

Thème 1B3

CHAPITRE 4

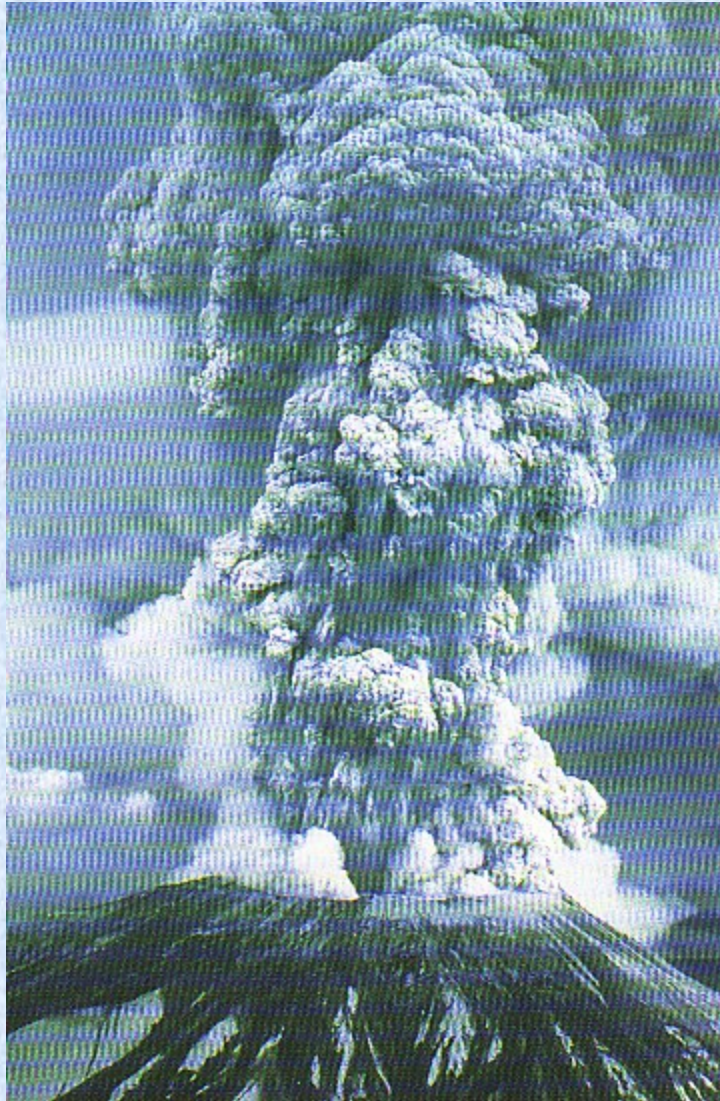
Le magmatisme en zone de subduction: une production de nouveaux matériaux continentaux

- Quelles sont les caractéristiques du magmatisme de subduction?

I- Volcanisme et roches volcaniques associées à la subduction:

1- Un volcanisme explosif:

Livre p 182 et 183

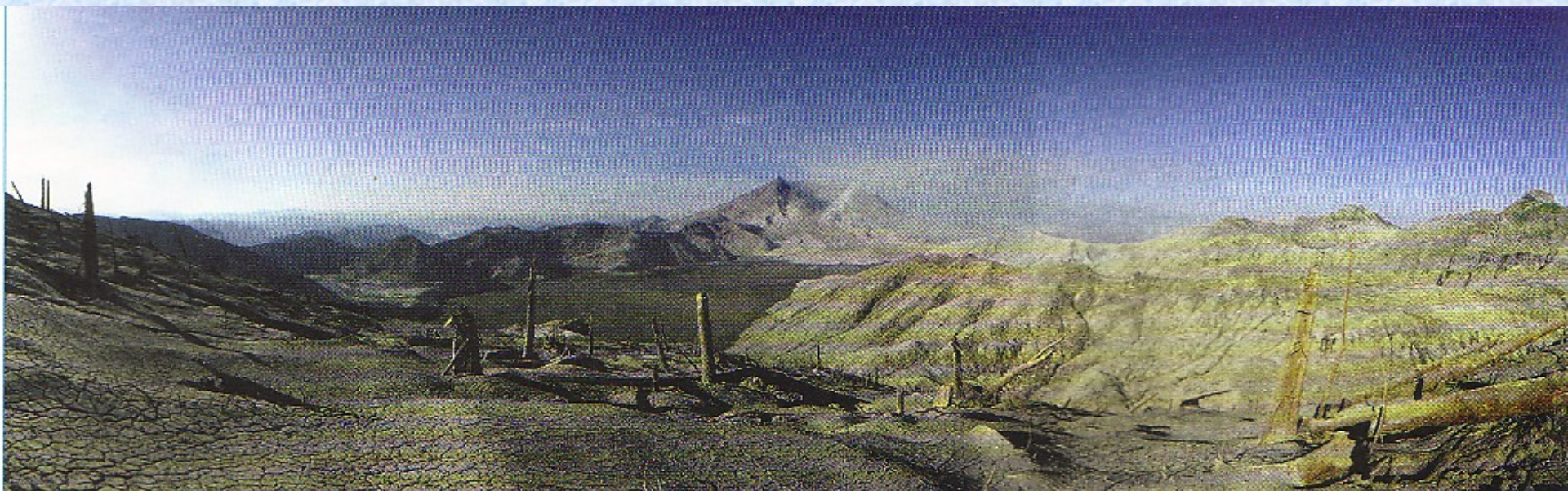


Mont St-HELENS





18 mai 1980 avant l'éruption, altitude 2950 mètres



Après l'éruption, altitude 2500 mètres, 600 km² dévastés

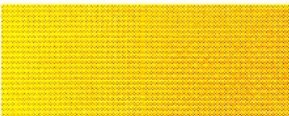
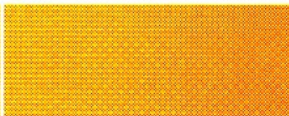
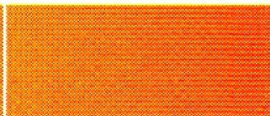
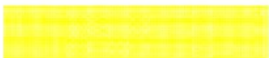
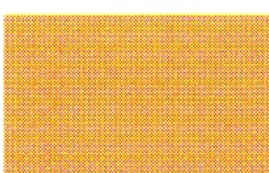
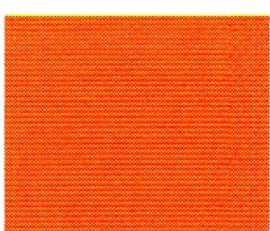


ETNA



Montagne Pelée

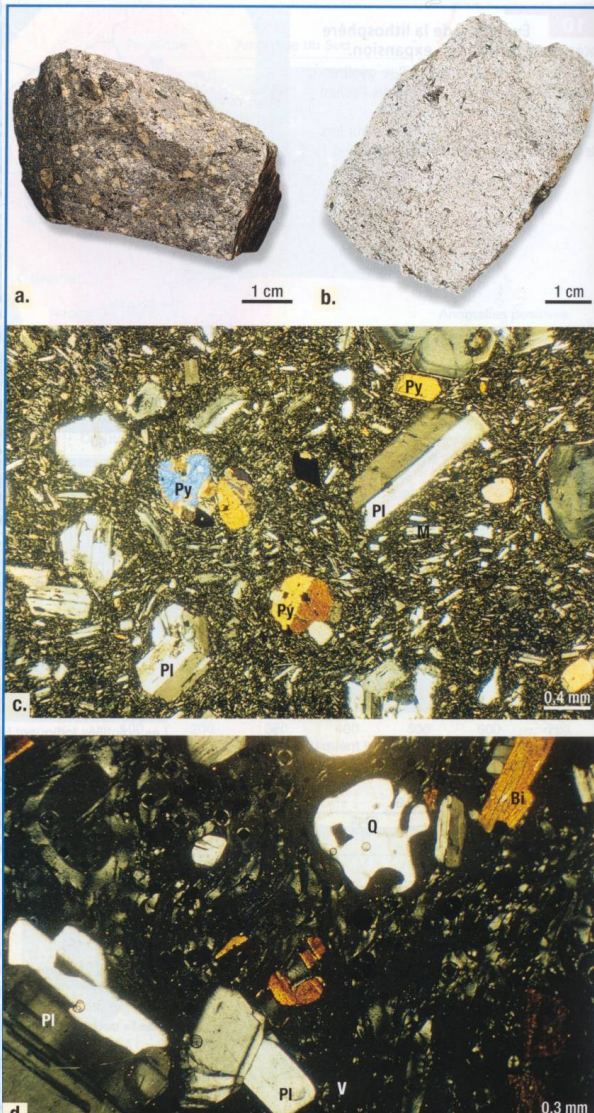
Relation entre composition chimique viscosité et température d'émission des laves (doc 3 page 183)

Roche volcanique issue du refroidissement de la lave		Basalte	Andésite	Dacite	Rhyolite
Lave	Température d'émission	 1160 °C			 900 °C
	Teneur en silice	 48-52 %	 52-63 %	 63-68 %	 68-77 %
	Viscosité	 Faible	 Forte	 Très forte	 Extrême

2- Les roches magmatiques des zones de subduction:

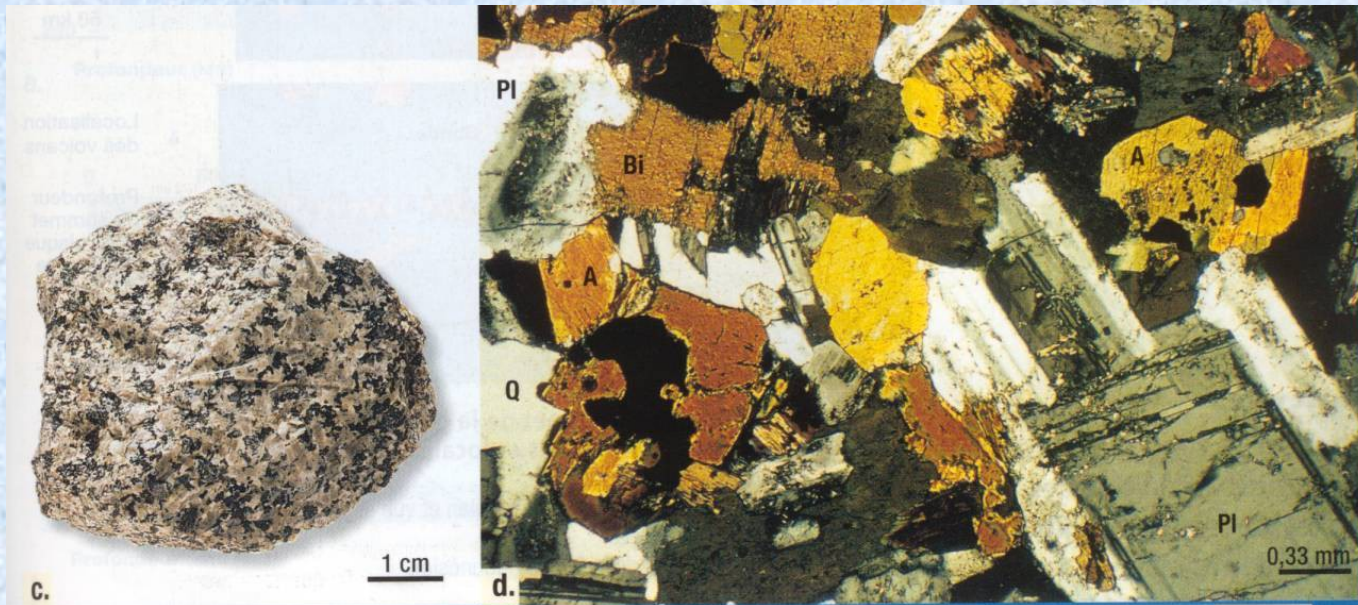
Livre p 183

Roches volcaniques produites dans les zones de subduction



- **Andésite** et **Rhyolite** possèdent une texture caractérisée par la présence de gros et de petits cristaux (**microlites**) noyés dans un verre non cristallisé (texture **microlitique**), cette texture atteste l'origine volcanique des 2 roches;
- Ces 2 roches ont une composition minéralogique différente:
- **Feldspath plagioclase** et **pyroxène** (amphibole) pour l'**Andésite**,
- **Feldspath plagioclase**, **quartz** et **biotite** pour la **Rhyolite**.

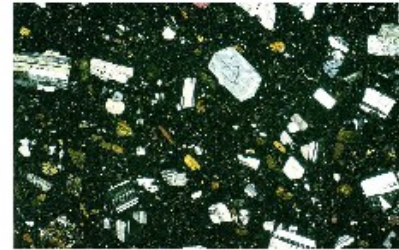
Les roches plutoniques



- La **granodiorite** est une roche entièrement cristallisée (texture **grenue**), ce qui confirme son origine plutonique (refroidissement lent d'un magma ayant cristallisé en profondeur);
- En revanche **sa composition minéralogique se rapproche de celles de l'Andésite et de la Rhyolite**, ce qui suggère que ces roches se forment à partir d'un **même type de magma**.

LES PRINCIPALES ROCHES MAGMATIQUES DES ZONES DE SUBDUCTION

Andésite



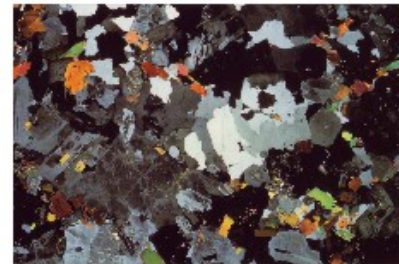
**Grano-
diorite**



Rhyolite



Granite



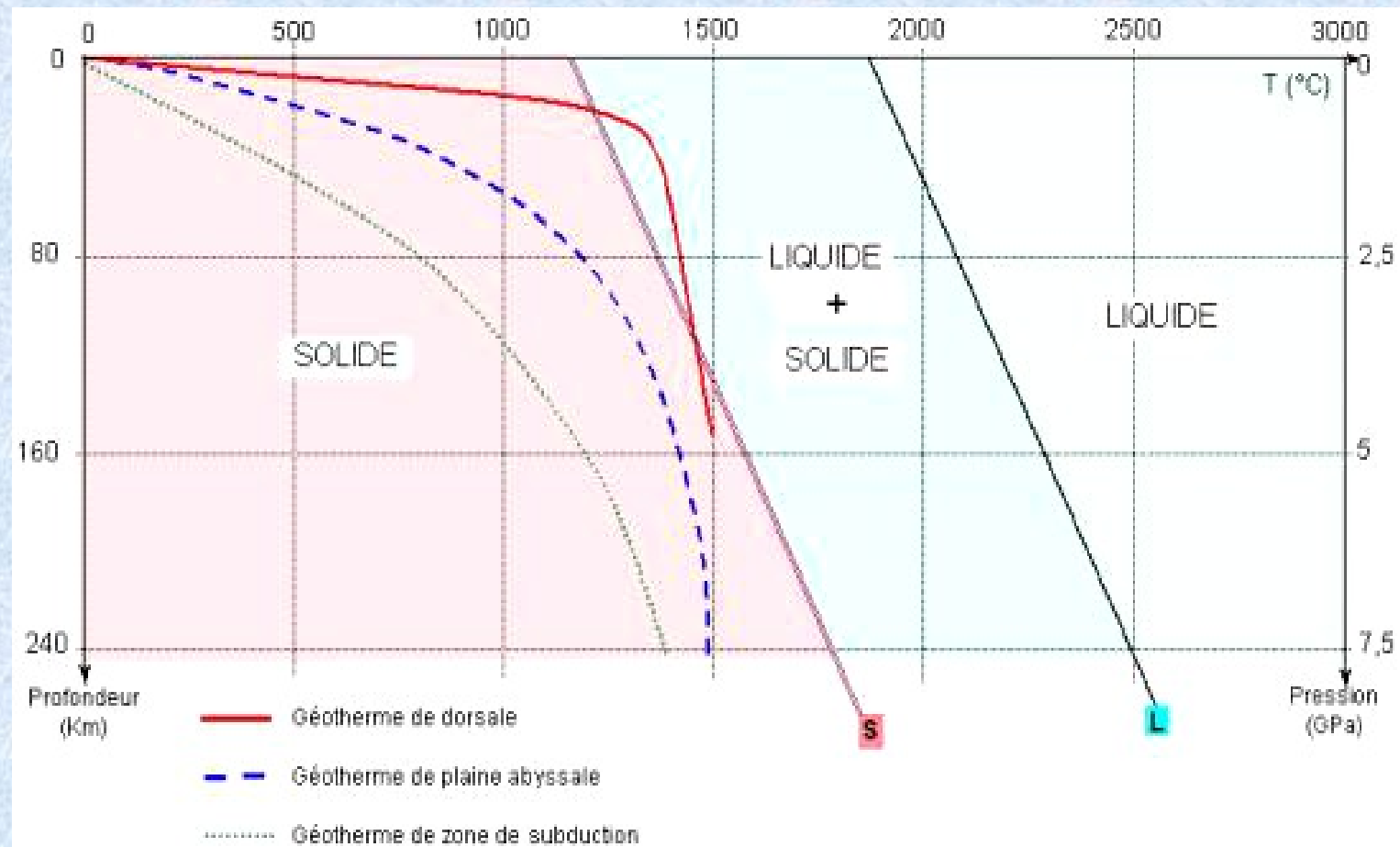
TYPE DE ROCHES	ROCHES VOLCANIQUES (RME)		ROCHE PLUTONIQUE
Roches	Andésite	Rhyolite	Diorite
Echantillon	Roche gris violacé Peu dense, Bulleuse Pas ou peu de cristx vis.	Roche claire, gris rosé, Assez dense Minx visibles	Roche grise Minx visibles
Structure (Lame mince)	Structure microlithique Verre Phénocristaux Nbx microlithes	Structure microlithique Verre Phénocristaux Microlithes	Structure grenue
Composition minéralogique	Plagioclases abdt Amphibole Biotite (très peu) Parfois Q (ou Px)	Quartz (svt corrodé) Feldspaths abdt Biotite (Amphibole)	Plagioclases (ppx const.) Amphibole Biotite (un peu) Parfois Q (ou Px)
Composition chimique comparée à celle du β des dorsales	55% de Si > celle du β + de Na, K - de Ca, Mg H ₂ O	70-75% de Si >> β + de Na, K bcp – de Ca, Mg, Fe H ₂ O	65-70% de Si >> β + de Na, K - de Ca, Fe, Mg H ₂ O
Remarques	L'andésite est l'équivalent volcanique de la diorite	La rhyolite est l'équivalent volcanique du granite	Equivalent grenu de l'andésite

II- subduction et formation des magmas mantelliques:

1- Les conditions de la fusion partielle dans le manteau des
zones de subduction:

Livre p 183 et 184

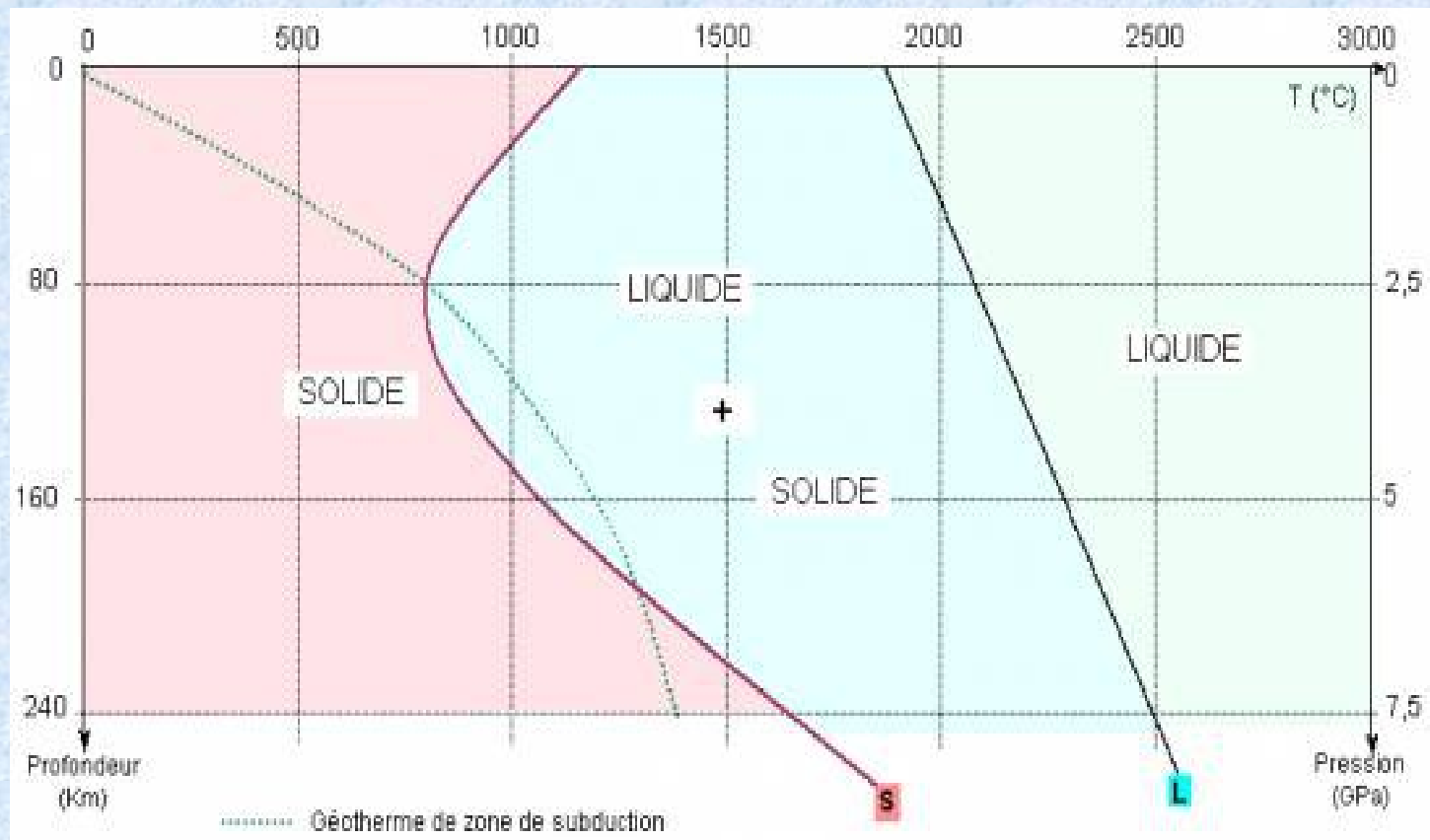
**Le magma se forme entre 80 et 200 km de profondeur.
Examinons les conditions géophysiques à ce niveau :**



Au niveau d'une zone de subduction la péridotite **sèche** ne peut pas entrer en fusion puisque le géotherme ne recoupe
JAMAIS le solidus.

2- Un apport d'eau à l'origine de la fusion partielle du manteau:

livre p 168 et 169



Par contre, le solidus de la péridotite hydratée recoupe le géotherme entre -80 et -180/200 Km de profondeur : dans cette zone le point de fusion est abaissé (800°C à -80 Km) et la péridotite du manteau est partiellement fondue.

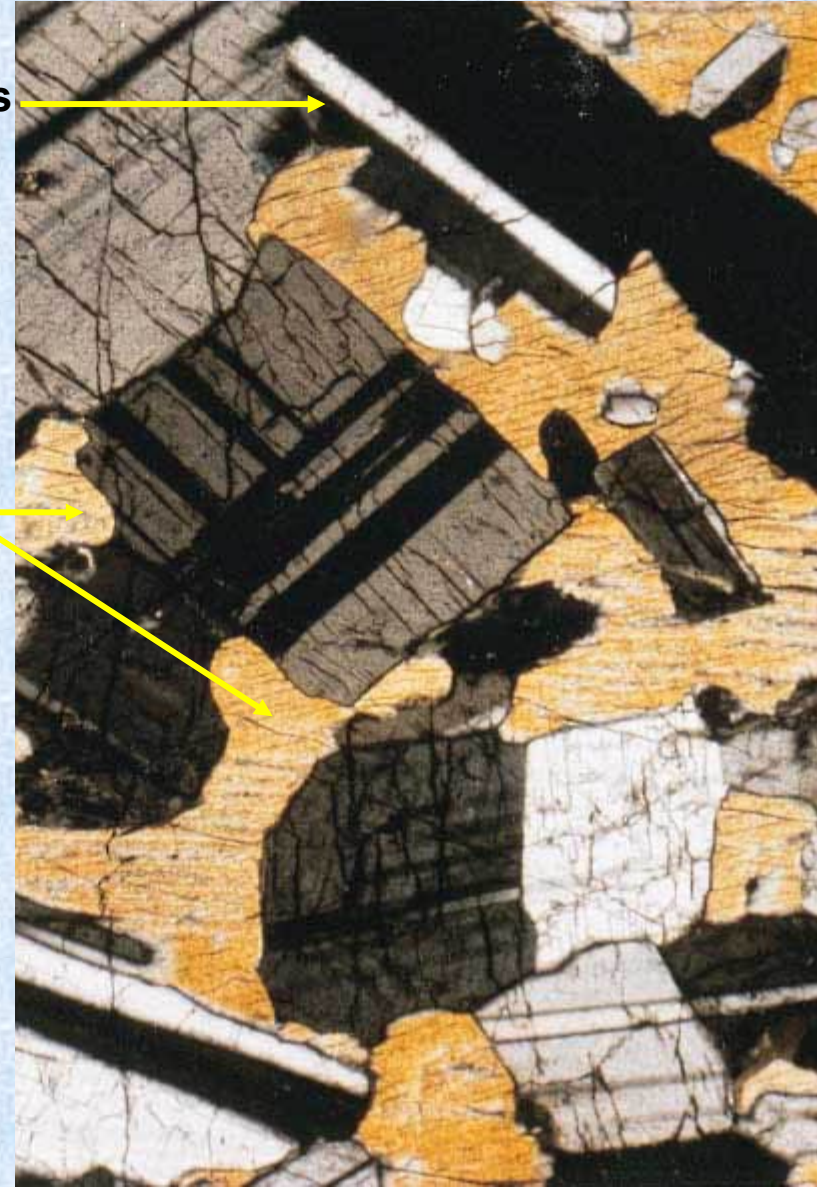
GABBRO

Lame mince LPA



Plagioclases

Pyroxène

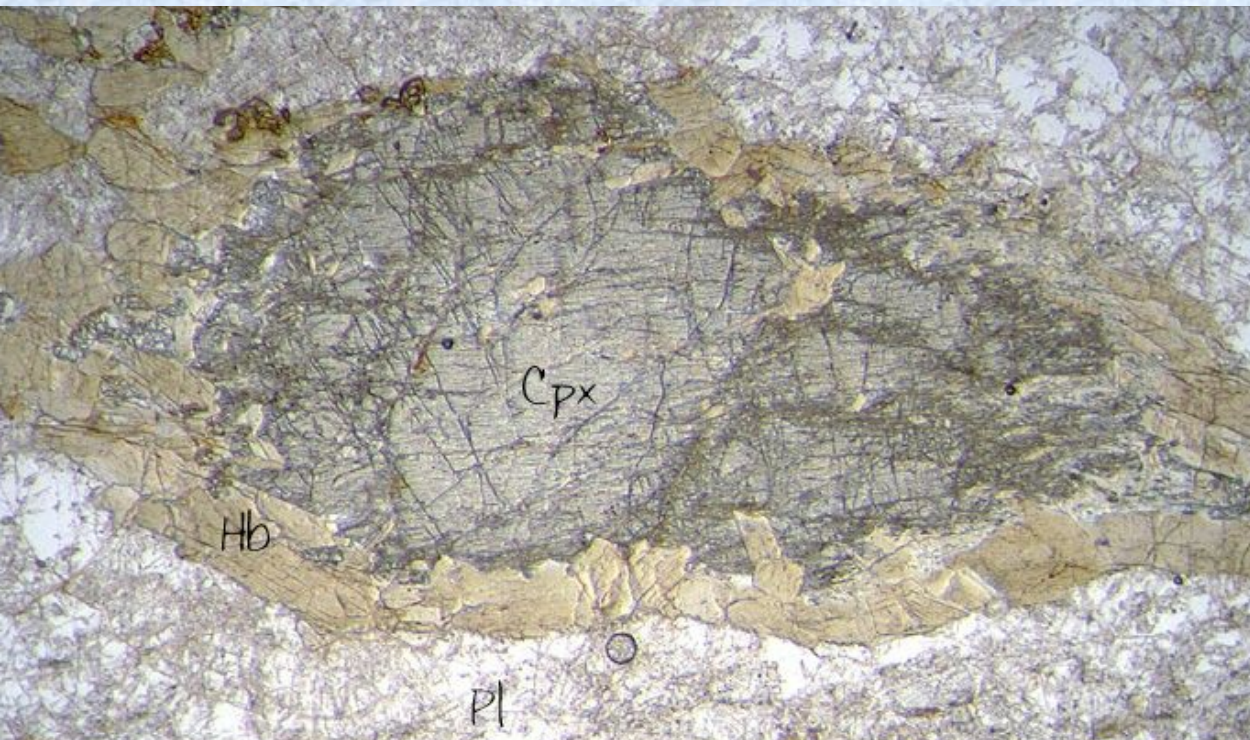


METAGABBRO à Hb

Plagioclases

Pyroxène

Hornblende (amphibole brune)



Lame mince de
MG à Hb en LPNA



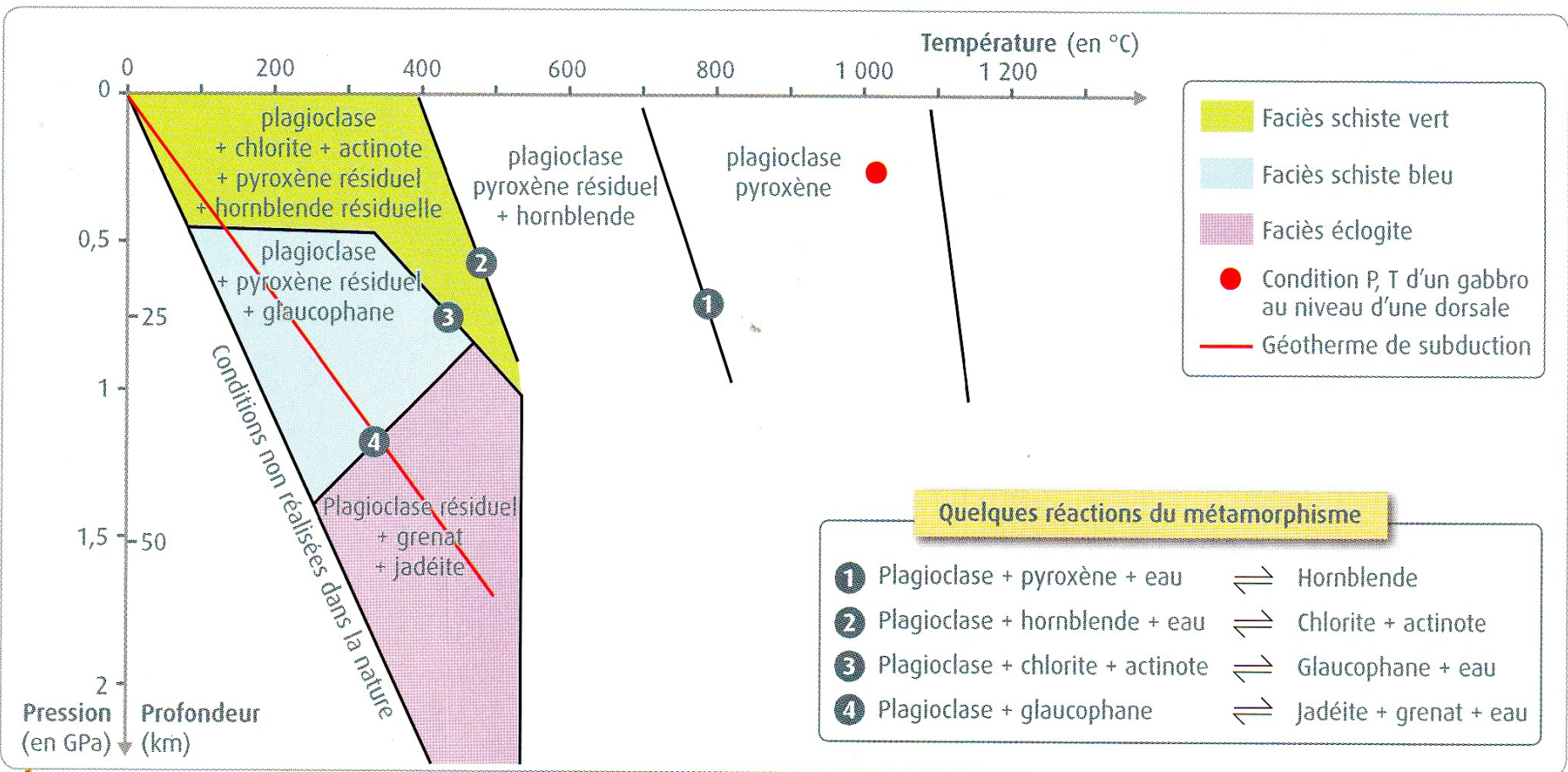
METAGABBRO à chlorite et actinote

Faciès schistes verts

**Métagabbro inclus
dans du metabasalte**

**Minéraux verts
(chlorite et actinote)**

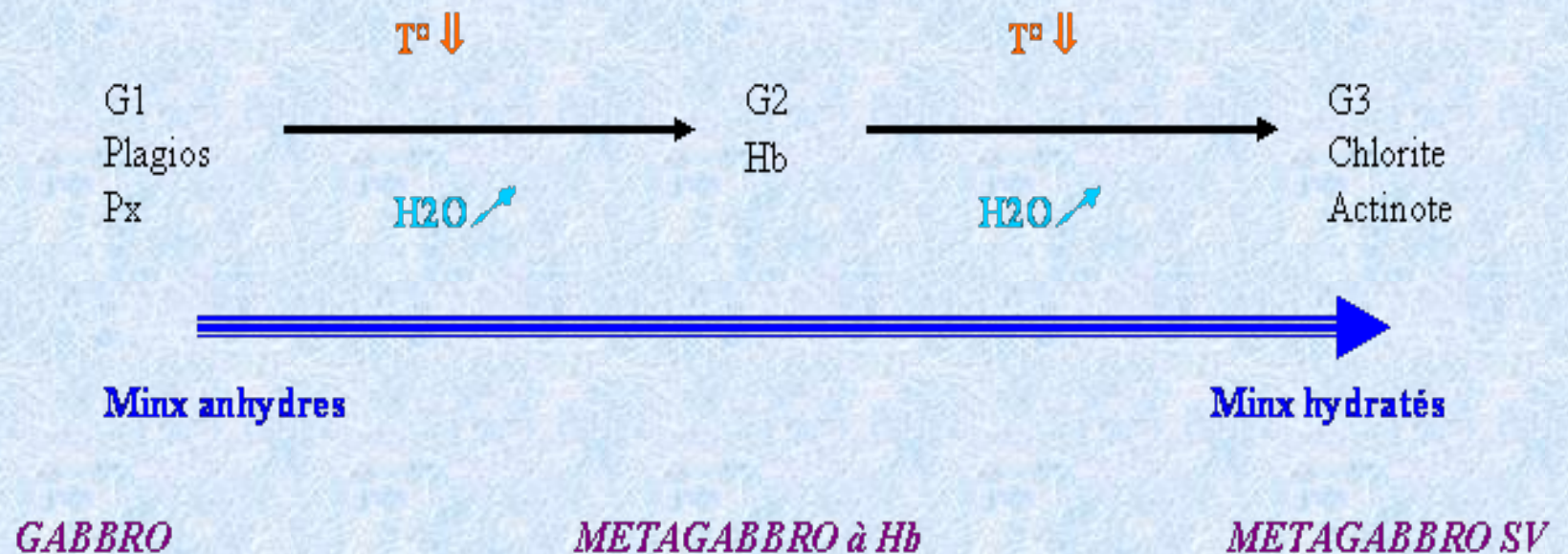




3 Transformations minéralogiques et domaine de stabilité de quelques minéraux. Le **géotherme** de subduction indique l'évolution des conditions de pression et de température (conditions P/T) rencontrées par les roches de la croûte océanique d'une plaque en subduction. Dans ces conditions P/T, les réactions entre minéraux produisent de l'eau qui migre vers la surface et rencontre la lithosphère chevauchante.

Evolution des gabbros au cours de l'éloignement de la dorsale :

Au cours du trajet DO → zone de subduction : Métamorphisme hydrothermal ⇒ formation de nouv^x minx à partir des minx instables des Gabbros néoformés :



METAGABBRO faciès schistes bleus

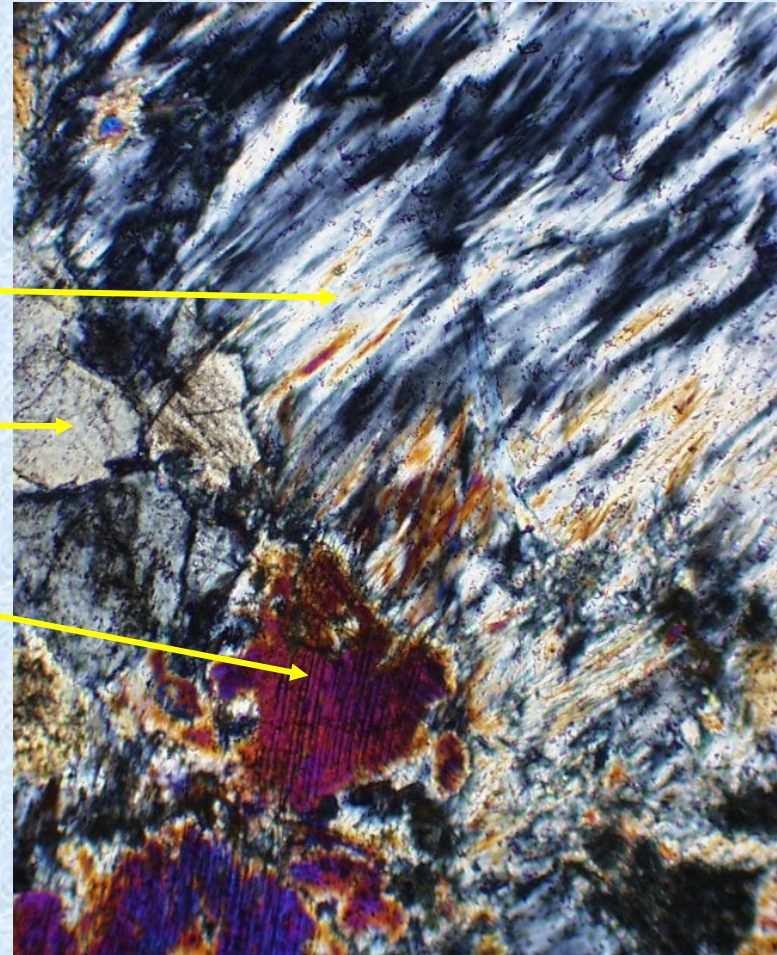
Lame mince LPA



Glaucophane

Plagioclases

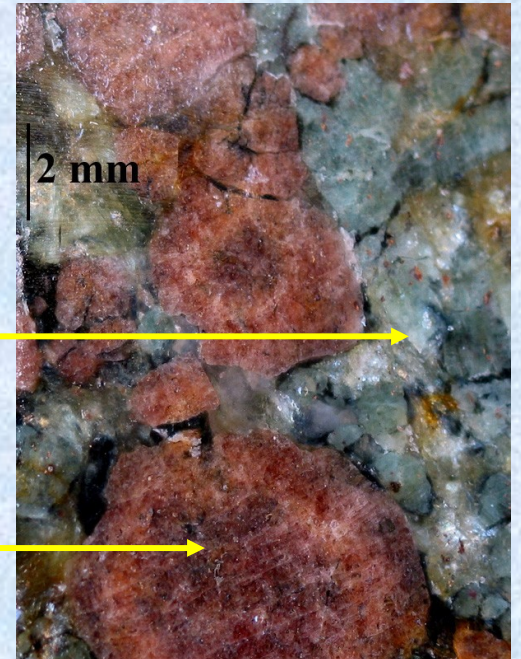
Pyroxène
relique





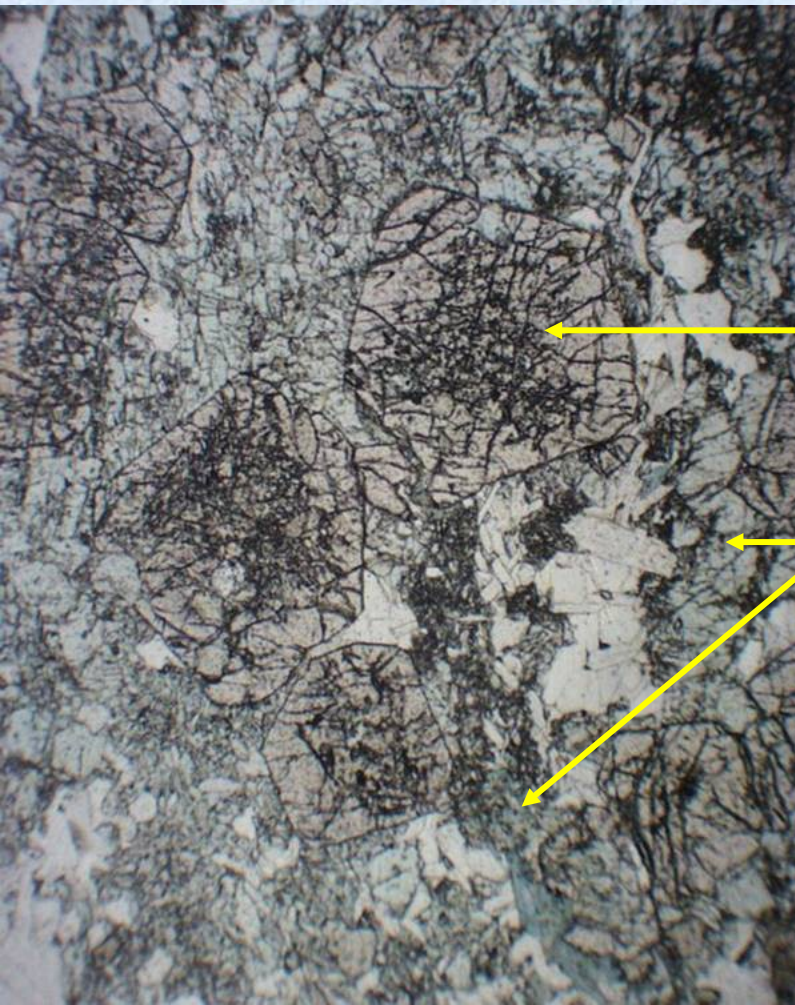
Jadéite

Grenat



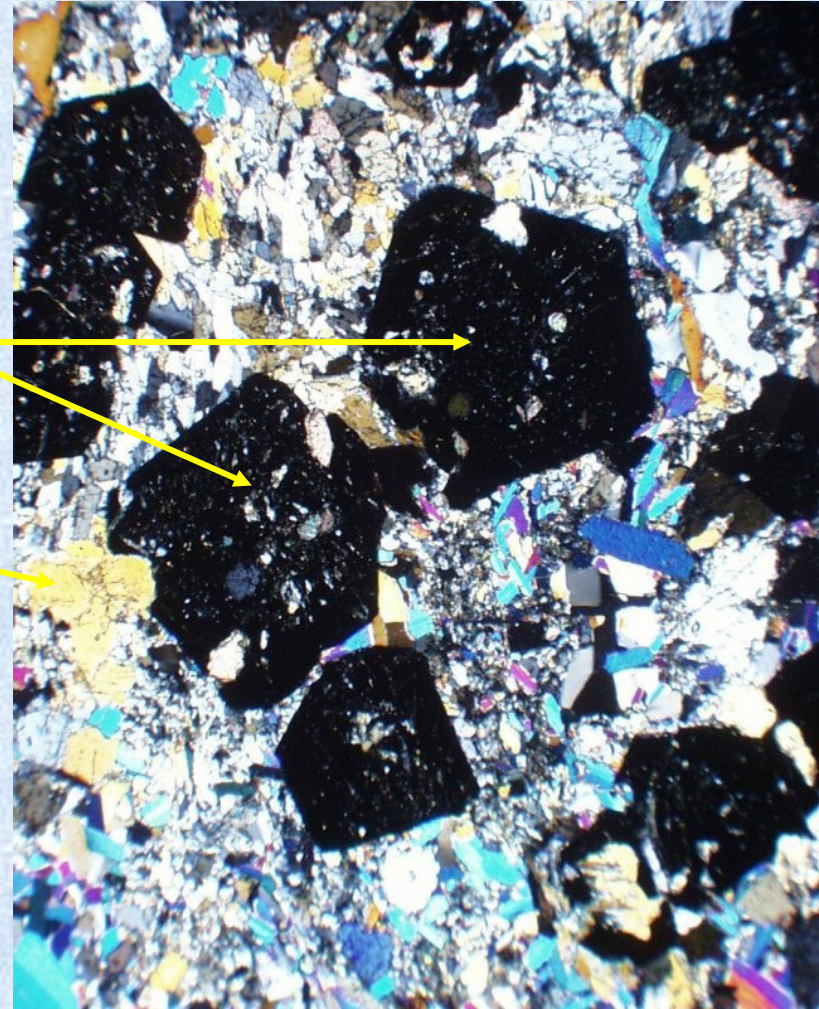
ECLOGITE

ECLOGITE (lame mince)



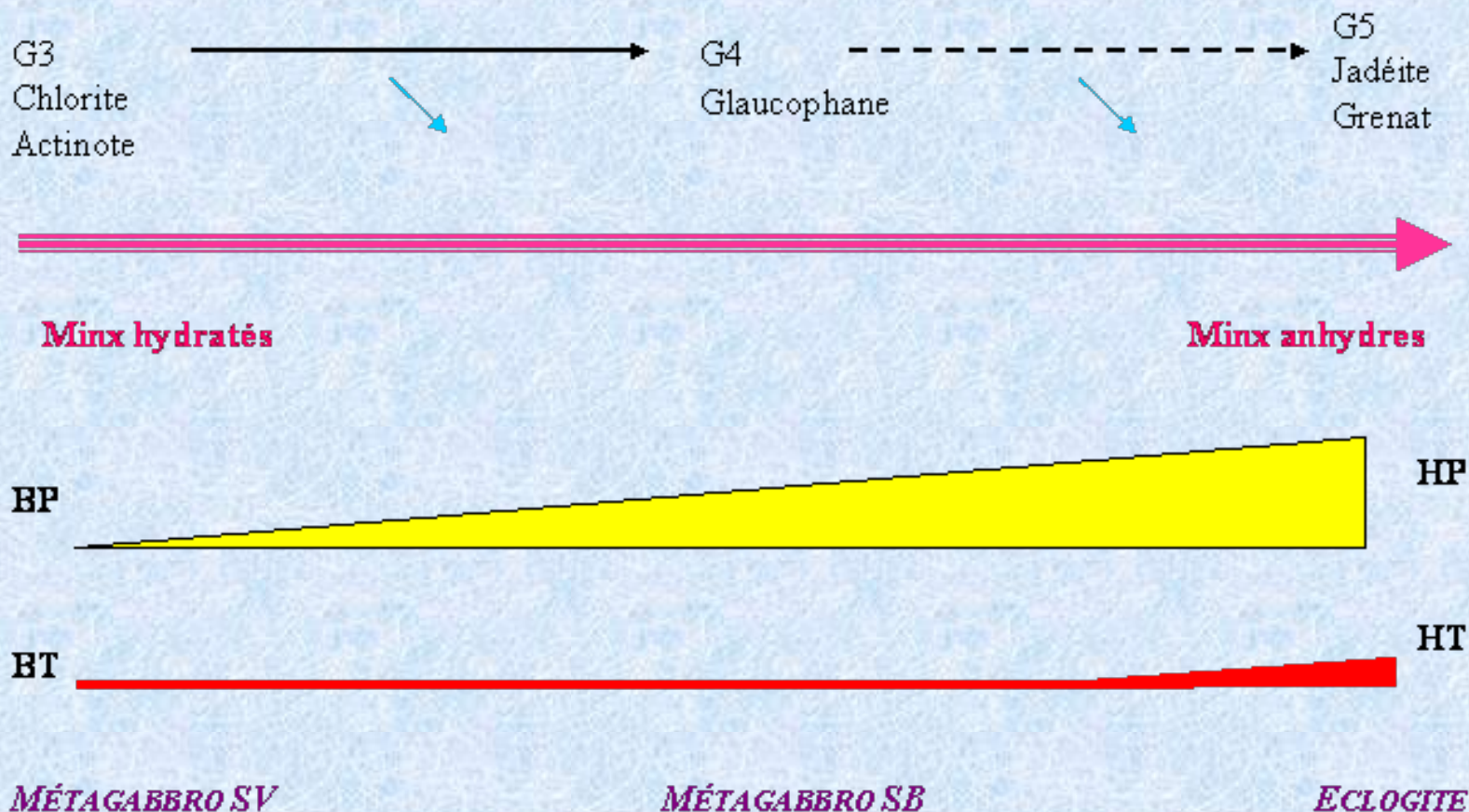
Grenats

Jadéite

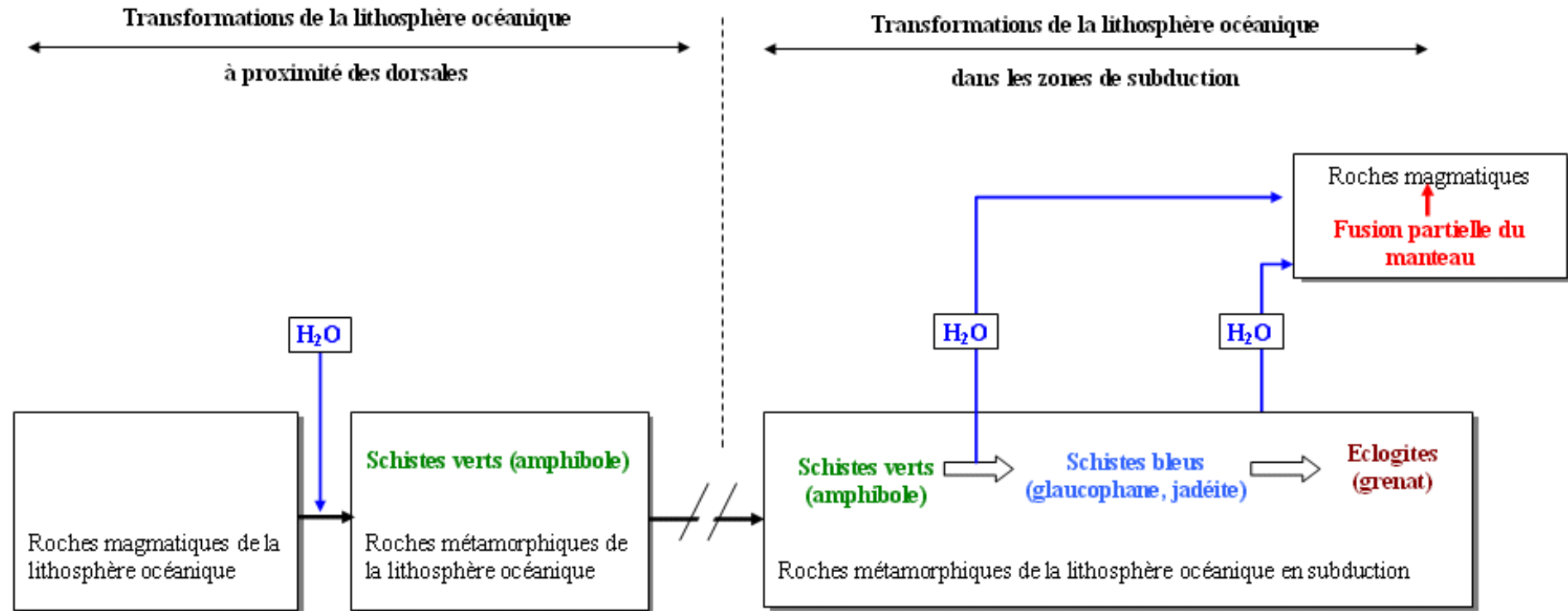


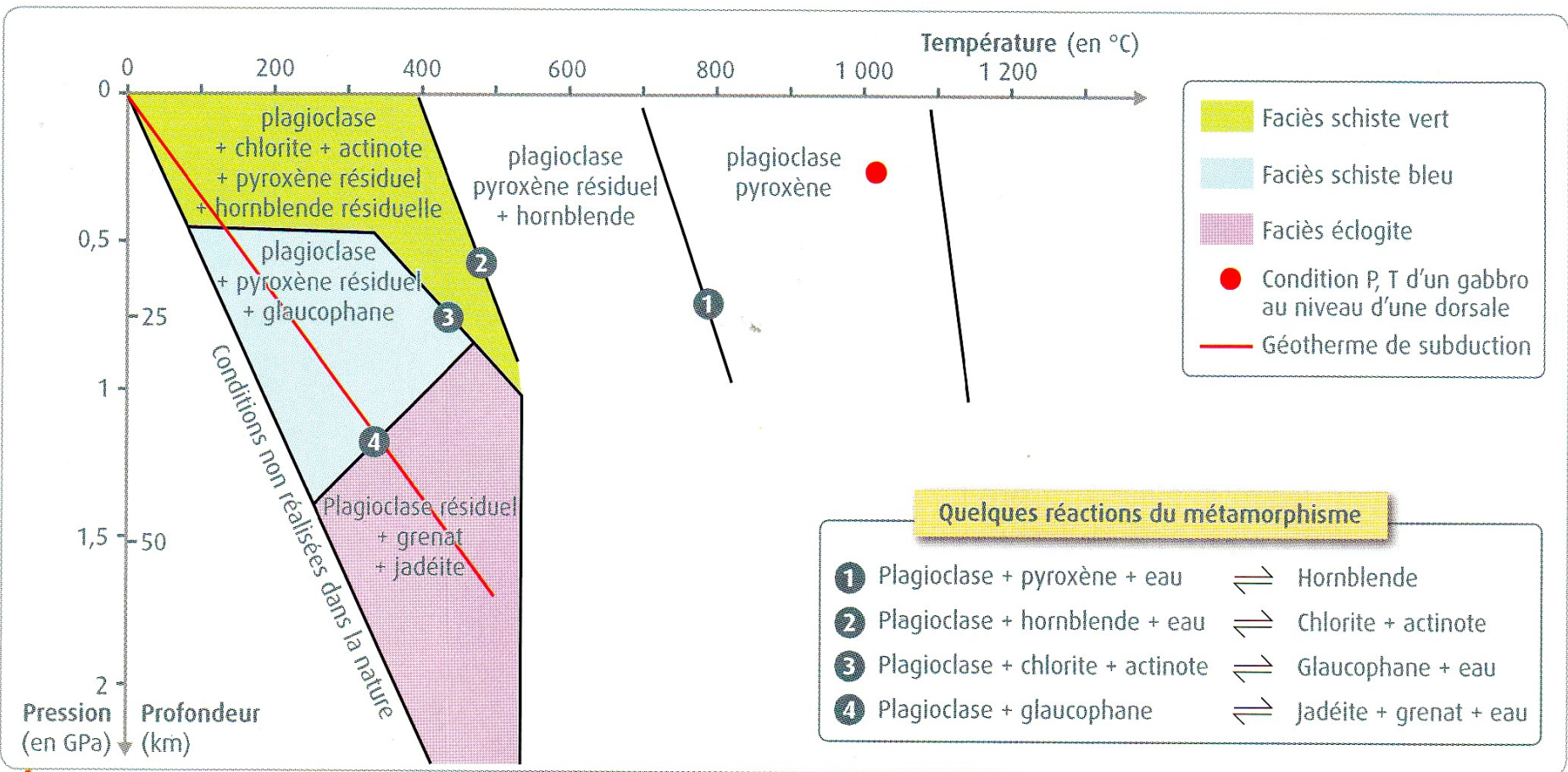
Evolution des roches au cours de la subduction

Au cours de la subduction : Métamorphisme de HP, BT :

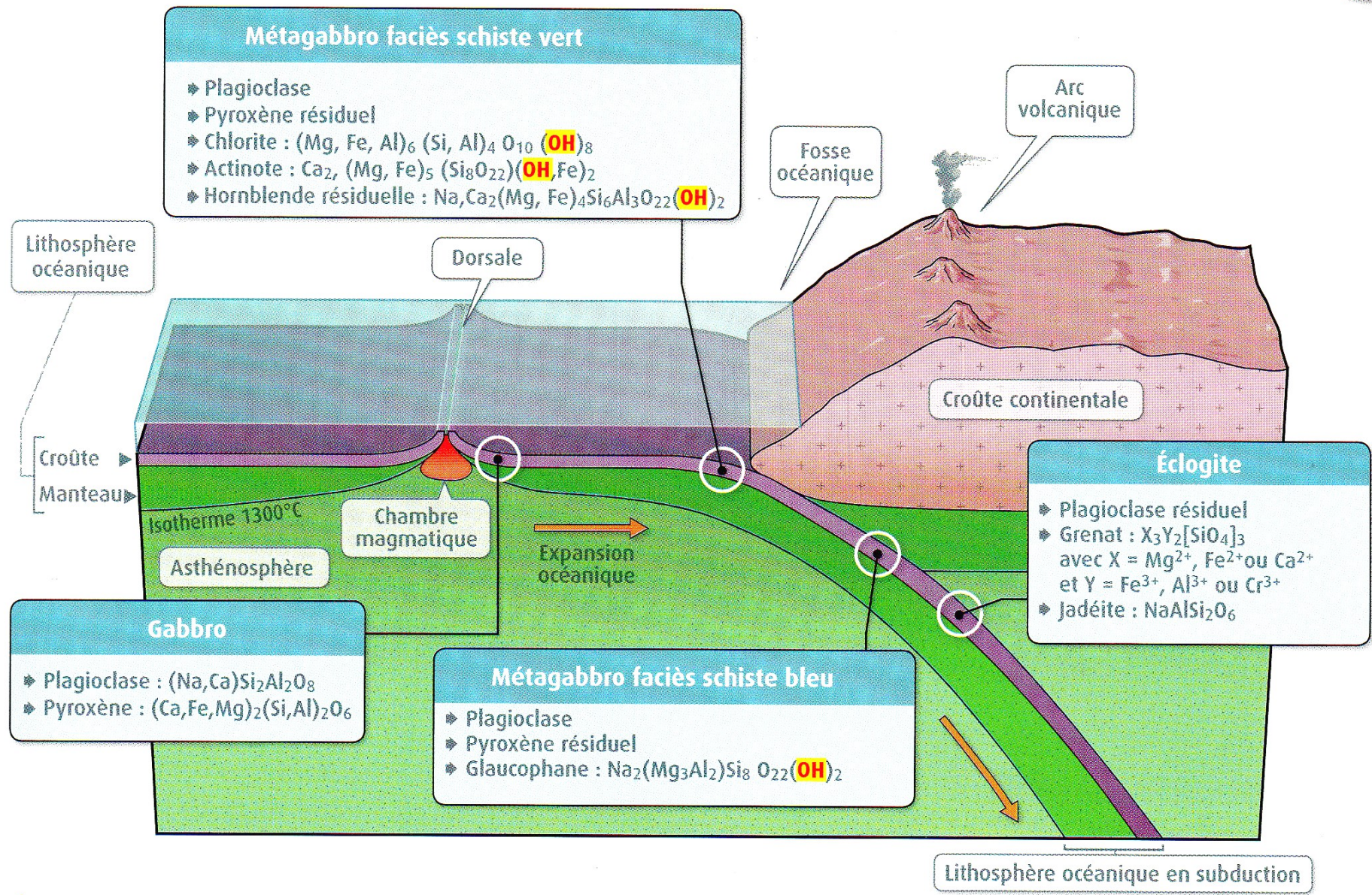


Couplage magmatisme – métamorphisme : Rôle de l'eau

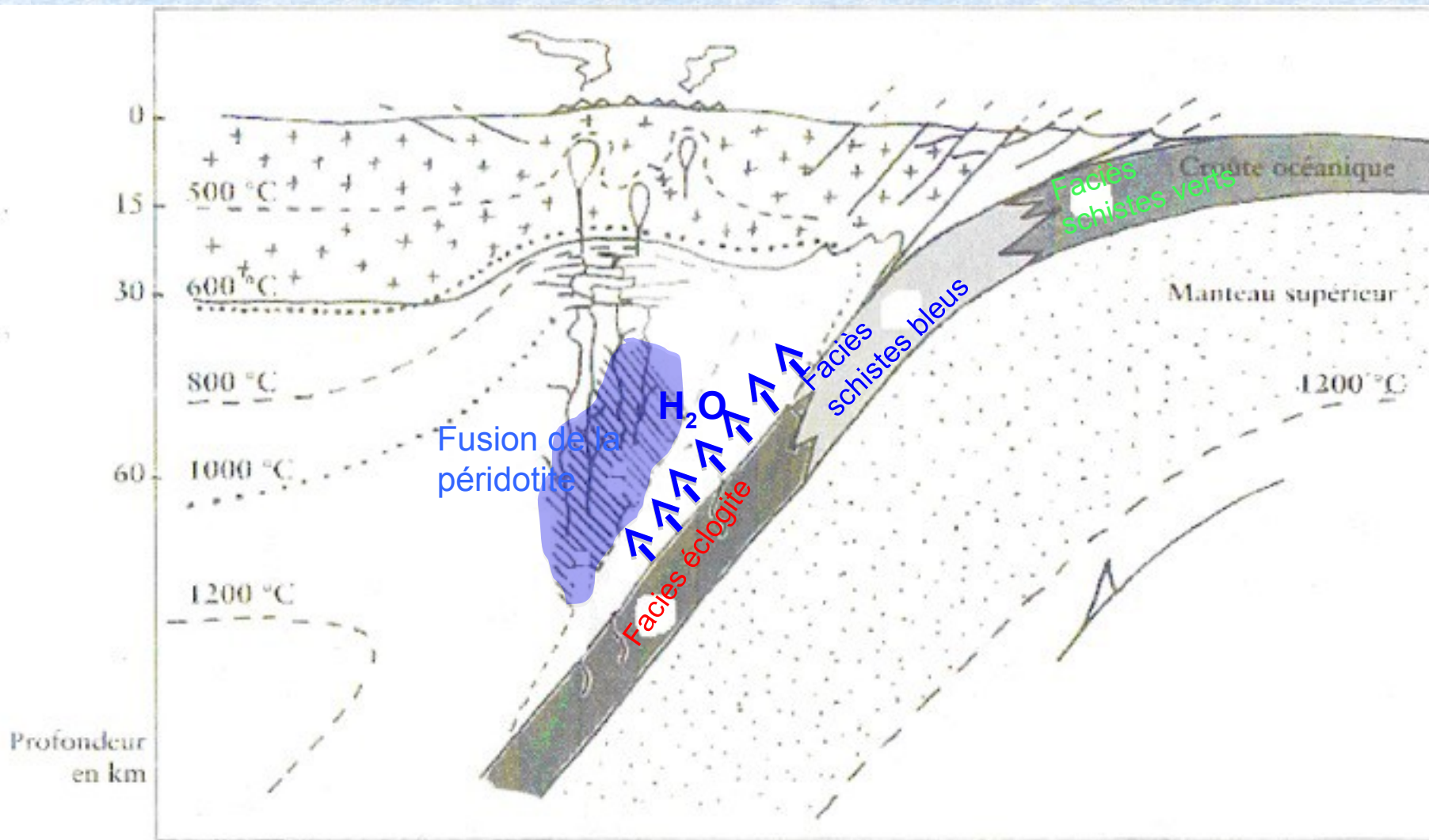




3 Transformations minéralogiques et domaine de stabilité de quelques minéraux. Le **géotherme** de subduction indique l'évolution des conditions de pression et de température (conditions P/T) rencontrées par les roches de la croûte océanique d'une plaque en subduction. Dans ces conditions P/T, les réactions entre minéraux produisent de l'eau qui migre vers la surface et rencontre la lithosphère chevauchante.



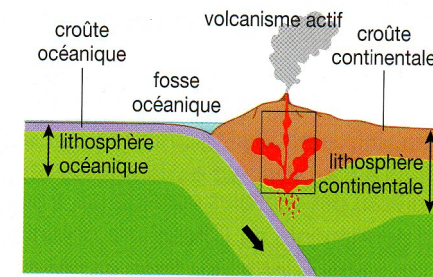
2 L'évolution des roches de la croûte océanique depuis leur mise en place à la dorsale jusqu'à leur engagement dans une subduction. La composition minéralogique des différentes roches est indiquée, ainsi que la formule chimique des minéraux. La présence de radicaux hydroxylés ($-\text{OH}$) dans les minéraux d'une roche témoigne de son hydratation (présence d'eau).



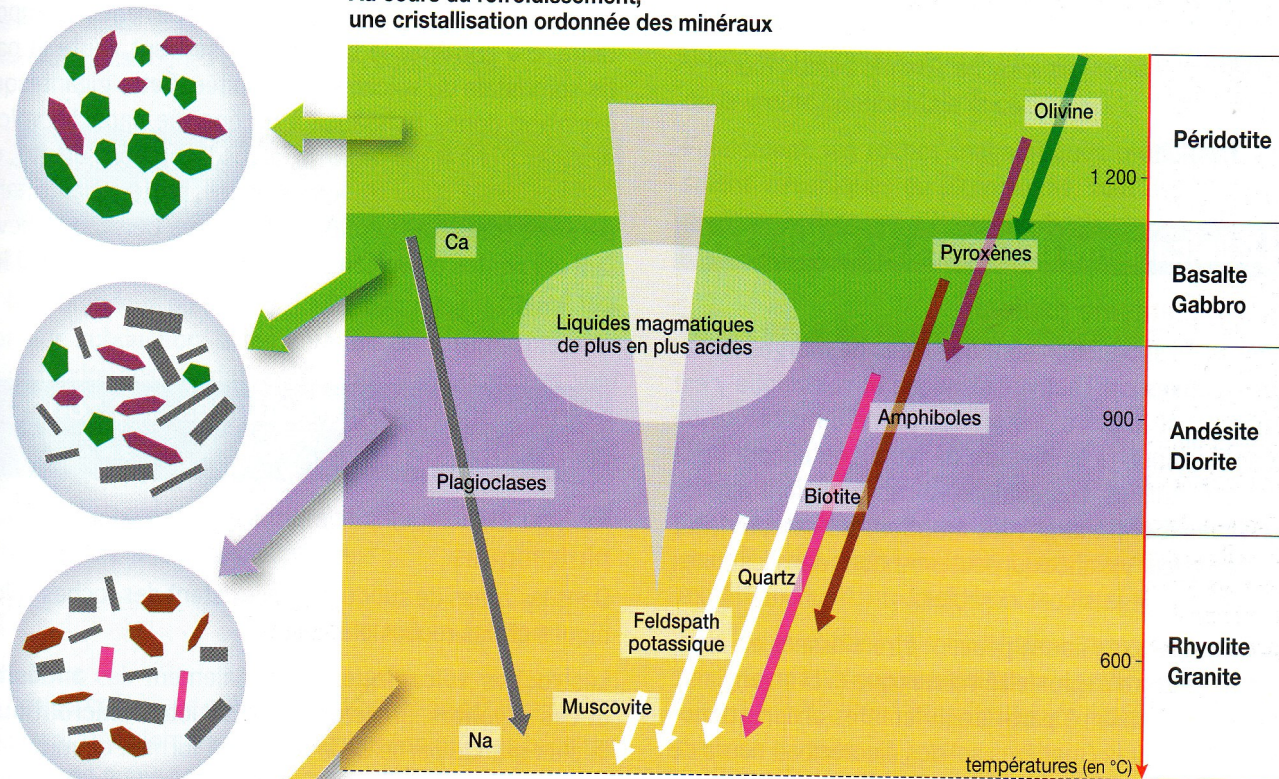
III- La production de nouveaux matériaux continentaux: l'accrétion continentale:

1. Une évolution de la composition chimique
des magmas:

Les couleurs des minéraux, dans les cercles, correspondent aux couleurs des flèches du schéma.



Au cours du refroidissement, une cristallisation ordonnée des minéraux

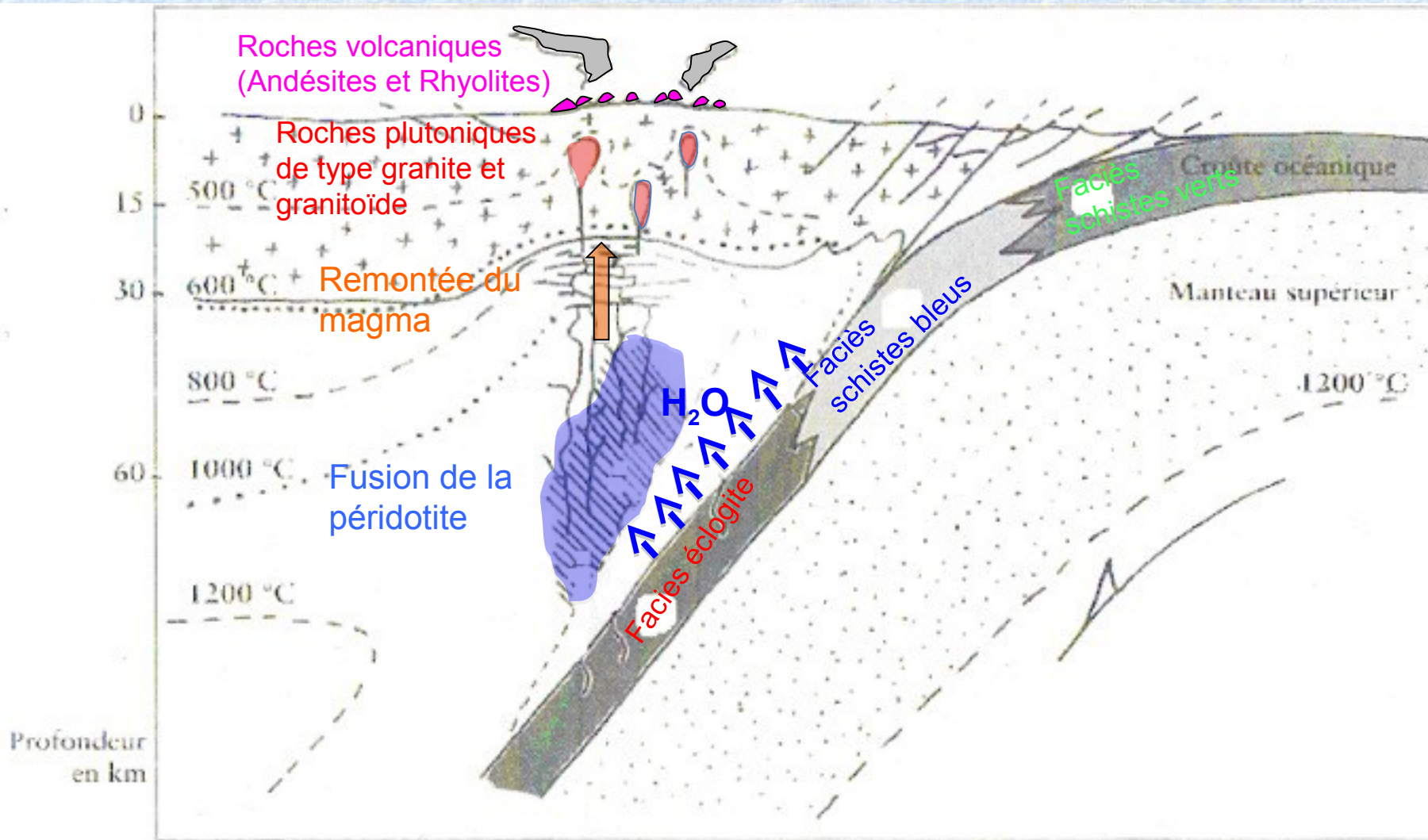


Lors du refroidissement très lent de ces magmas, les minéraux commencent à cristalliser. Ce sont les minéraux les plus pauvres en silice qui cristallisent en premier : olivine, pyroxène, plagioclase calcique. En conséquence, au cours du temps, le liquide magmatique résiduel devient de plus en plus riche en silice. Ce phénomène, nommé **différenciation magmatique** par **cristallisation fractionnée**, permet d'expliquer la formation d'une grande variété de roches de composition granitique (granitoïdes, andésites...) à partir d'un magma originel de composition basaltique. Par ailleurs, ces magmas basiques peuvent aussi devenir plus acides (plus riches en silice) par **contamination**, c'est-à-dire par apport de silice provenant de la croûte continentale encaissante.

2- La mise en place des roches de subduction:

Livre p 188 et 189

Arc volcanique, éruptions
explosives, lave visqueuse
riche en gaz



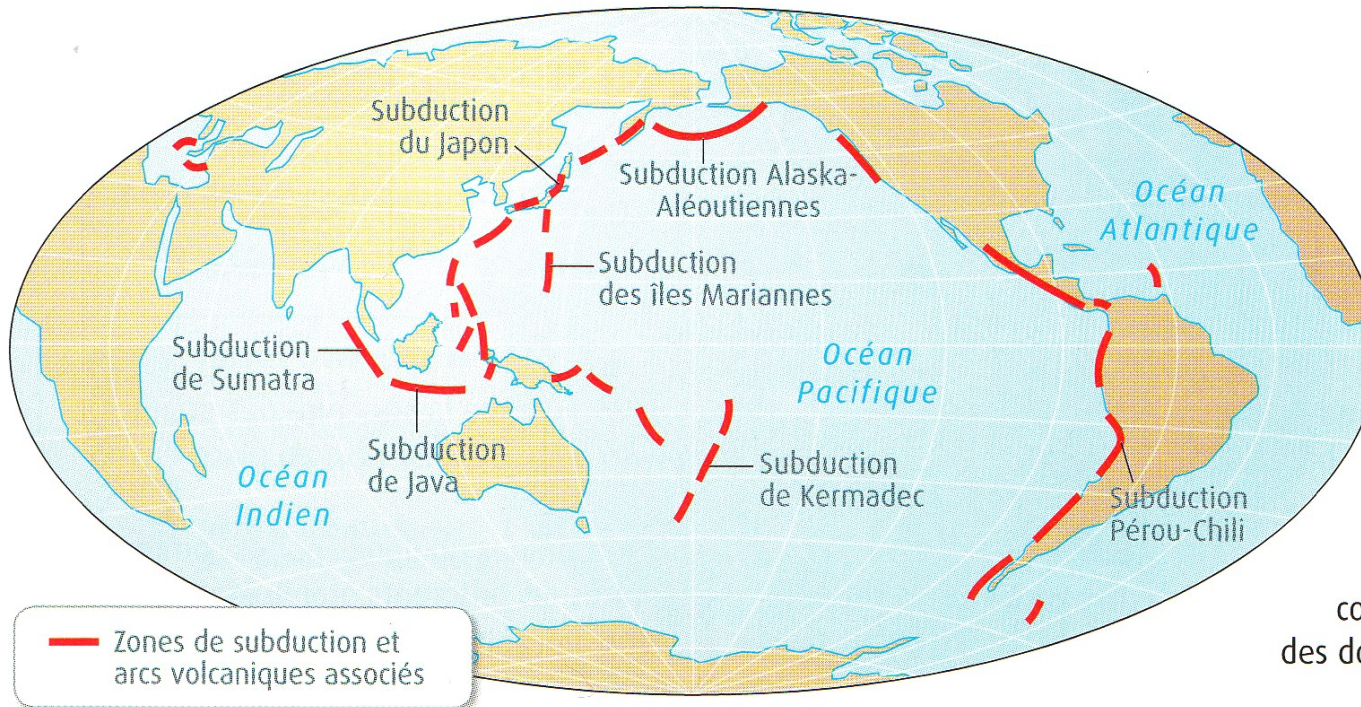
3- L'accrétion continentale:

Livre p 190 et 191

		Subductions	Autres contextes (dorsales et points chauds)	Total
Roches volcaniques		0,4 – 0,6	3,33 – 3,5	3,73 – 4,1
Roches plutoniques	granitoïdes	2,1 – 6,8	0,72 – 1,4	2,82 – 8,2
	autres	0,4 – 1,2	18,88 – 20,46	19,28 – 21,66
Total magma		2,9 – 8,6	22,93 – 25,36	25,83 – 33,96

Les valeurs sont exprimées en $\text{km}^3.\text{an}^{-1}$

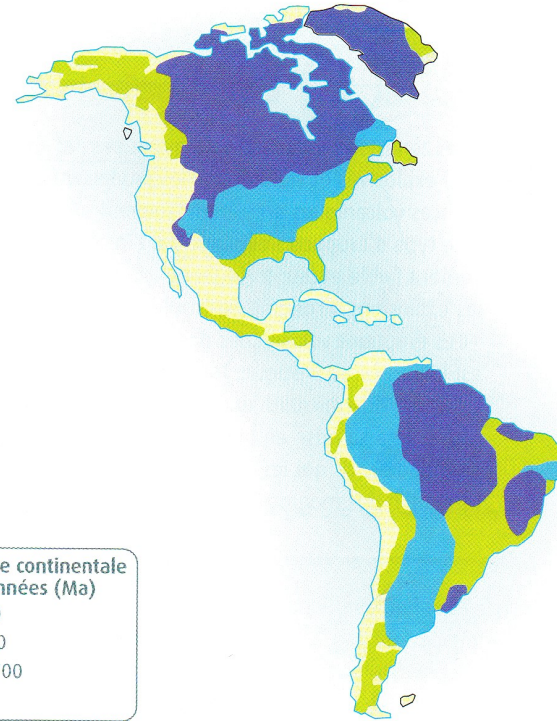
2 Volume de magma et de roches magmatiques produits actuellement à l'échelle du globe. Le volume de la croûte continentale sur l'ensemble de la Terre est d'environ 7 milliards de km^3 .



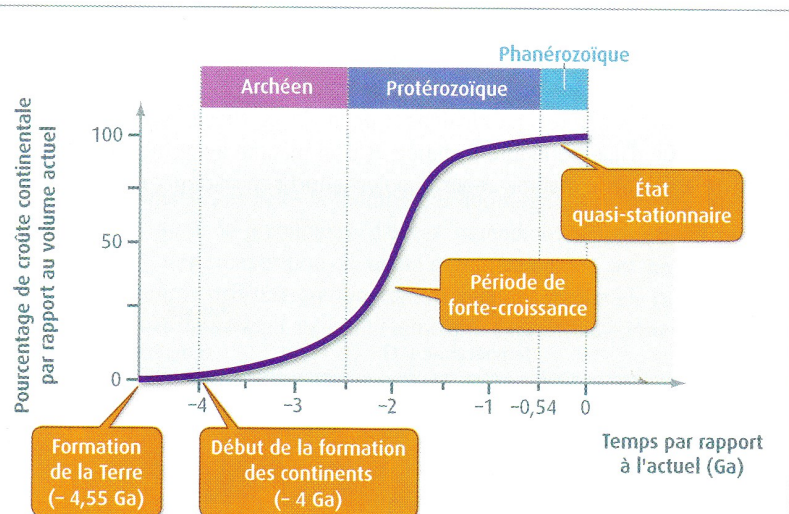
3 Répartition actuelle des zones de subduction. Les zones de subduction ont une longueur cumulée de près de 45 000 km (dont près de 25 000 km pour « la ceinture de feu » autour du Pacifique). Par comparaison, la longueur cumulée des dorsales est de 60 000 km.

Au début de l'histoire de la Terre, le globe était complètement recouvert de croûte océanique. Les plus vieilles roches connues de la croûte continentale sont datées de 4 milliards d'années (Ga). La croissance de la croûte continentale a ensuite résulté de la différence entre sa formation (on parle d'accrétion continentale) et sa destruction (essentiellement par érosion et puis disparition des produits d'érosions dans le manteau au niveau des zones de subduction). Les géologues considèrent que les continents se sont agrandis par leur périphérie: ils parlent de croissance centrifuge. Aujourd'hui, la croûte continentale couvre environ 45% de la surface de la Terre.

4 Création et destruction de la croûte continentale.



5 L'âge de la croûte continentale du continent américain.



6 Évolution du volume total de croûte continentale depuis la formation de la Terre.

La croûte continentale formée à l'Archéen (période géologique qui s'étend de - 4 à -2,5 Ga) n'a pas la composition de type granitoïde de la croûte continentale formée entre - 2,5 Ga et aujourd'hui. Cela s'explique par le fait que son mécanisme de formation était différent de celui qui a été à l'œuvre après l'Archéen (voir exercice 3 p. 196): si la croûte continentale archéenne a été formée dans des zones de subduction, elle ne résulte pas de la fusion partielle des mêmes roches.