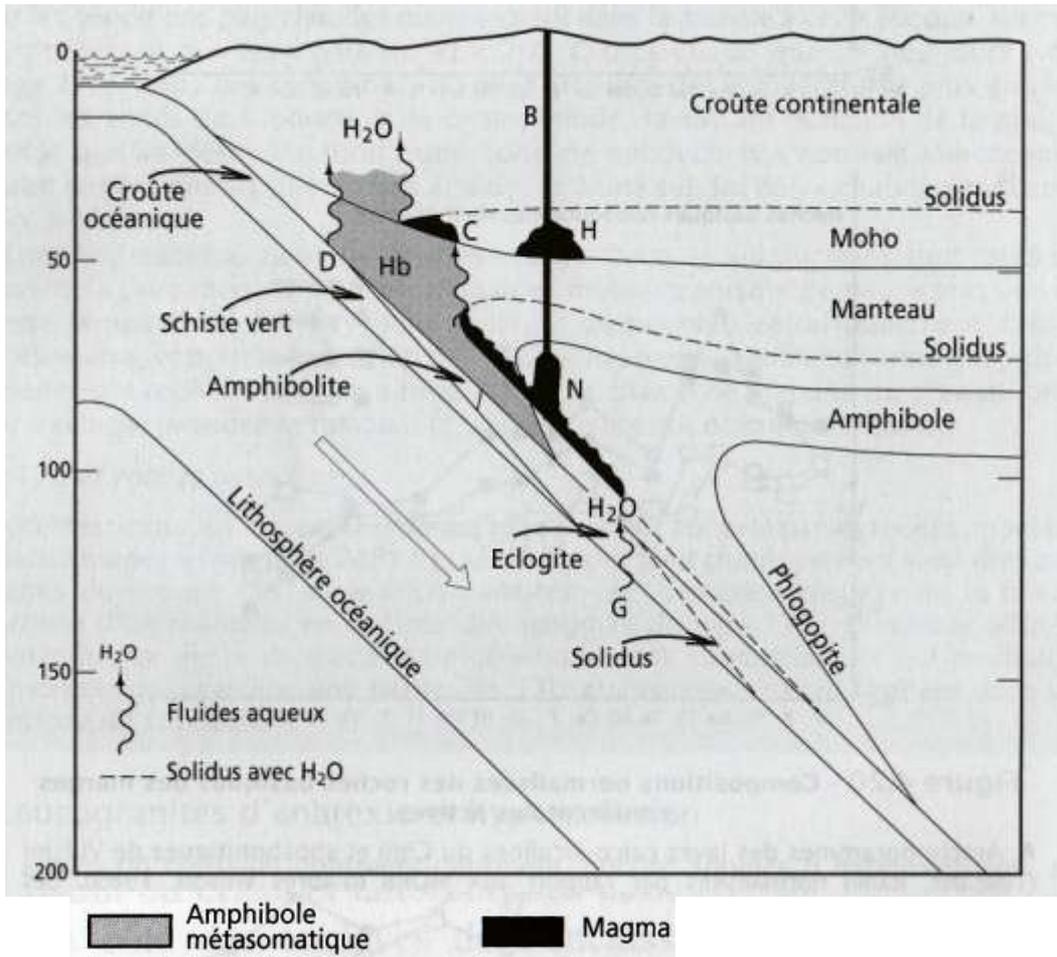


# Des conditions de fusion partielle qui varient

## La fusion partielle de la péridotite dans un contexte de subduction

Des variations dans les processus de fusion partielle selon la température de la lithosphère subduite

### Cas d'une lithosphère océanique vieille (froide)



Entre **D et G**, la déshydratation de la croûte oc. favorise la métasomatose du manteau (amphibole Hb) et de la croûte sus jacente → anatexie locale de la croûte en **C**

La croûte océanique ne fond pas car son solidus ne peut être atteint.

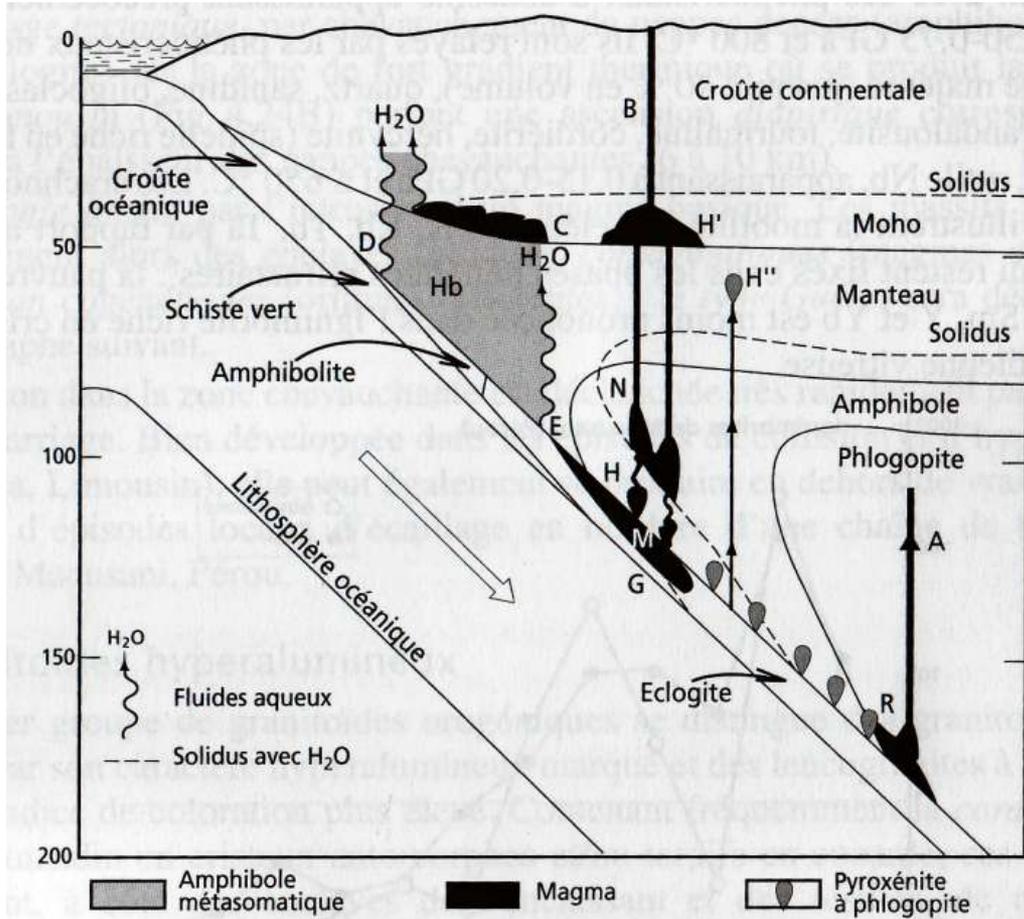
Le manteau sus-jacente subit en **N** la fusion partielle. Le magma produit s'accumule en **H** à la base de la croûte où il se différencie. Les liquides résiduels montent dans la croûte le long des filons **B**

# Des conditions de fusion partielle qui varient

## La fusion partielle de la péridotite dans un contexte de subduction

Des variations dans les processus de fusion partielle selon la température de la lithosphère subduite

### Cas d'une lithosphère océanique jeune (chaude)



Entre **D et E**, la déshydratation de la croûte oc. favorise la métasomatose du manteau (amphibole Hb) et de la croûte sus jacente → anatexie locale de la croûte en **C**

La croûte océanique peut fondre entre **E et G** car son solidus peut être atteint. Les liquides H produits sont siliceux et peuvent se mélanger avec les magmas mantelliques **N**. Les magmas hybrides suivent le trajet **N-H'-B** le long duquel ils se différencient

Une partie des liquides siliceux **H** se combine avec le manteau péridotitique → corps de wobstérite à grenat-phlogopite qui montent adiabatiquement en **H''**

La déstabilisation du mica en **R** provoque une fusion du manteau avec ascension des liquides en **A** vers la surface.