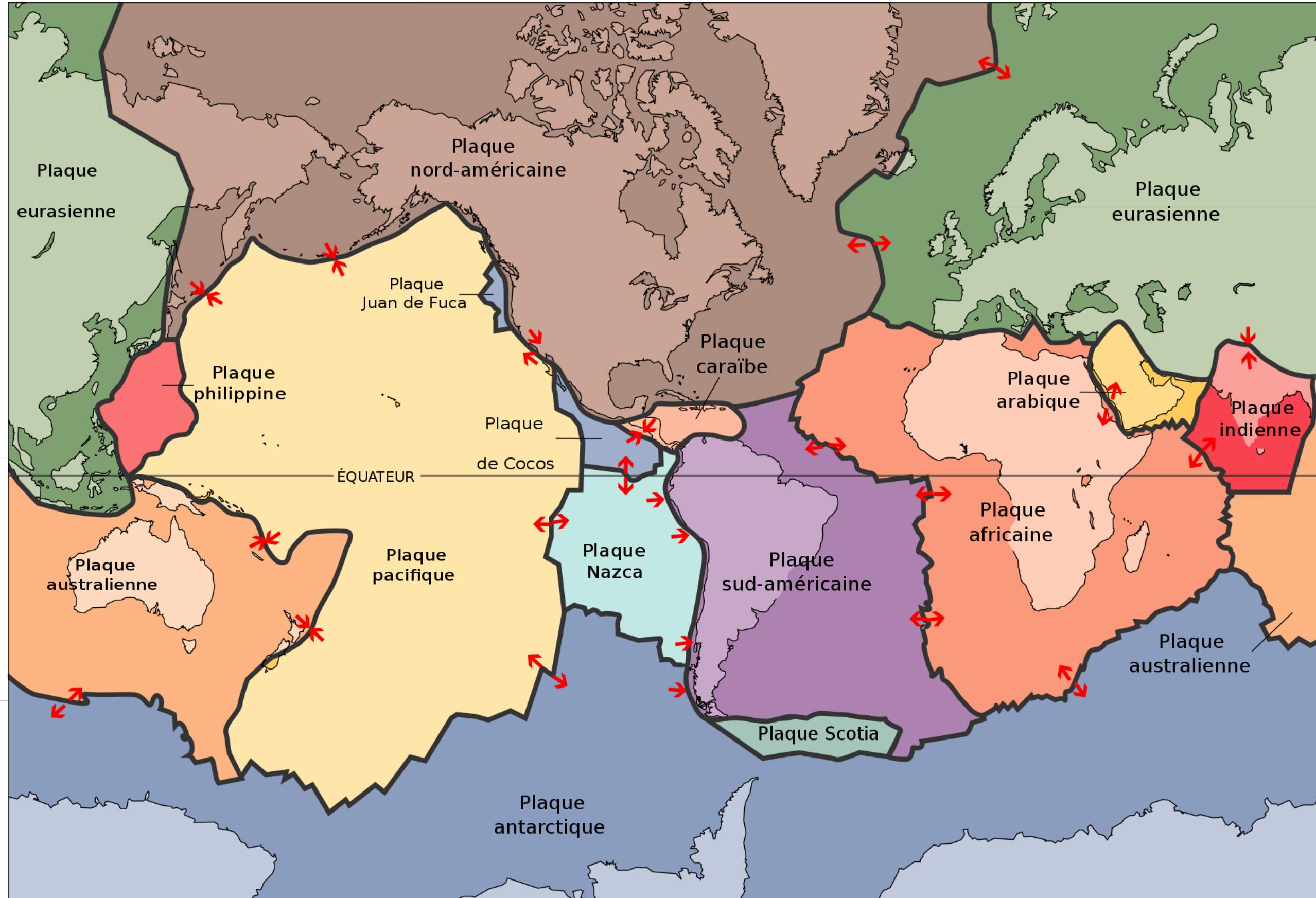


CHAPITRE 4 - La dynamique des zones de convergences

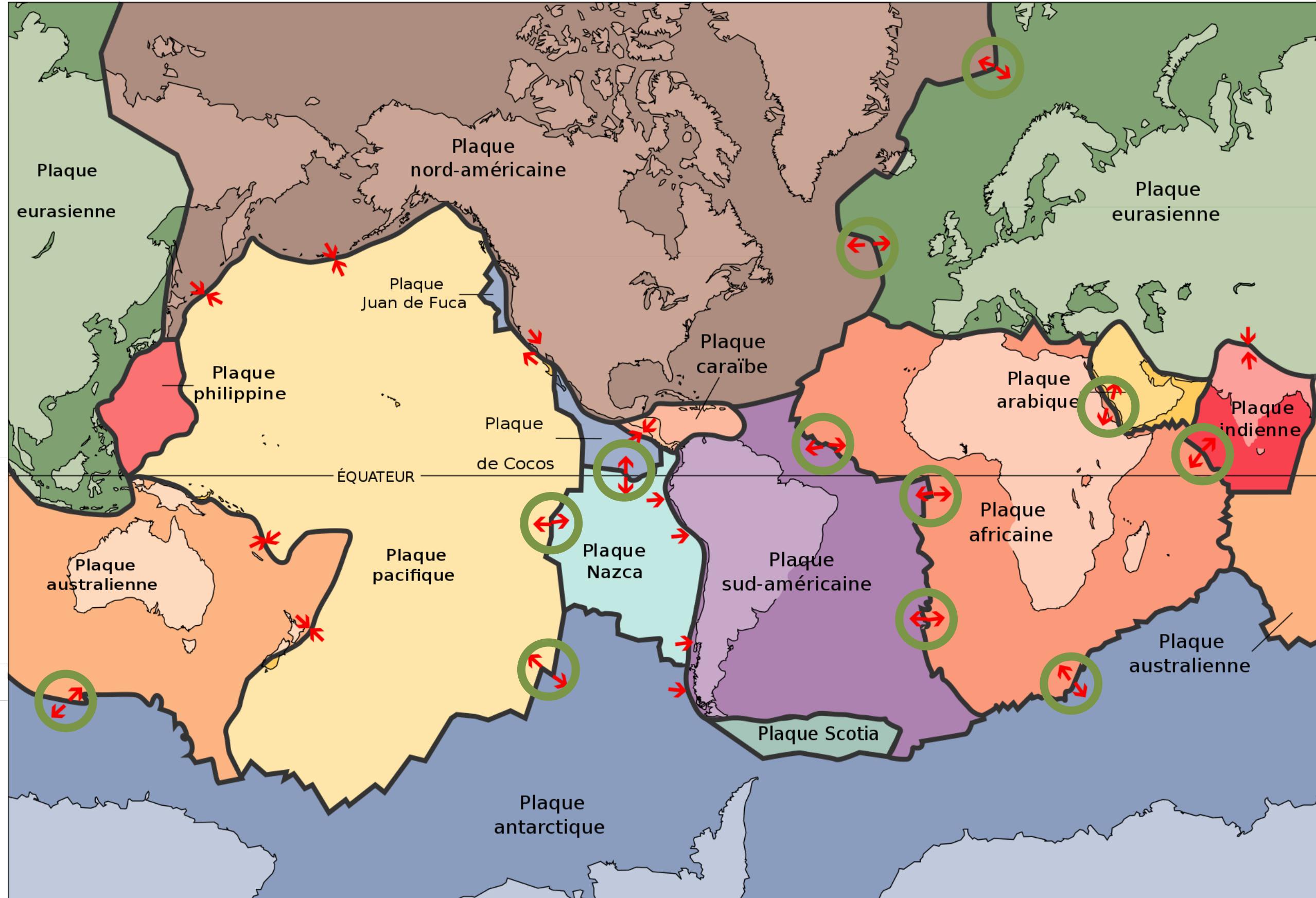


Introduction



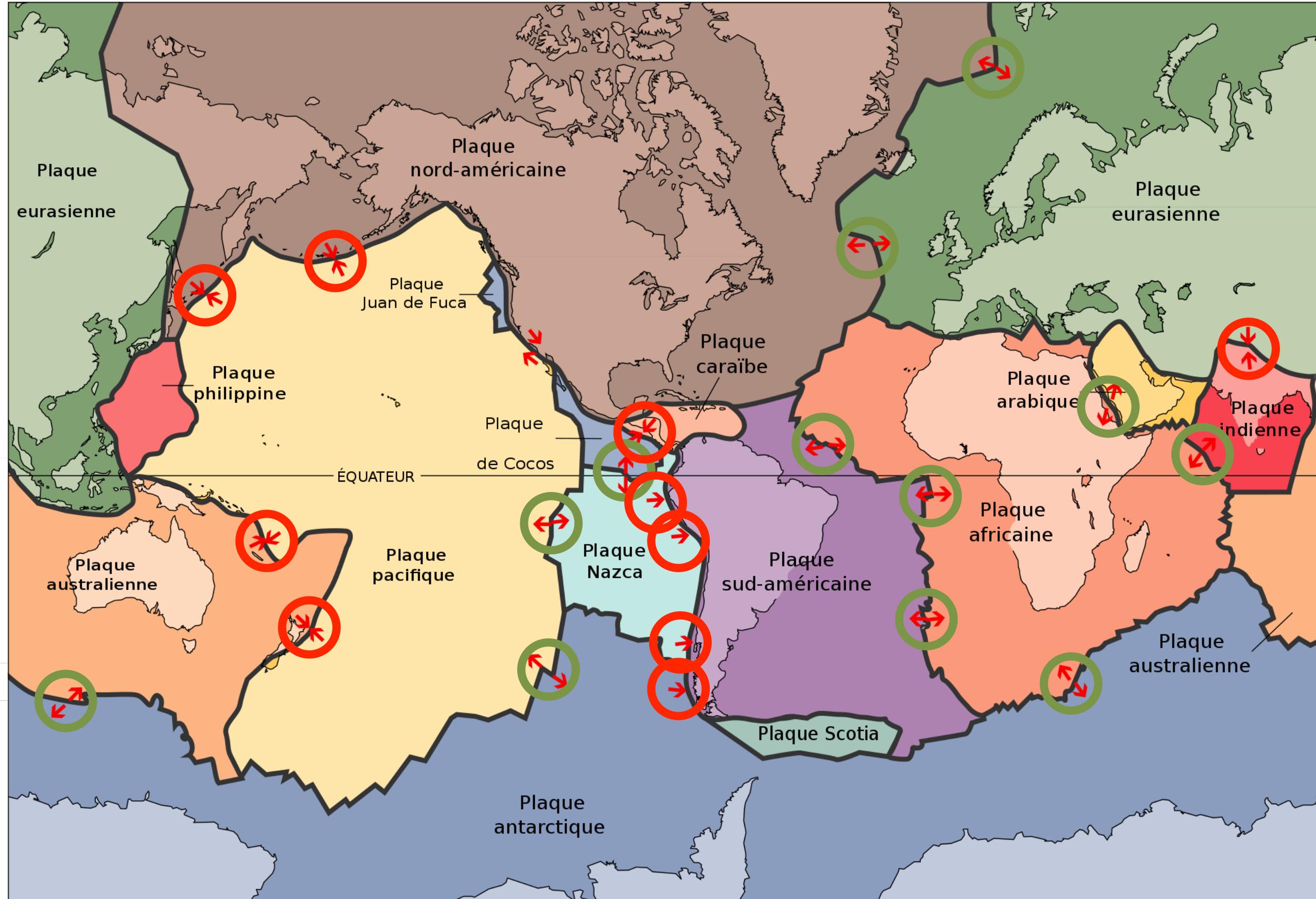
Carte topographique de l'océan Nord Atlantique (Entre l'Amérique du Nord et l'Afrique)

Introduction



Carte topographique de l'océan Nord Atlantique (Entre l'Amérique du Nord et l'Afrique)

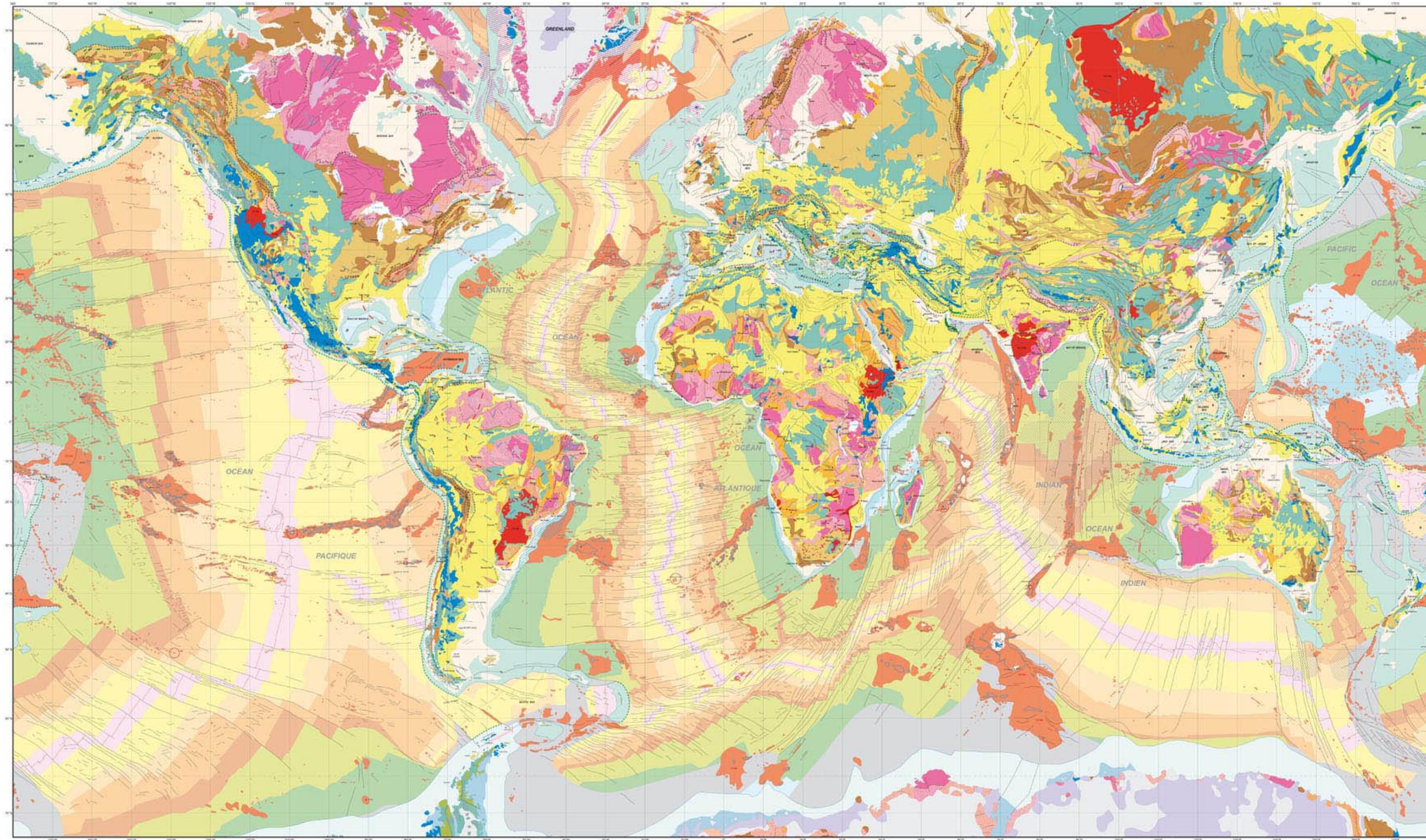
Introduction



Carte topographique de l'océan Nord Atlantique (Entre l'Amérique du Nord et l'Afrique)

Introduction : Des roches océaniques très jeunes

Carte de l'âge des roches constitutives de la Terre - voir sur TECTOGLO 3D



<http://raymond.rodriguez1.free.fr/Textes/1s23.htm>

Problématique : Comment se fait le recyclage de la lithosphère océanique lors de la convergence ?

Plan du cours

I) L'origine du mouvement divergent

- A) Une plongée de la lithosphère océanique
- B) Une augmentation de la densité de la lithosphère
- C) Le déclenchement de la subduction
- D) Le moteur de la tectonique des plaques

II) Magmatisme et zone de subduction

- A) Un volcanisme explosif en surface
- B) Un plutonisme intense en profondeur
- C) L'origine du magma
- D) Le devenir du gabbro

III) La collision continentale

- A) Indices topographiques
- B) Indices tectoniques

Plan du cours

I) L'origine du mouvement divergent

- A) Une plongée de la lithosphère océanique
- B) Une augmentation de la densité de la lithosphère
- C) Le déclenchement de la subduction
- D) Le moteur de la tectonique des plaques

II) Magmatisme et zone de subduction

- A) Un volcanisme explosif en surface
- B) Un plutonisme intense en profondeur
- C) L'origine du magma
- D) Le devenir du gabbro

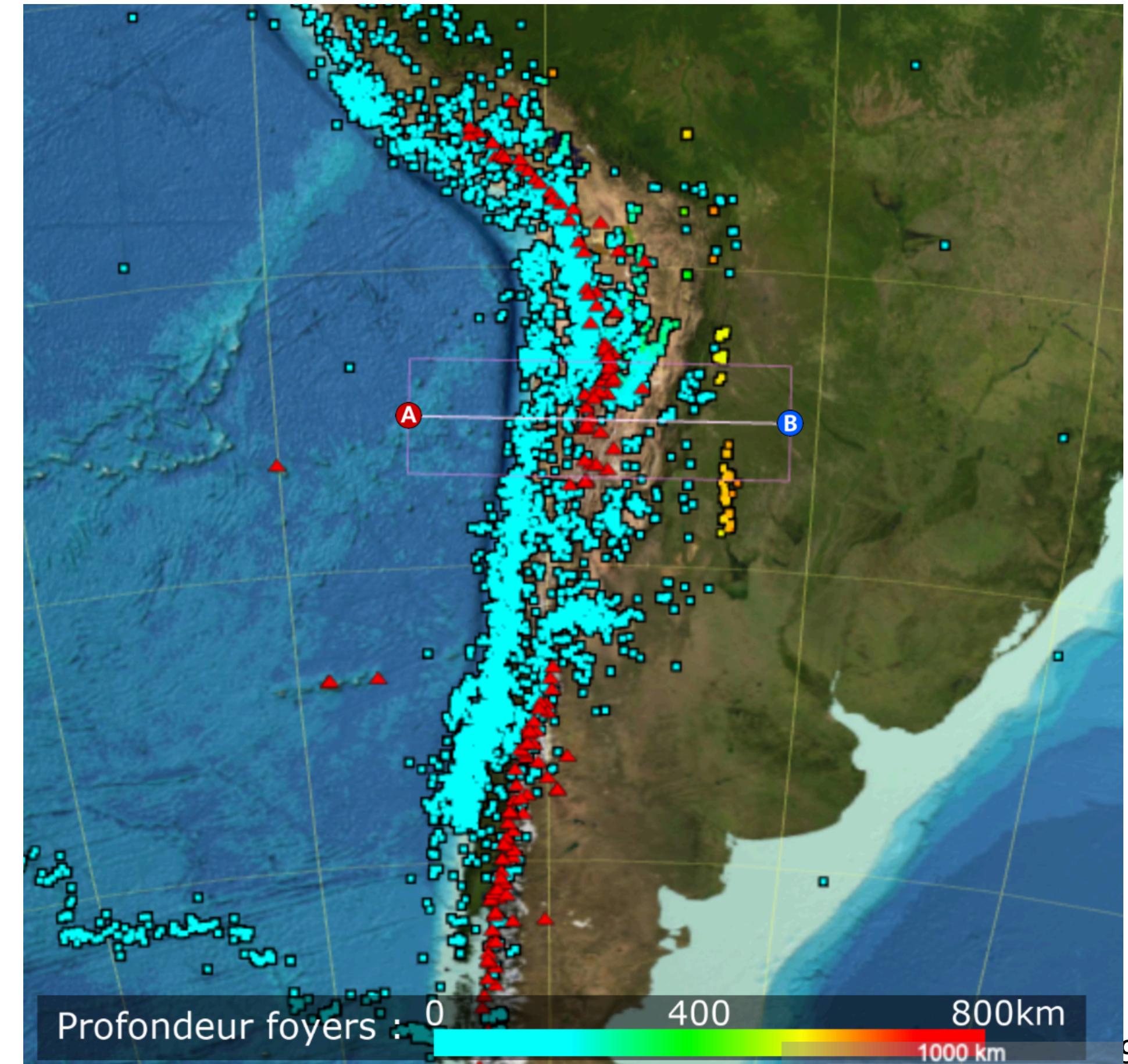
III) La collision continentale

- A) Indices topographiques
- B) Indices tectoniques

I) L'origine du mouvement divergent

A) Une plongée de la lithosphère océanique

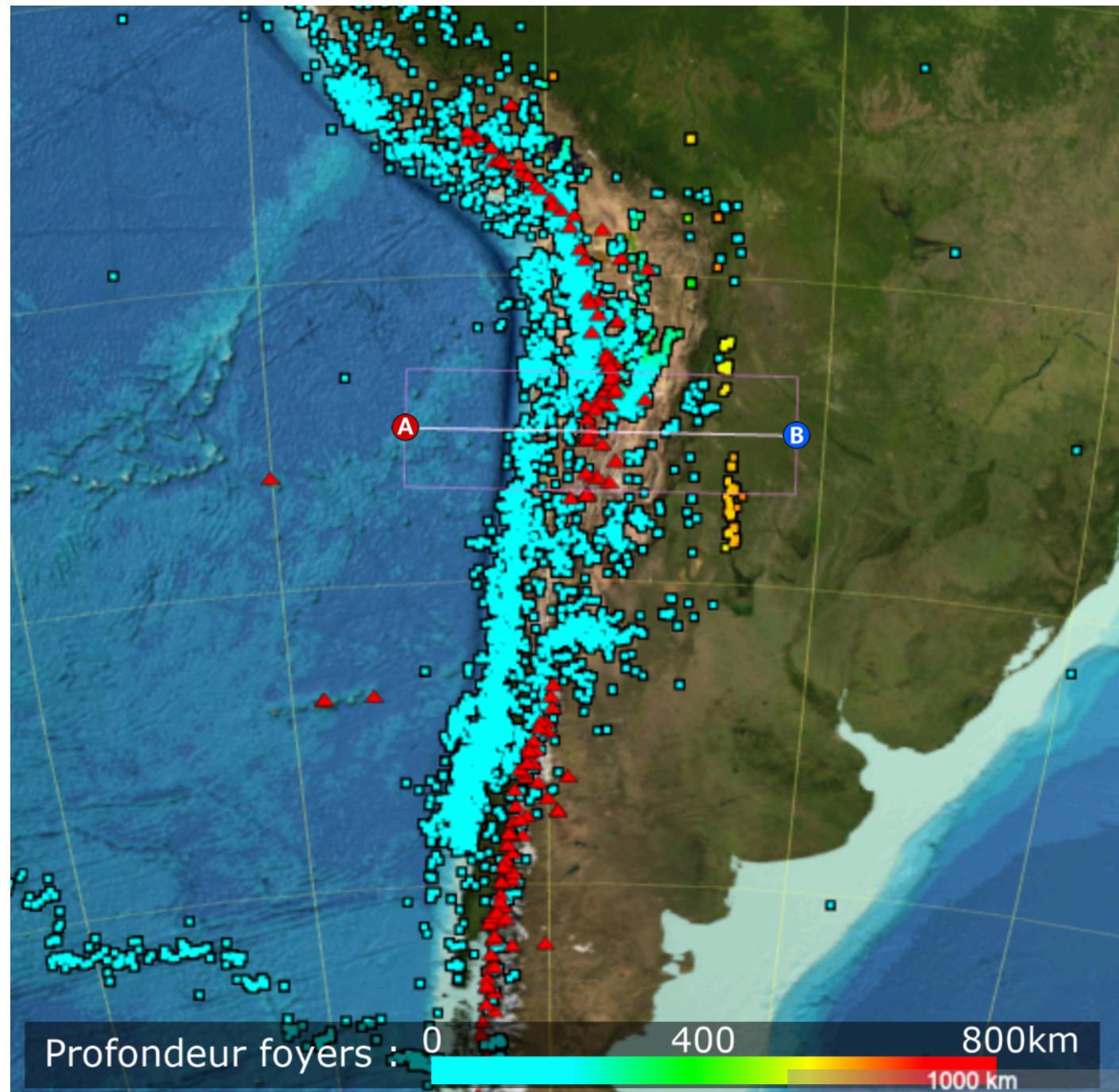
Répartition des foyers sismiques sur une carte au niveau de la côte Ouest de la cordillère des Andes



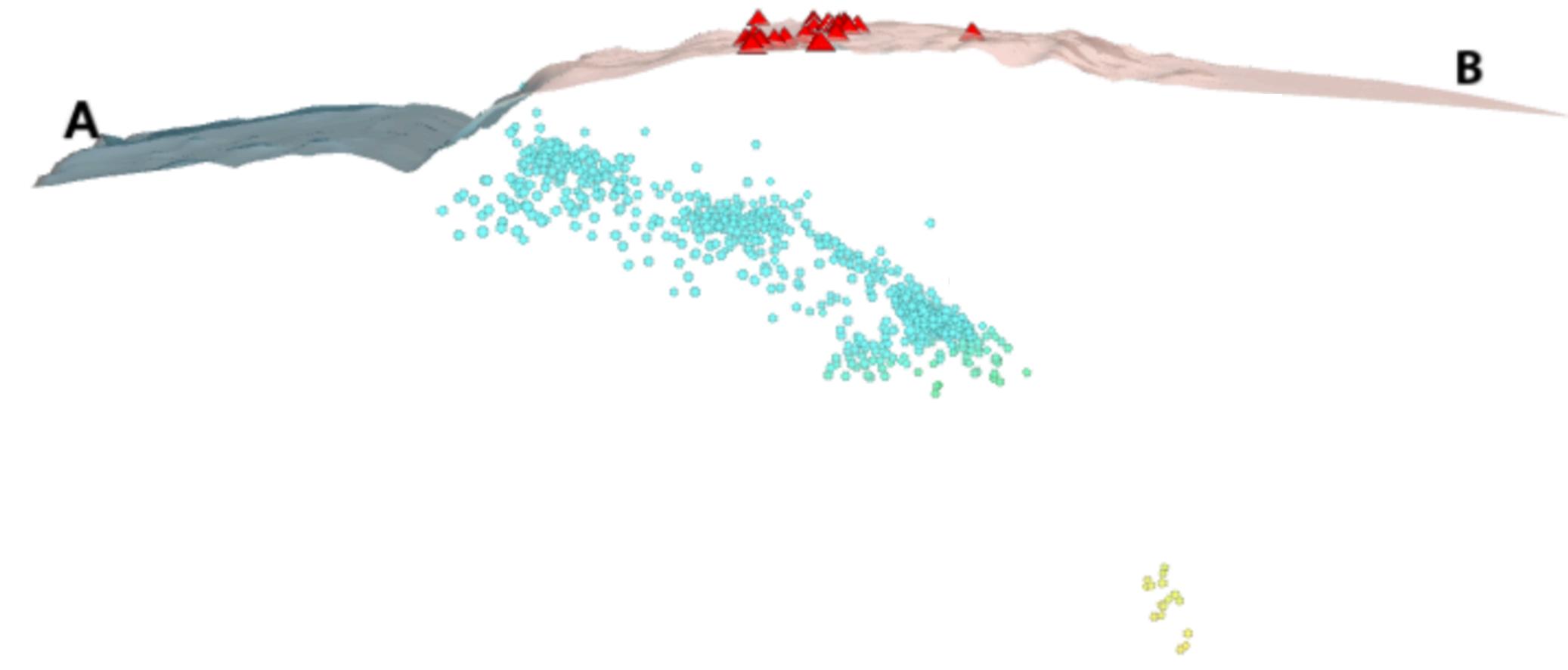
I) L'origine du mouvement divergent

A) Une plongée de la lithosphère océanique

Répartition des foyers sismiques sur une carte au niveau de la côte Ouest de la cordillère des Andes



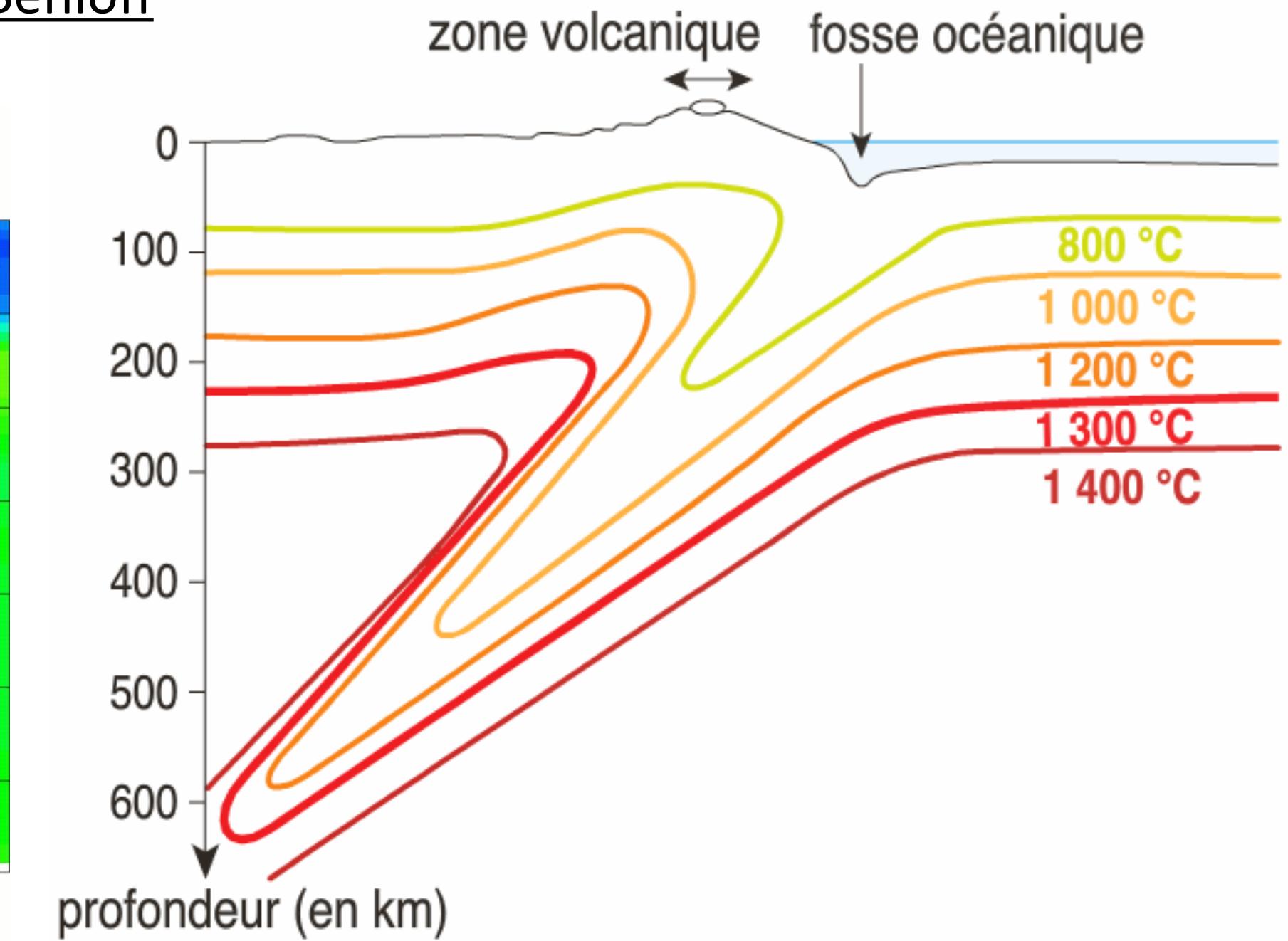
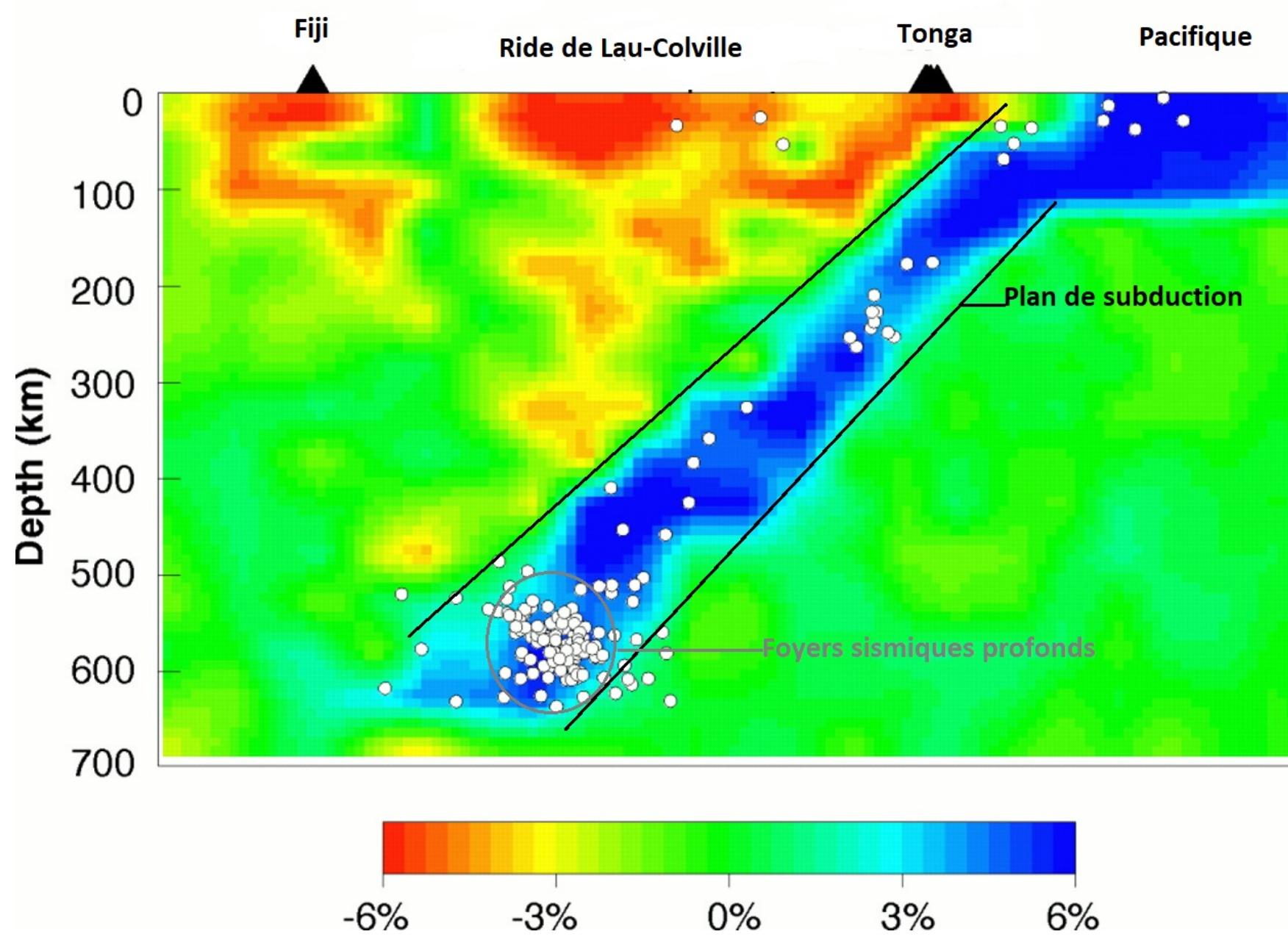
Répartition des foyers sismiques sur une coupe au niveau de la côte Ouest de la cordillère des Andes



I) L'origine du mouvement divergent

A) Une plongée de la lithosphère océanique

Tomographie sismique montrant le plan de Wadati-Benioff



Répartition des isothermes au niveau d'une fosse océanique

Plan du cours

I) L'origine du mouvement divergent

- A) Une plongée de la lithosphère océanique
- B) Une augmentation de la densité de la lithosphère
- C) Le déclenchement de la subduction
- D) Le moteur de la tectonique des plaques

II) Magmatisme et zone de subduction

- A) Un volcanisme explosif en surface
- B) Un plutonisme intense en profondeur
- C) L'origine du magma
- D) Le devenir du gabbro

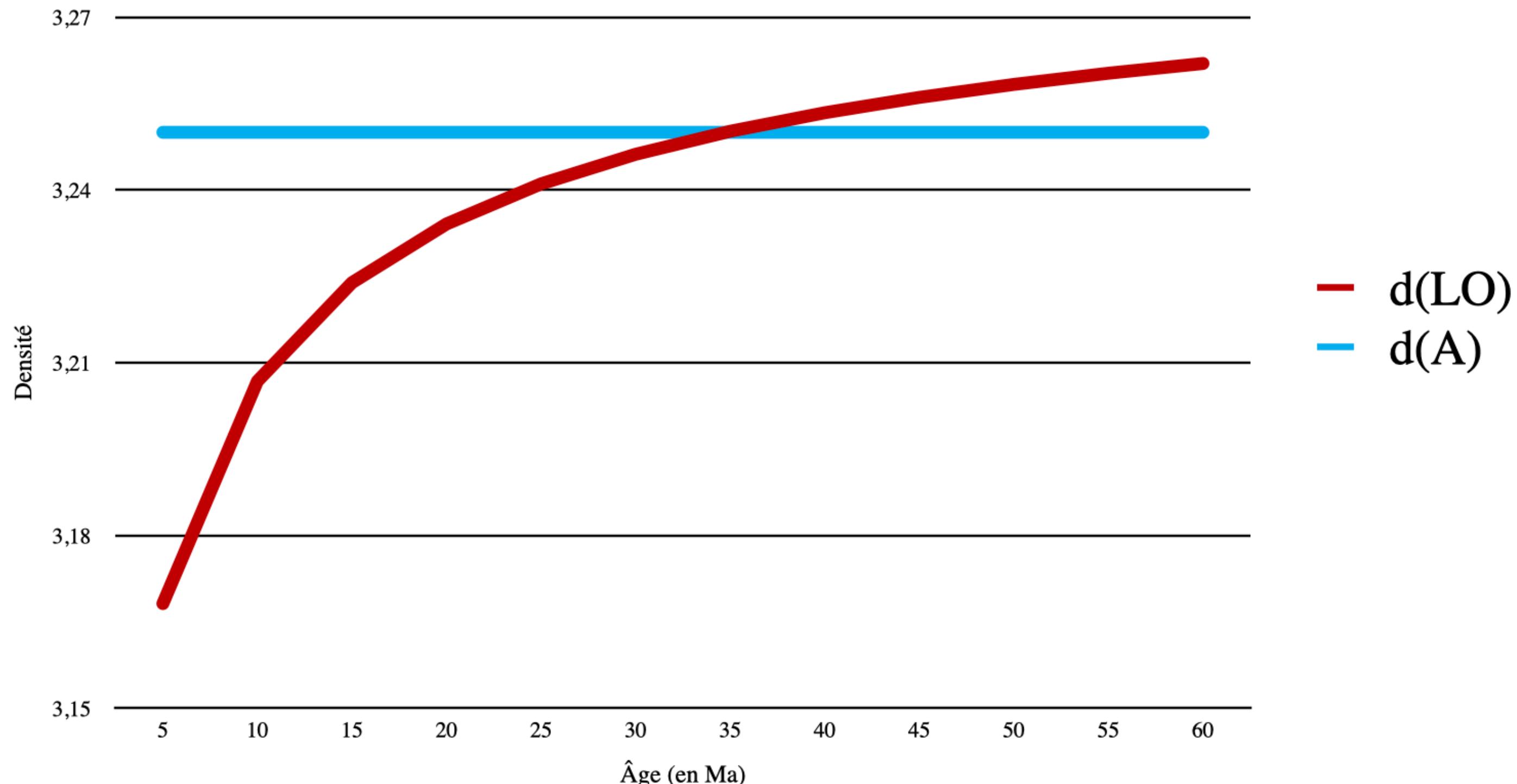
III) La collision continentale

- A) Indices topographiques
- B) Indices tectoniques

I) L'origine du mouvement divergent

B) Une augmentation de la densité de la lithosphère

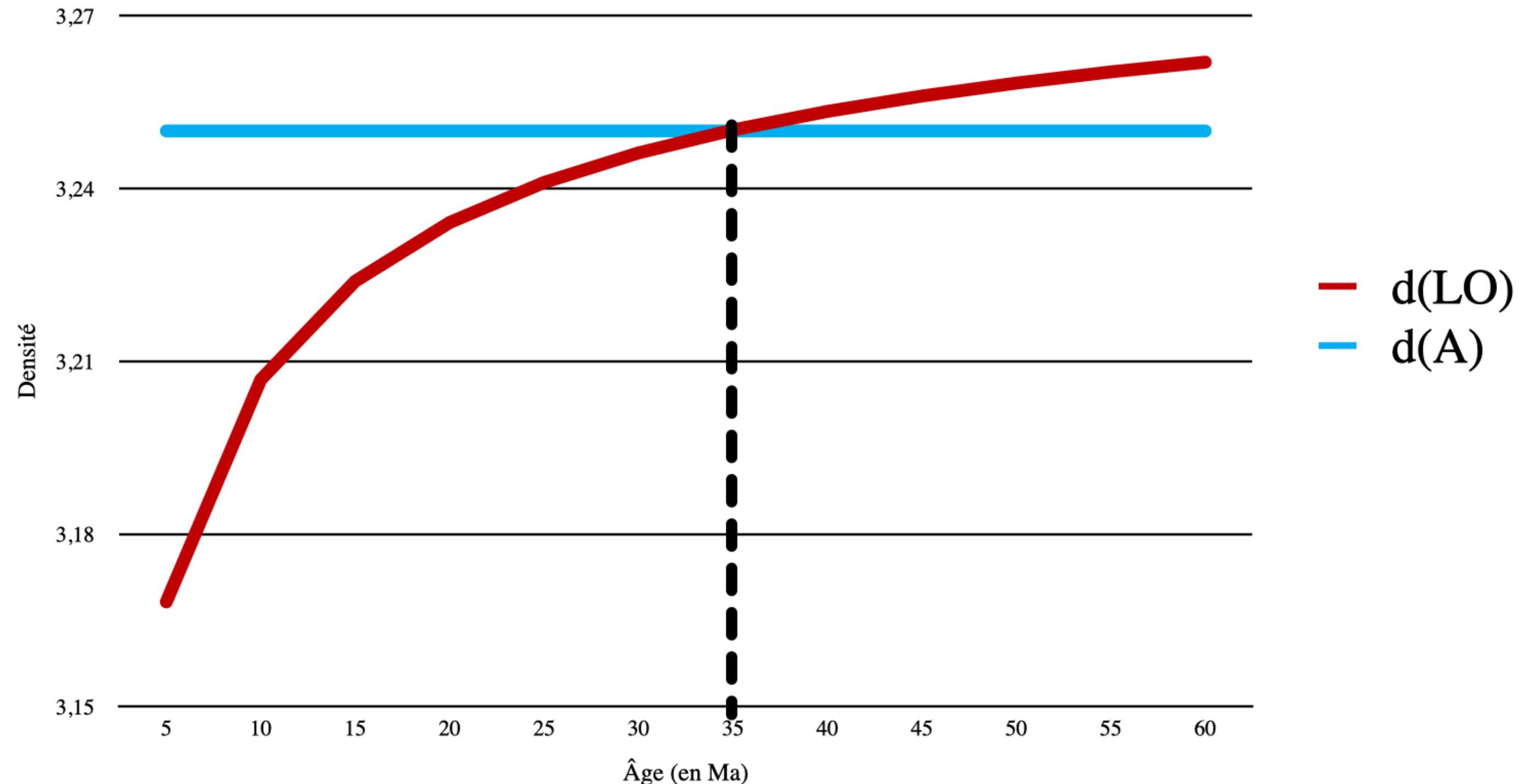
Graphique représentant la densité de la lithosphère océanique et de l'asthénosphère en fonction de leur âge (en Ma)



I) L'origine du mouvement divergent

B) Une augmentation de la densité de la lithosphère

Graphique représentant la densité de la lithosphère océanique et de l'asthénosphère en fonction de leur âge (en Ma)



Plan du cours

I) L'origine du mouvement divergent

- A) Une plongée de la lithosphère océanique
- B) Une augmentation de la densité de la lithosphère
- C) Le déclenchement de la subduction
- D) Le moteur de la tectonique des plaques

II) Magmatisme et zone de subduction

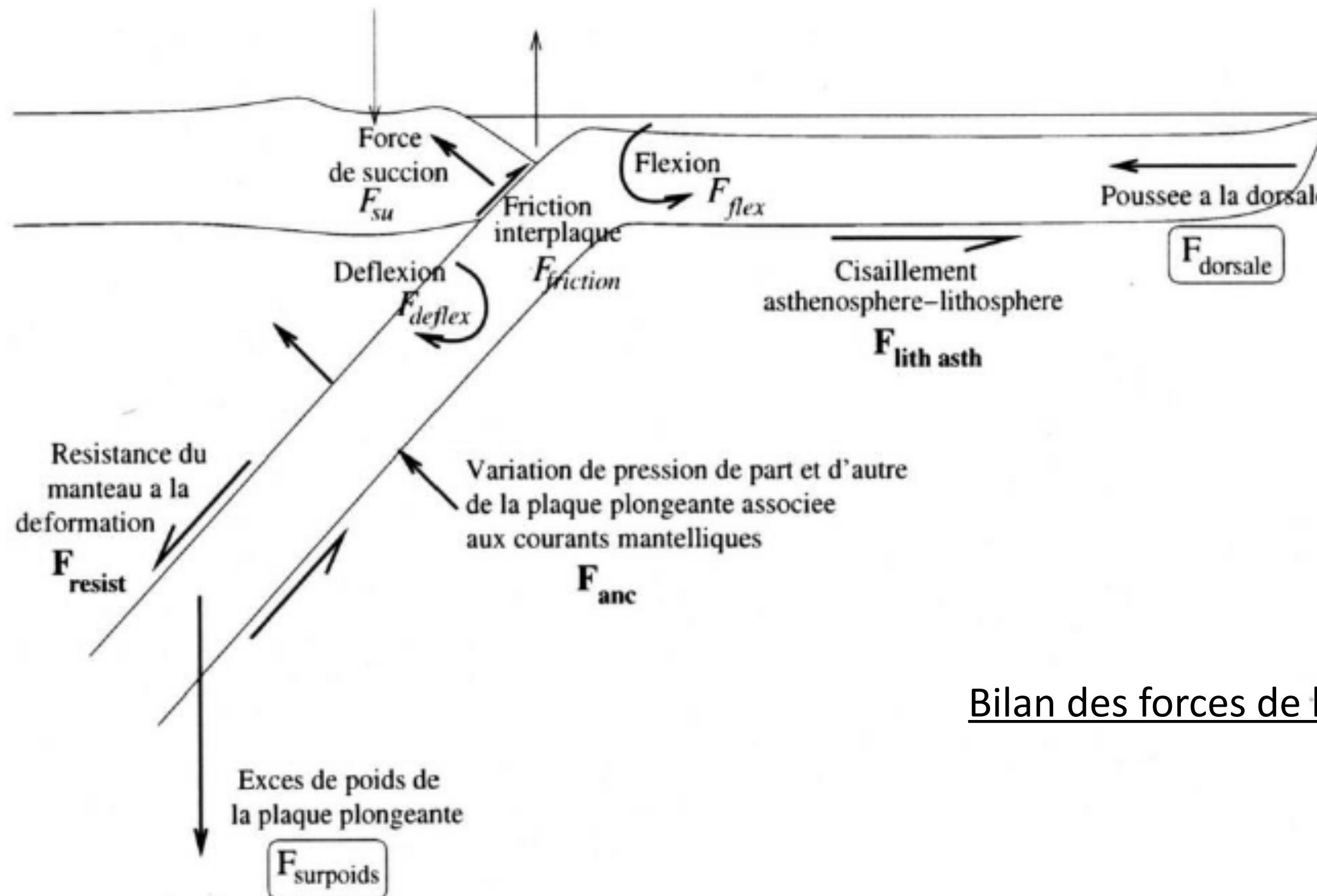
- A) Un volcanisme explosif en surface
- B) Un plutonisme intense en profondeur
- C) L'origine du magma
- D) Le devenir du gabbro

III) La collision continentale

- A) Indices topographiques
- B) Indices tectoniques

I) L'origine du mouvement divergent

C) Le déclenchement de la subduction

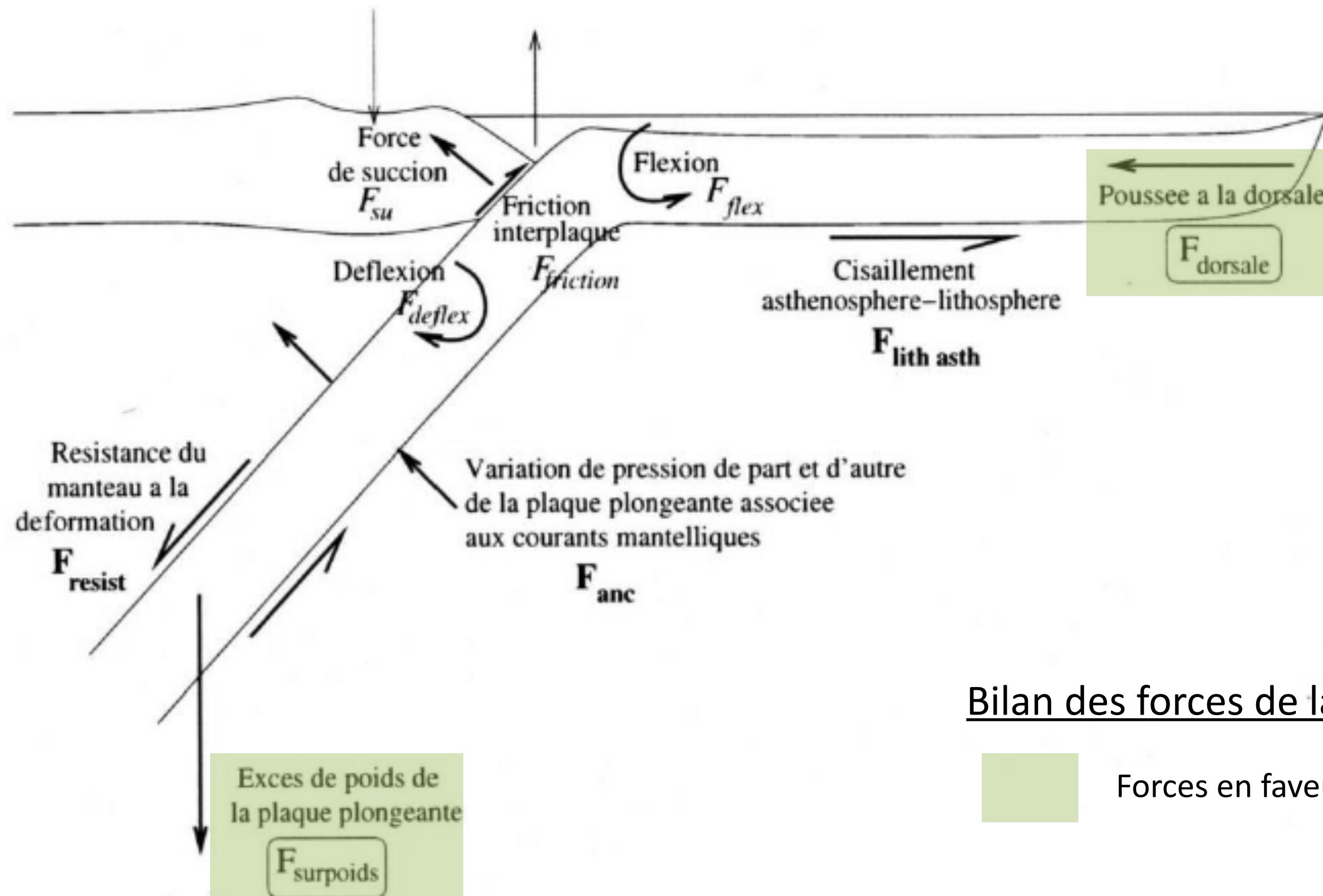


D'après Arcay (2005), Forsyth et Uyeda (1975), Shemenda (1993), Scholtz et Campos (1995), Uyeda et Kanamori (1979)

Bilan des forces de la tectonique des plaques

I) L'origine du mouvement divergent

C) Le déclenchement de la subduction



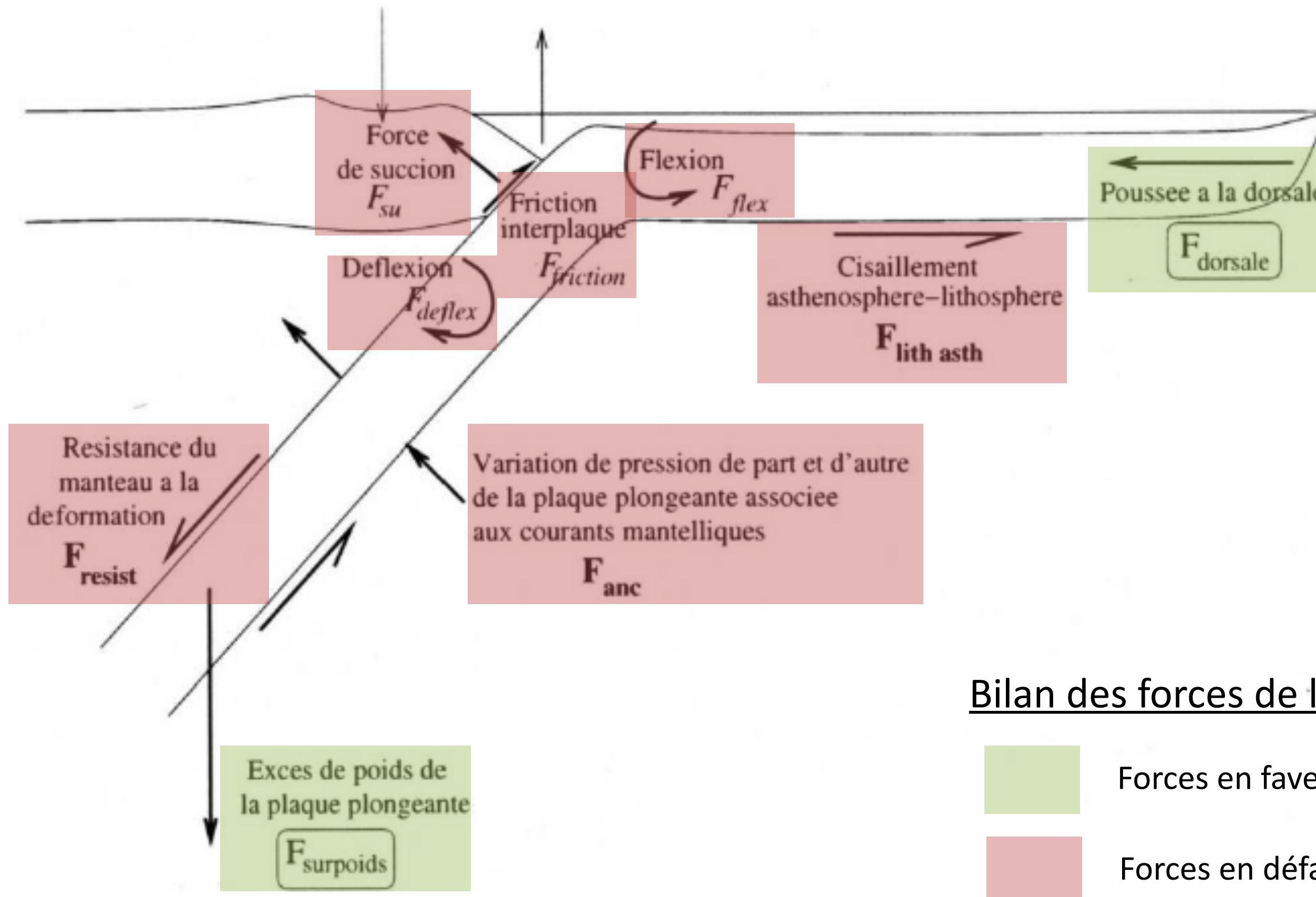
D'après Arcay (2005), Forsyth et Uyeda (1975), Shemenda (1993), Scholtz et Campos (1995), Uyeda et Kanamori (1979)

Bilan des forces de la tectonique des plaques

Forces en faveur de la subduction

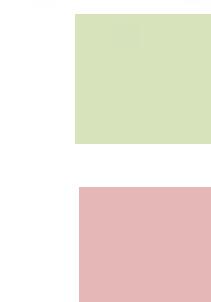
I) L'origine du mouvement divergent

C) Le déclenchement de la subduction



D'après Arcay (2005), Forsyth et Uyeda (1975), Shemenda (1993), Scholtz et Campos (1995), Uyeda et Kanamori (1979)

Bilan des forces de la tectonique des plaques



Forces en faveur de la subduction

Forces en défaveur de la subduction

Plan du cours

I) L'origine du mouvement divergent

- A) Une plongée de la lithosphère océanique
- B) Une augmentation de la densité de la lithosphère
- C) Le déclenchement de la subduction
- D) Le moteur de la tectonique des plaques

II) Magmatisme et zone de subduction

- A) Un volcanisme explosif en surface
- B) Un plutonisme intense en profondeur
- C) L'origine du magma
- D) Le devenir du gabbro

III) La collision continentale

- A) Indices topographiques
- B) Indices tectoniques

I) L'origine du mouvement divergent

D) Le moteur de la tectonique des plaques

Plaque	Vitesse (cm/an)	% frontières en expansion (dorsales)	% frontières en subduction
Eurasie		20%	2%
Afrique		55%	2%
Amérique du Nord		40%	2%
Arabie		30%	0%
Nazca			
Philippines			
Inde			
Pacifique			

Tableau comparant la vitesse, le pourcentage de frontière en dorsale et de frontière en subduction des plaques tectoniques

I) L'origine du mouvement divergent

D) Le moteur de la tectonique des plaques

Plaque	Vitesse (cm/an)	% frontières en expansion (dorsales)	% frontières en subduction
Eurasie		20%	2%
Afrique		55%	2%
Amérique du Nord		40%	2%
Arabie		30%	0%
Nazca		45%	30%
Philippines		10%	45%
Inde		30%	20%
Pacifique		25%	25%

Tableau comparant la vitesse, le pourcentage de frontière en dorsale et de frontière en subduction des plaques tectoniques

I) L'origine du mouvement divergent

D) Le moteur de la tectonique des plaques

Plaque	Vitesse (cm/an)	% frontières en expansion (dorsales)	% frontières en subduction
Eurasie	< 5	20%	2%
Afrique	< 5	55%	2%
Amérique du Nord	< 5	40%	2%
Arabie	< 5	30%	0%
Nazca	> 5	45%	30%
Philippines	> 5	10%	45%
Inde	> 5	30%	20%
Pacifique	> 5	25%	25%

Tableau comparant la vitesse, le pourcentage de frontière en dorsale et de frontière en subduction des plaques tectoniques

I) L'origine du mouvement divergent

D) Le moteur de la tectonique des plaques

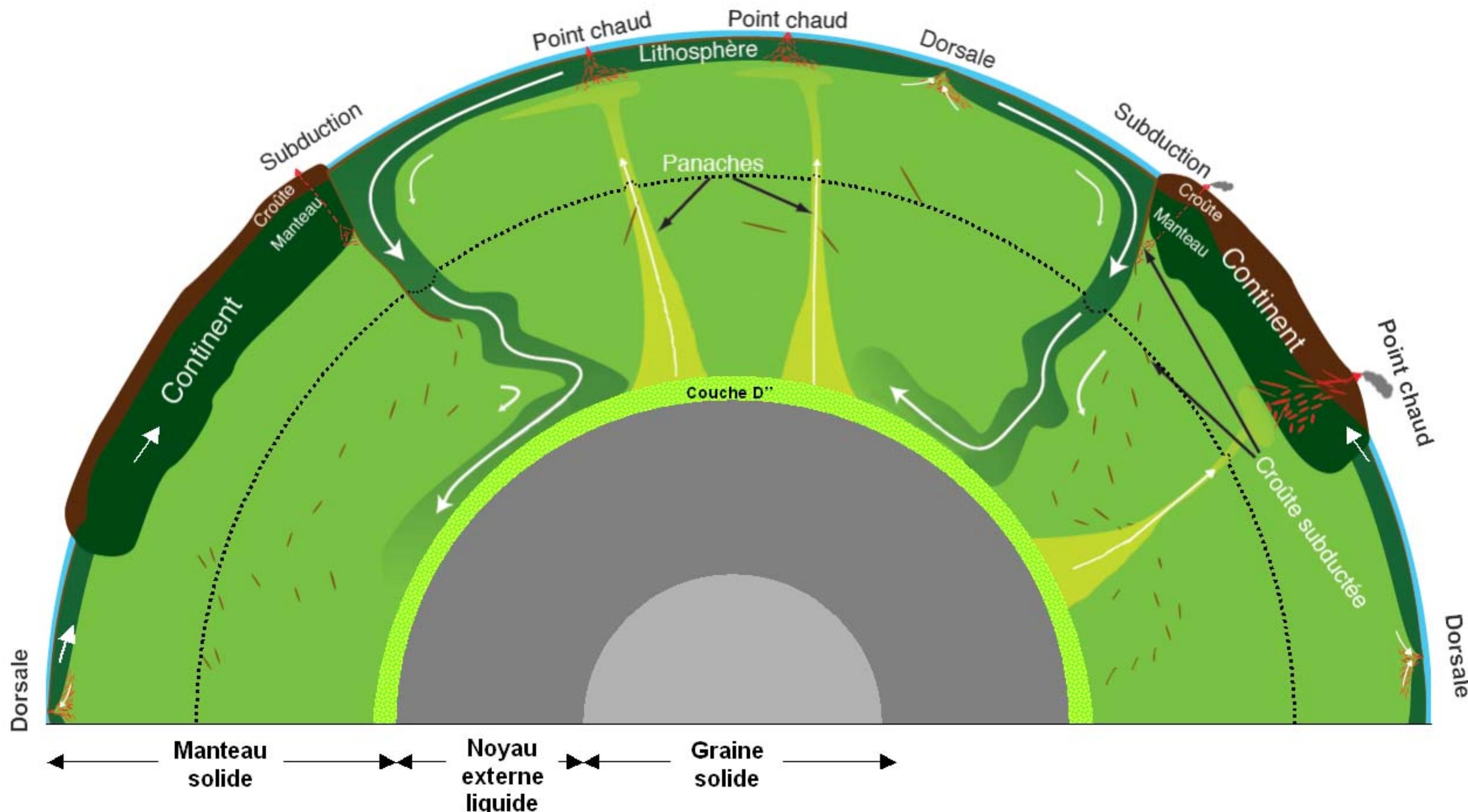


Tableau comparant la vitesse, le pourcentage de frontière en dorsale et de frontière en subduction des plaques tectoniques

Plan du cours

I) L'origine du mouvement divergent

- A) Une plongée de la lithosphère océanique
- B) Une augmentation de la densité de la lithosphère
- C) Le déclenchement de la subduction
- D) Le moteur de la tectonique des plaques

II) Magmatisme et zone de subduction

- A) Un volcanisme explosif en surface
- B) Un plutonisme intense en profondeur
- C) L'origine du magma
- D) Le devenir du gabbro

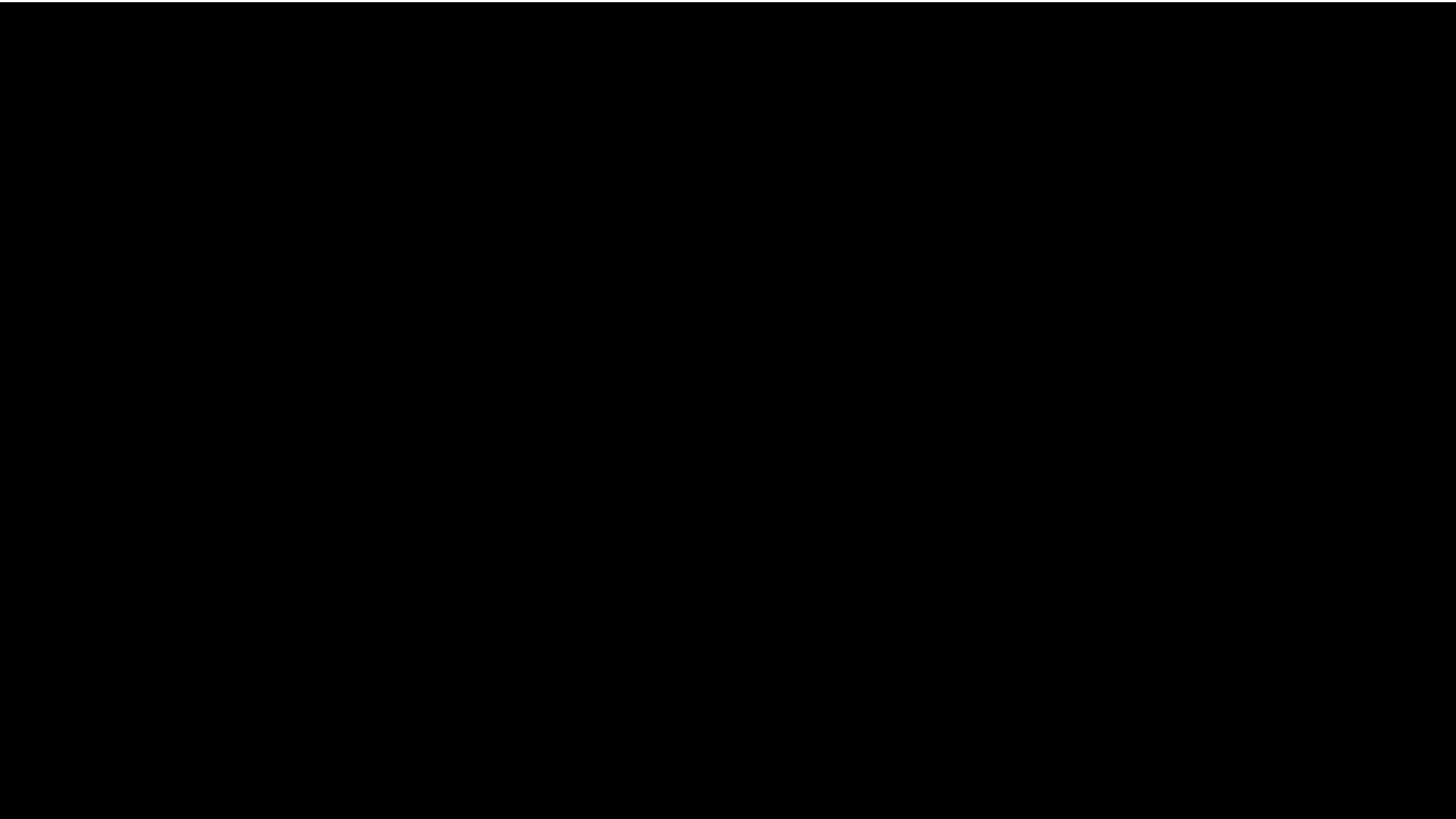
III) La collision continentale

- A) Indices topographiques
- B) Indices tectoniques

II) Magmatisme et zone de subduction

A) Un volcanisme explosif en surface

Un volcanisme explosif en surface



II) Magmatisme et zone de subduction

A) Un volcanisme explosif en surface

Cas réel : l'arc insulaire des Antilles



*Eruption de la Soufrière
(Guadeloupe)*

====

février 2010



*Eruption de la Montagne Pelée
(Martinique)*

====

mai 1902

II) Magmatisme et zone de subduction

A) Un volcanisme explosif en surface

Cas réel : La cordillère des Andes



*Eruption du Calbuco
(Chili)*

=====
avril 2015

*Eruption du Mont Hudson
(Chili)*

=====
octobre 1991



II) Magmatisme et zone de subduction

A) Un volcanisme explosif en surface

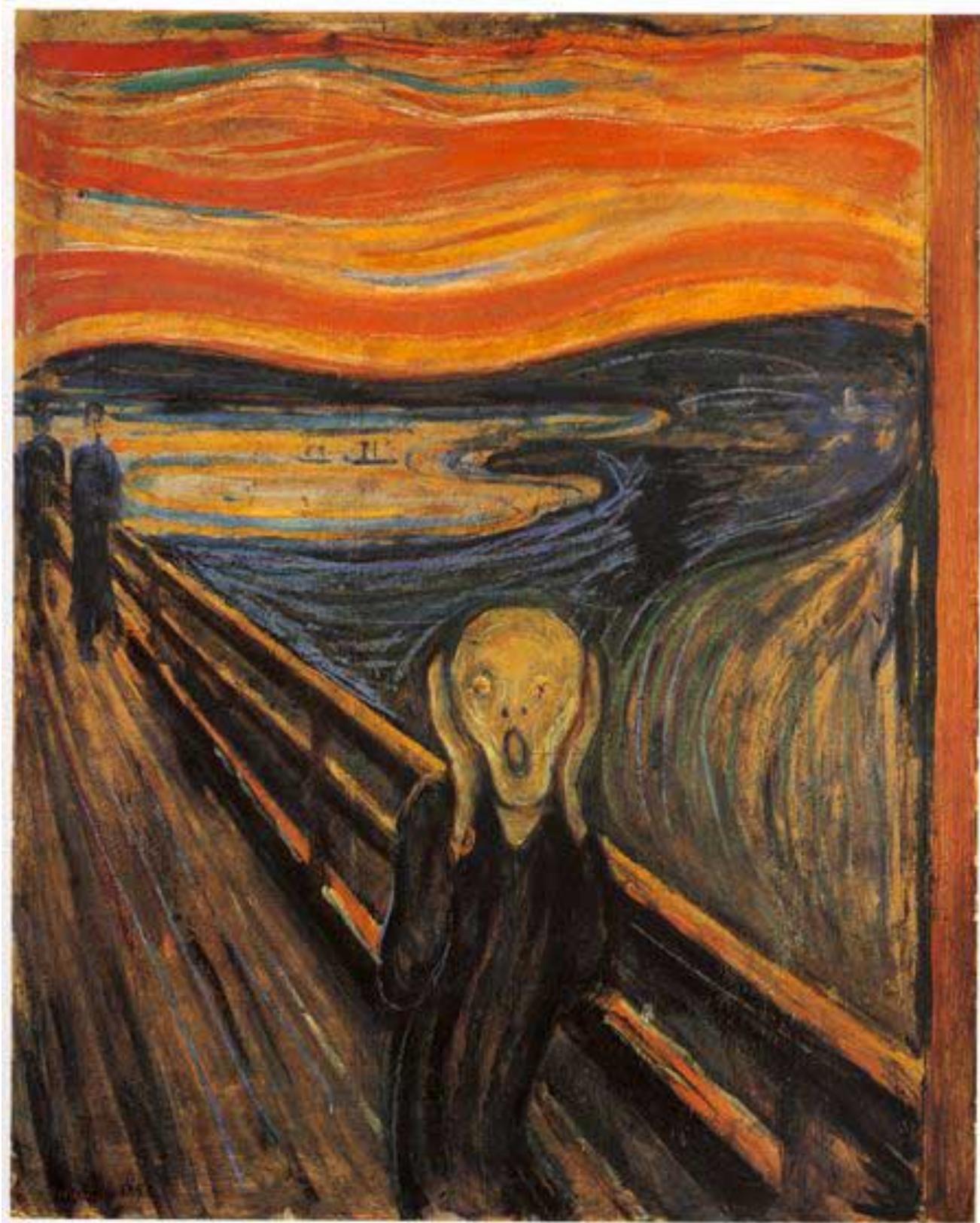
Cas réel : l'éruption du Krakatoa 1883



*Eruption du Krakatoa
(Indonésie)*

====

août 1883

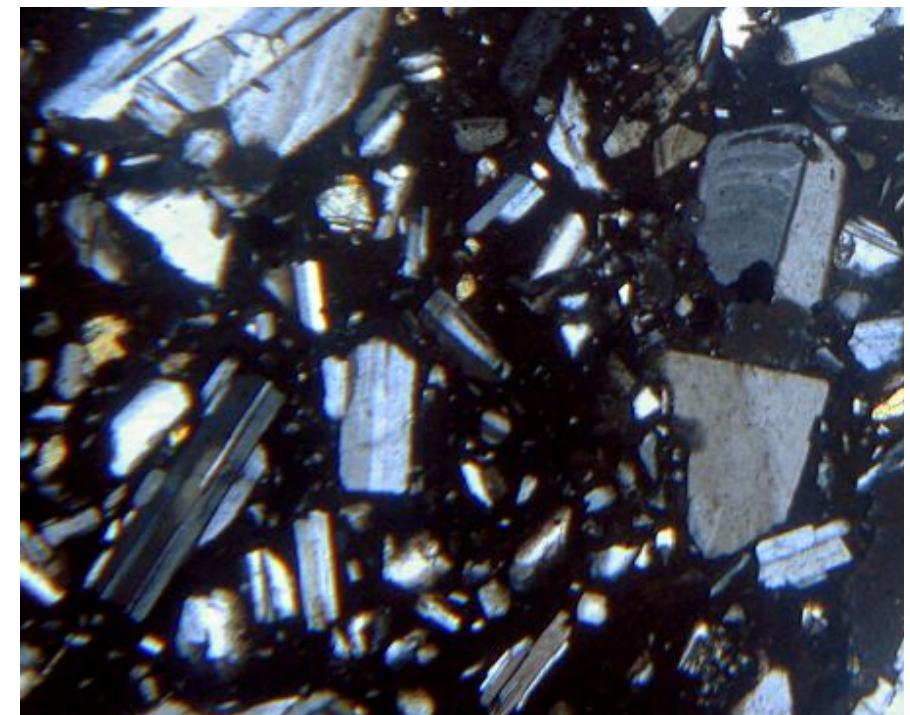


II) Magmatisme et zone de subduction

A) Un volcanisme explosif en surface

Des roches volcaniques des zones de subductions

Andésites



Rhyolites

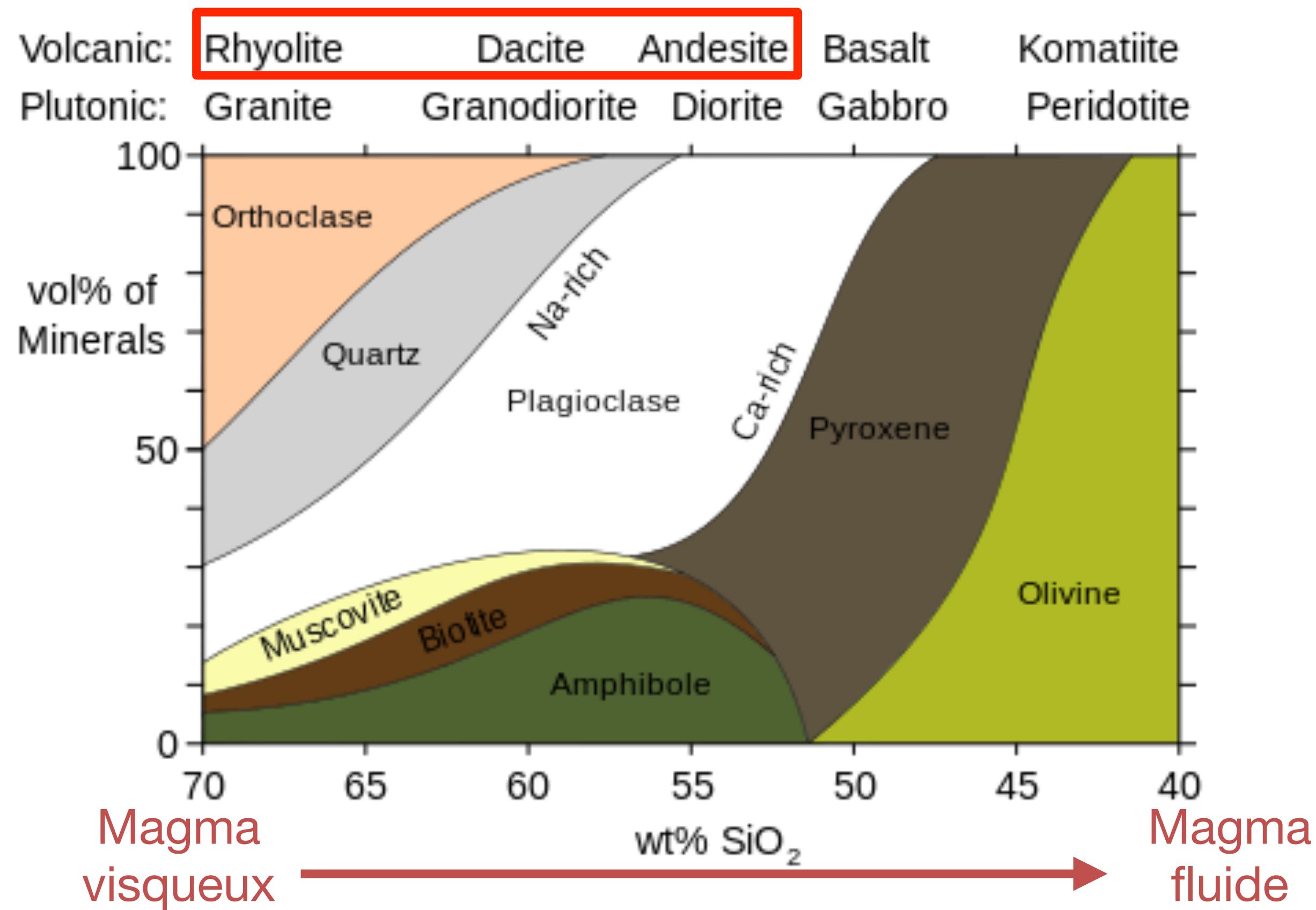


C.Nicollet

II) Magmatisme et zone de subduction

A) Un volcanisme explosif en surface

La teneur en silice en fonction des magmas

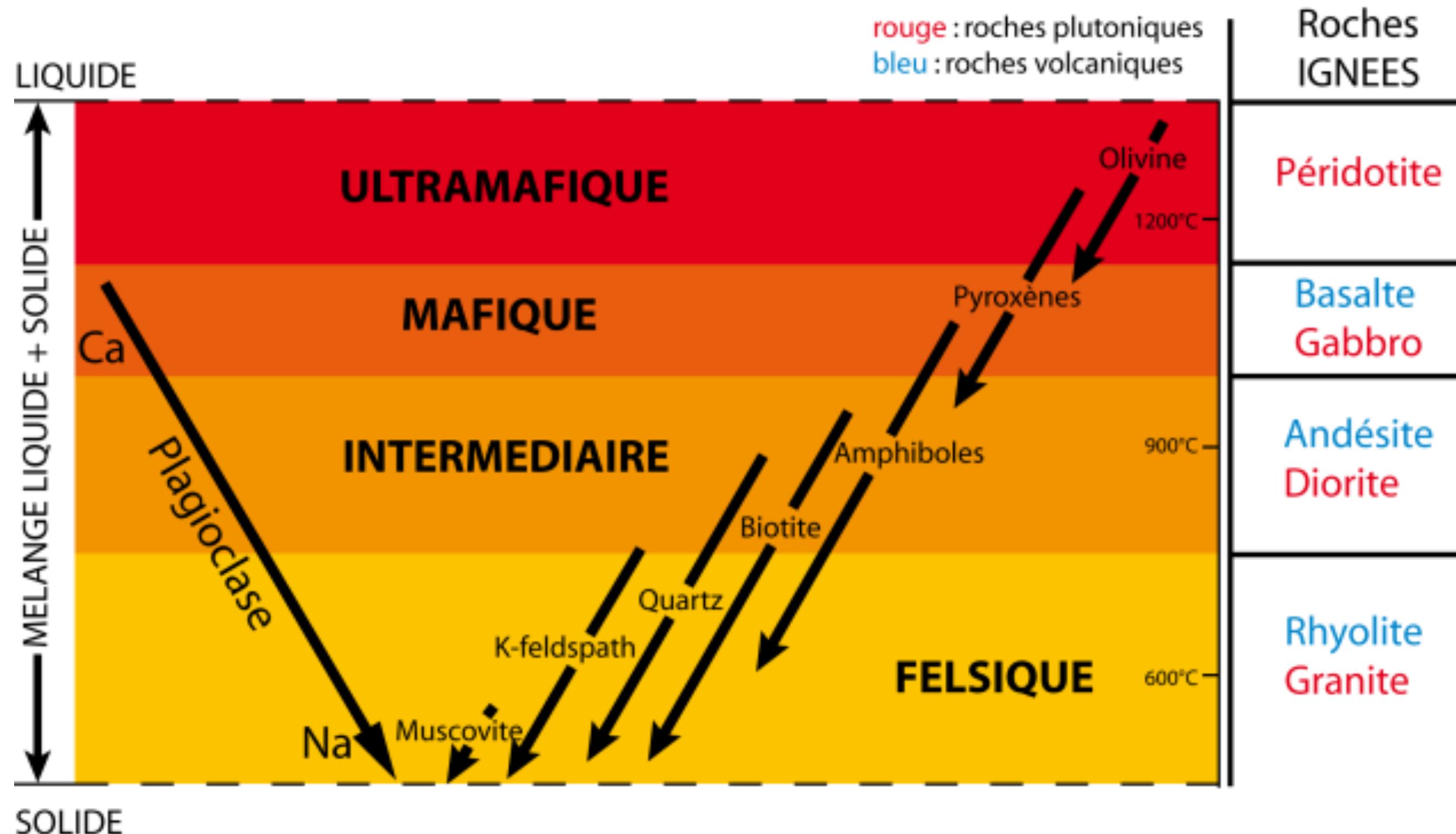


Teneur en silice des roches magmatiques

II) Magmatisme et zone de subduction

A) Un volcanisme explosif en surface

Principe de la cristallisation fractionnée



Serie magmatique de Bowen (cristallisation fractionnée)

II) Magmatisme et zone de subduction

A) Un volcanisme explosif en surface

Principe de la cristallisation fractionnée

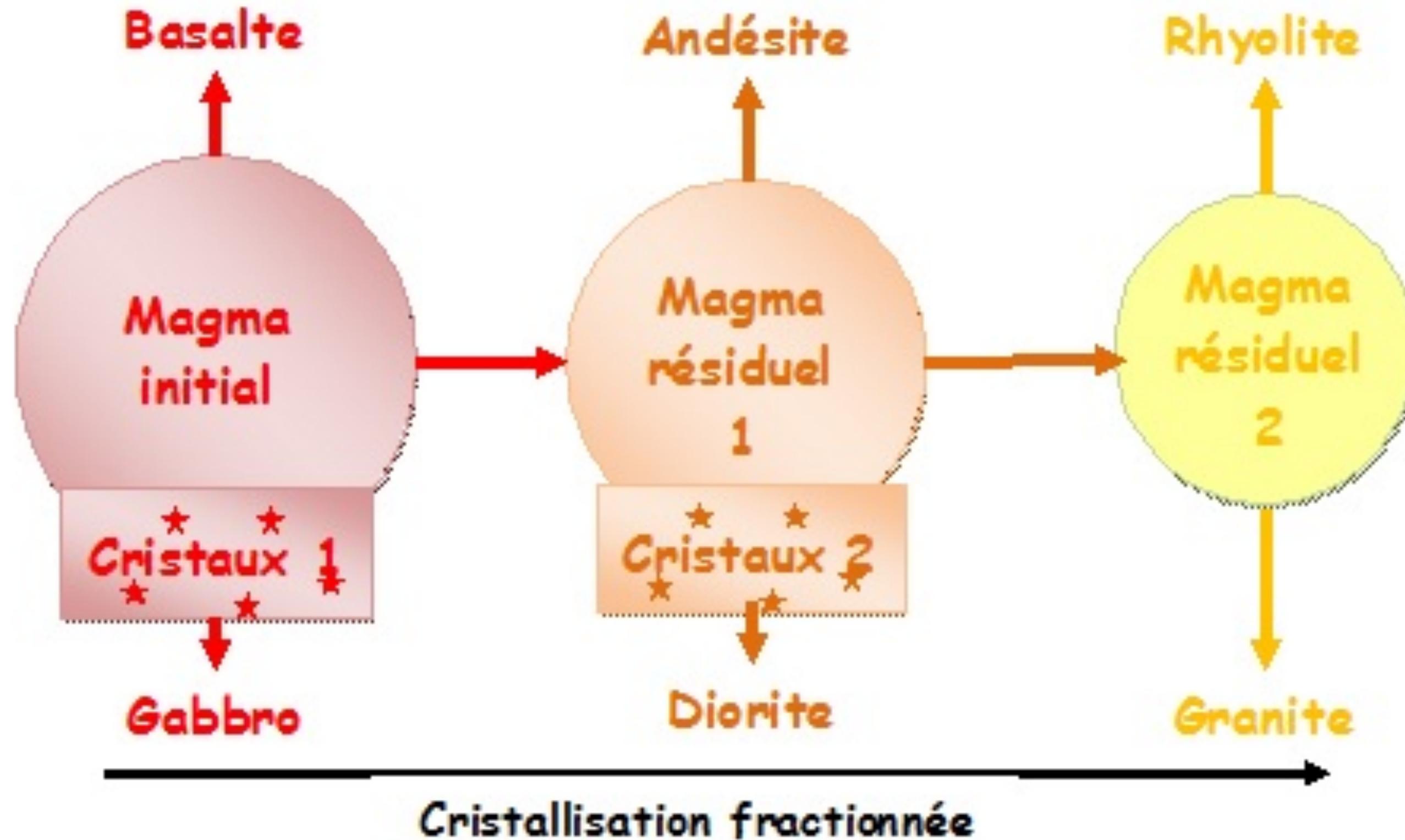


Schéma simplifiée
de la cristallisation
fractionnée

Plan du cours

I) L'origine du mouvement divergent

- A) Une plongée de la lithosphère océanique
- B) Une augmentation de la densité de la lithosphère
- C) Le déclenchement de la subduction
- D) Le moteur de la tectonique des plaques

II) Magmatisme et zone de subduction

- A) Un volcanisme explosif en surface
- B) Un plutonisme intense en profondeur
- C) L'origine du magma
- D) Le devenir du gabbro

III) La collision continentale

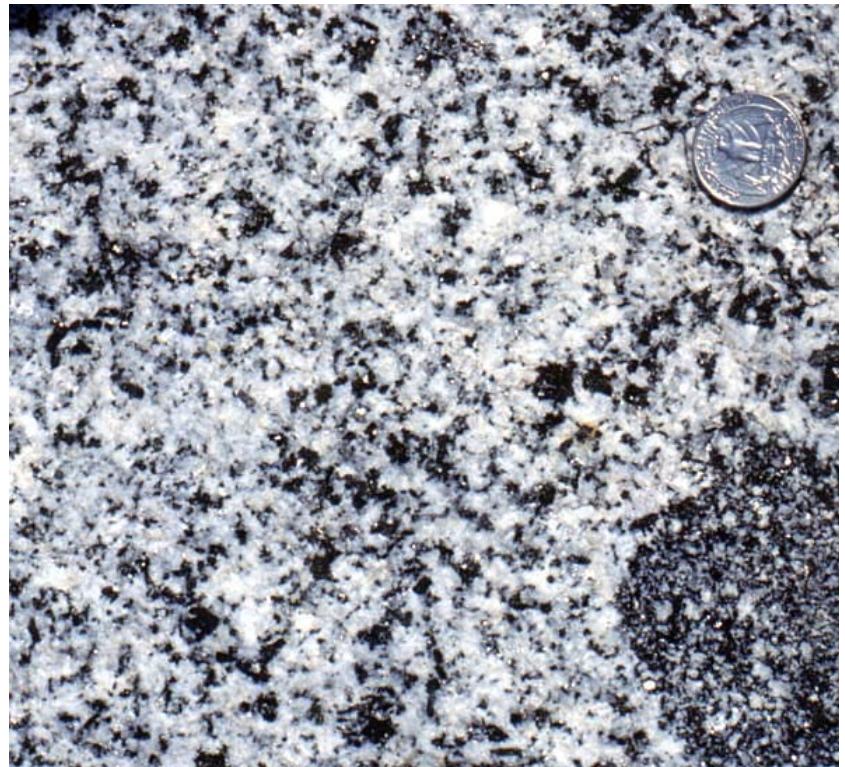
- A) Indices topographiques
- B) Indices tectoniques

II) Magmatisme et zone de subduction

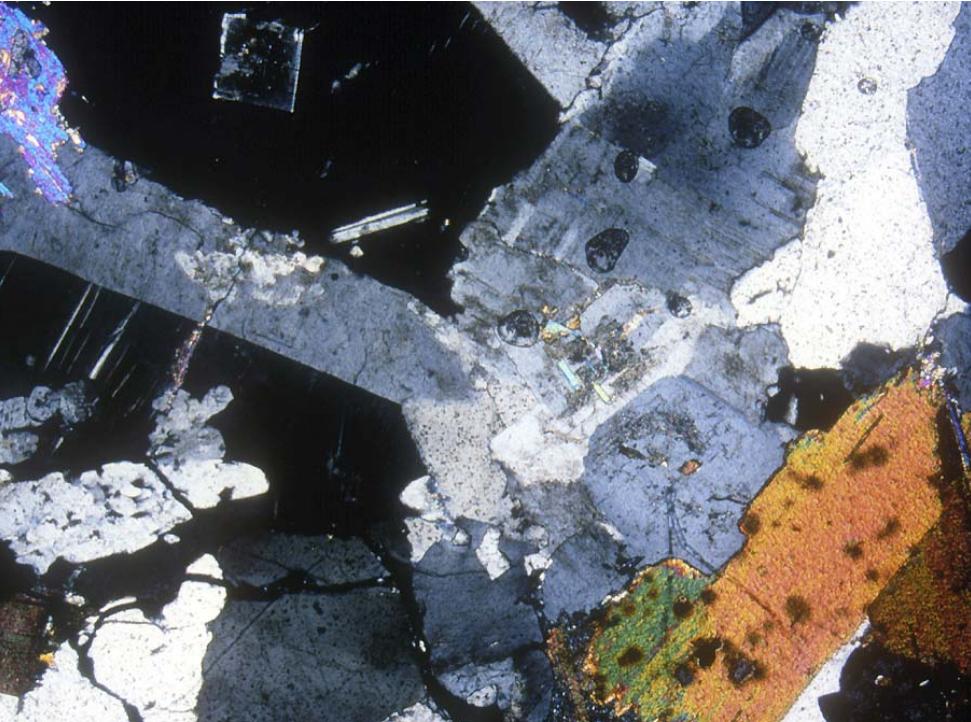
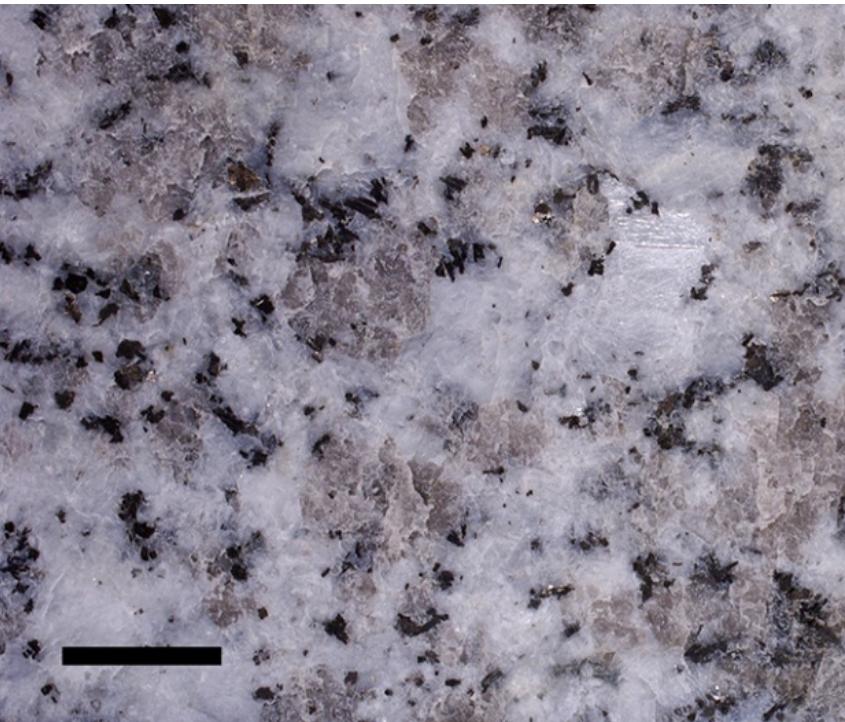
B) Un plutonisme intense en profondeur

Des roches plutoniques des zones de subductions

Granodiorites



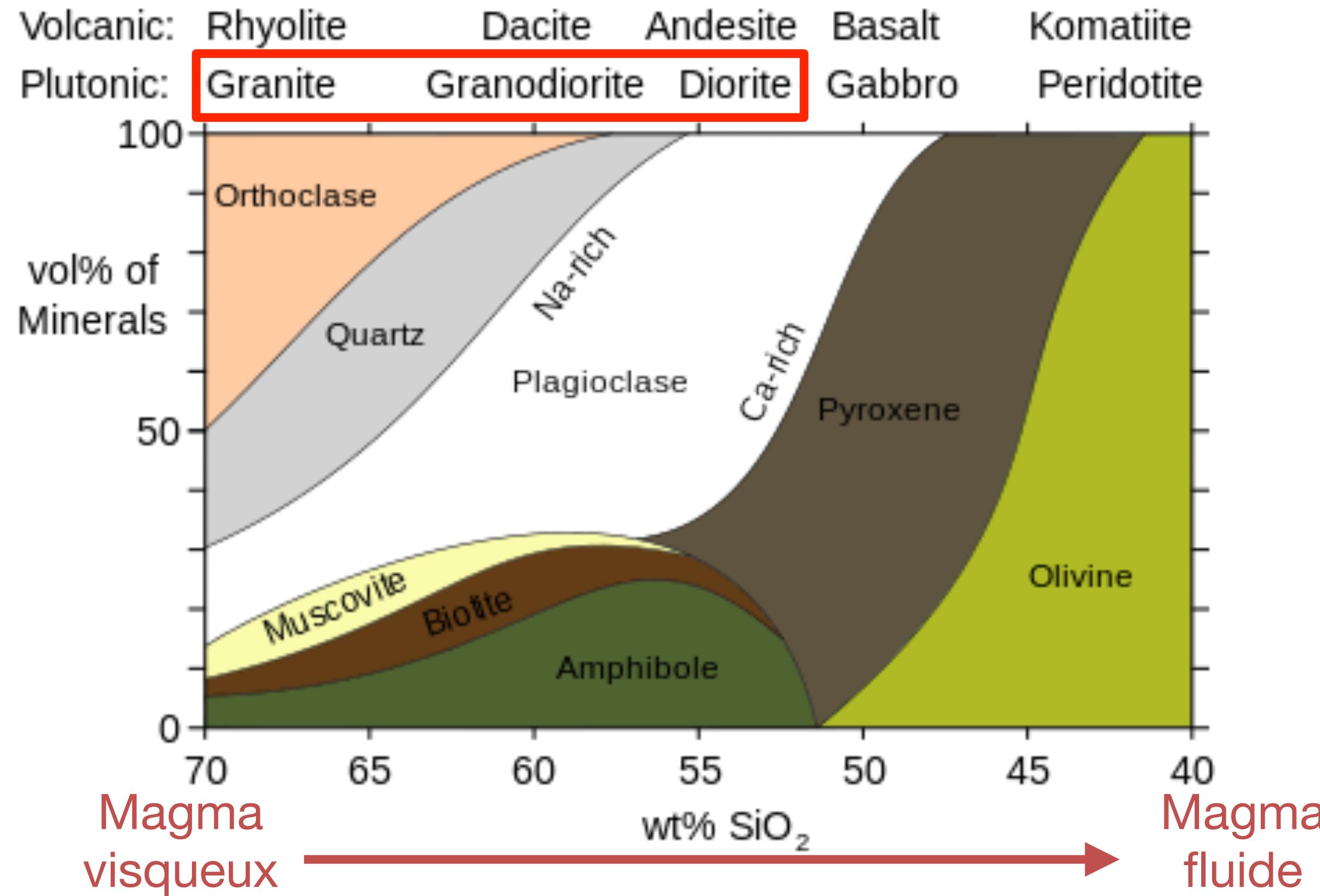
Granites



II) Magmatisme et zone de subduction

B) Un plutonisme intense en profondeur

La teneur en silice en fonction des magmas



Teneur en silice des roches magmatiques

Plan du cours

I) L'origine du mouvement divergent

- A) Une plongée de la lithosphère océanique
- B) Une augmentation de la densité de la lithosphère
- C) Le déclenchement de la subduction
- D) Le moteur de la tectonique des plaques

II) Magmatisme et zone de subduction

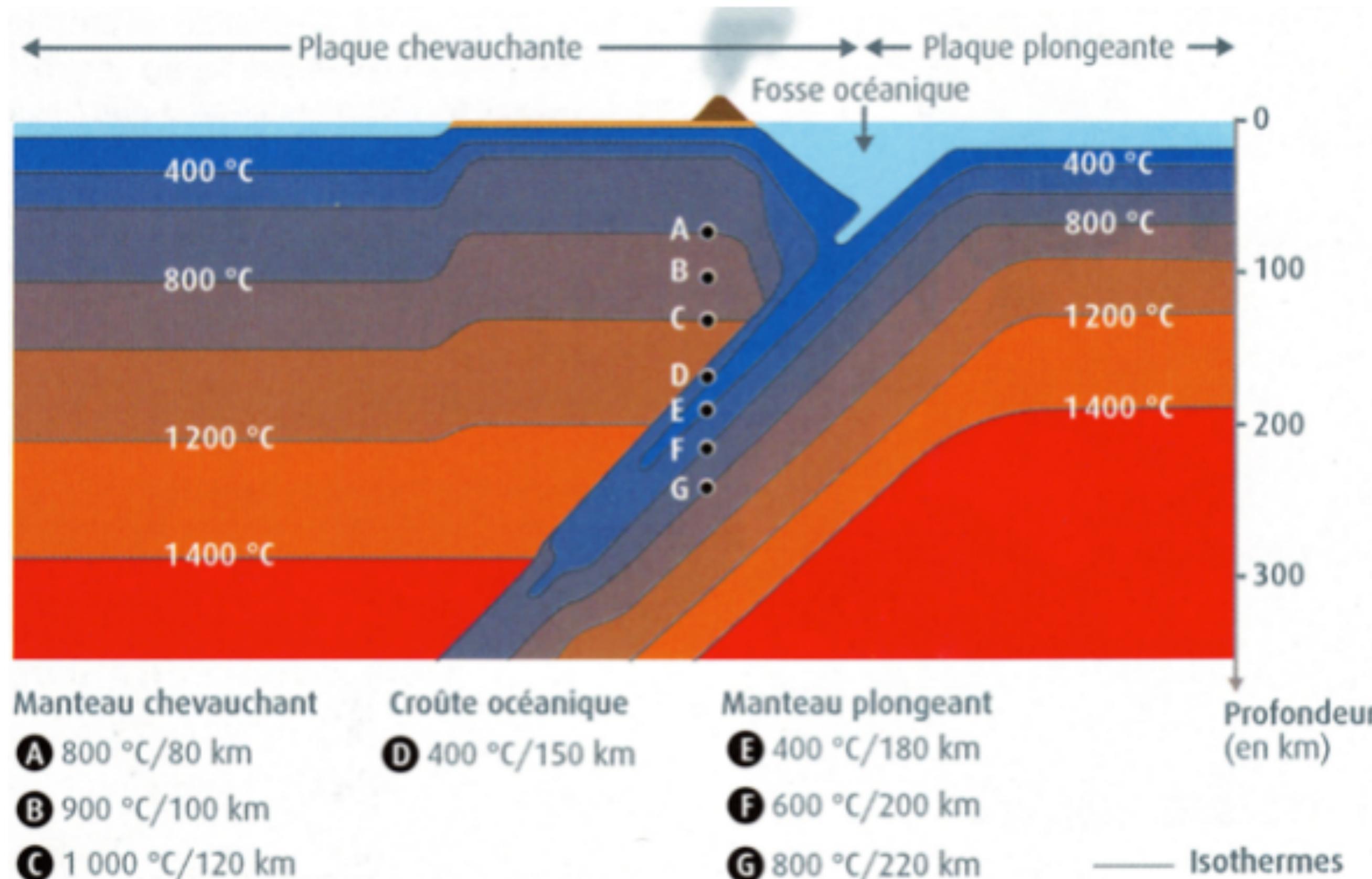
- A) Un volcanisme explosif en surface
- B) Un plutonisme intense en profondeur
- C) L'origine du magma
- D) Le devenir du gabbro

III) La collision continentale

- A) Indices topographiques
- B) Indices tectoniques

II) Magmatisme et zone de subduction

C) L'origine du magma



Répartition des
isothermes dans
une zone de
subduction

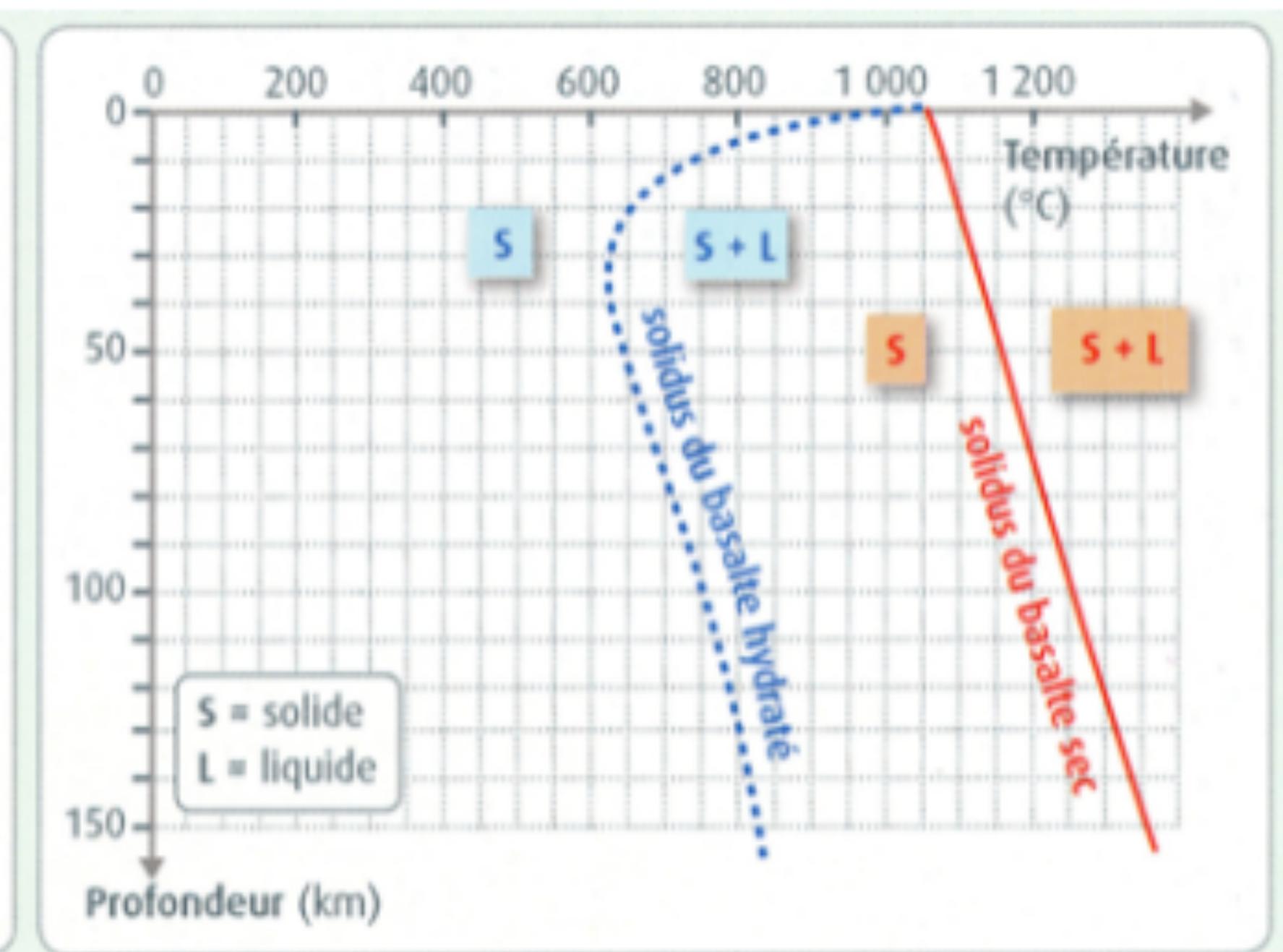
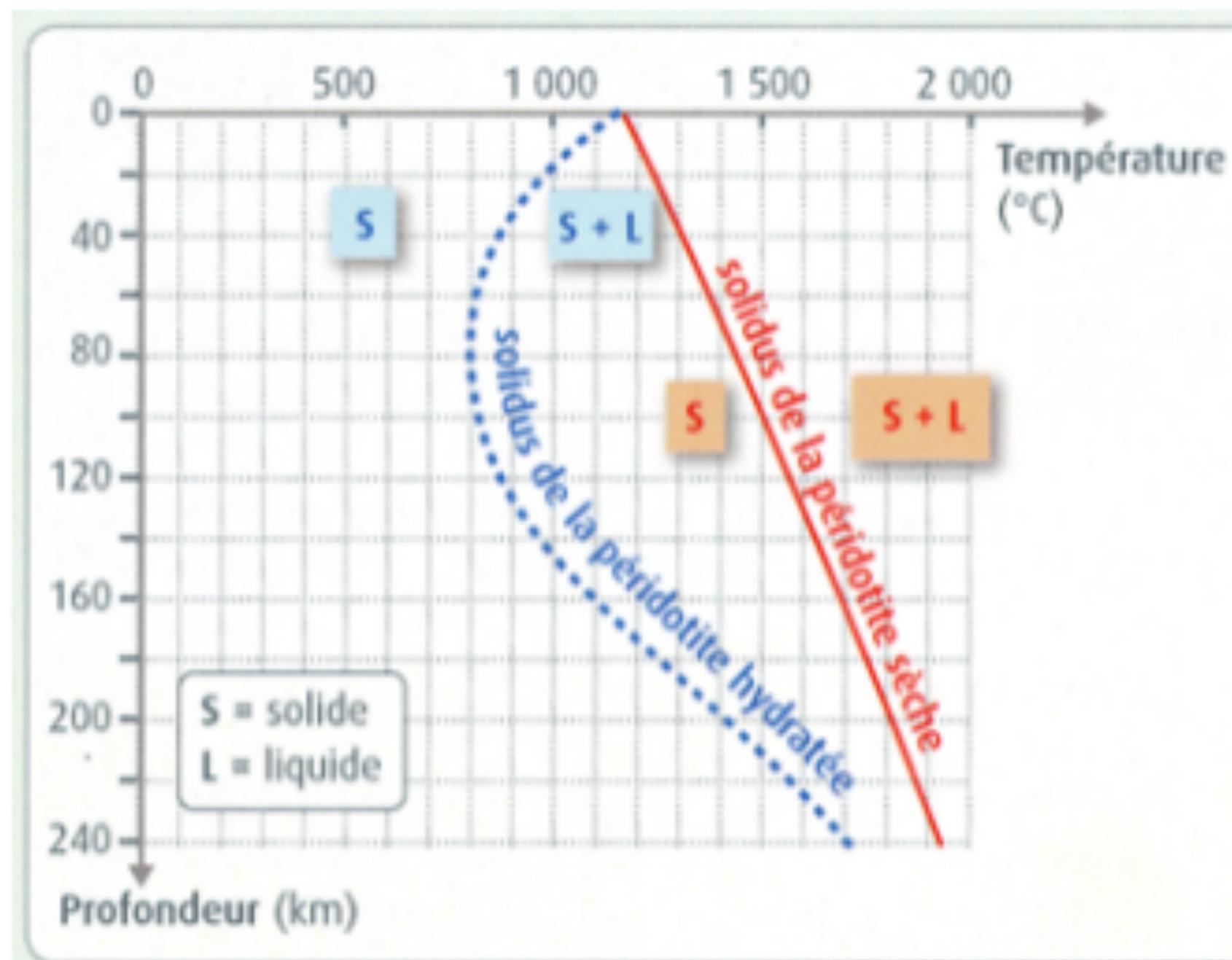
II) Magmatisme et zone de subduction

C) L'origine du magma

Manteau chevauchant
A 800 °C/80 km
B 900 °C/100 km
C 1 000 °C/120 km

Croûte océanique
D 400 °C/150 km

Manteau plongeant
E 400 °C/180 km
F 600 °C/200 km
G 800 °C/220 km



Conditions de fusion d'une péridotite sèche ou hydratée.

Conditions de fusion d'un basalte sec ou hydraté.

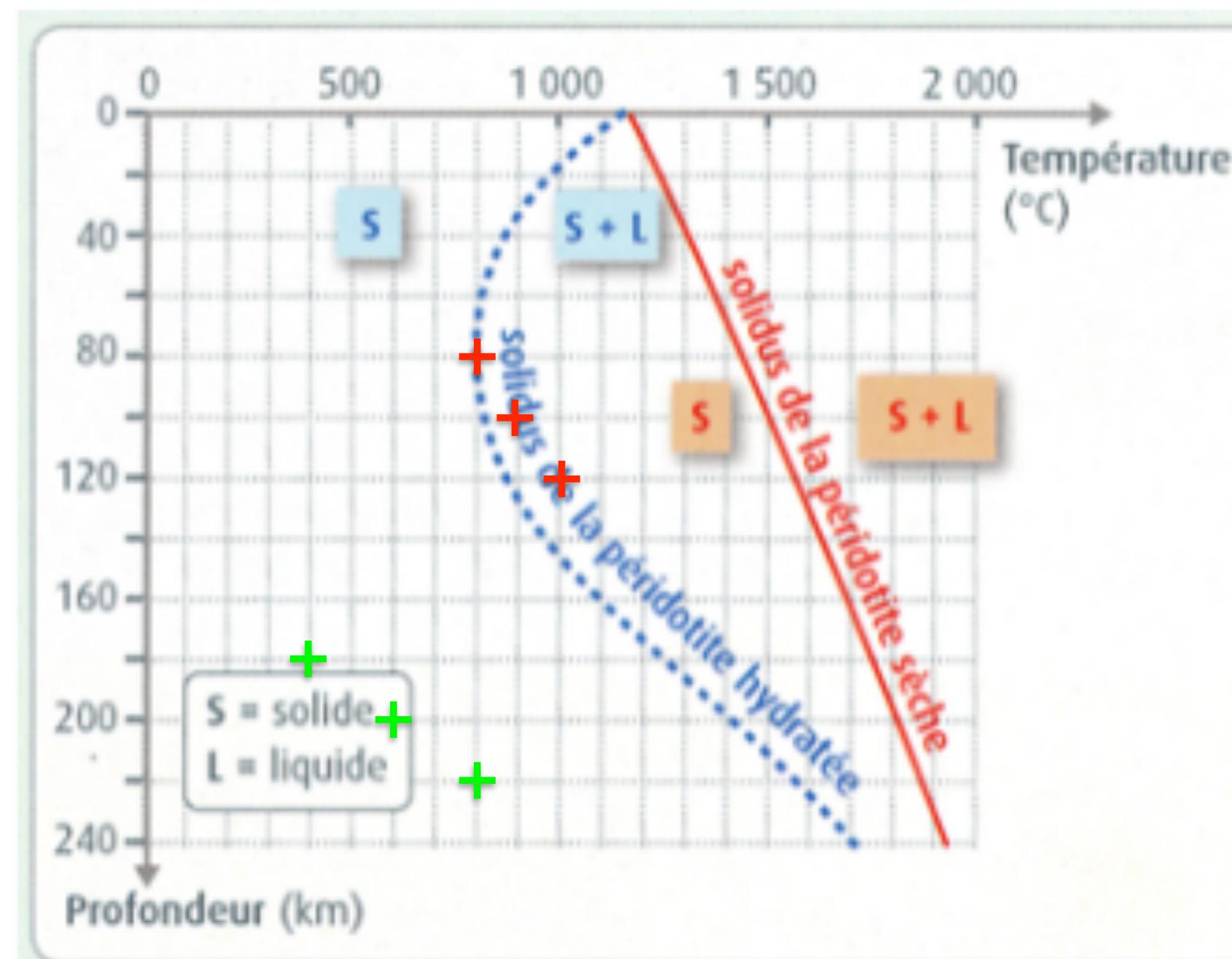
II) Magmatisme et zone de subduction

C) L'origine du magma

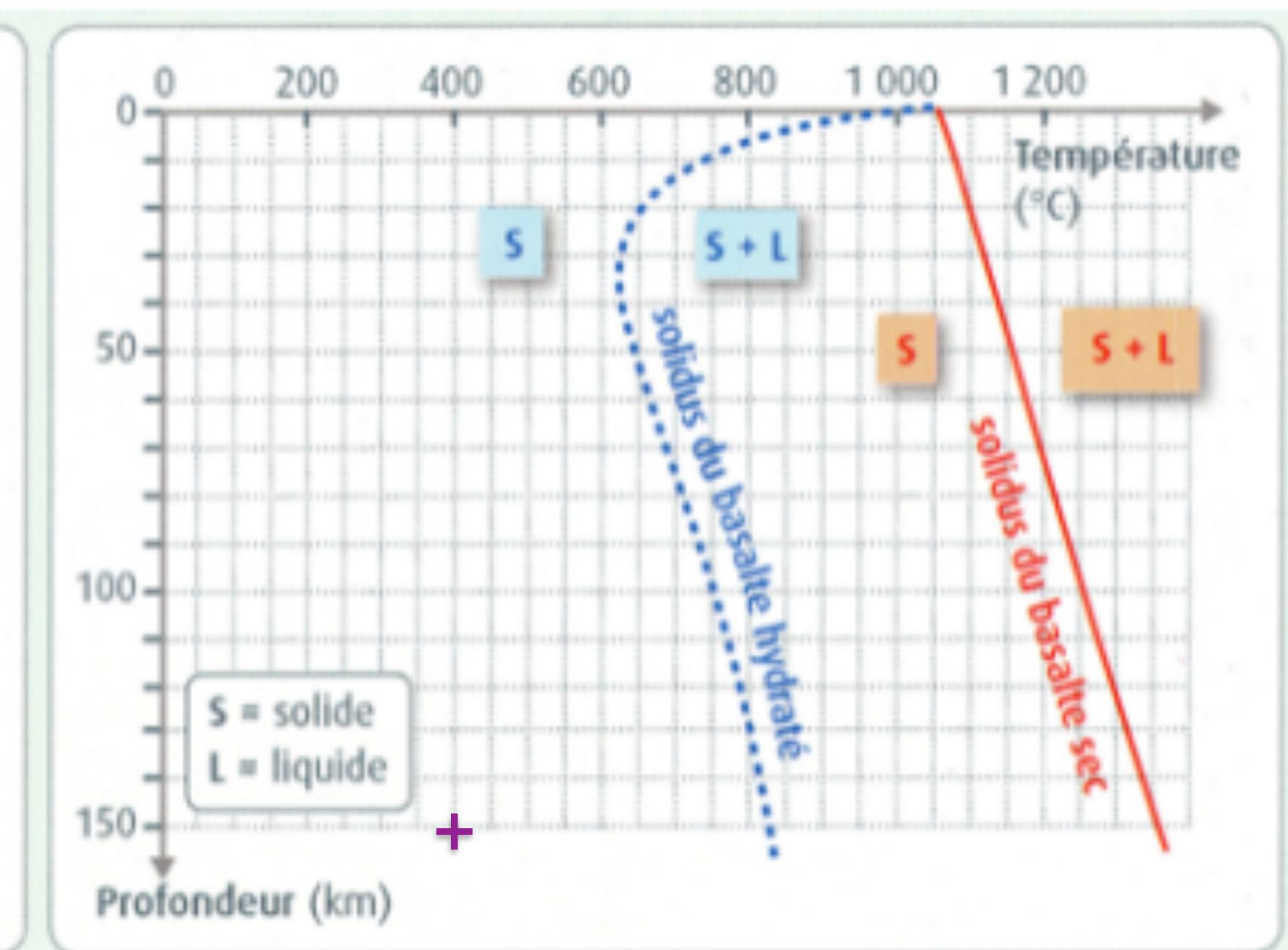
Manteau chevauchant
A 800 °C/80 km
B 900 °C/100 km
C 1 000 °C/120 km

Croûte océanique
D 400 °C/150 km

Manteau plongeant
E 400 °C/180 km
F 600 °C/200 km
G 800 °C/220 km



Conditions de fusion d'une péridotite sèche ou hydratée.



Conditions de fusion d'un basalte sec ou hydraté.

II) Magmatisme et zone de subduction

C) L'origine du magma

Minéraux	Composition chimique
Pyroxène	$(\text{SiAl}_2\text{O}_3)_2\text{Ca}(\text{Fe},\text{Mg},\text{Al})$
Quartz	SiO_2
Plagioclase (feldspath calco-sodique)	$\text{Si}_3\text{AlO}_8(\text{Na},\text{Ca})$
Biotite (mica noir)	$\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2]$
Chlorite	$(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})_6(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$
Actinote	$\text{Ca}_2,(\text{Mg},\text{Fe})_5(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH},\text{Fe})_2$
Hornblende	$\text{Na},\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe})_4\text{Si}_6\text{Al}_3\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
Glaucophane	$\text{Na}_2(\text{Mg},\text{Al})_2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
Jadéite	$\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$
Grenat	$(\text{Mg},\text{Fe},\text{Ca})_3(\text{Fe},\text{Al},\text{Cr})_2(\text{SiO}_4)_3$
Olivine	$(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$

Péridotite du manteau chevauchant :
olivine + pyroxène

Plan du cours

I) L'origine du mouvement divergent

- A) Une plongée de la lithosphère océanique
- B) Une augmentation de la densité de la lithosphère
- C) Le déclenchement de la subduction
- D) Le moteur de la tectonique des plaques

II) Magmatisme et zone de subduction

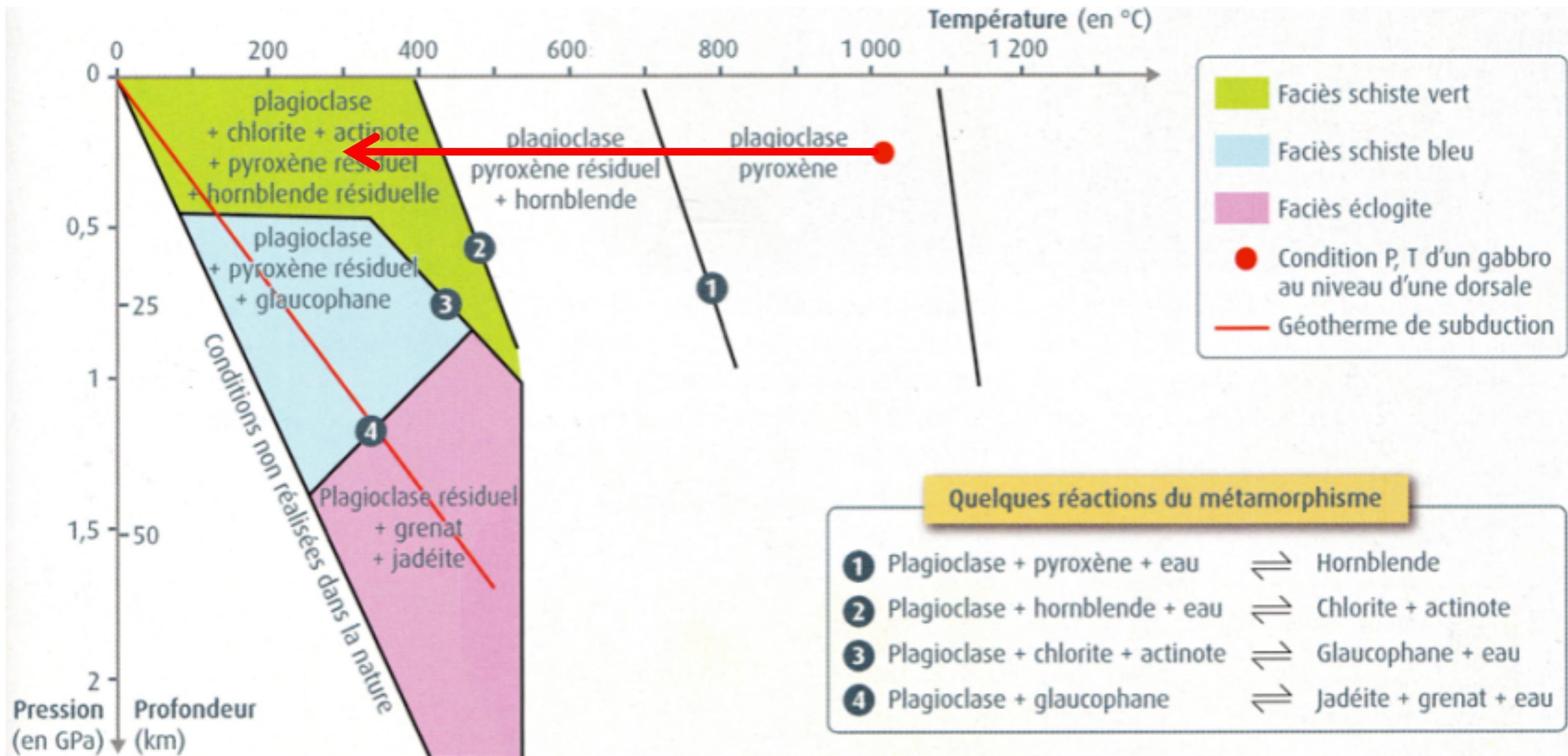
- A) Un volcanisme explosif en surface
- B) Un plutonisme intense en profondeur
- C) L'origine du magma
- D) Le devenir du gabbro

III) La collision continentale

- A) Indices topographiques
- B) Indices tectoniques

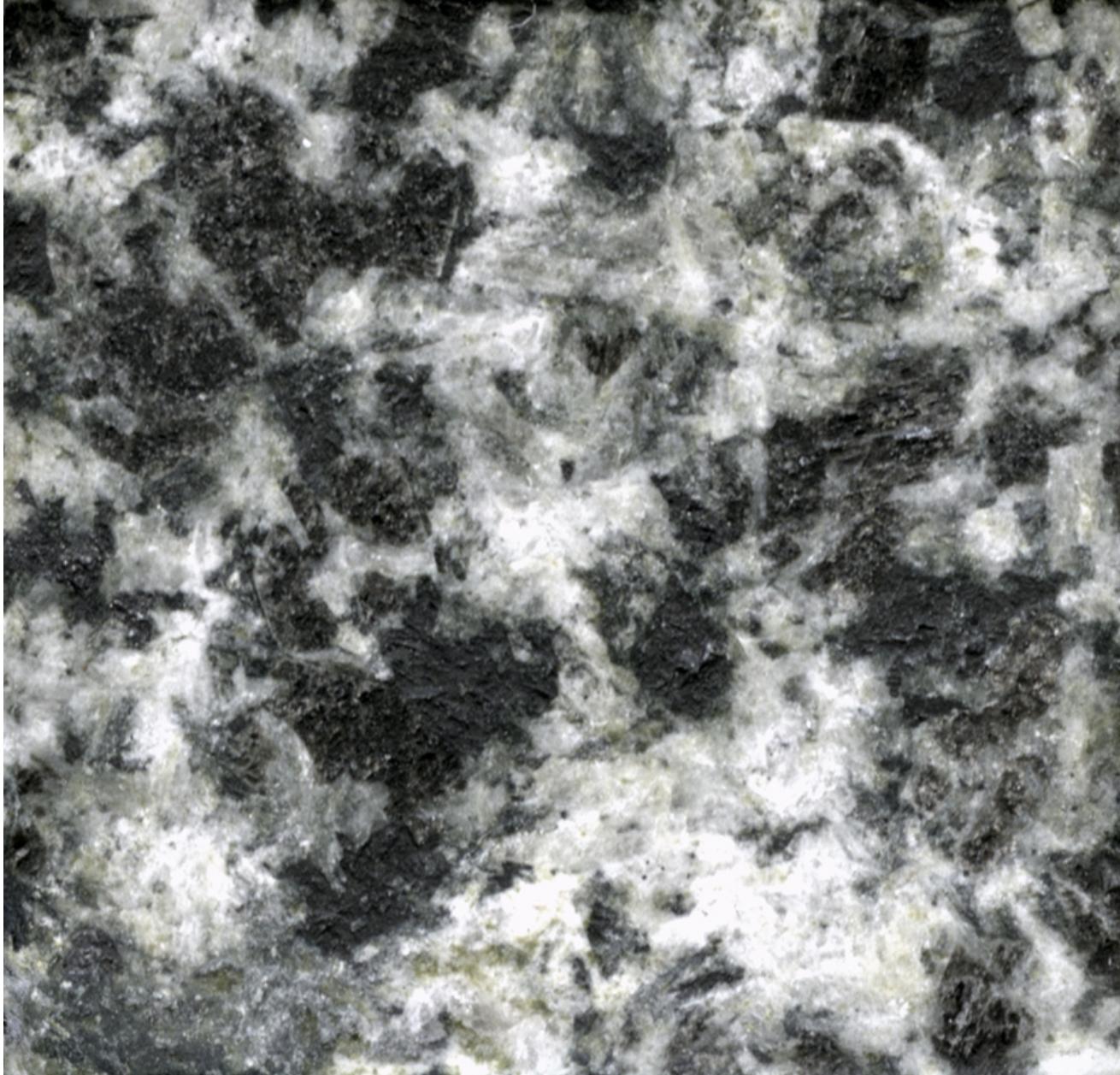
II) Magmatisme et zone de subduction

D) Le devenir du gabbro

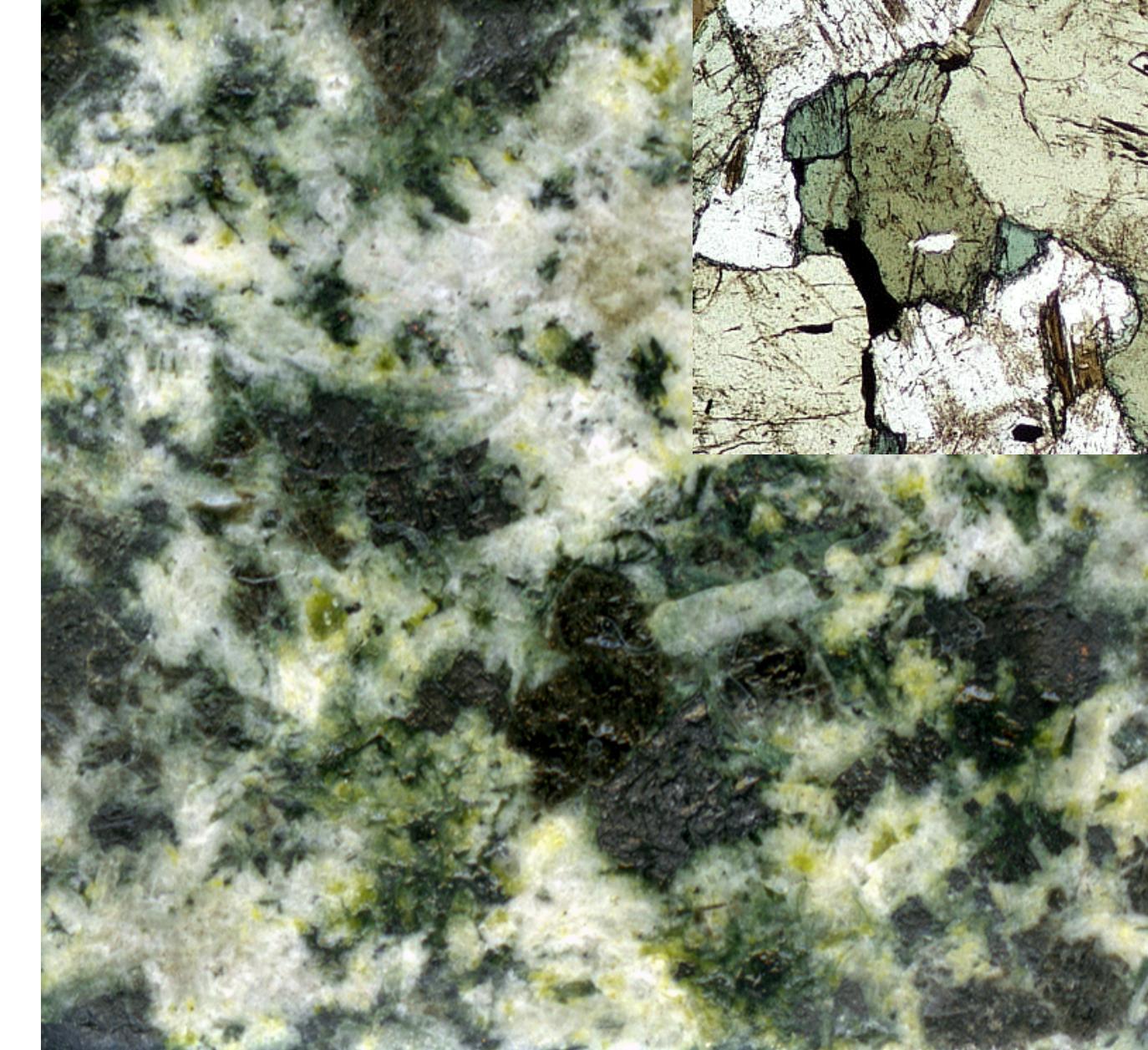


II) Magmatisme et zone de subduction

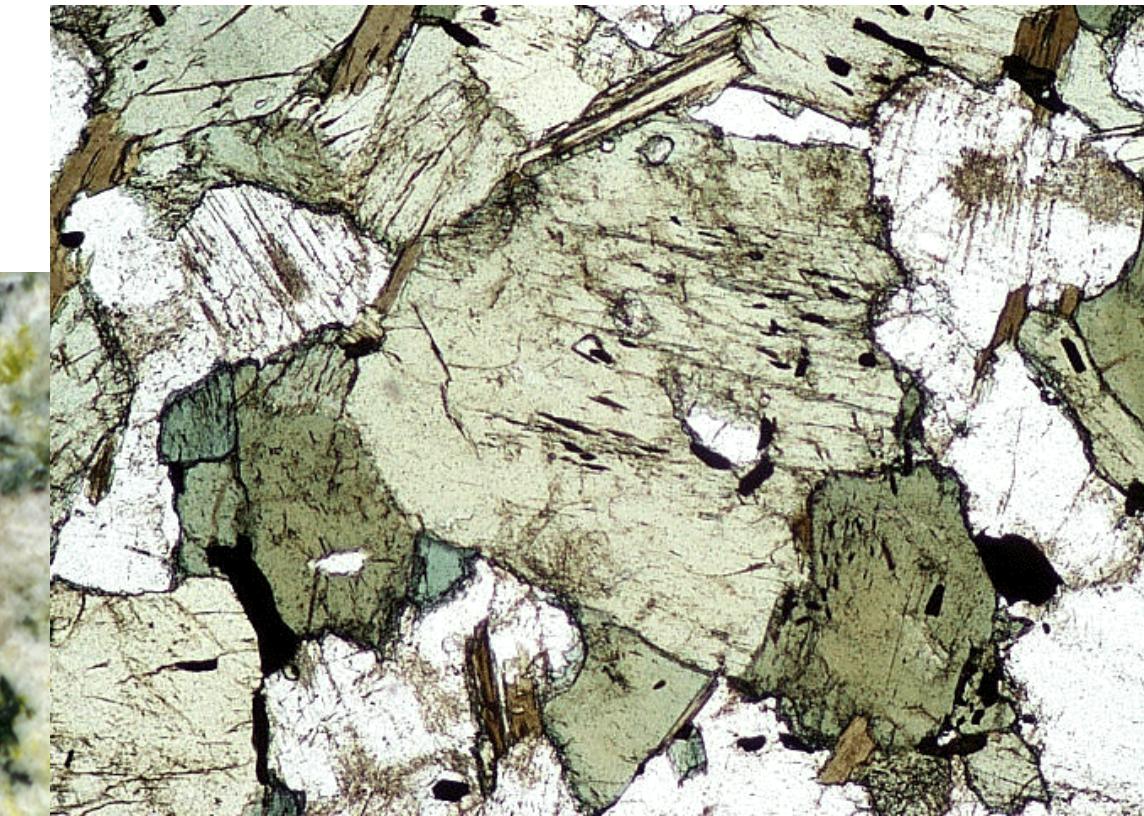
D) Le devenir du gabbro



Gabbro

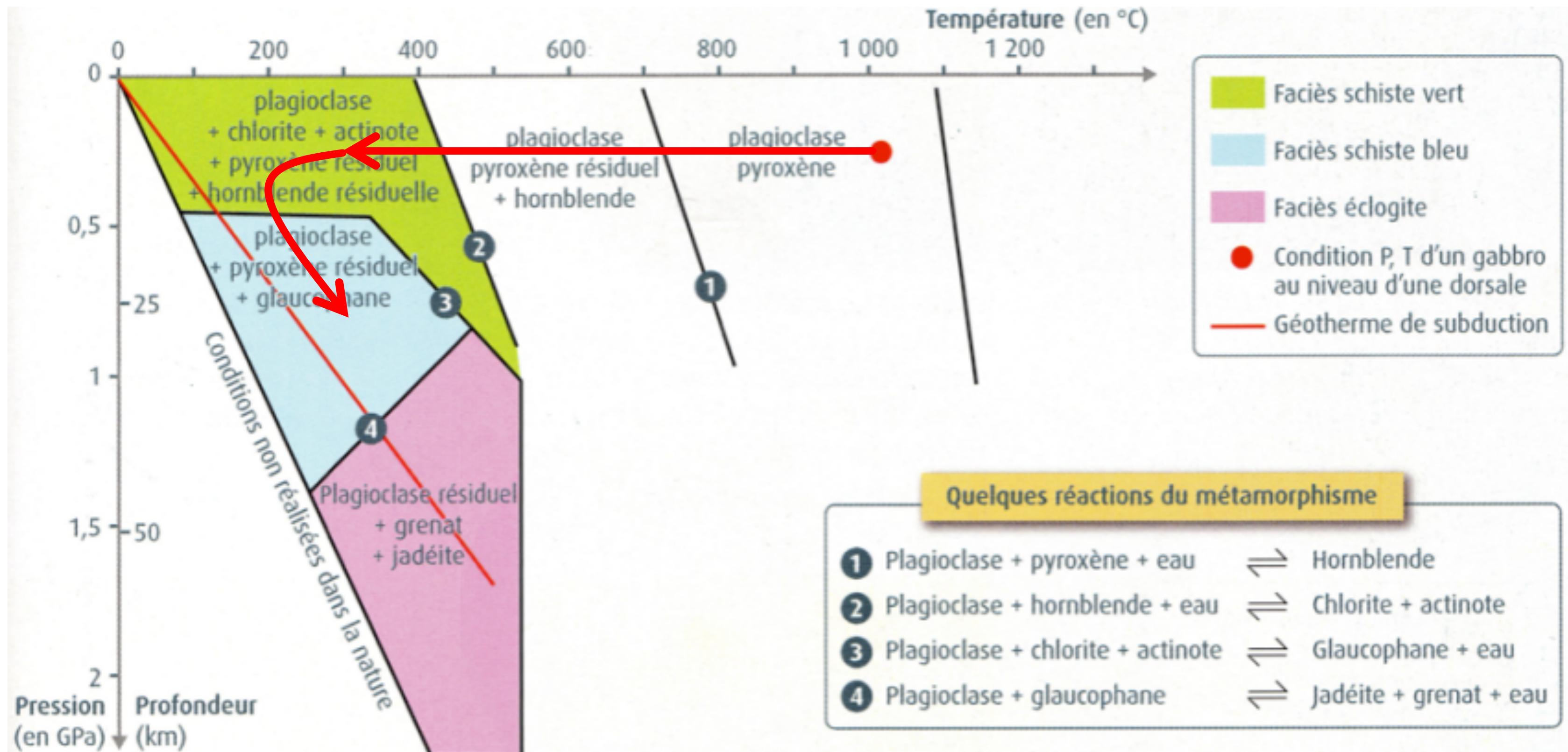


Métagabbro en faciès
schiste vert



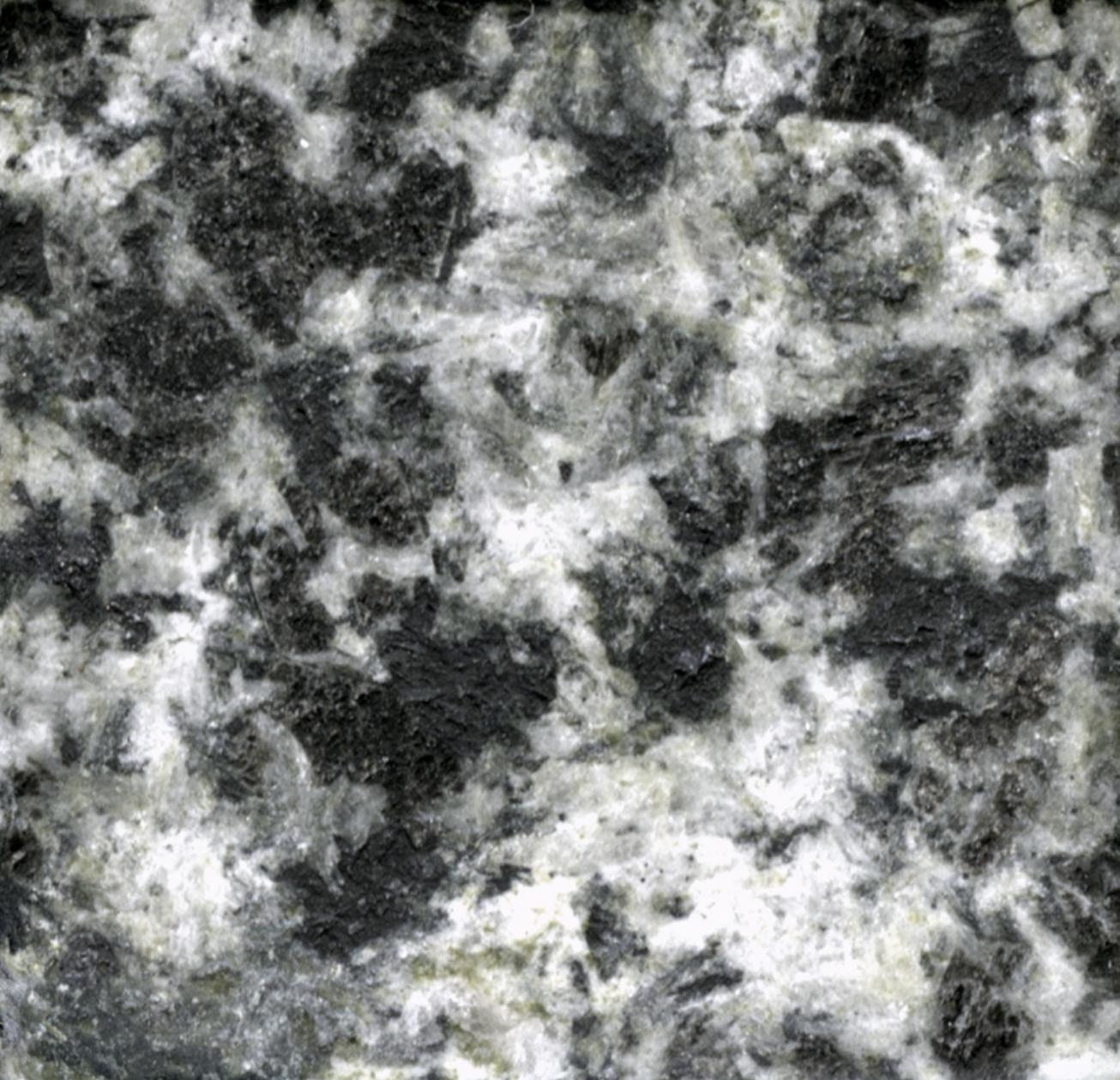
II) Magmatisme et zone de subduction

D) Le devenir du gabbro

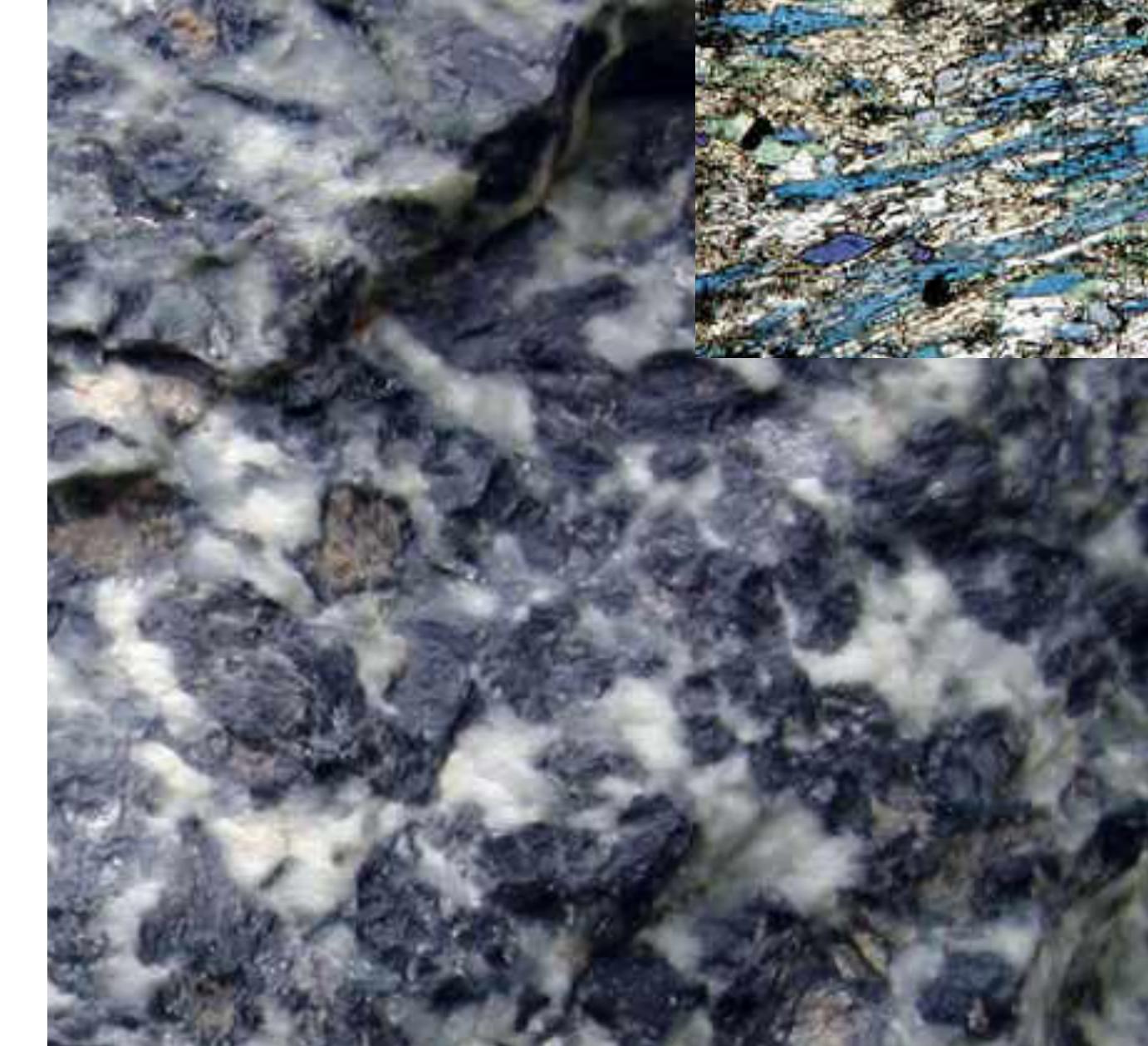


II) Magmatisme et zone de subduction

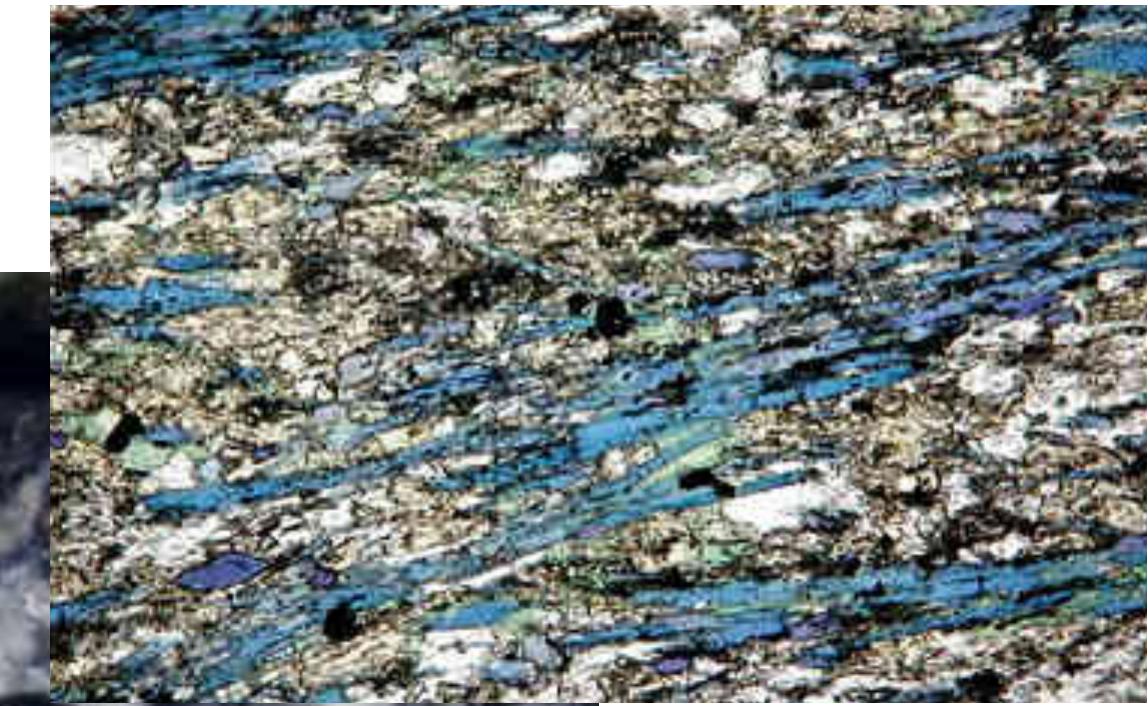
D) Le devenir du gabbro



Gabbro

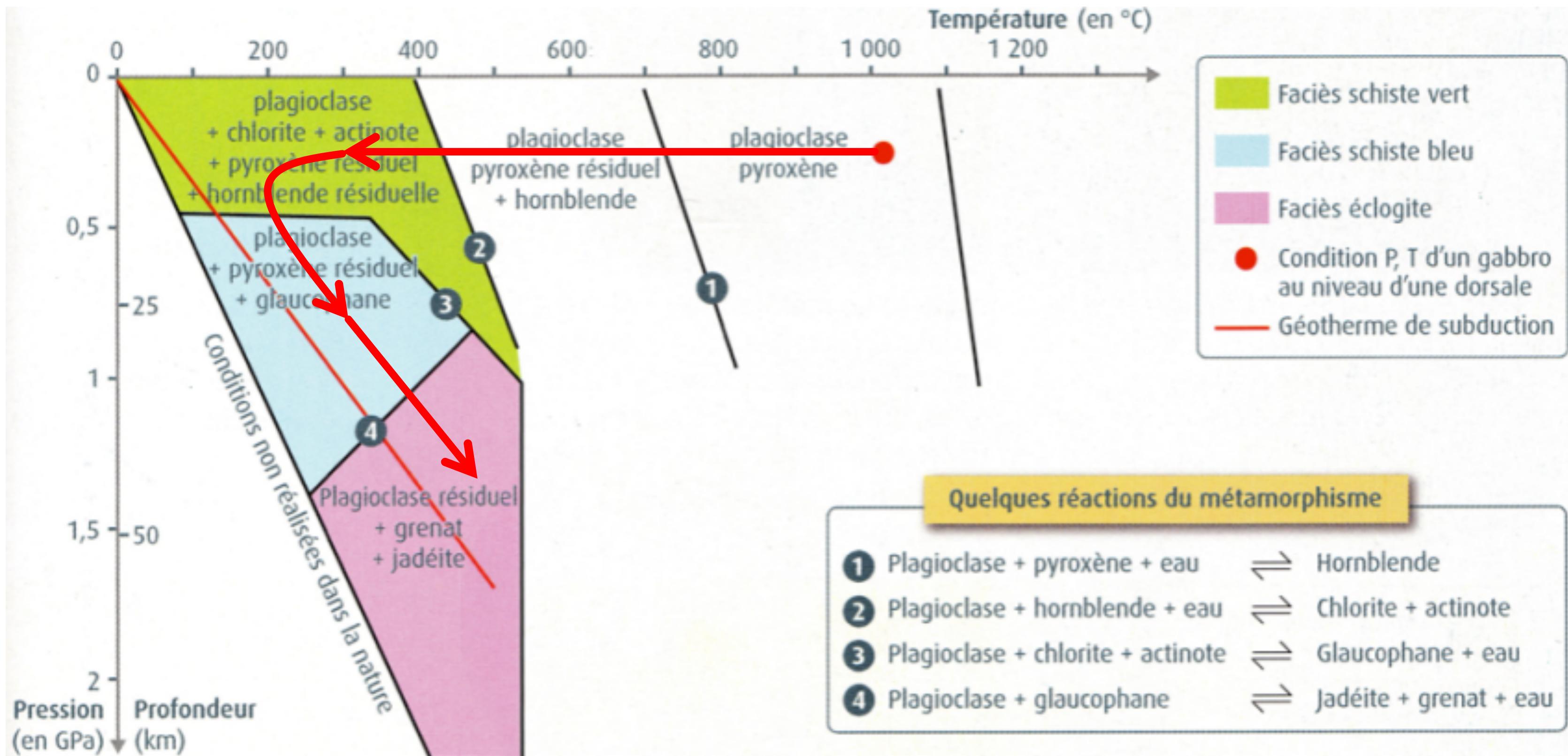


Métagabbro en faciès
schiste bleu



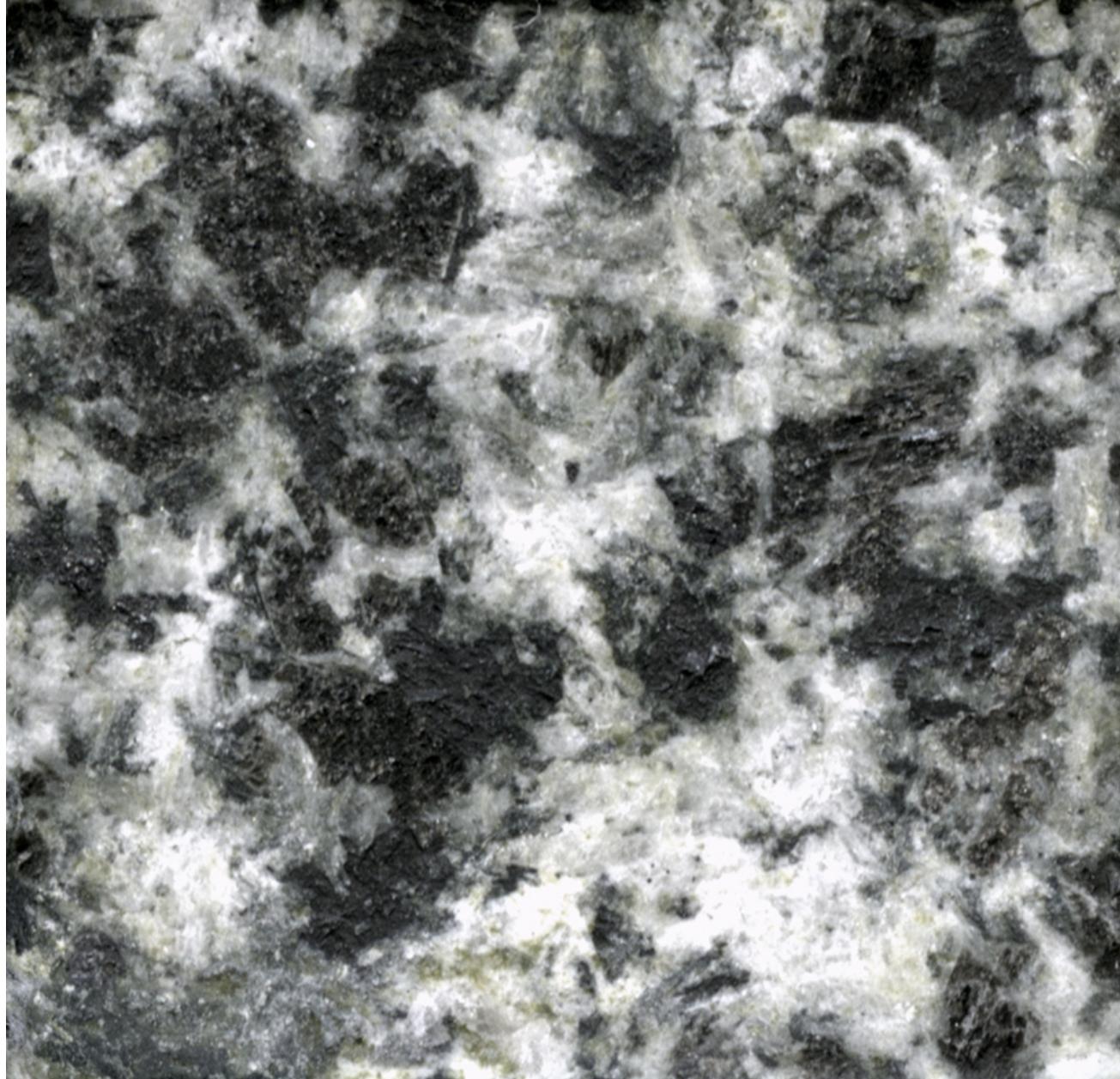
II) Magmatisme et zone de subduction

D) Le devenir du gabbro



II) Magmatisme et zone de subduction

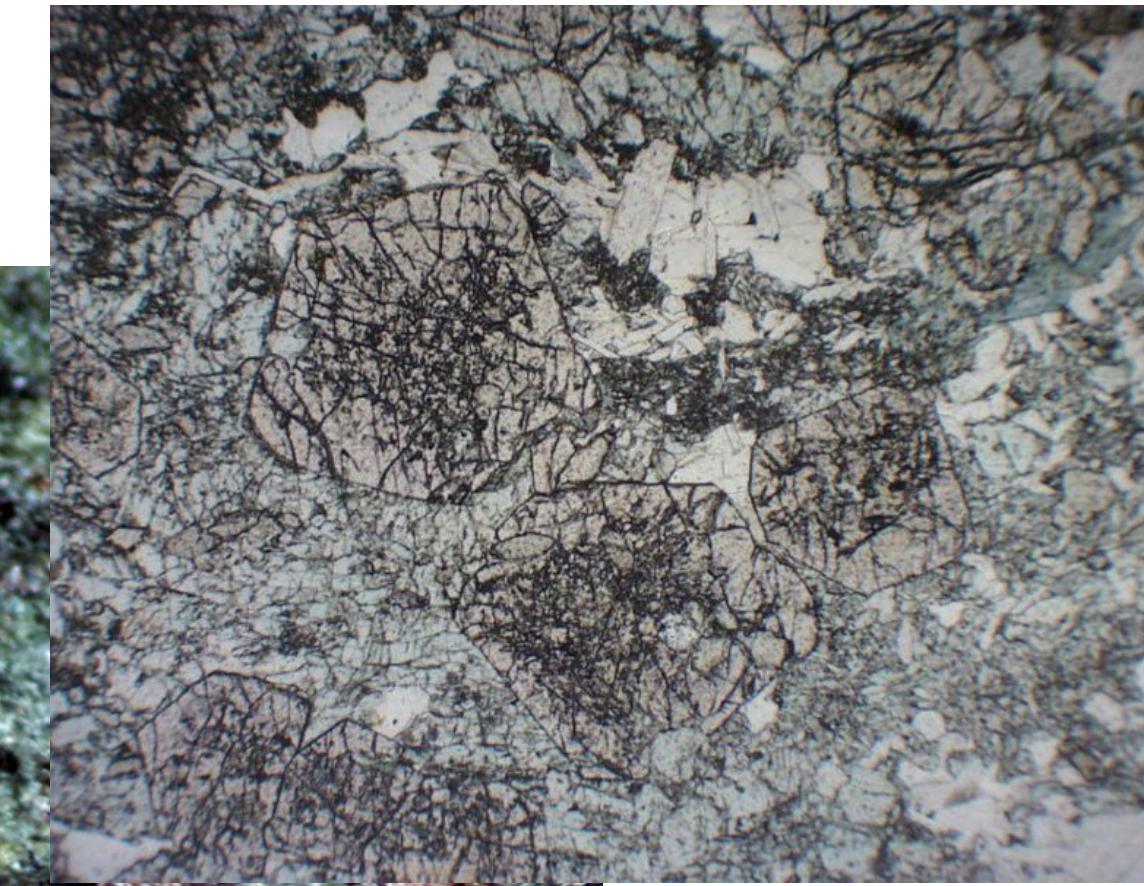
D) Le devenir du gabbro



Gabbro



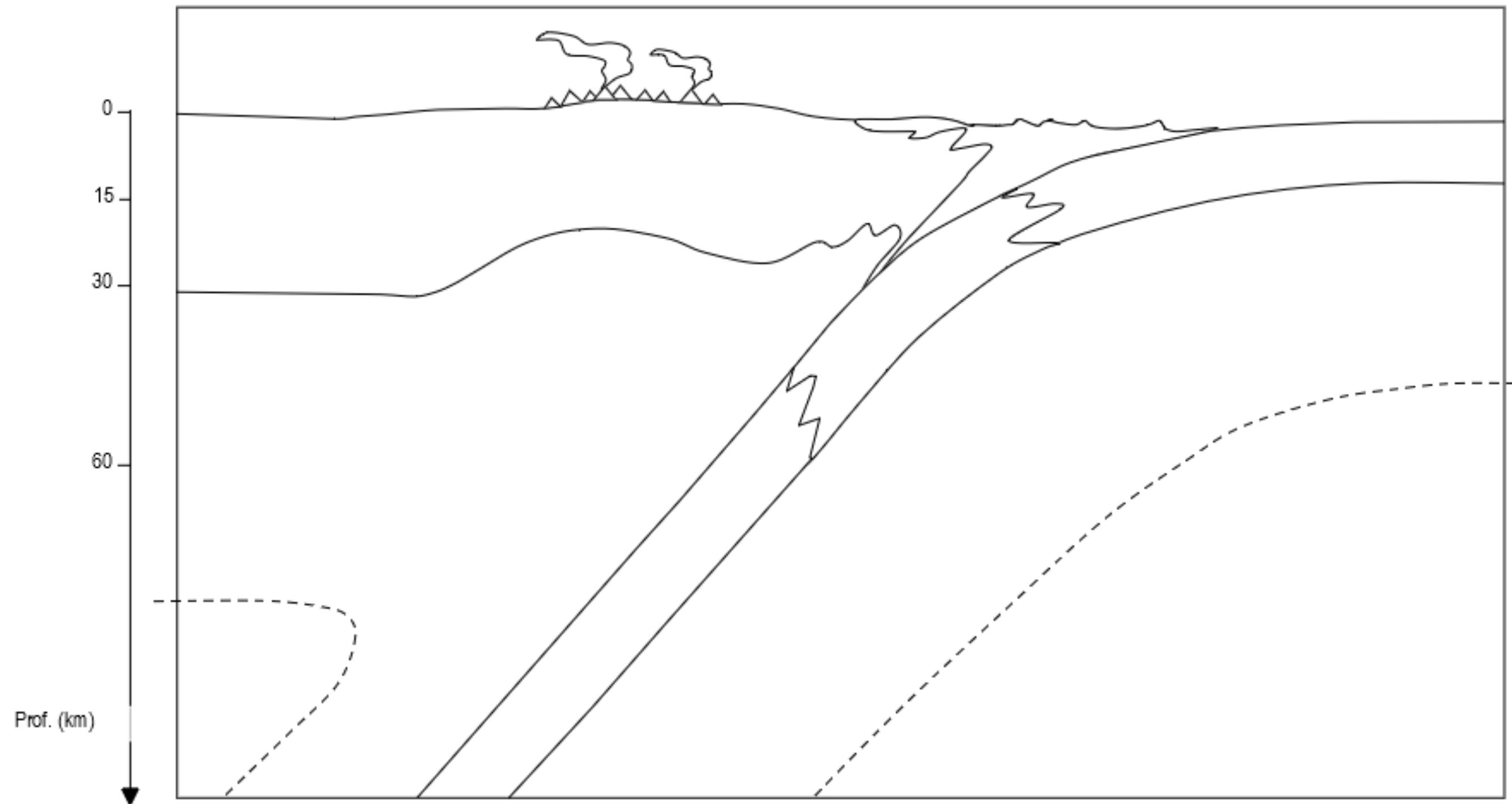
Métagabbro en faciès
éclogite



II) Magmatisme et zone de subduction

D) Le devenir du gabbro

Titre :



Légende :

Plan du cours

I) L'origine du mouvement divergent

- A) Une plongée de la lithosphère océanique
- B) Une augmentation de la densité de la lithosphère
- C) Le déclenchement de la subduction
- D) Le moteur de la tectonique des plaques

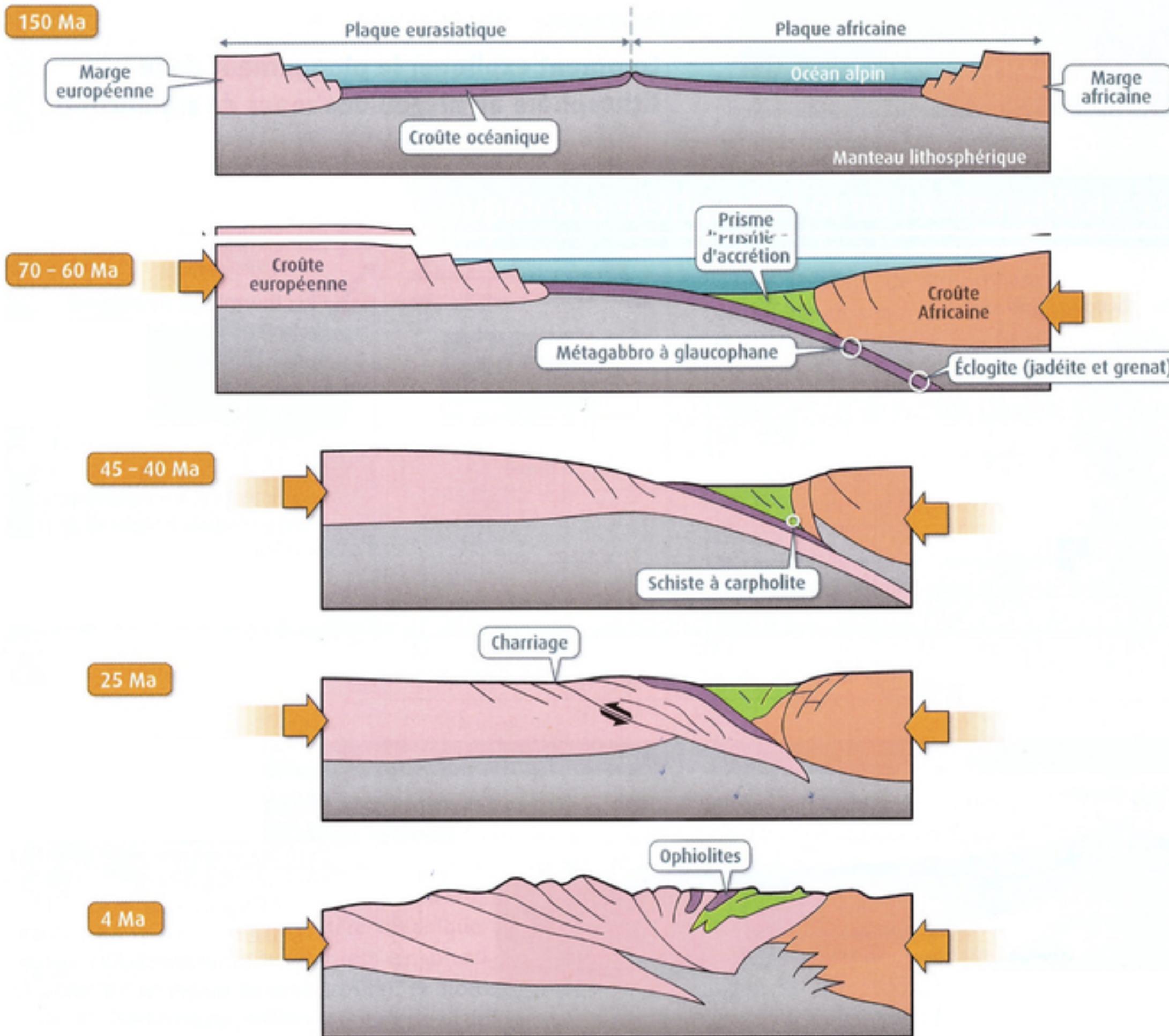
II) Magmatisme et zone de subduction

- A) Un volcanisme explosif en surface
- B) Un plutonisme intense en profondeur
- C) L'origine du magma
- D) Le devenir du gabbro

III) La collision continentale

- A) Indices topographiques
- B) Indices tectoniques

III) La collision continentale



Plan du cours

I) L'origine du mouvement divergent

- A) Une plongée de la lithosphère océanique
- B) Une augmentation de la densité de la lithosphère
- C) Le déclenchement de la subduction
- D) Le moteur de la tectonique des plaques

II) Magmatisme et zone de subduction

- A) Un volcanisme explosif en surface
- B) Un plutonisme intense en profondeur
- C) L'origine du magma
- D) Le devenir du gabbro

III) La collision continentale

- A) Indices topographiques
- B) Indices tectoniques

III) La collision continentale

A) Indices topographiques



Alpes
Mont Blanc
4 808 m



Himalaya
Mont Everest
8 848 m

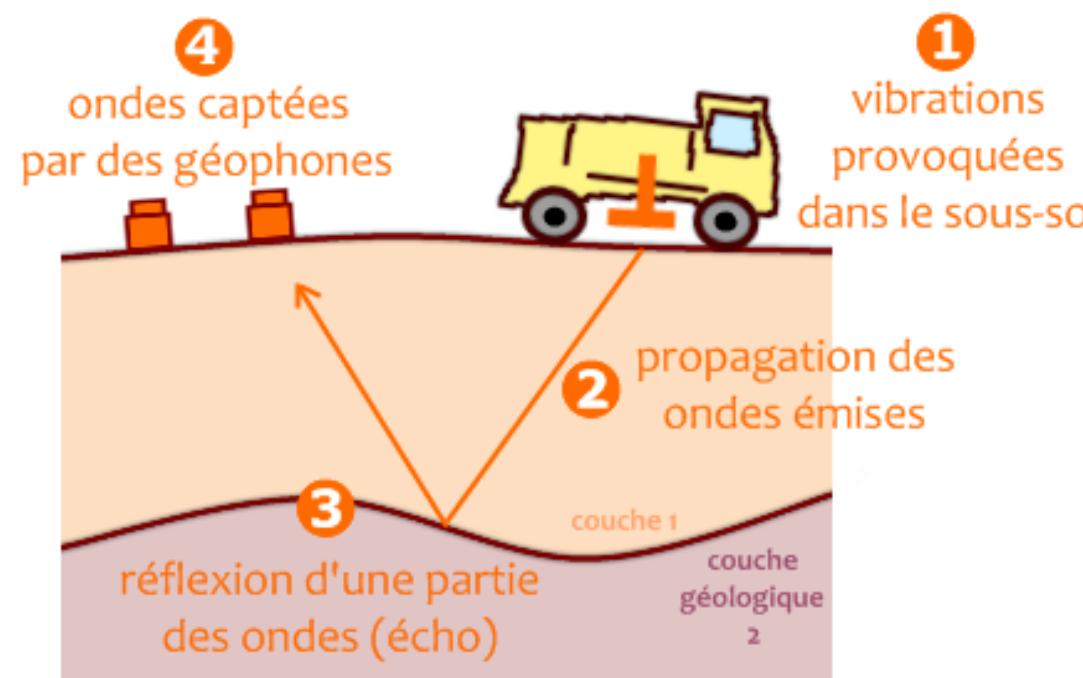
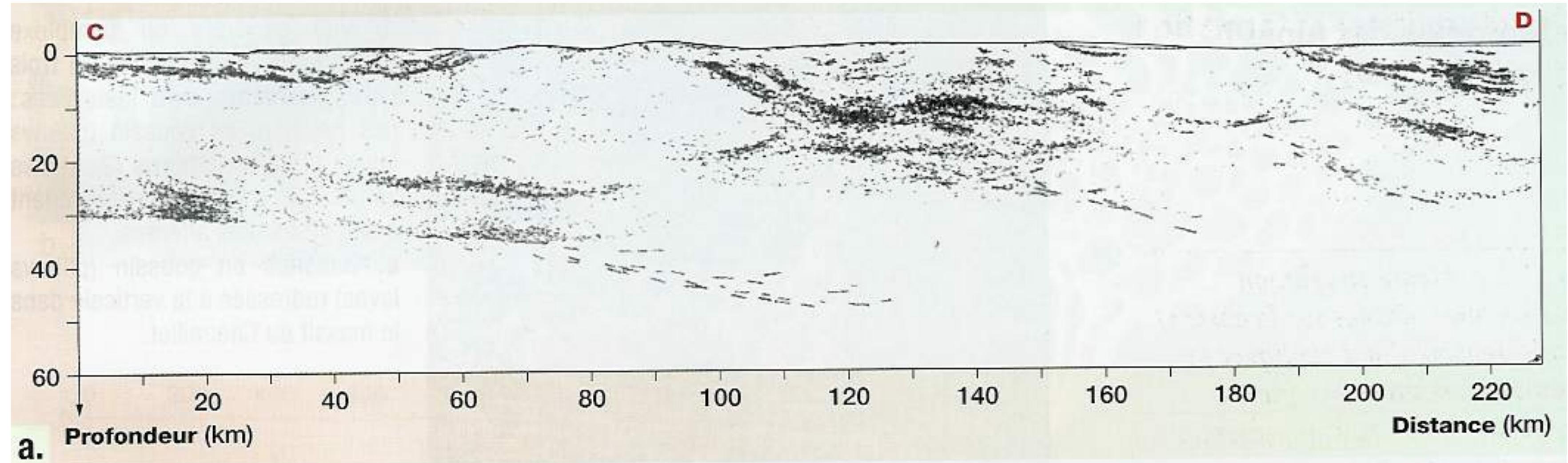


Massif Armorican
Monts d'Arrée
385 m

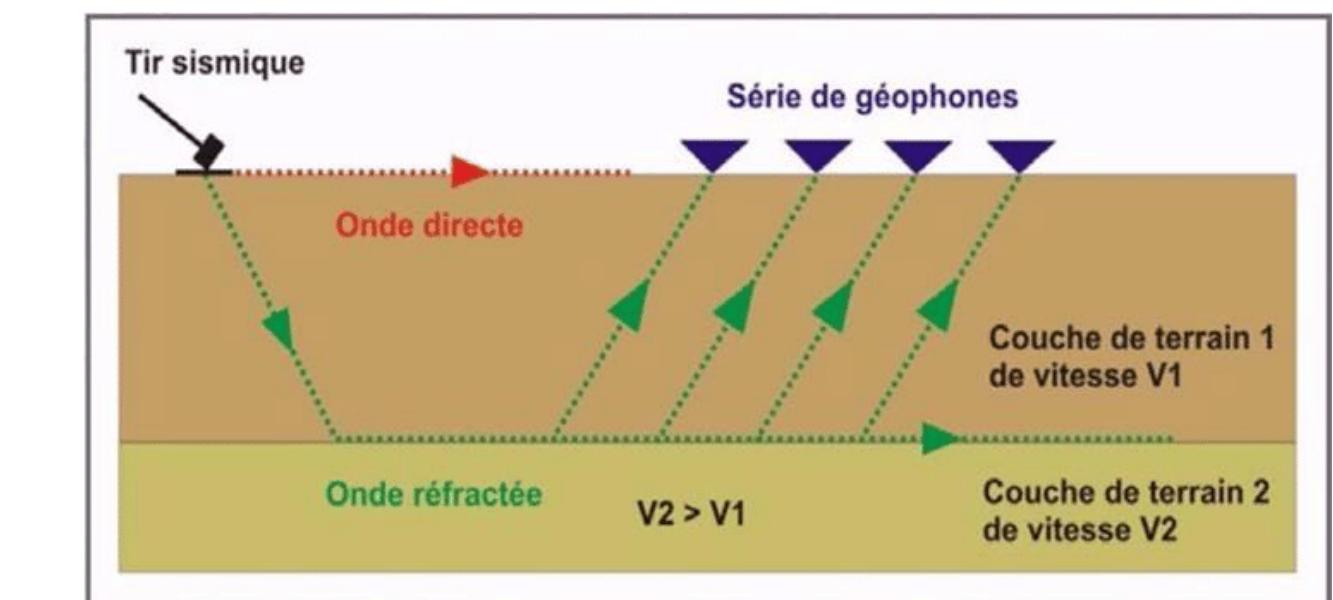
III) La collision continentale

A) Indices topographiques

Profil ECORS (Etude des Continents et des Océans par Réflexion Sismique) des Alpes



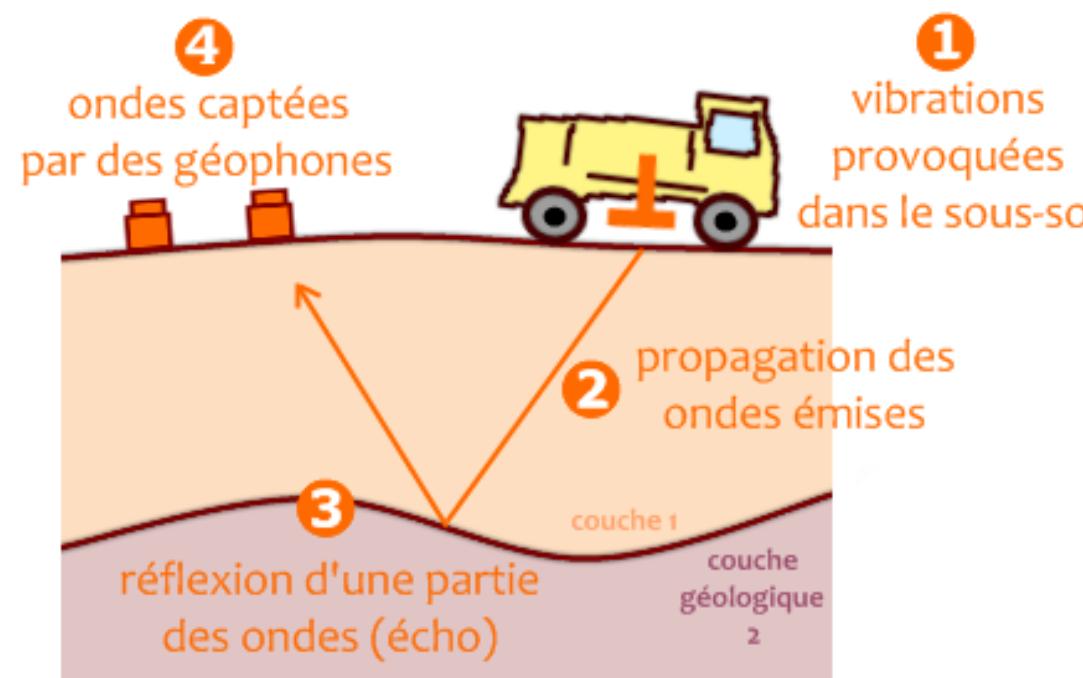
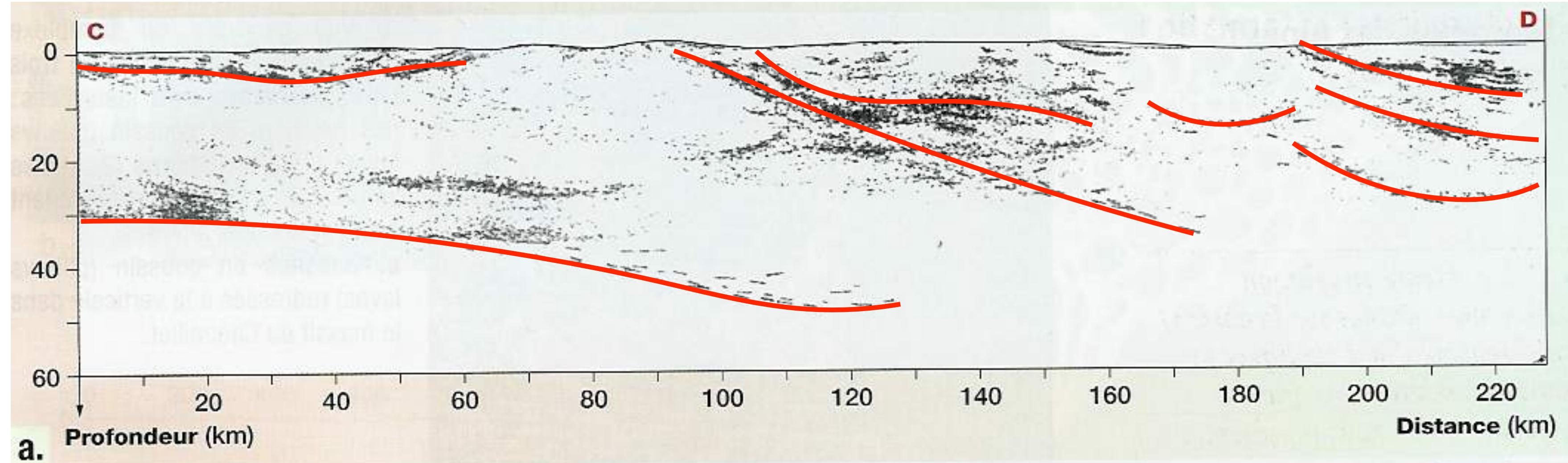
Technique de sismique réflexion (gauche) et sismique réfraction (droite) pour établir un profil ECORS



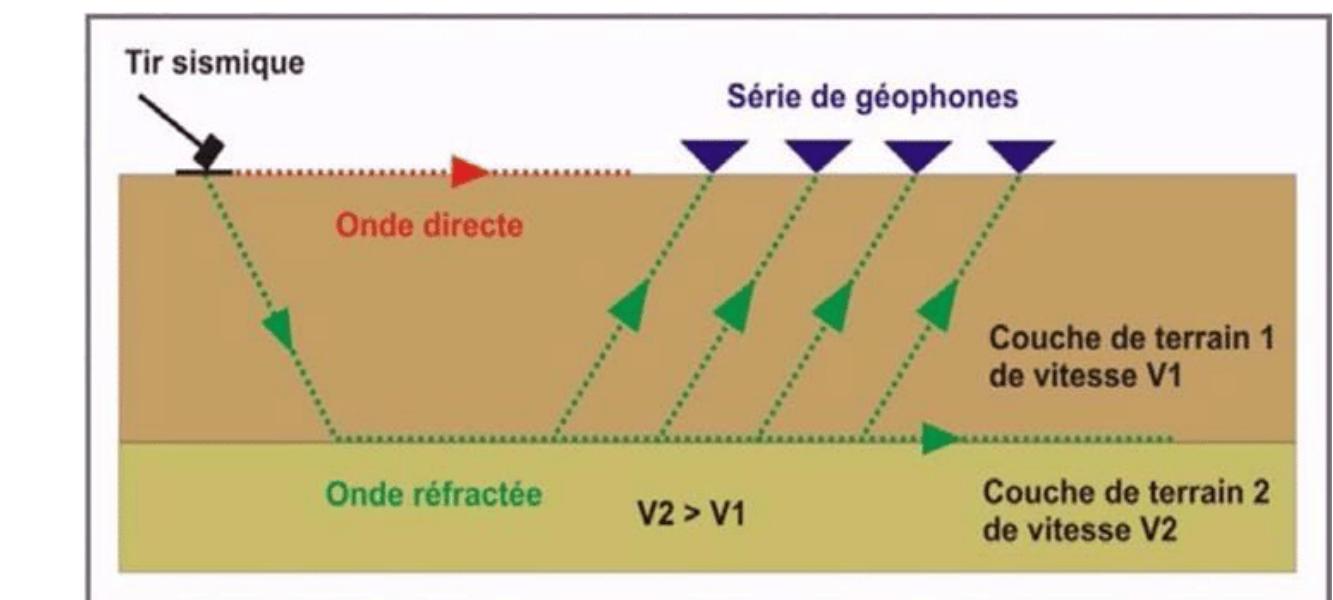
III) La collision continentale

A) Indices topographiques

Profil ECORS (Etude des Continents et des Océans par Réflexion Sismique) des Alpes

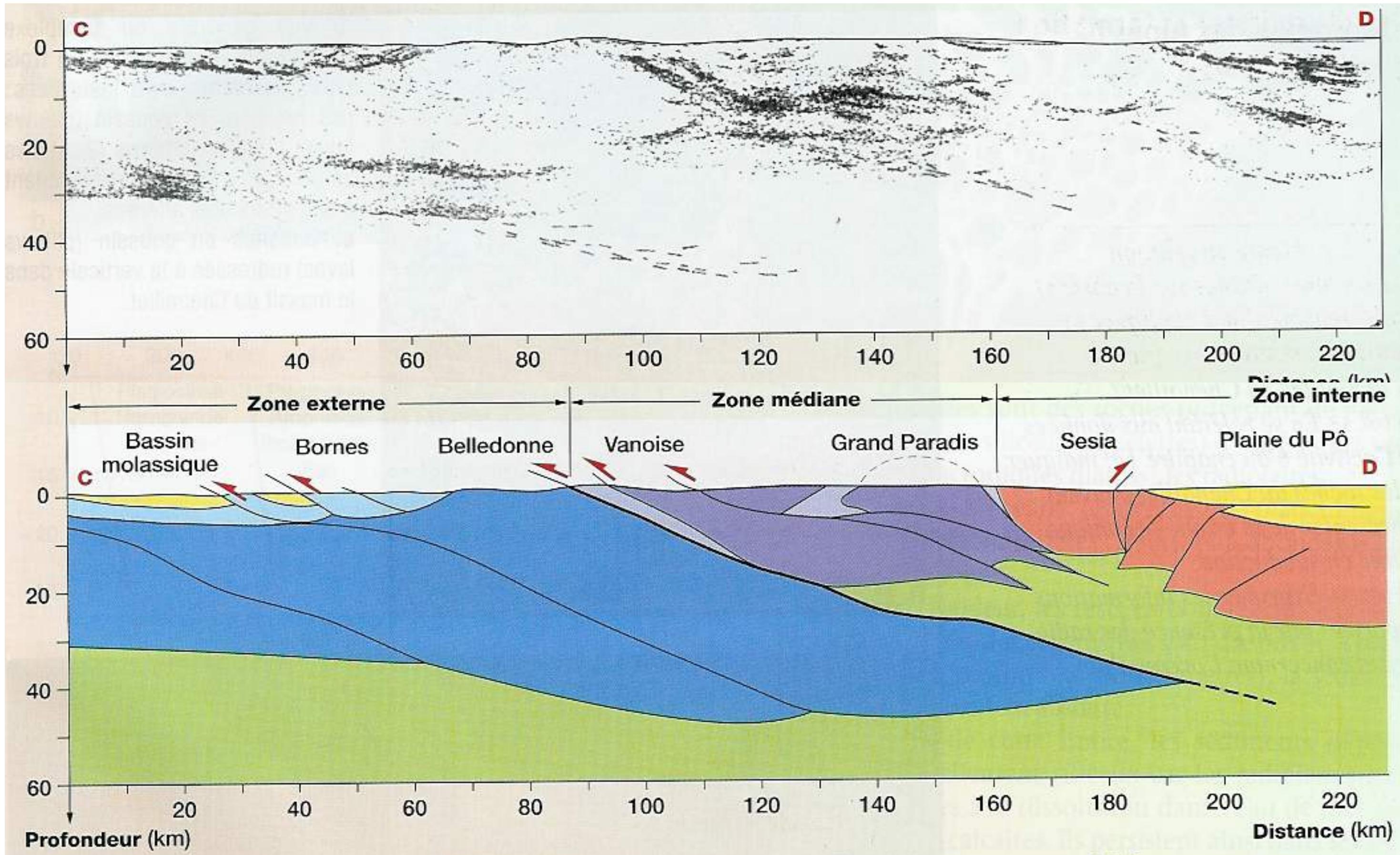
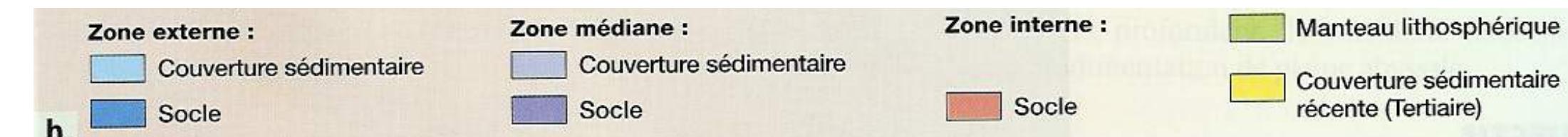


Technique de sismique
réflexion (gauche) et sismique
réfraction (droite) pour établir
un profil ECORS



III) La collision continentale

A) Indices topographiques



Profil ECORS
(Etude des
Continents et
des Océans
par Réflexion
Sismique) des
Alpes

Plan du cours

I) L'origine du mouvement divergent

- A) Une plongée de la lithosphère océanique
- B) Une augmentation de la densité de la lithosphère
- C) Le déclenchement de la subduction
- D) Le moteur de la tectonique des plaques

II) Magmatisme et zone de subduction

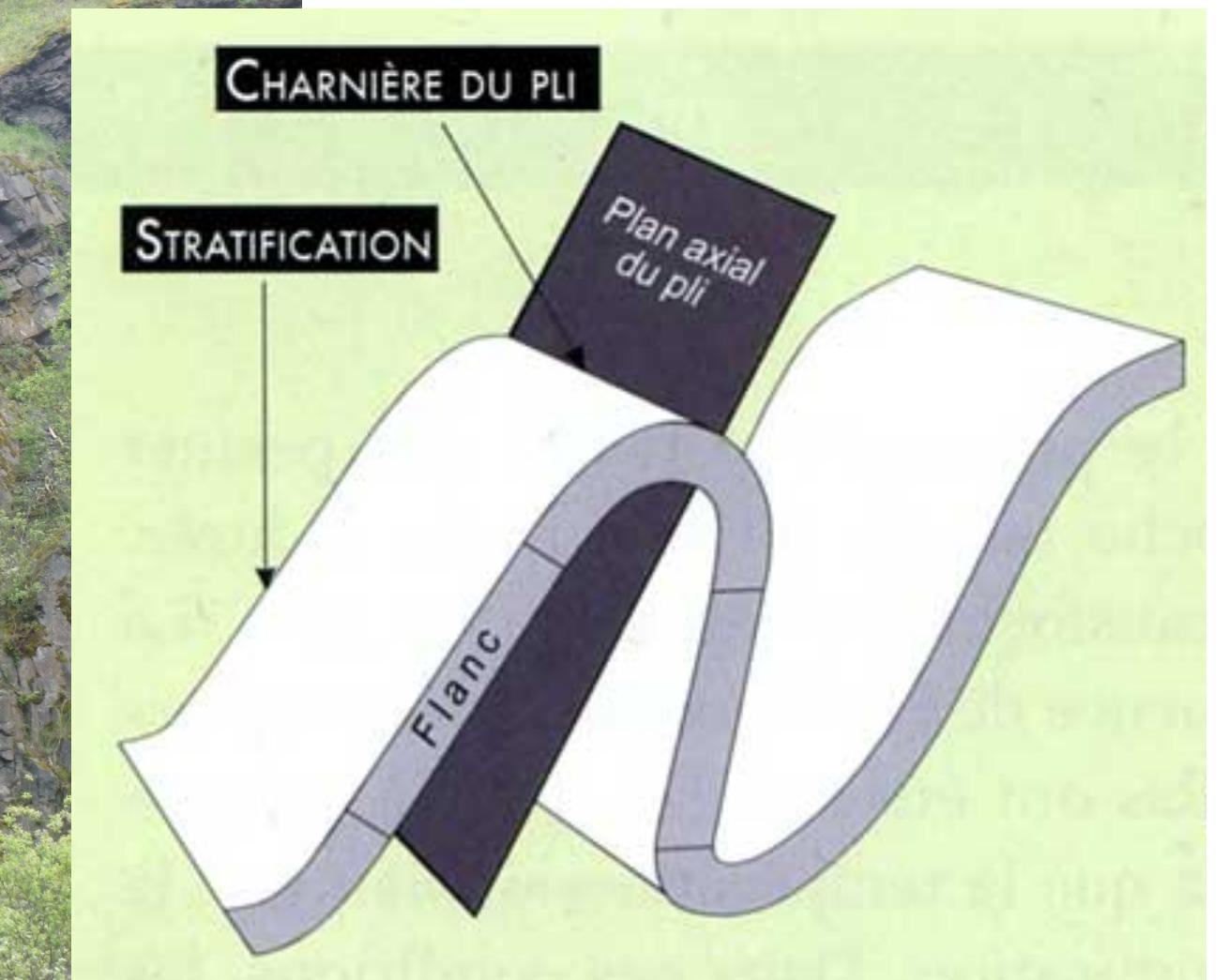
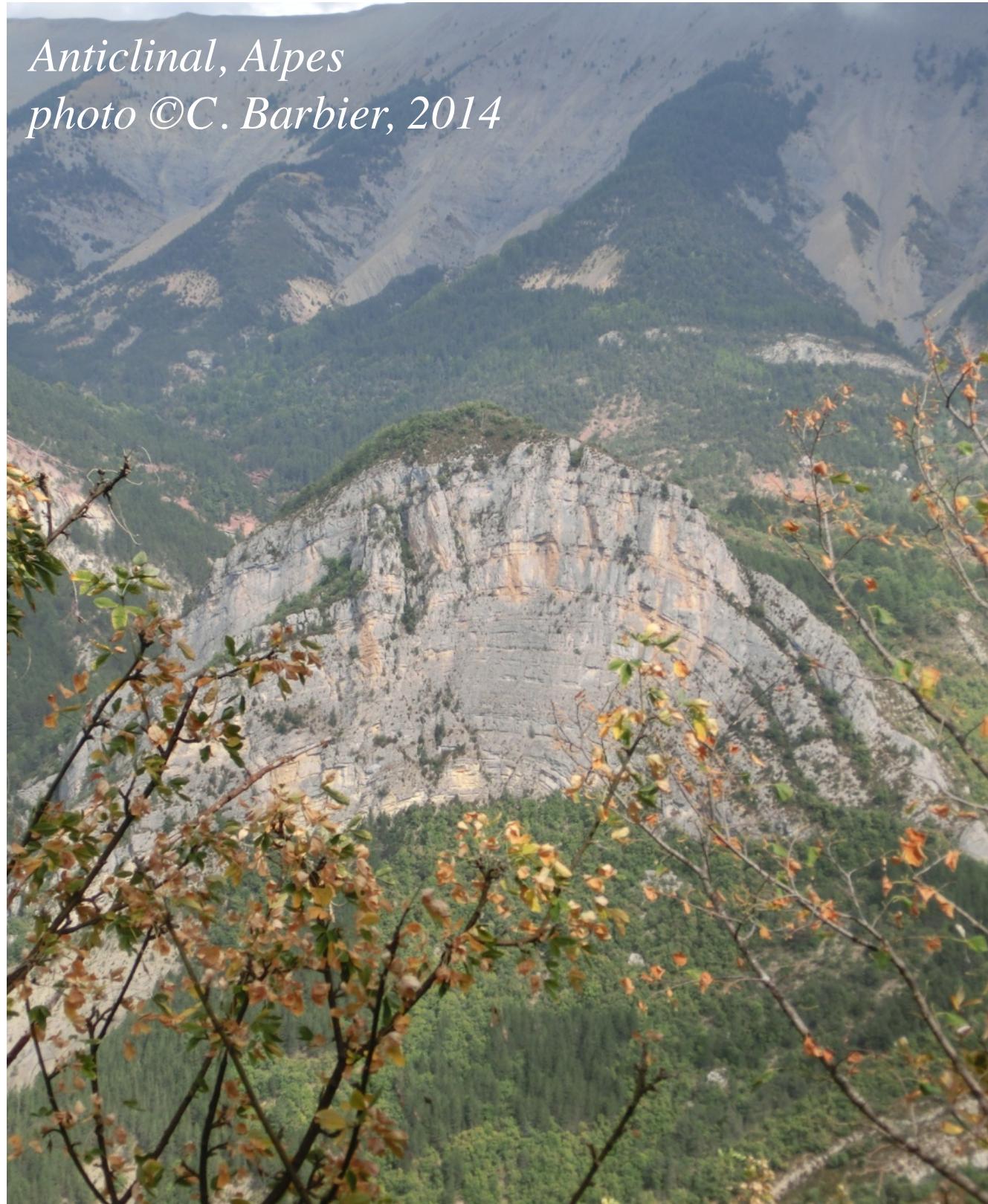
- A) Un volcanisme explosif en surface
- B) Un plutonisme intense en profondeur
- C) L'origine du magma
- D) Le devenir du gabbro

III) La collision continentale

- A) Indices topographiques
- B) Indices tectoniques

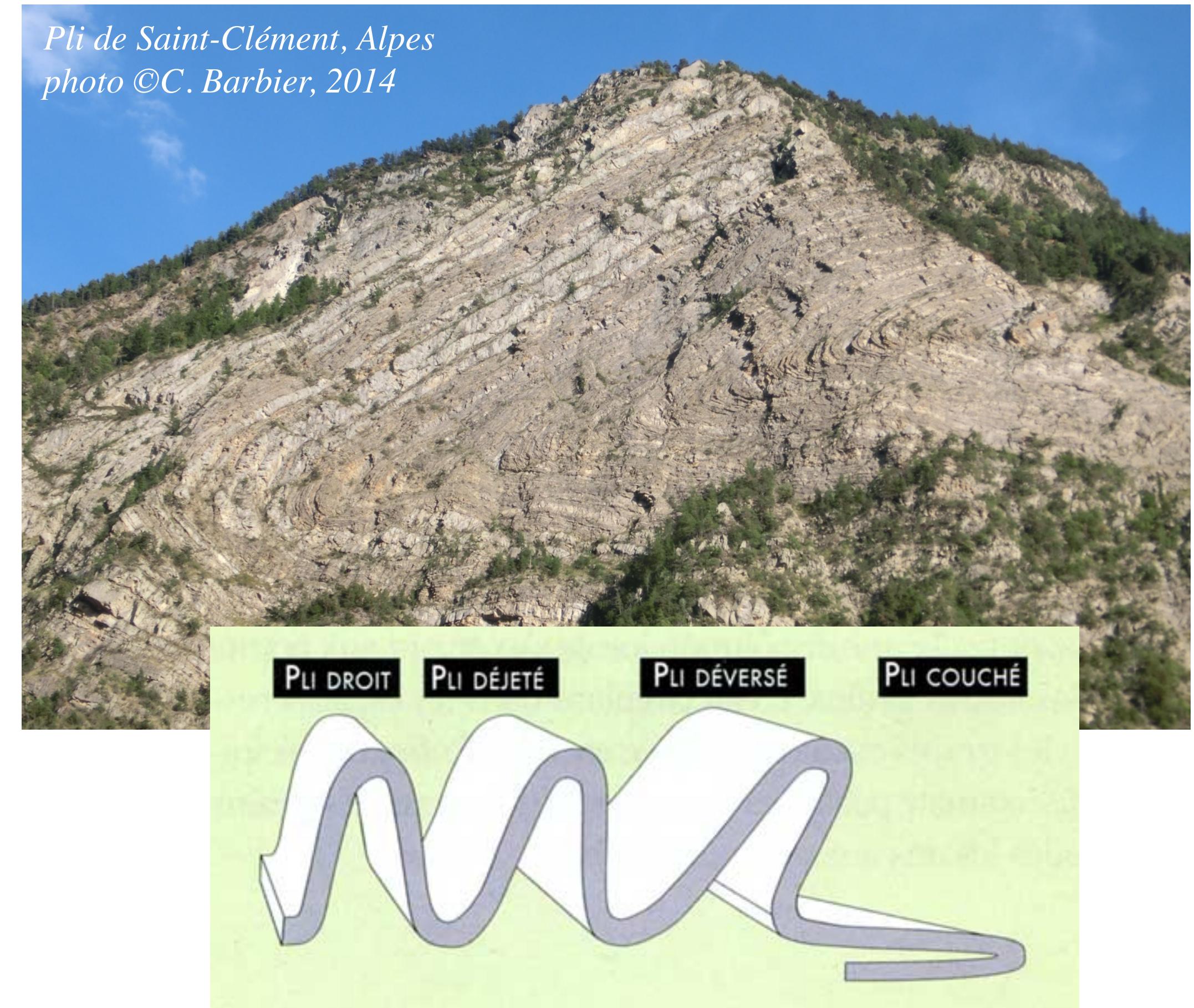
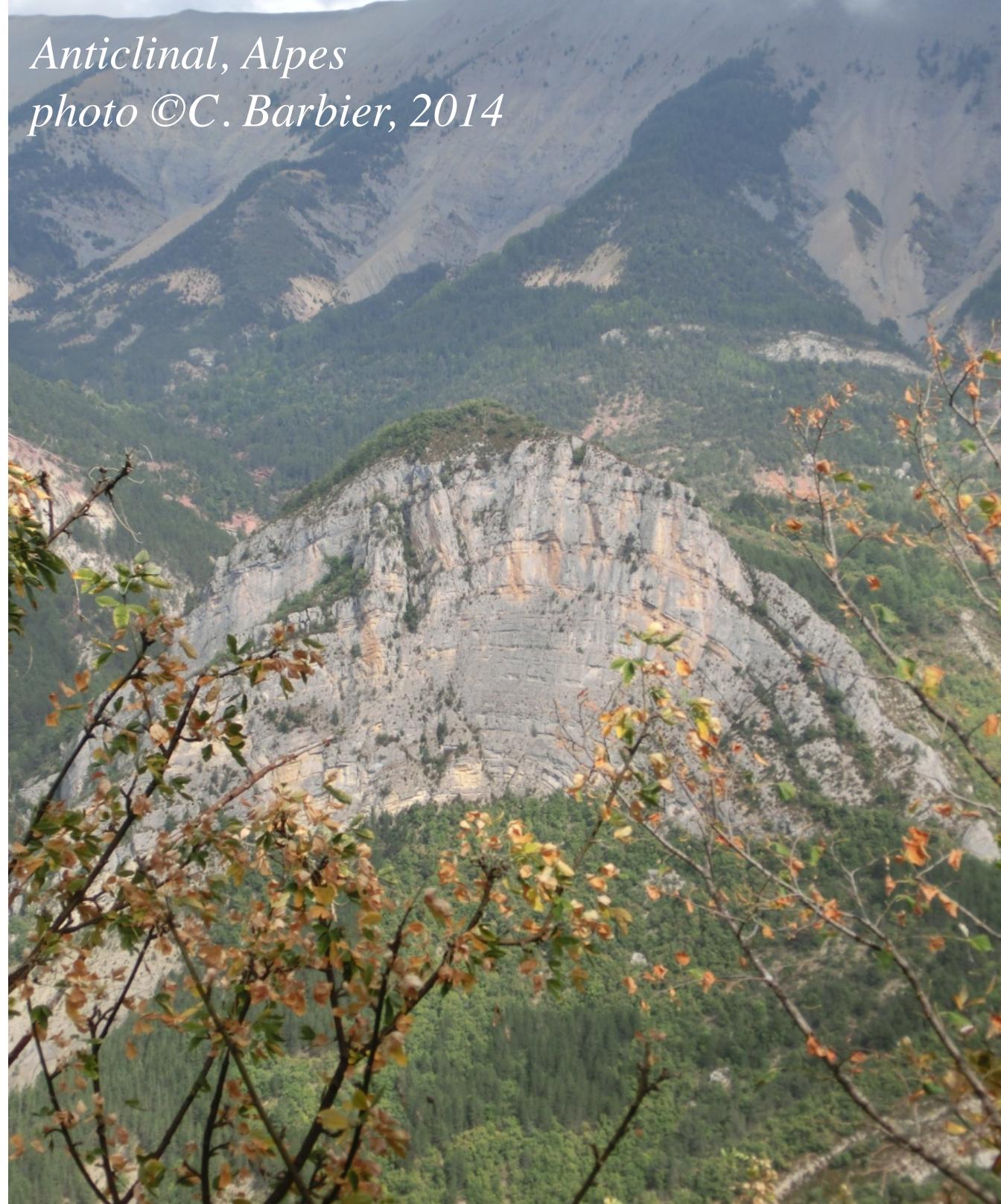
III) La collision continentale

B) Indices tectoniques



III) La collision continentale

B) Indices tectoniques



III) La collision continentale

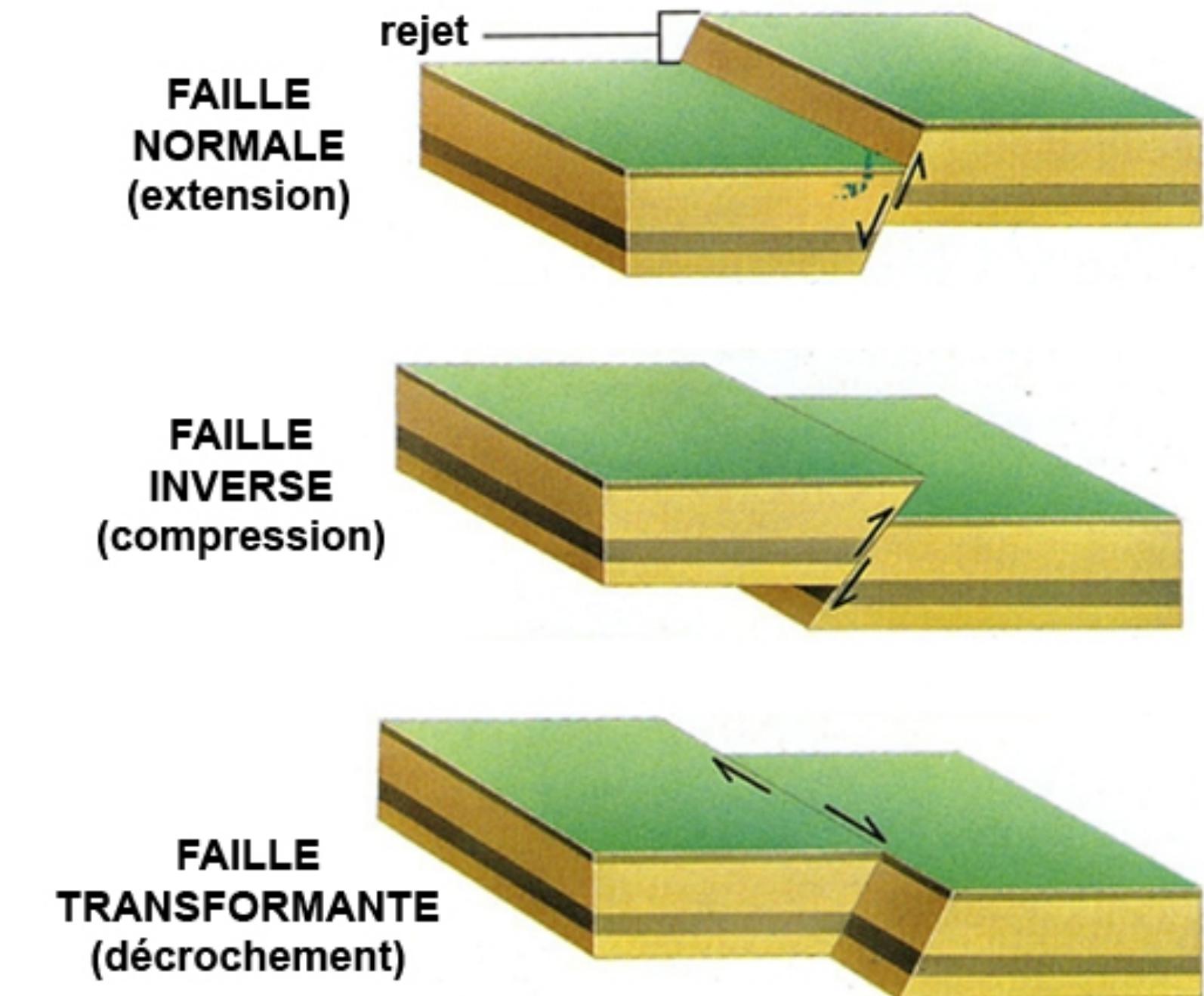
B) Indices tectoniques



*Le Vélodrome d'Esclangon, Alpes
photo ©C. Barbier, 2014*

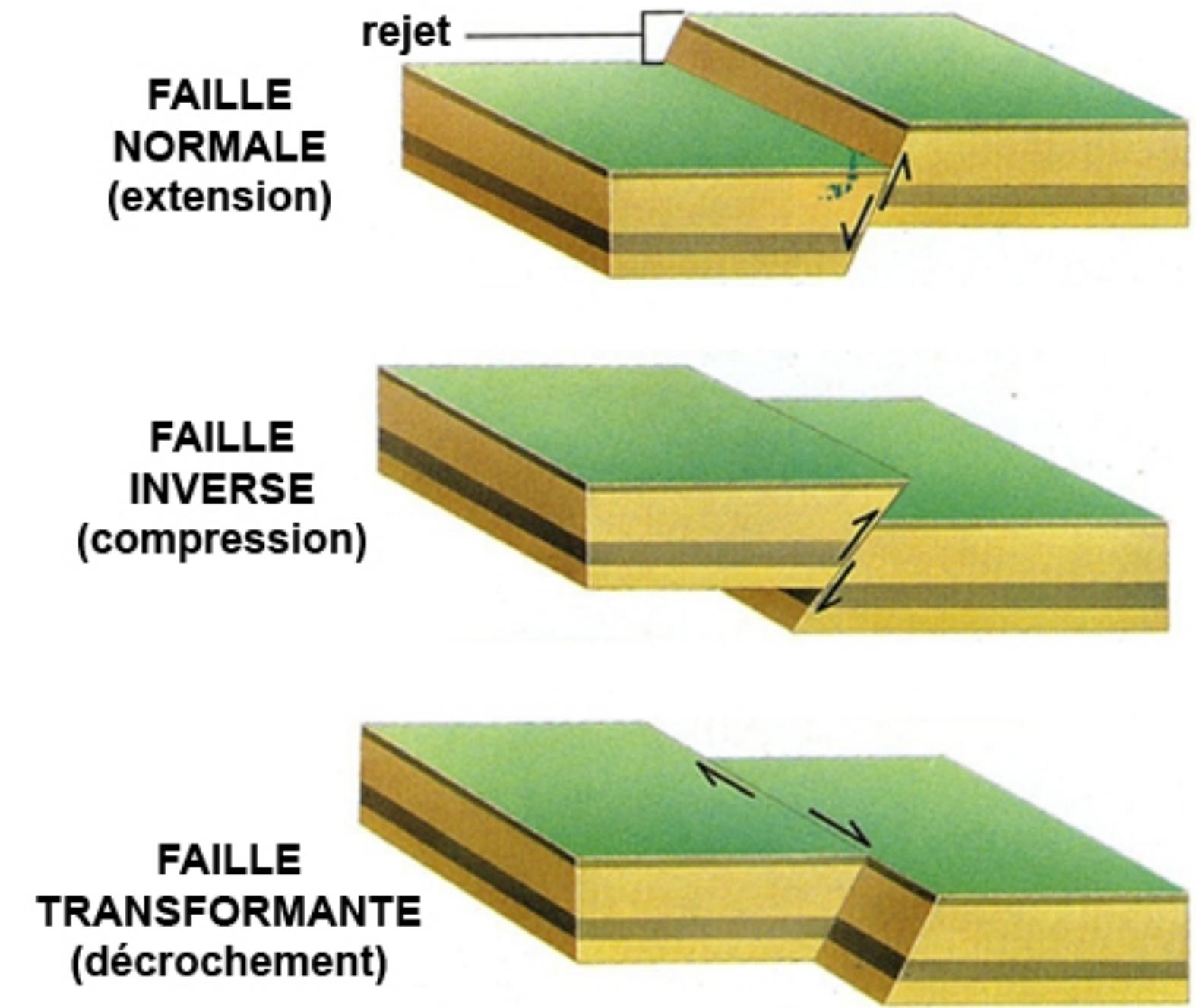
III) La collision continentale

B) Indices tectoniques



III) La collision continentale

B) Indices tectoniques



III) La collision continentale

B) Indices tectoniques



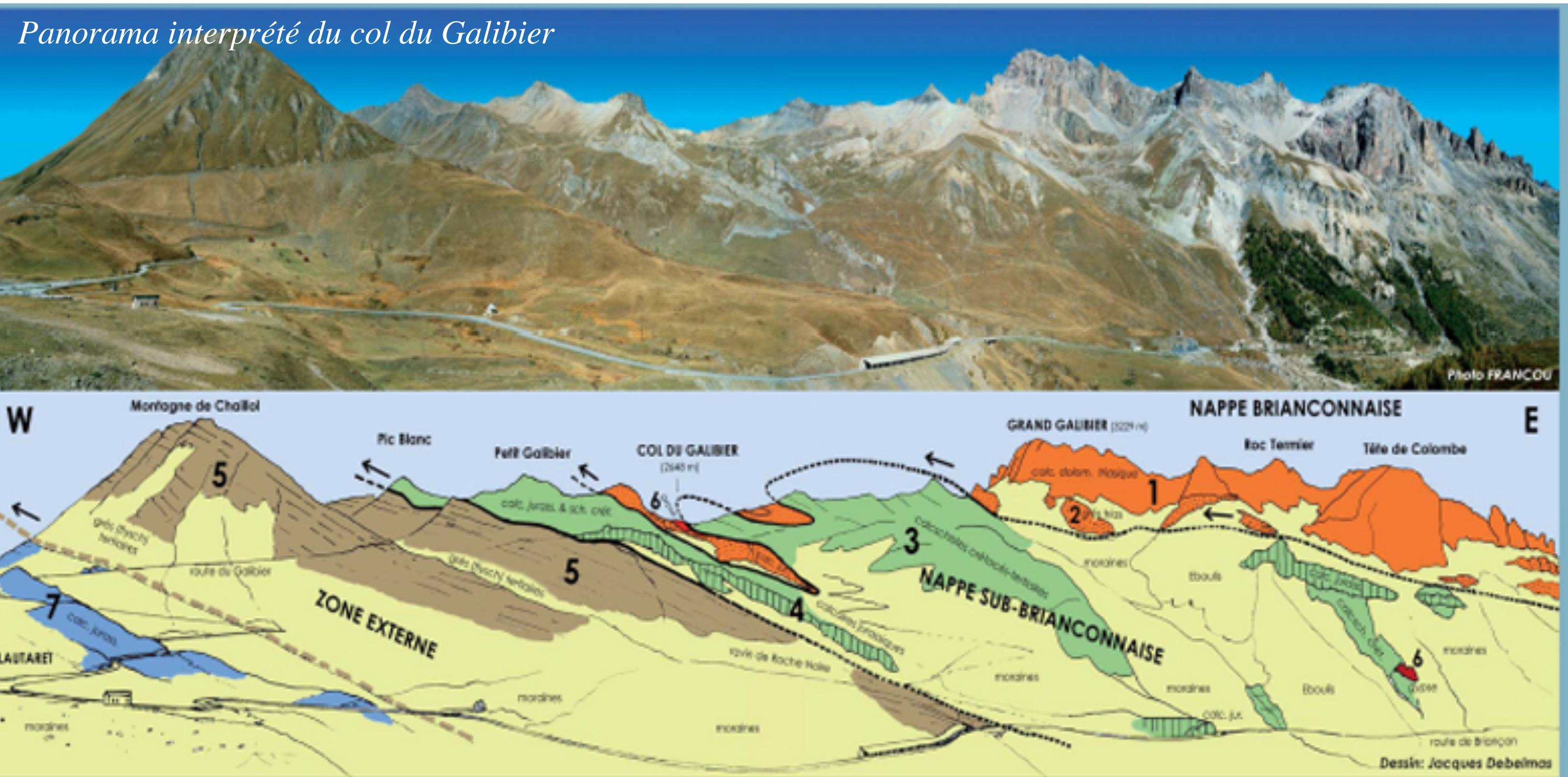
III) La collision continentale

B) Indices tectoniques



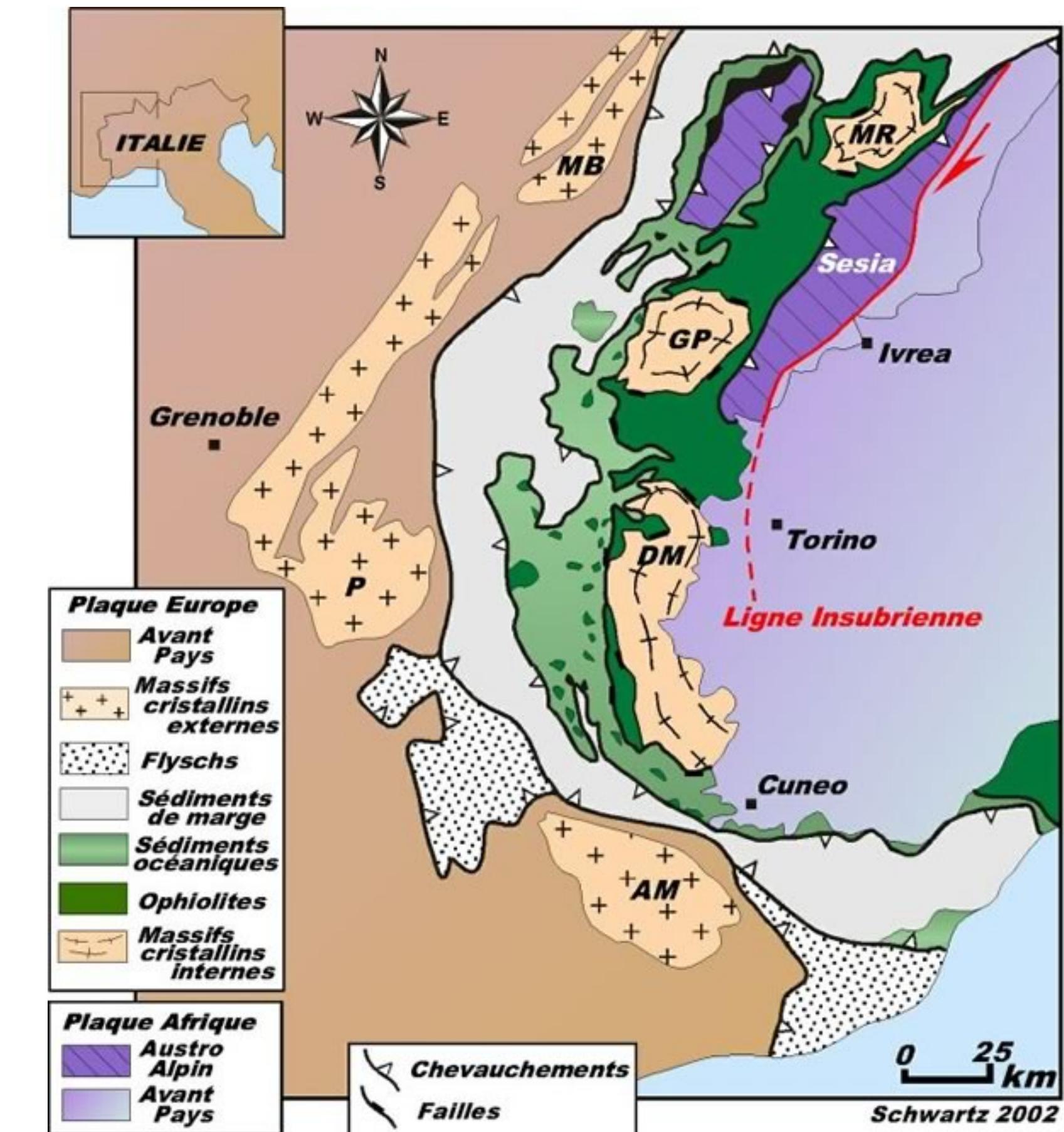
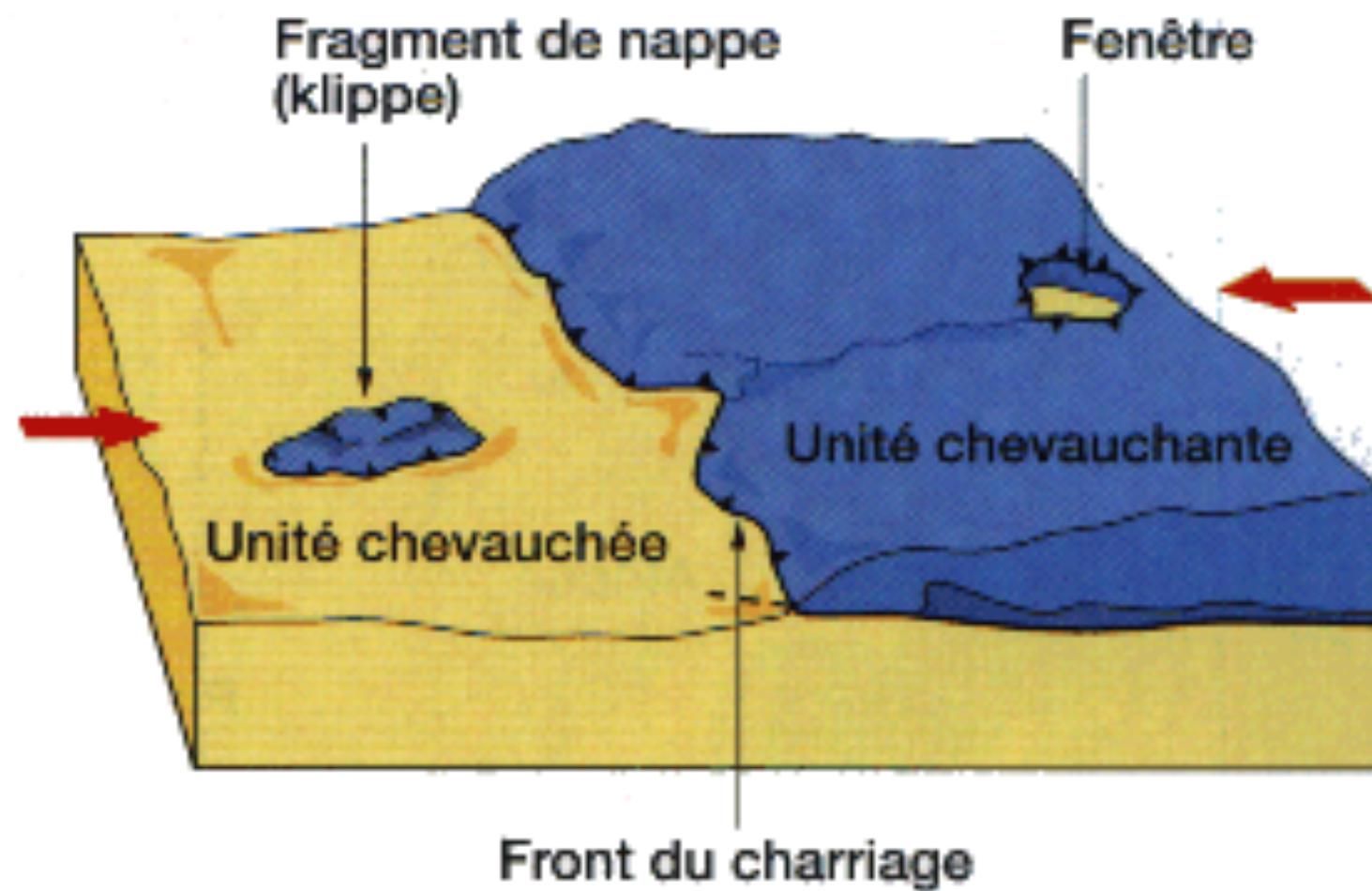
III) La collision continentale

B) Indices tectoniques



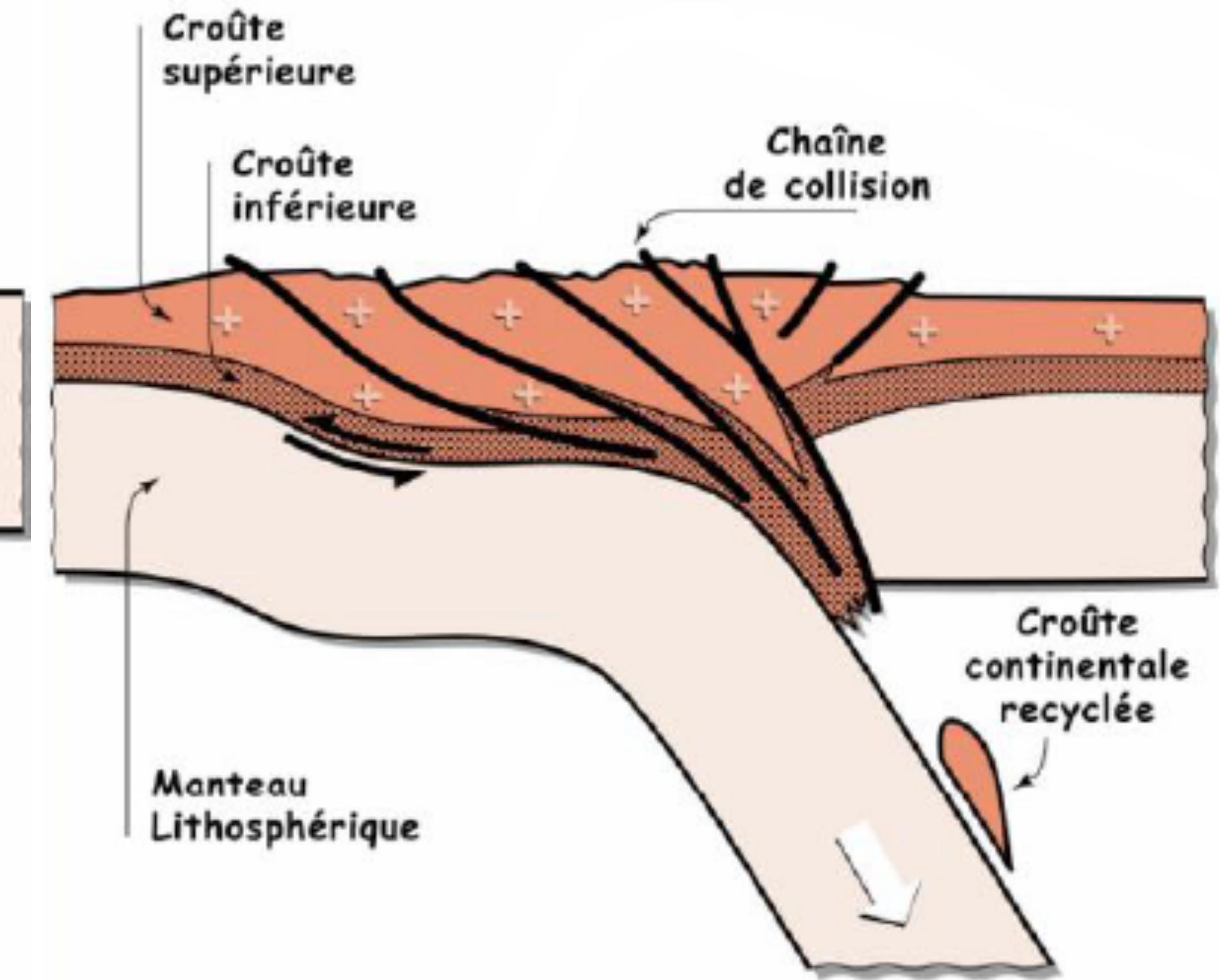
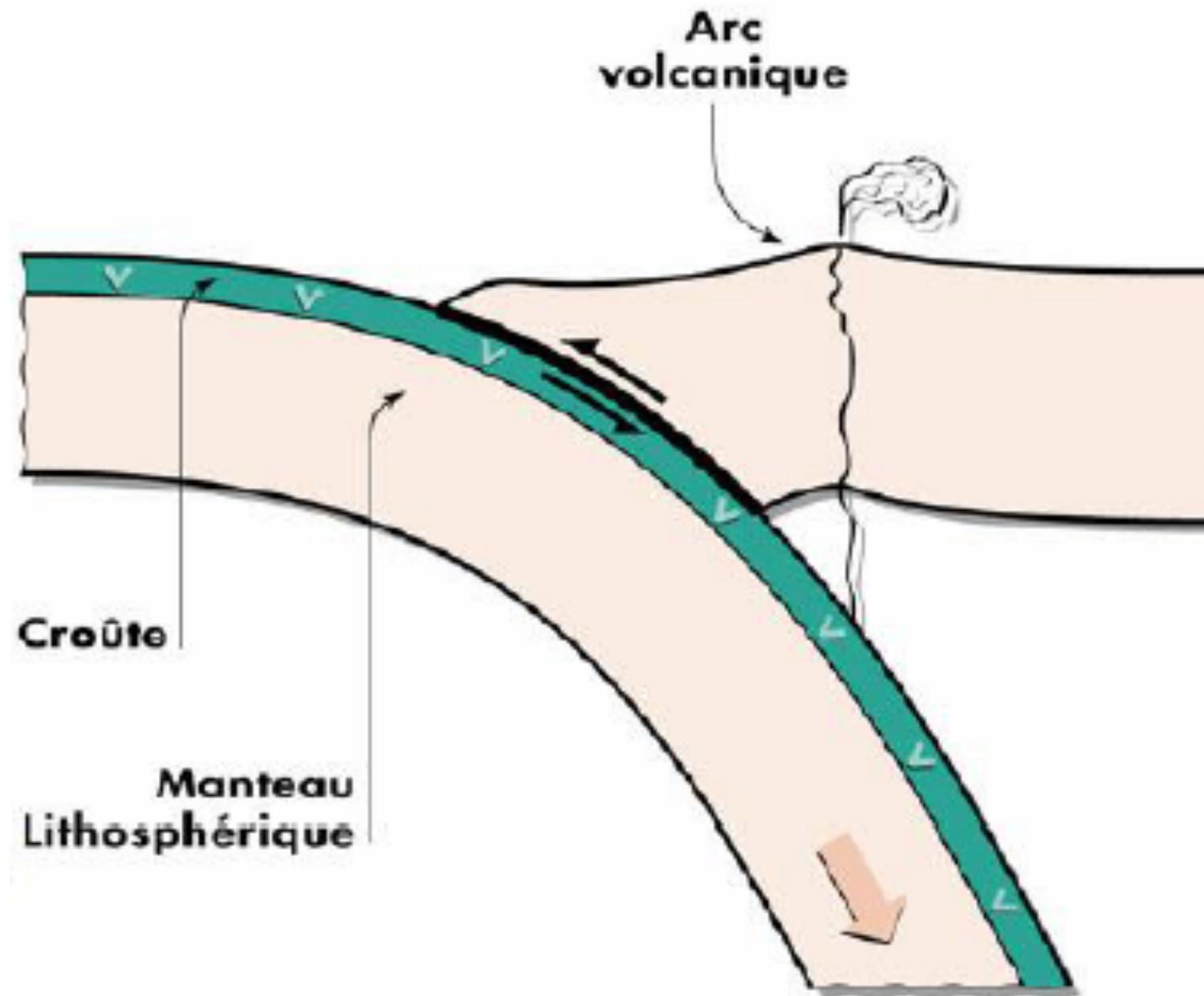
III) La collision continentale

B) Indices tectoniques



III) La collision continentale

B) Indices tectoniques



Fin de chapitre

Fin de chapitre