



La dynamique des zones de convergence

Quels sont les marqueurs des zones de convergence océanique et continentale ?

I. Convergence lithosphérique et subduction

- A) Les caractéristiques des zones de subduction
- B) Le fonctionnement des zones de subduction
- C) Le moteur de la subduction et du mouvement des plaques lithosphériques

II. Convergence lithosphérique et collision

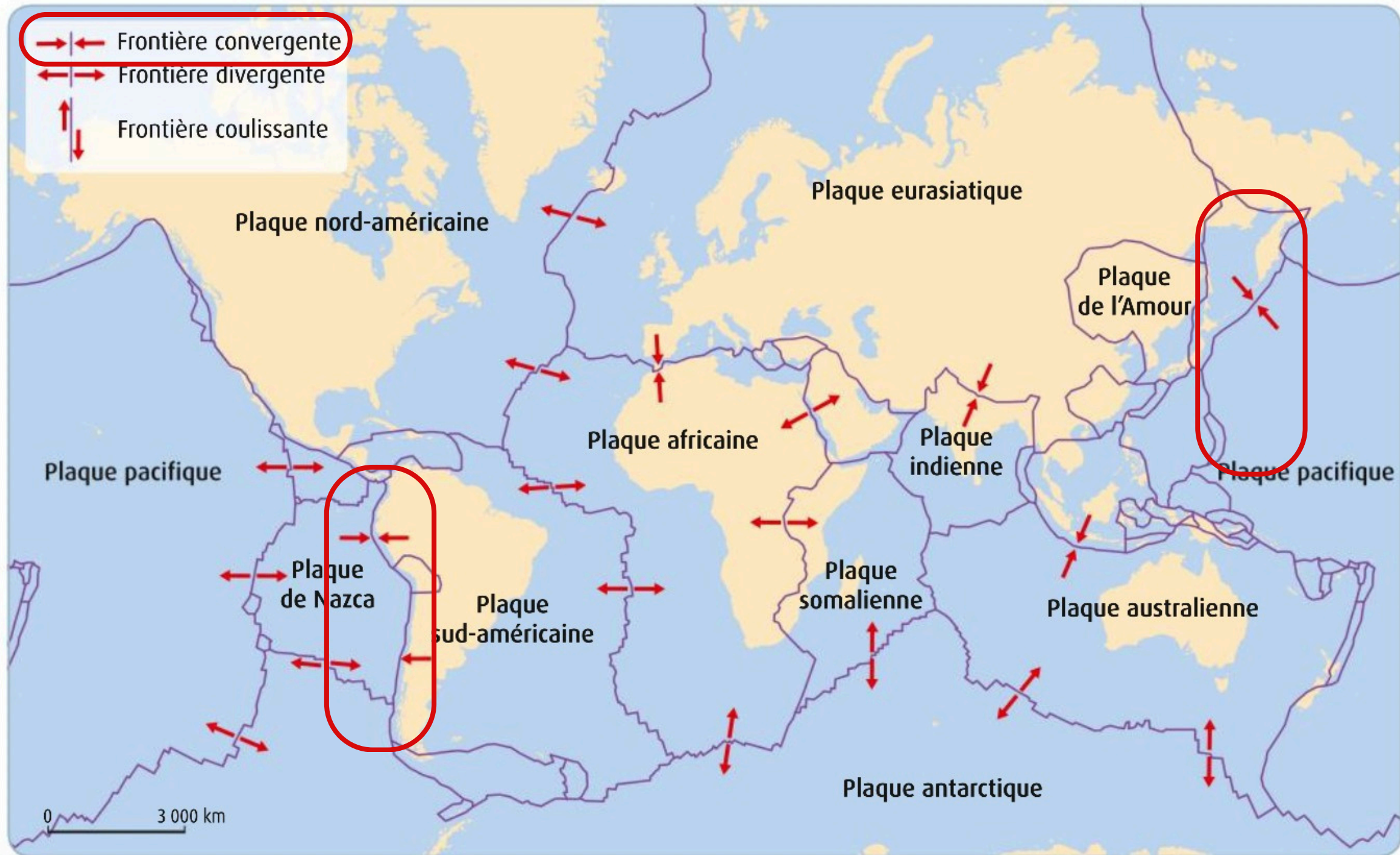
- A) Les caractéristiques des zones de collision
- B) Le fonctionnement des zones de collision



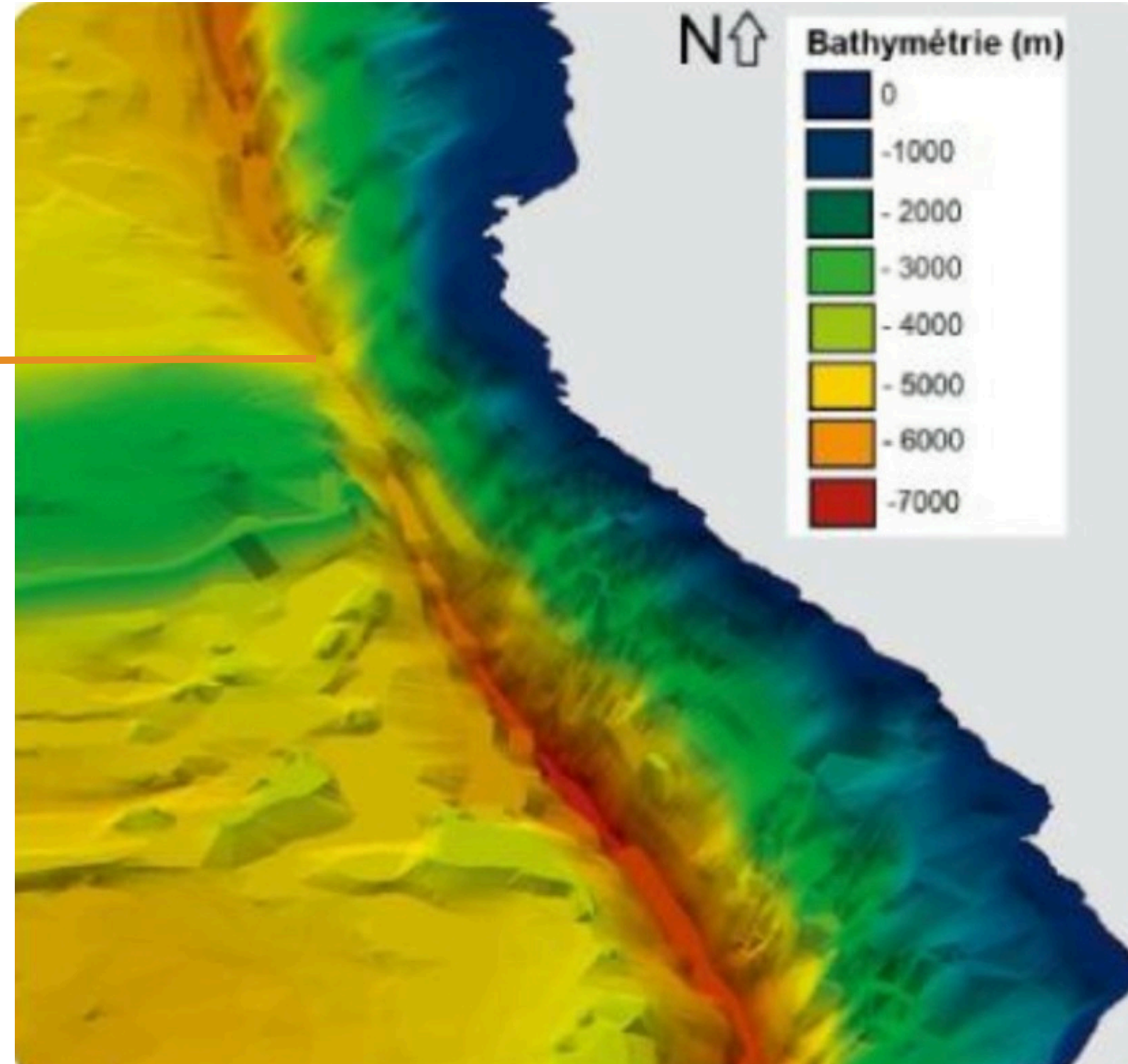
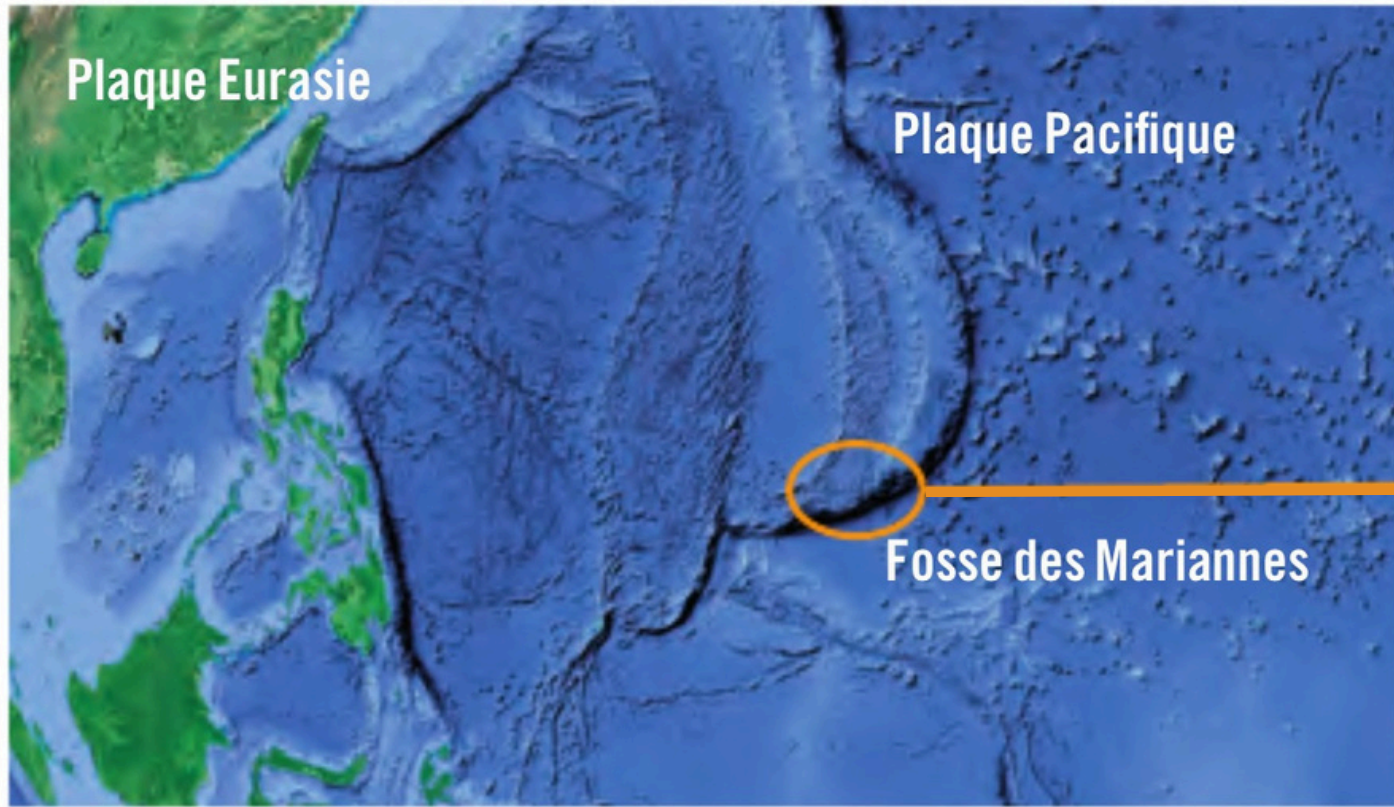
I. Convergence lithosphérique et subduction

→ A) Les caractéristiques des zones de subduction

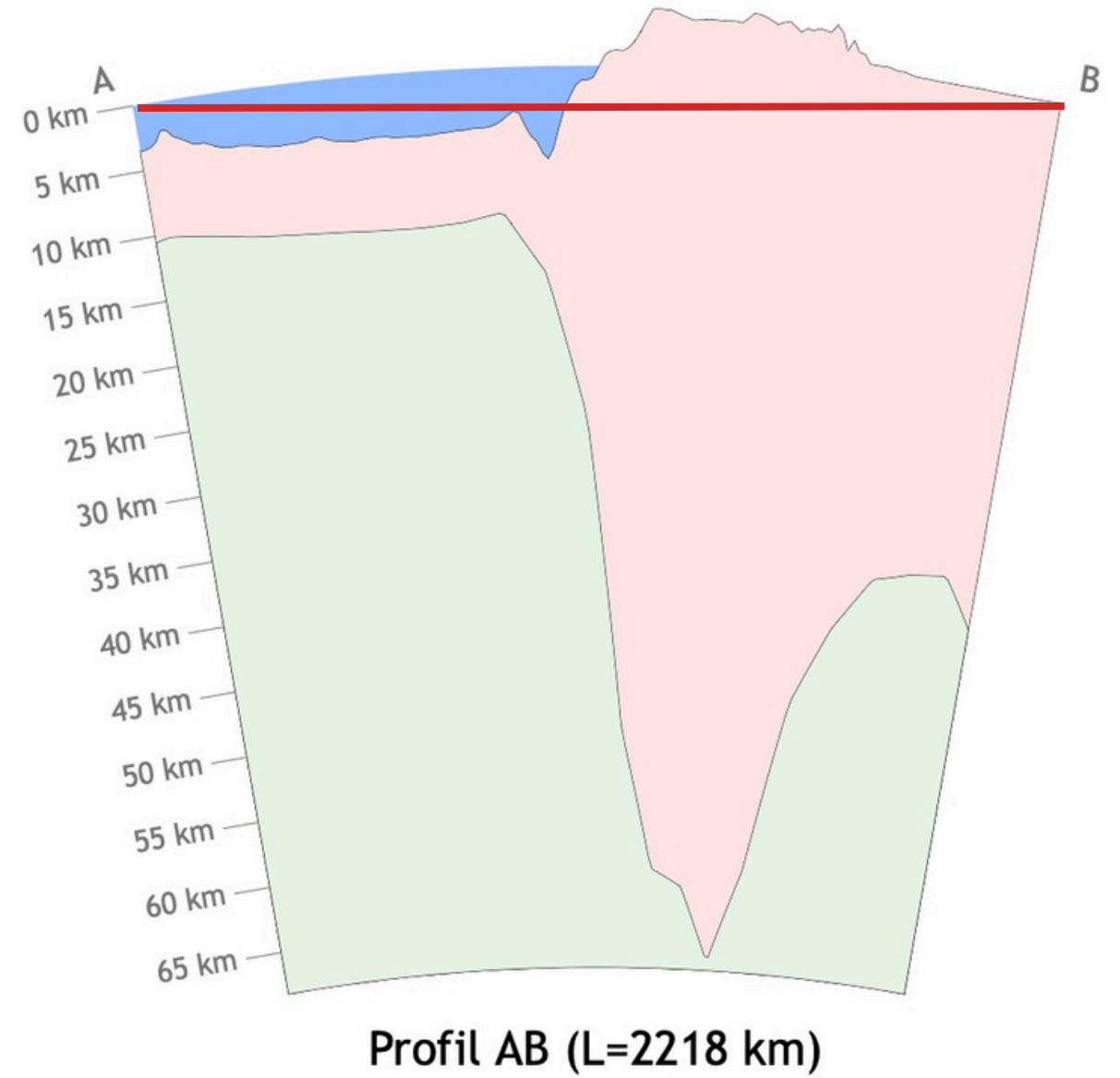
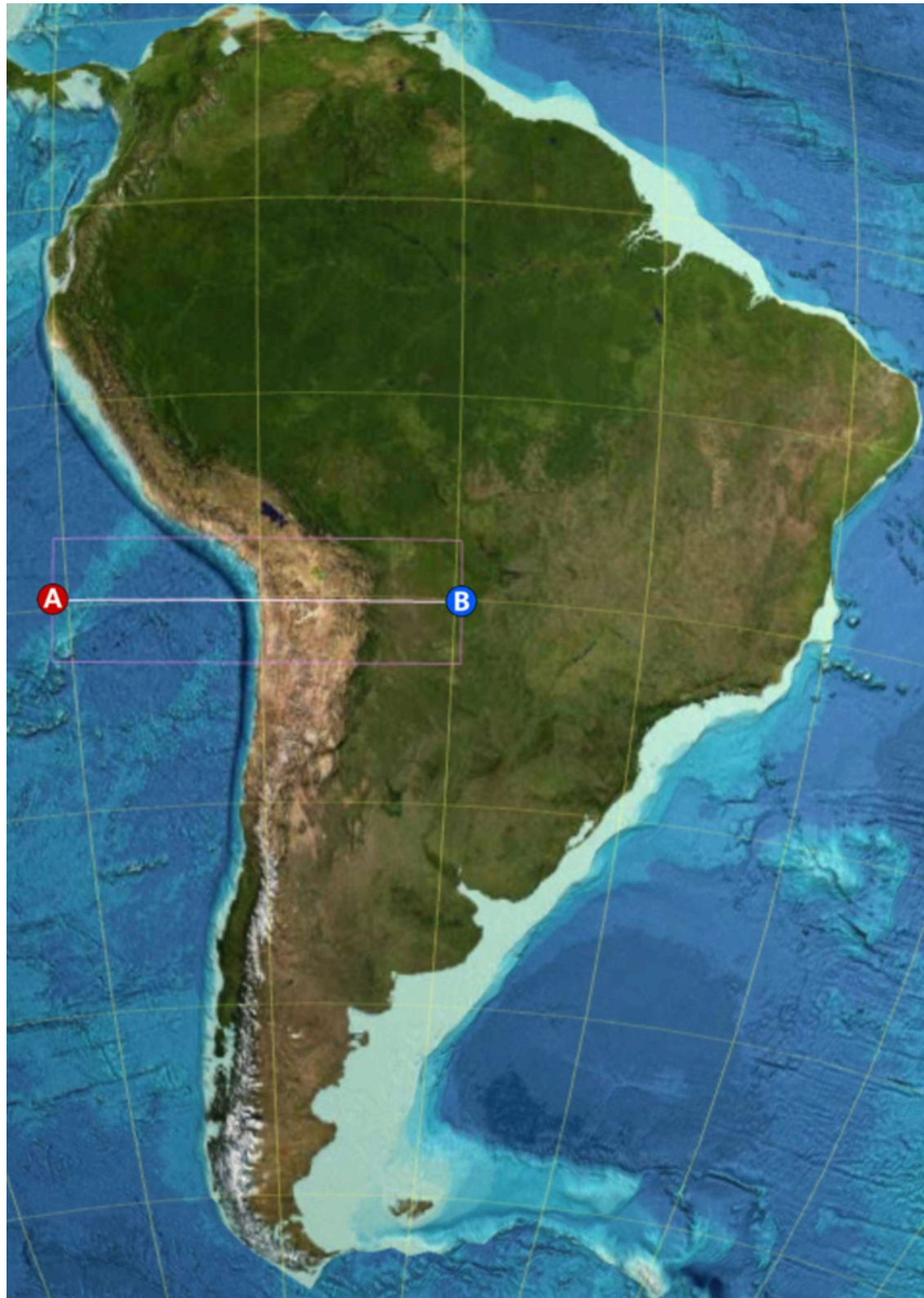




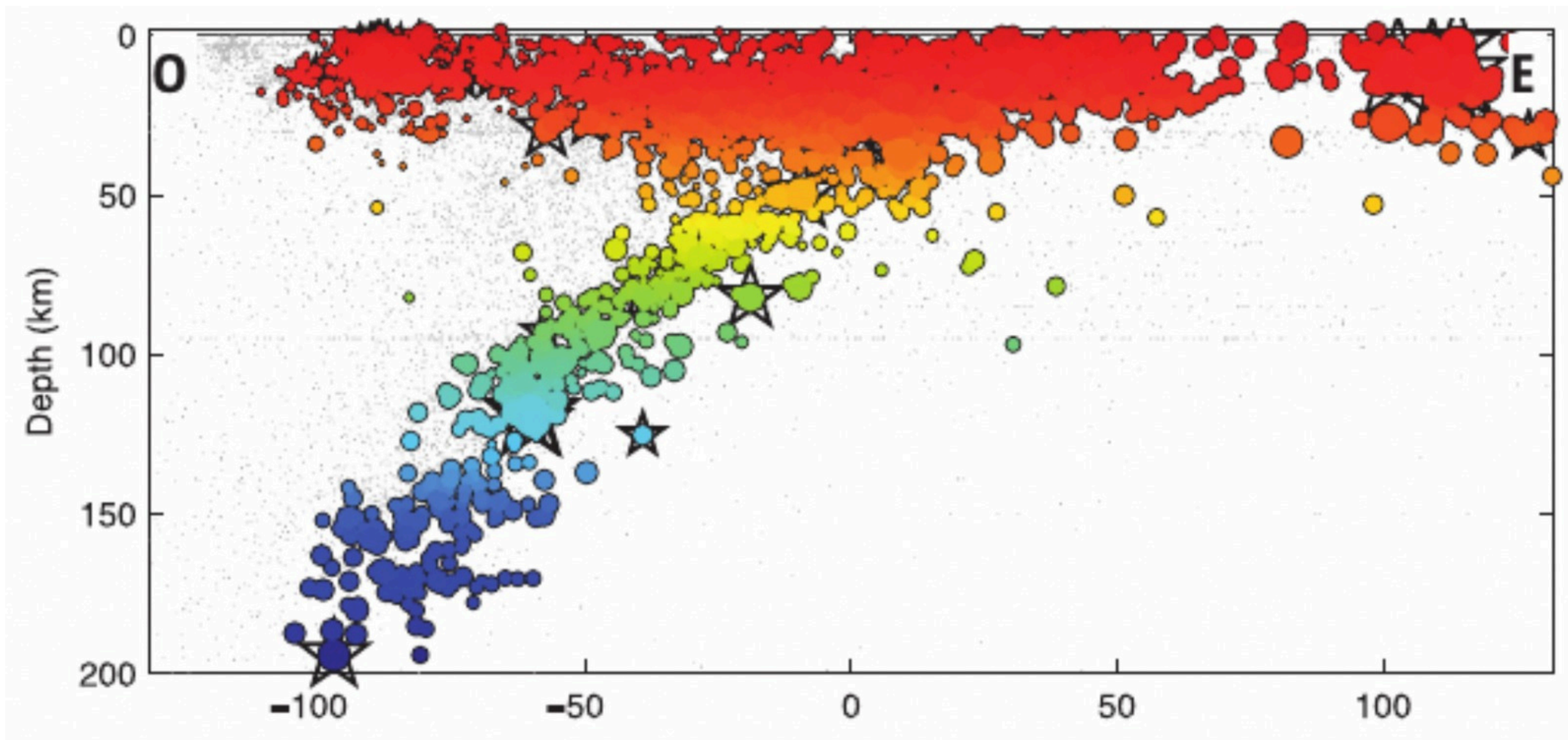
Le modèle MORVEL des plaques lithosphériques



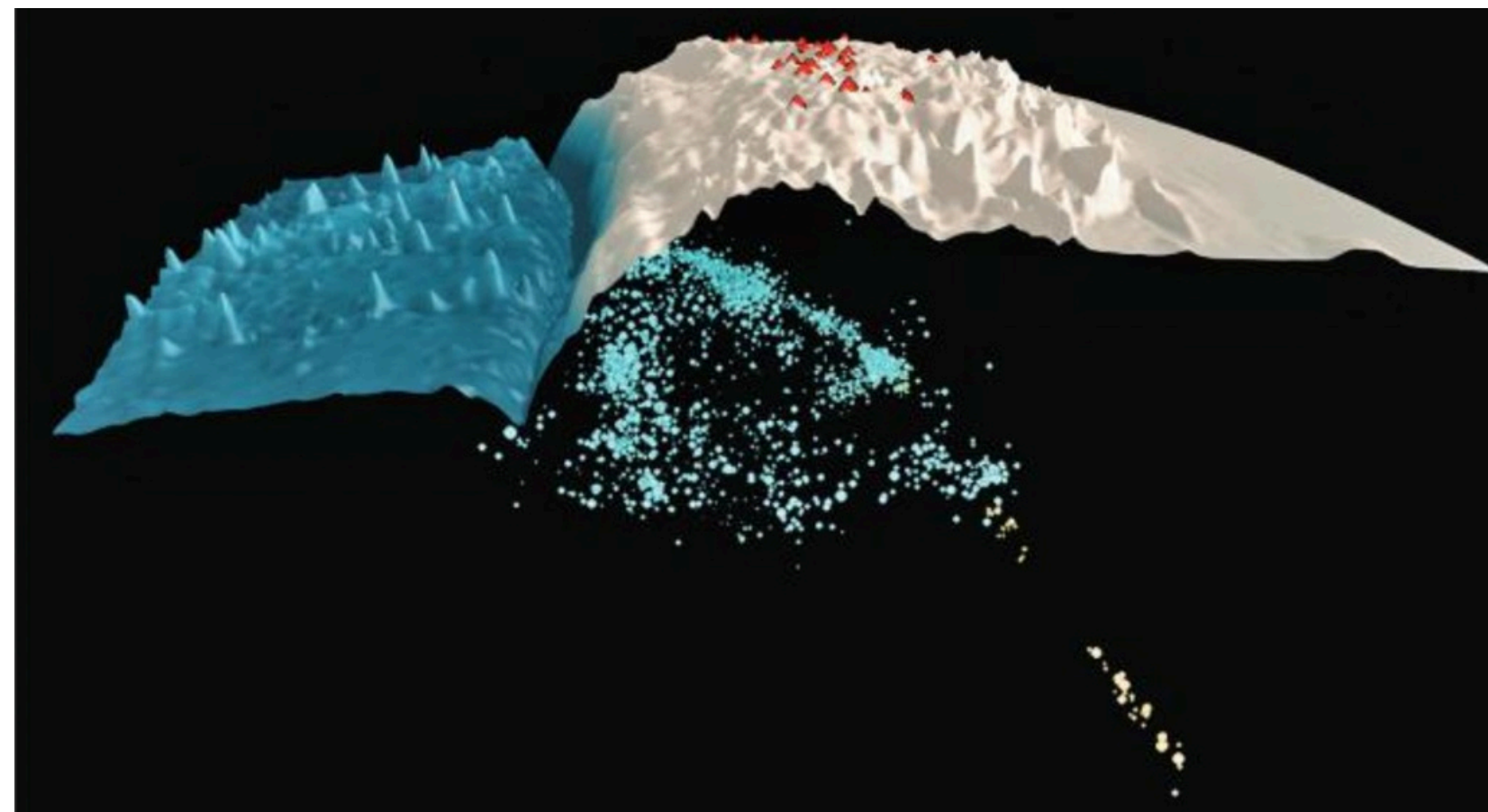
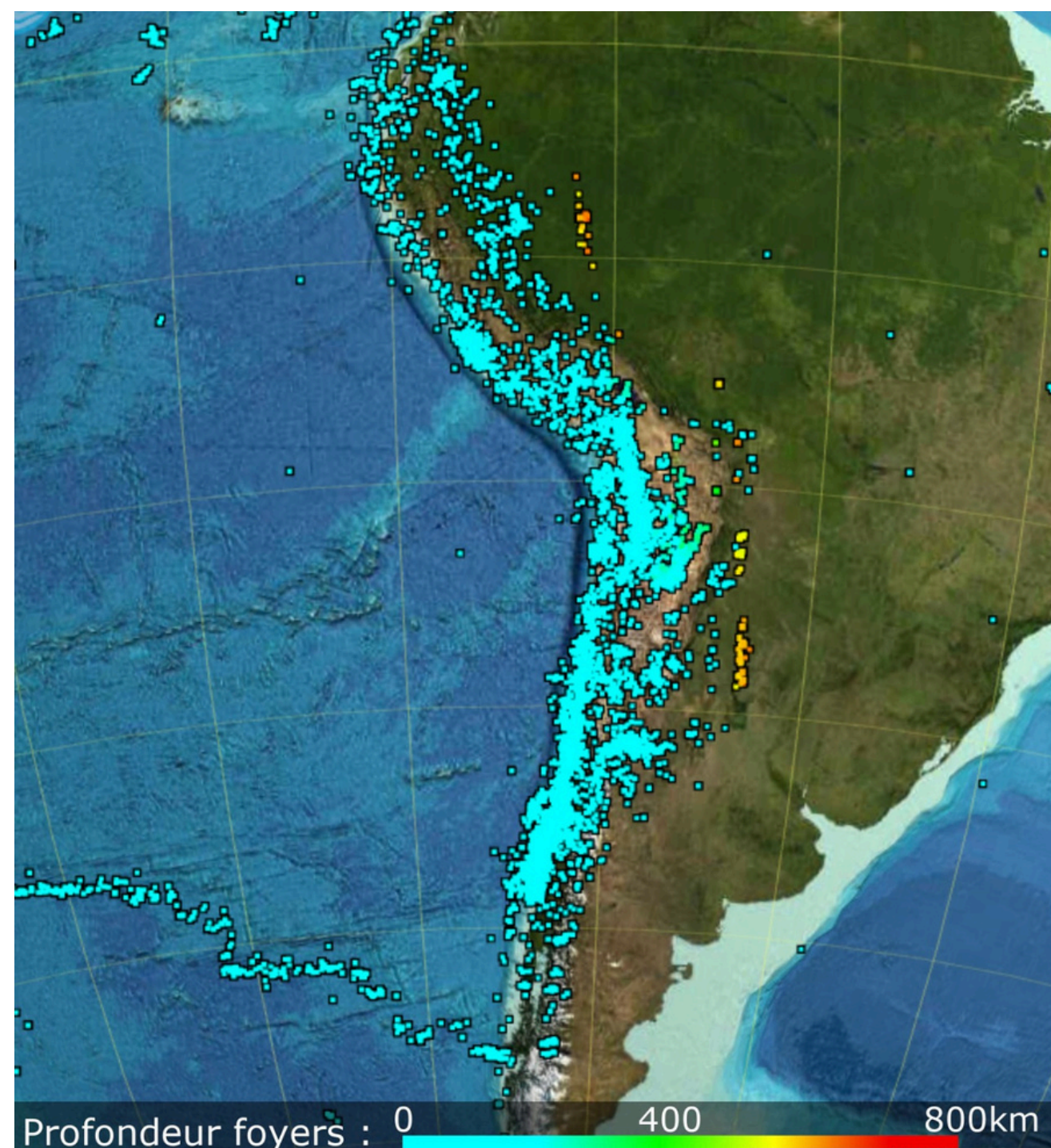
Les fosses océaniques au niveaux des zones de subduction



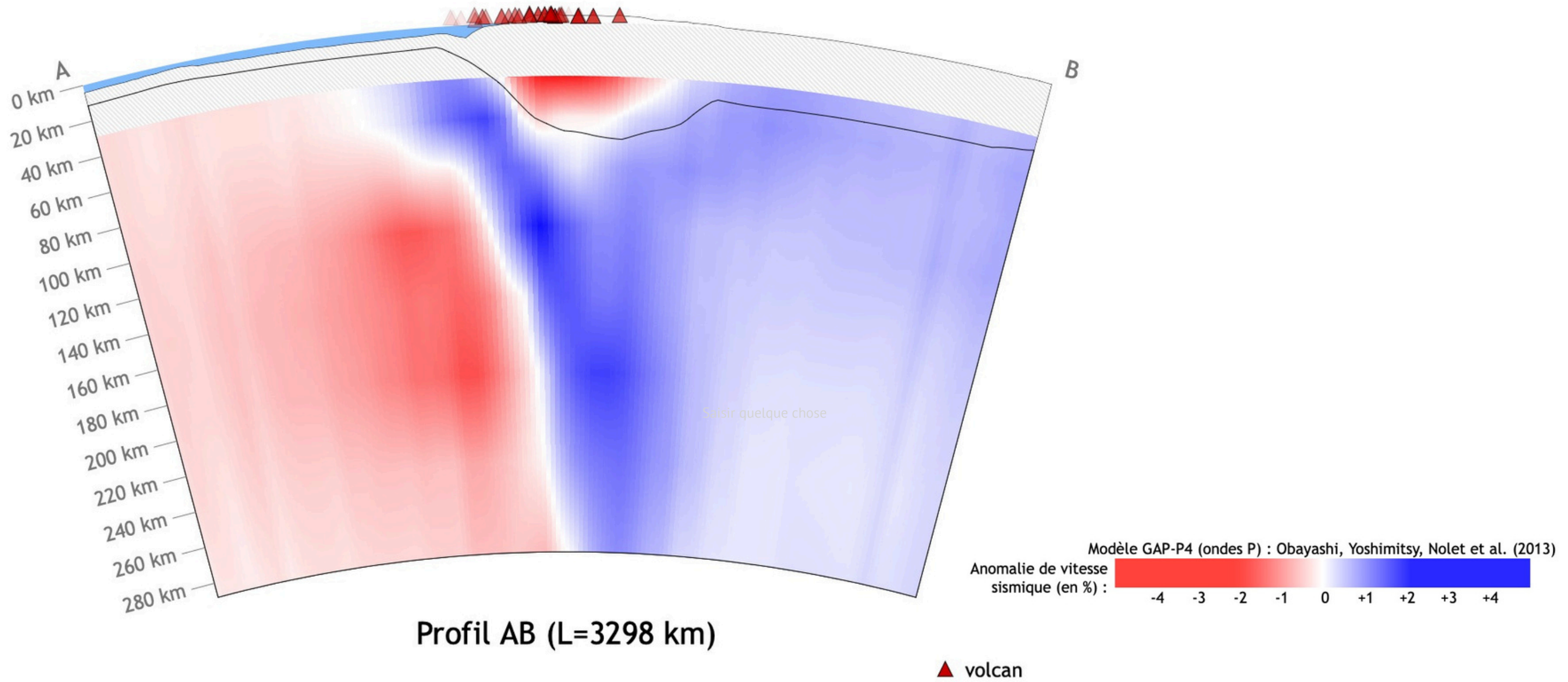
Les reliefs asymétriques des zones de subduction



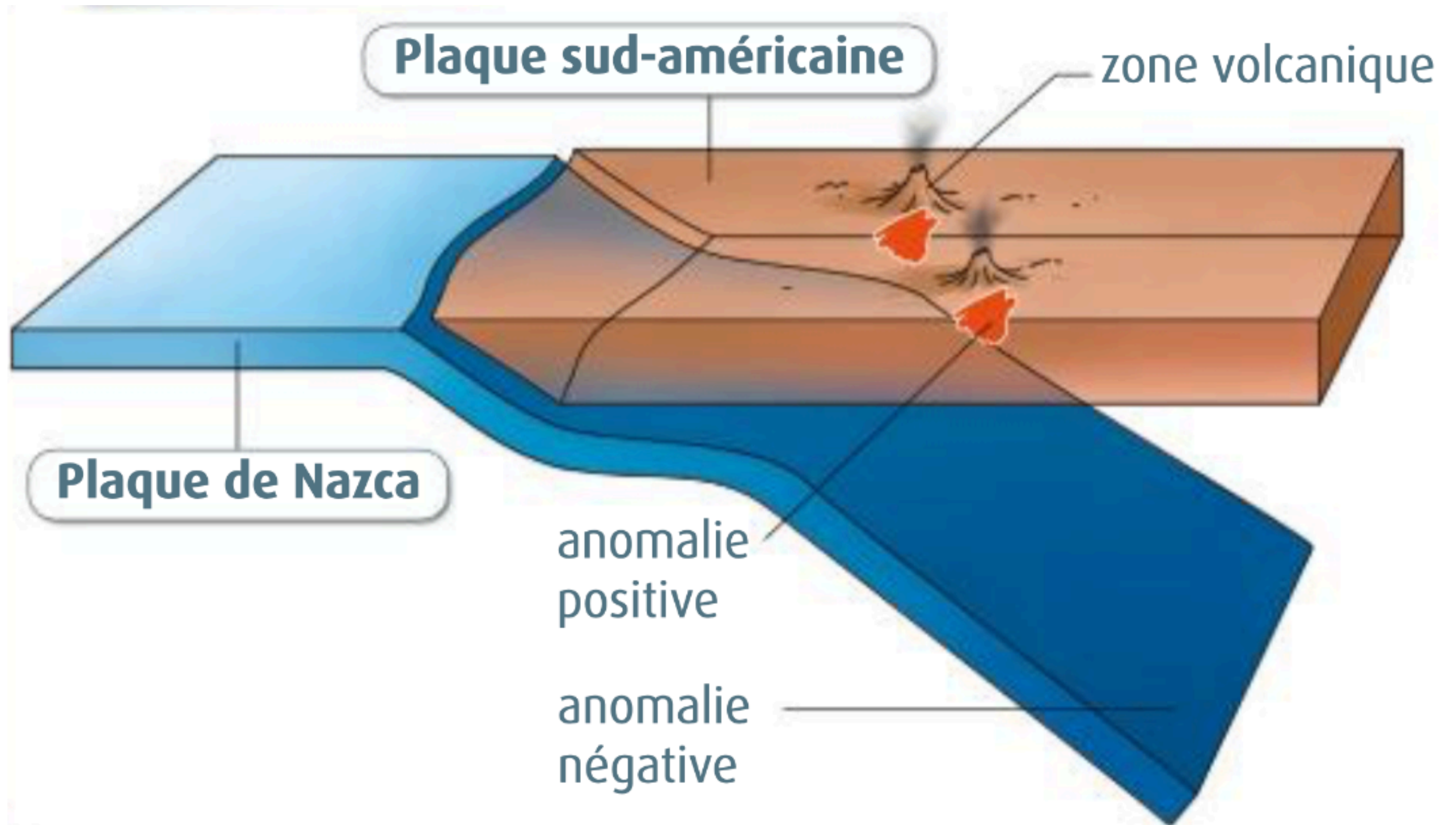
Les séismes sous l'île de la Guadeloupe d'avril 2009 à avril 2019



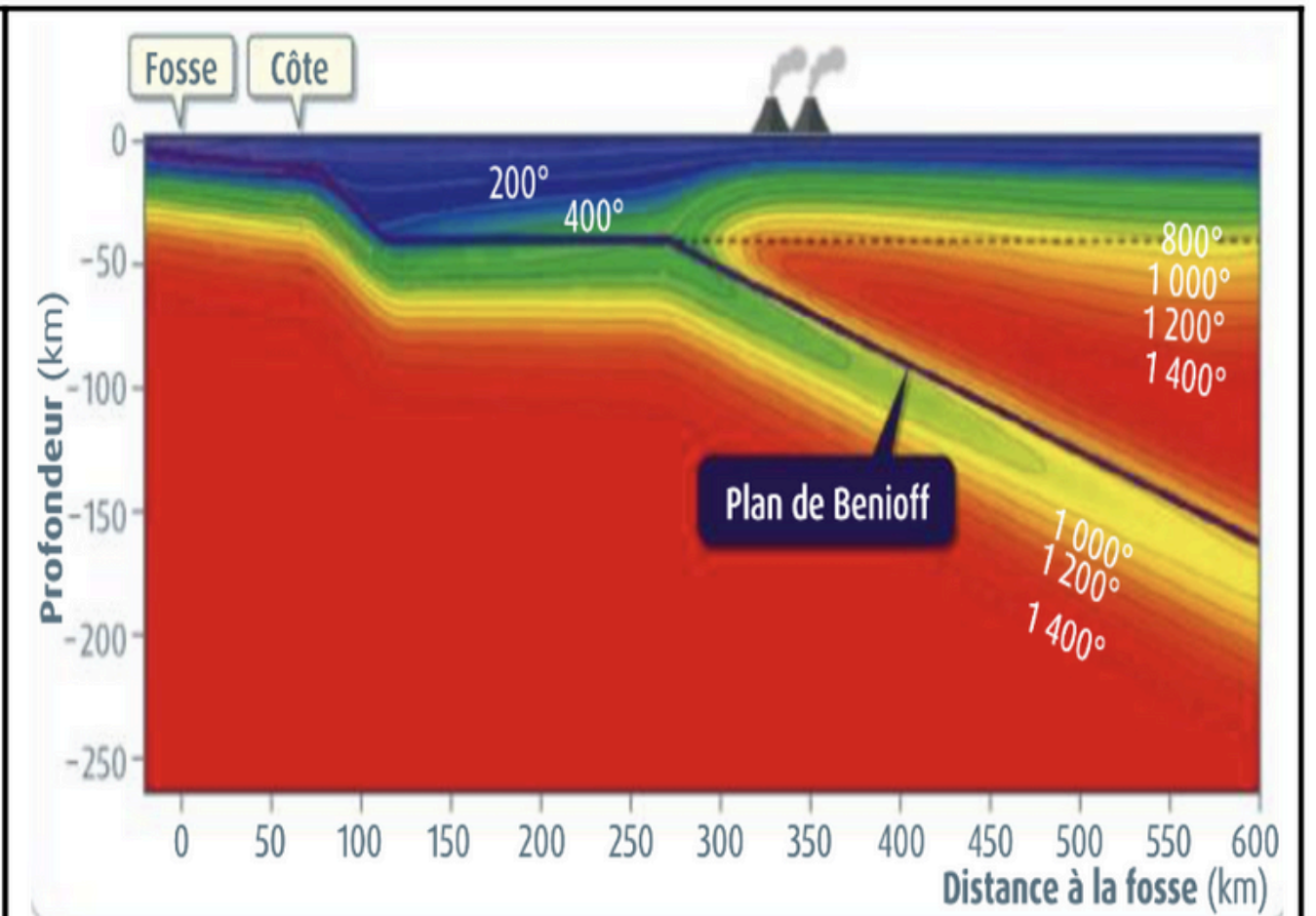
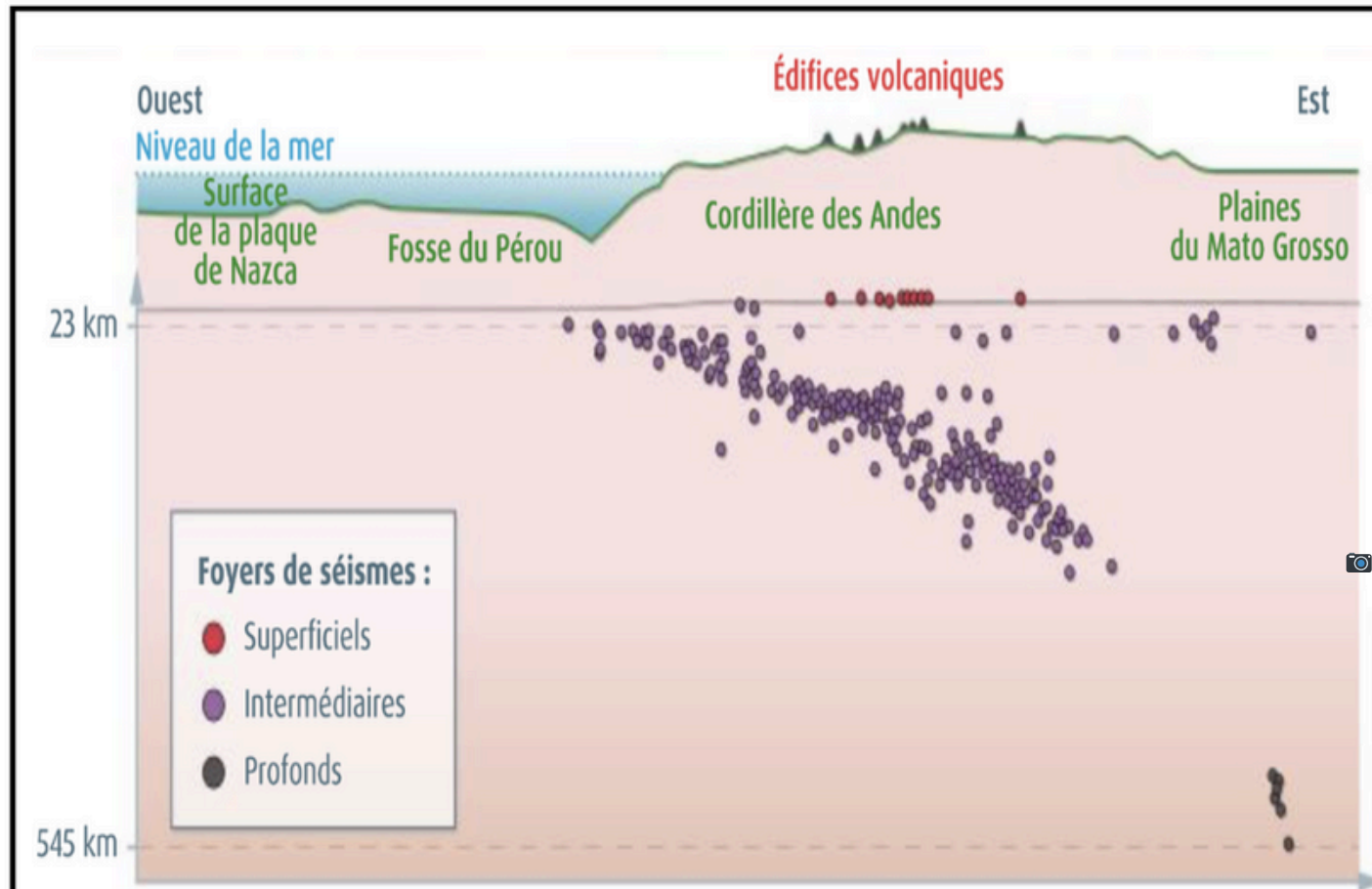
*Une répartition caractéristique des foyers sismiques
au niveau des zones de subduction*



Tomographie sismique et anomalies sismiques traduisant des anomalies thermiques au niveau des Andes



La plaque plongeant subduit sous la plaque chevauchante



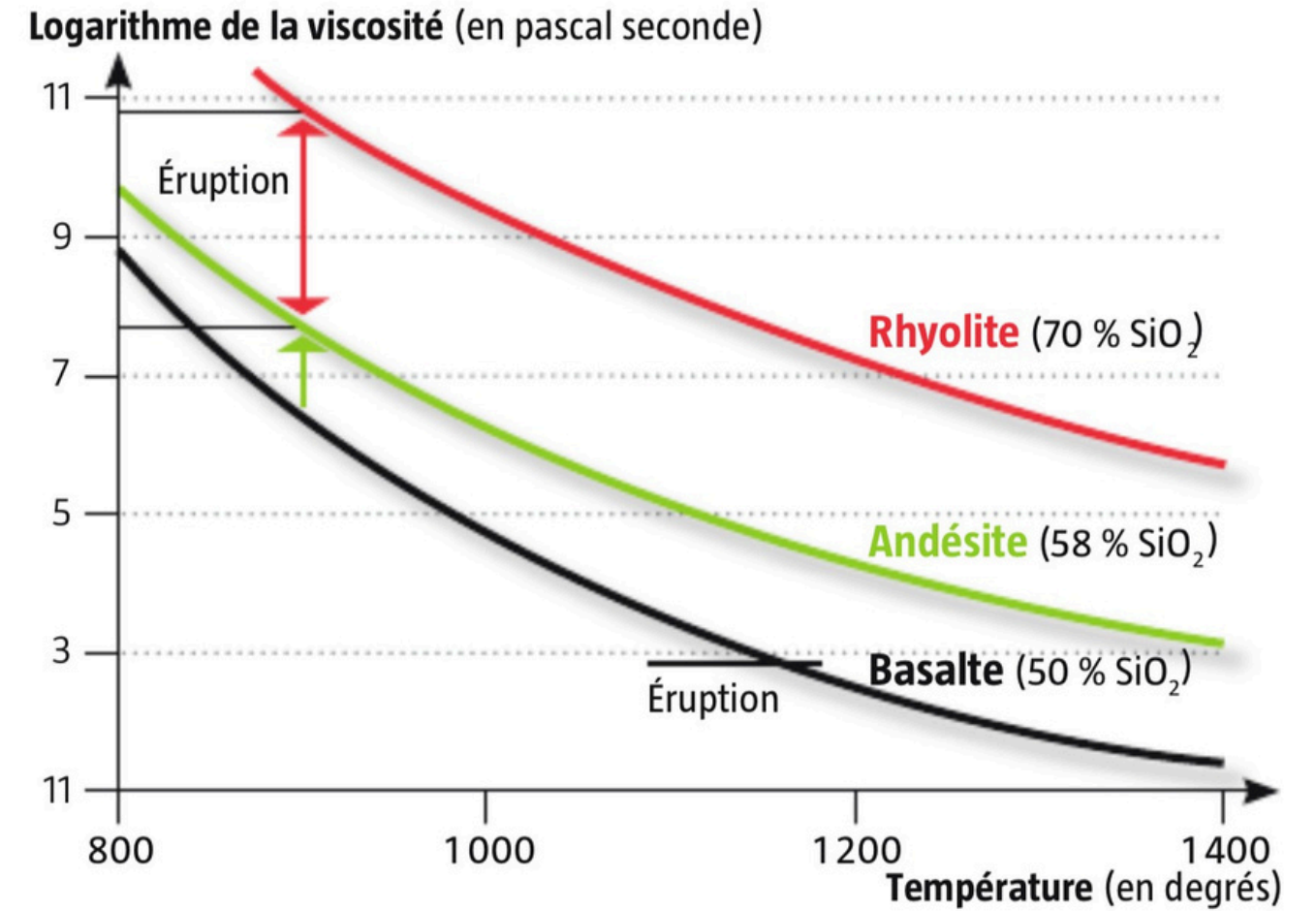
Document 1 : Localisation en coupe des foyers sismiques et du flux géothermique au niveau d'une zone de subduction (Pérou).

I. Convergence lithosphérique et subduction

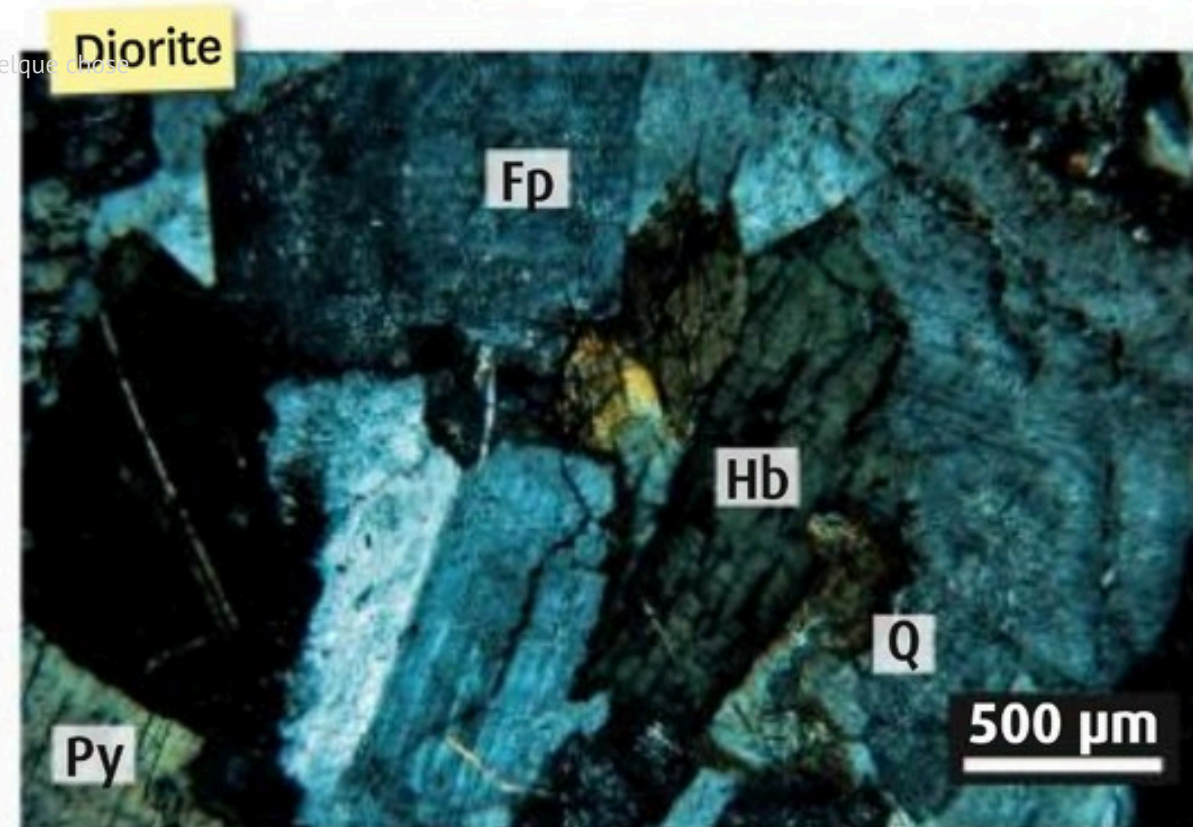
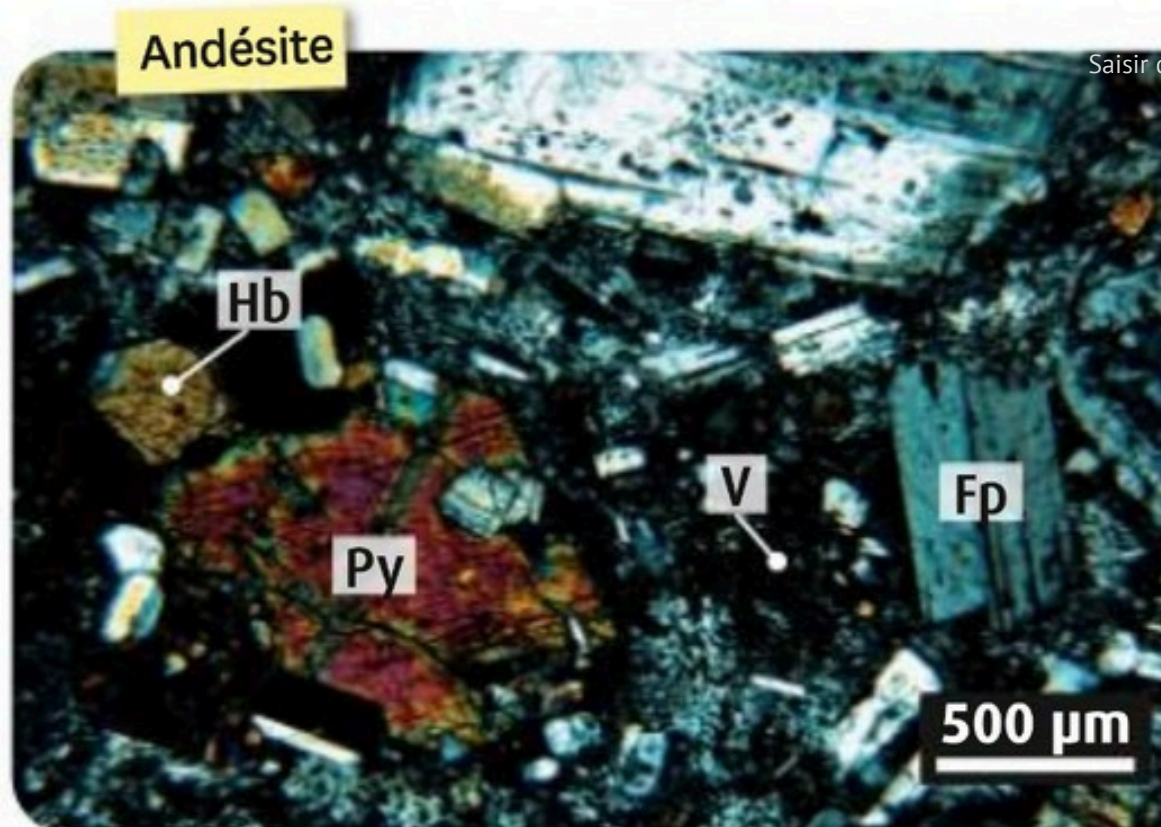
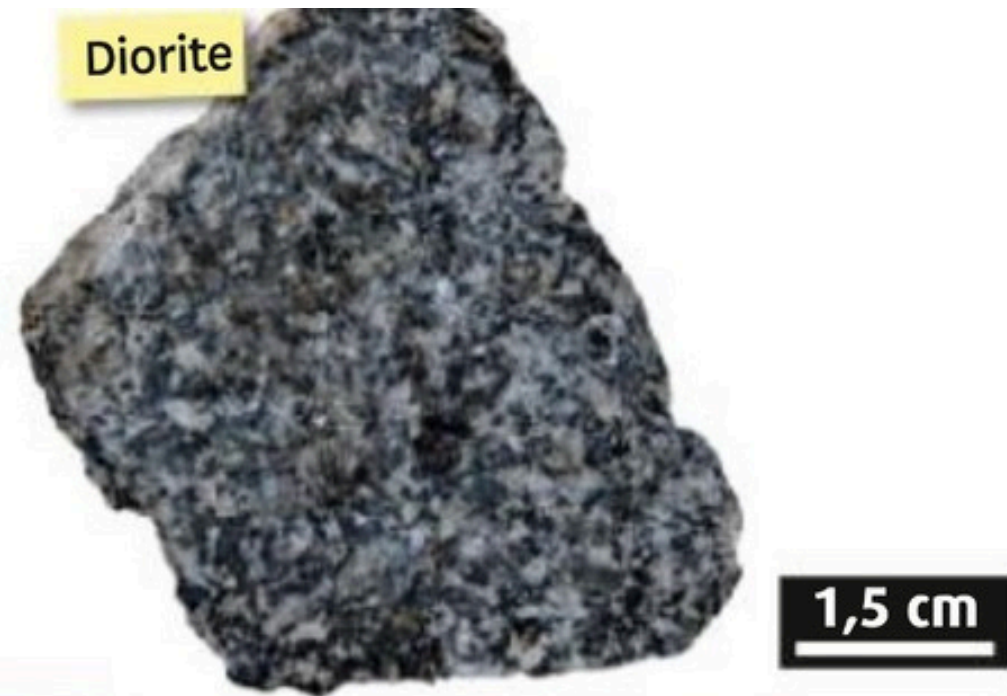
A) Les caractéristiques des zones de subduction

→ B) Le fonctionnement des zones de subduction



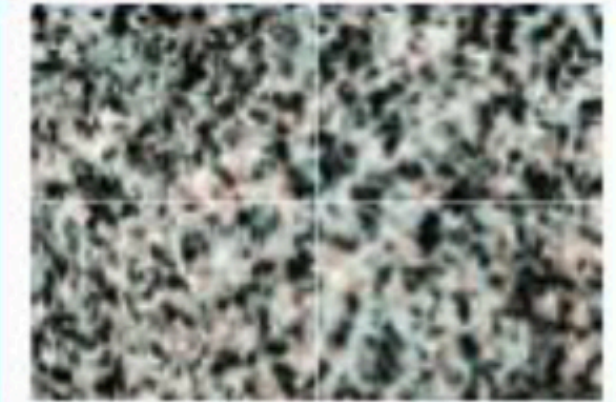
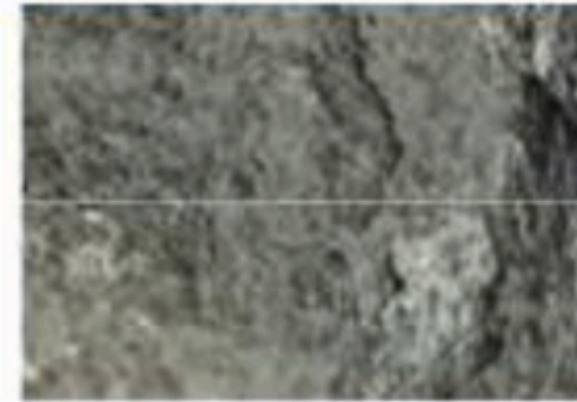


Dynamisme éruptif explosif et magmatisme des zones de subduction



Andésite

Diorite



Feldspath plagioclase $(\text{Na,Ca})[\text{Al}(\text{Si,Al})\text{Si}]_2\text{O}_8$	✓	✓
Feldspath orthose KAlSi_3O_8	✓	✓
Amphibole Hornblende $(\text{Na,Ca})_2 (\text{Mg,Fe,Al})_5 \text{Si}_6 (\text{Si,Al})_2 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$	✓	✓
Pyroxène $(\text{Ca,Mg,Fe})\text{SiO}_3$	✓	✓
Biotite $\text{K}(\text{Mg,Fe})_3 (\text{OH,F})_2 (\text{Si}_3\text{AlO}_{10})$		
Quartz SiO_2		
Verre	✓	

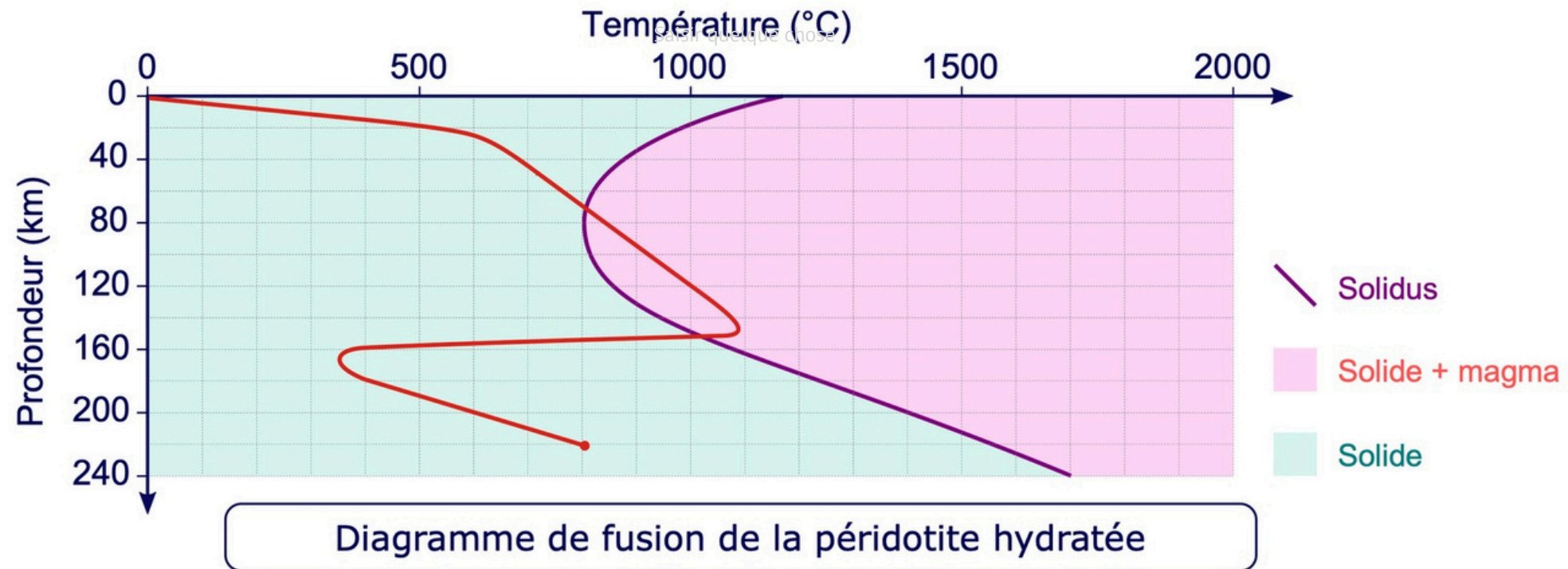
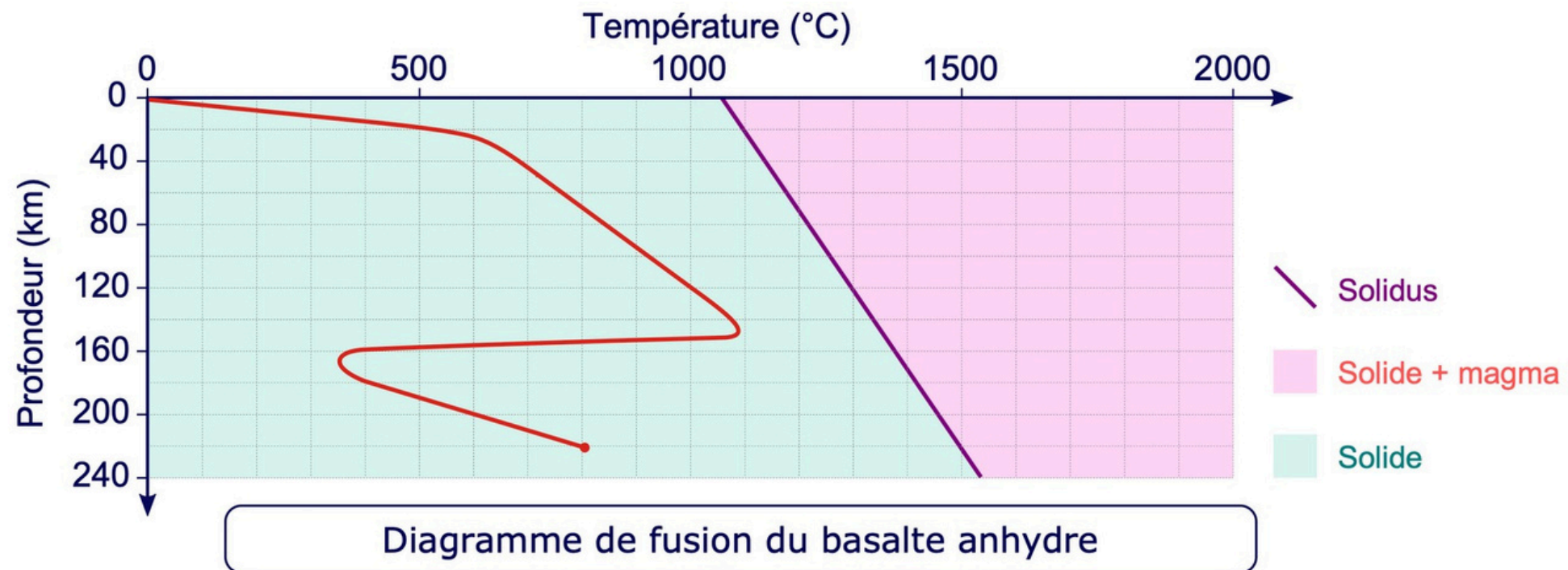
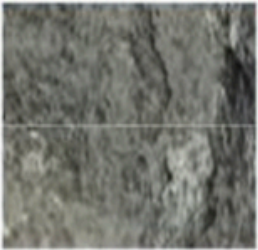
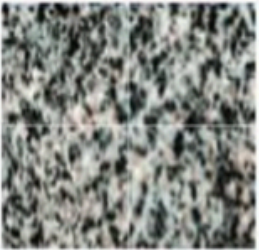
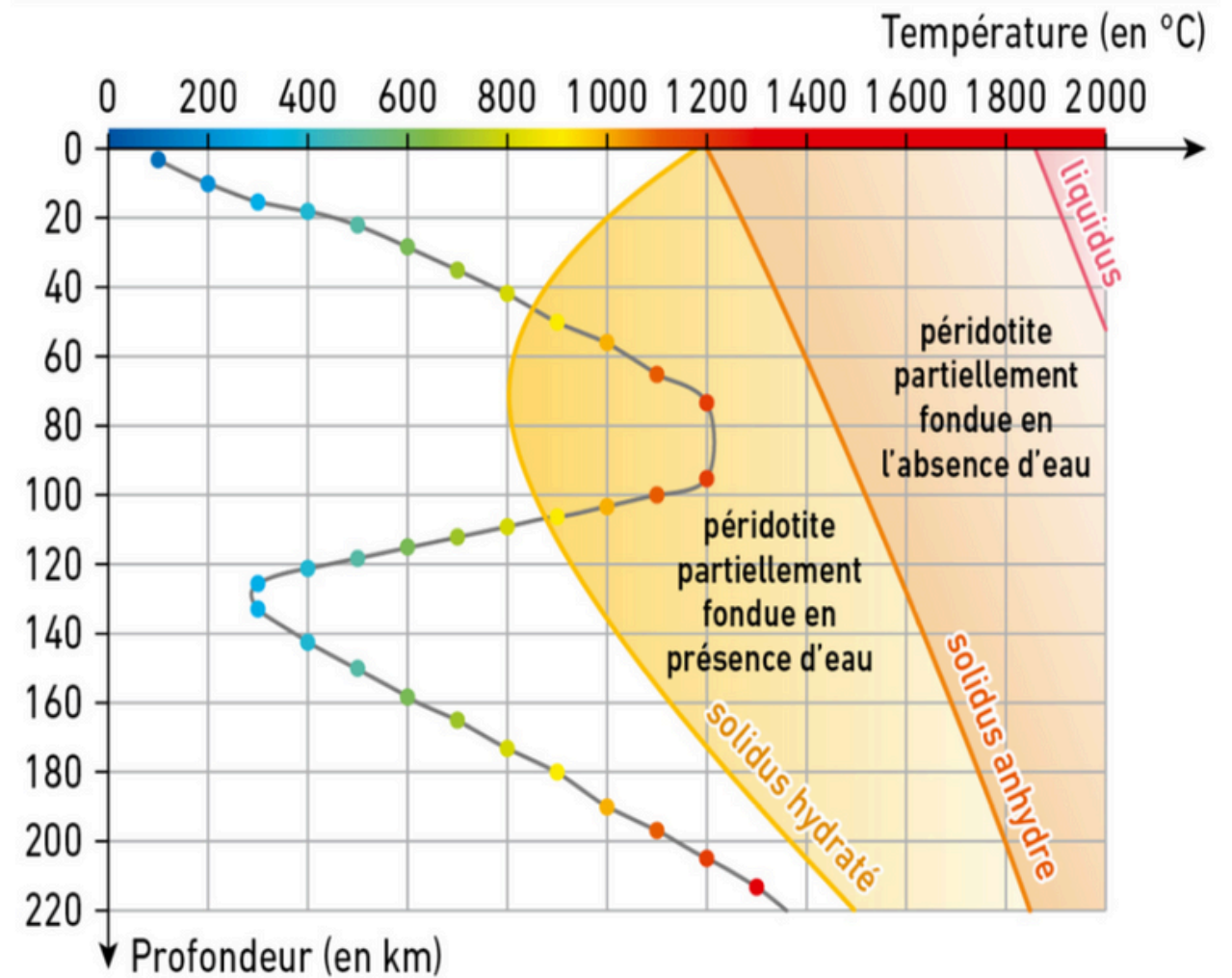
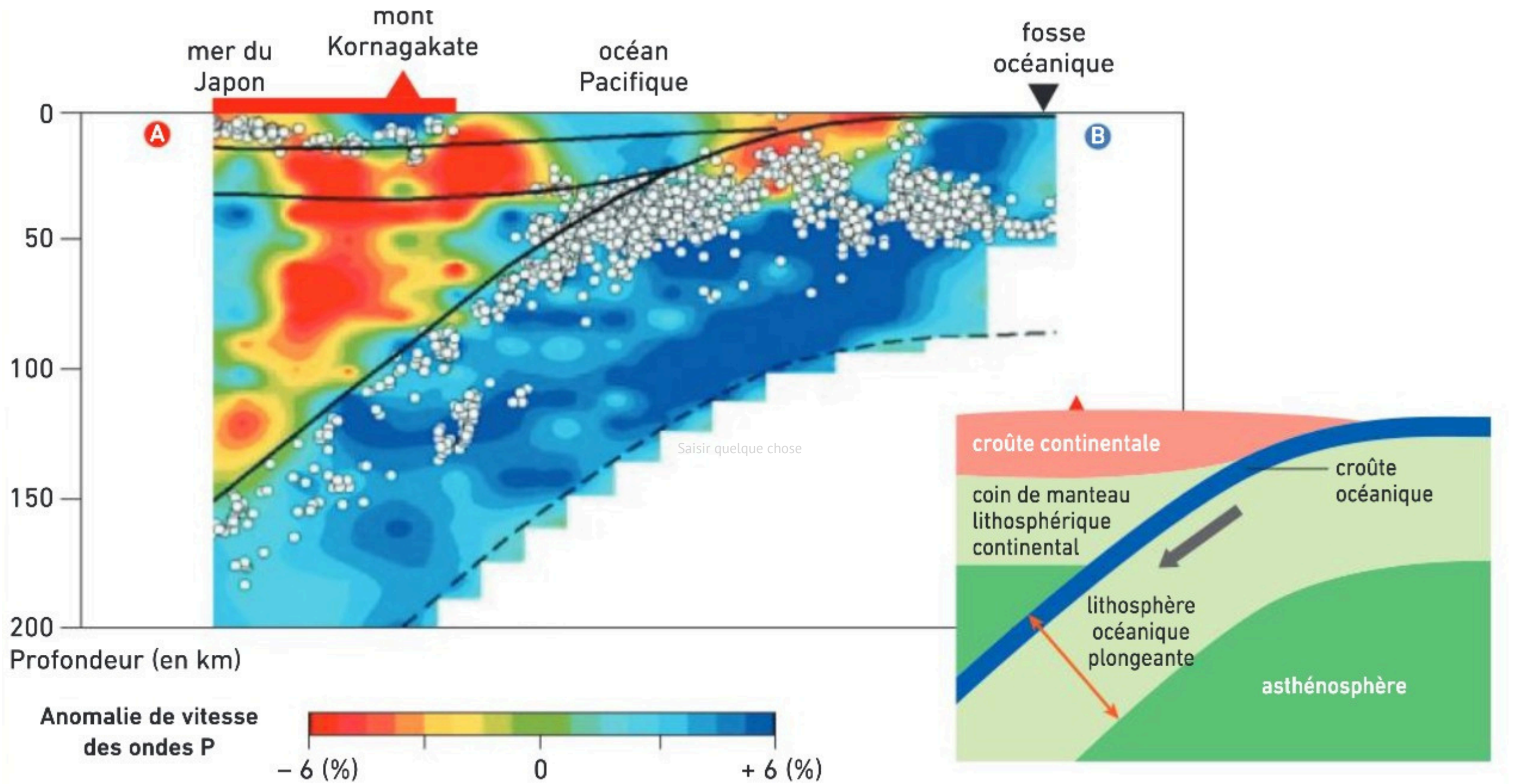


Diagramme de phase de la péridotite anhydre et de la péridotite hydratée

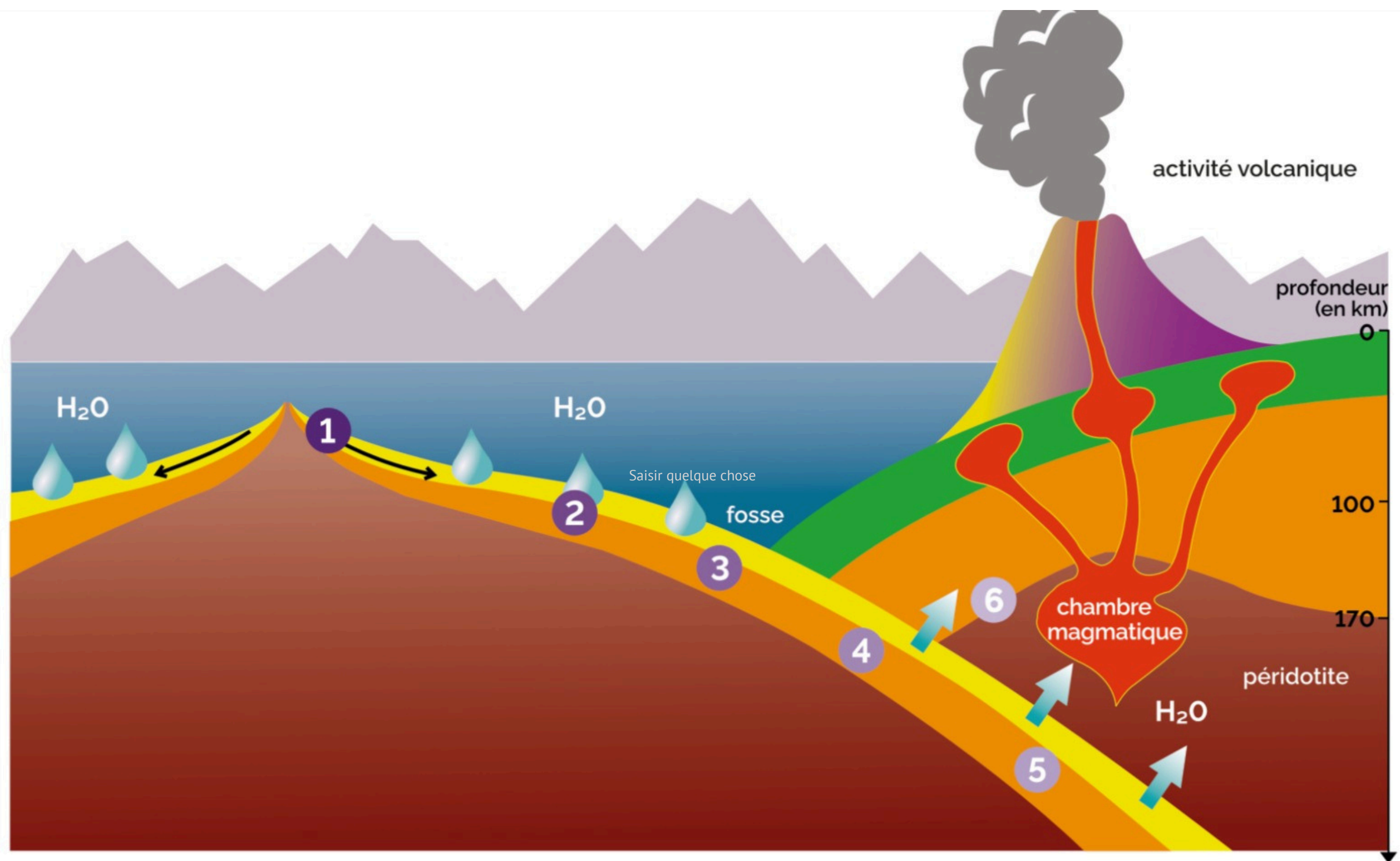
	Andésite	Diorite
		
Feldspath plagioclase $(\text{Na,Ca})[\text{Al}(\text{Si,Al})\text{Si}]_2\text{O}_8$	✓	✓
Feldspath orthose KAlSi_3O_8	✓	✓
Amphibole Hornblende $(\text{Na,Ca})_2(\text{Mg,Fe,Al})_5\text{Si}_6(\text{Si,Al})_2\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	✓	✓
Pyroxène $(\text{Ca,Mg,Fe})\text{SiO}_3$	✓	✓
Biotite $\text{K}(\text{Mg,Fe})_3(\text{OH,F})_2(\text{Si}_3\text{AlO}_{10})$		
Quartz SiO_2		
Verre	✓	



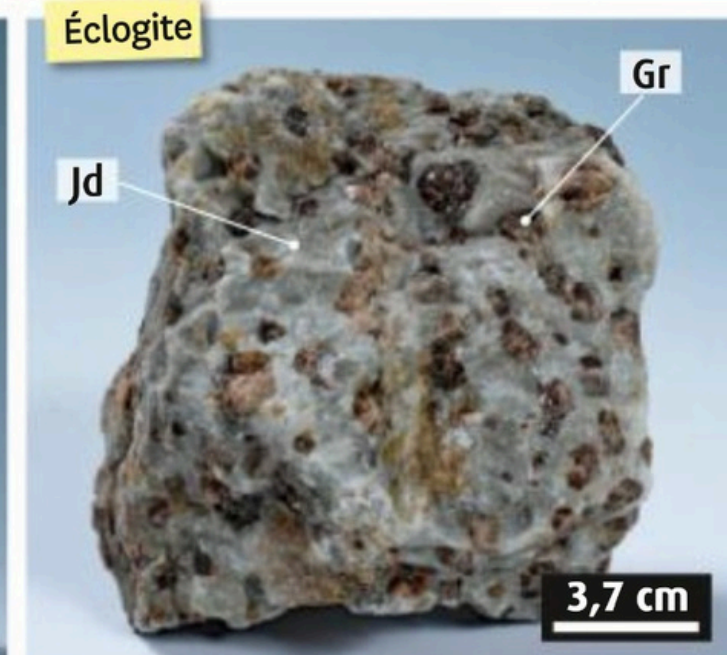
Document 2 : Le magmatisme des zones de subduction.



Des magmas des zones de subduction repérable par tomographie sismique

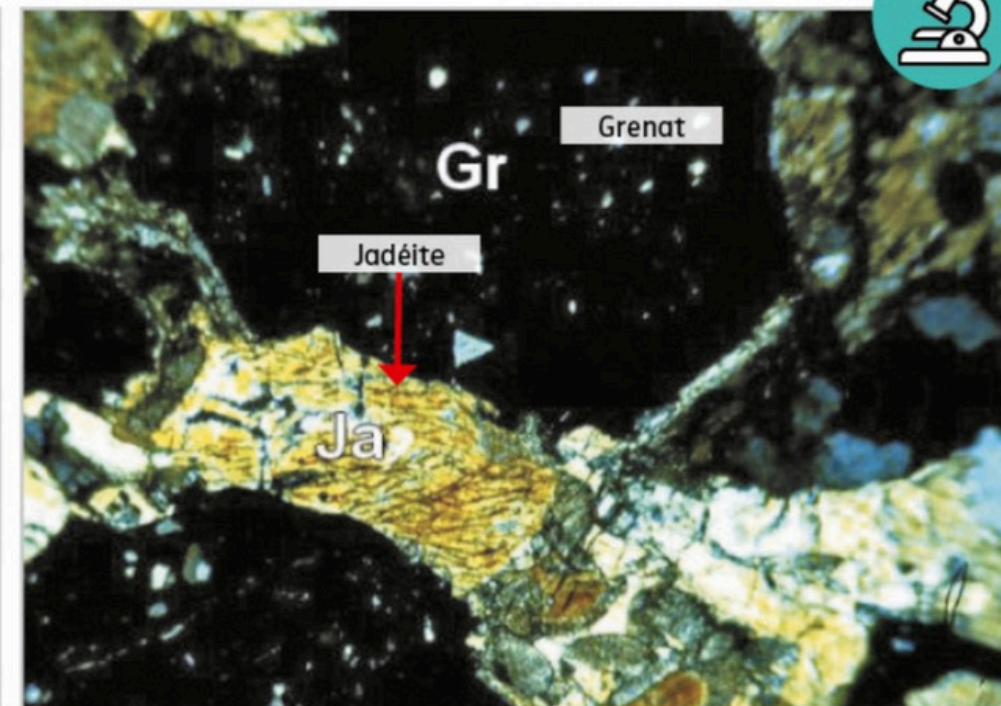
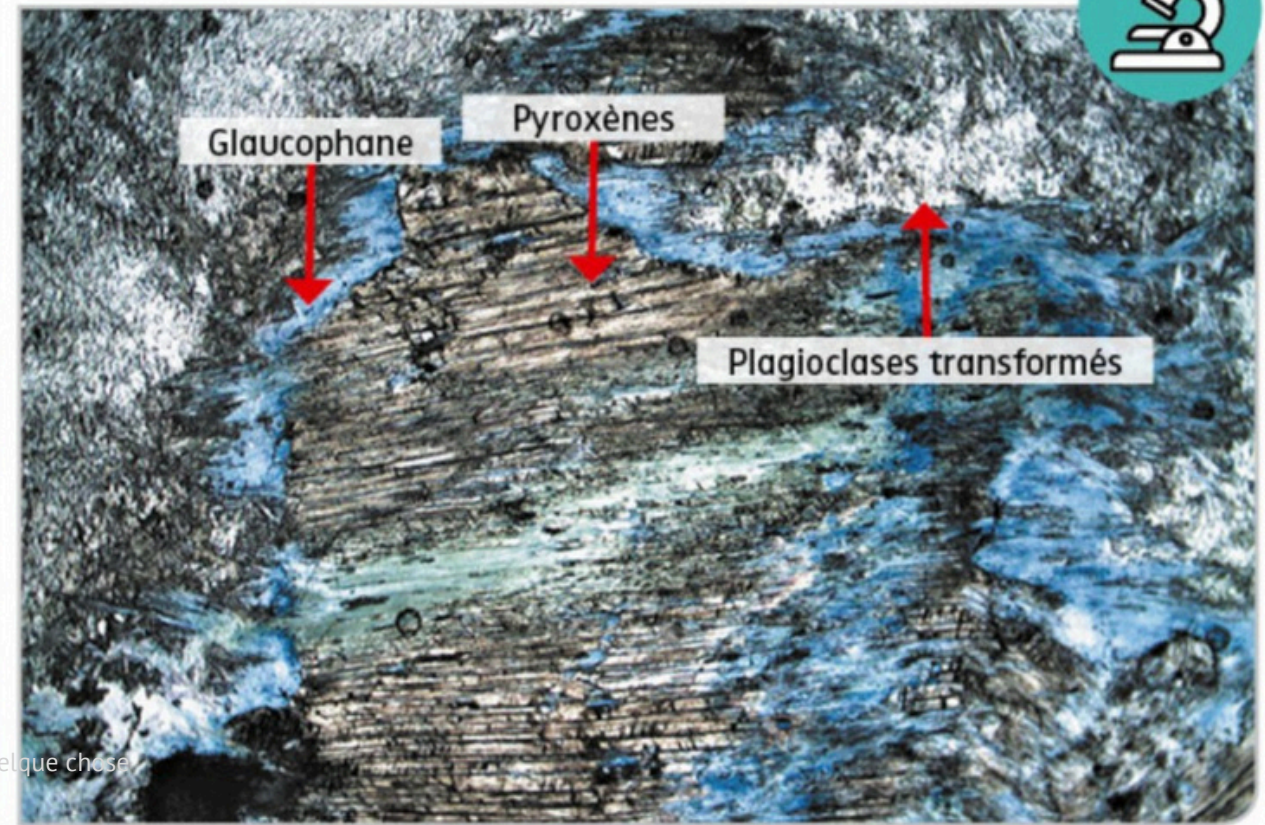
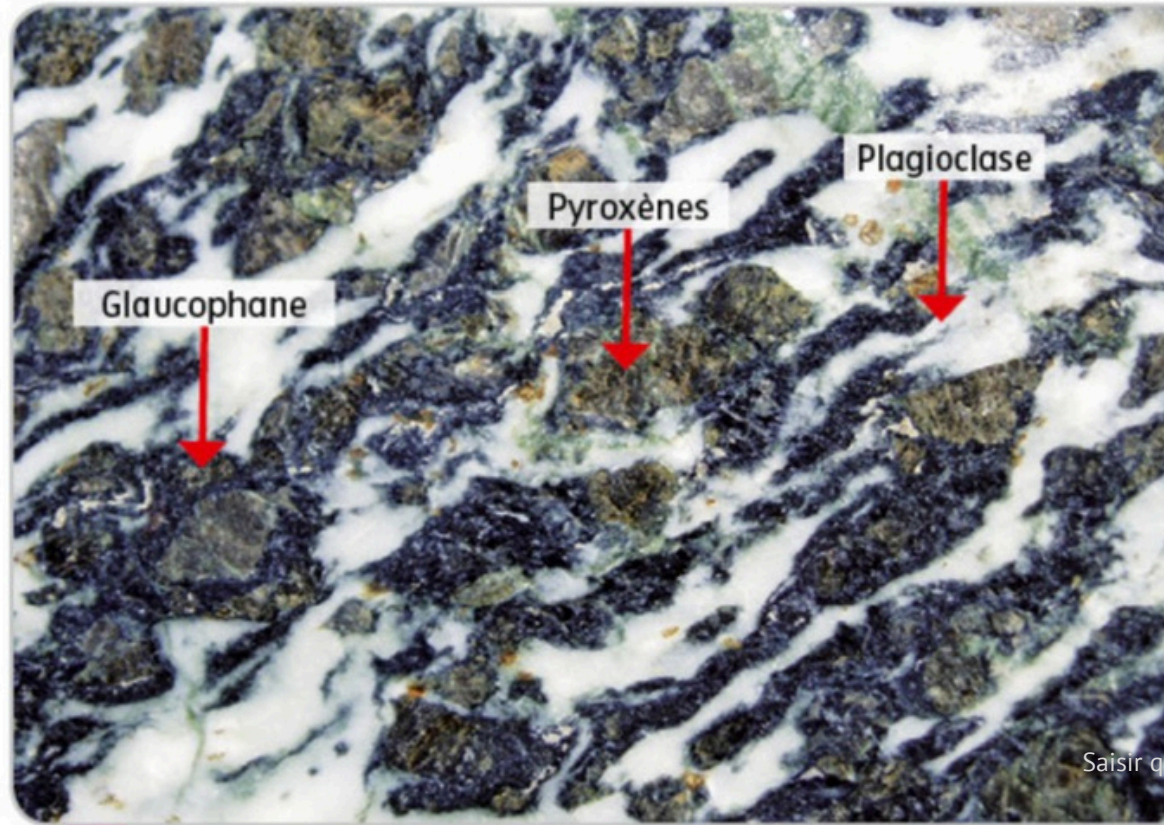


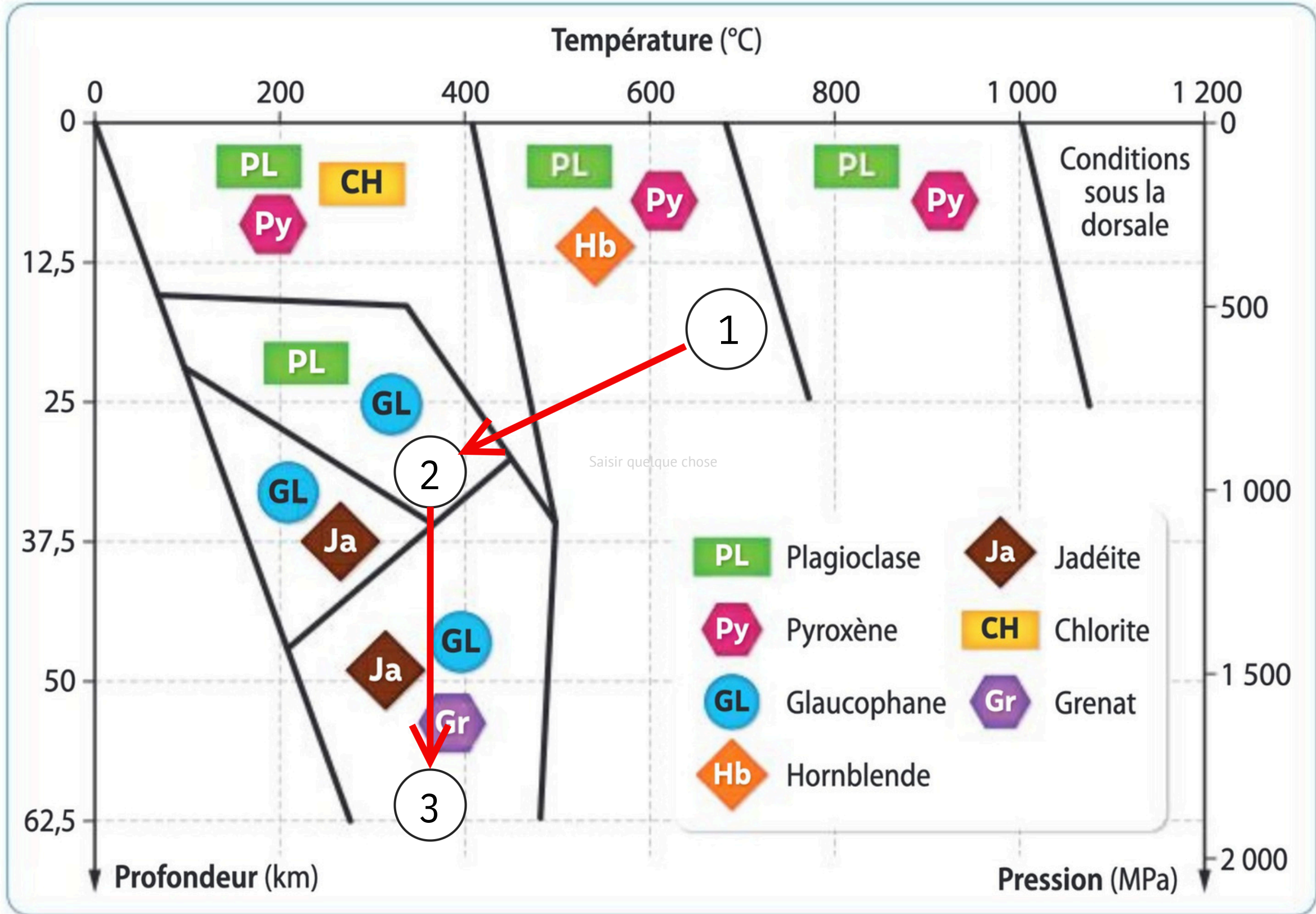
L'hydratation du coin de manteau à l'origine d'un magma des zones de subduction

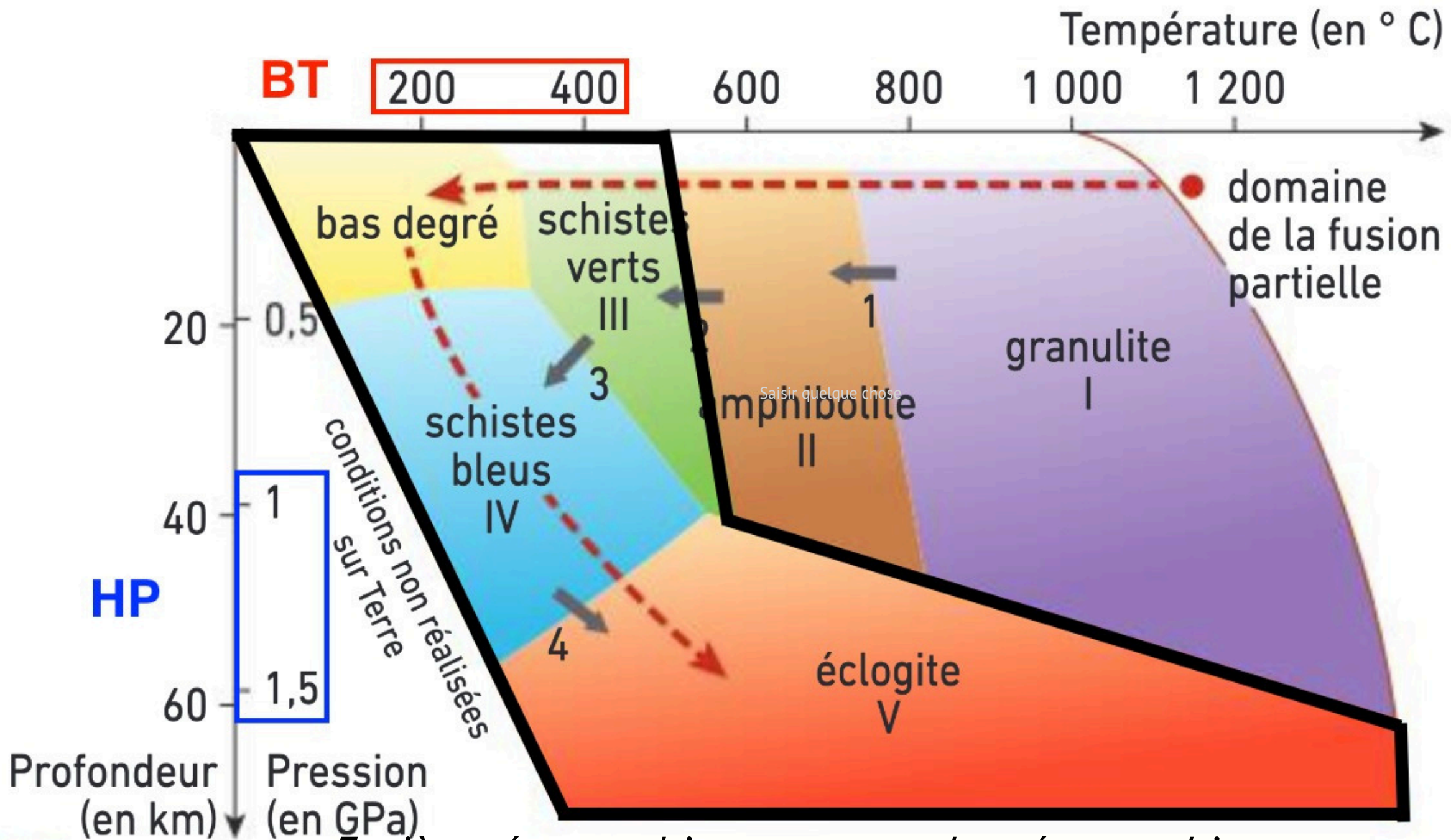


	Métagabbro à hornblende et chlorite	Métagabbro à glaucophane	Métagabbro à grenat et jadéite
Lame mince en lumière polarisée non analysée		<small>Saisir quelque chose</small> 	
Minéraux présents	pyroxènes sombres feldspaths clairs hornblende verte	pyroxènes sombres feldspaths clairs glaucophane bleu en auréole	grenats rose pâle jadéite verte

Minéralogie des zones de subduction

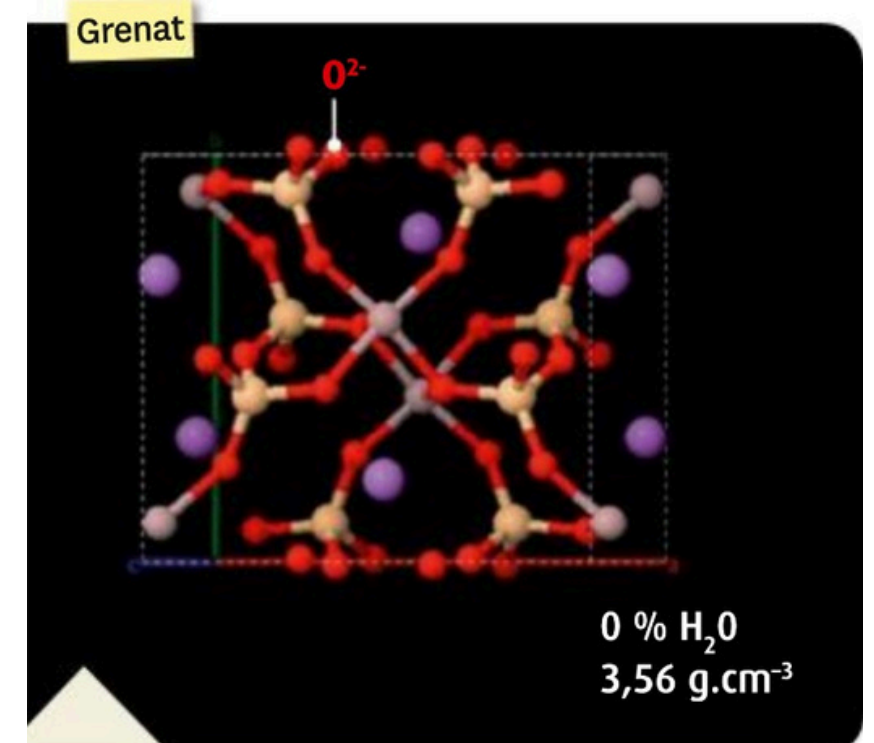
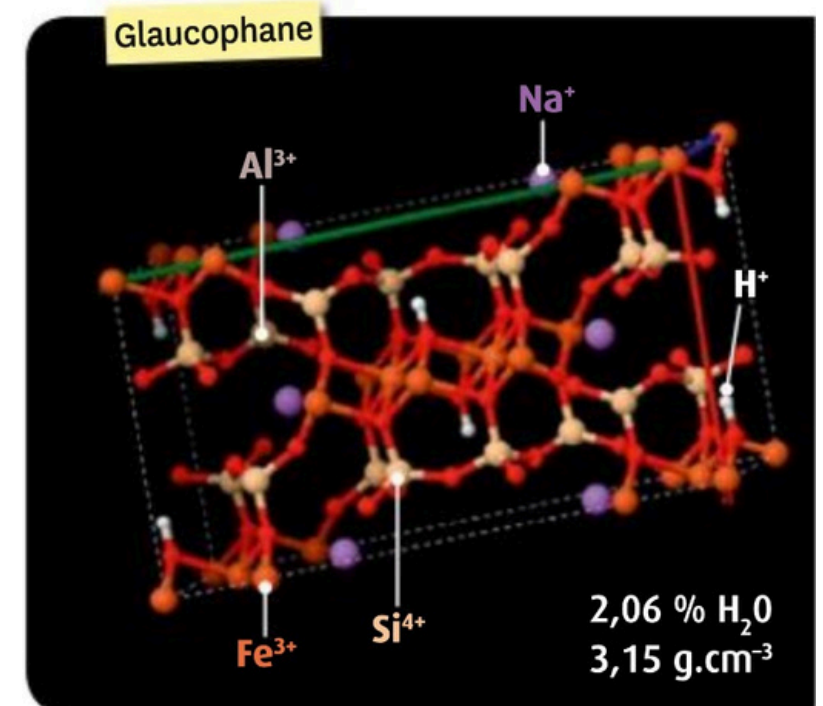




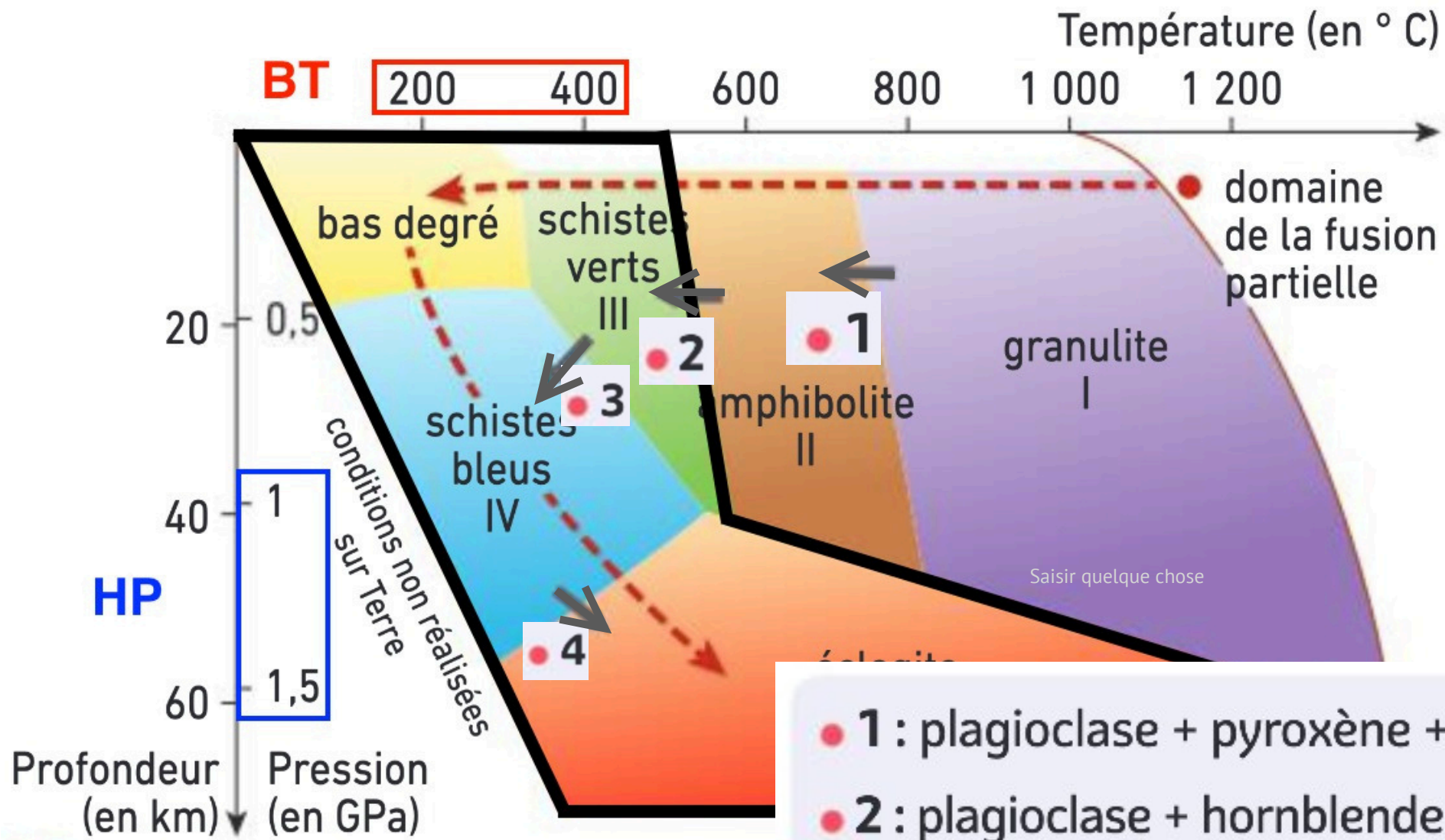


Faciès métamorphiques et type de métamorphisme

Minéraux	Formule chimique
Glaucophane	$\text{Na}_2(\text{Mg, Fe})_3\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
Pyroxène	$(\text{Mg, Fe})_2\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8$
Plagioclase	$(\text{Ca, Na})\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8$
Hornblende	$\text{NaCa}_2(\text{Mg, Fe})_4\text{Si}_6\text{Al}_3\text{O}_{22}3\text{Al}(\text{OH})_2$
Grenat	$\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$
Chlorite	$(\text{Fe, Mg, Al})_6(\text{Si, Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$
Albite	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$
Omphacite	$(\text{Ca, Na})(\text{Mg, Fe, Al})\text{Si}_2\text{O}_6$
Sanidine	KAlSi_3O_8
Epidote	$\text{Ca}_2(\text{Fe}^{3+}, \text{Al})(\text{SiO}_4)_3(\text{OH})$
Zéolite	$(\text{CaNa}_2)_2(\text{Si}_7\text{Al}_2\text{O}_{18})6\text{H}_2\text{O}$

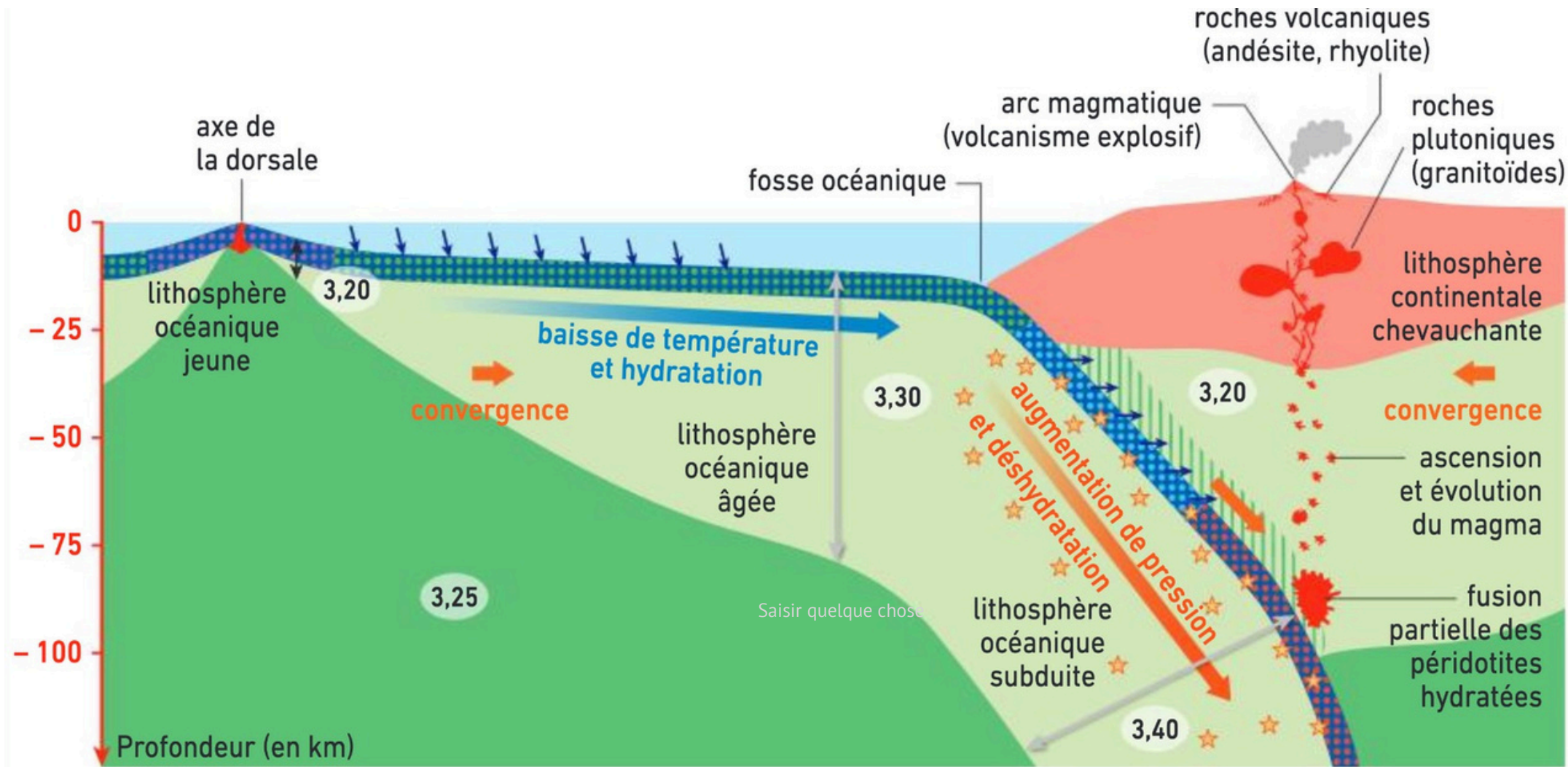


Les réactions métamorphiques à l'origine de la déshydratation de la roche initiale



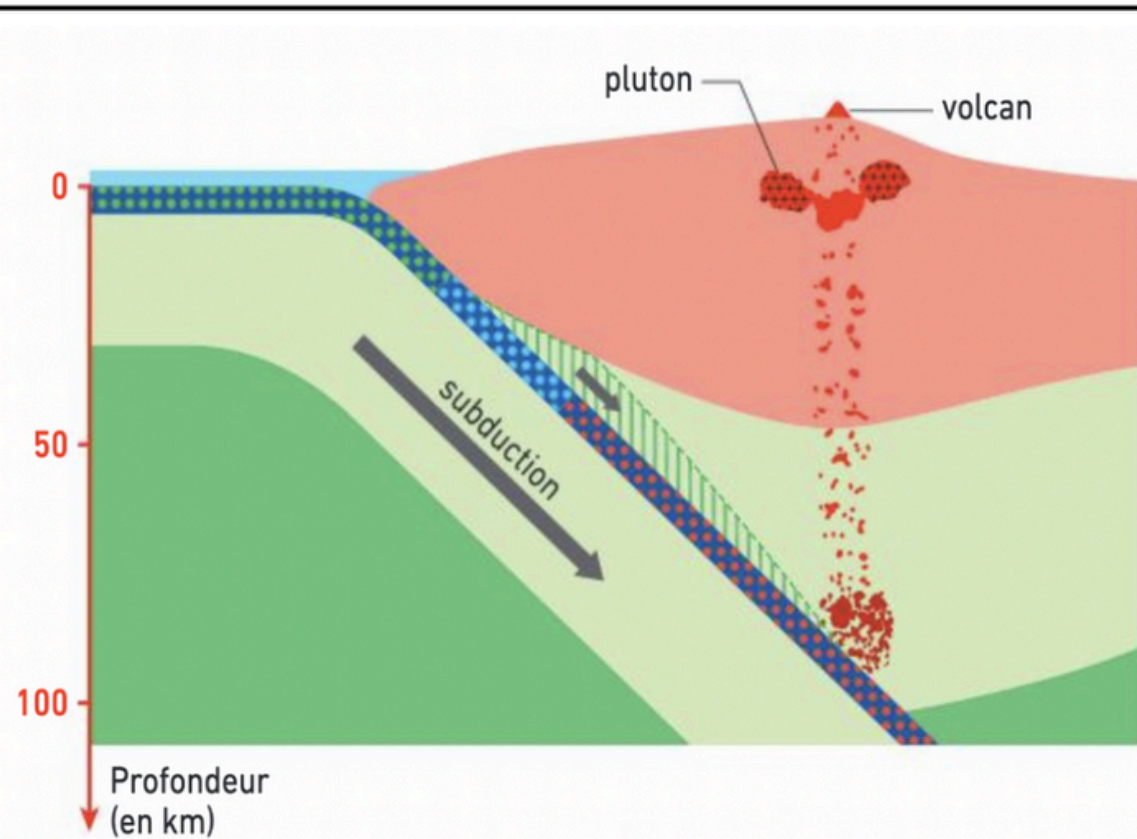
- 1 : plagioclase + pyroxène + eau → hornblende
- 2 : plagioclase + hornblende + eau → actinote + chlorite
- 3 : plagioclase + chlorite + actinote → glaucophane + eau
- 4 : plagioclase + glaucophane → grenat + omphacite + eau

Les réactions métamorphiques à l'origine de la déshydratation et de la libération d'eau



- ↙ ↘ hydratation de la croûte océanique
 - déshydratation de la croûte océanique
 - ☆☆ foyers de séismes (plan de Wadati-Benioff)
 - 3,20 valeur de densité
- | | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> croûte continentale croûte océanique gabbros et basaltes | <p>Faciès métamorphiques</p> <ul style="list-style-type: none"> schistes verts schistes bleus éclogite | <ul style="list-style-type: none"> manteau lithosphérique manteau hydraté asthénosphère |
|---|---|---|

Le métamorphisme de la plaque plongeante à l'origine du magnétisme de la plaque chevauchante



croûte océanique

Faciès métamorphiques

schistes verts

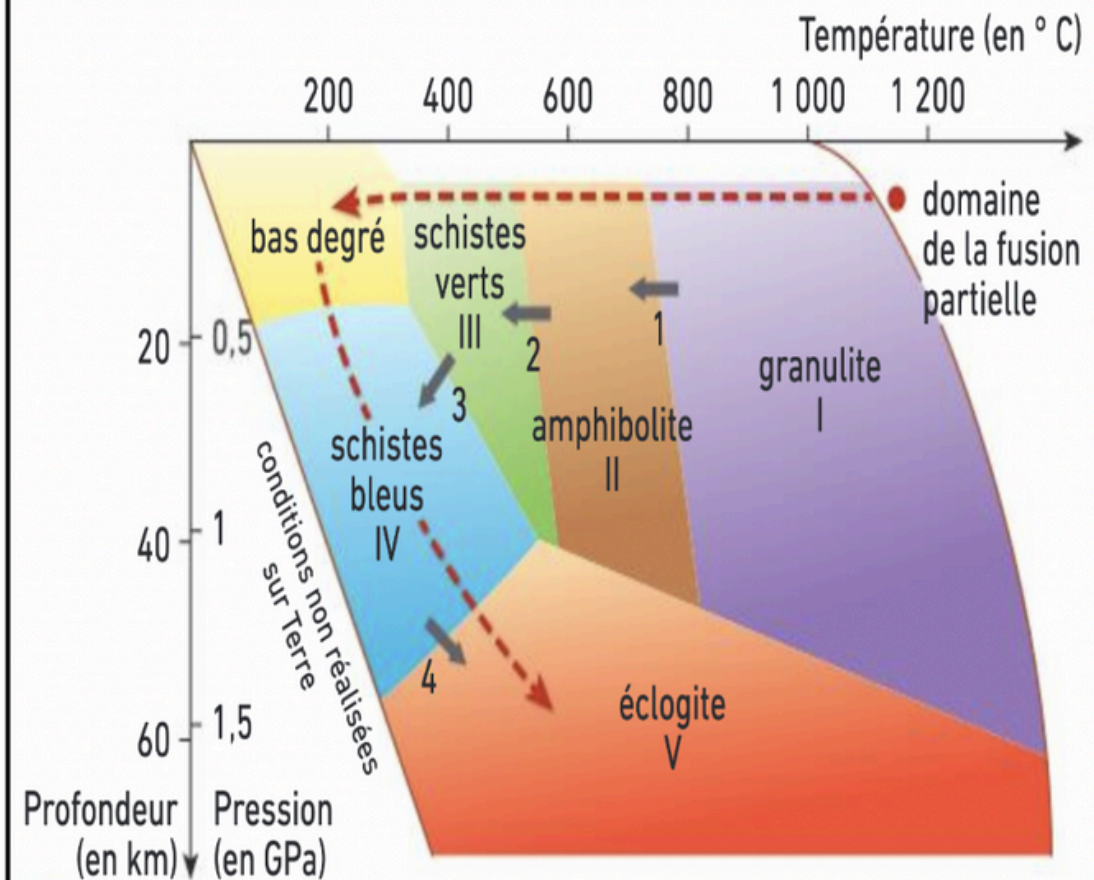
schistes bleus

éclogite

croûte continentale
magmas

manteau hydraté entraîné par la plaque subduite

fusion partielle



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

Document 3 : Le métamorphisme des zones de subduction.






I. Convergence lithosphérique et subduction

A) Les caractéristiques des zones de subduction

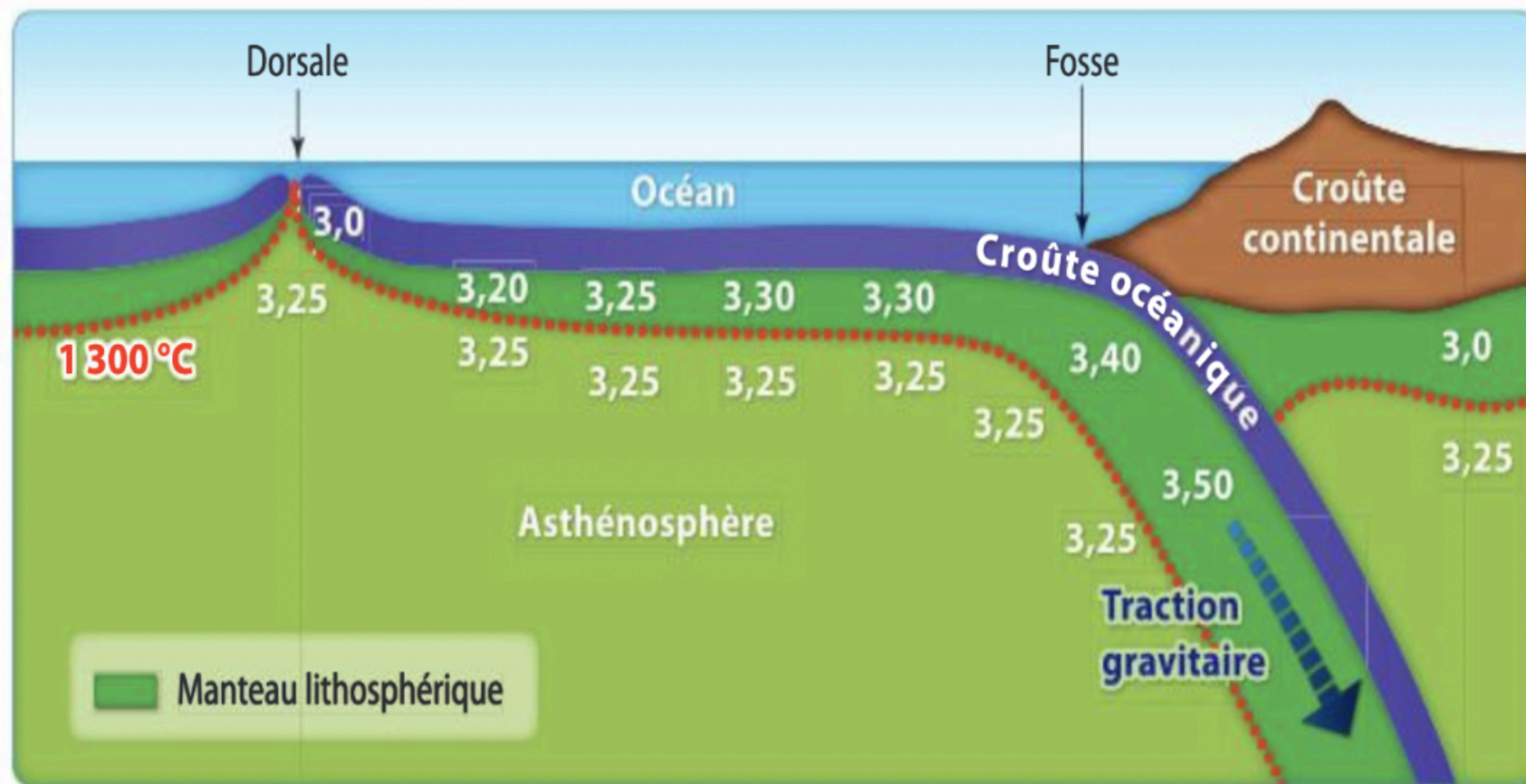
B) Le fonctionnement des zones de subduction

→ C) Le moteur de la subduction et du mouvement des plaques lithosphériques



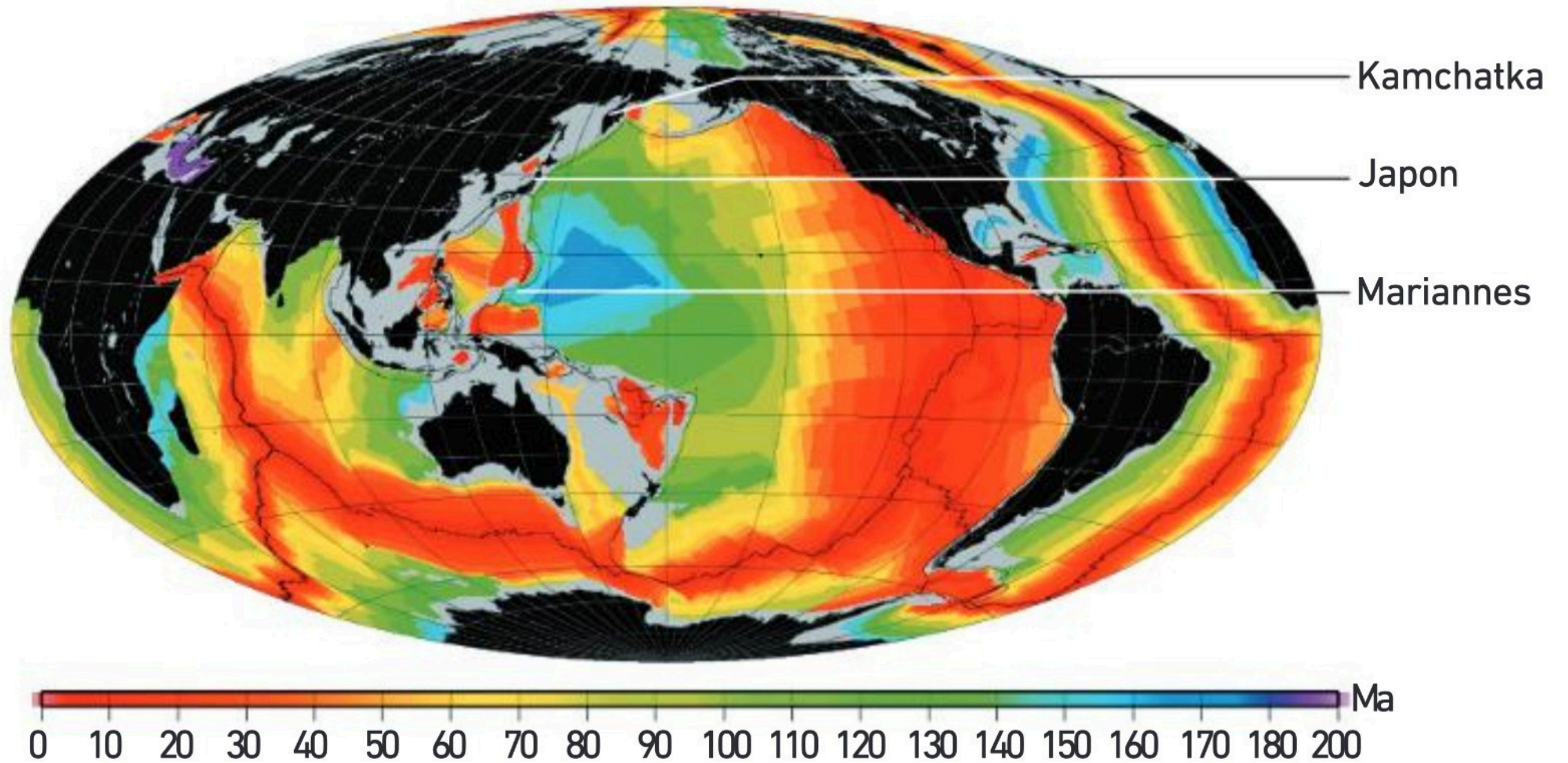
Échantillons	Gabbro	Gabbro à amphibole	Schiste vert	Schiste bleu	Éclogite
	 3,5 cm	 3,5 cm	 3,5 cm	 4,8 cm	 5 cm
Masse (g)	71,5	66,1	57,9	154,0	182,6
Volume (cm ³)	23,5	21,9	19,8	45,2	52,2

Masse et volume des différentes roches de la lithosphère océanique depuis sa formation jusqu'à sa disparition (subduction)

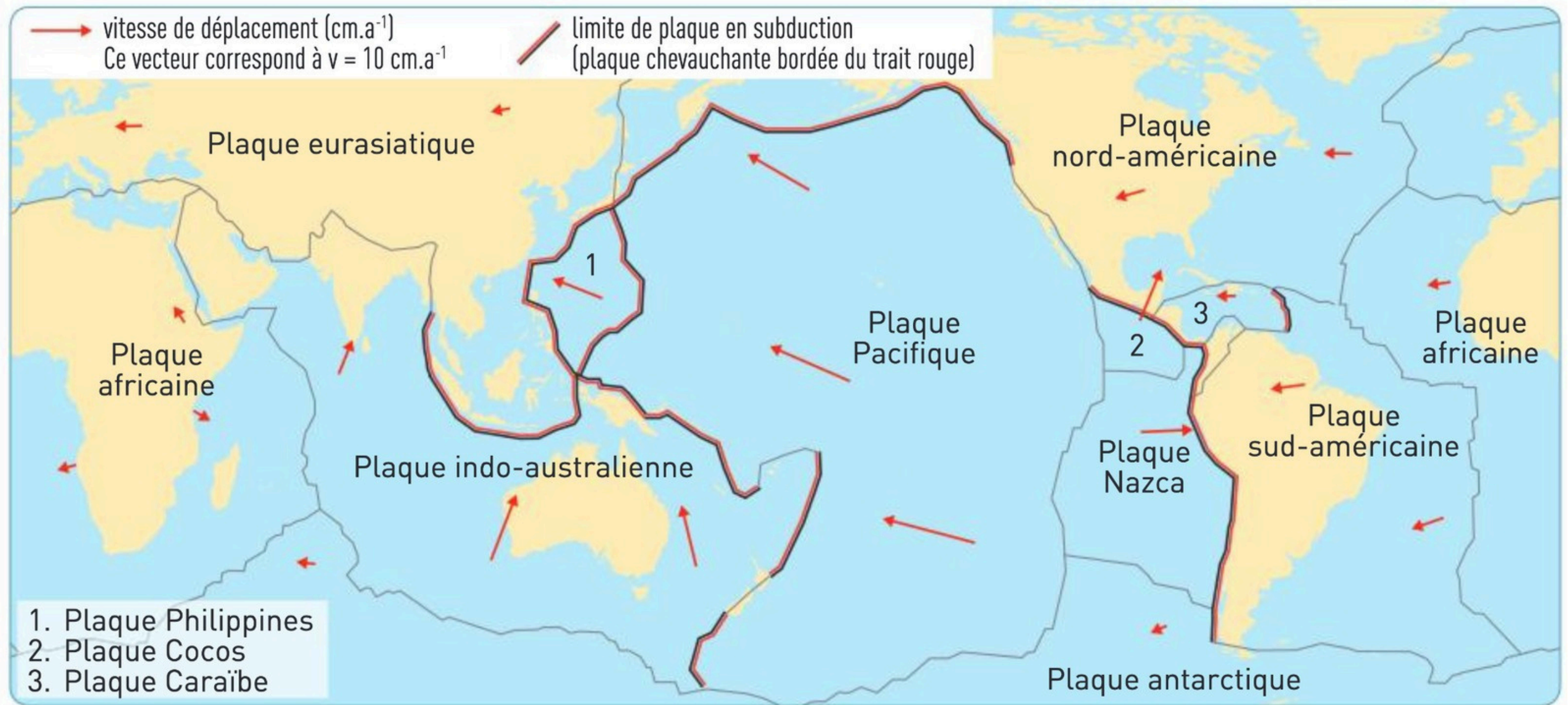


Roche	Densité
gabbro	2,9 à 3,1
métagabbro « schistes verts »	3,2
métagabbro « schistes bleus »	3,4
métagabbro « éclogites »	3,5

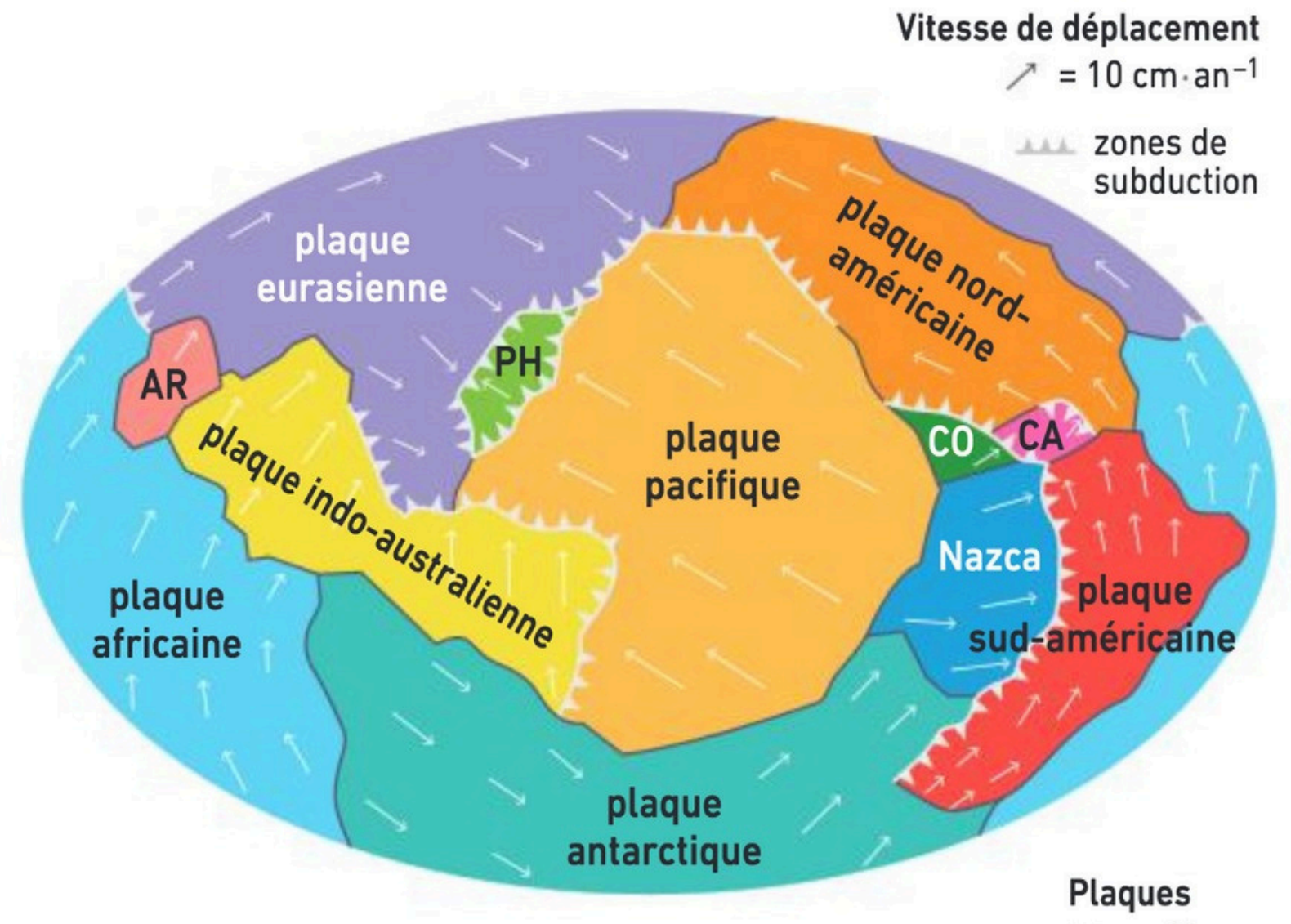
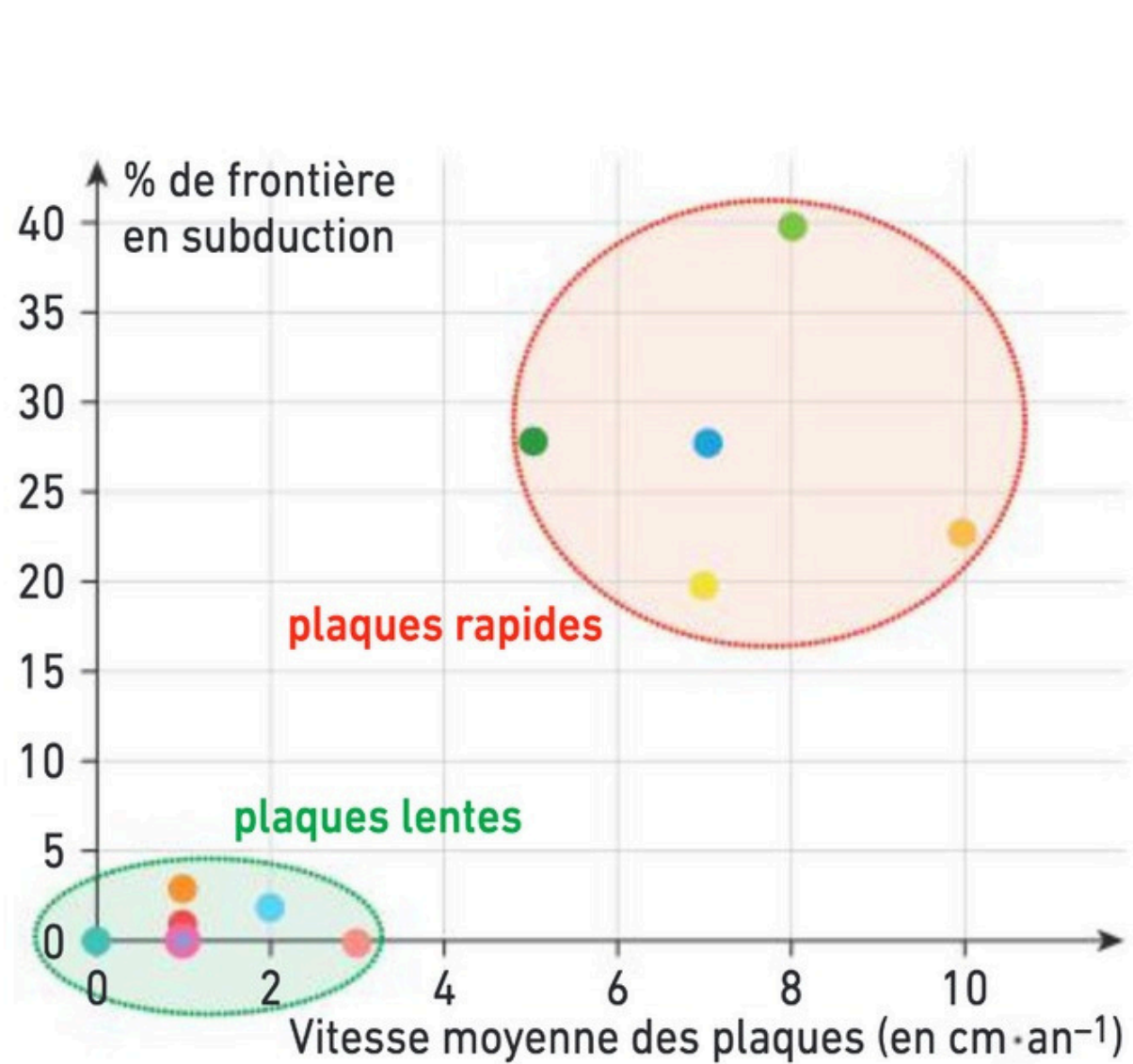
Document 4 : Modèle d'évolution de l'épaisseur de la lithosphère océanique.



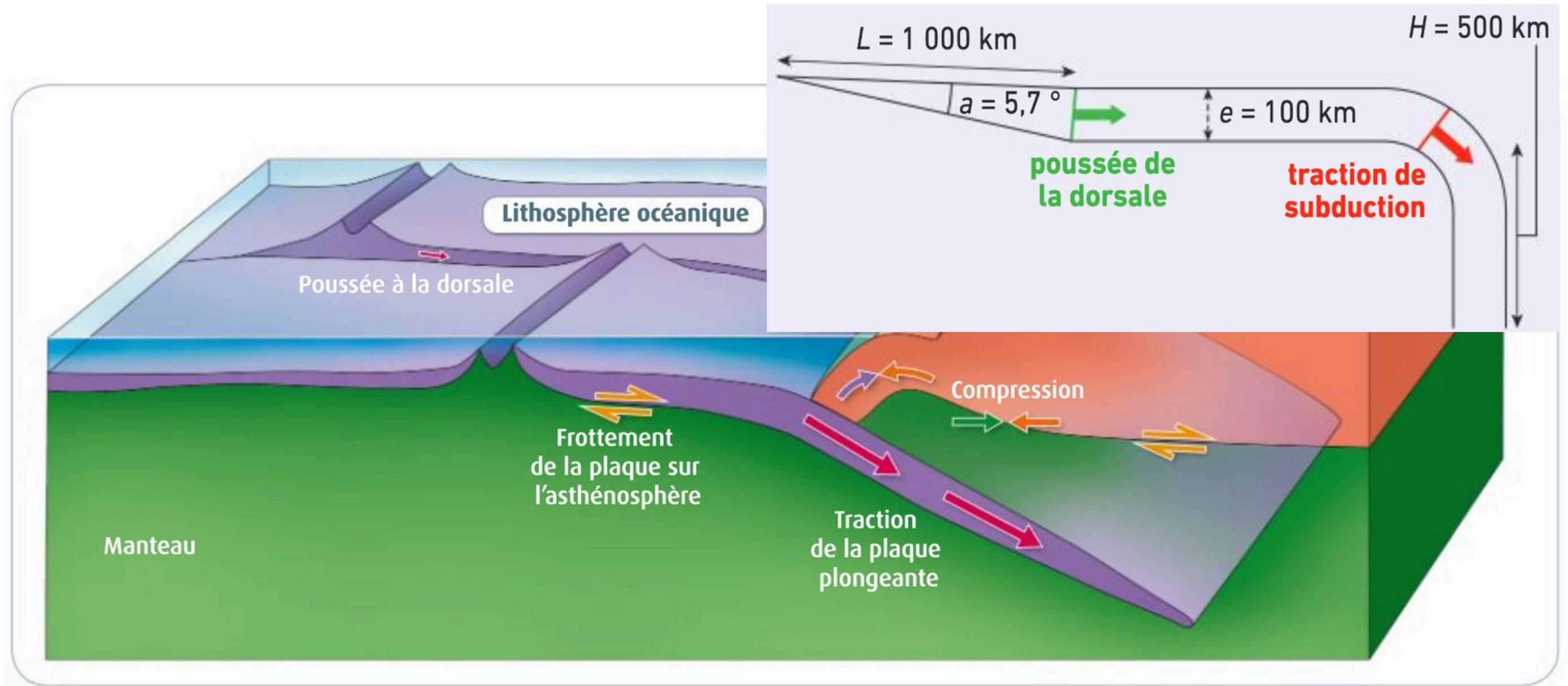
L'âge de la lithosphère océanique au niveau de différentes zones de subduction



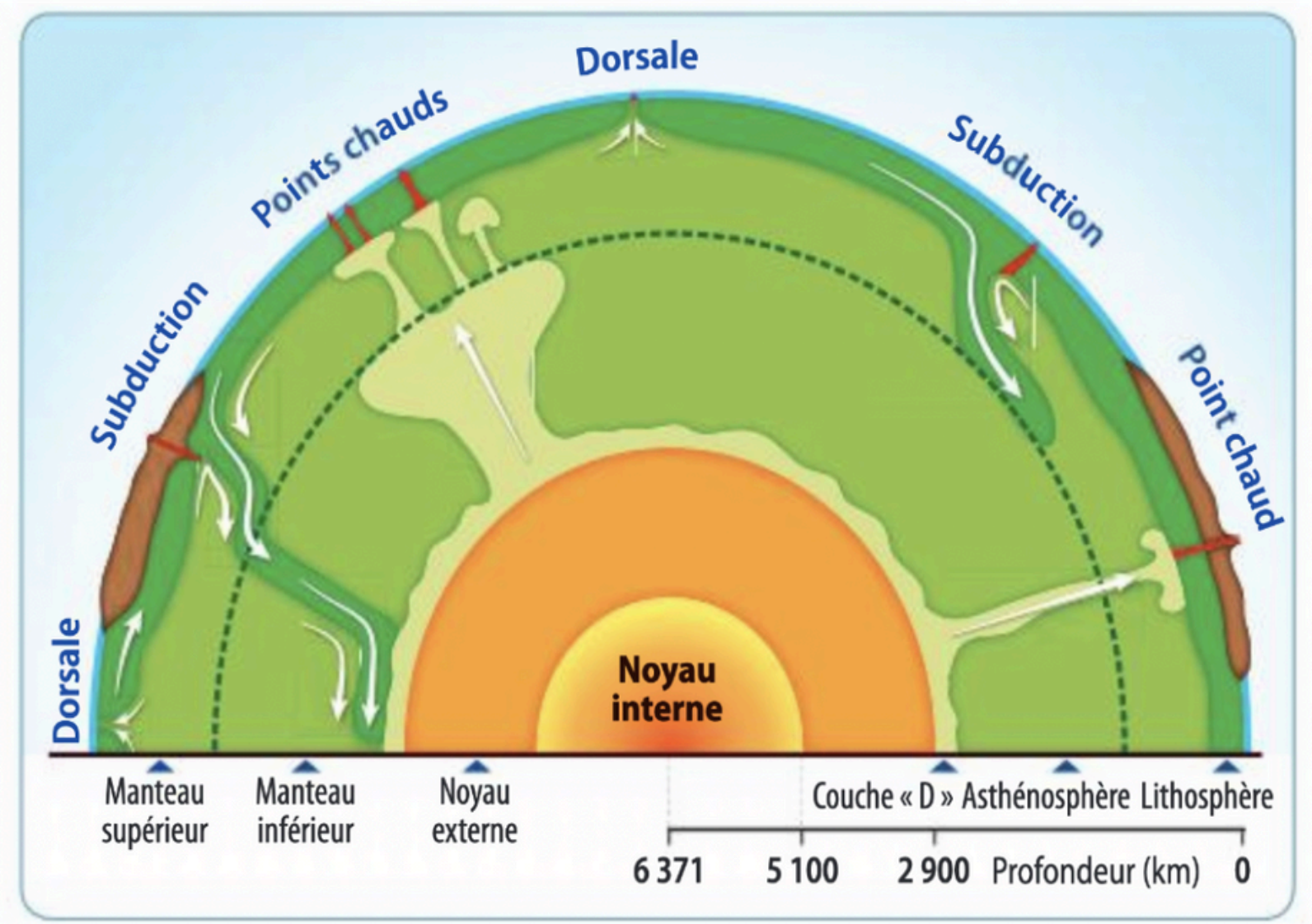
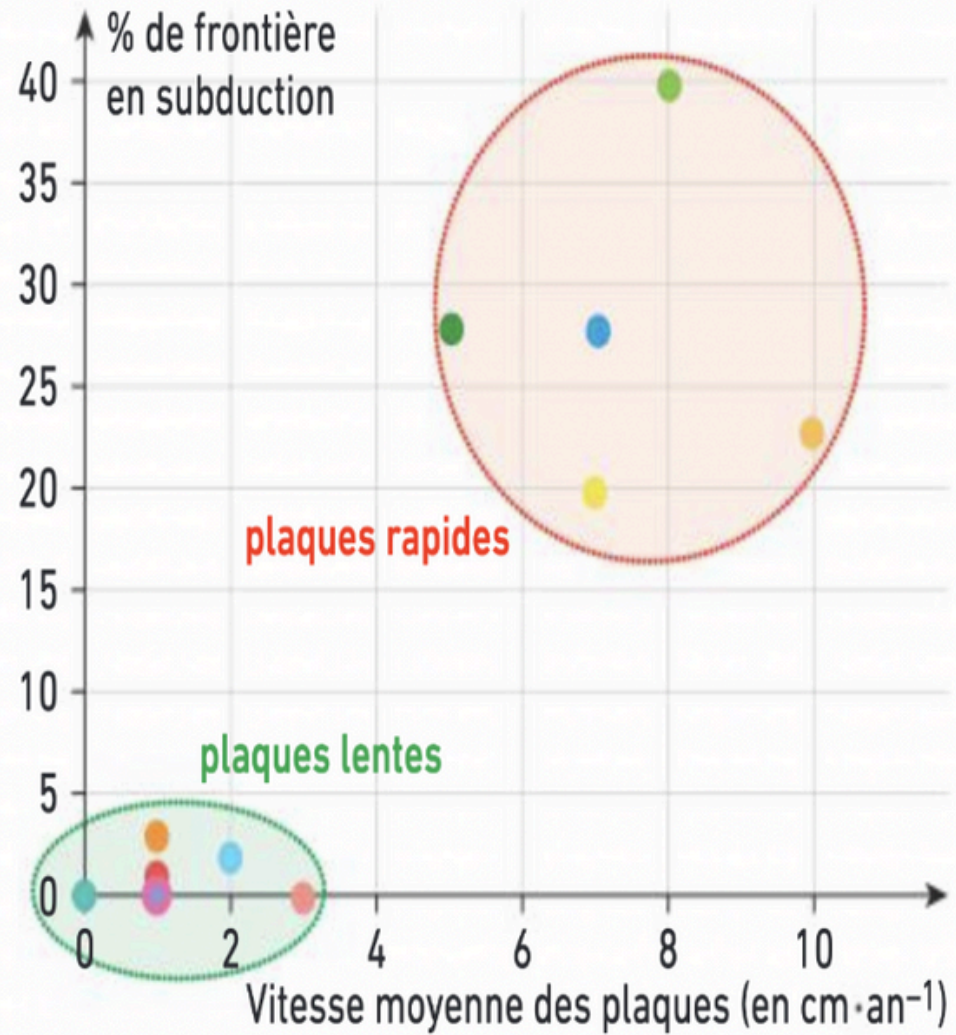
Carte des vitesses absolues des plaques tectoniques



Relation entre la vitesse moyenne des plaques et le pourcentage de frontières de plaques en subduction



Les différentes forces exercées sur la lithosphère océanique au niveau des zones de subduction



Document 5 : Relation entre la vitesse absolue des plaques et leur pourcentage de frontière en subduction.



Bilan: Les zones de subduction sont des frontières de plaques convergentes, au niveau desquelles une plaque lithosphérique océanique plonge obliquement dans l'asthénosphère sous une autre plaque, océanique ou continentale. Les nombreux séismes qui se produisent dans ces zones dessinent un plan incliné qui s'enfonce jusqu'à 700 km de profondeur, et qui témoigne du plongement de la lithosphère océanique froide et rigide dans l'asthénosphère chaude et ductile.

Les nombreux volcans présents sur la plaque chevauchante sont de type explosif, car leur magma est riche en silice, ce qui le rend visqueux. Ce magma permet la formation de roches volcaniques et plutoniques diversifiées. Leur composition chimique indique cependant qu'elles se forment à partir d'un même type de magma, riche en eau.



Bilan: Les magmas des zones de subduction sont issus de la fusion partielle du coin de manteau de la plaque chevauchante. Cette fusion partielle est possible du fait de l'hydratation des péridotites. L'eau présente dans ces péridotites provient de la déshydratation des minéraux de la croûte en subduction, sous l'effet de l'augmentation de pression et de température (réactions métamorphiques).

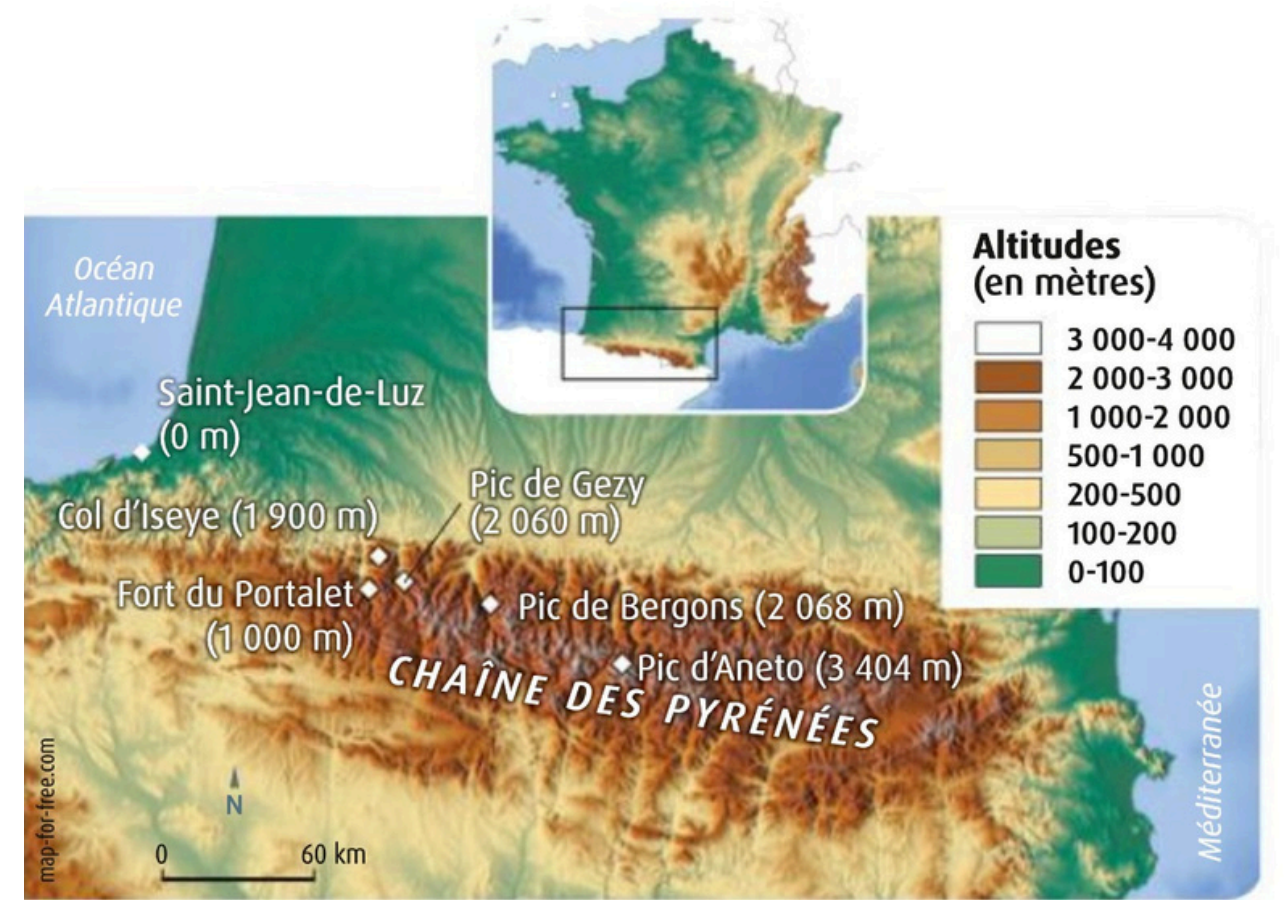
Le déséquilibre gravitaire dû au vieillissement de la lithosphère océanique peut déclencher l'entrée en subduction, à la faveur d'un accident tectonique de grande ampleur. L'augmentation de densité, accentuée par le métamorphisme qui se produit lors de la subduction, est le principal moteur de la subduction.

Celle-ci est à l'origine des mouvements descendants de la convection mantellique, et indirectement des mouvements ascendants sous la dorsale, organisant ainsi les mouvements des plaques lithosphériques.

II. Convergence lithosphérique et collision

→ A) Les caractéristiques des zones de collision

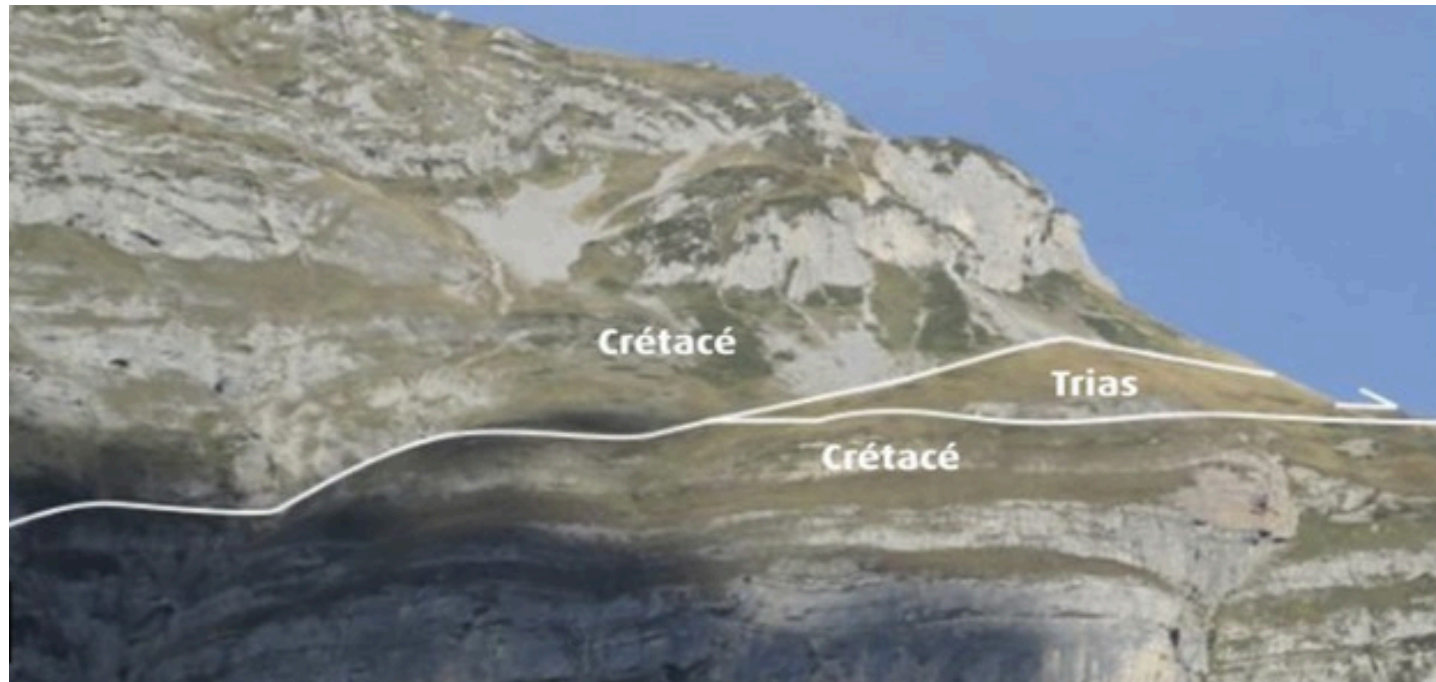




La chaîne des Pyrénées



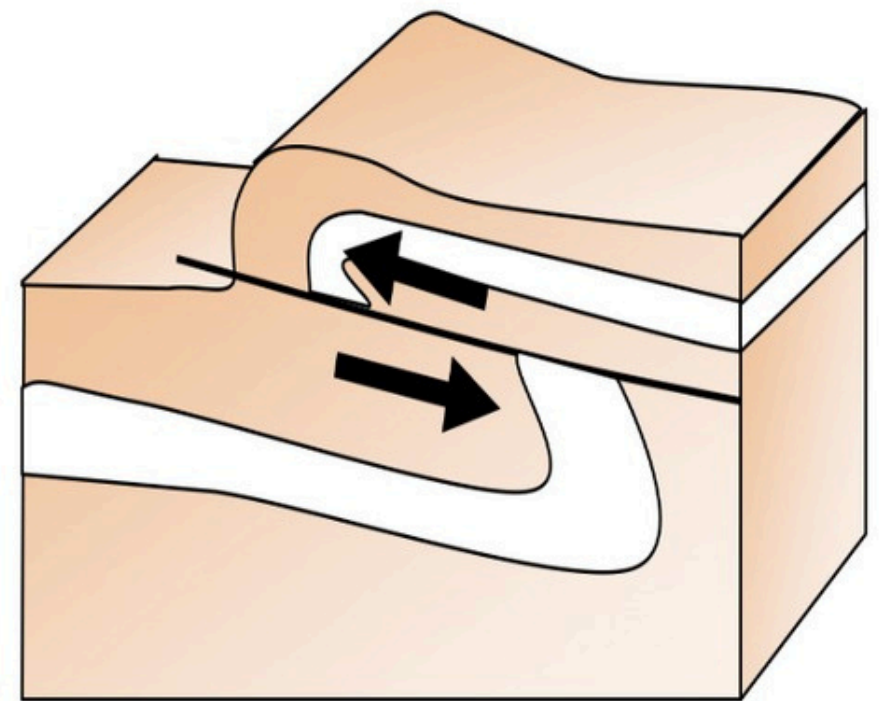
Une collision continentale de 2 plaques lithosphériques à l'origine de la chaîne des Alpes



Nappes de Charriage

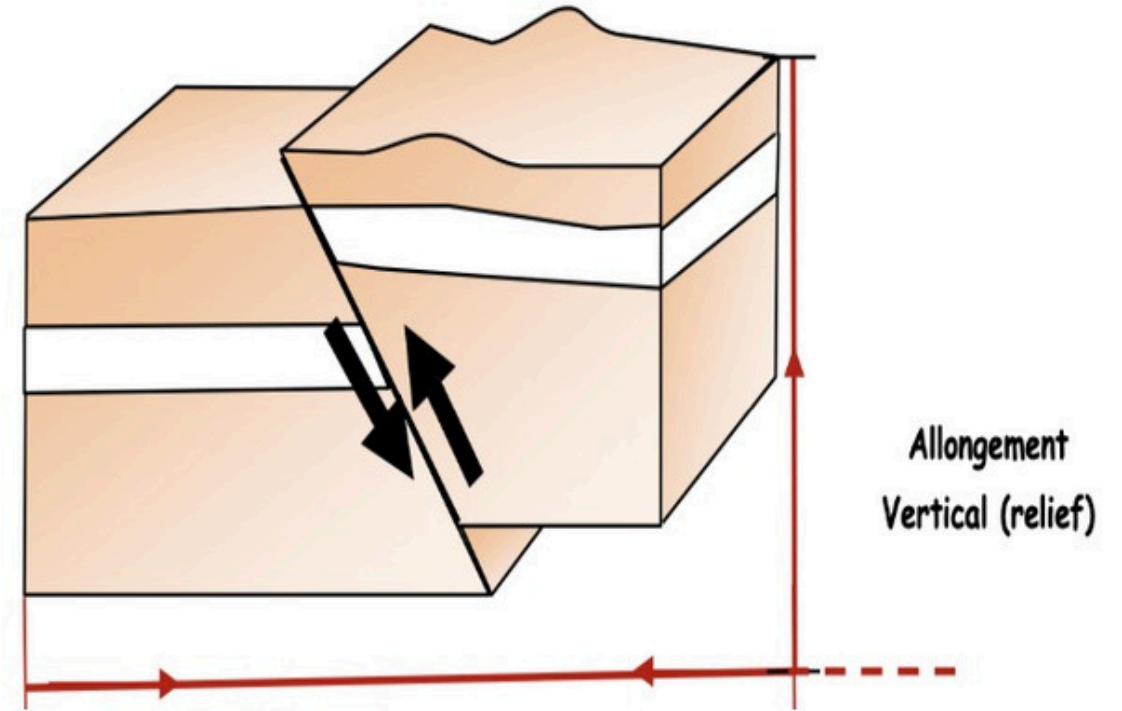


Chevauchement

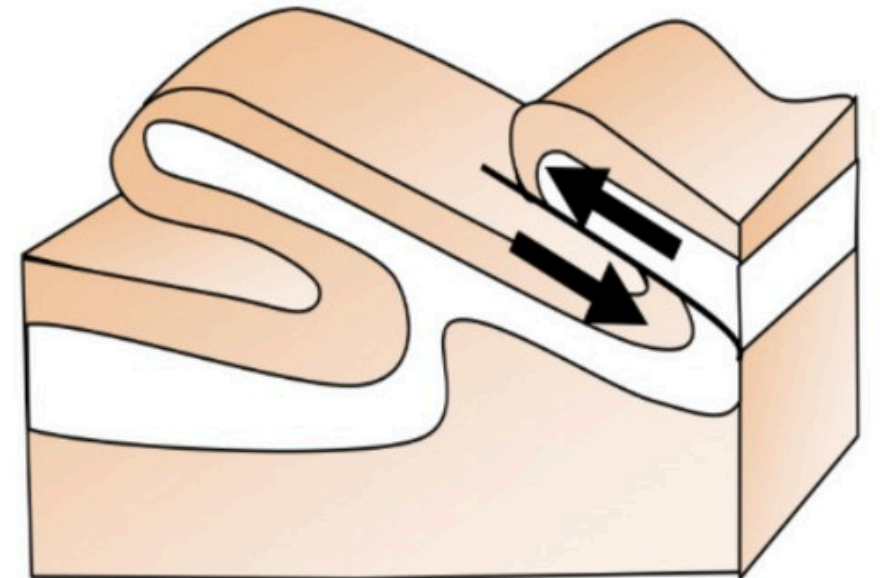




Faille inverse



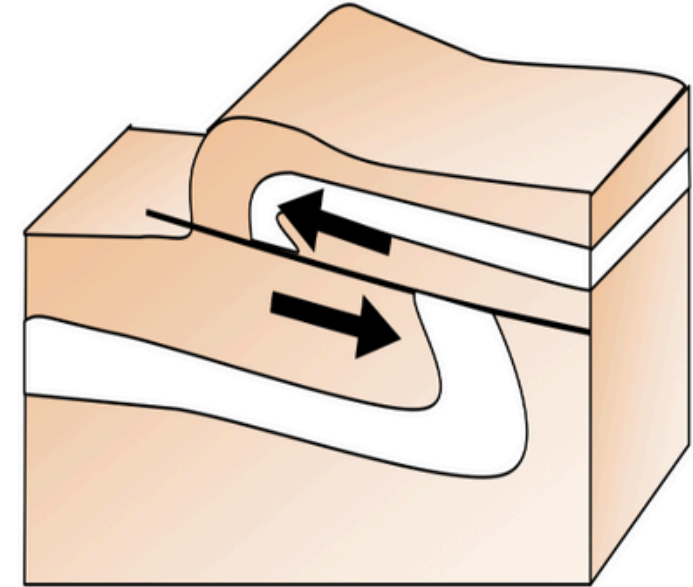
Pli



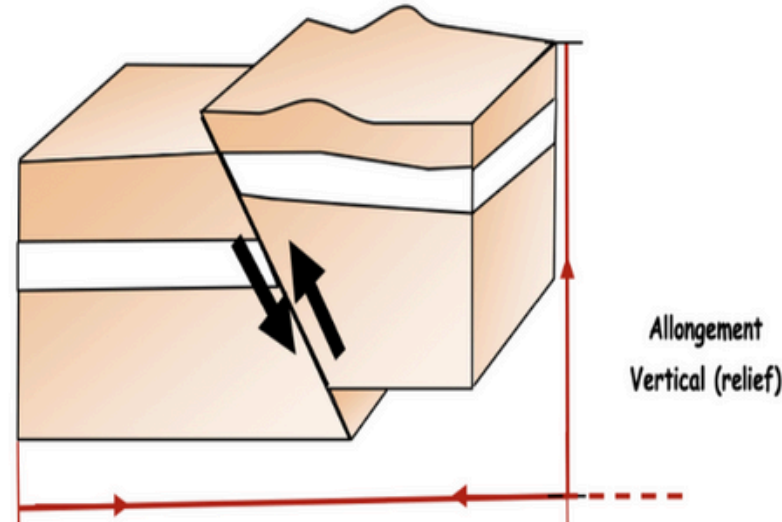
Nappes de
Charriage



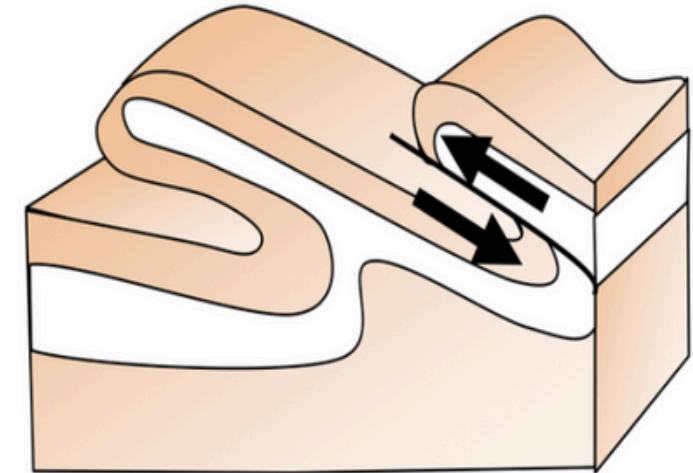
Chevauchement



Faïlle inverse



Pli



Document 6 : Les différents types de déformations observées au niveau des zones de collision.

Emission

Réception

Source

Enregistrement

Surface

Géophones

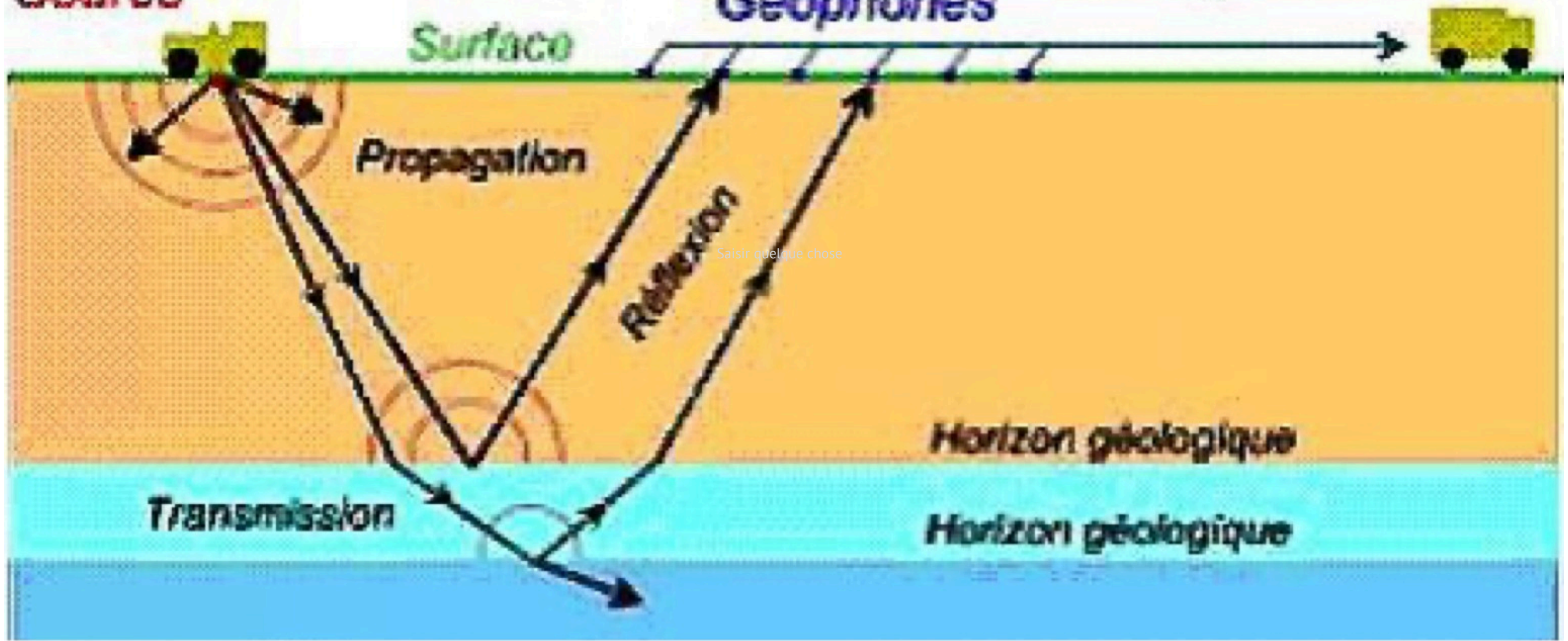
Propagation

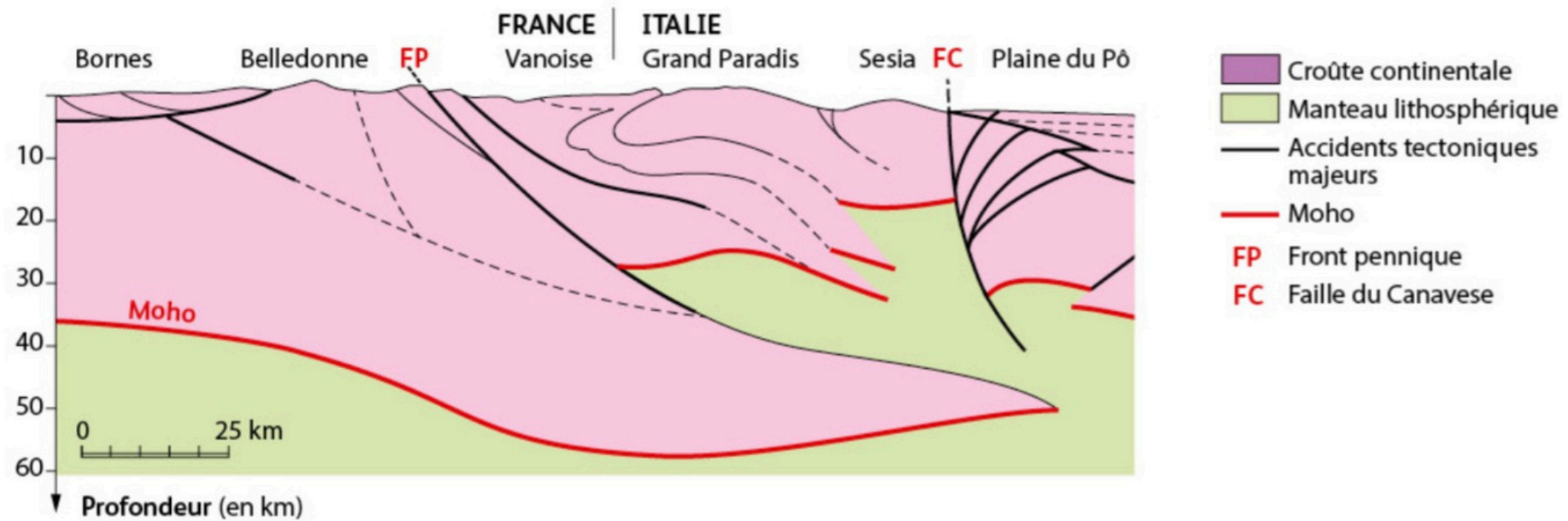
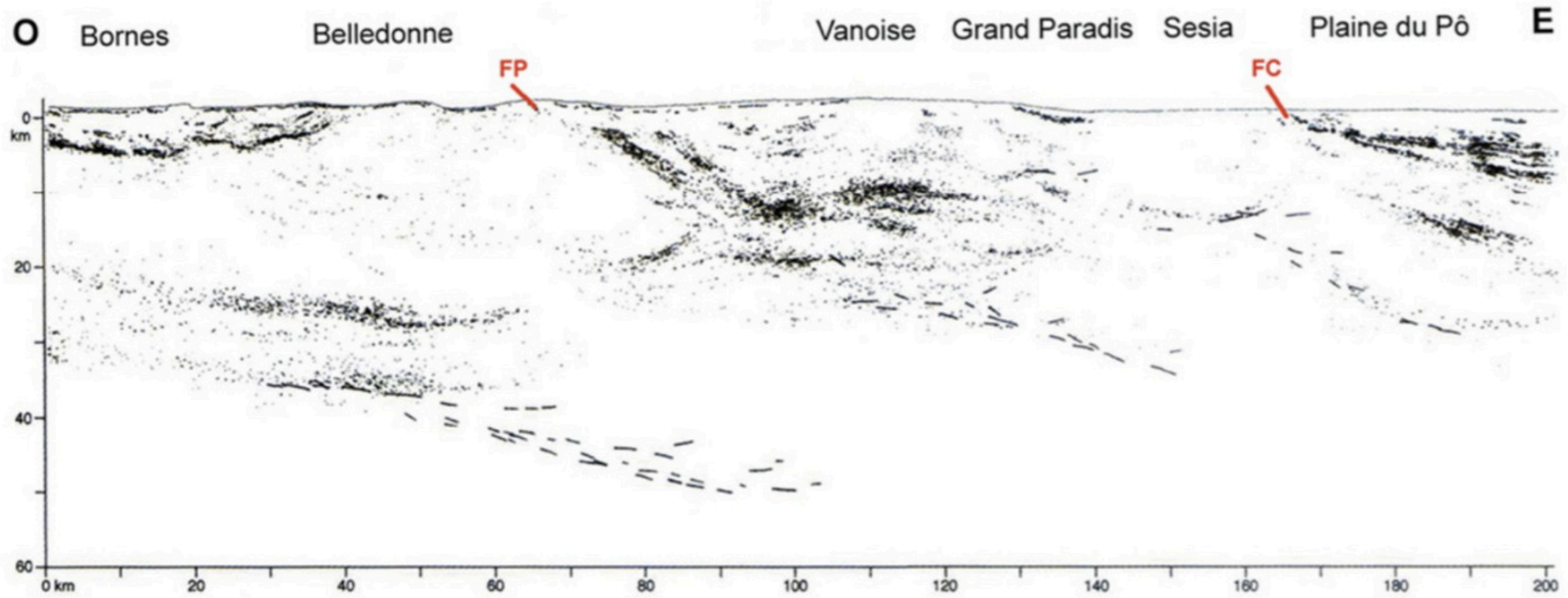
Réflexion

Horizon géologique

Transmission

Horizon géologique





II. Convergence lithosphérique et collision

A) Les caractéristiques des zones de collision

→ B) Le fonctionnement des zones de collision





1

Granite



2

Gneiss

Les roches magmatiques (granite) et les roches métamorphiques (gneiss) présent dans la zone de collision



Granite (densité = 2,8)

lit de minéraux
sombres

lit de
minéraux
clairs



Gneiss (densité = 2,6)

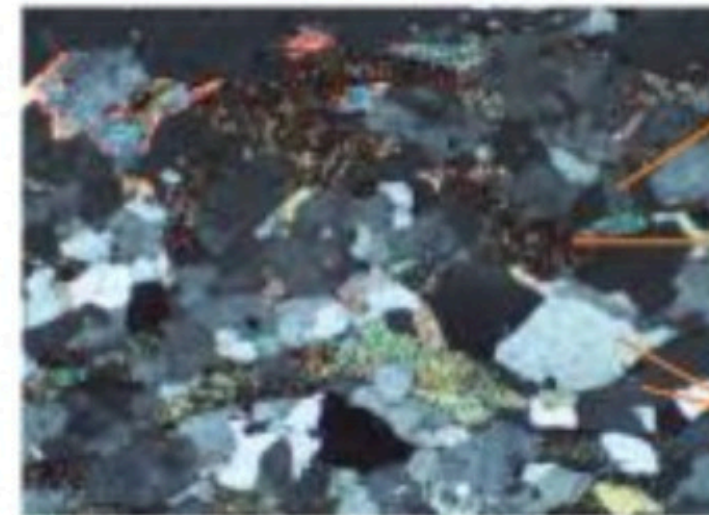


biotite (mica noir)

quartz

feldspath plagioclase

feldspath orthose

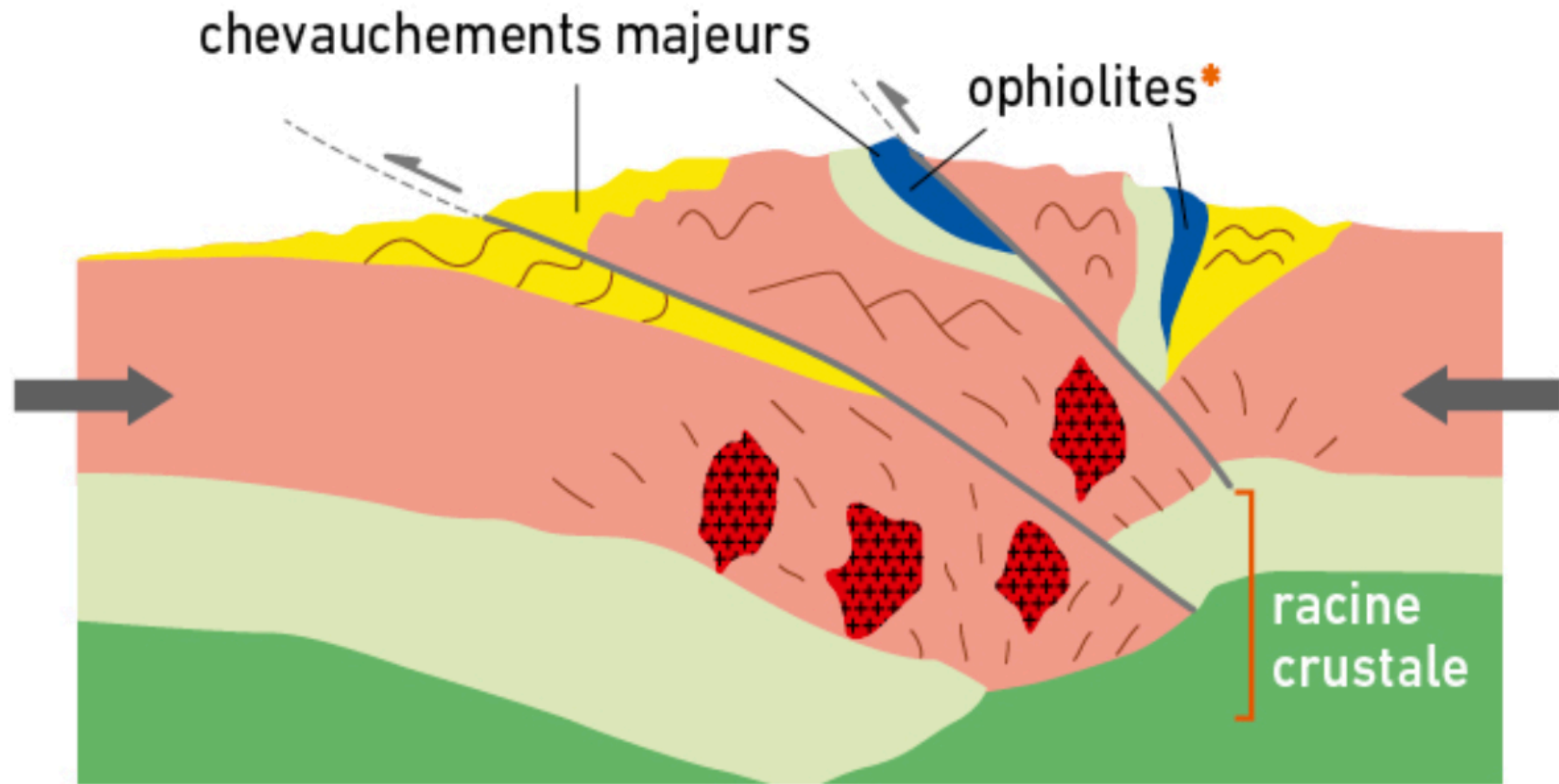


feldspath

biotite
(mica noir)

quartz

Les roches magmatiques (granite) et les roches métamorphiques (gneiss)



sédiments plissés



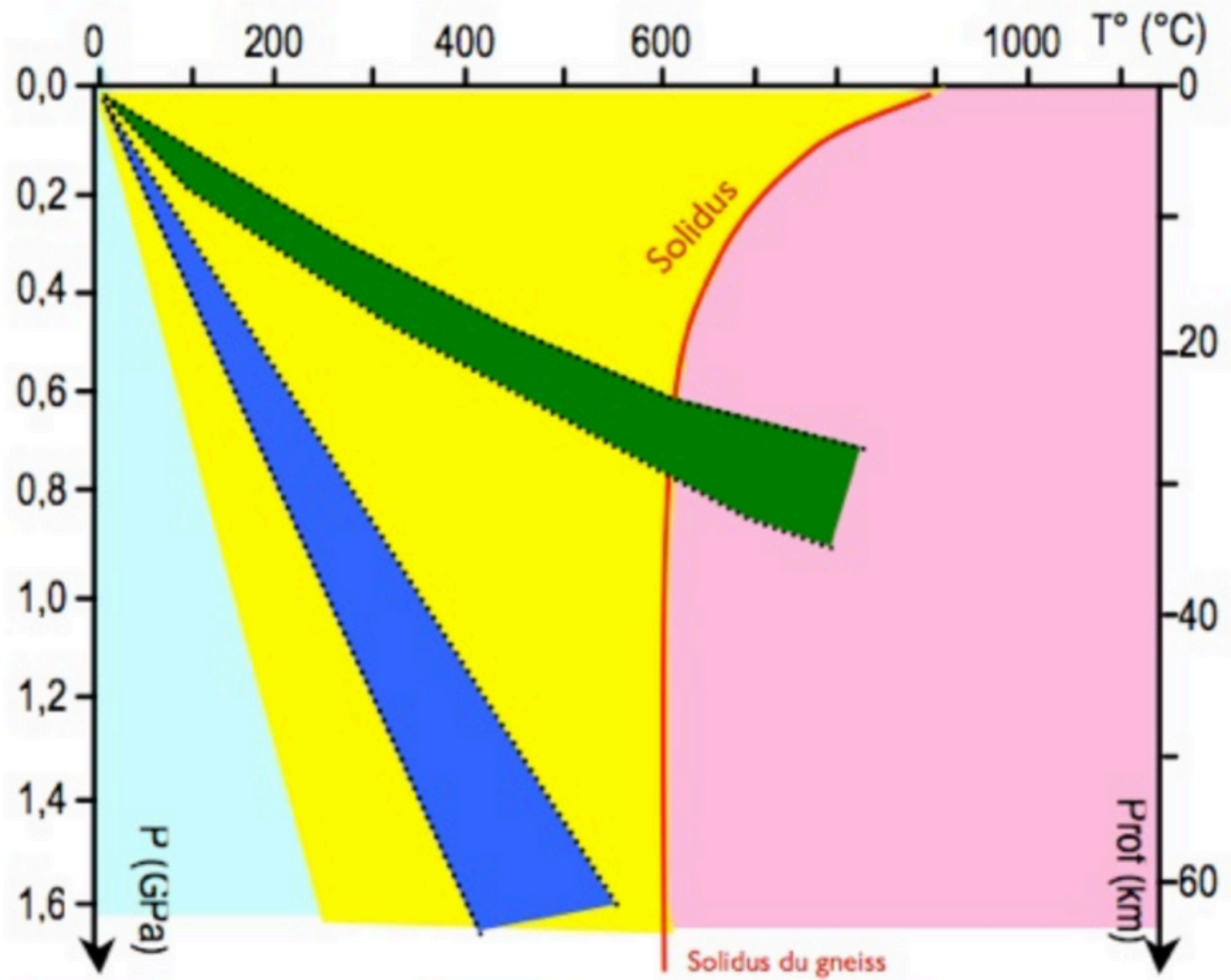
plutons de granitoïdes



croûte continentale déformée



métamorphisme



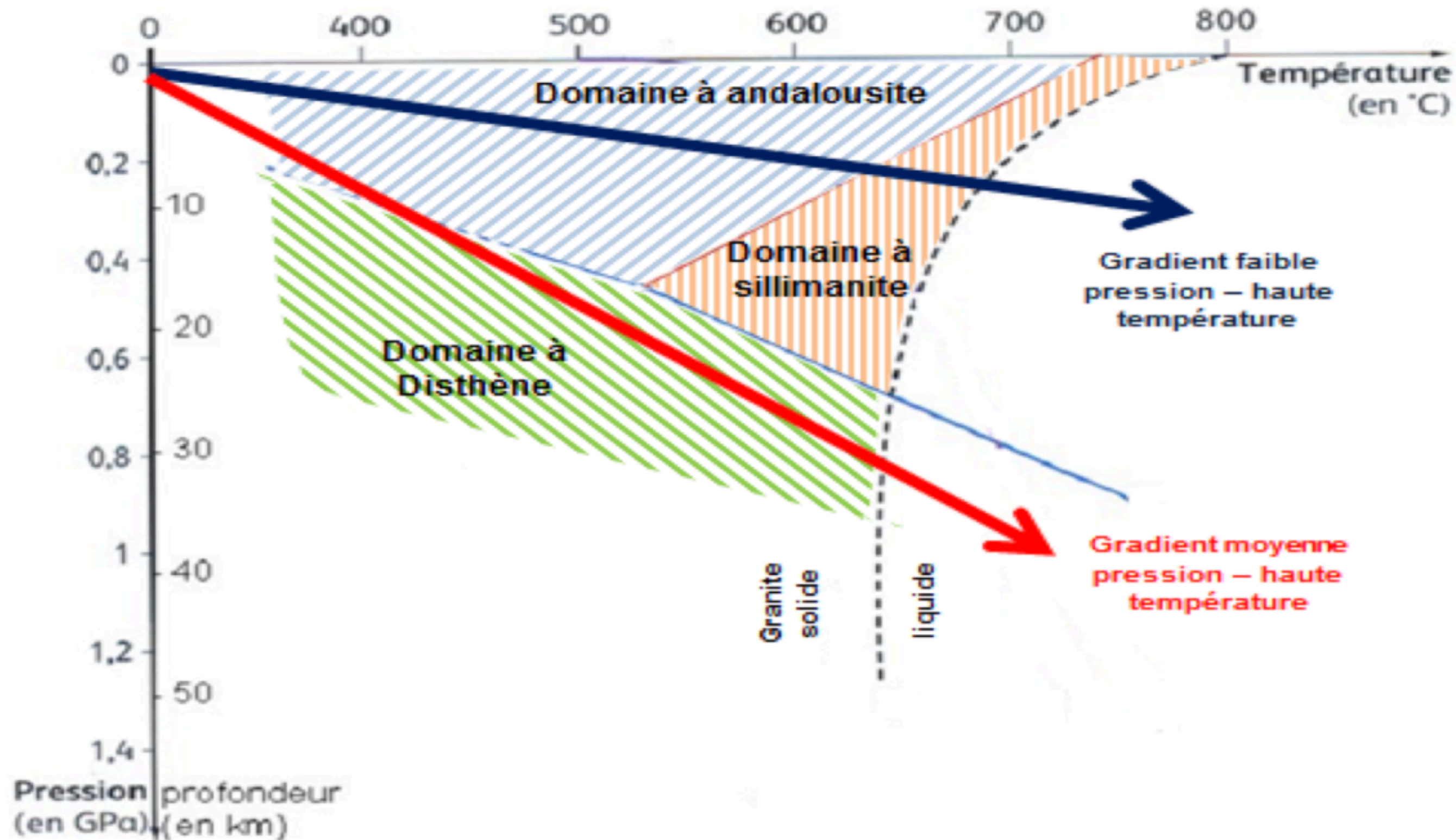
Non réalisé dans la nature

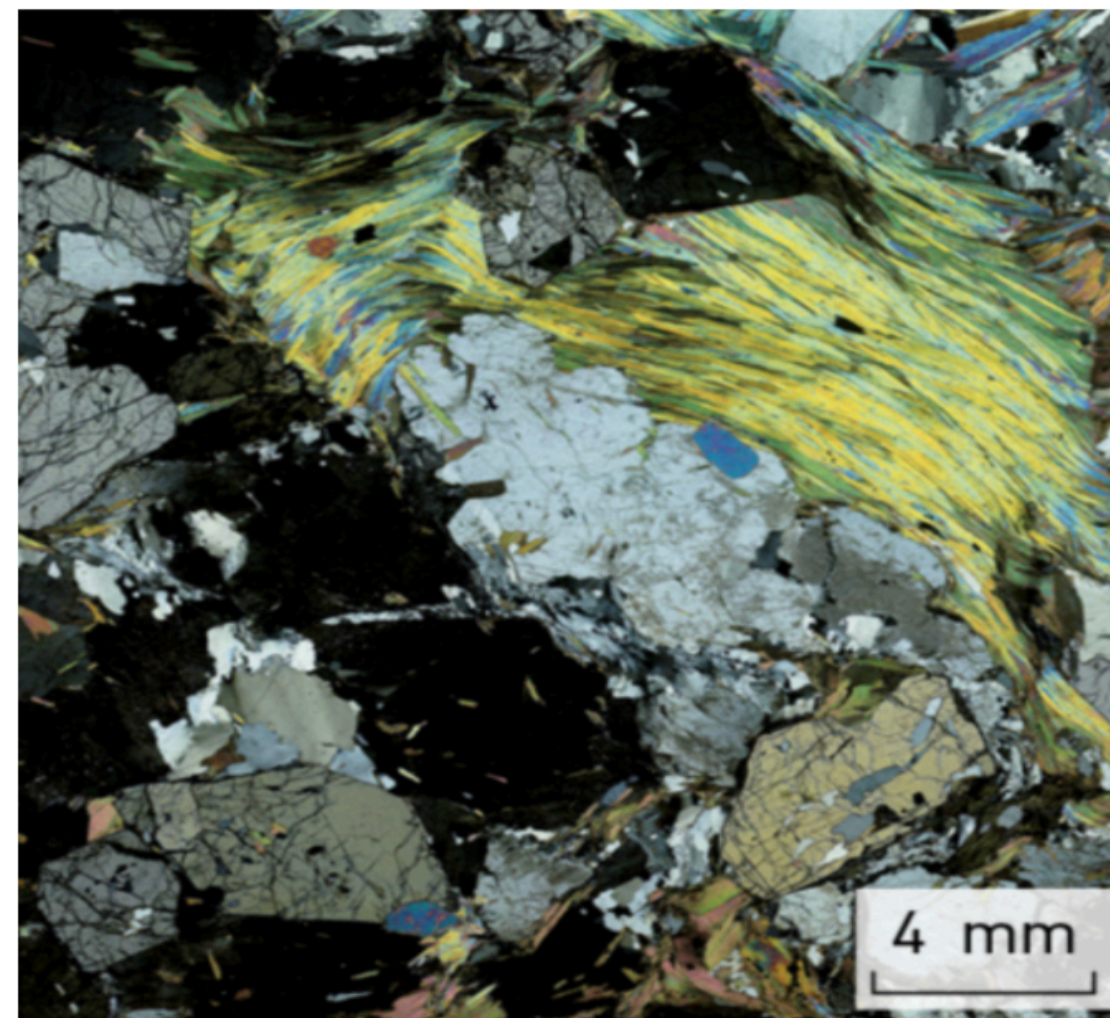
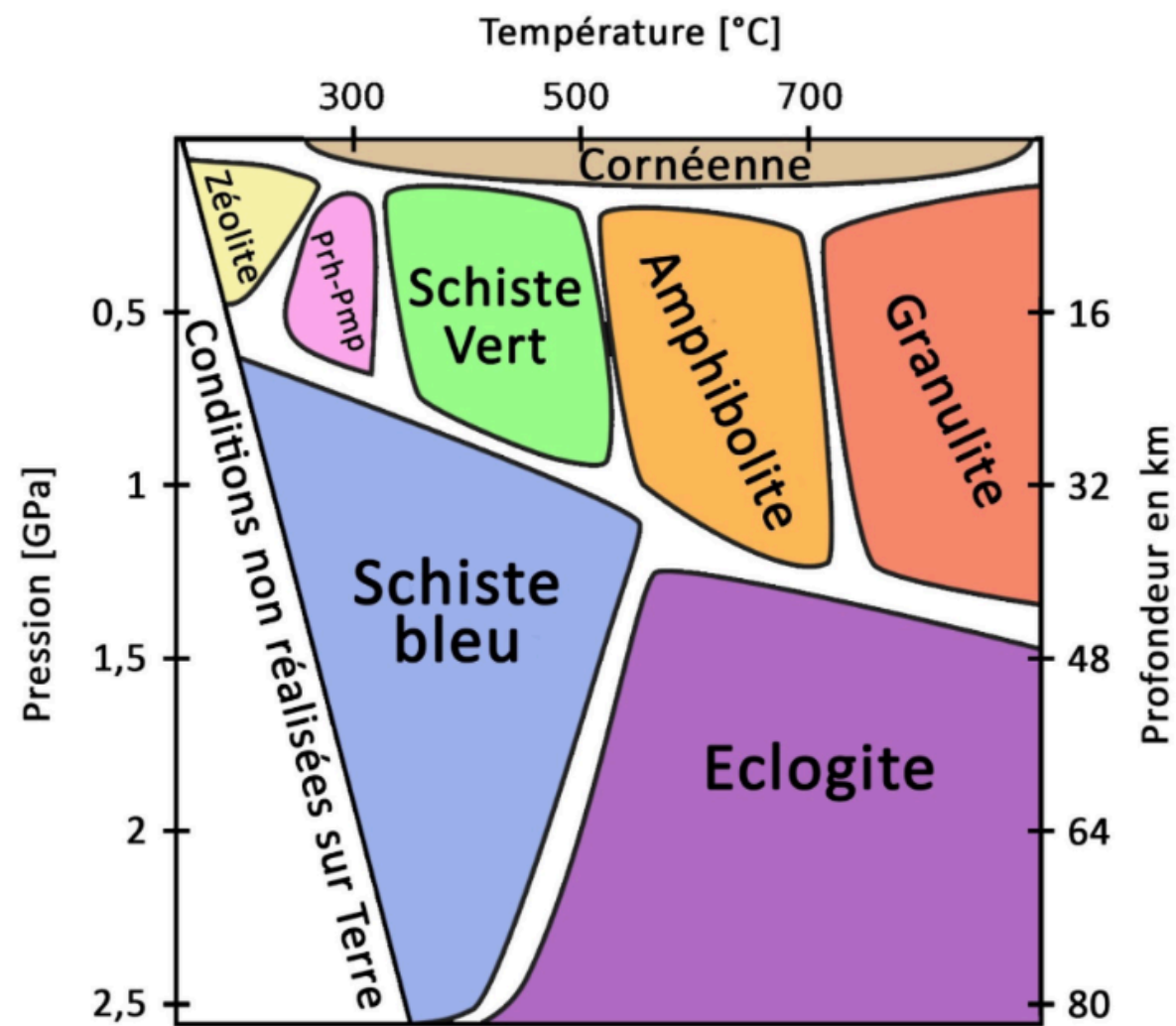
Métamorphisme

Anatexie

Géotherme de subduction

Géotherme de collision





Document 7 : Le métamorphisme HT/BP au niveau des zones de collision.



Bilan : Quand la lithosphère océanique est totalement résorbée, deux blocs continentaux, de densité égale, s'affrontent. La convergence s'accompagne alors d'intenses déformations à toutes les échelles. Les roches sont plissées, fracturées (failles inverses), charriées parfois sur des dizaines de kilomètres. De grandes failles traversent la croûte continentale, séparant des blocs qui se chevauchent les uns sur les autres. C'est par cet écaillage crustal que l'on explique la création de reliefs et la présence d'une racine crustale. Des déformations affectent aussi les roches et les minéraux qui les composent