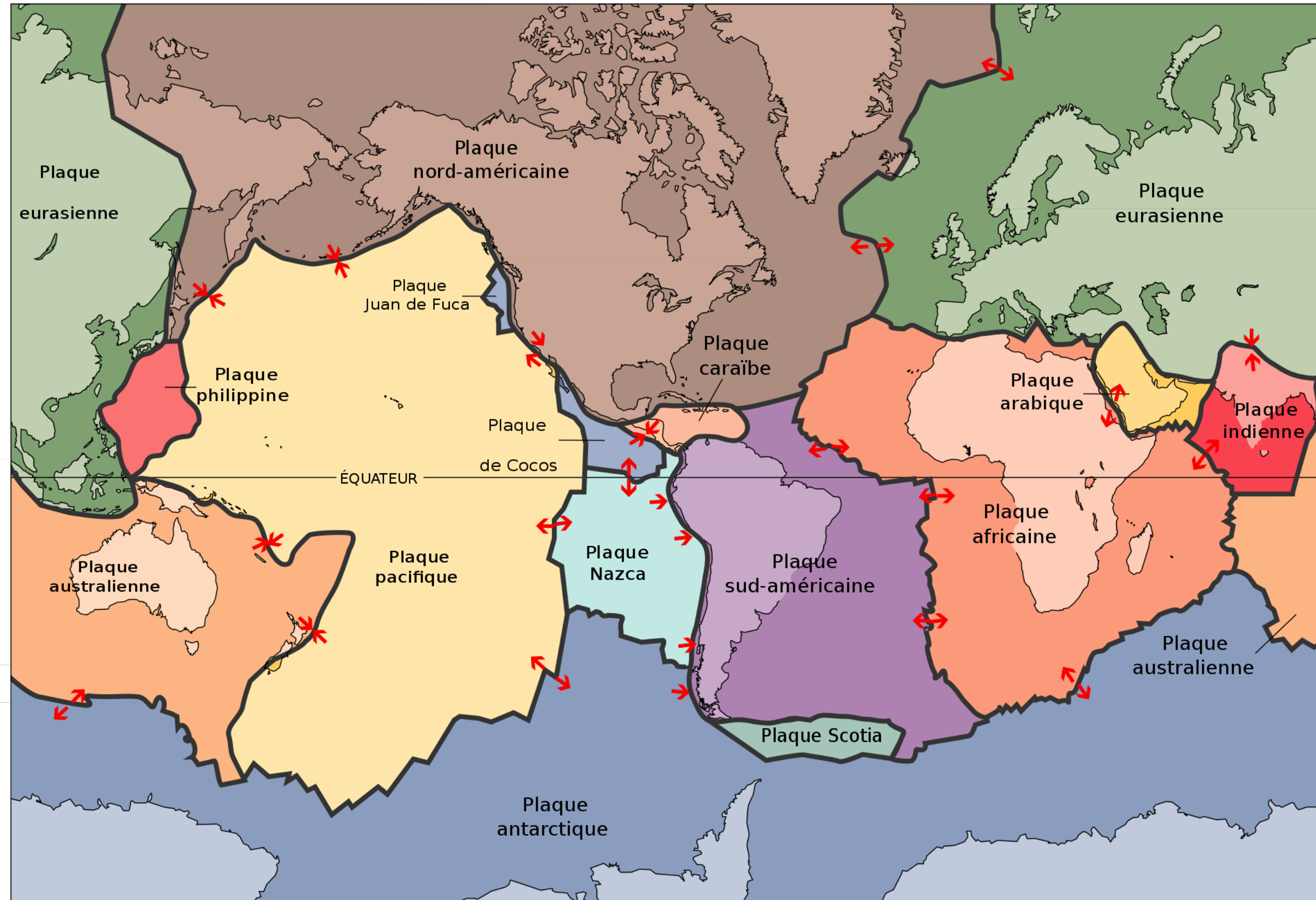


# CHAPITRE 4 - La dynamique des zones de convergences



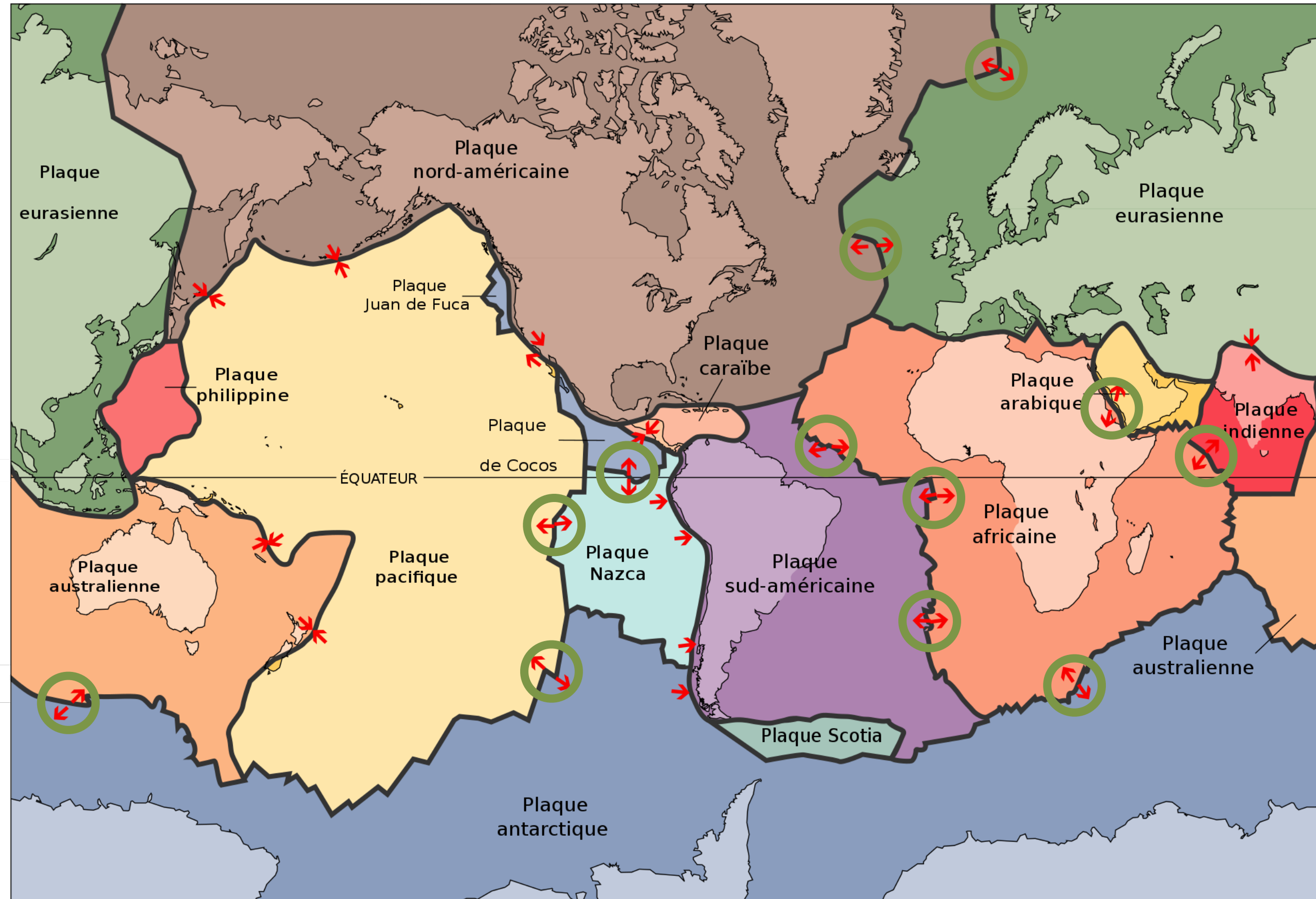
# Introduction



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

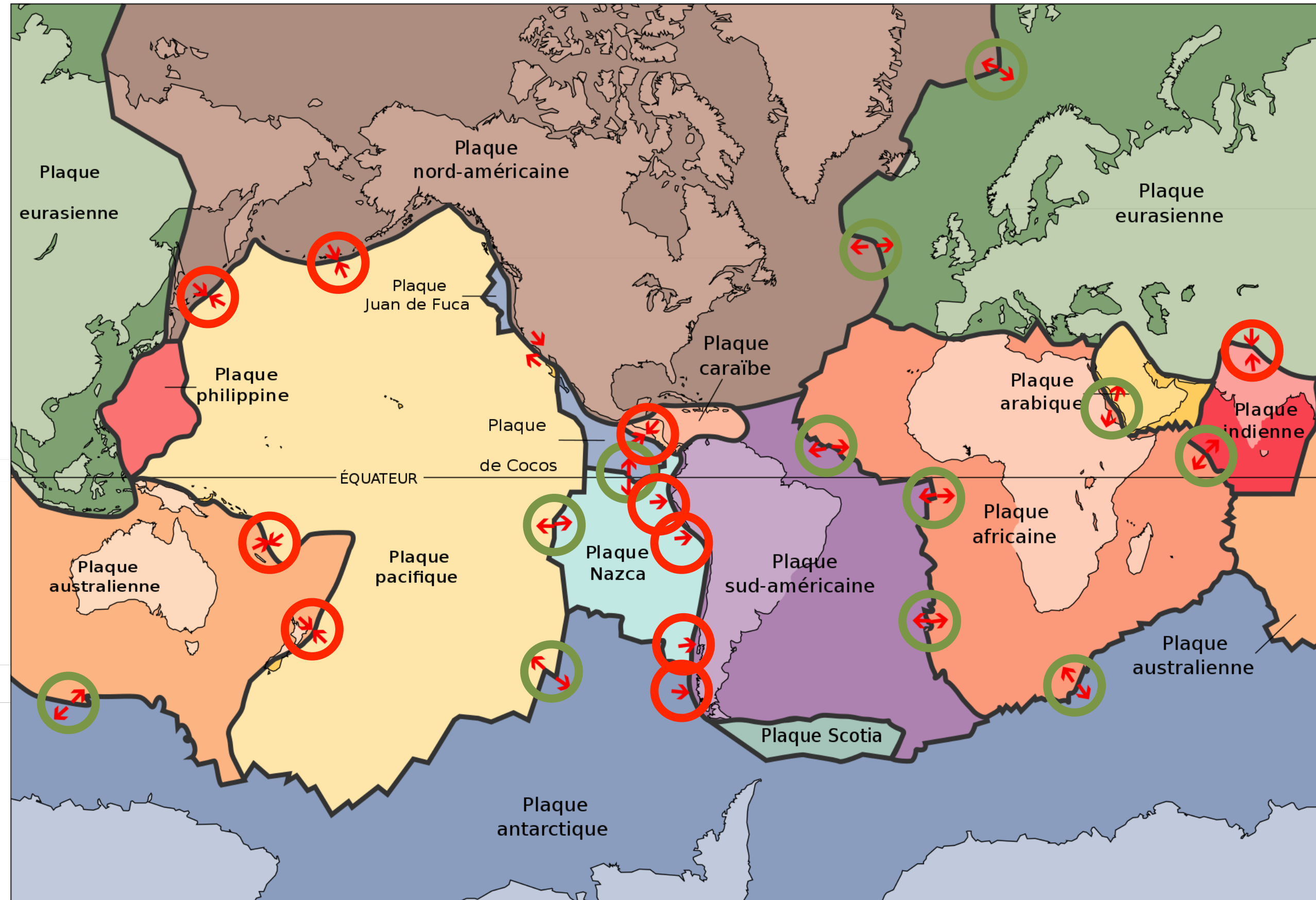


# Introduction



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

# Introduction

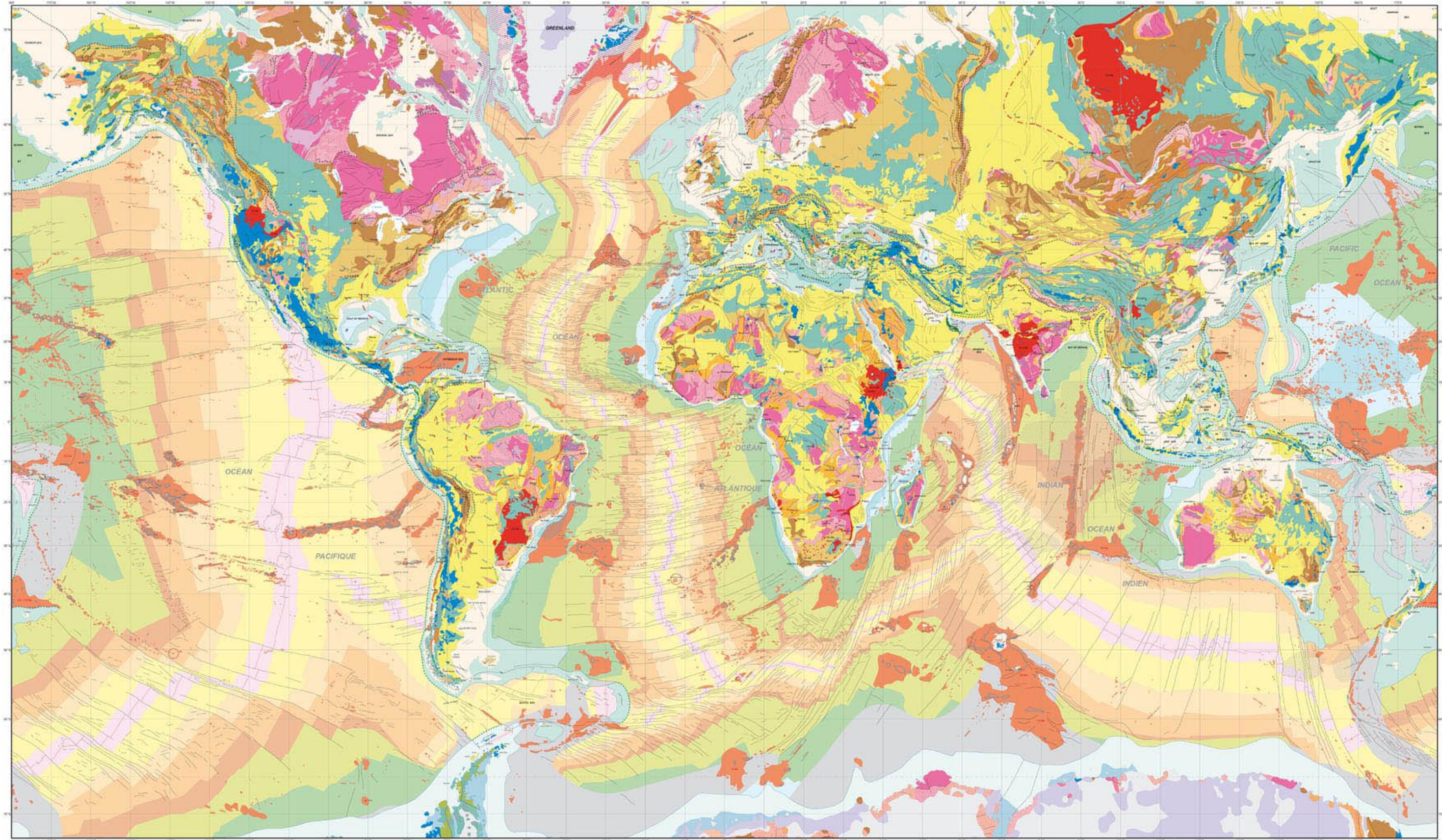


Carte topographique de l'océan Nord Atlantique (Entre l'Amérique du Nord et l'Afrique)



# Introduction : Des roches océaniques très jeunes

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



<http://raymond.rodriquez1.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

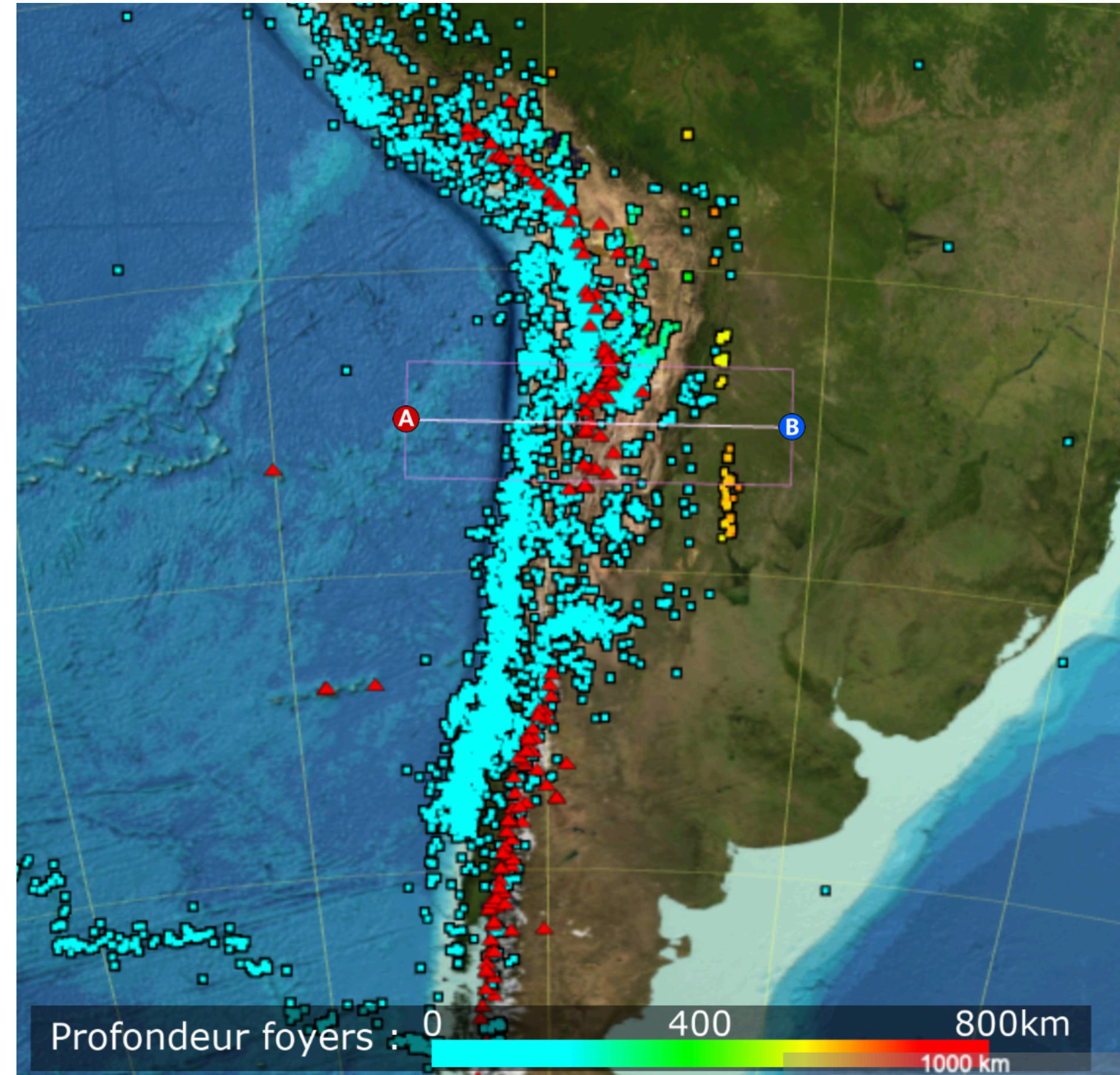
- A) Indices topographiques
- B) Indices tectoniques



# I) L'origine du mouvement divergent

## A) Une plongé de la lithosphère océanique

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

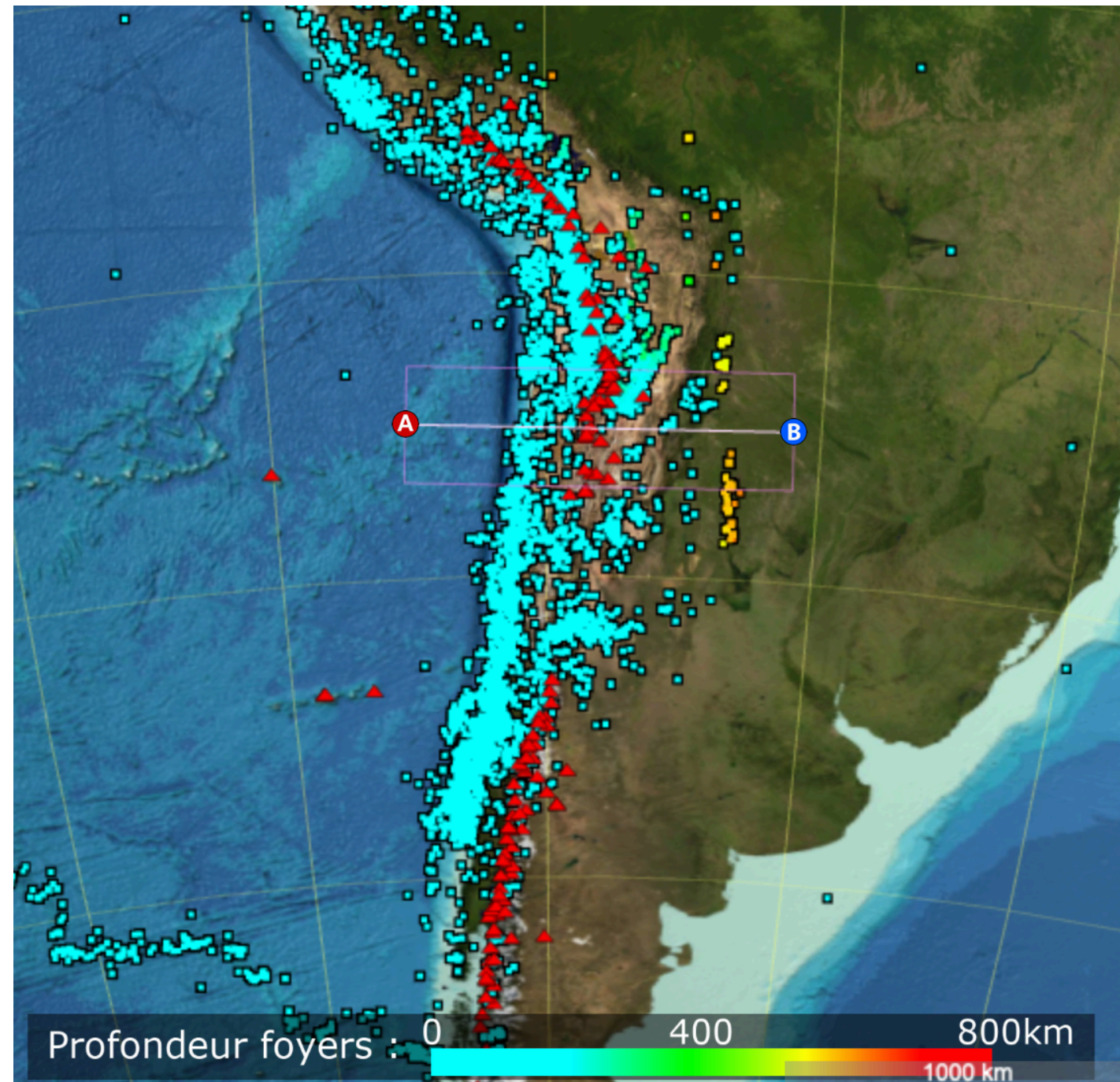




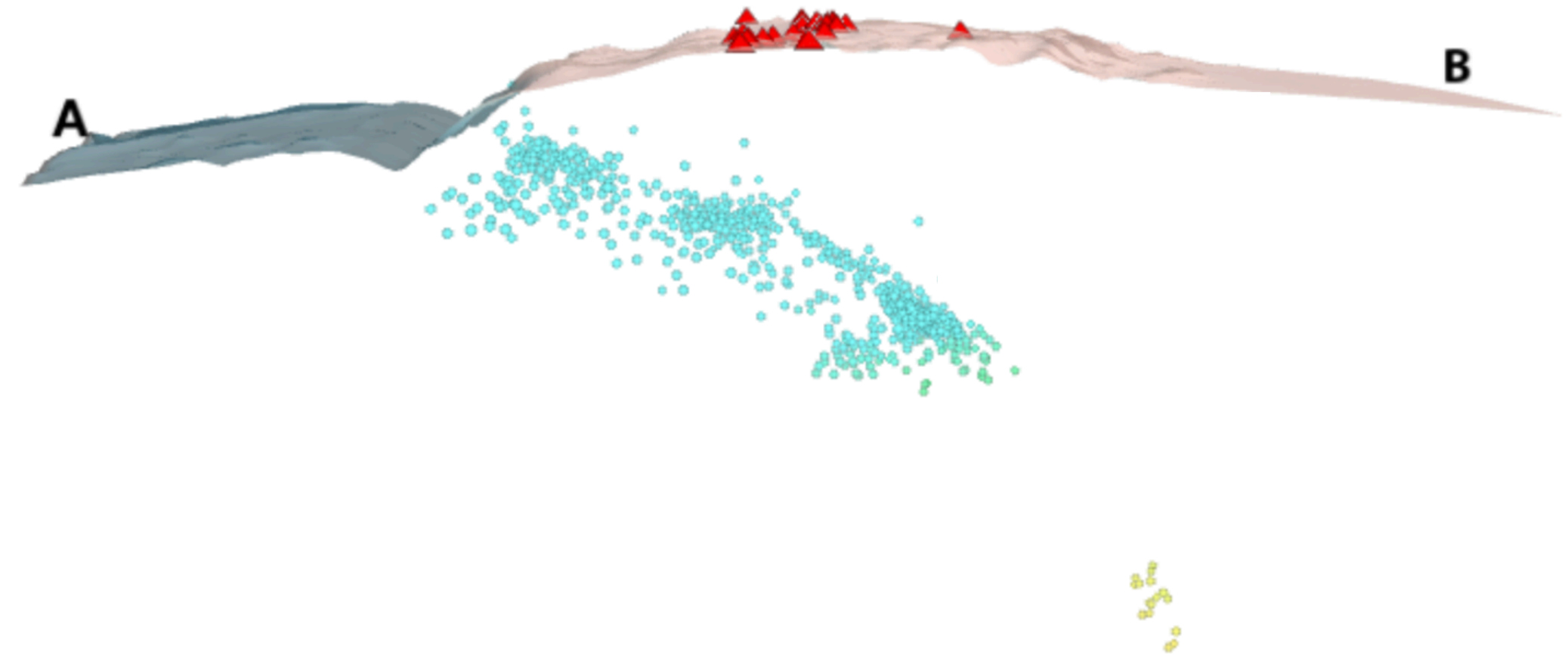
# I) L'origine du mouvement divergent

## A) Une plongé de la lithosphère océanique

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



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

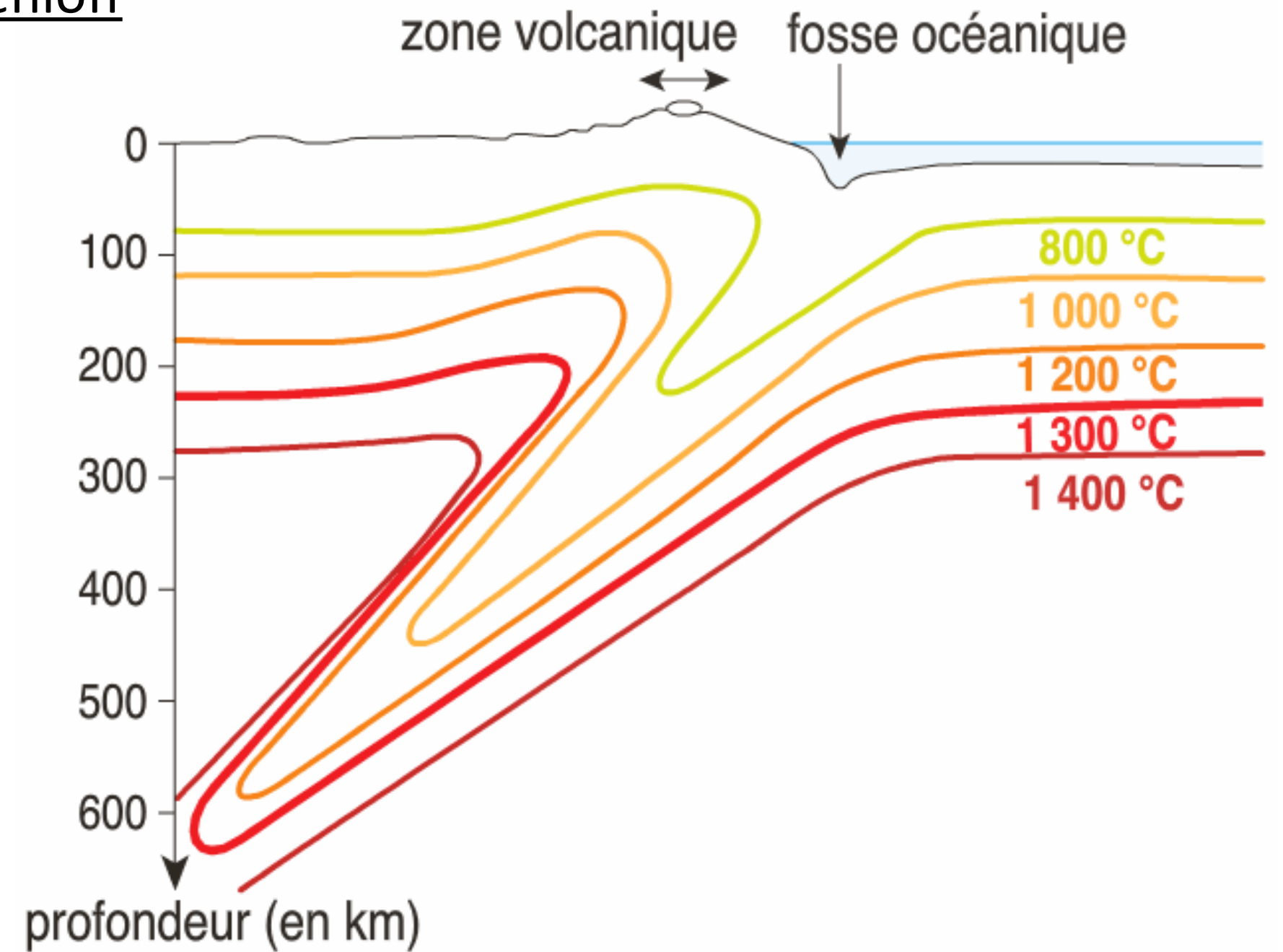
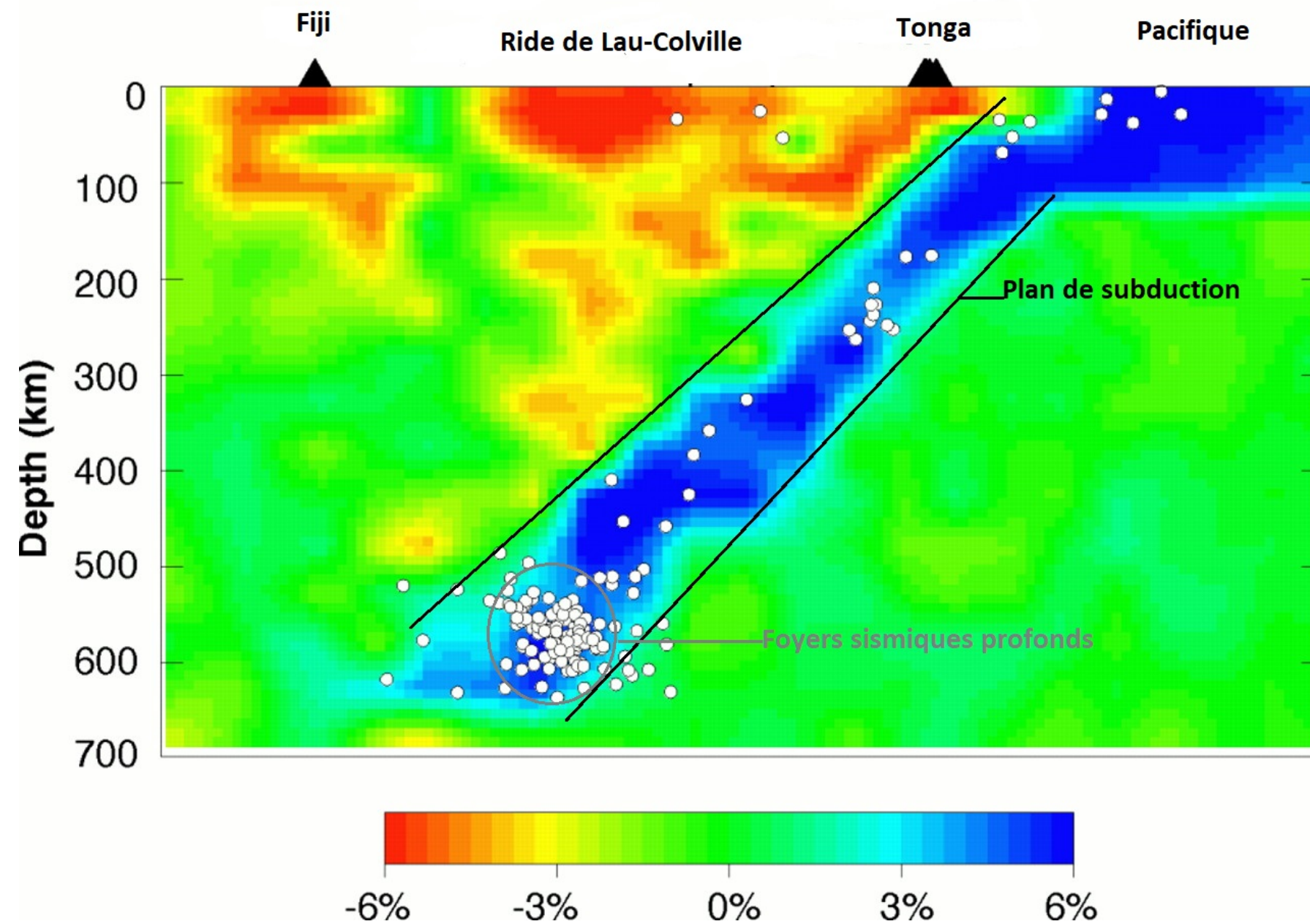




# I) L'origine du mouvement divergent

## A) Une plongé 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

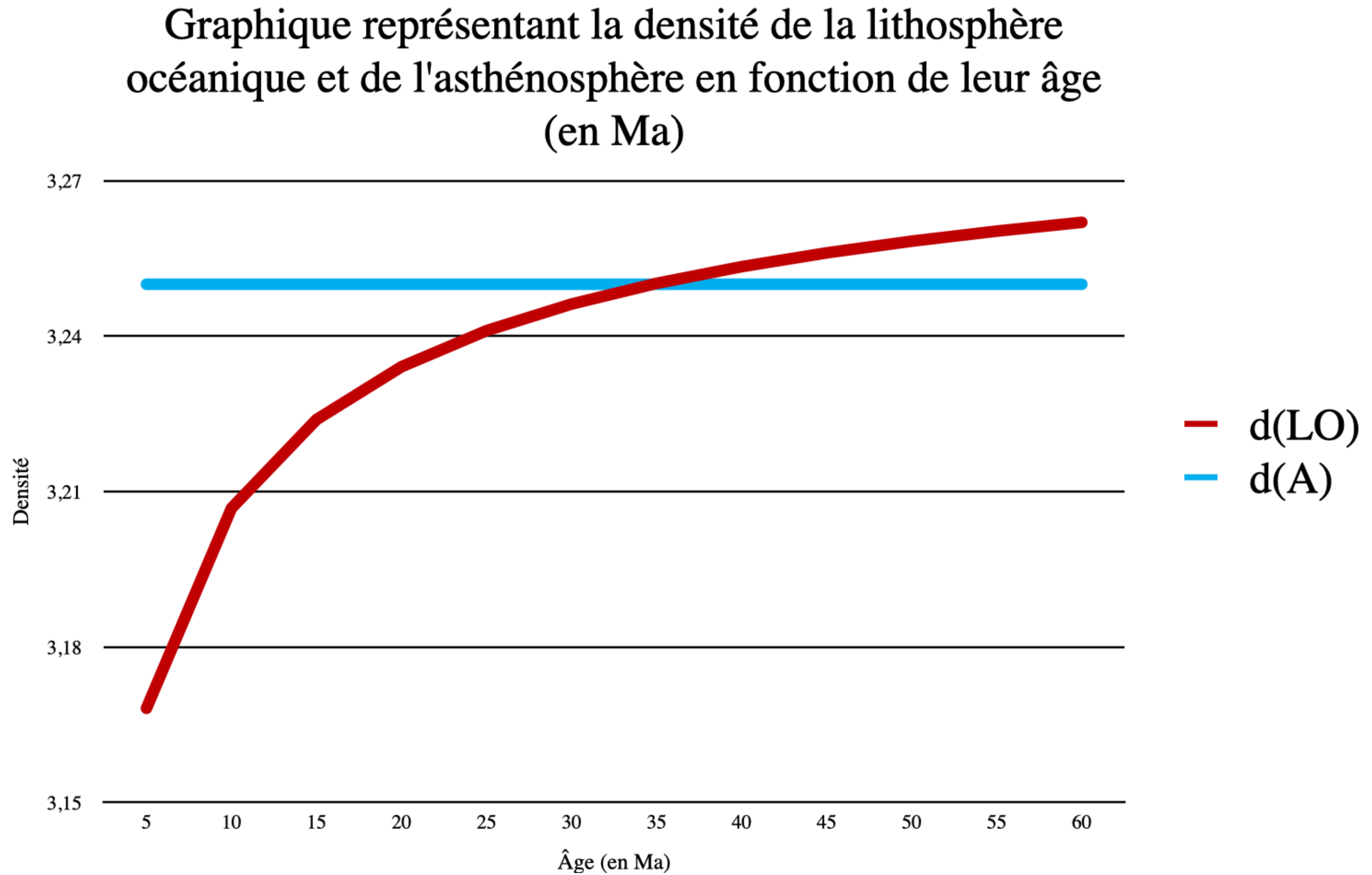
## III) La collision continentale

- A) Indices topographiques
- B) Indices tectoniques



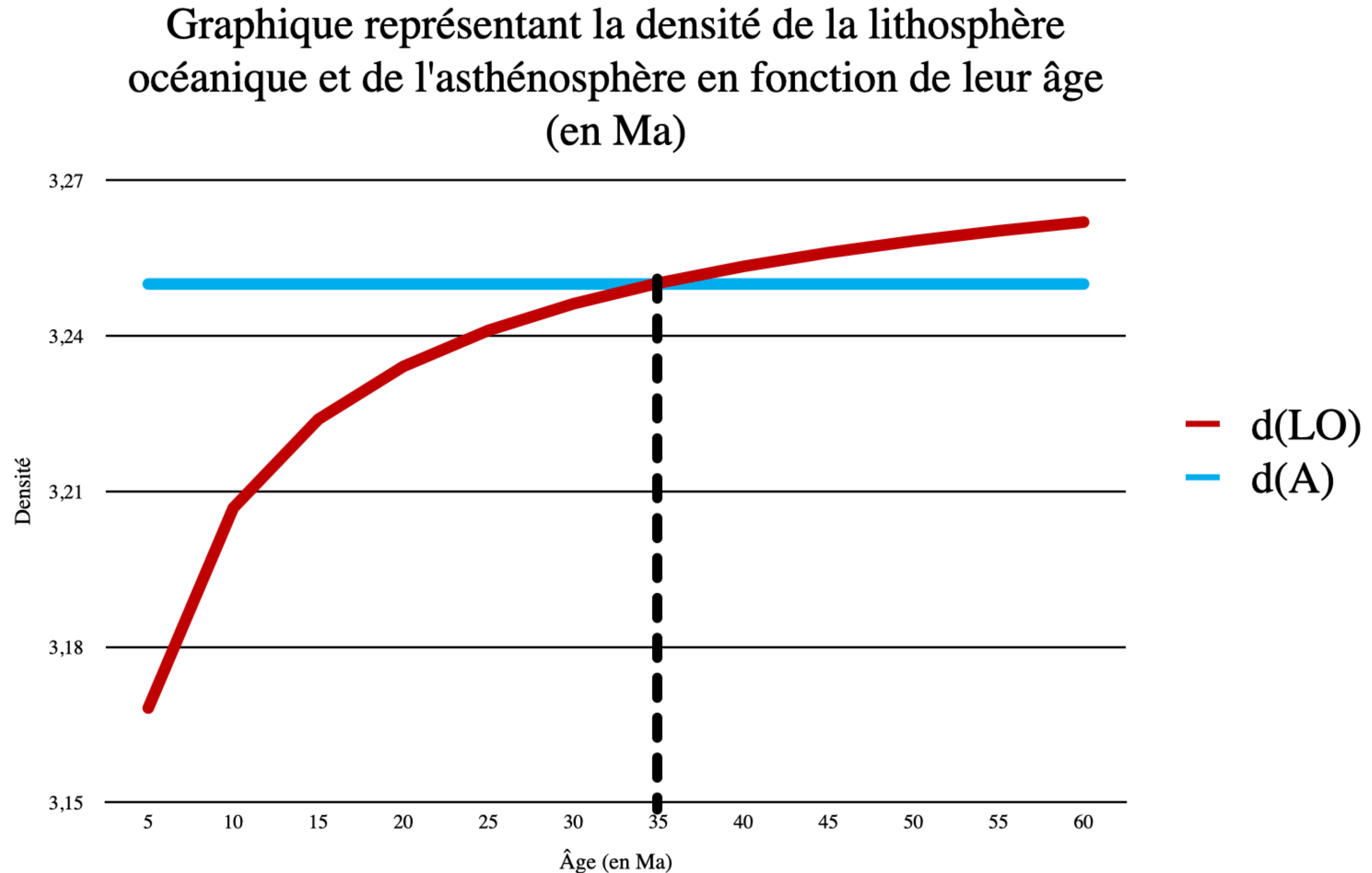
# I) L'origine du mouvement divergent

## B) Une augmentation de la densité de la lithosphère



# I) L'origine du mouvement divergent

## B) Une augmentation de la densité de la lithosphère



# 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

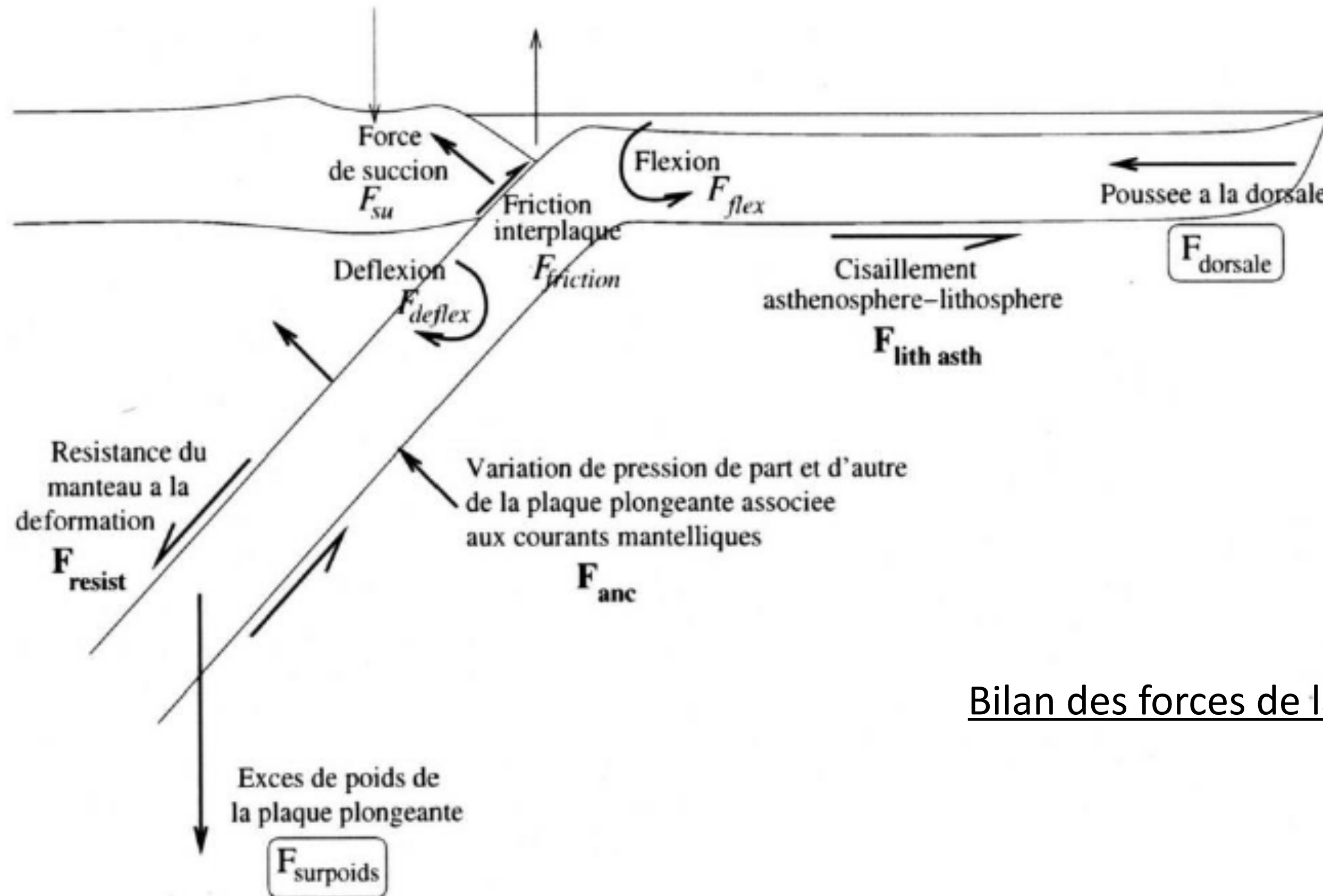
## III) La collision continentale

- A) Indices topographiques
- B) Indices tectoniques



# I) L'origine du mouvement divergent

## C) Le déclenchement de la subduction

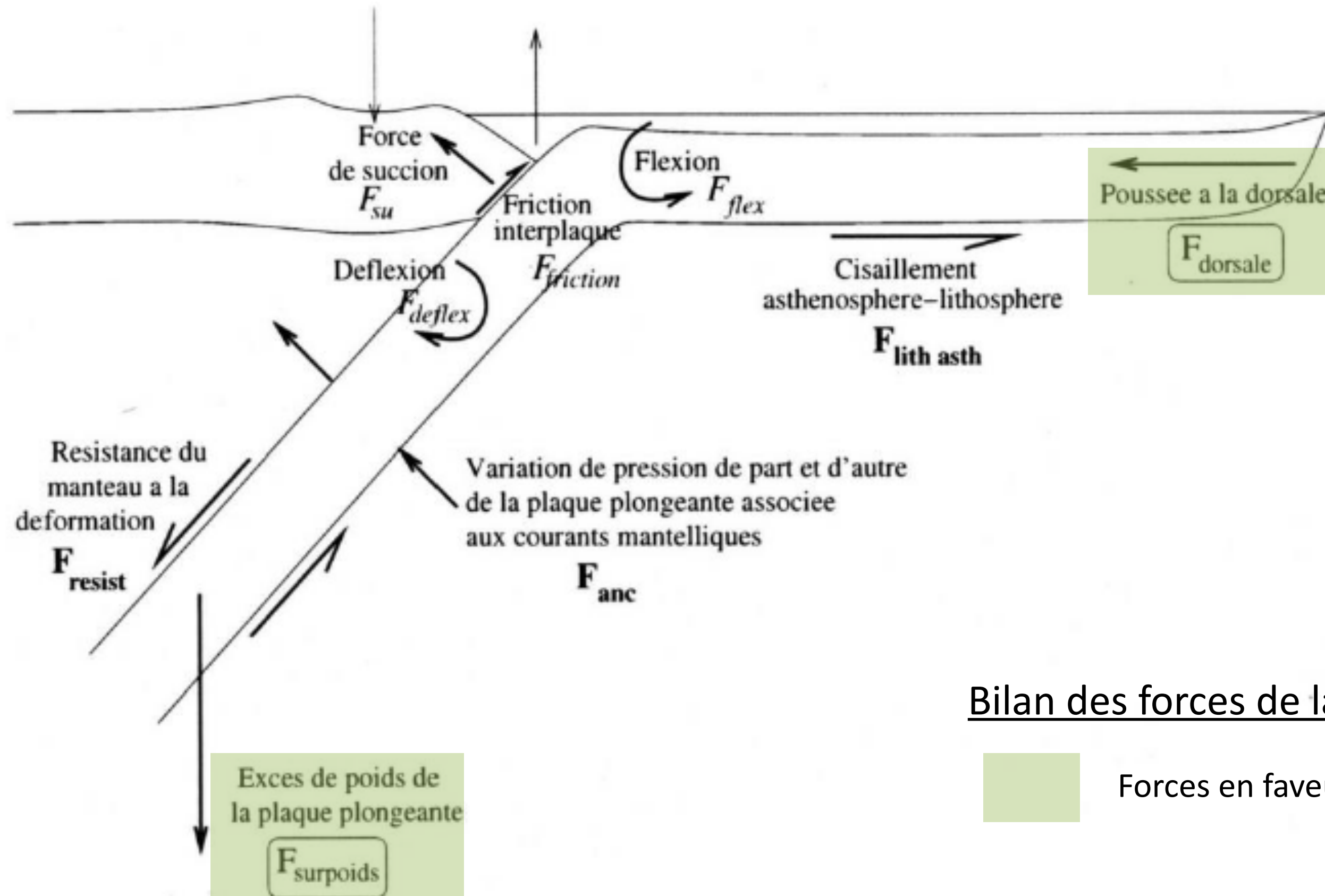


*D'après Arcay (2005), Forsyth et Uyeda (1975), Shemenda (1993), Scholtz et Campos (1995), Uyeda et Kanamori (1979)*

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

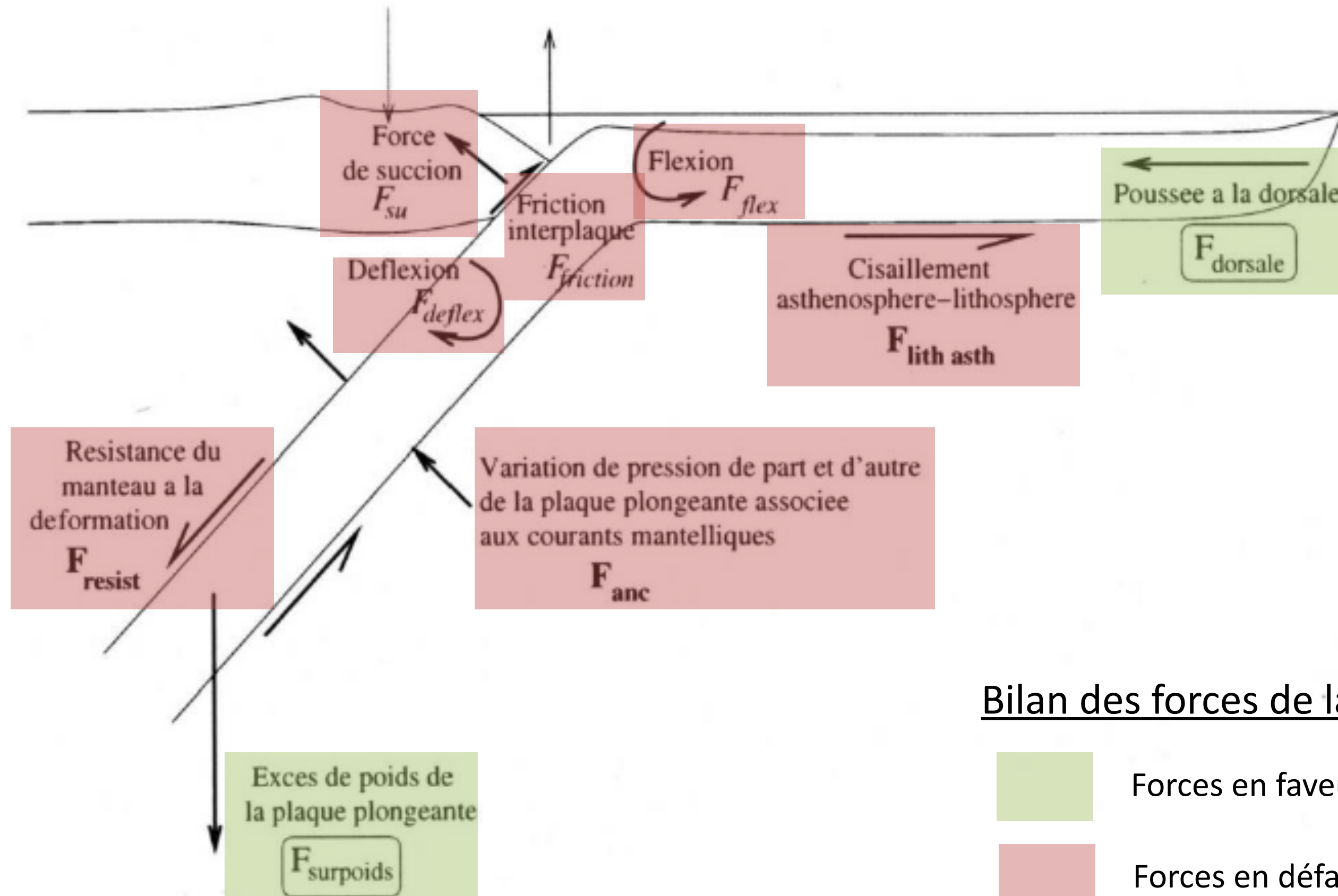


Forces en faveur de la subduction



# 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

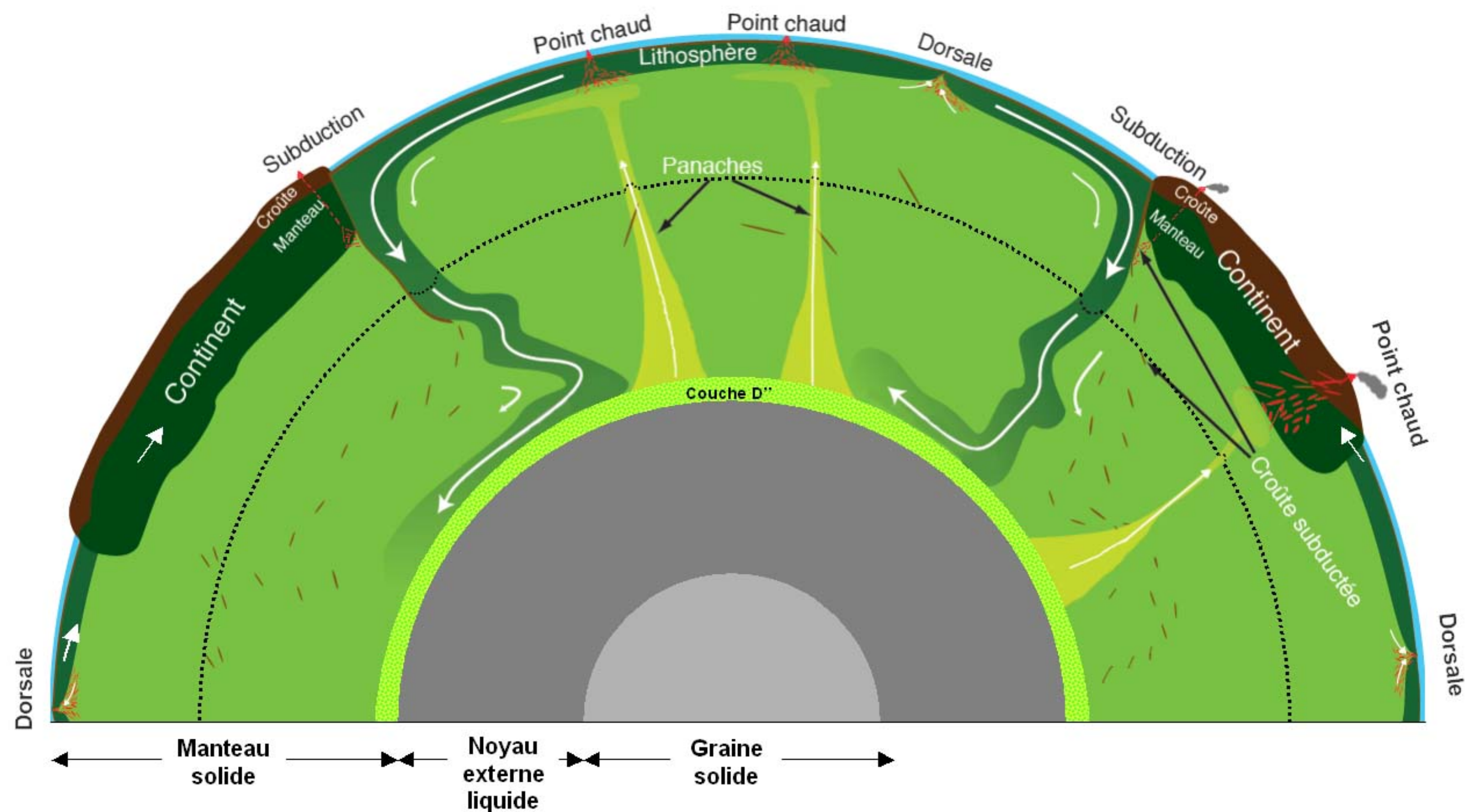


Tableau comparant la vitesse, le pourcentage de frontière en dorsale et de frontière en subduction des plaques tectoniques



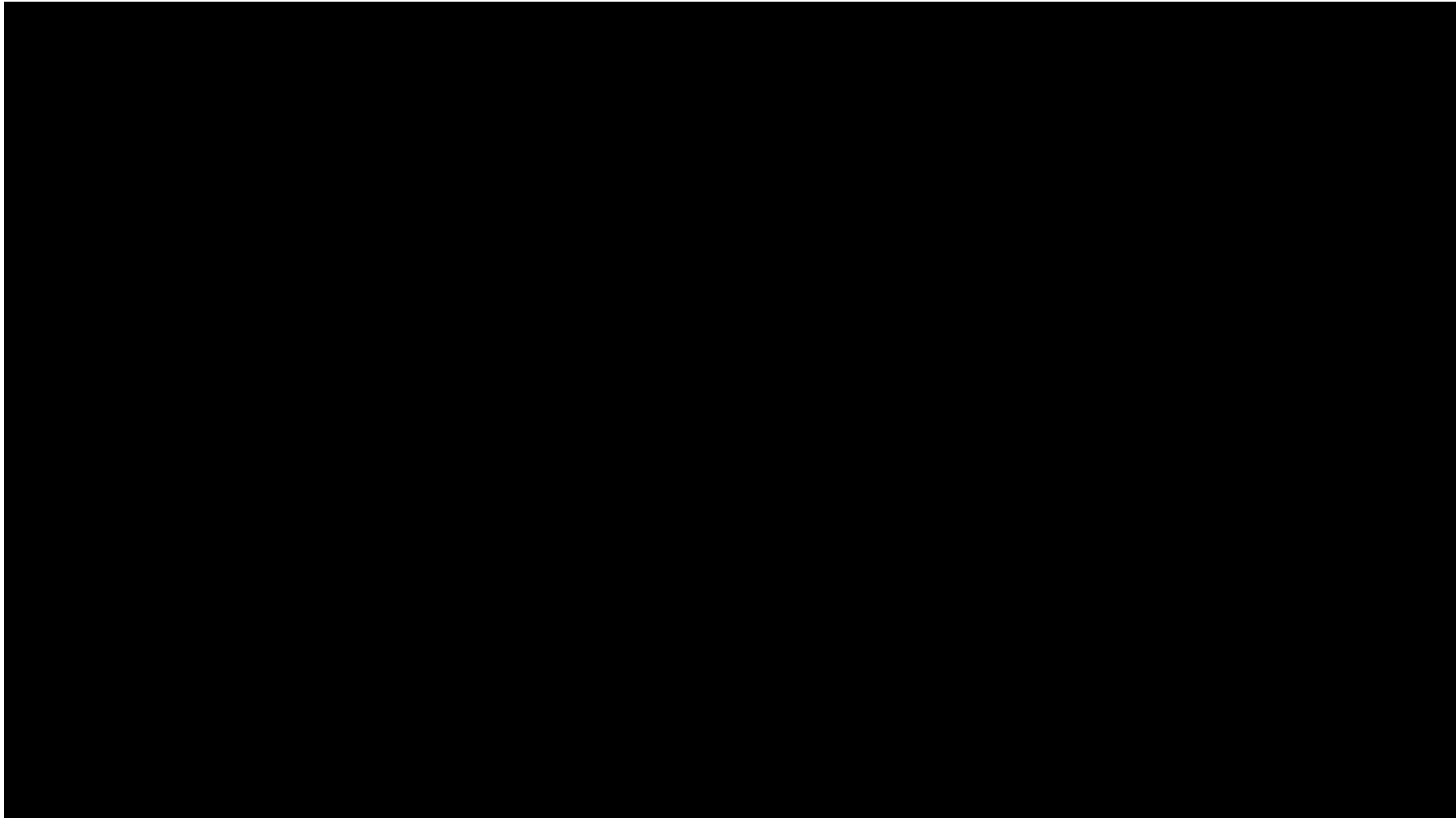
# Plan du cours

- 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

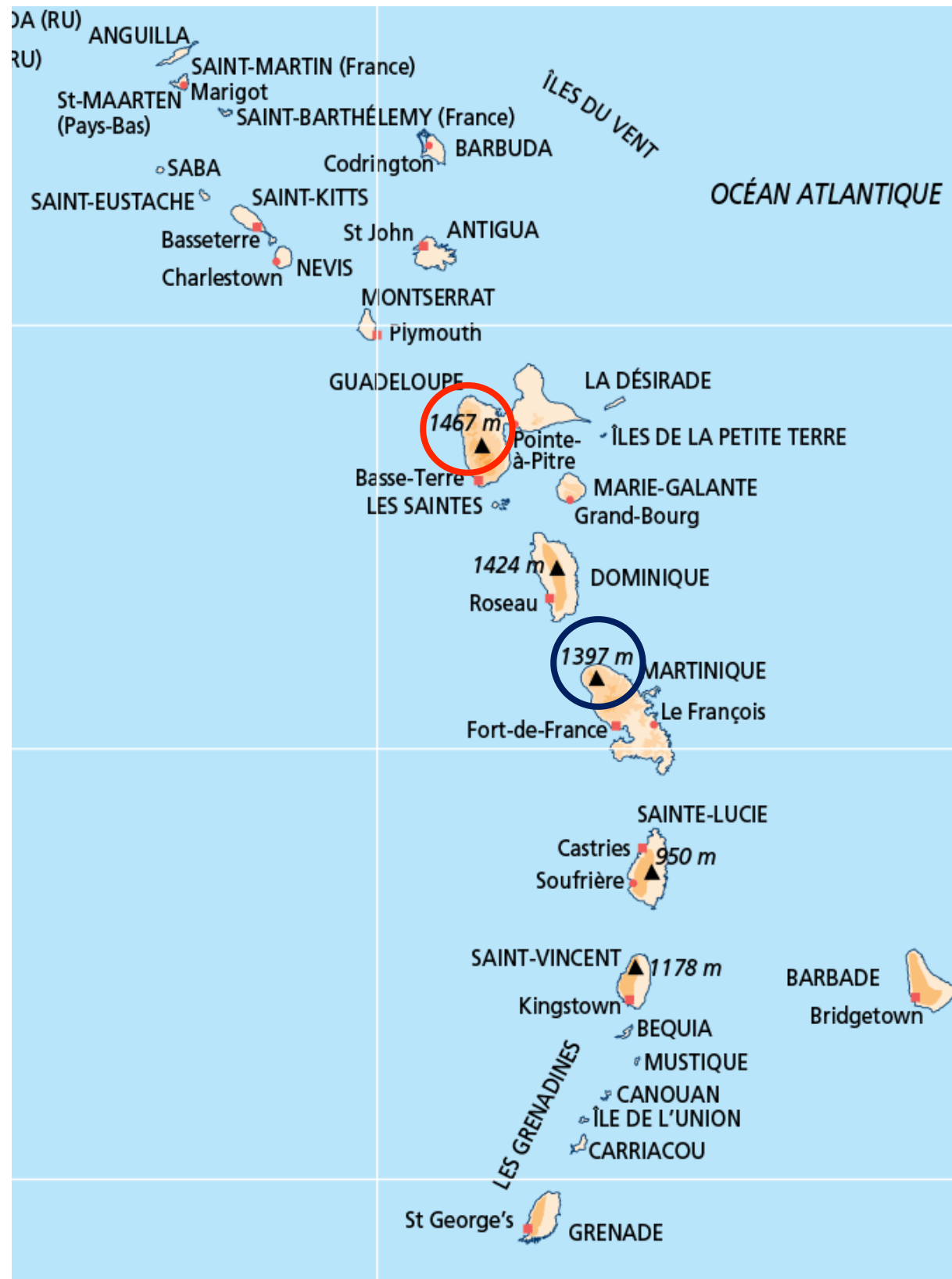
#### Un volcanisme explosif en surface



## II) Magmatisme et zone de subduction

### A) Un volcanisme explosif en surface

#### Cas réel : l'arc insulaire des Antilles

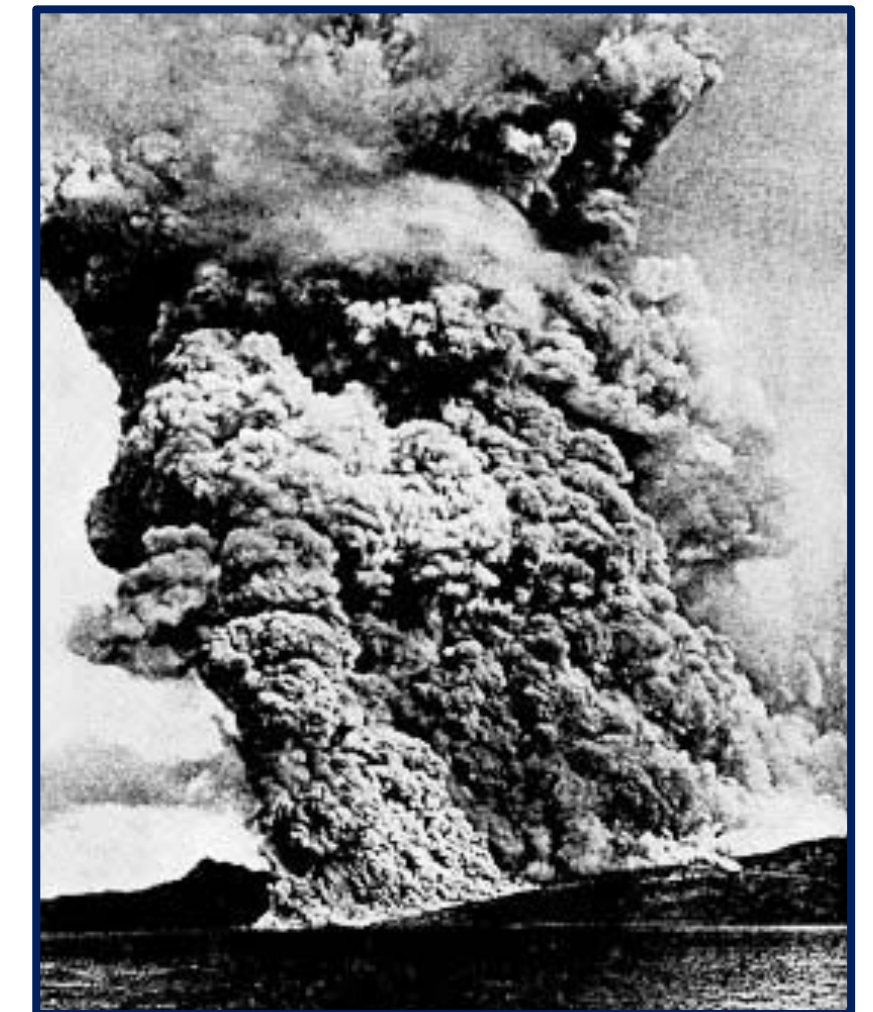


*Eruption de la Soufrière  
(Guadeloupe)*

===  
*février 2010*

*Eruption de la Montagne Pelée  
(Martinique)*

===  
*mai 1902*

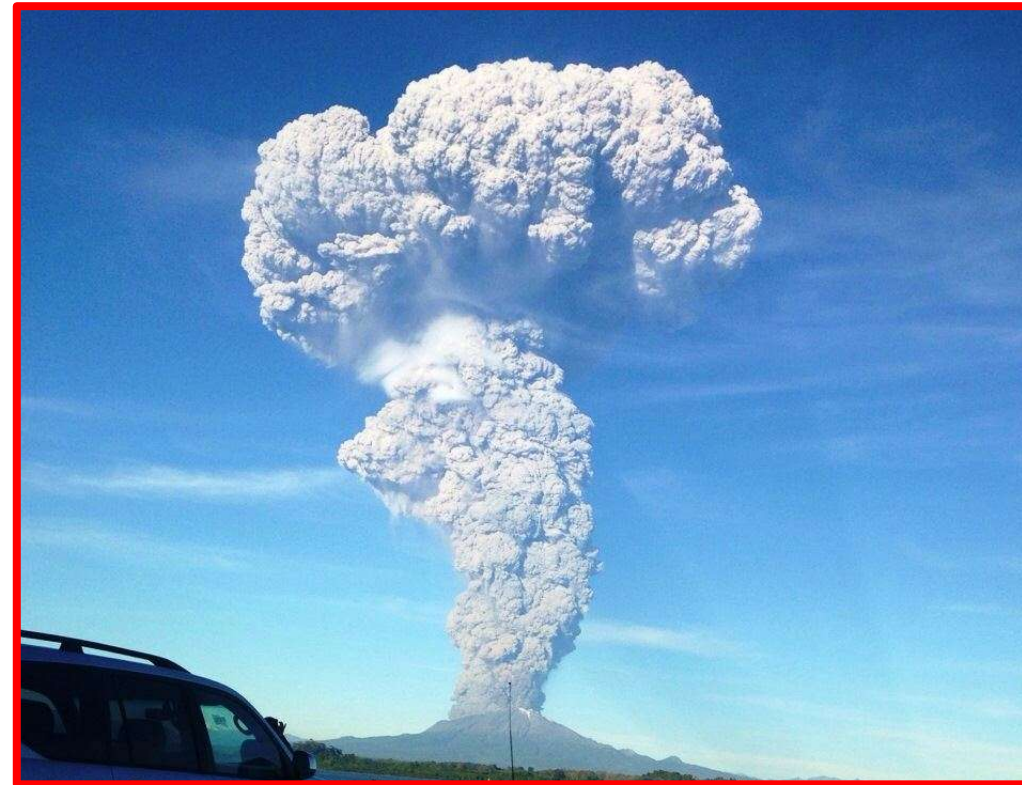




## II) Magmatisme et zone de subduction

### 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

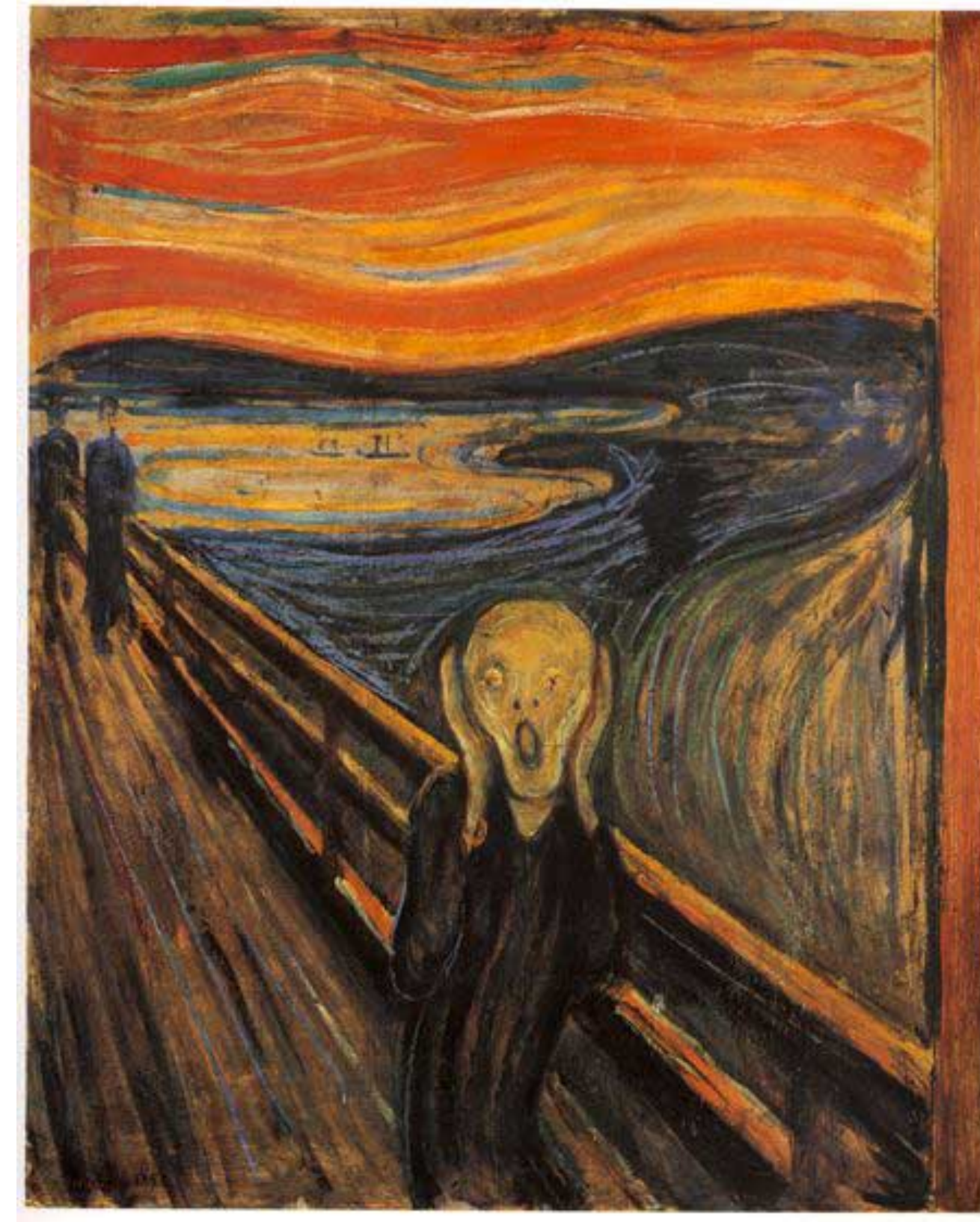
#### Cas réel : l'éruption du Krakatoa 1883



*Eruption du Krakatoa  
(Indonésie)*

===

*août 1883*



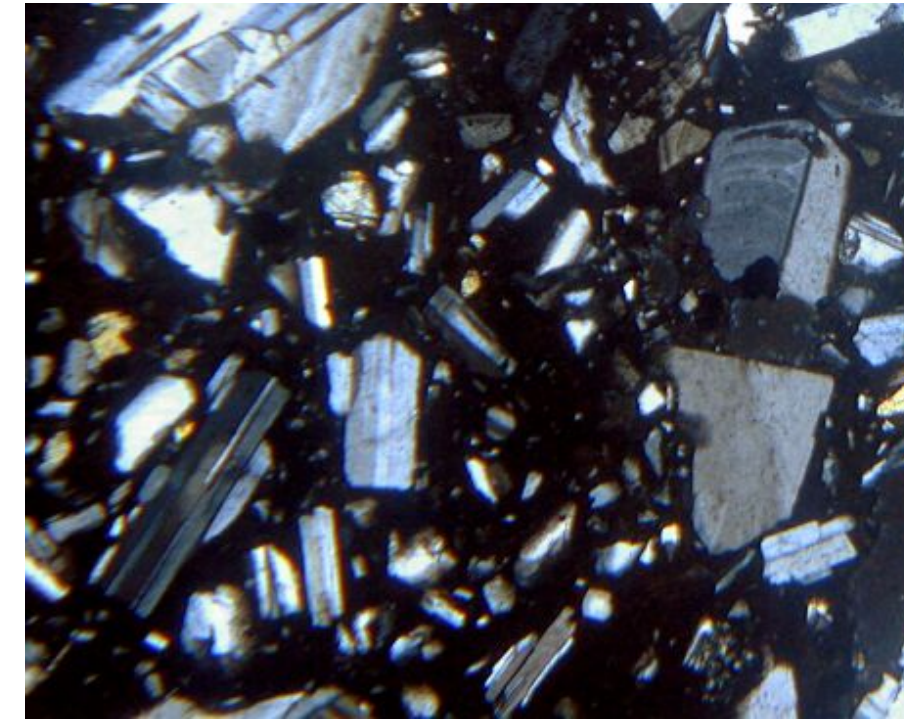


## II) Magmatisme et zone de subduction

### A) Un volcanisme explosif en surface

#### Des roches volcaniques des zones de subductions

*Andésites*



*Rhyolites*

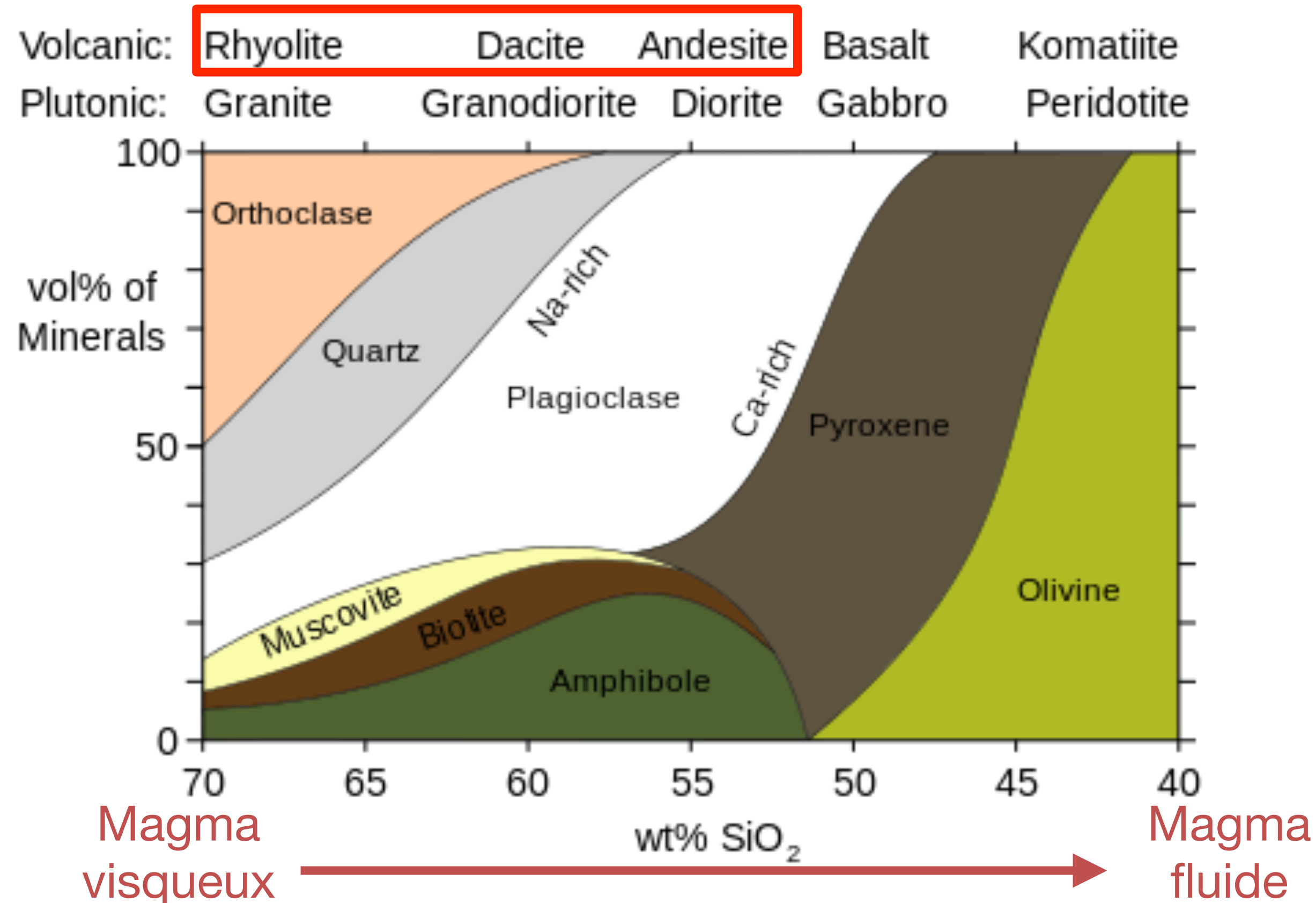




## II) Magmatisme et zone de subduction

### A) Un volcanisme explosif en surface

#### La teneur en silice en fonction des magmas

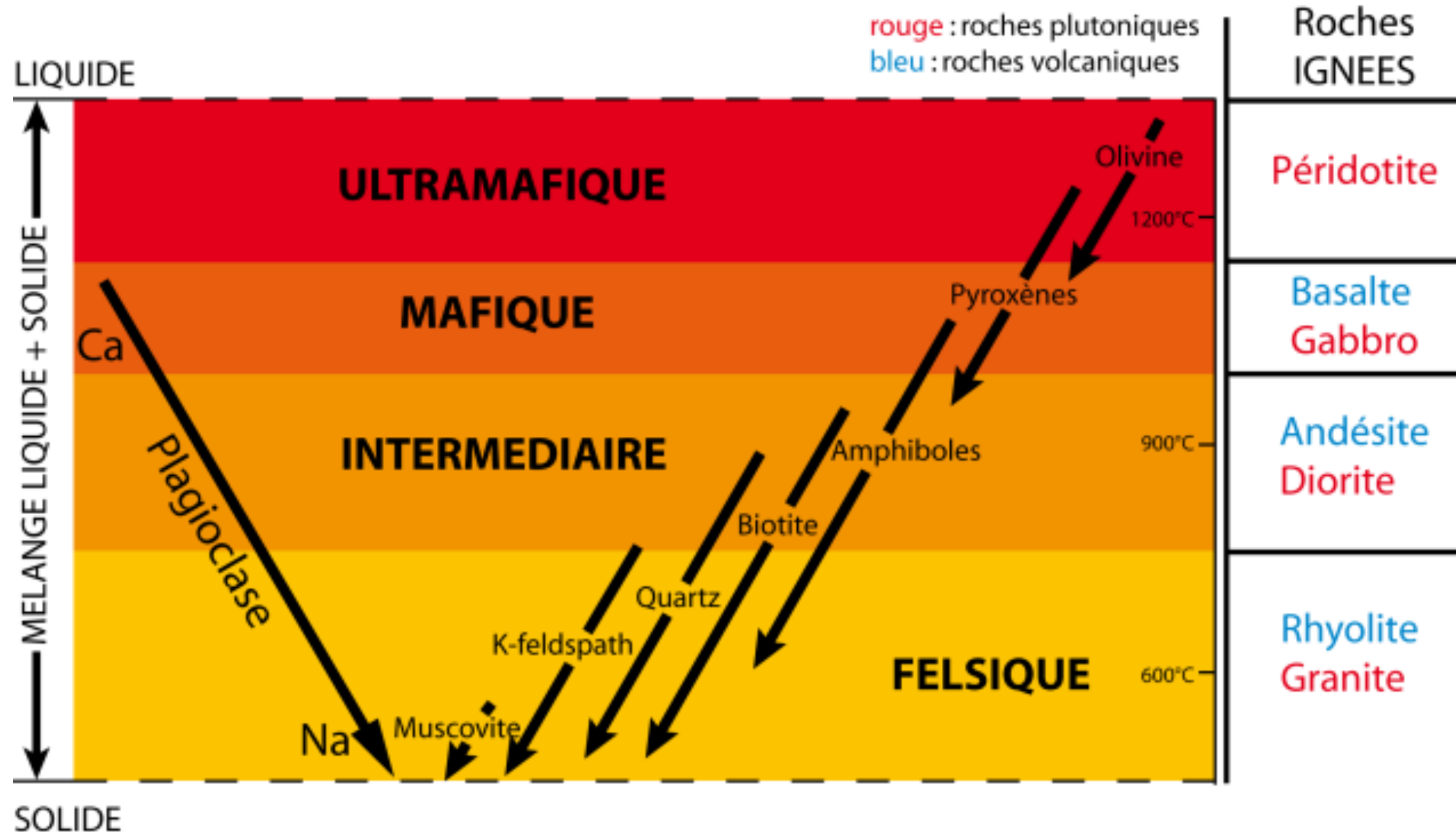


Teneur en silice des roches magmatiques

## 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

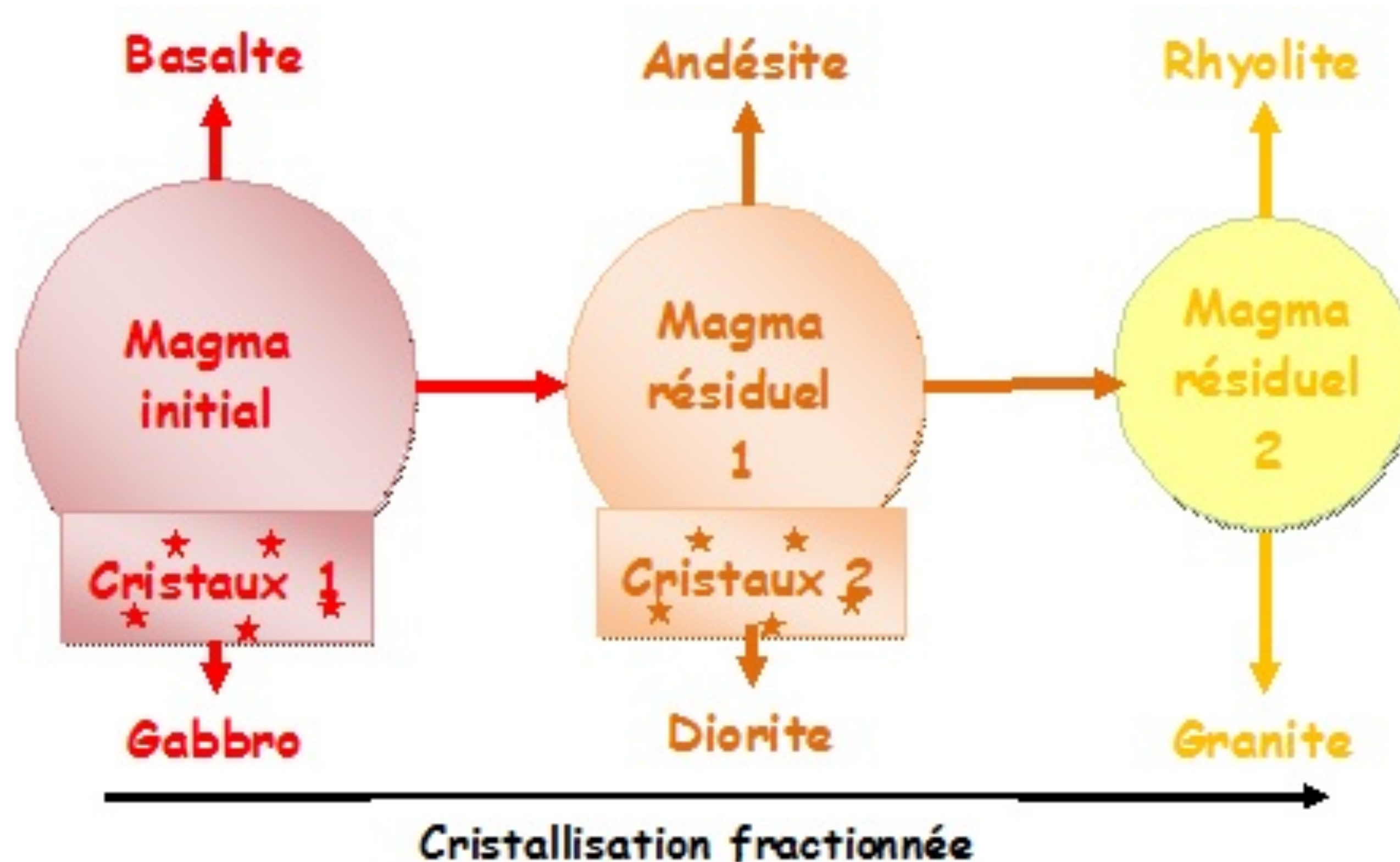


Schéma simplifiée  
de la cristallisation  
fractionnée



# 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

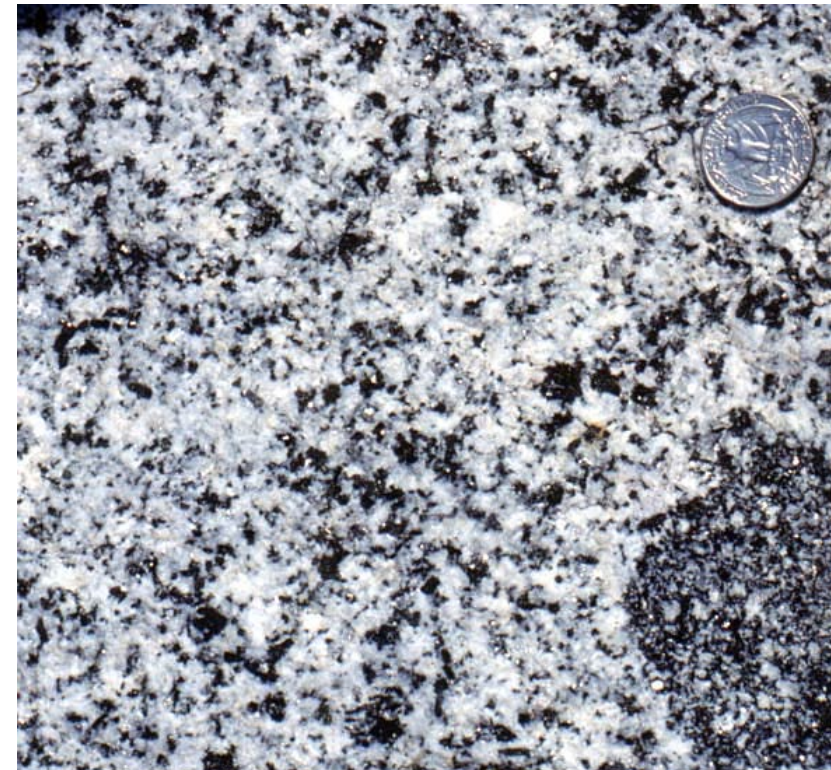


## II) Magmatisme et zone de subduction

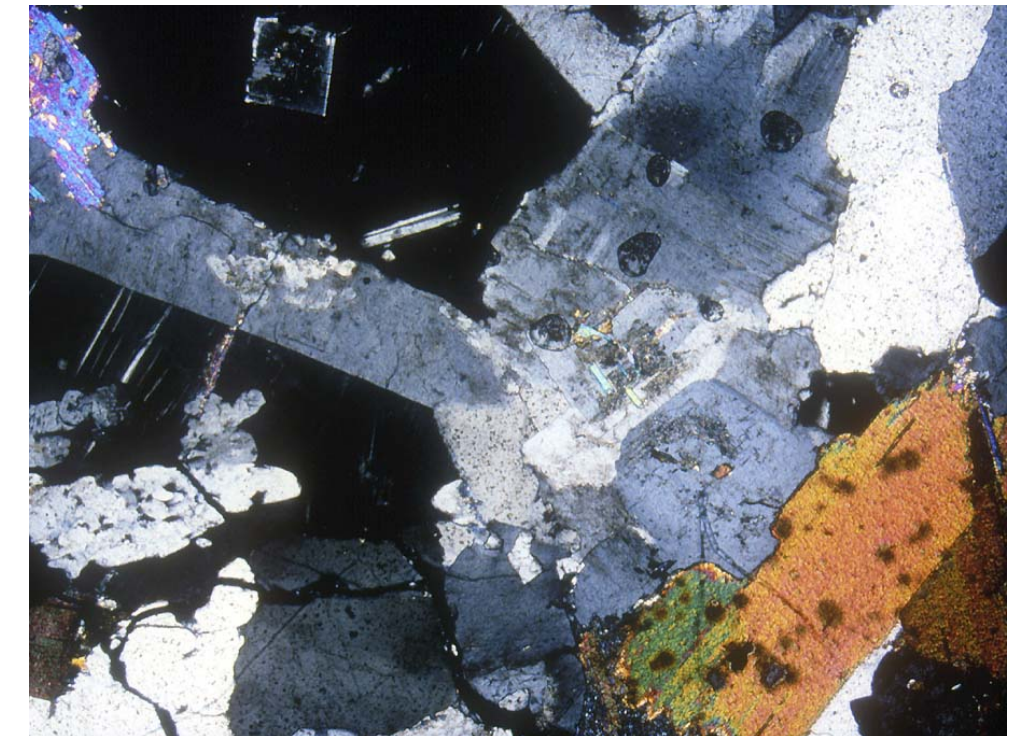
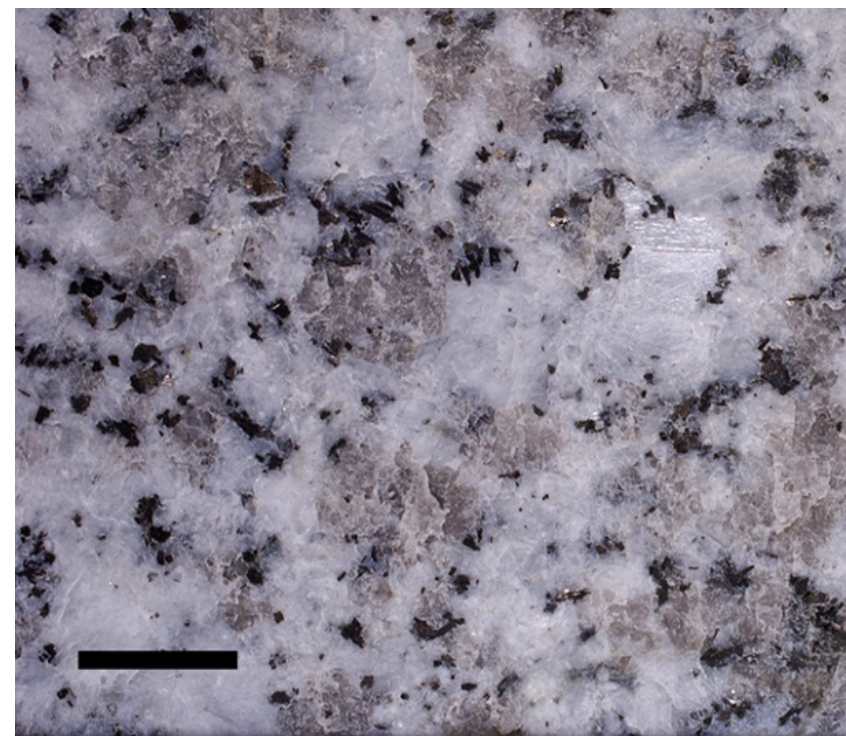
### B) Un plutonisme intense en profondeur

#### Des roches plutoniques des zones de subductions

Granodiorites



Granites

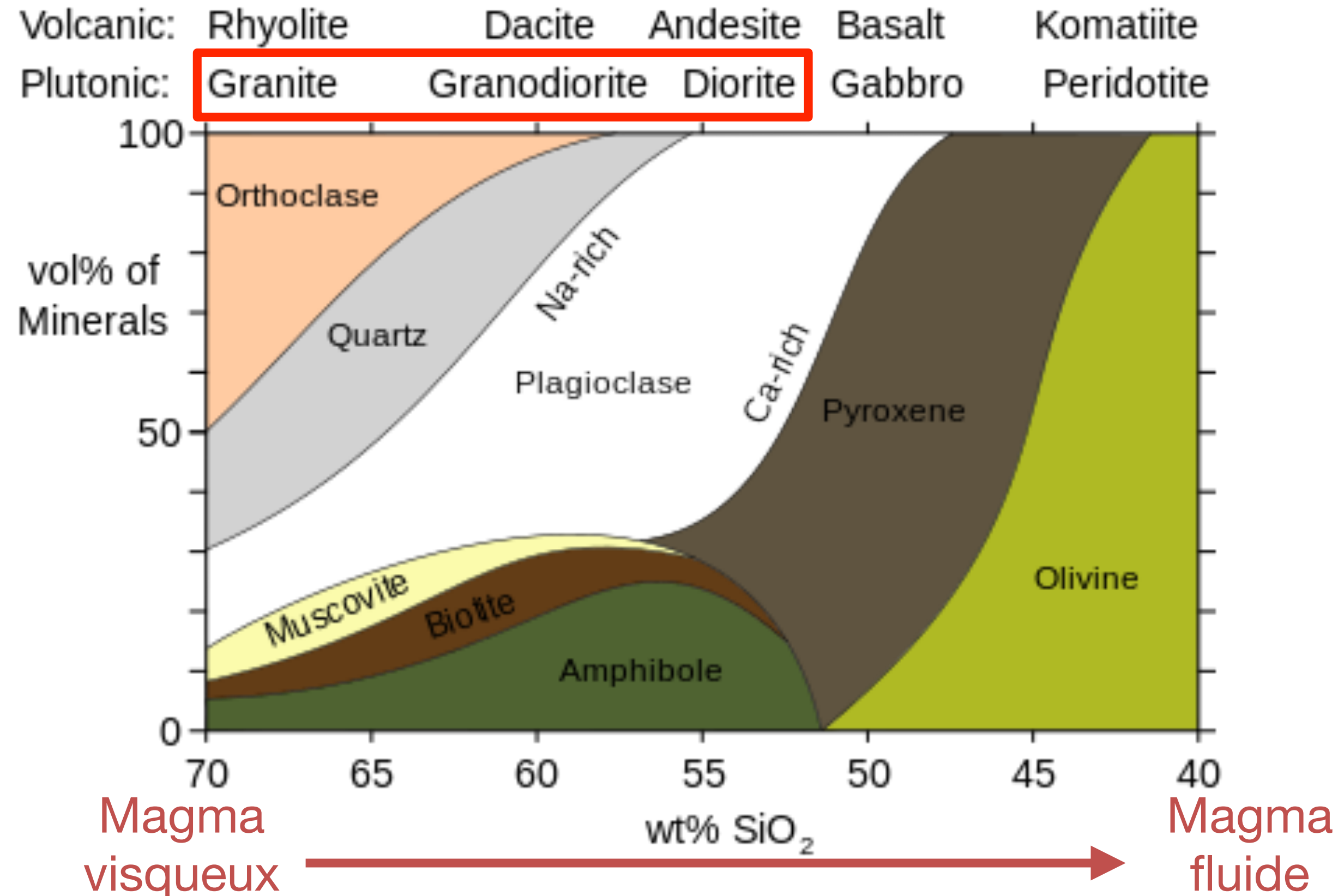




## II) Magmatisme et zone de subduction

### B) Un plutonisme intense en profondeur

#### La teneur en silice en fonction des magmas



Teneur en silice des roches magmatiques

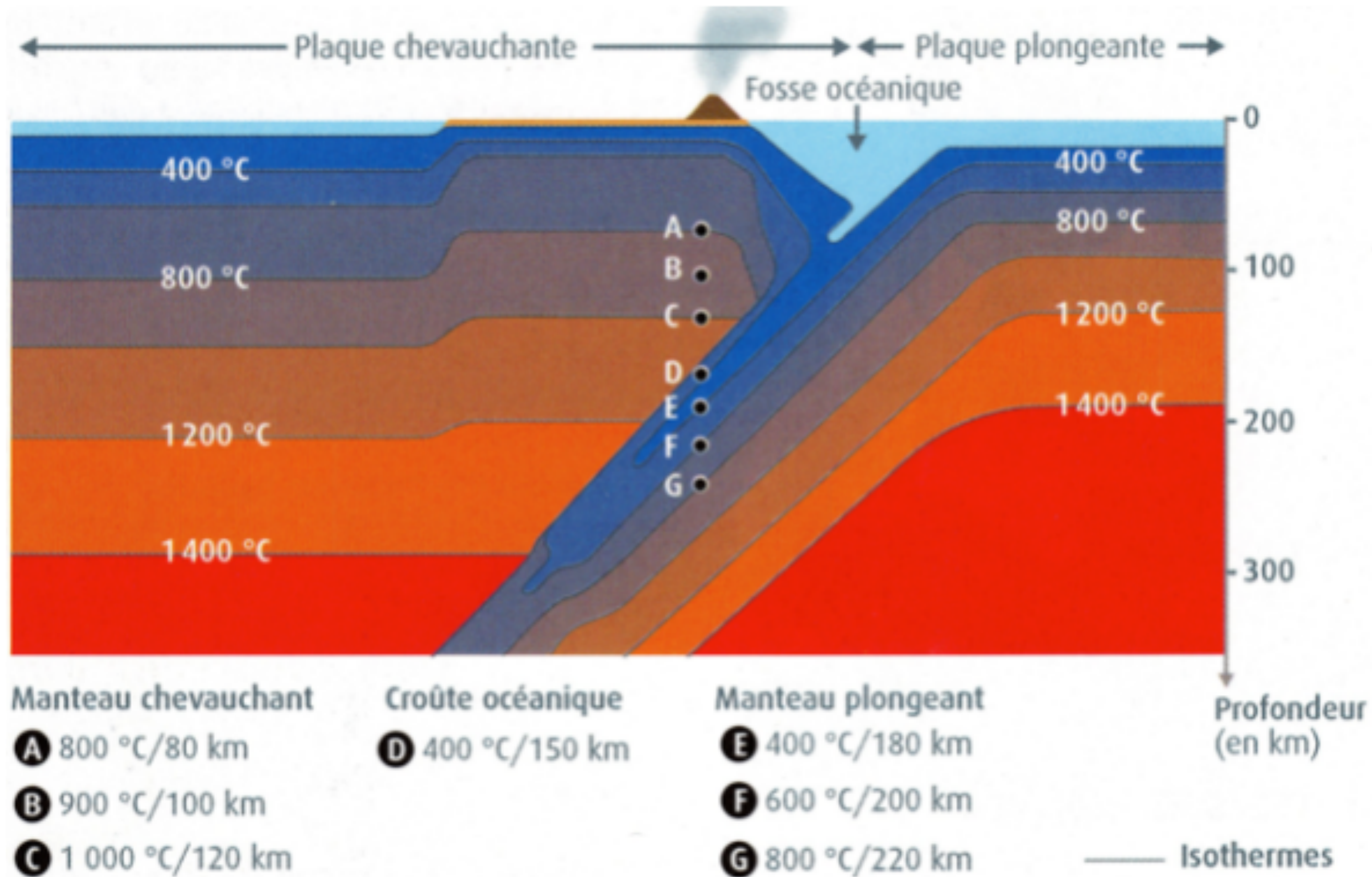


# Plan du cours

- 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

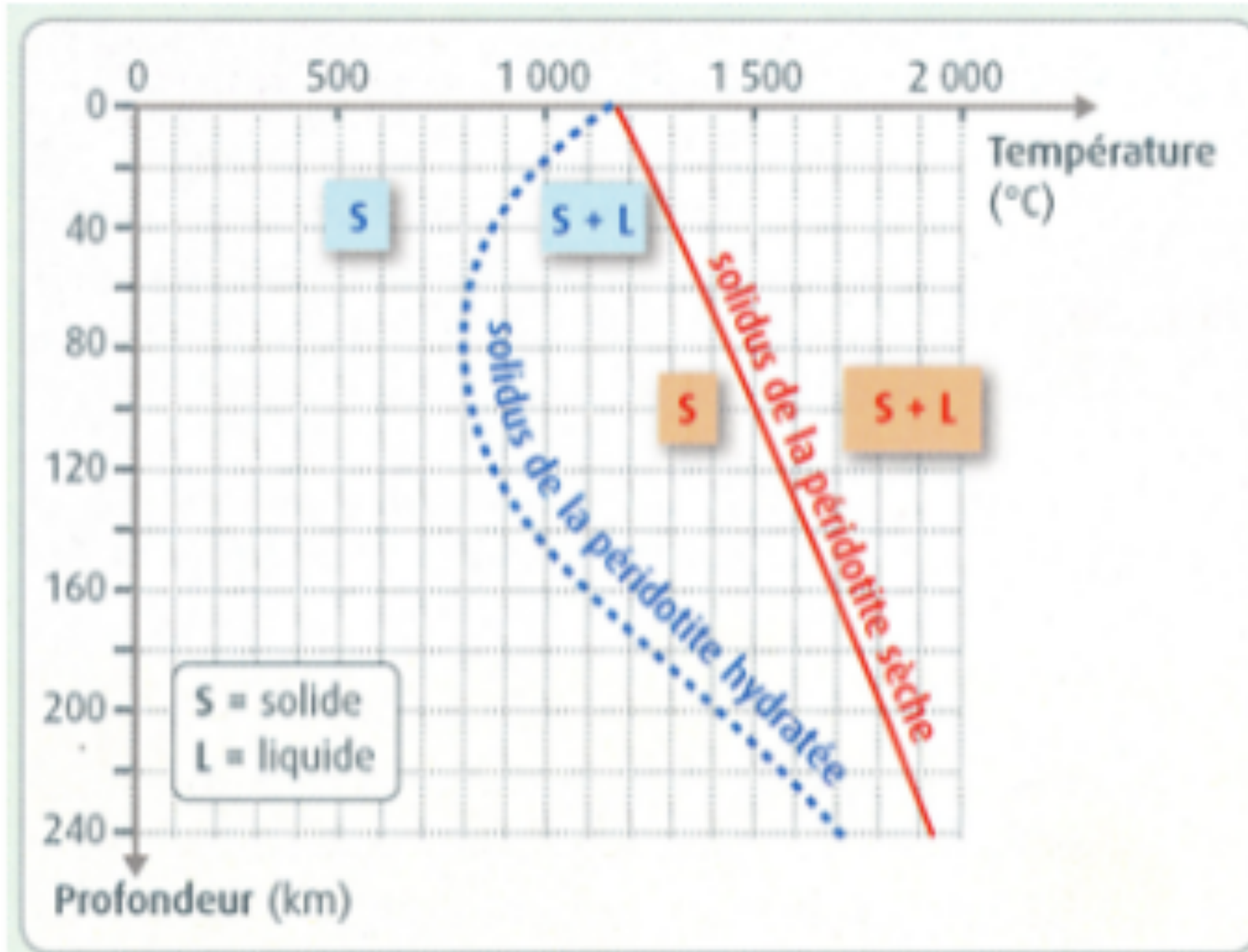
- A** 800 °C/80 km
- B** 900 °C/100 km
- C** 1 000 °C/120 km

Croûte océanique

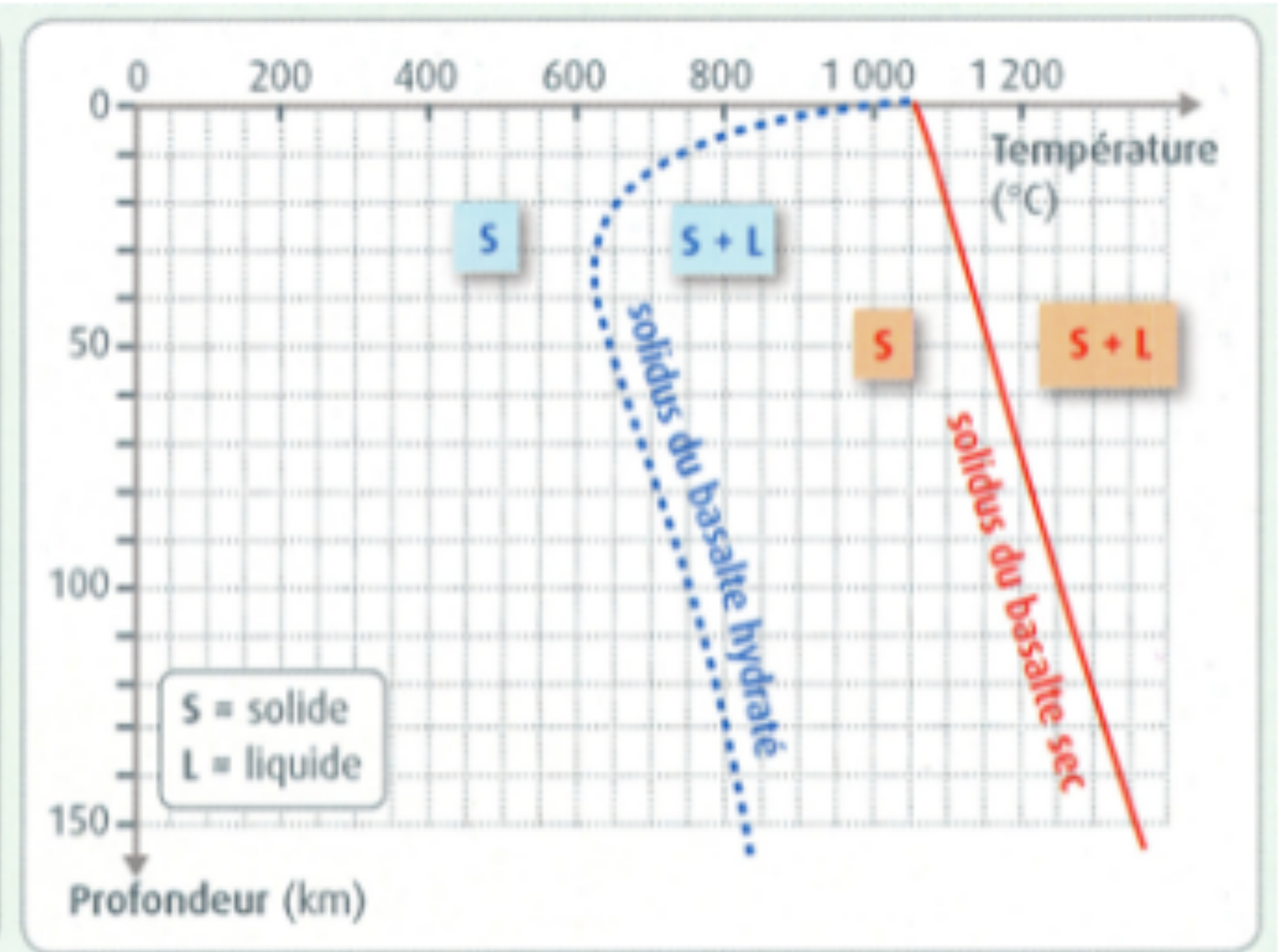
- D** 400 °C/150 km

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.

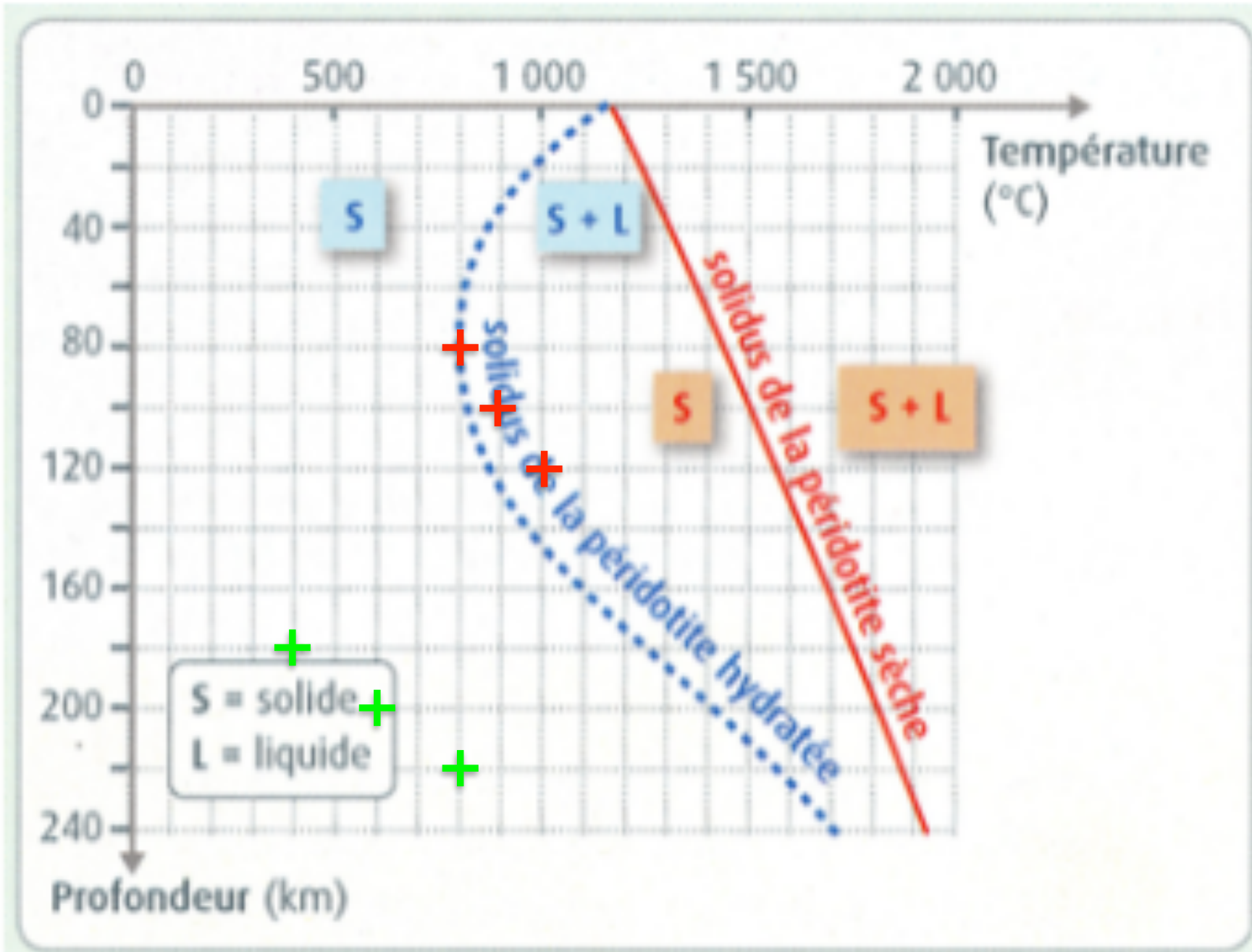


Conditions de fusion d'un basalte sec ou hydraté.

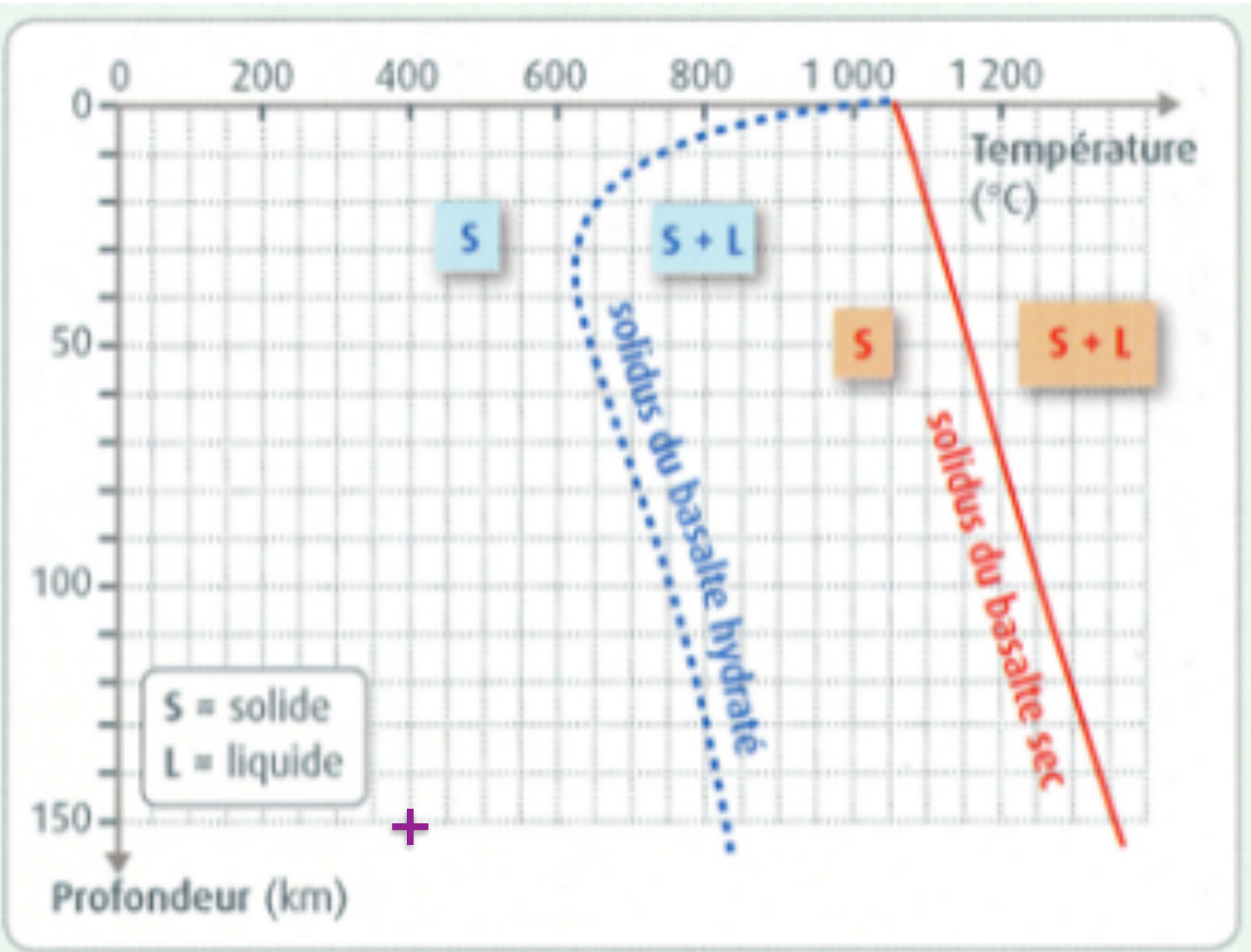


II) Magmatisme et zone de subduction  
C) L'origine du magma

Manteau chevauchant	Croûte océanique	Manteau plongeant
A 800 °C/80 km	D 400 °C/150 km	E 400 °C/180 km
B 900 °C/100 km		F 600 °C/200 km
C 1 000 °C/120 km		G 800 °C/220 km



Conditions de fusion d'une périclote 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	$\text{SiO}_2$
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	$\text{Na}_2(\text{Mg}_3\text{Al}_2)\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
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

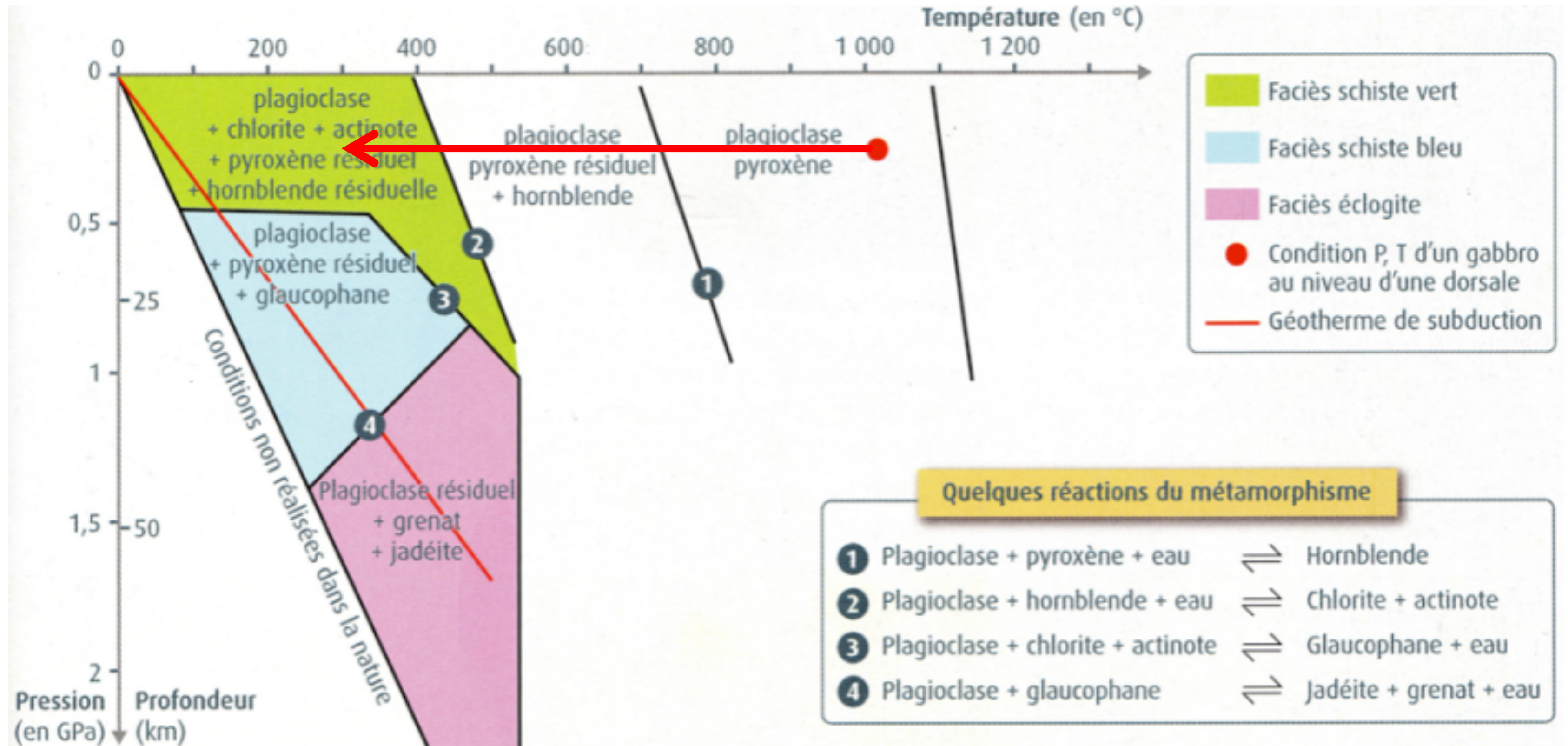
# Plan du cours

- 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

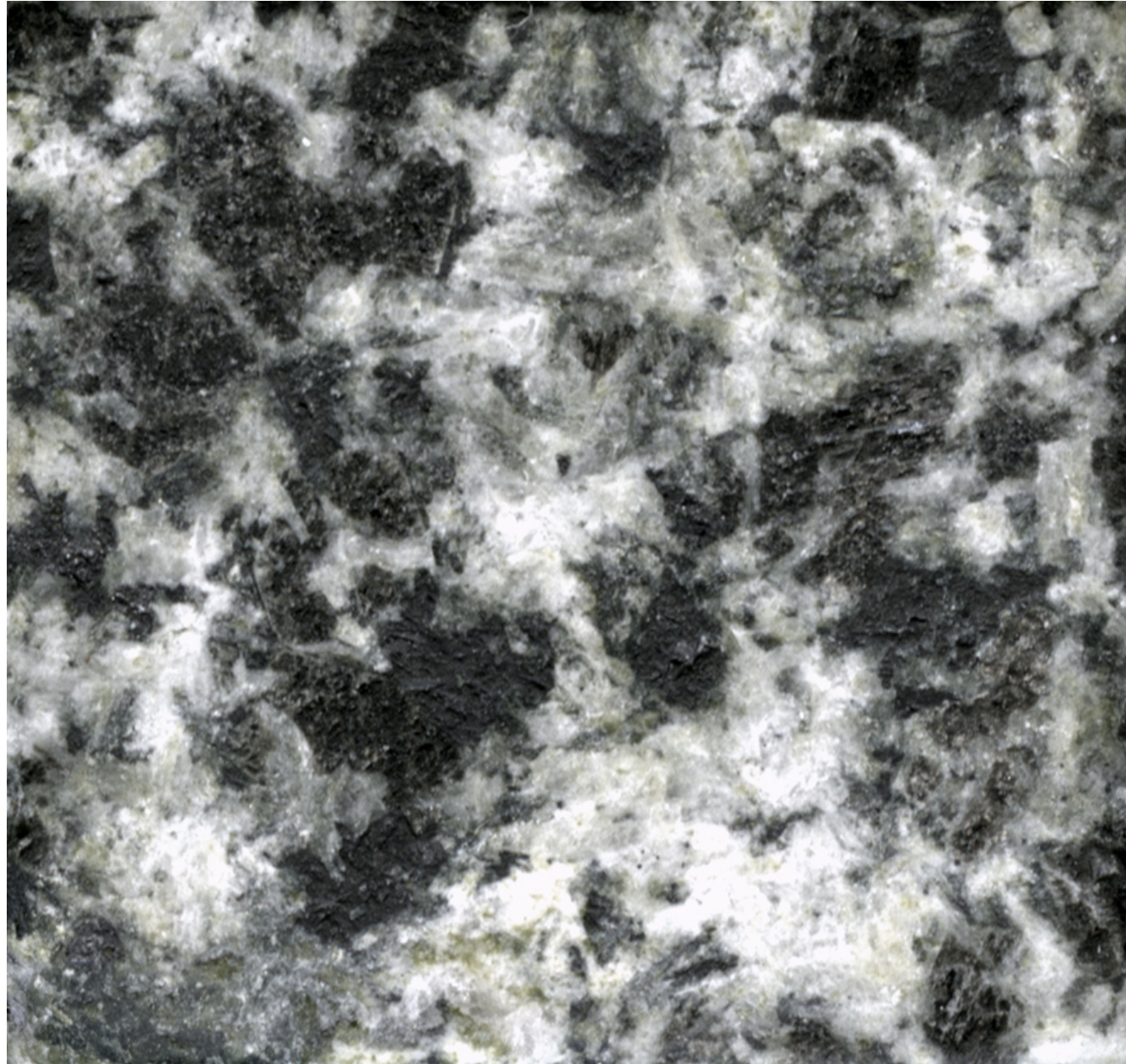
### D) Le devenir du gabbro



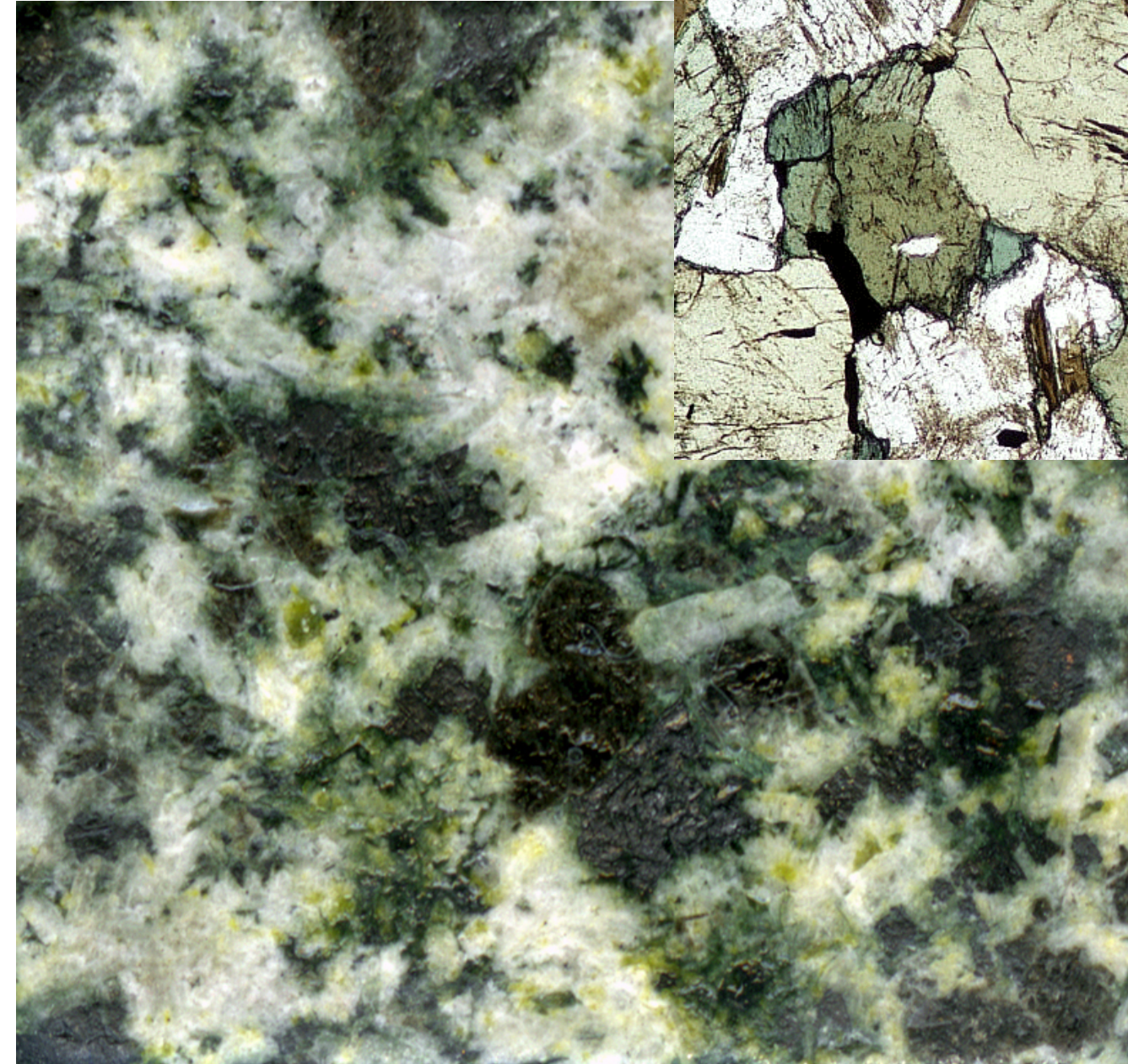


## II) Magmatisme et zone de subduction

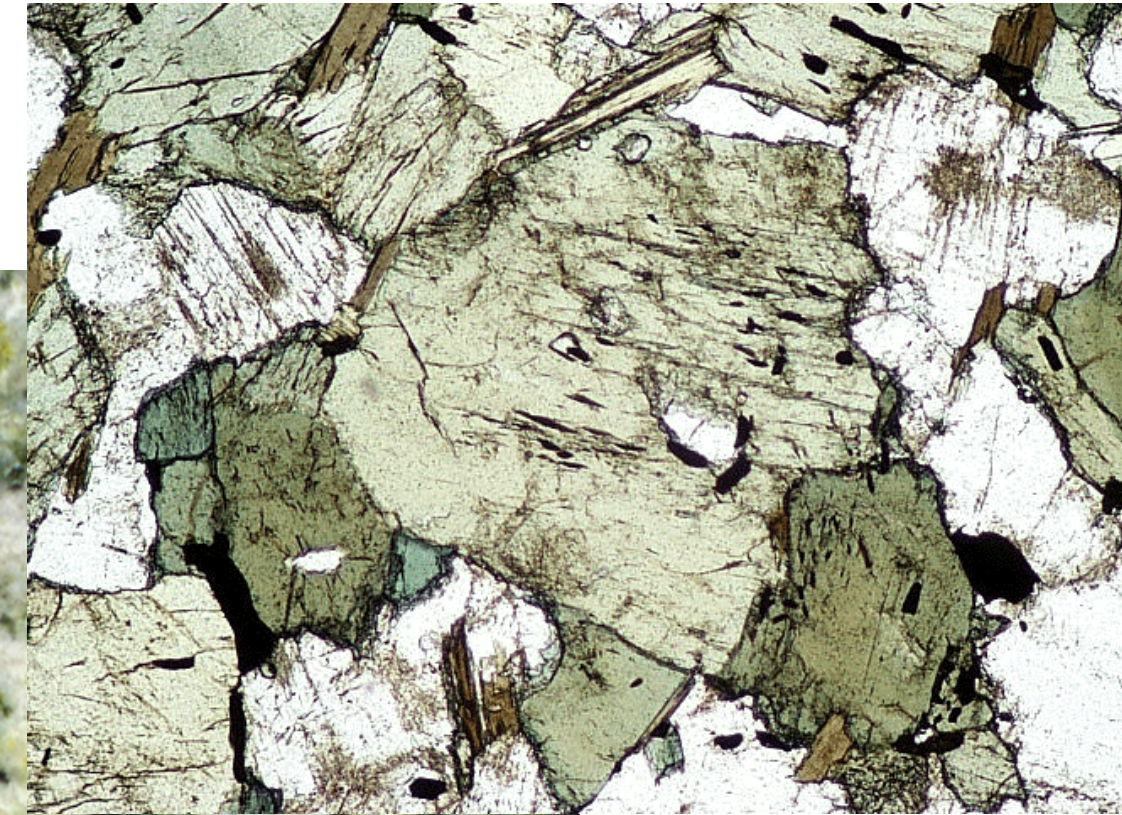
### D) Le devenir du gabbro



Gabbro



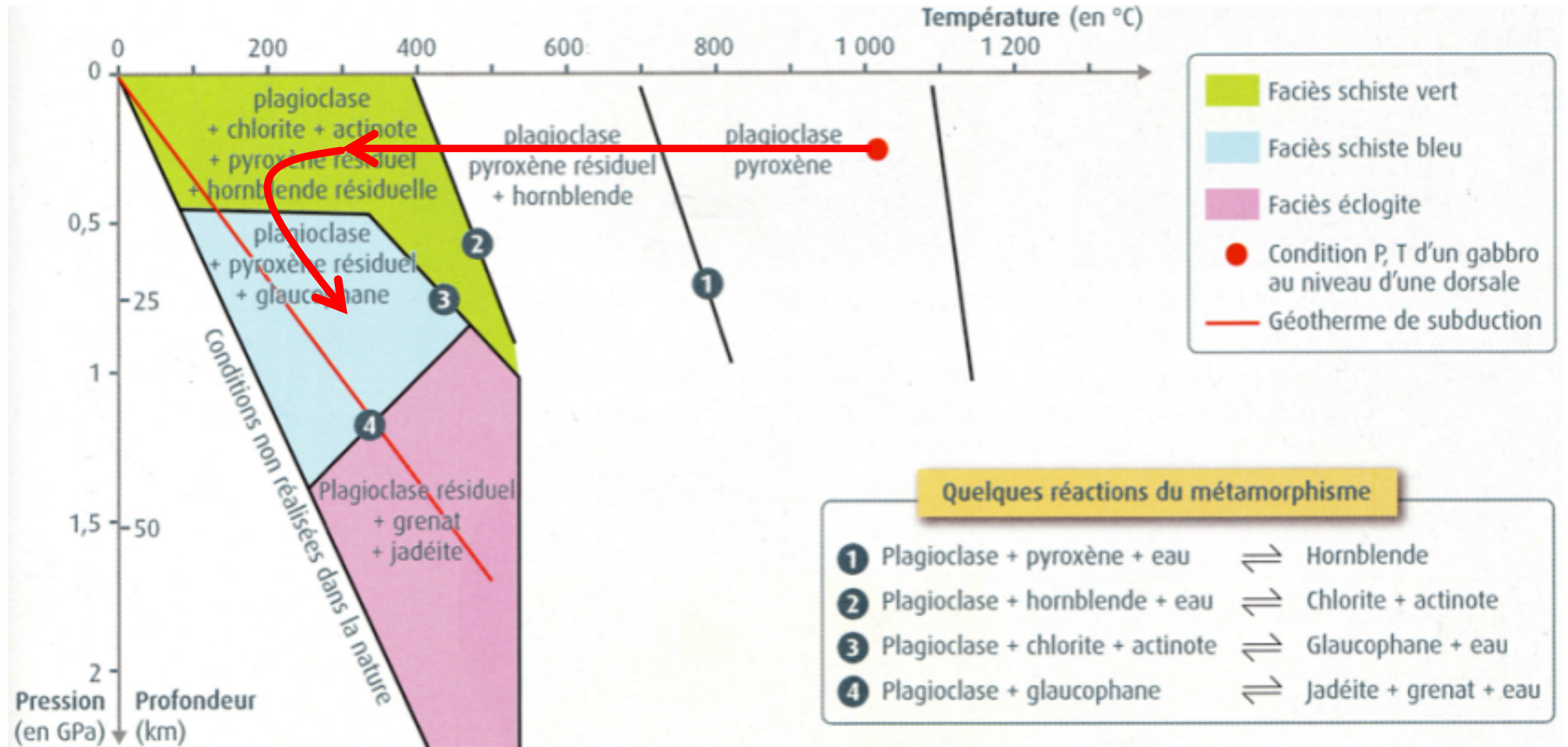
Métagabbro en faciès  
schiste vert





## II) Magmatisme et zone de subduction

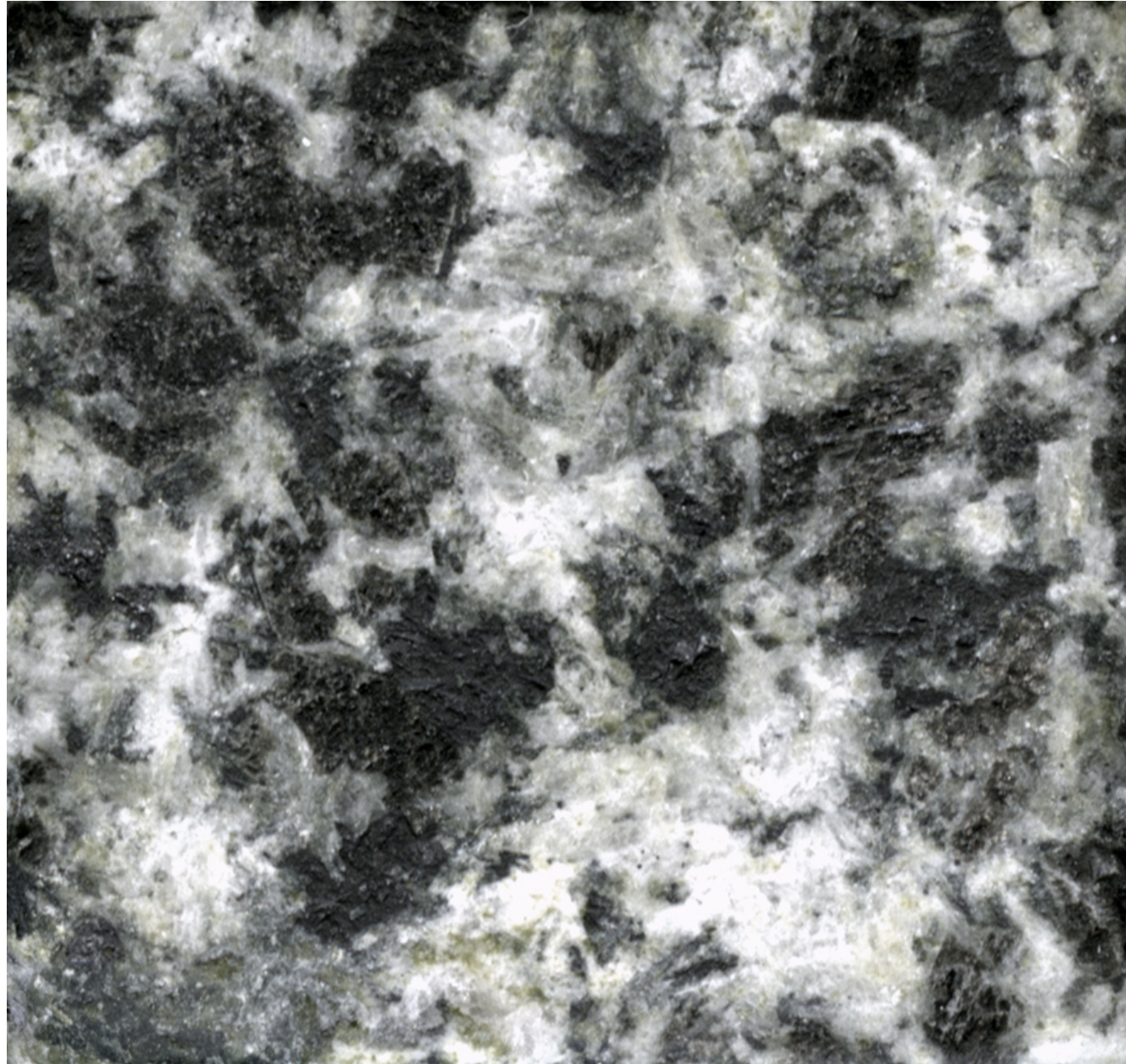
### D) Le devenir du gabbro



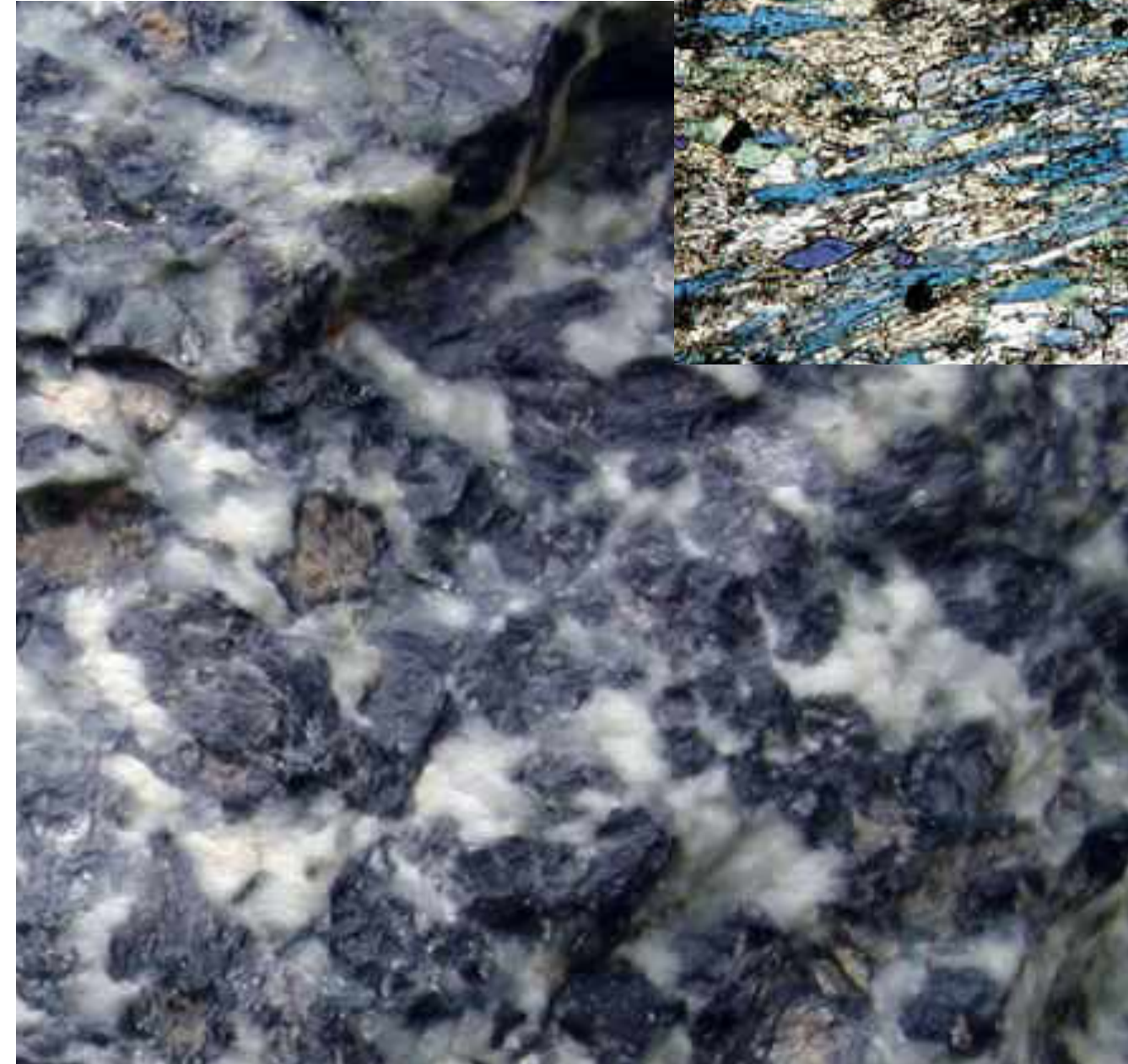


## II) Magmatisme et zone de subduction

### D) Le devenir du gabbro



Gabbro



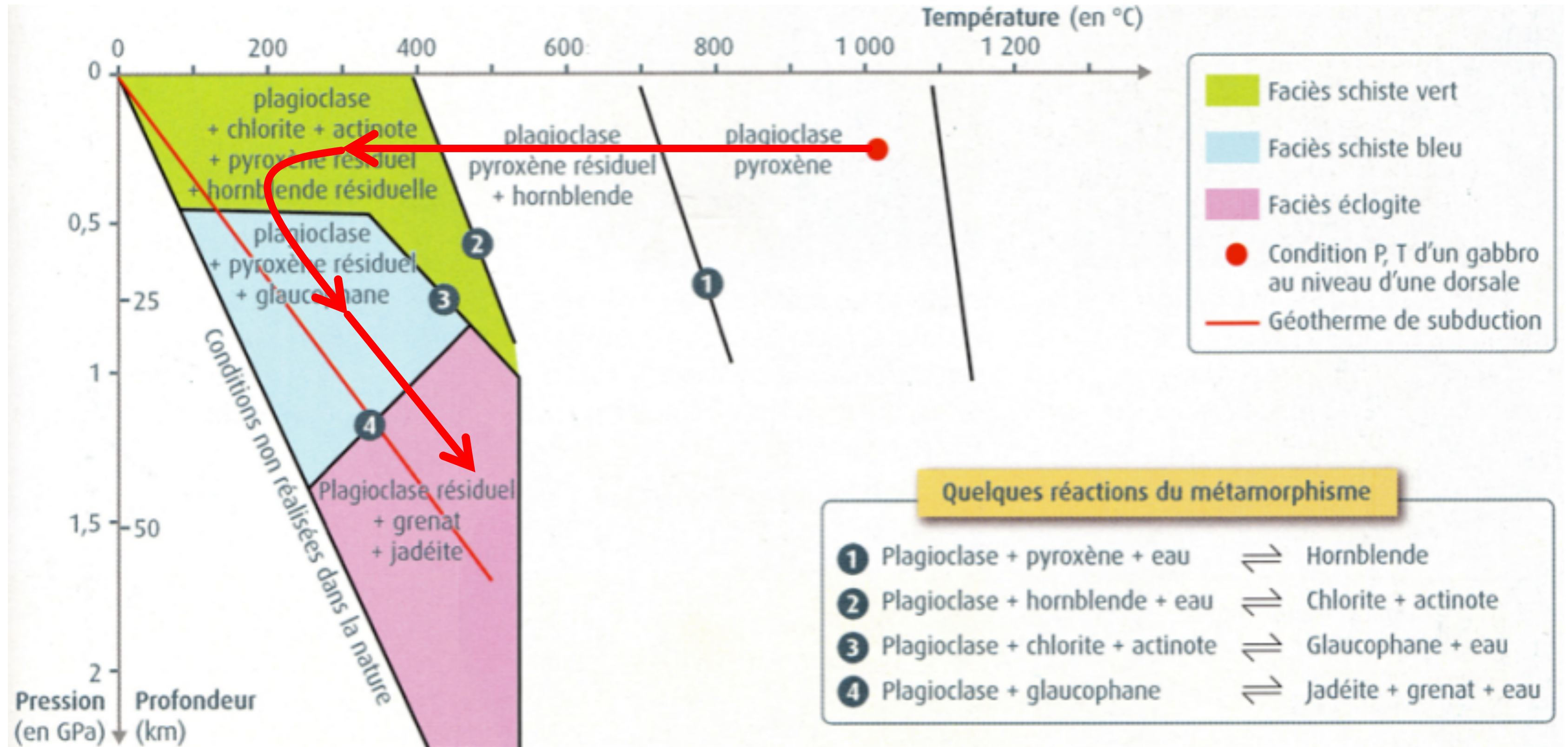
Métagabbro en faciès  
schiste bleu





## II) Magmatisme et zone de subduction

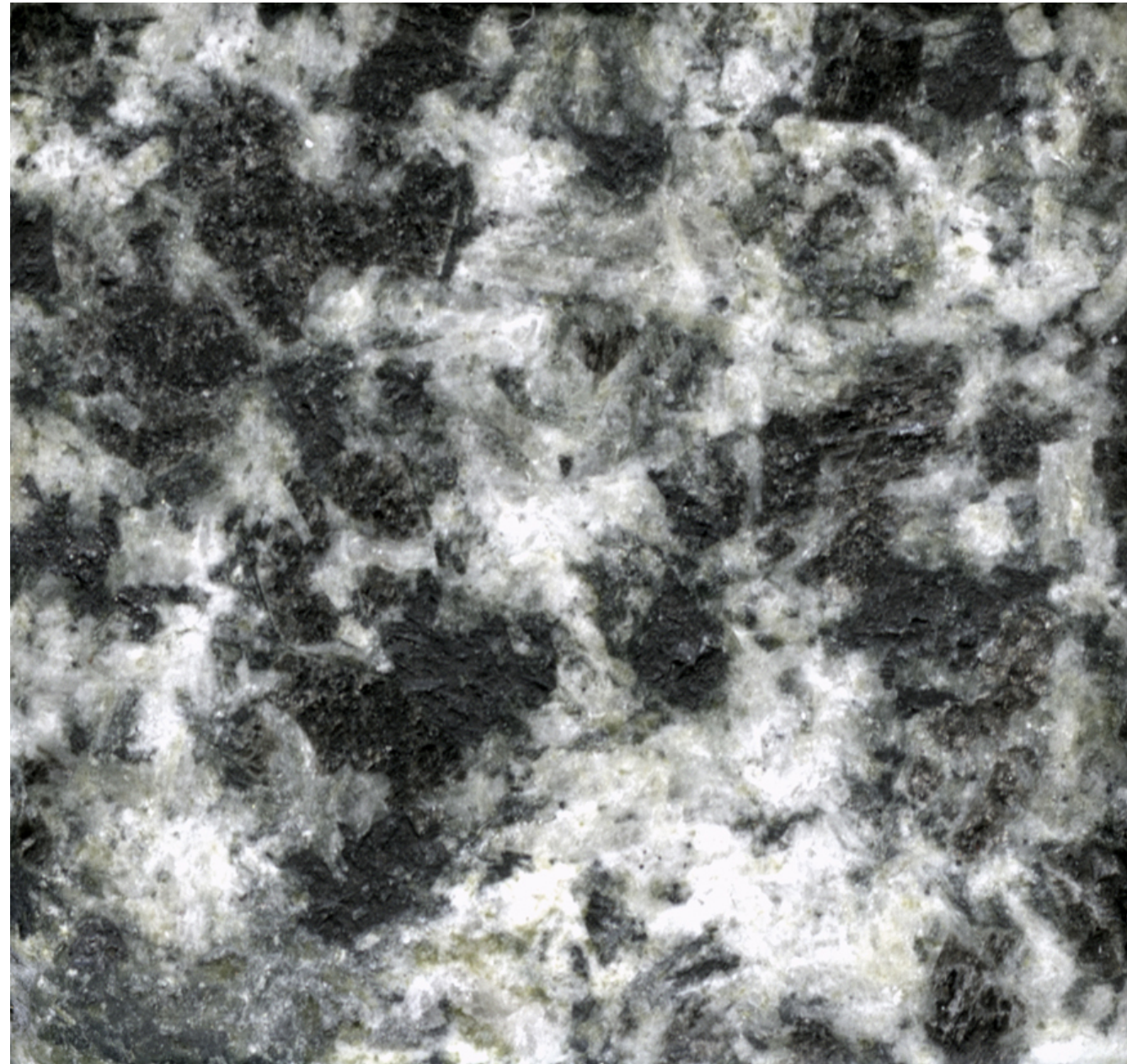
### D) Le devenir du gabbro



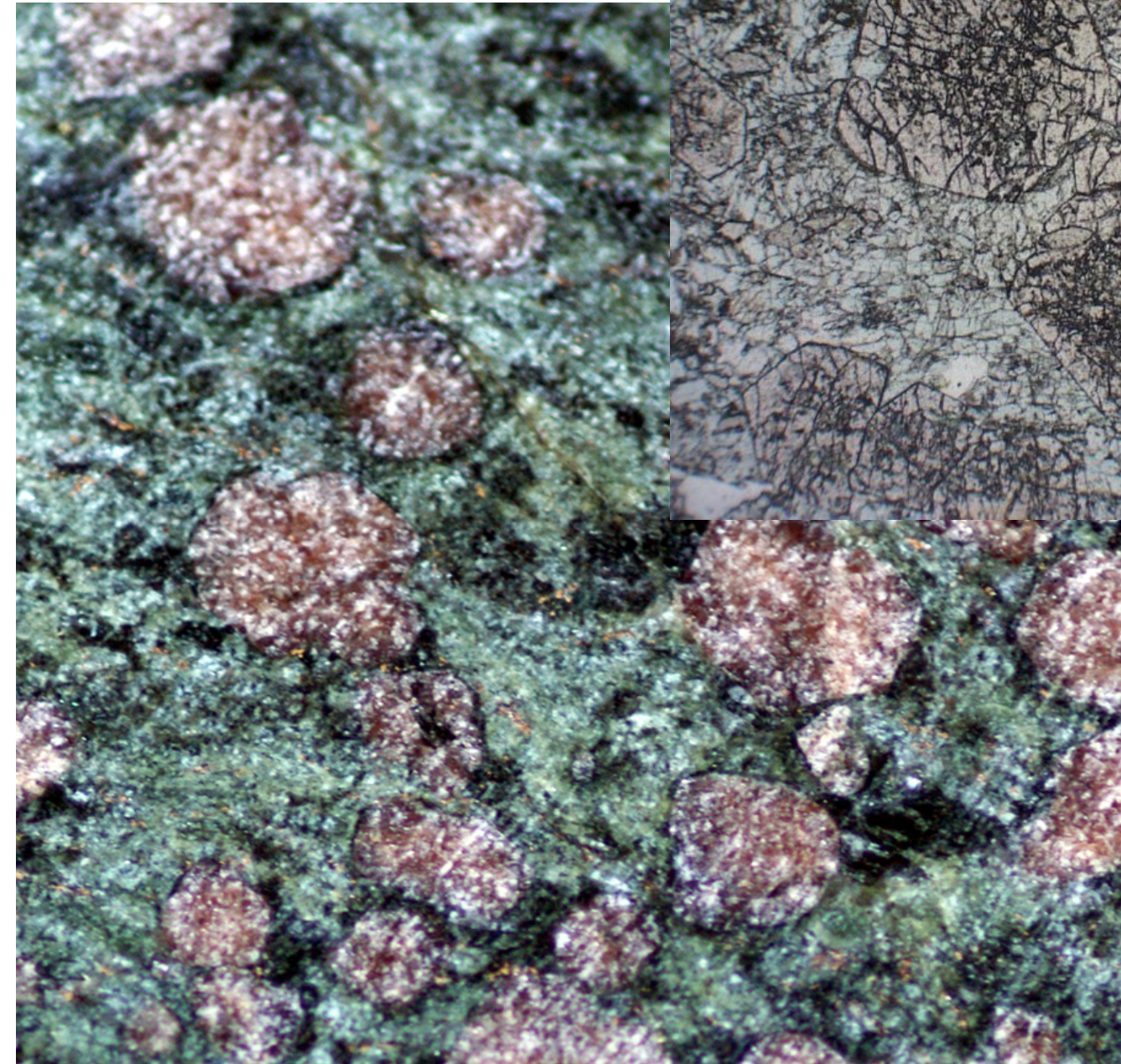


## II) Magmatisme et zone de subduction

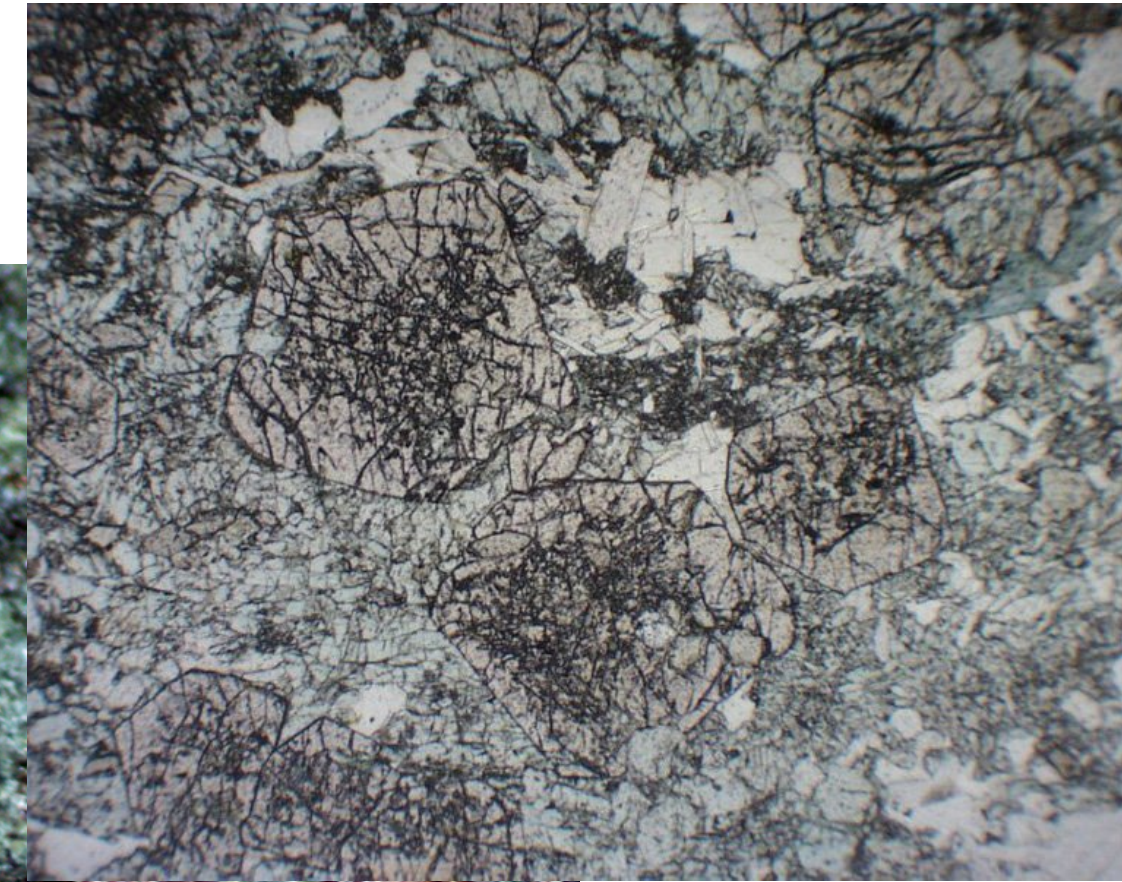
### D) Le devenir du gabbro



Gabbro



Métagabbro en faciès  
éclogite

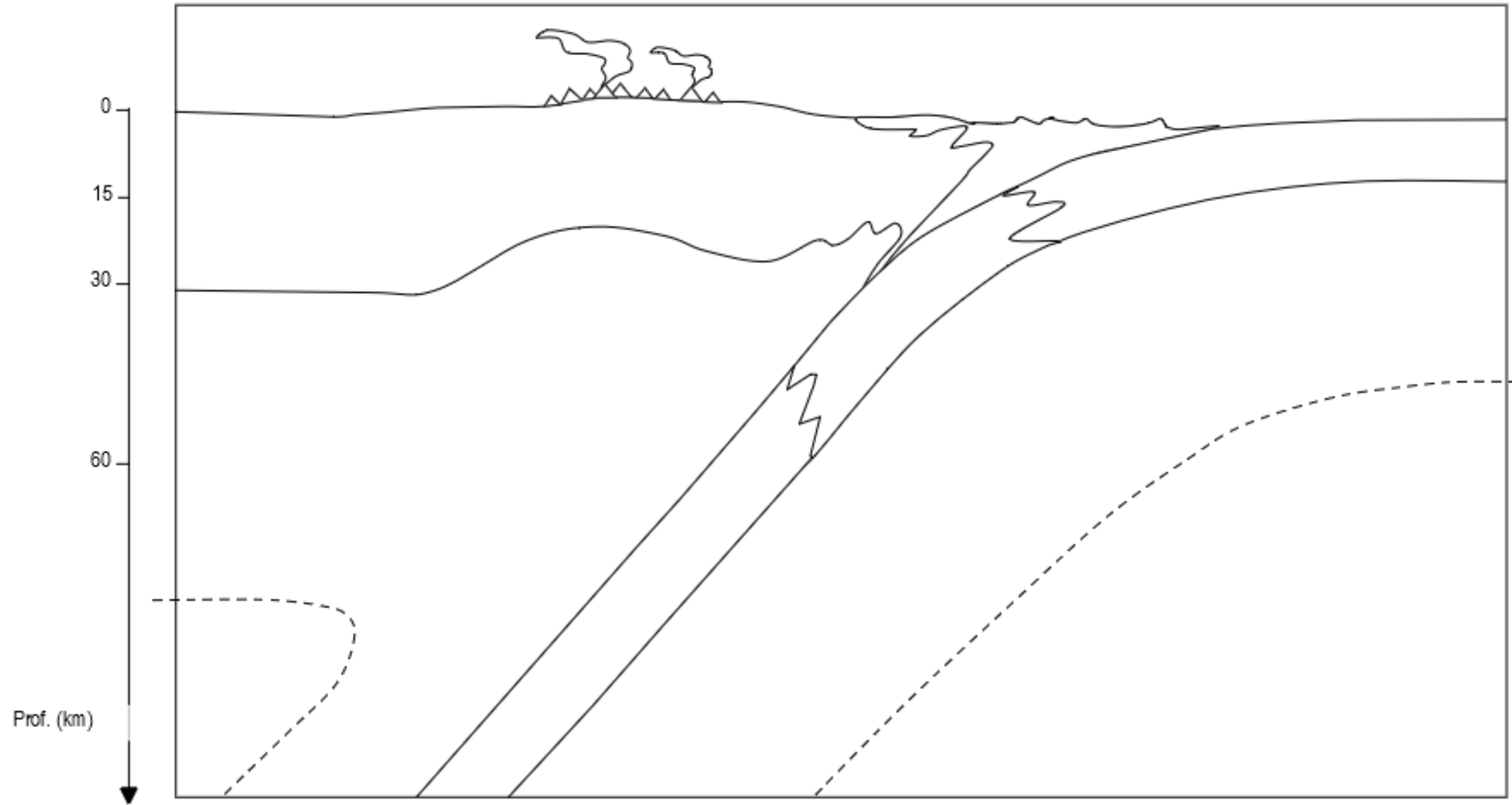




# II) Magmatisme et zone de subduction

## D) Le devenir du gabbro

Titre :



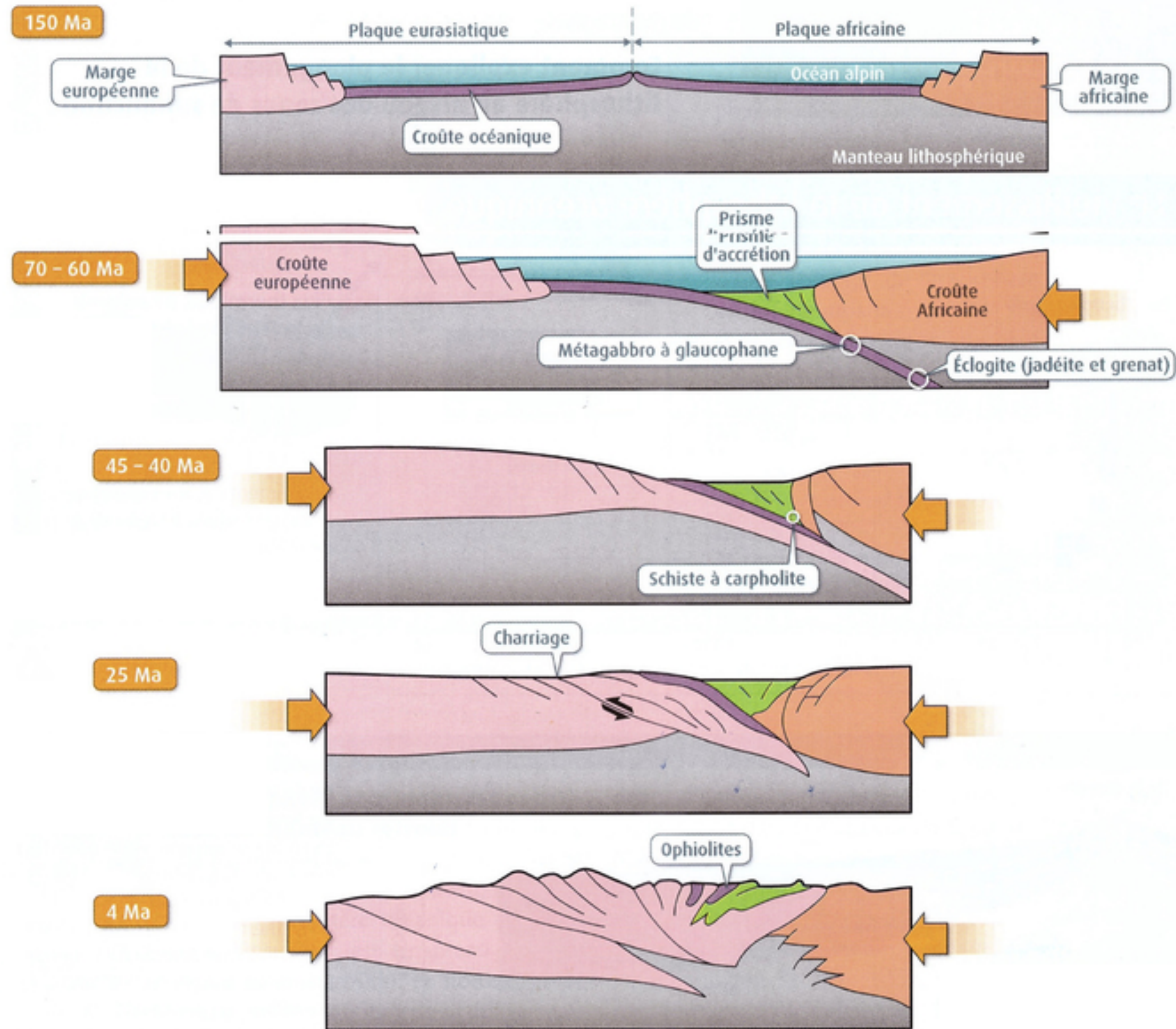
Légende :

# 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



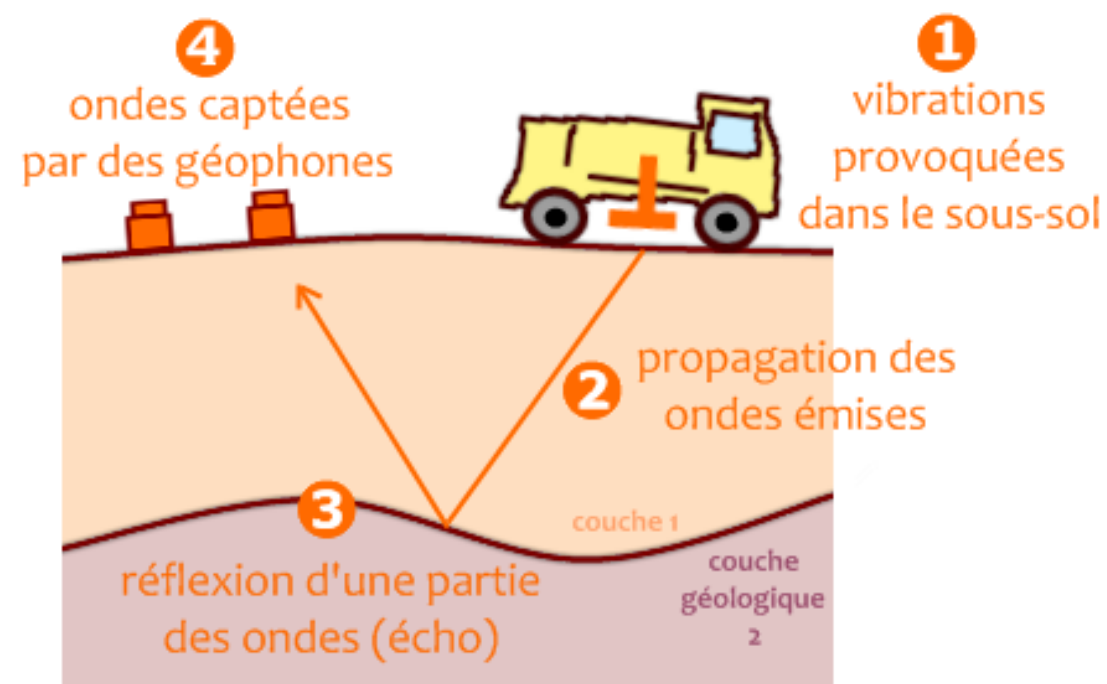
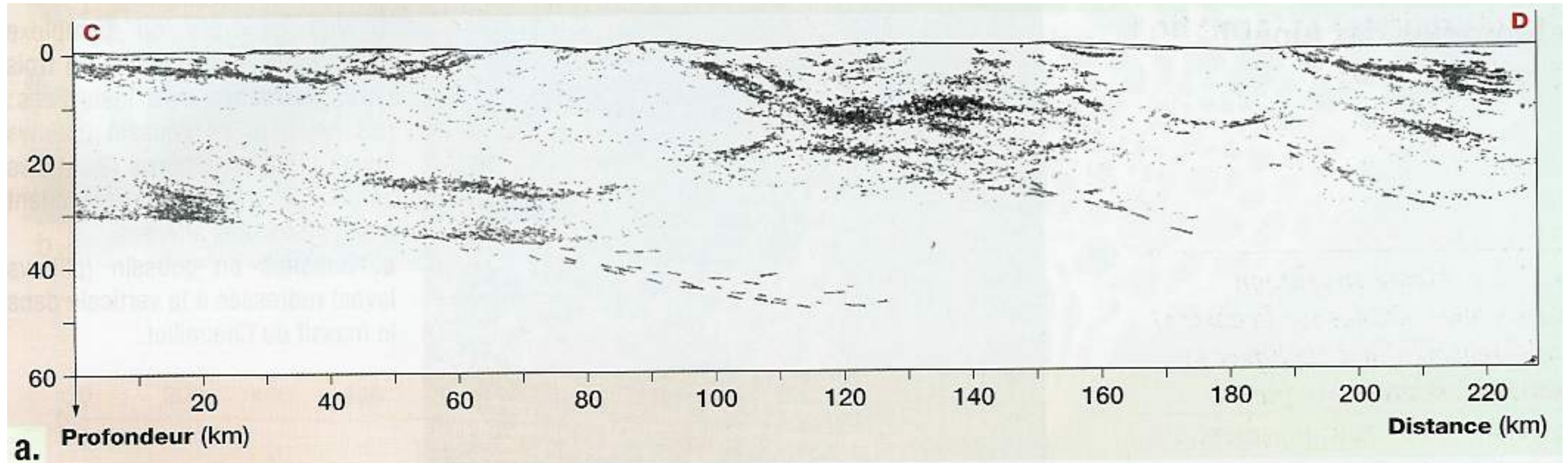
Massif Armorica  
Monts d'Arrée  
385 m



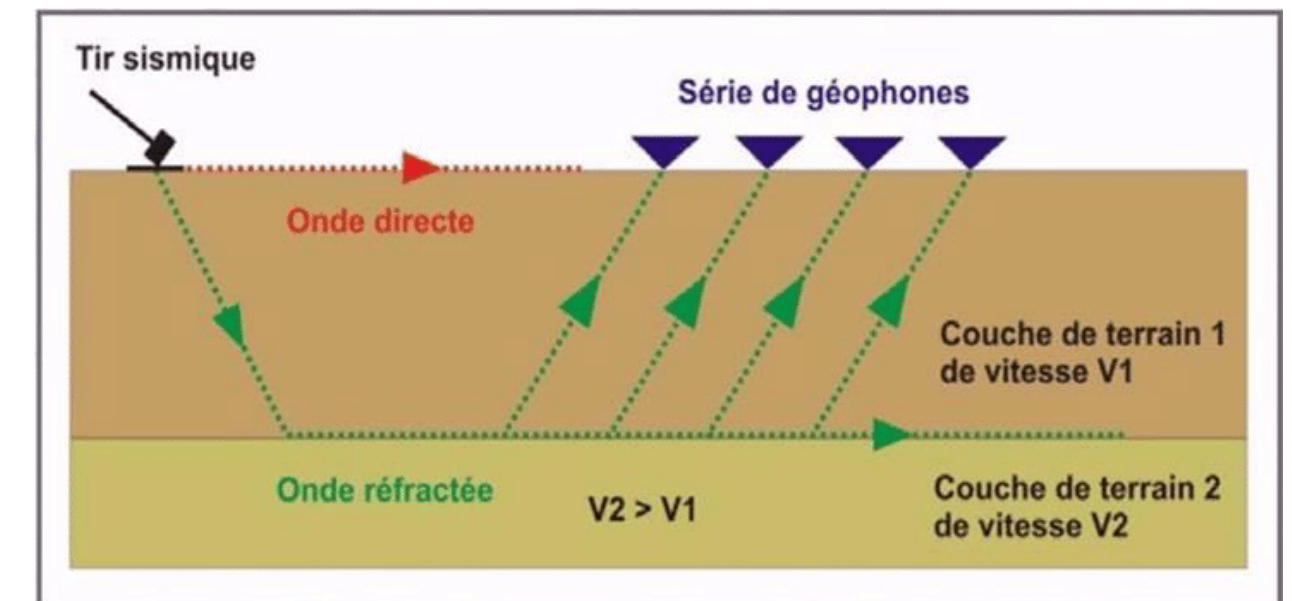
# III) La collision continentale

## 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

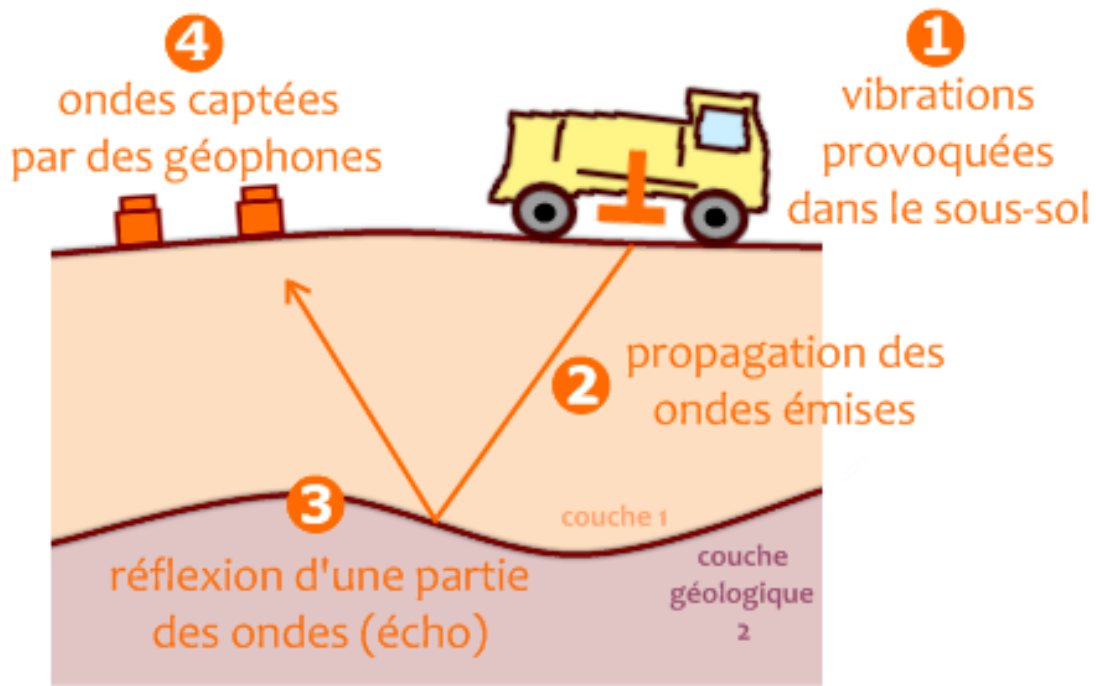
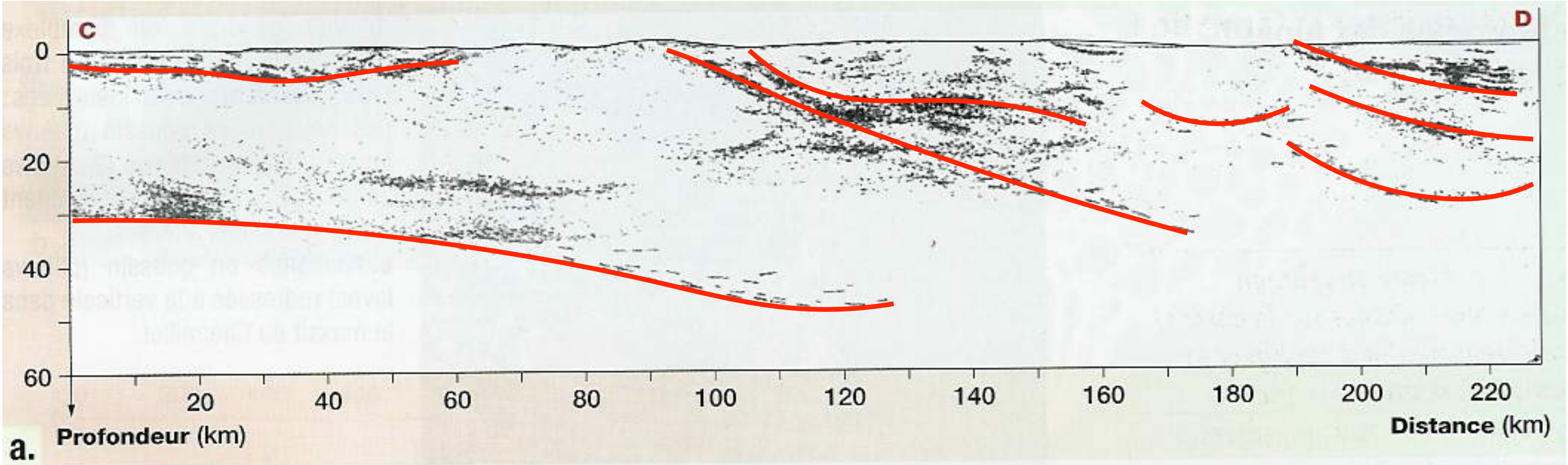




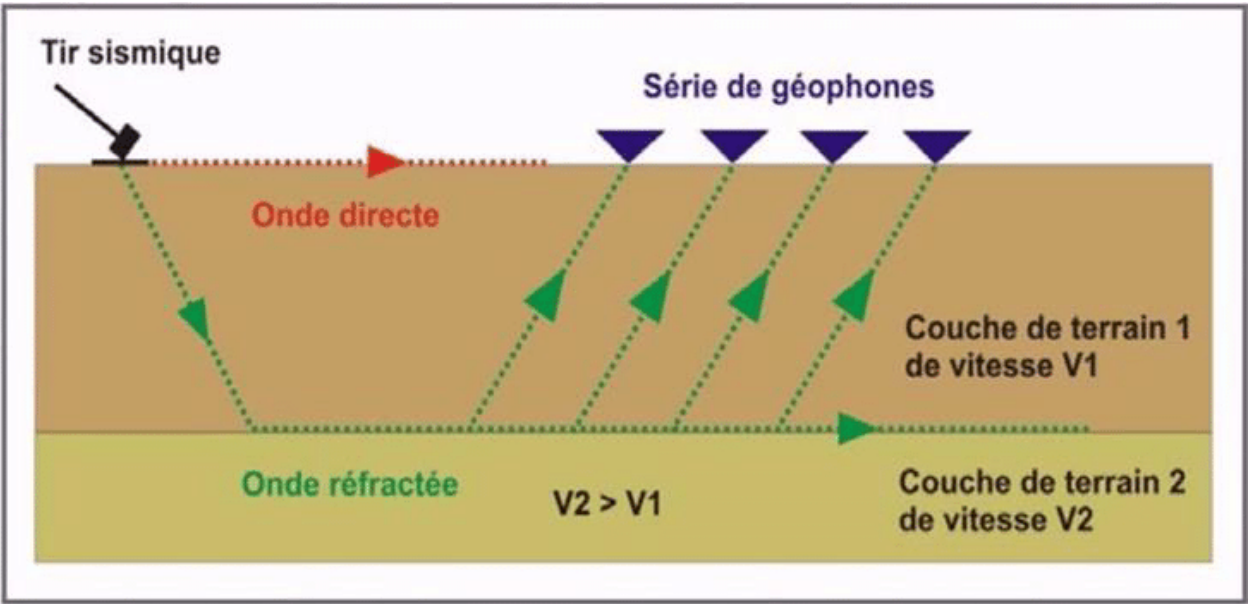
III) La collision continentale

A) Indices topographiques

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



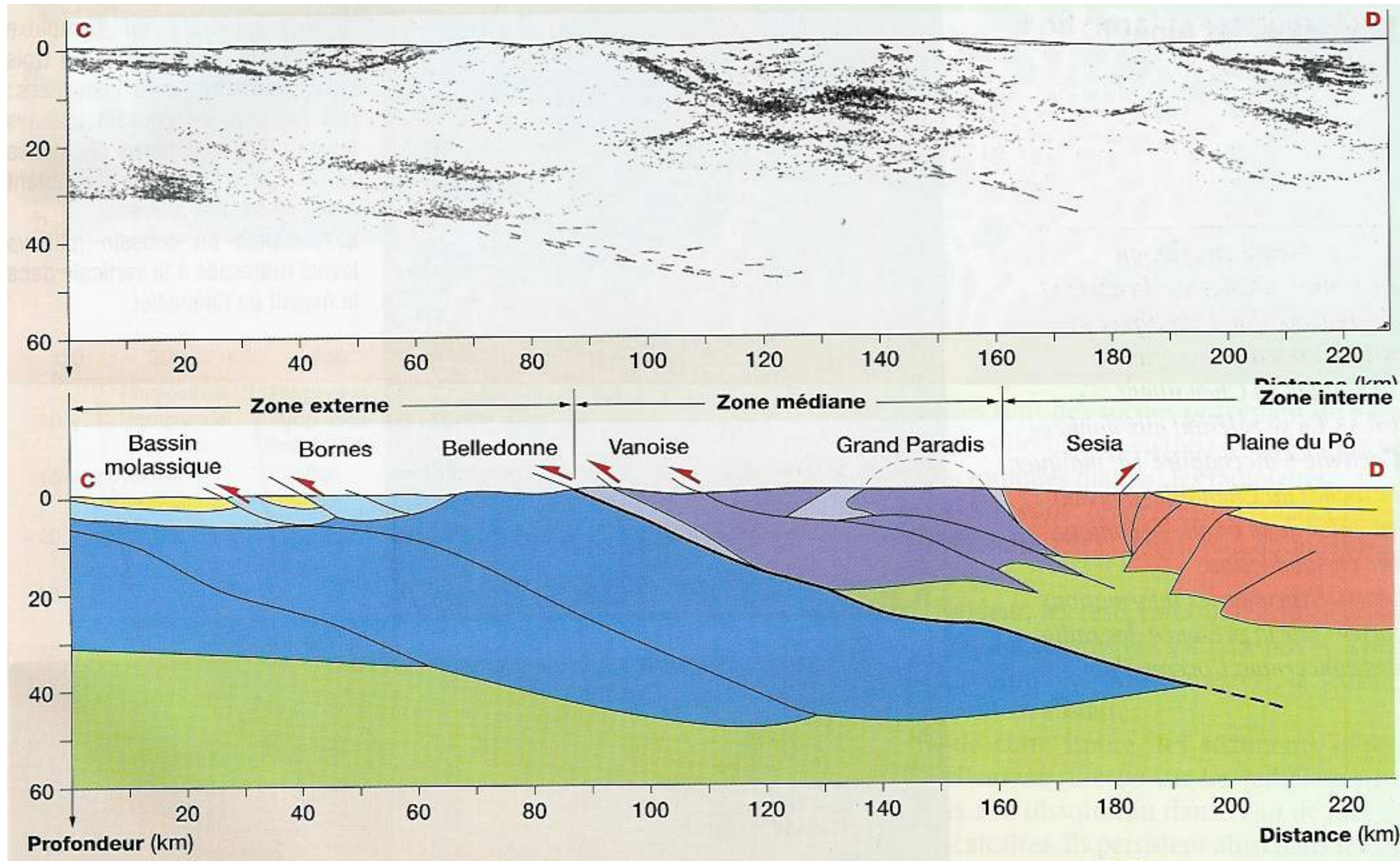
Technique de sismique  
réflexion (gauche) et sismique  
réfraction (droite) pour établir  
un profil ECORS





# III) La collision continentale

## A) Indices topographiques



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



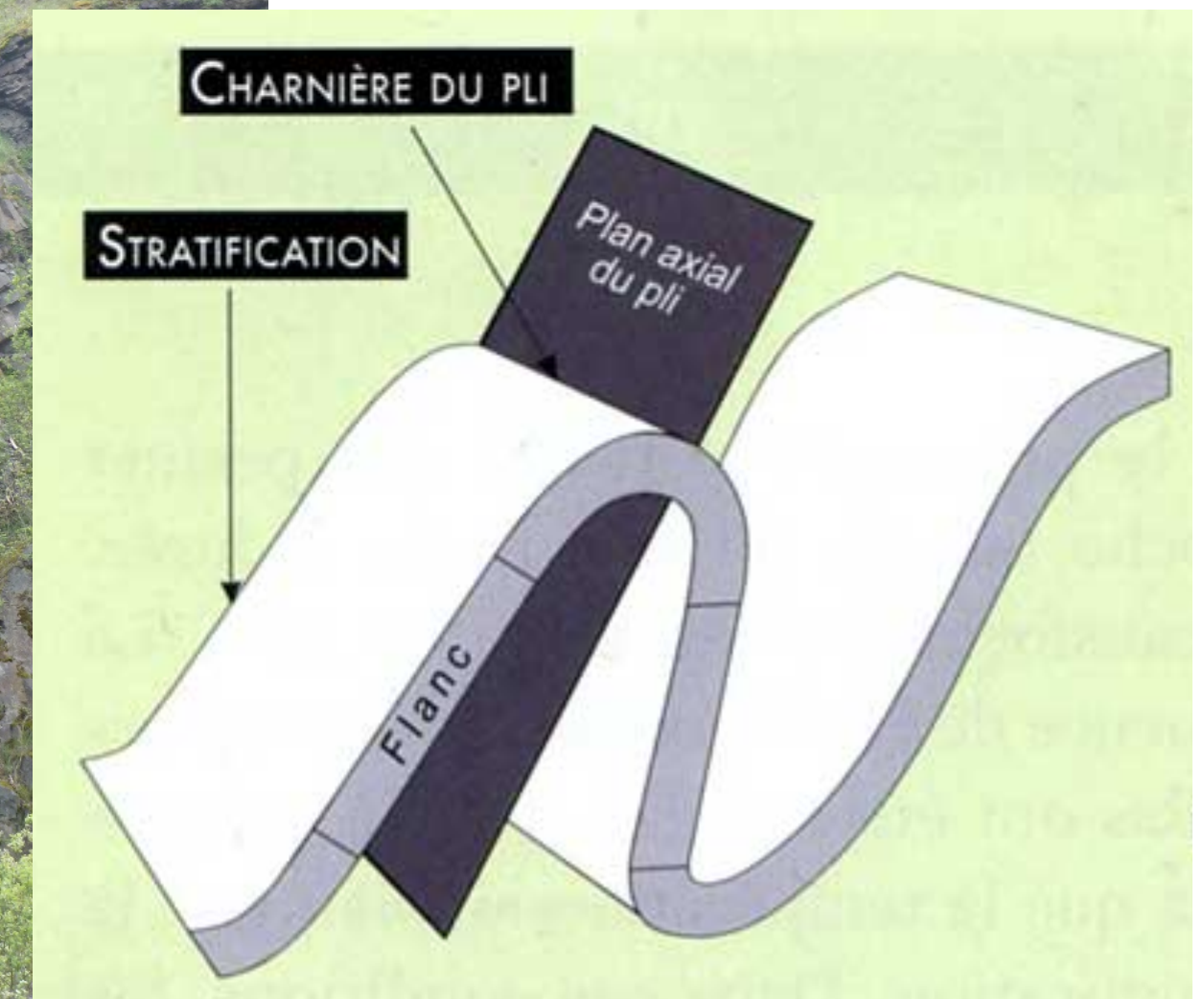
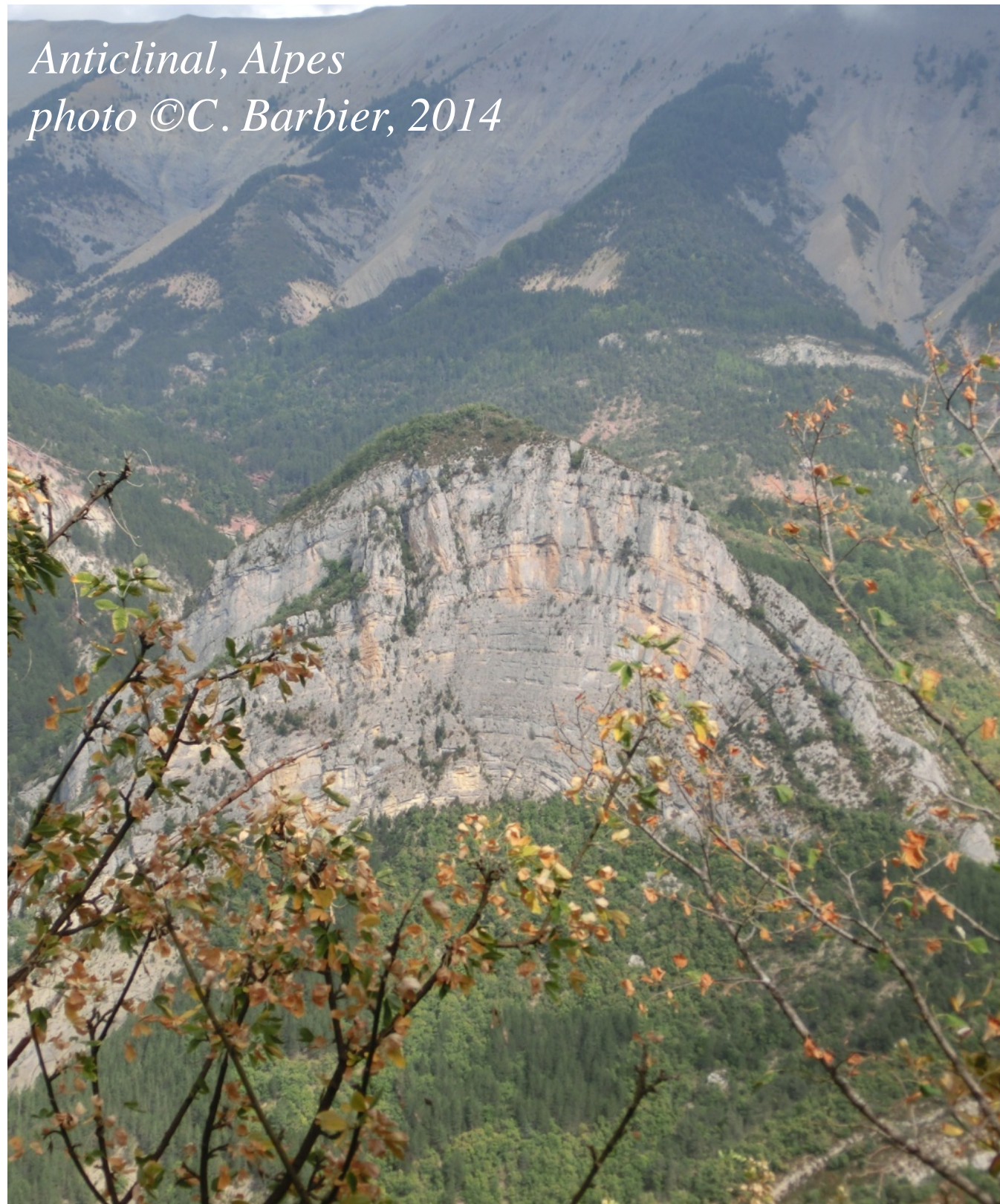
# Plan du cours

- 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

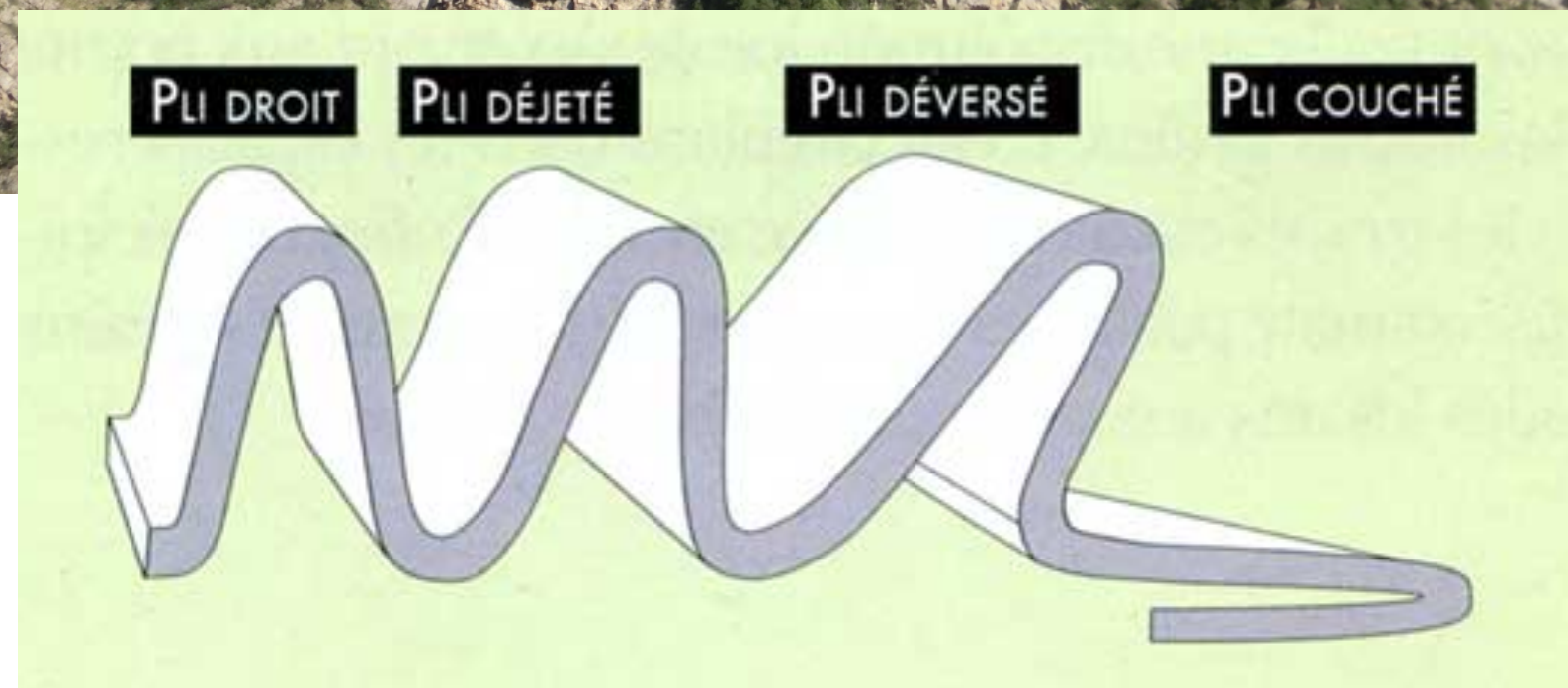
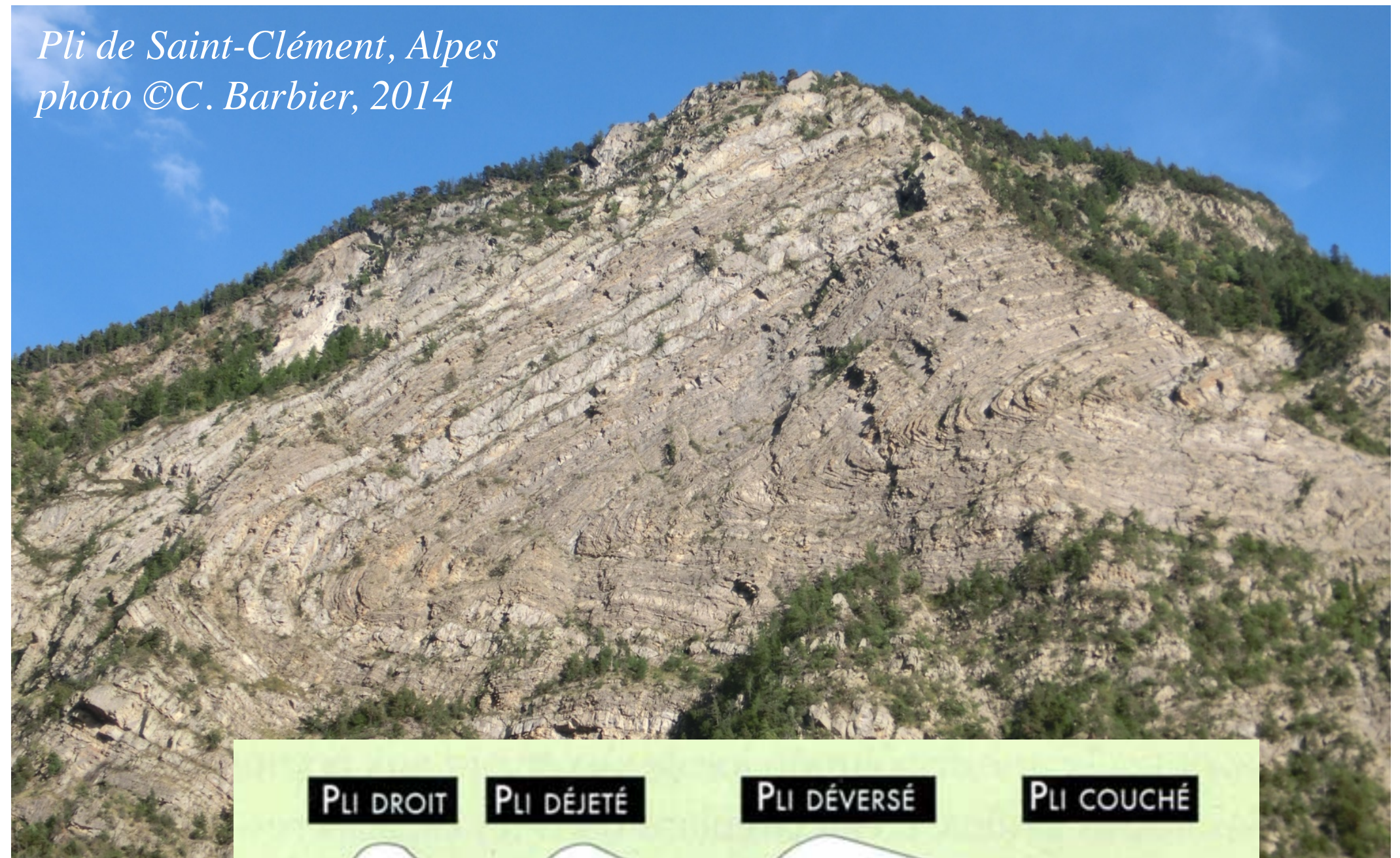
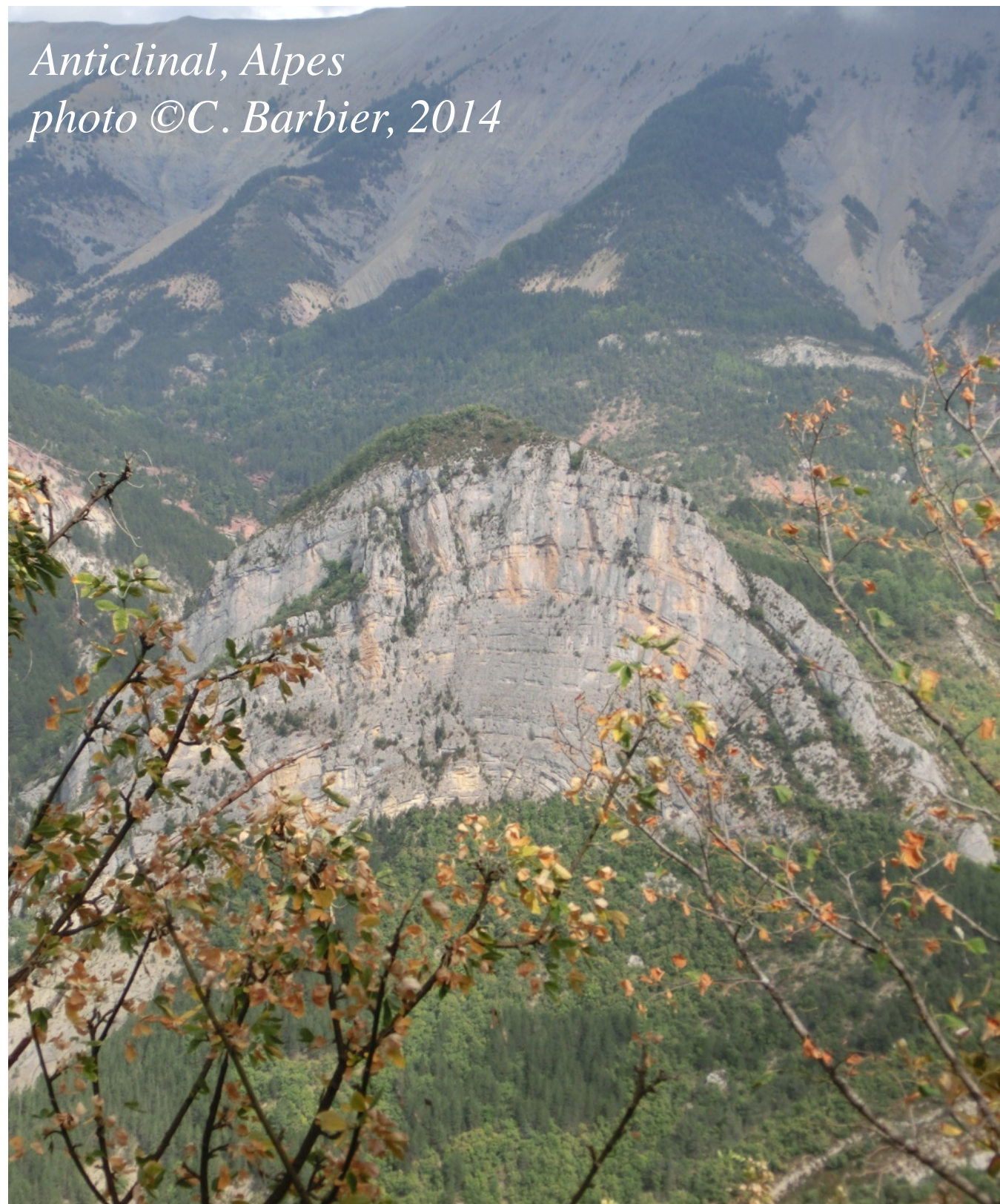
## B) Indices tectoniques





# III) La collision continentale

## B) Indices tectoniques





# III) La collision continentale

## B) Indices tectoniques

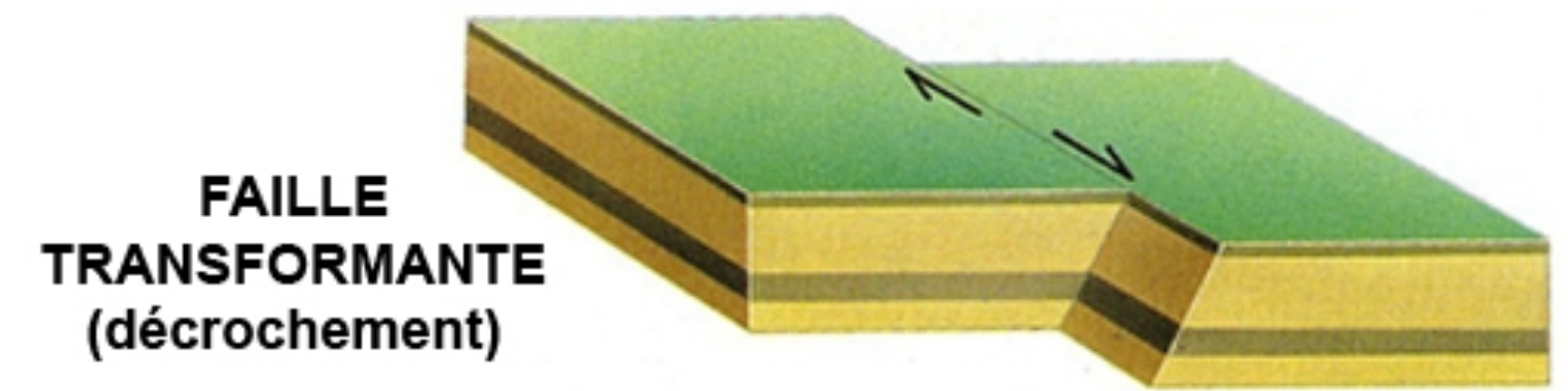
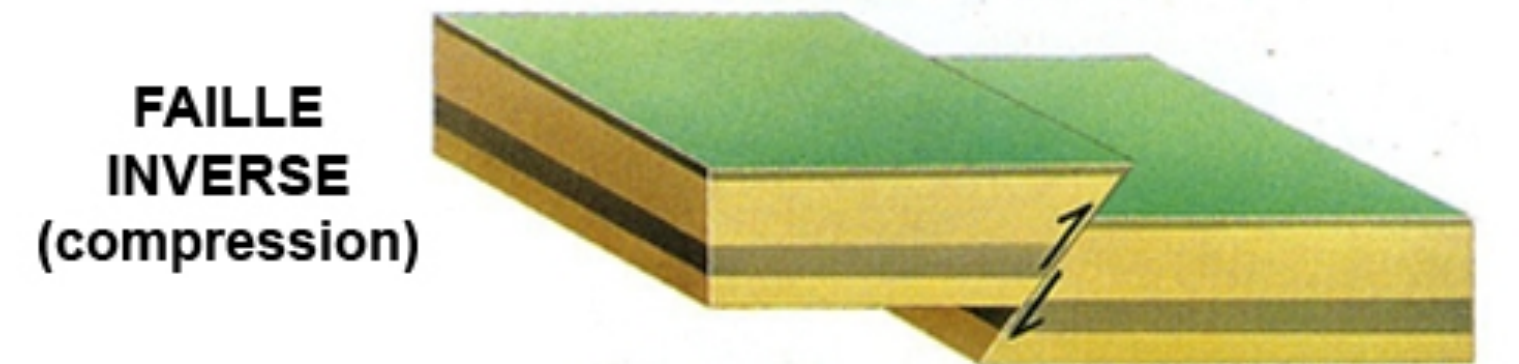
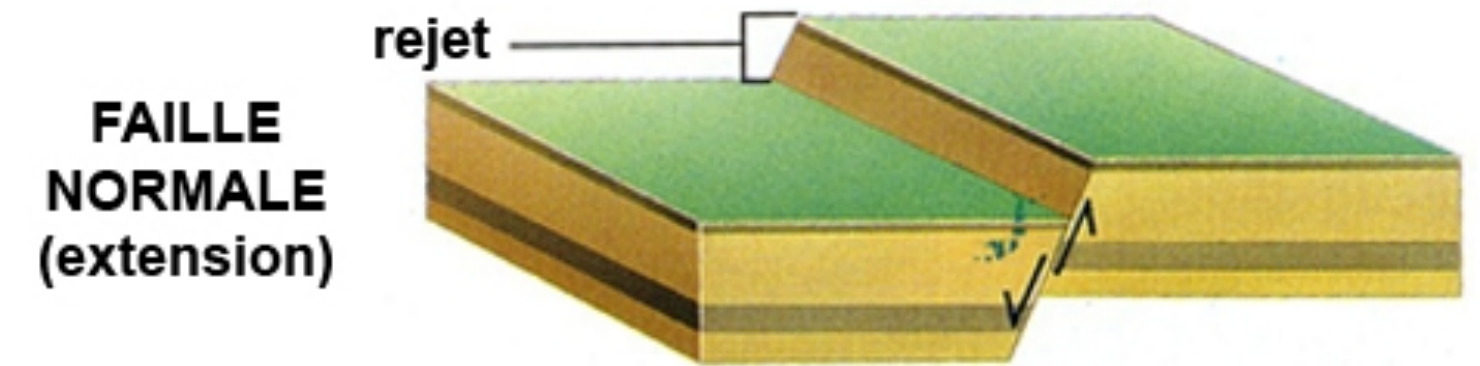


*Le Vélodrome d'Esclangon, Alpes  
photo ©C. Barbier, 2014*



# III) La collision continentale

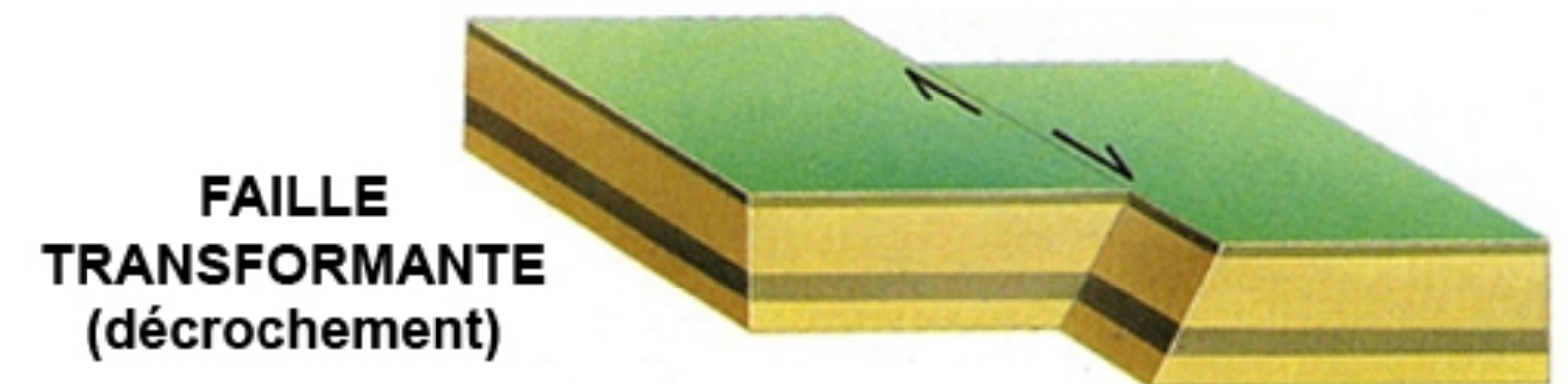
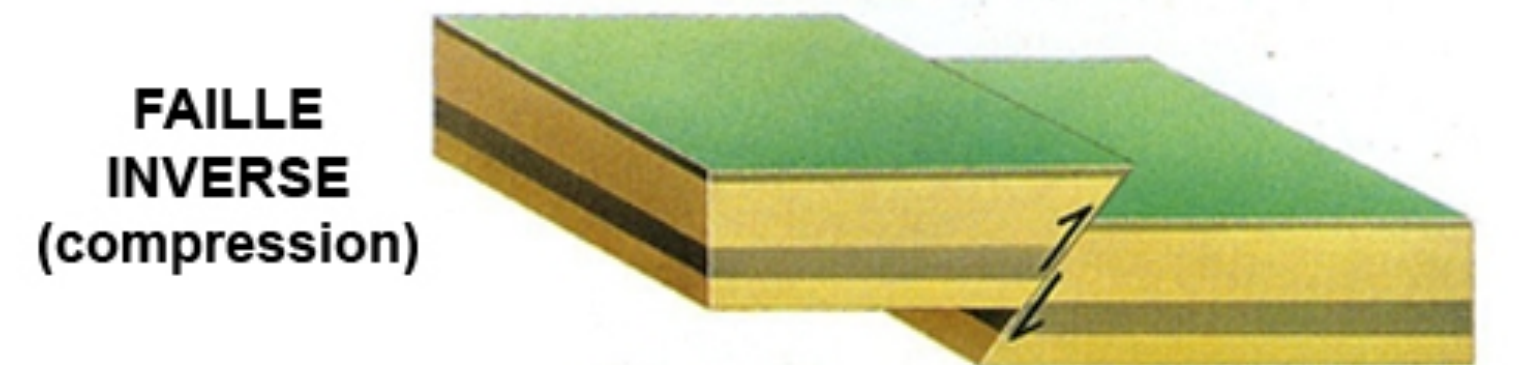
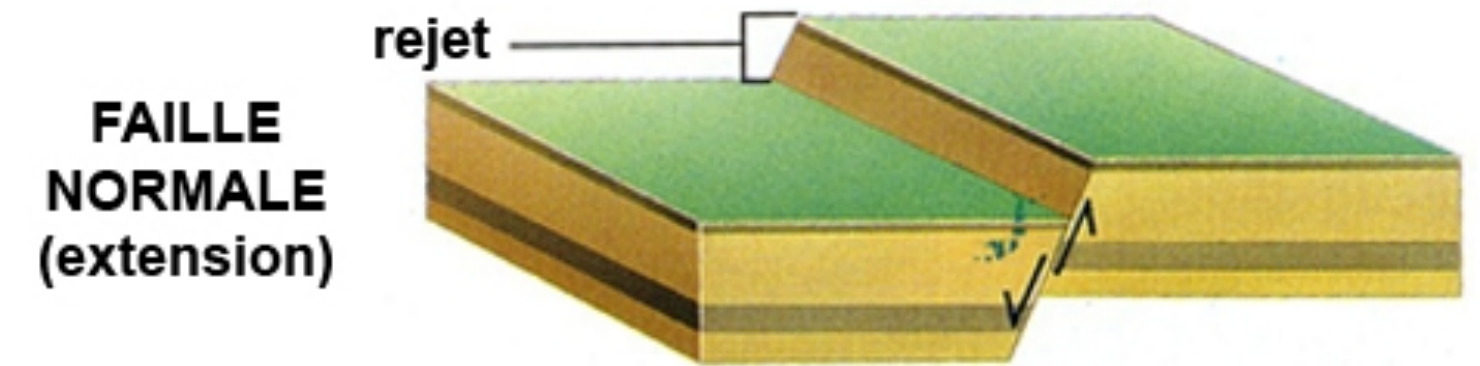
## B) Indices tectoniques





# III) La collision continentale

## B) Indices tectoniques





# III) La collision continentale

## B) Indices tectoniques

*Panorama des crêtes au sud du Col du Lautaret, Alpes*





# III) La collision continentale

## B) Indices tectoniques

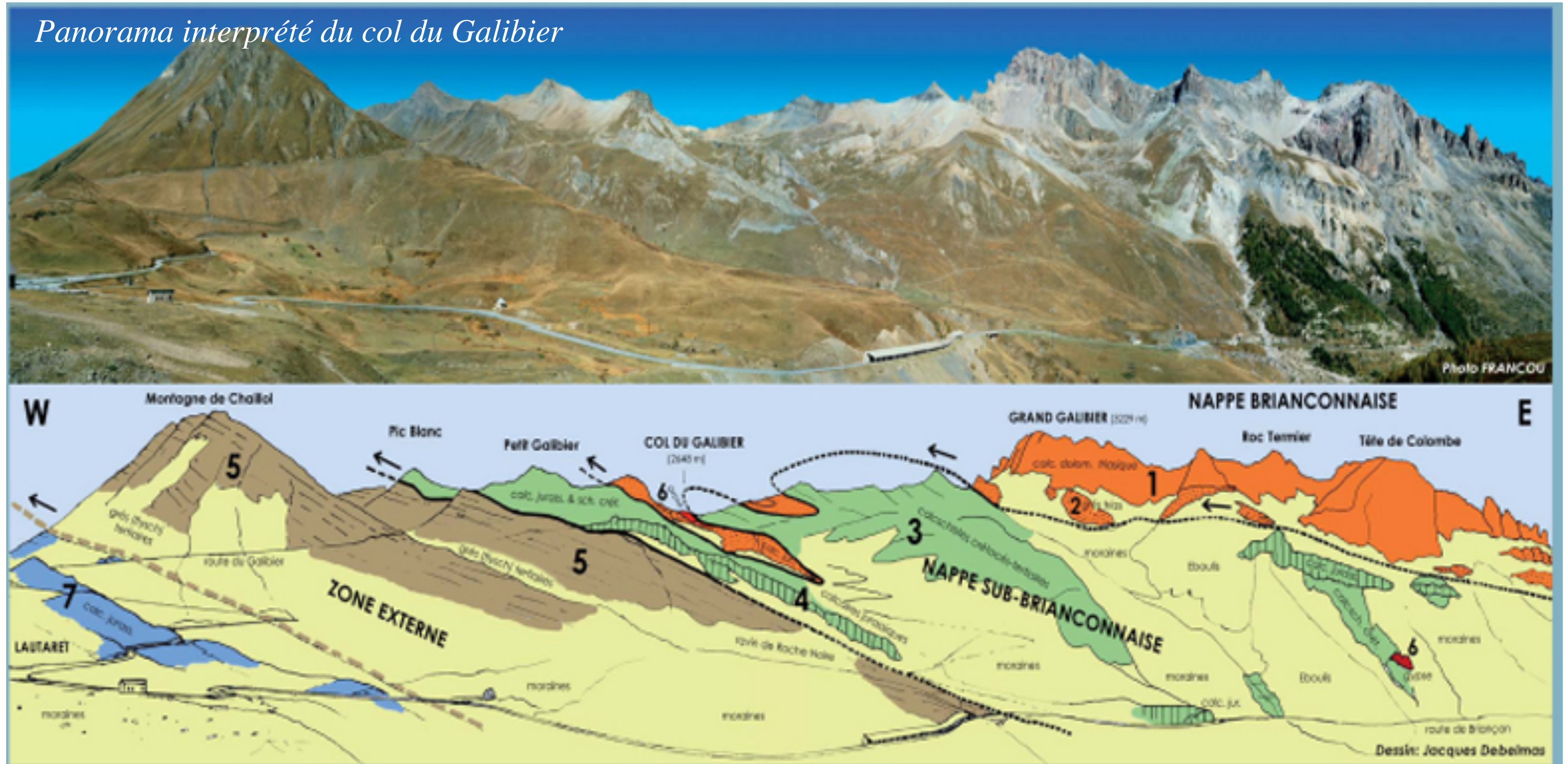




### III) La collision continentale

#### B) Indices tectoniques

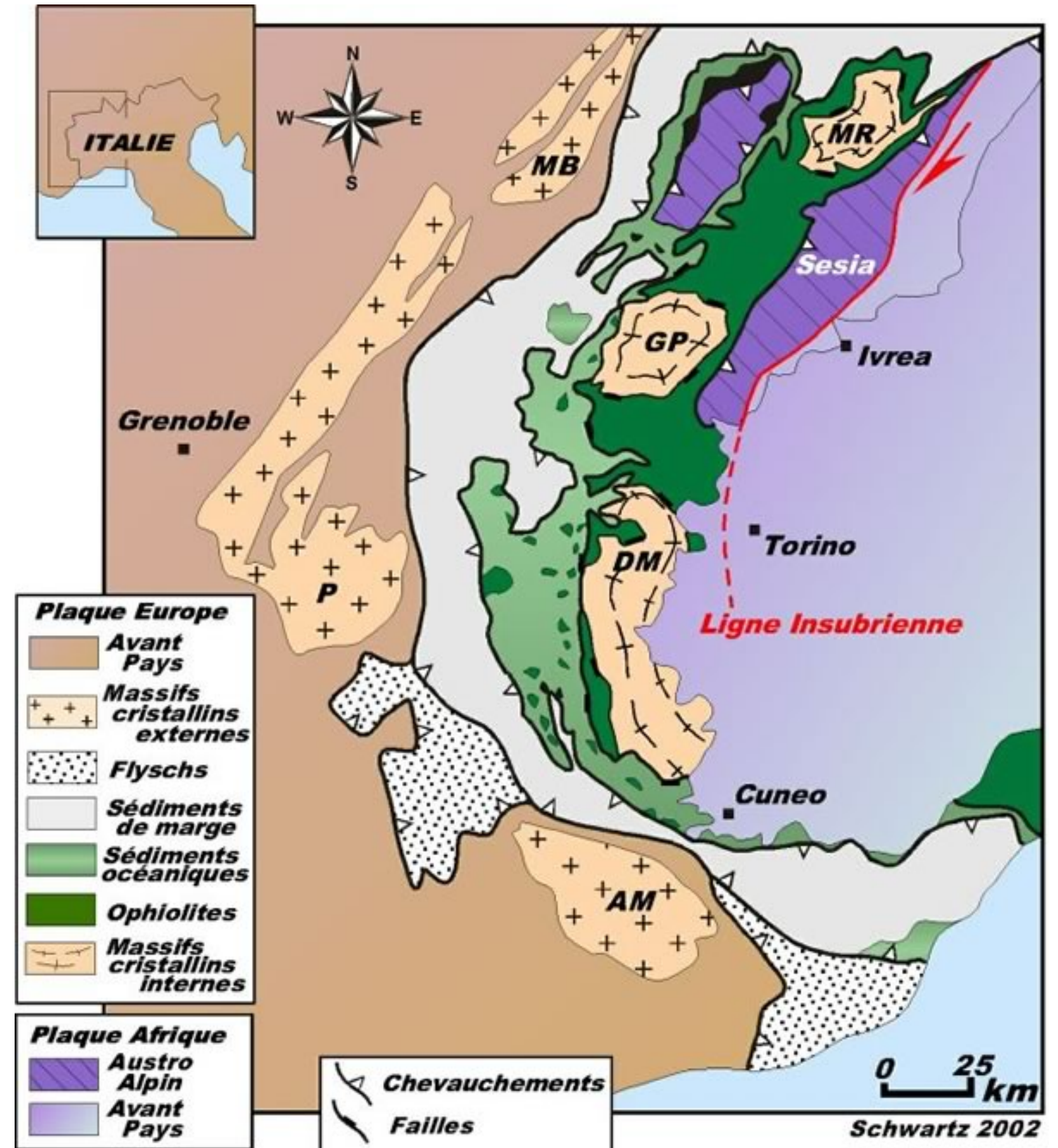
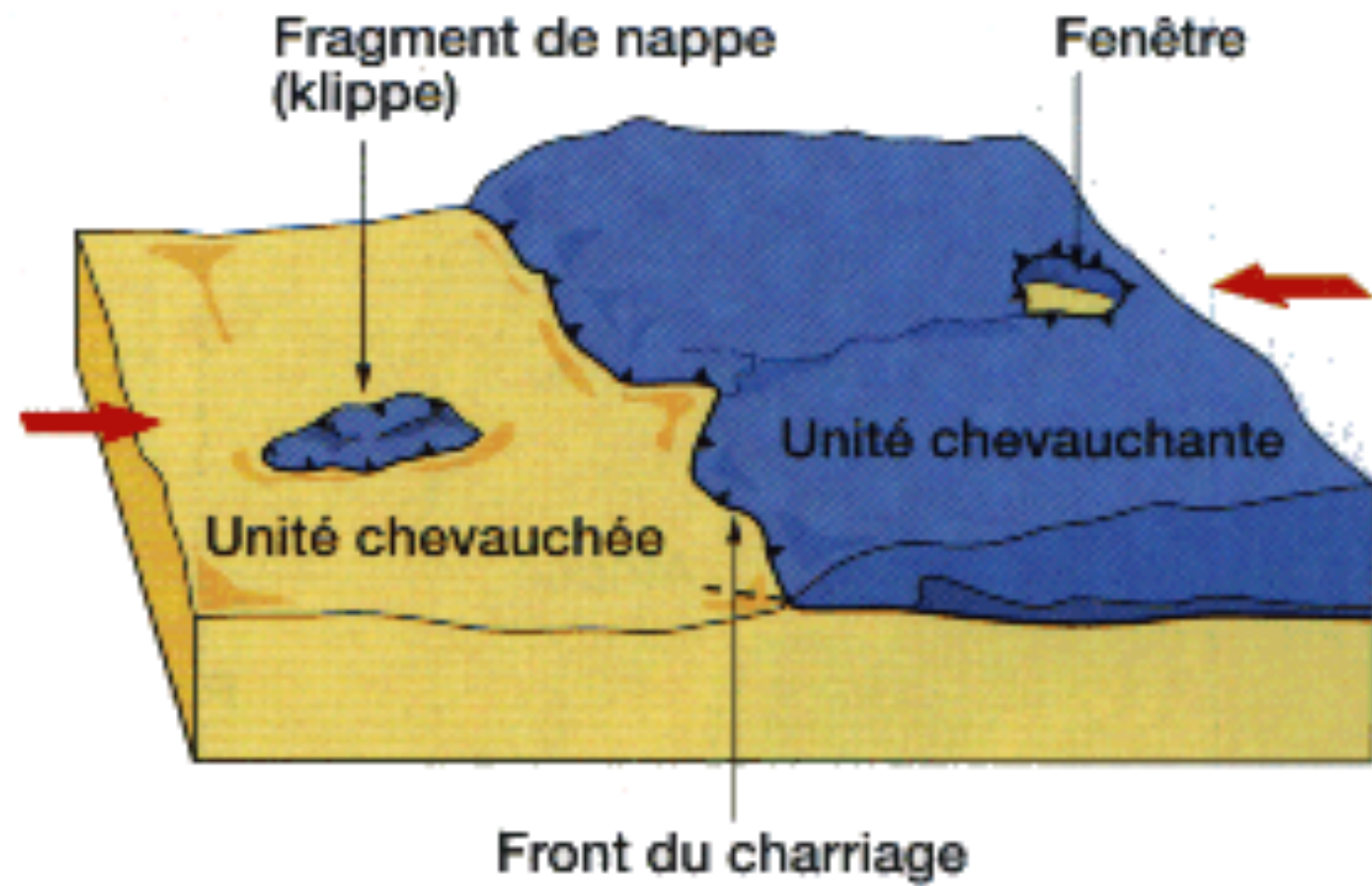
## *Panorama interprété du col du Galibier*





# III) La collision continentale

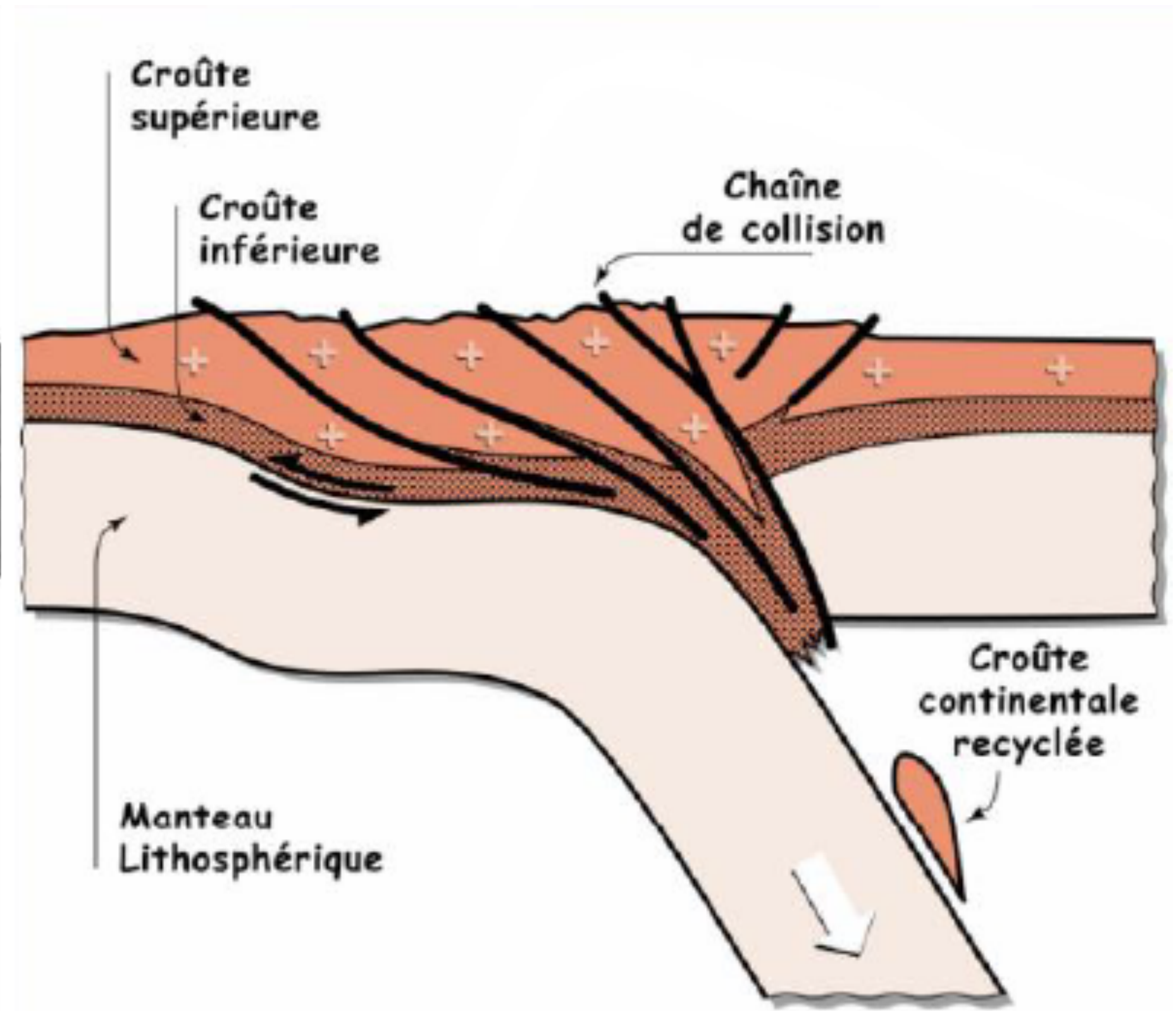
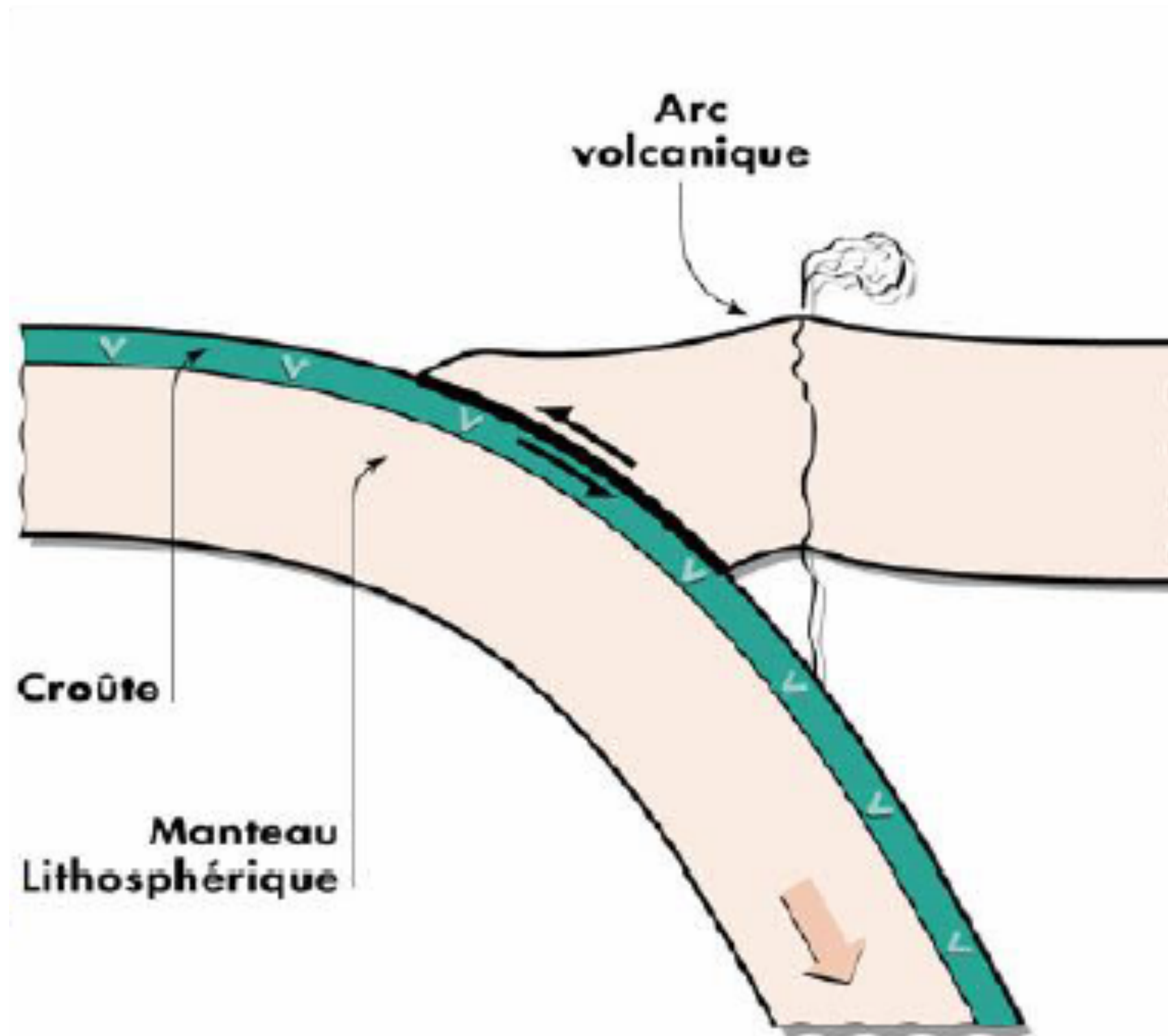
## B) Indices tectoniques





### III) La collision continentale

#### B) Indices tectoniques





Fin de chapitre



Fin de chapitre