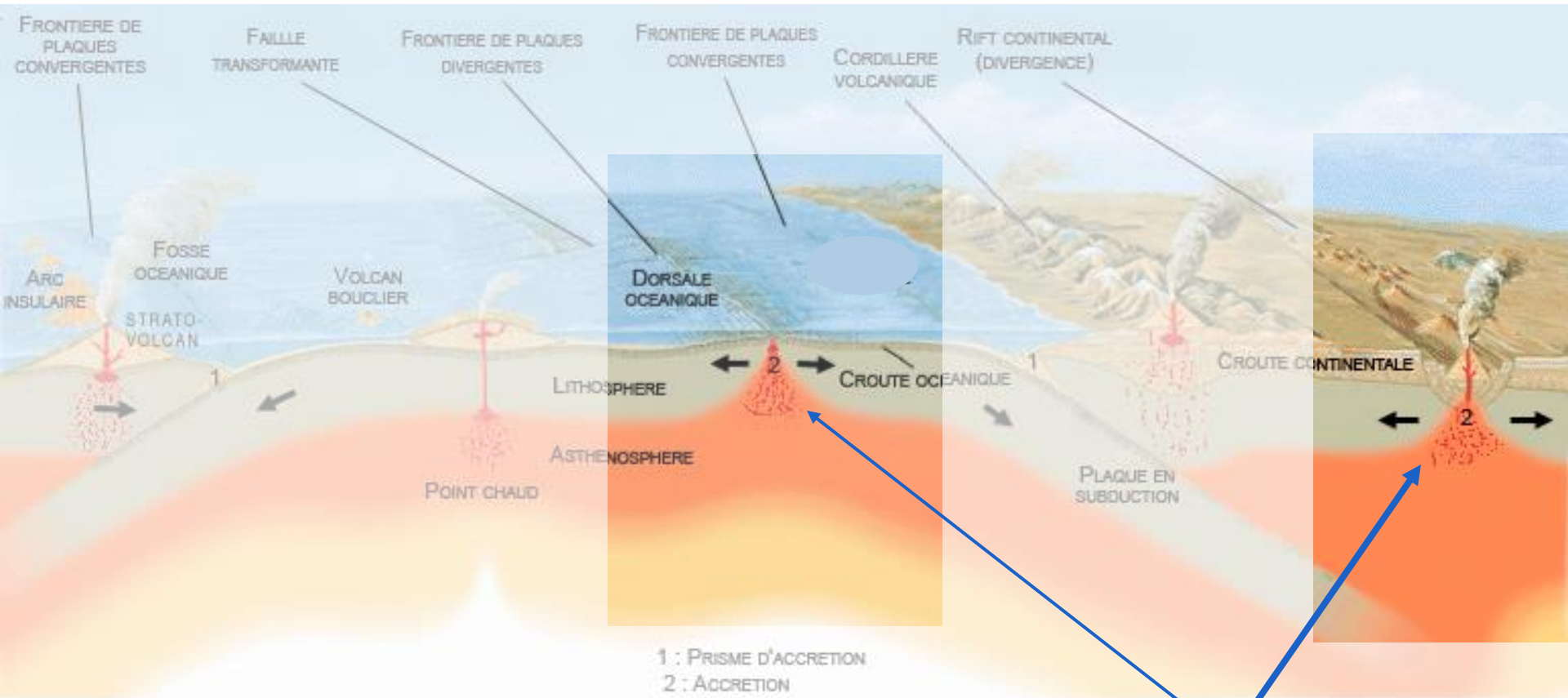
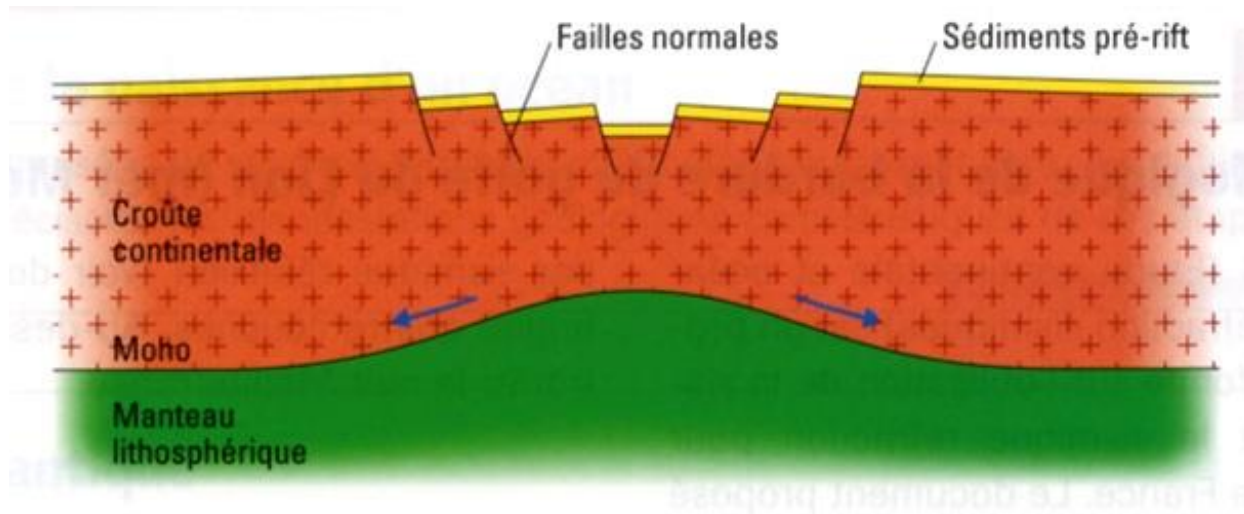


2) a. Les frontières de plaques divergentes (domaine continental)



Frontières divergentes

2) a. Les frontières de plaques divergentes (domaine continental)

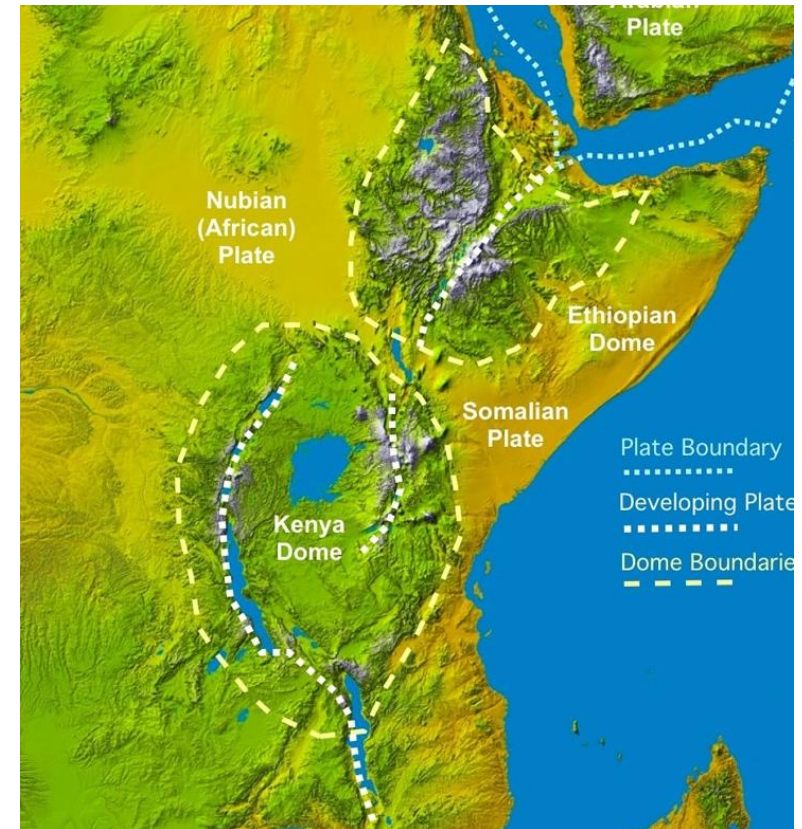
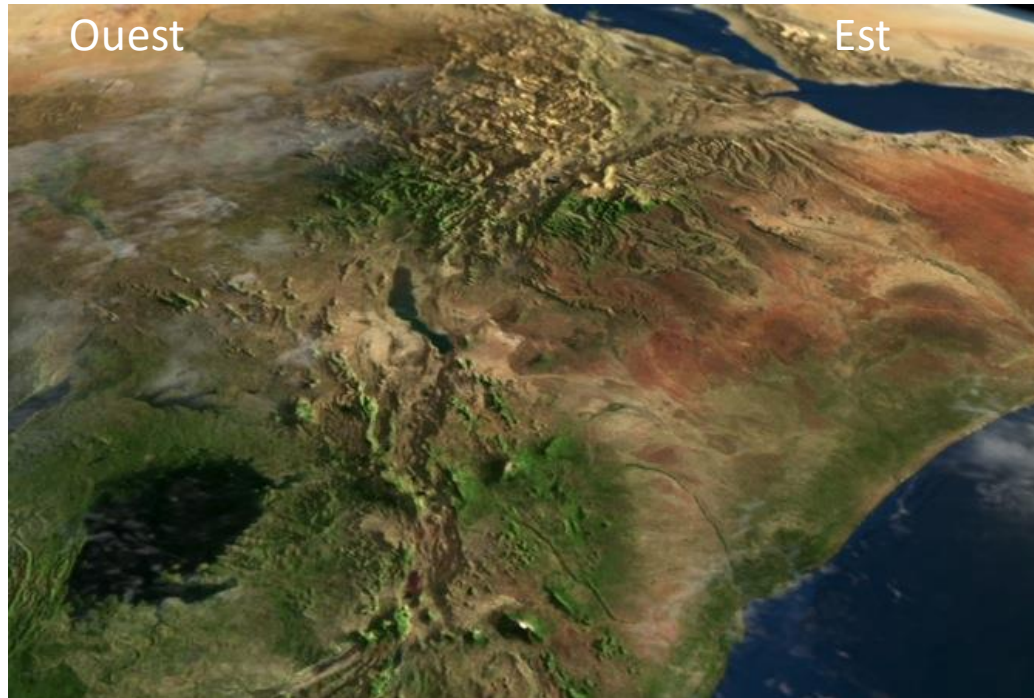


Caractéristiques d'un rift:

- Remontée asthénosphérique
- Amincissement de la lithosphère
- Effondrement central avec présence de failles normales
- Bombement régional / soulèvement des bords du rift

2) a. Les frontières de plaques divergentes (domaine continental)

Exemple de rift : le rift Est-Africain

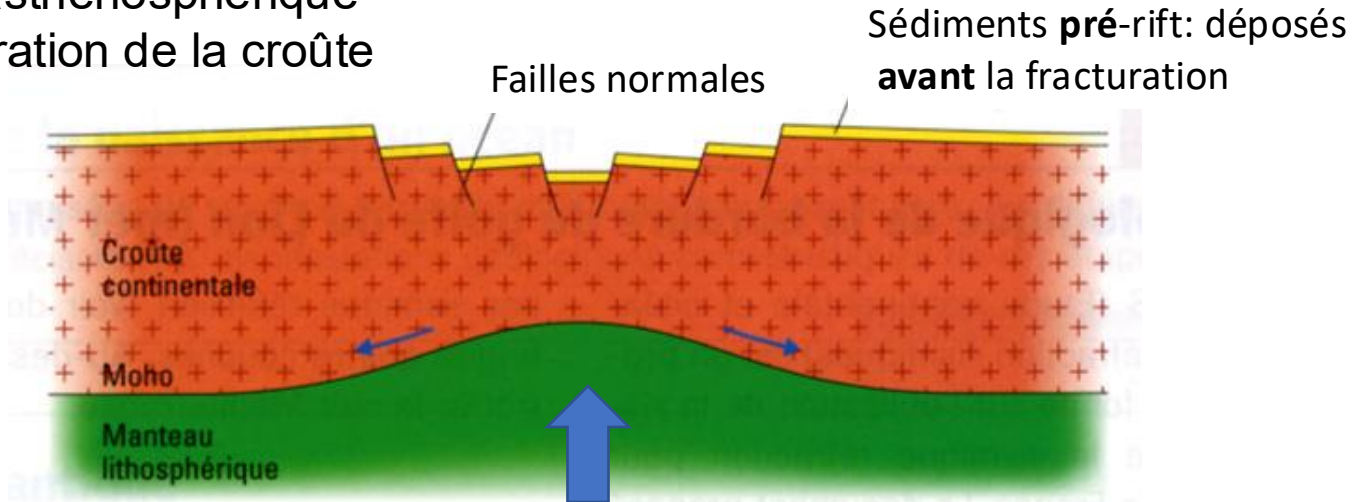


- Surface très importante
- Volcanisme intense et très complexe
- Sismicité importante
- Dépôts sédimentaires massifs
- Bombement régional (dôme)

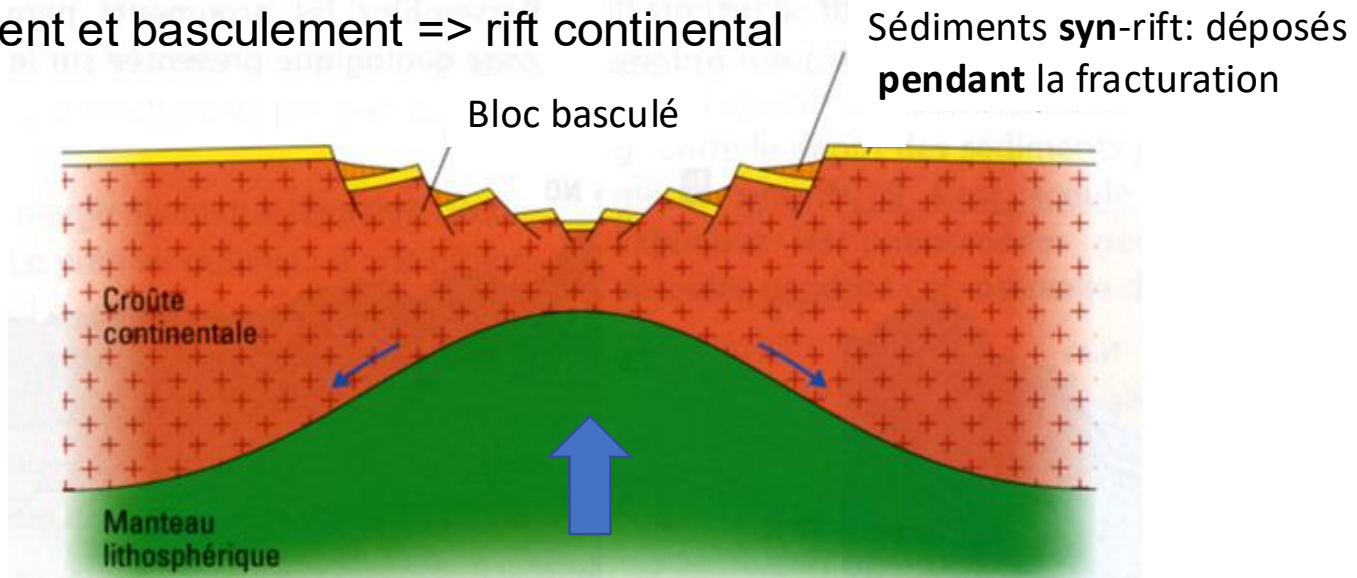
2) a. Les frontières de plaques divergentes (domaine continental)

Rift Actif : naissance des océans

1. Remontée asthénosphérique
=> Fracturation de la croûte



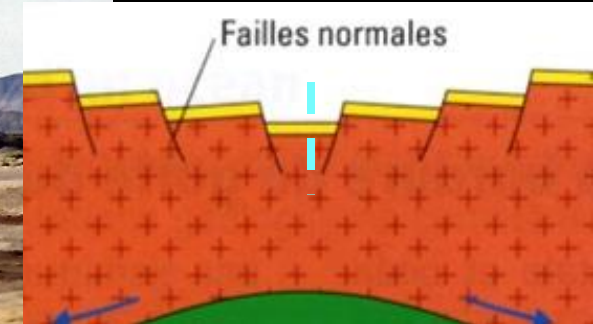
2. Amincissement et basculement => rift continental



2) a. Les frontières de plaques divergentes (domaine continental)

1. Fracturation de la croûte

Axe du rift

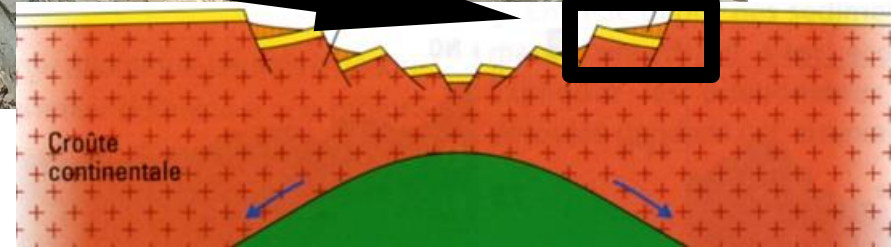
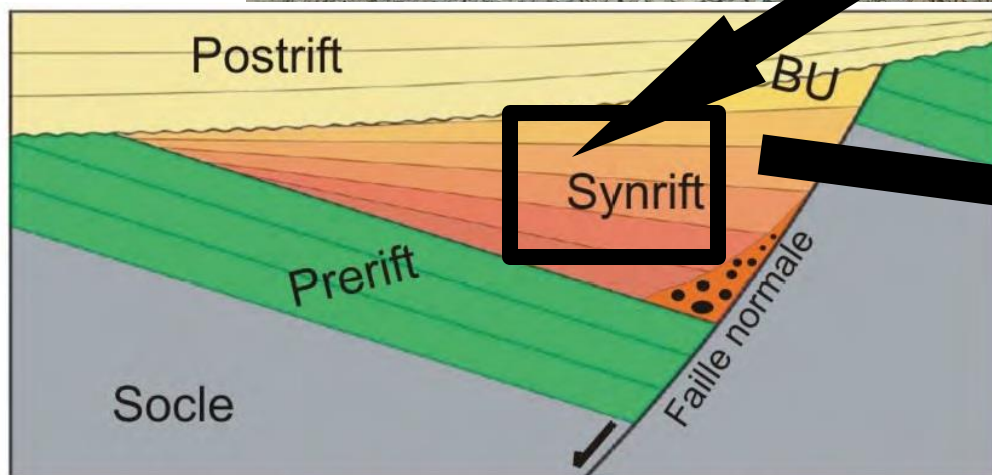
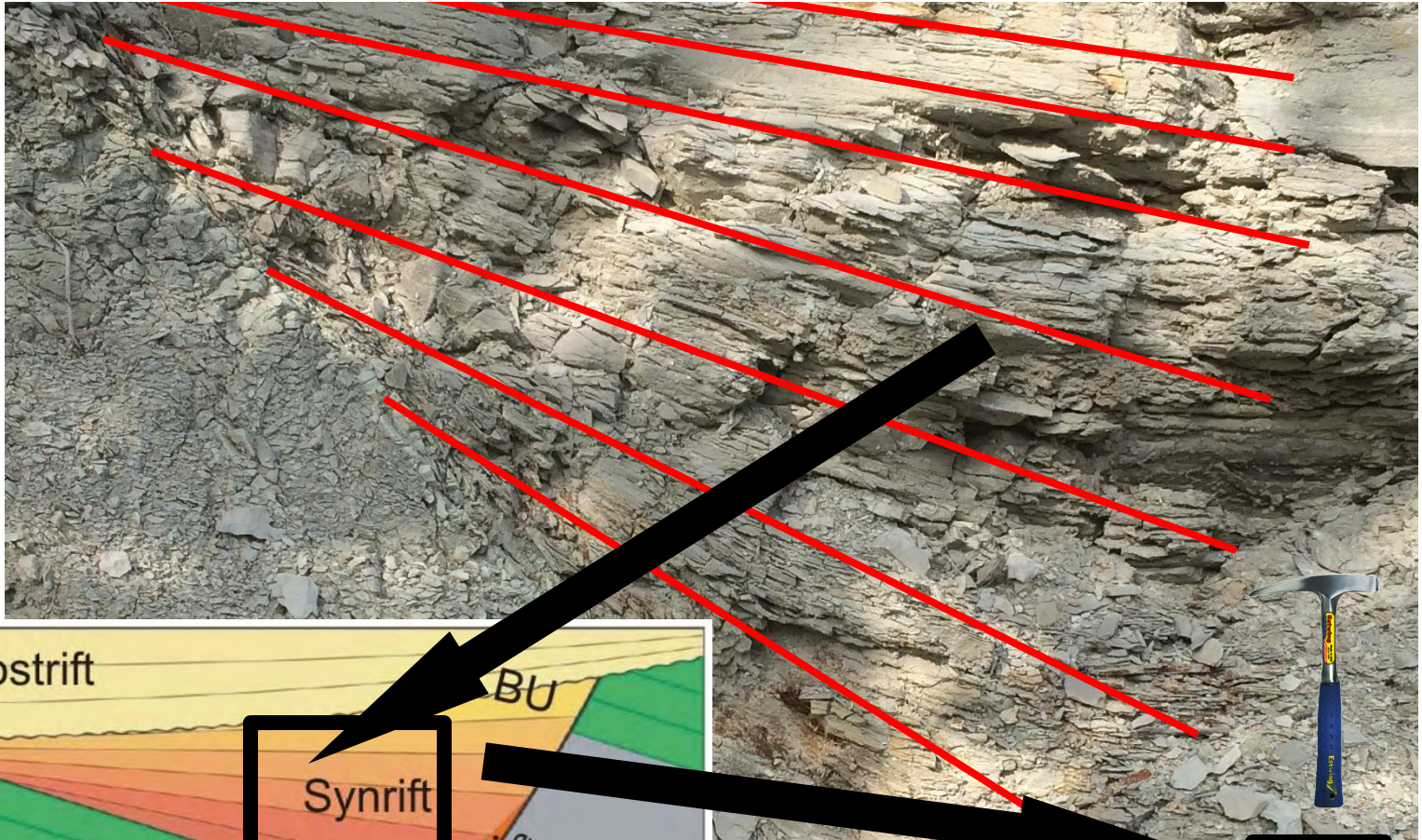


2. Amincissement et subsidence -> rift continental



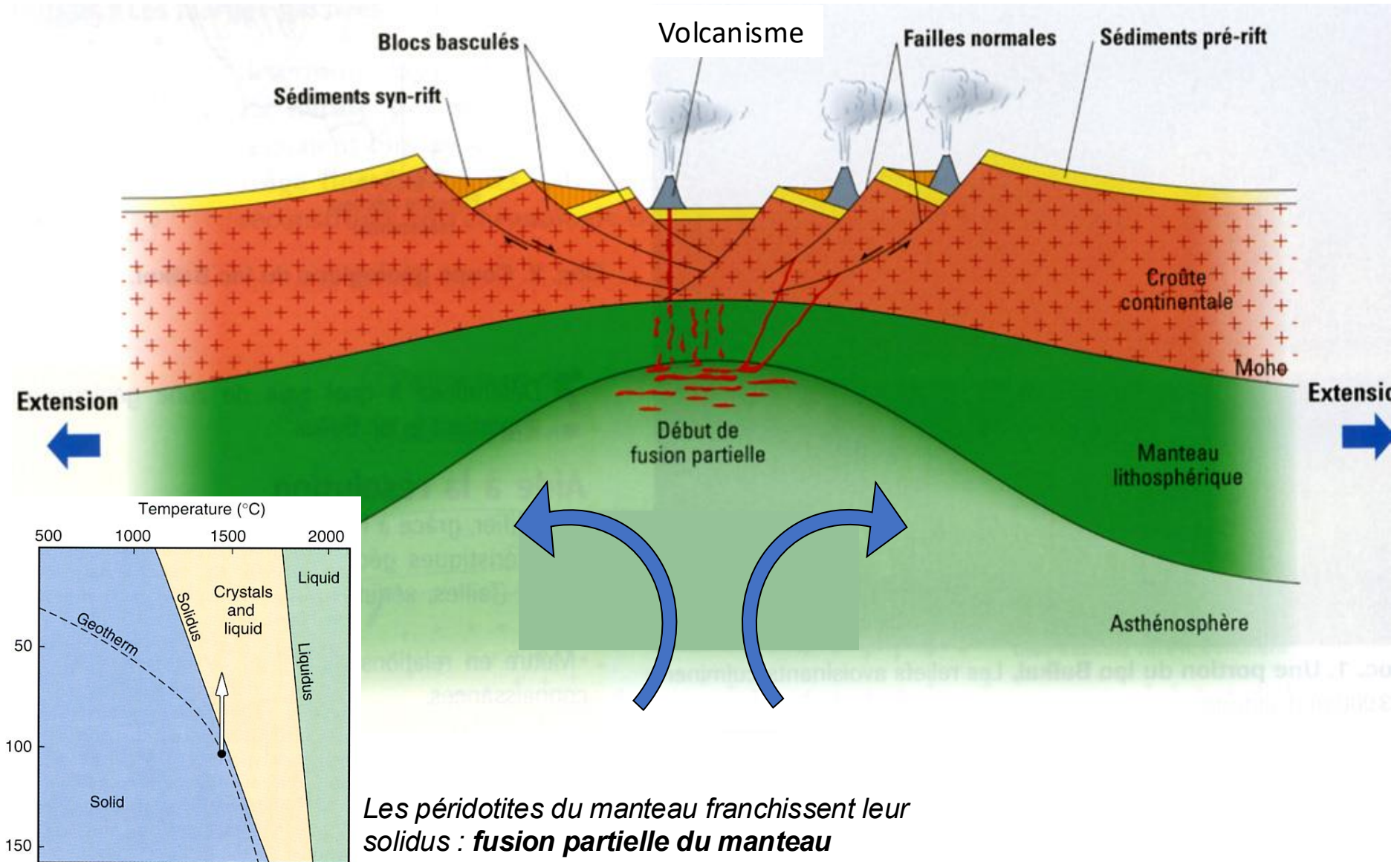
2) a. Les frontières de plaques divergentes (domaine continental)

Sédiments syn-rift (déposés en éventail pendant la fracturation):
Ce sont principalement des **évaporites** (dépôts de sels)



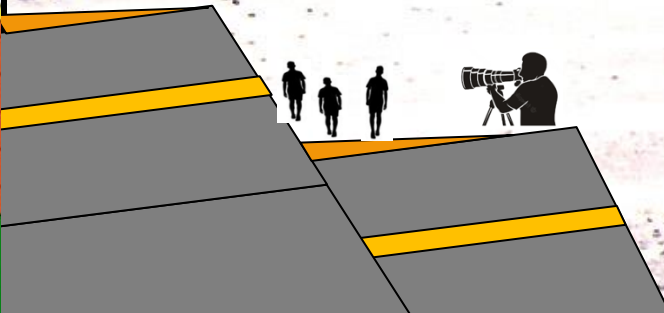
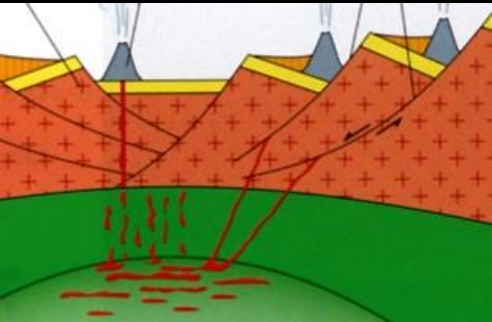
2) a. Les frontières de plaques divergentes (domaine continental)

3. Rift continental actif



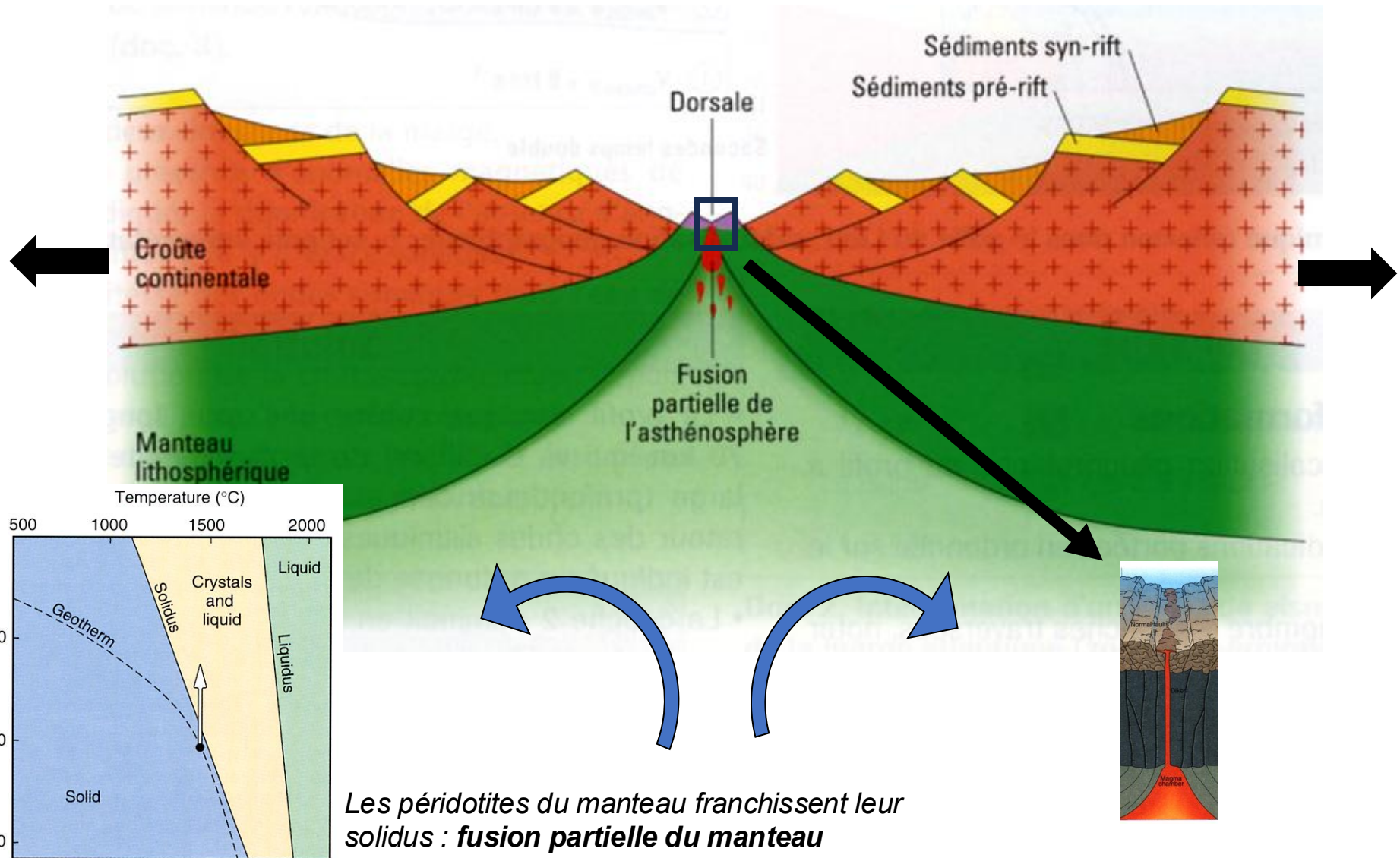
2) a. Les frontières de plaques divergentes (domaine continental)

Dépôt sédimentaire
inter-stratifié entre
deux coulées de laves



2) a. Les frontières de plaques divergentes (domaine continental)

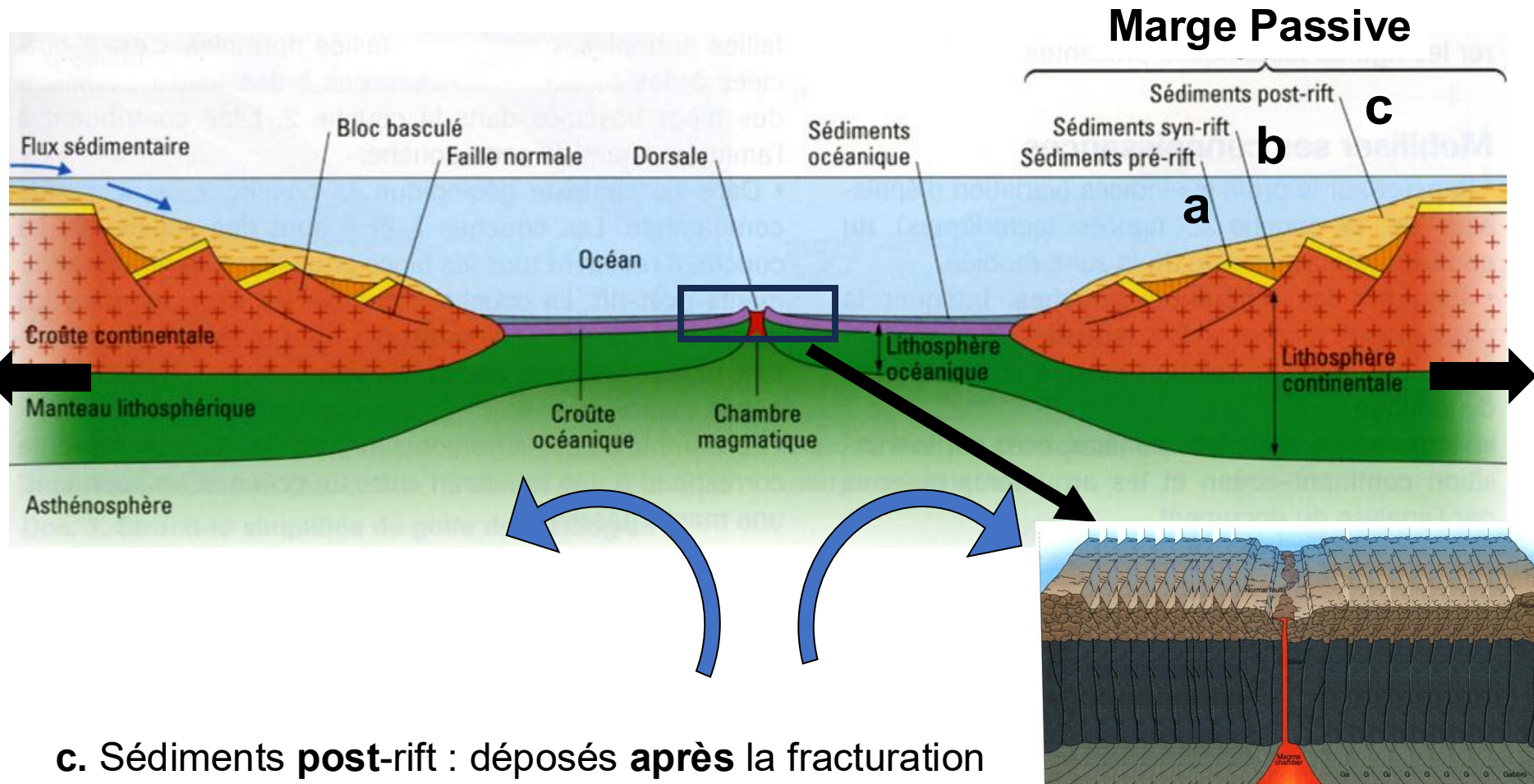
4. Mise en place d'une dorsale : **Océanisation**



2) a. Les frontières de plaques divergentes (domaine continental)

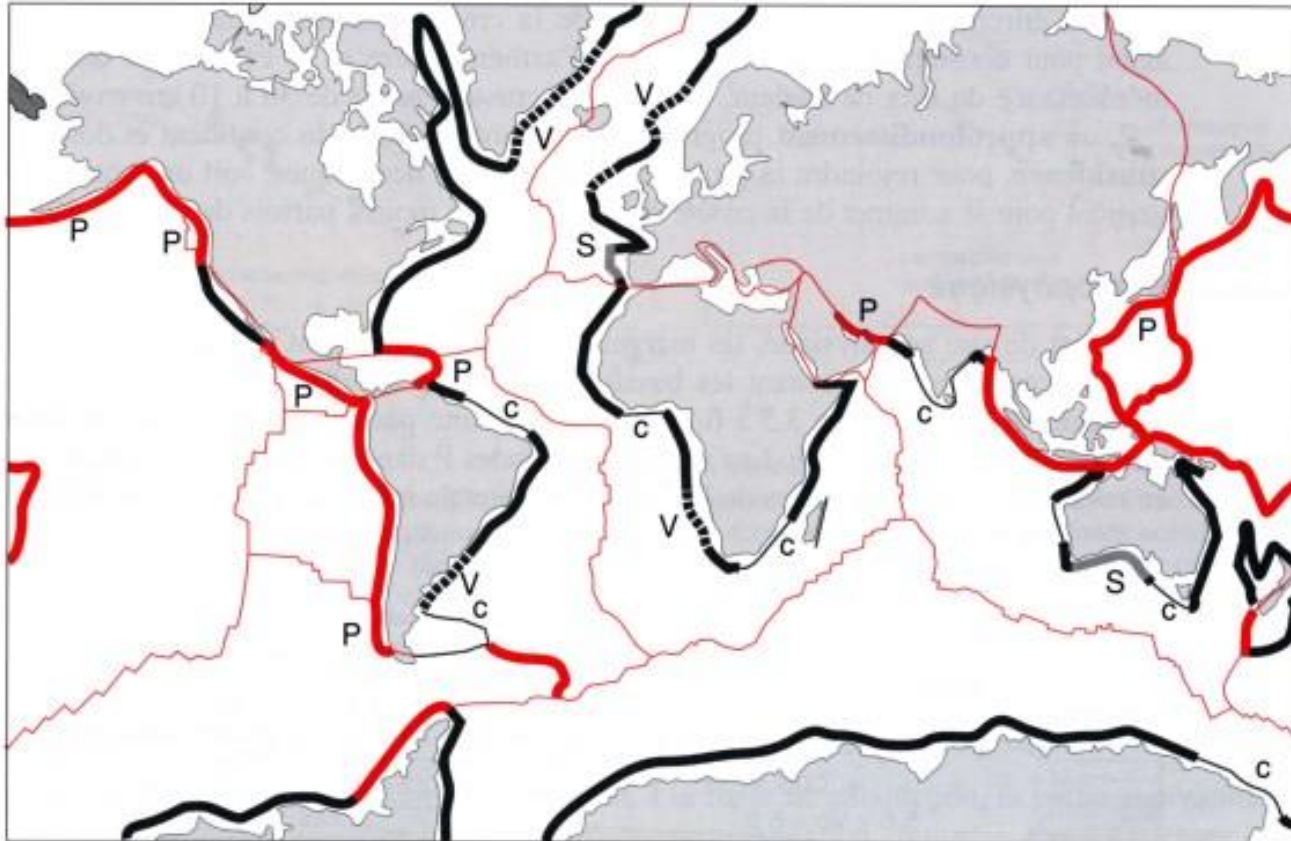
5. Océan installé et flux sédimentaire sur la marge passive

Marge passive: Zone de transition entre la croûte continentale et la croûte océanique, au sein de la même plaque lithosphérique. Elle ne présente pas d'activité sismique ni volcanique.



2) a. Les frontières de plaques divergentes

5. Océan installé et flux sédimentaire sur la marge passive

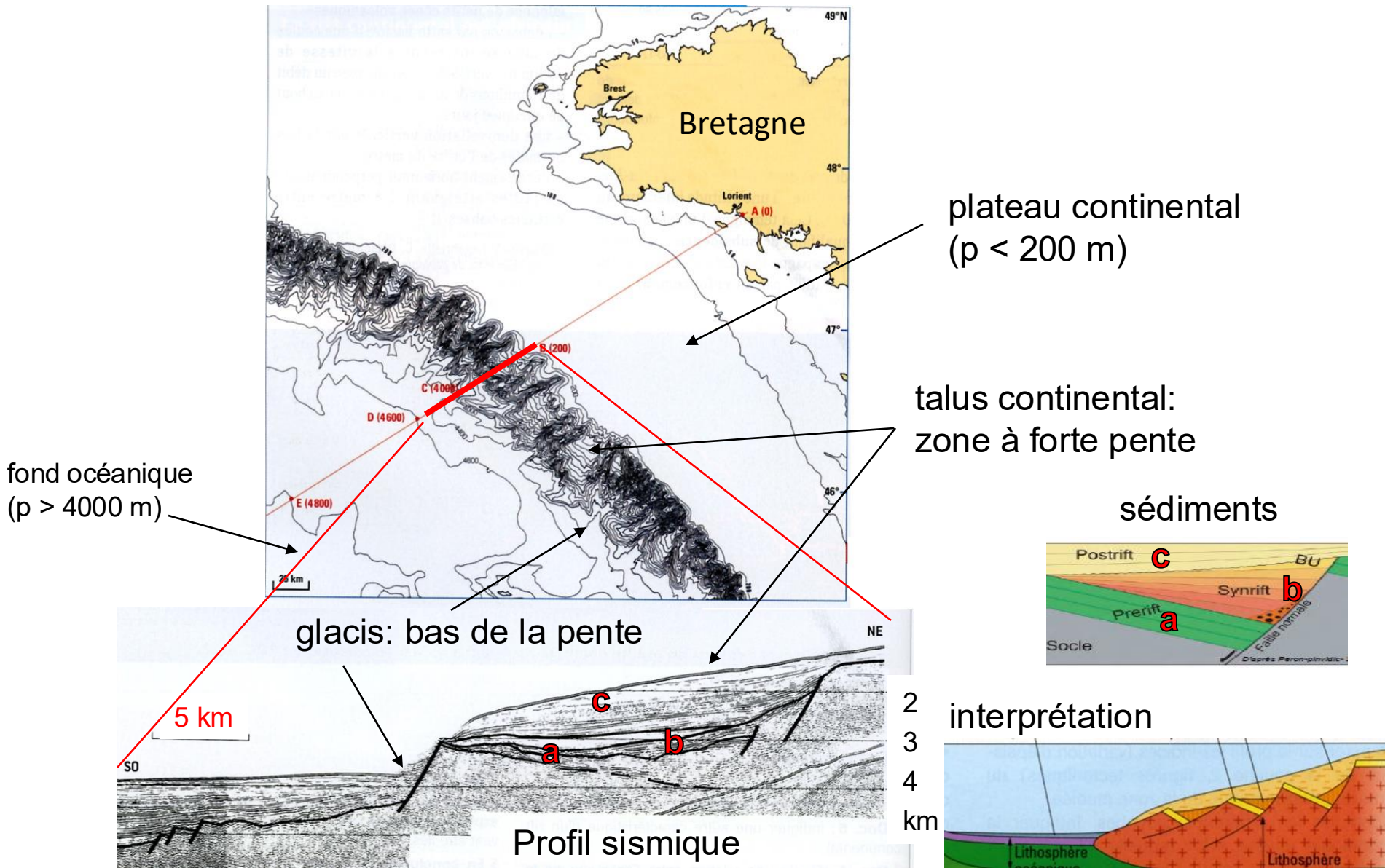


Marge Passive :
Limite de continent qui
n'est pas (plus) une frontière de plaque

Marge Active :
Limite de continent qui
est une frontière de plaque

2) a. Les frontières de plaques divergentes

Exemple de marge passive: la bordure Atlantique Est



I. La tectonique des plaques

1) Introduction - Historique

➤ *Notions de cristallographie et de minéralogie*

2) Frontières de plaques

a. Les frontières de plaques divergentes

➤ *Les roches magmatiques 1*

➤ ***Les roches sédimentaires***

b. Les frontières de plaques convergentes

➤ ***Les roches magmatiques 2***

➤ *Les roches métamorphiques*

➤ *Les roches : ressources géologiques*

c. Les frontières de plaques décrochantes

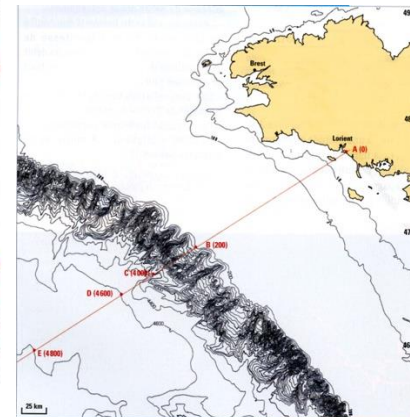
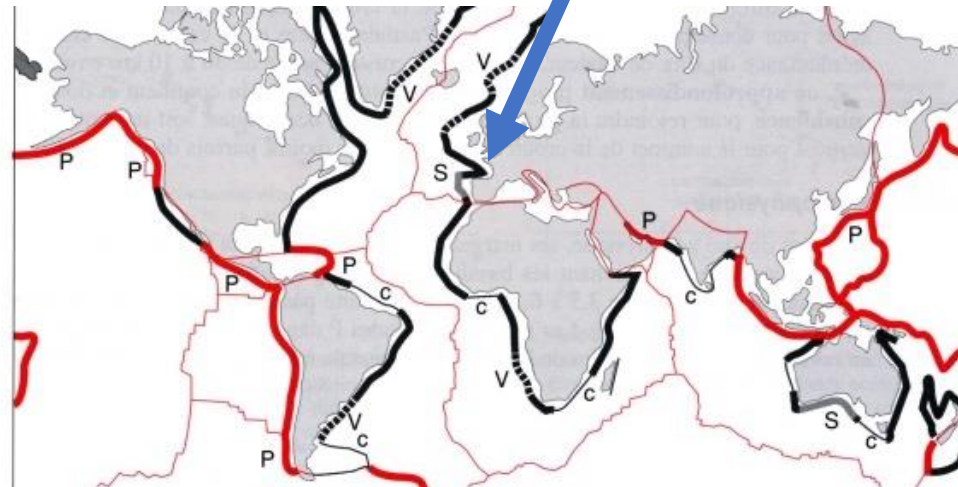
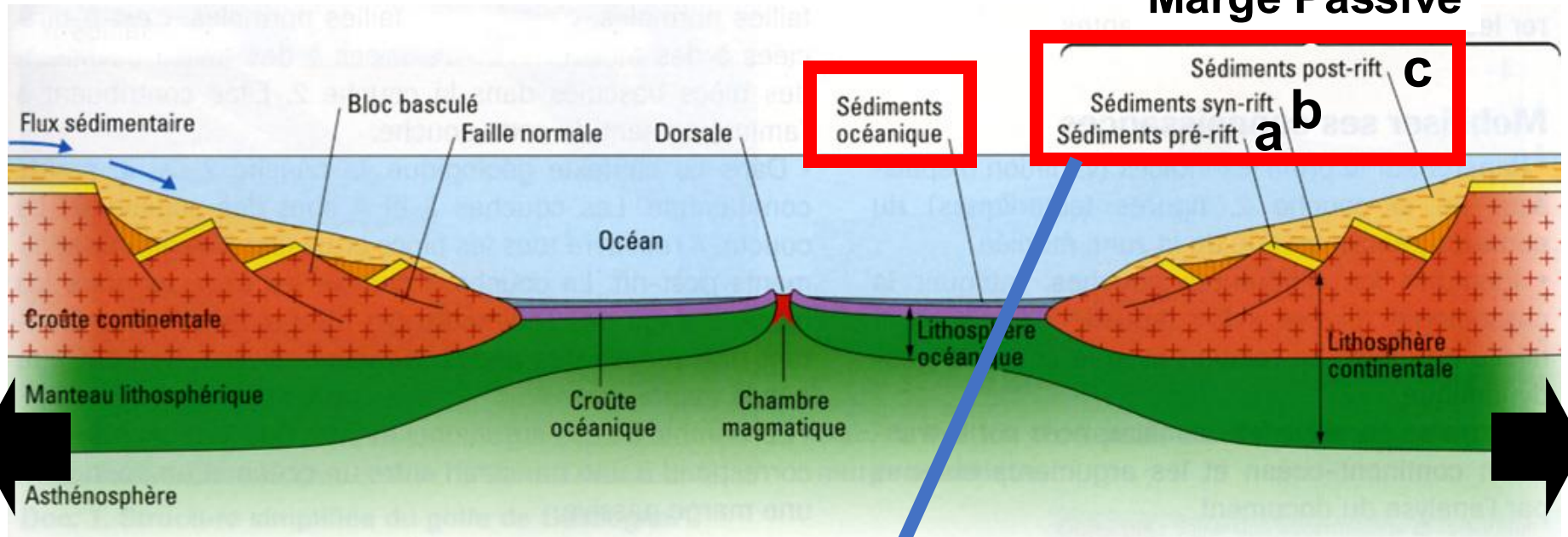
II. Cinématique des plaques

III. Moteur(s) des mouvements

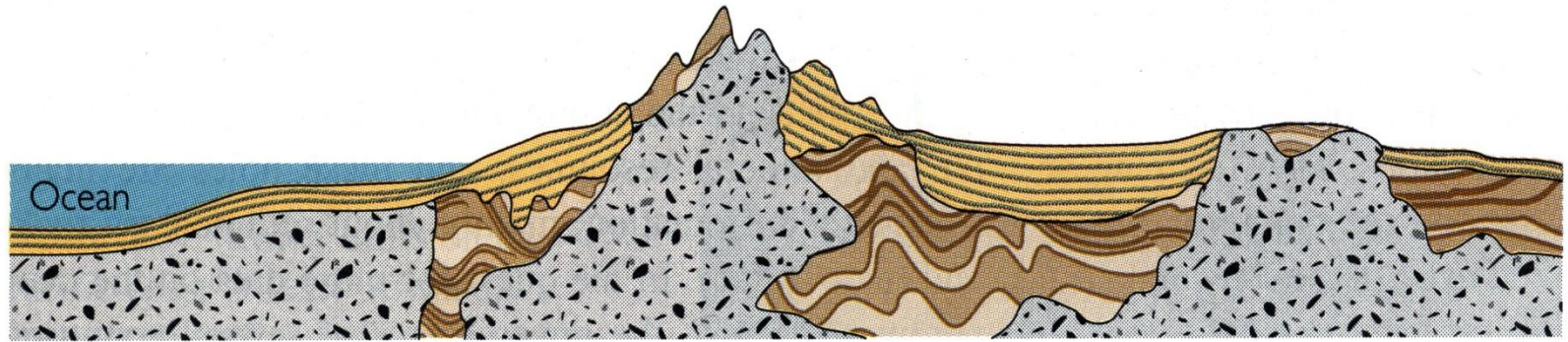
2) a. Les frontières de plaques divergentes (domaine continental)

5. Océan installé et **flux sédimentaire important** sur la marge passive

Marge Passive



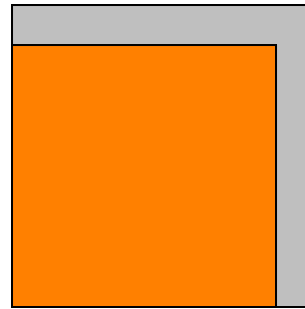
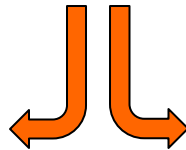
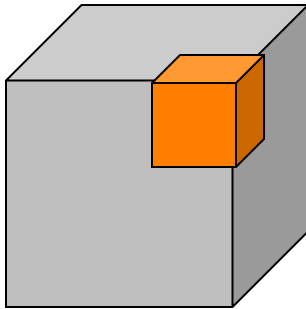
2) a. -> Roches sédimentaires



Roches Ignées
(magmatiques)

Roches
sédimentaires

Roches
métamorphiques



**5% du volume de la croûte
seulement**

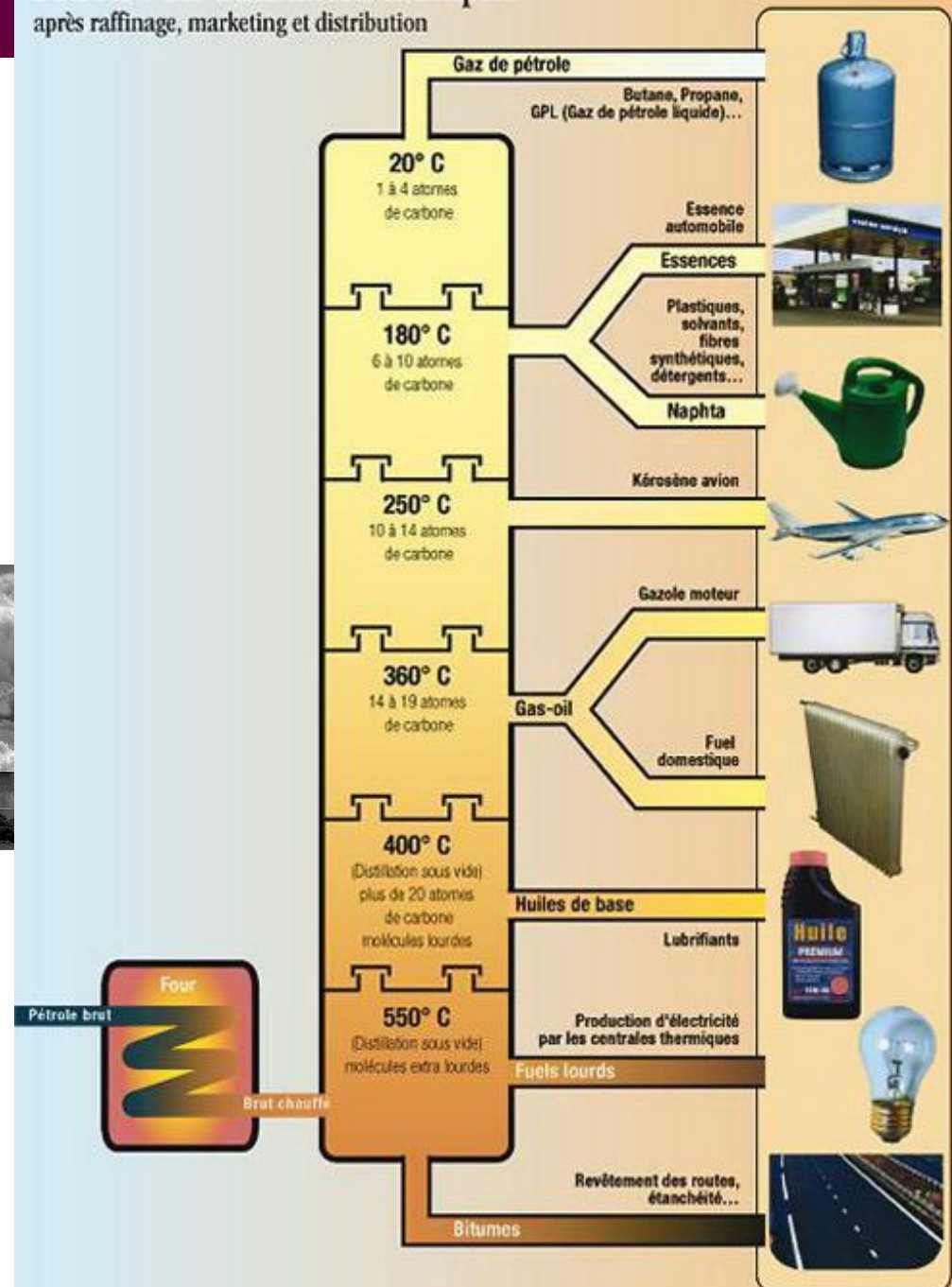
**Mais sur 75% de la
surface terrestre**

2) a. -> Roches sédimentaires

*Des ressources naturelles
de premier intérêt*



Pétrole : des utilisations multiples
après raffinage, marketing et distribution



2) a. -> Roches sédimentaires

- **Sédiment:** ensemble constitué par la réunion de particules et/ou de matières précipitées ayant pu subir un certain transport
- **Roche sédimentaire:** après un dépôt, un sédiment subit des processus (diagenèse) qui vont le transformer en une roche
- **Différentes catégories:** couleur, densité, mode de genèse, composition chimique, environnement de dépôt...
- **Modes de formation :**

3 familles de roches sédim. selon origine

2) a. -> Roches sédimentaires

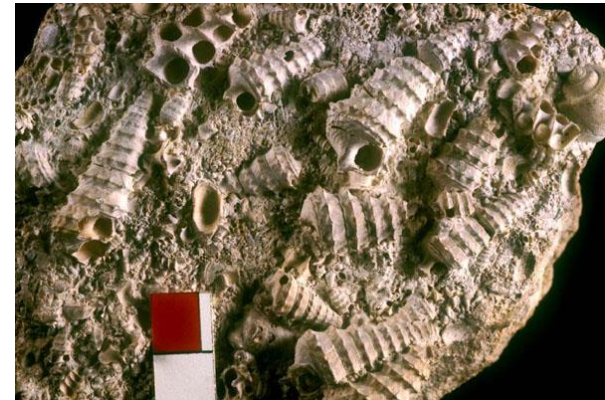
1) Roches détritiques

- Altération/érosion de roches préexistantes
- $\approx 85\%$



2) Roches biogéniques/biochimiques

- Activité biologique
- $\approx 15\%$



3) R Issue de processus physico-chimiques

a) Évaporites

- Processus physico-chimiques
- $< 1\%$

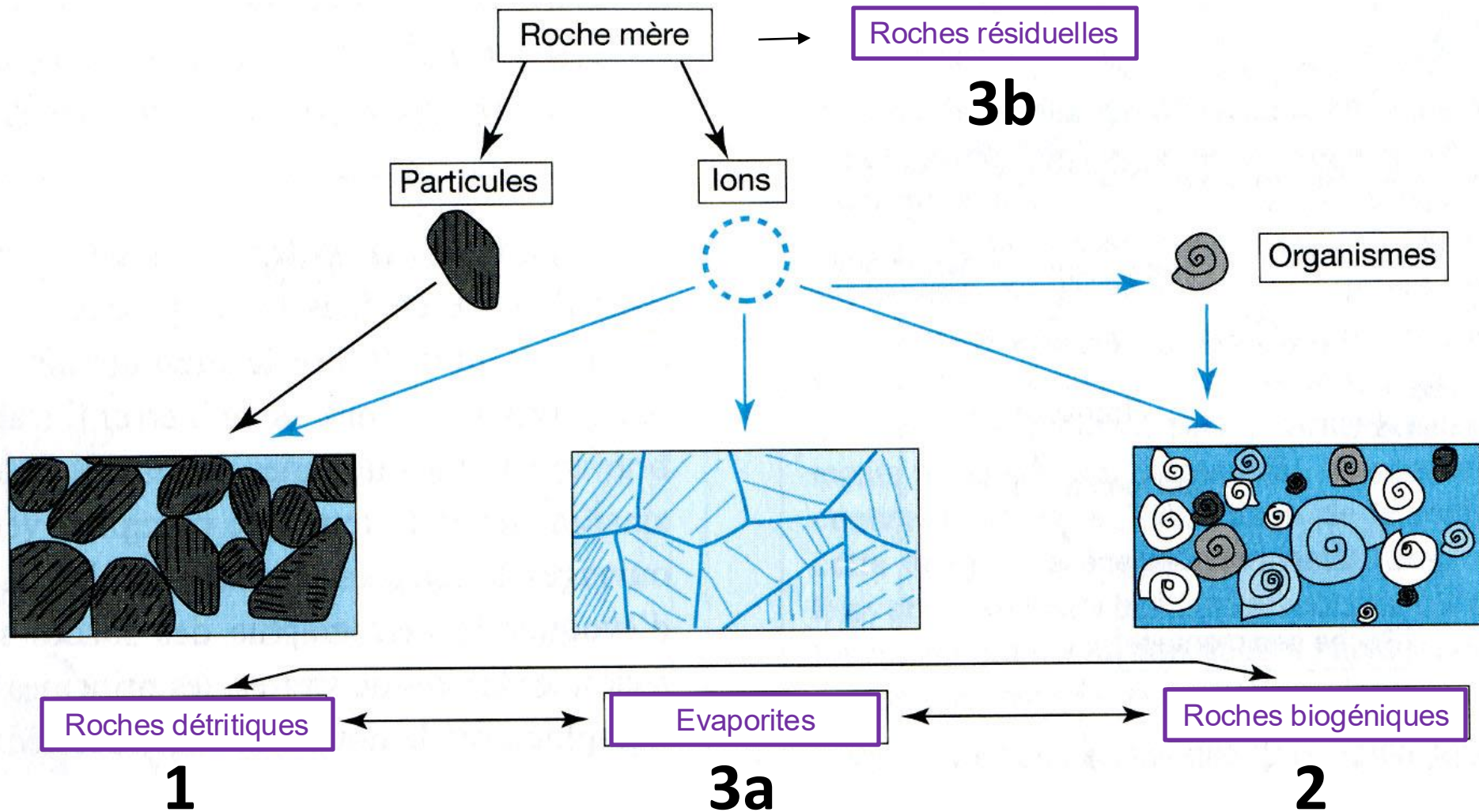
b) Roches résiduelles

- Altération chimique
- $< 1\%$



2) a. -> Roches sédimentaires

Origines des roches sédimentaires



1) Roches détritiques

2) Roches biogéniques/biochimiques

3a) Évaporites

3b) Roches résiduelles

2) a. -> Roches sédimentaires

1) Roches détritiques

- Altération/érosion de roches préexistantes
- $\approx 85\%$



2) Roches biogéniques/biochimiques

- Activité biologique
- $\approx 15\%$



3) Autres

a) Évaporites

- Processus physico-chimiques
- $< 1\%$

b) Roches résiduelles

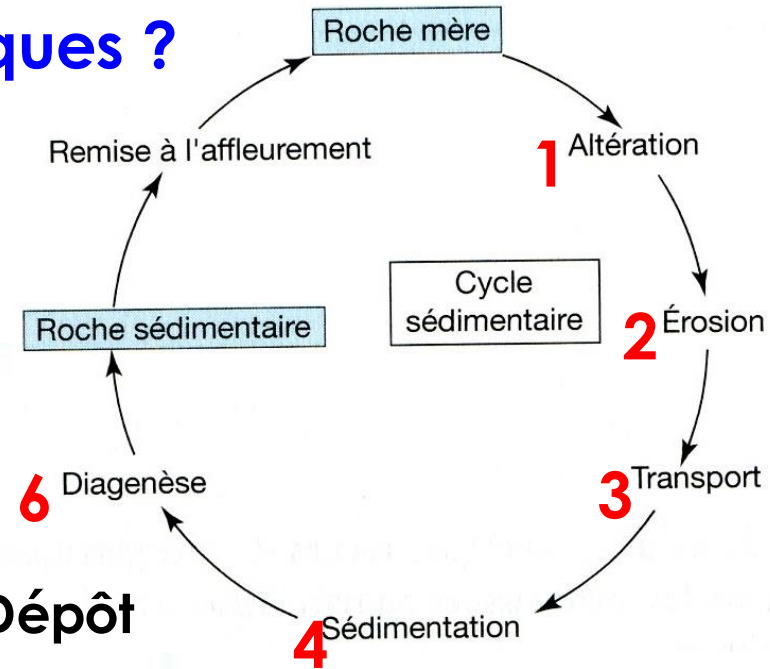
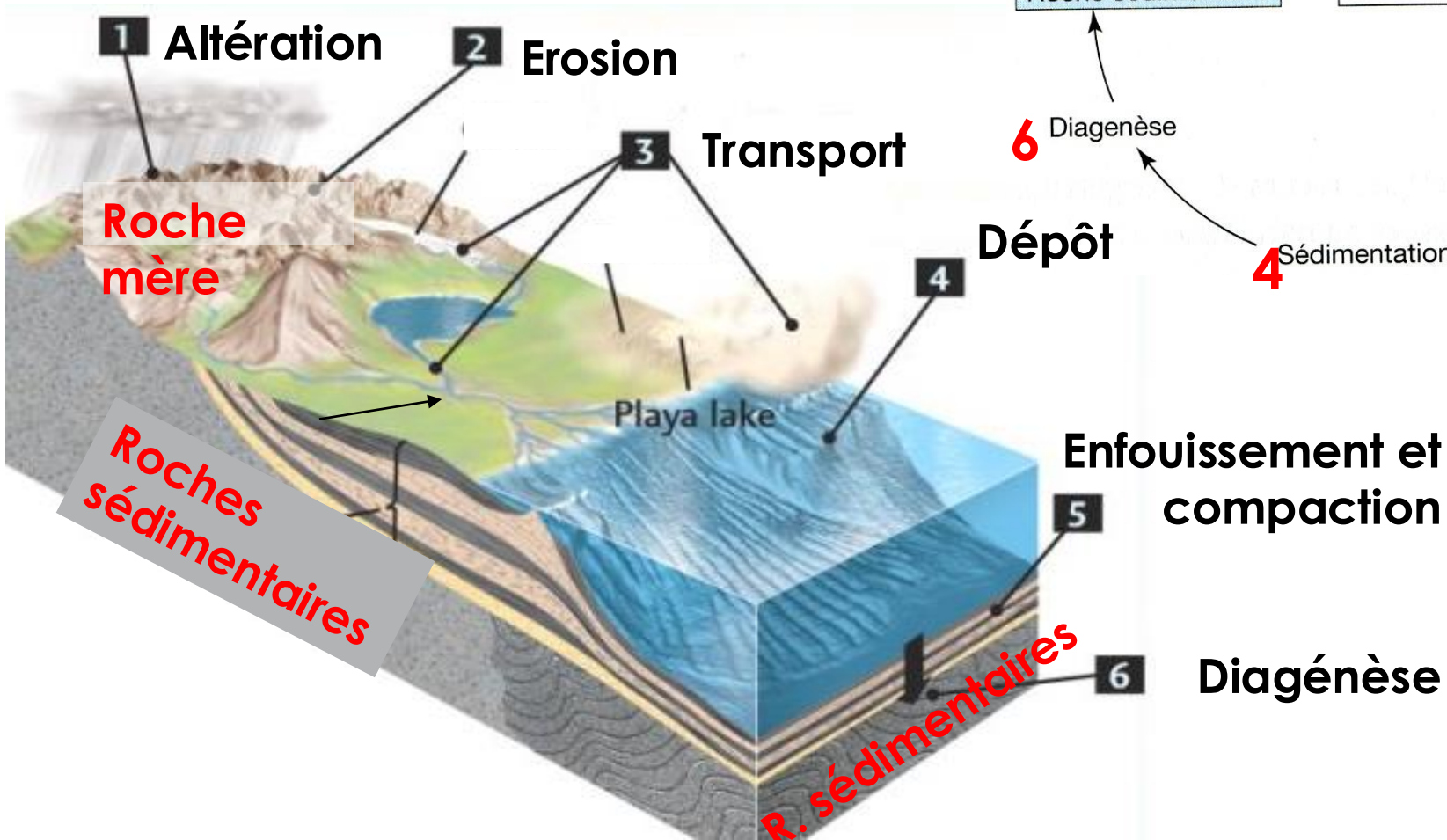
- Altération chimique
- $< 1\%$



2) a. -> Roches sédimentaires

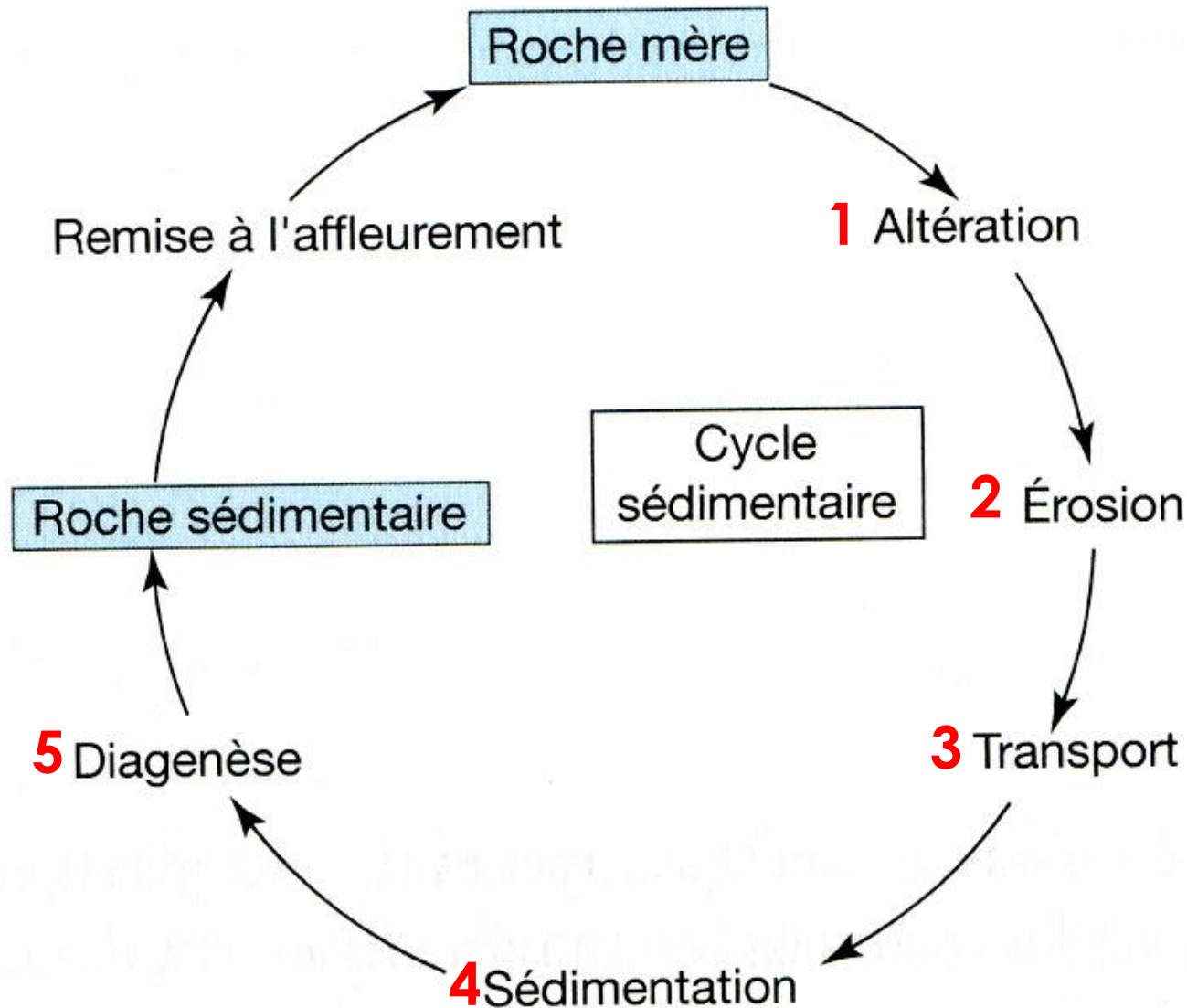
Comment former ces roches détritiques ?

Cycle des roches sédimentaires



2) a. -> Roches sédimentaires

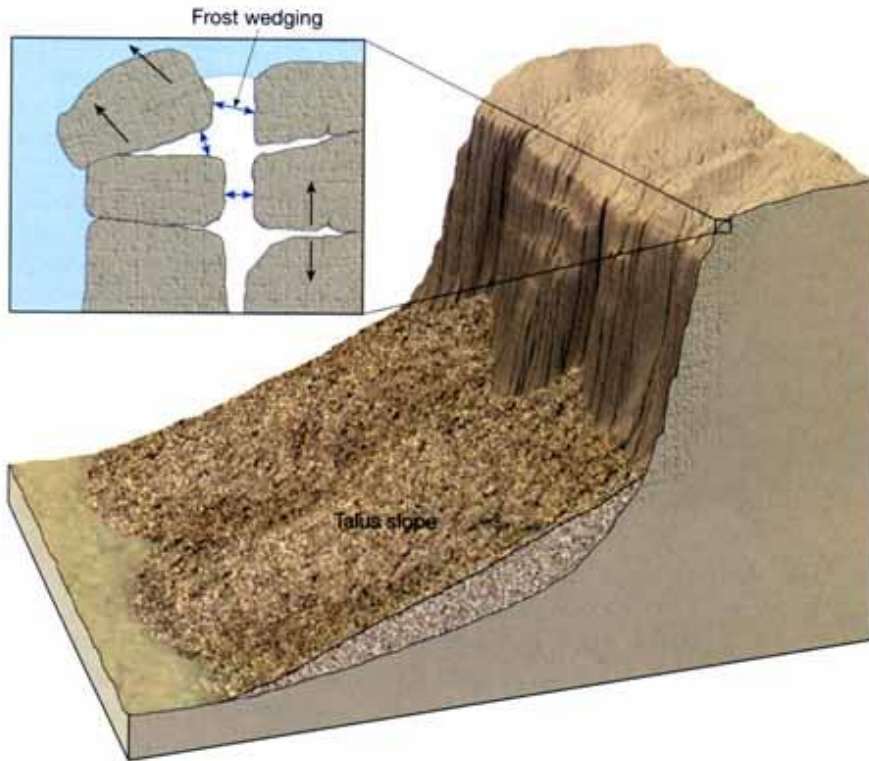
Comment former ces roches détritiques ?



1a) Altération physique

Fragmentation de la roche mère
sous l'action:

- du gel
- des variations de température
- des végétaux



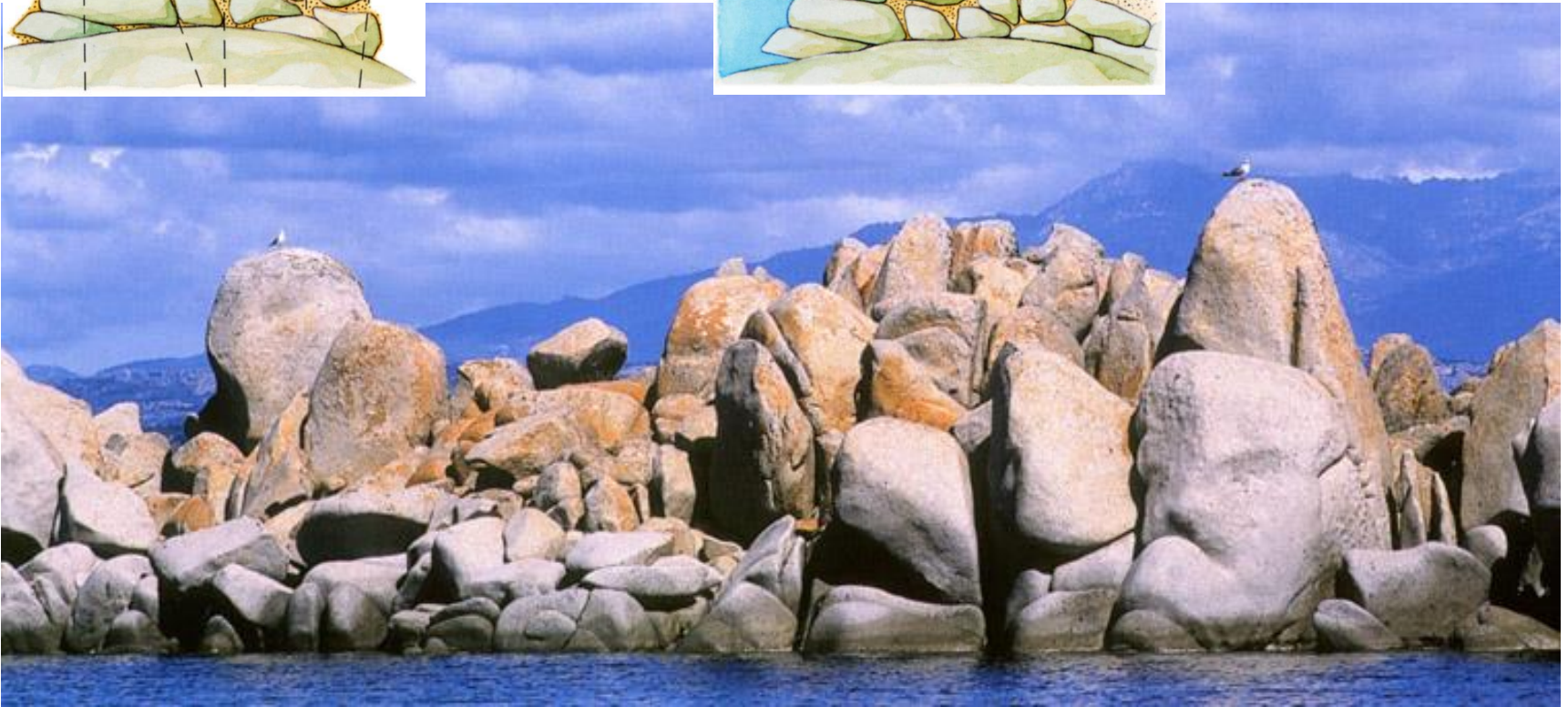
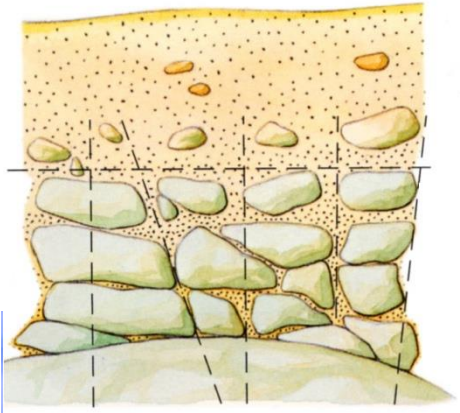
-> dominant en climat froid et tempéré



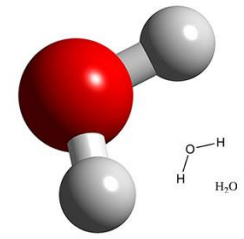
1b) Altération chimique

Les réactions chimiques qui désagrègent la roche mère en formant des particules et des ions dissous dans l'eau (solutions de lessivage)

-> dominant en climat chaud



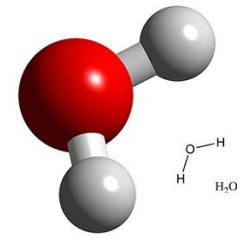
L' eau favorise l' altération **chimique** :



- provoque la dissolution complète de certaines roches (ex: les calcaires)
- entraîne une attaque par hydrolyse de certains minéraux en mettant en solution certains des éléments et en formant des argiles.



L' eau favorise l' altération **chimique** :



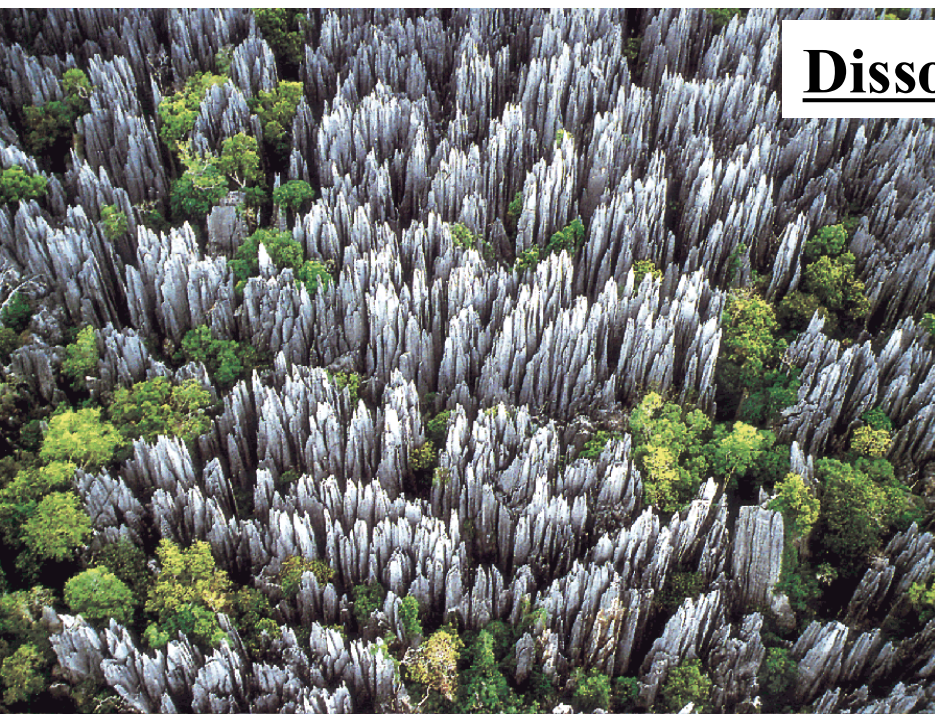
- provoque la dissolution complète de certaines roches (ex: les calcaires)
- entraîne une attaque par hydrolyse des minéraux en mettant en solution certains des éléments et former des argiles.

Dissolution: décomposition totale d' un minéral en ses ions constitutifs. Exemple de la calcite:



Hydrolyse: destruction chimique des minéraux par l'eau. Il peut rester une phase insoluble. Elle dépend de la q^{té} d' ions H⁺ et de la teneur en CO₂ dissous.

Dissolution

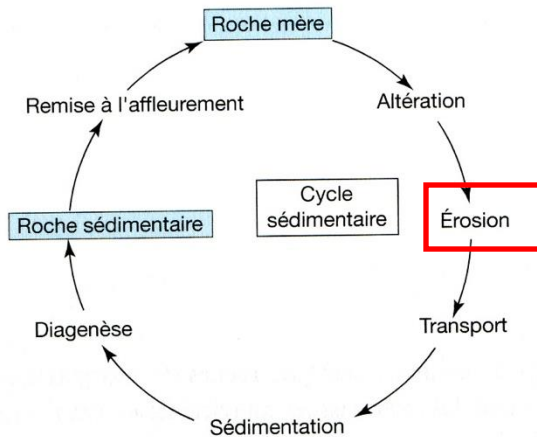


Hydrolyse

2) Erosion



= Déblaiement des produits de l'altération

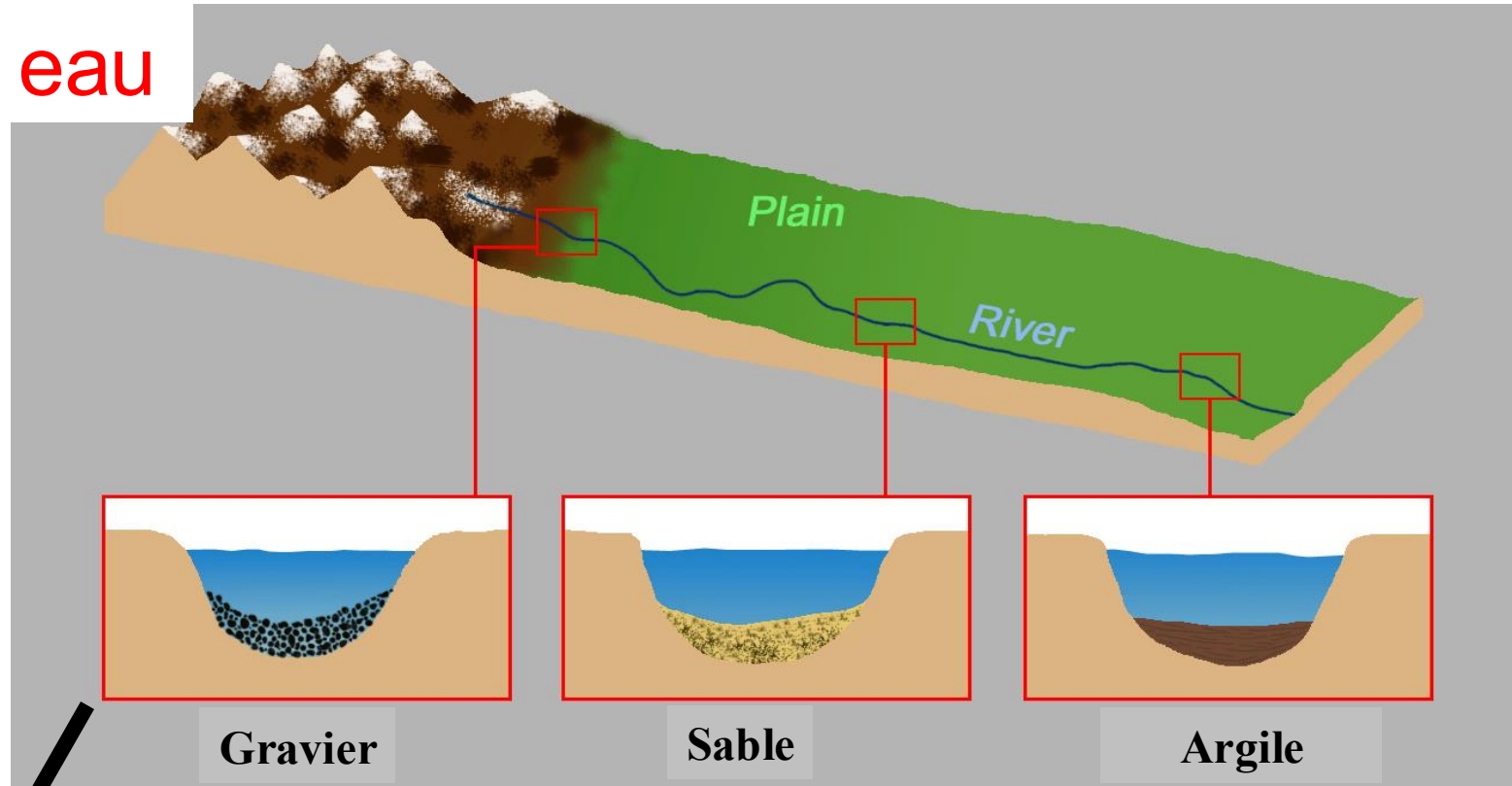


et remise à l'affleurement de roches non encore altérées

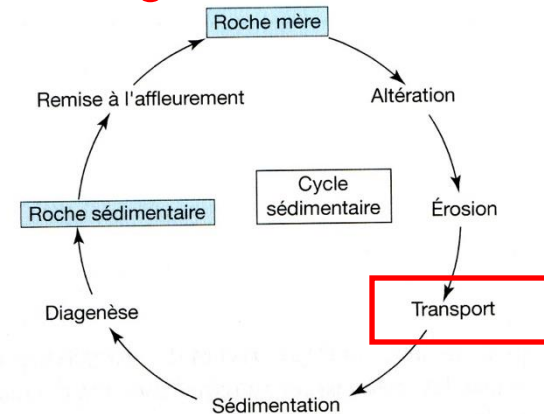


3) Transport des particules

a) Par l'eau



➔ Taille des plus gros grains renseigne sur l'énergie de la rivière



3) Transport des particules

a) Par l'eau

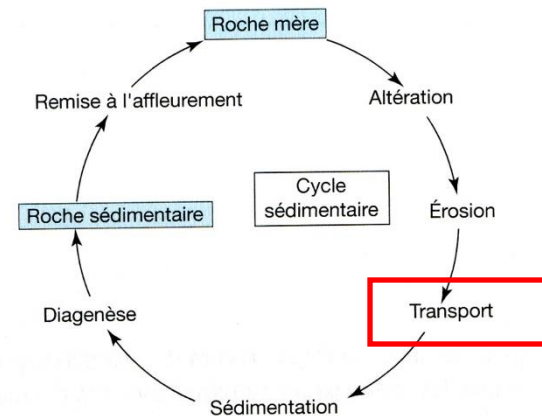


Forme des grains renseigne
sur la durée de transport

TEMPS DE TRANSPORT DES PARTICULES

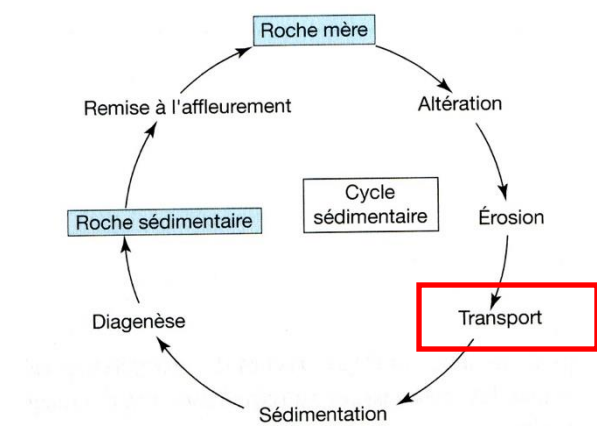
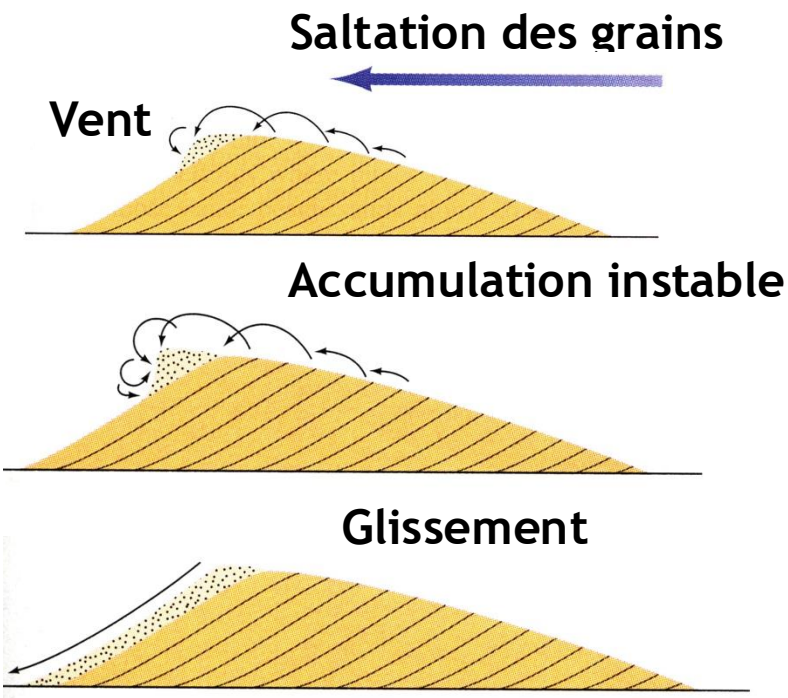
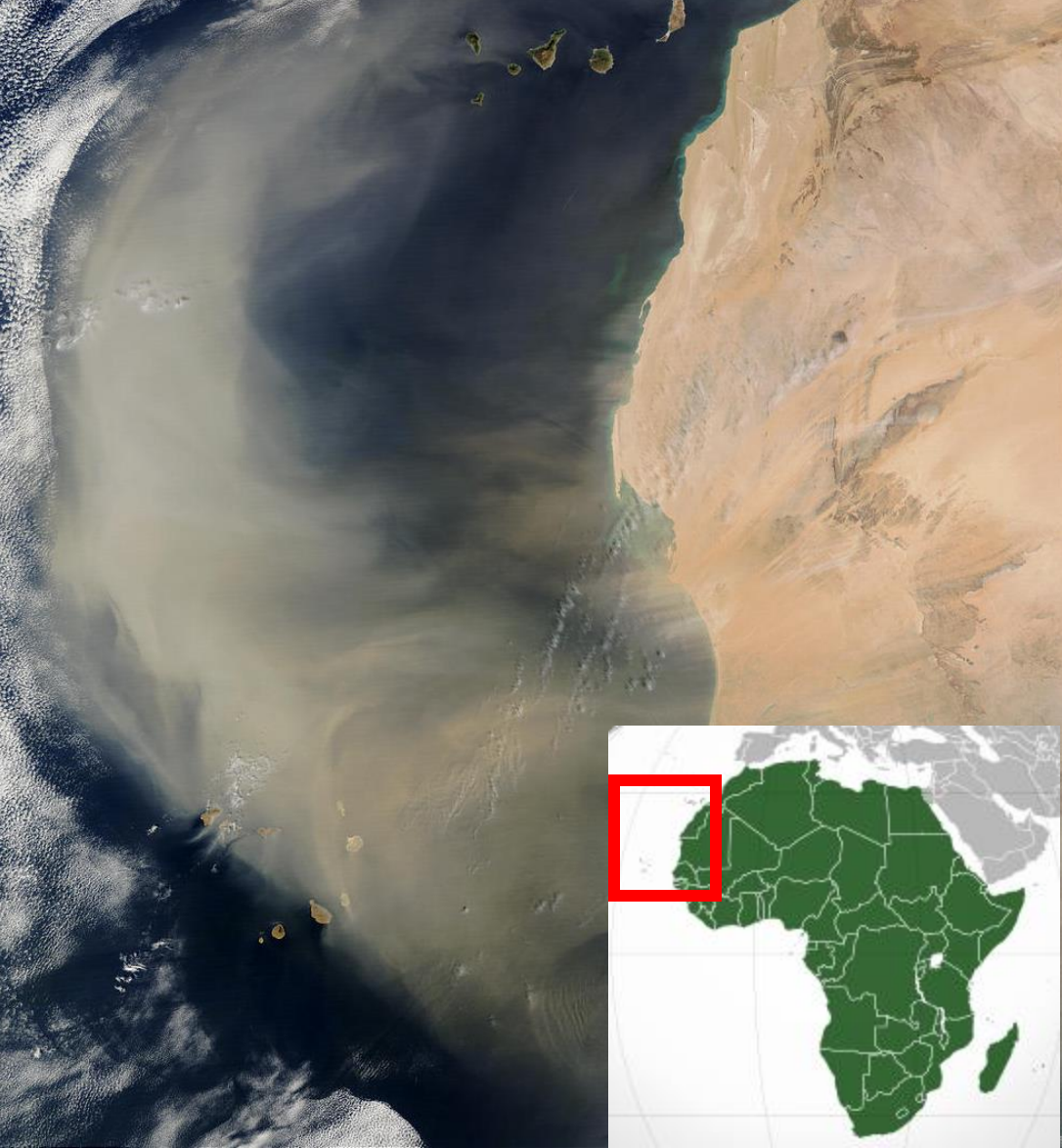
- le mode de transport:

- galets arrondis -> transport fluvial long
- éléments anguleux -> faible transport



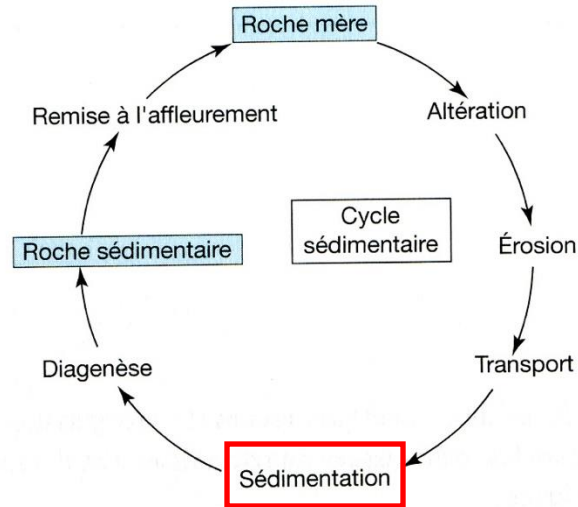
3) Transport des particules

b) Par le vent

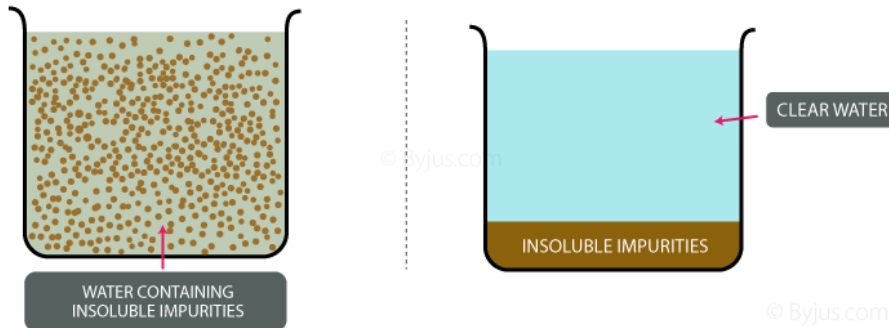


4) Sédimentation

Accumulation des particules dans des dépressions



SEDIMENTATION

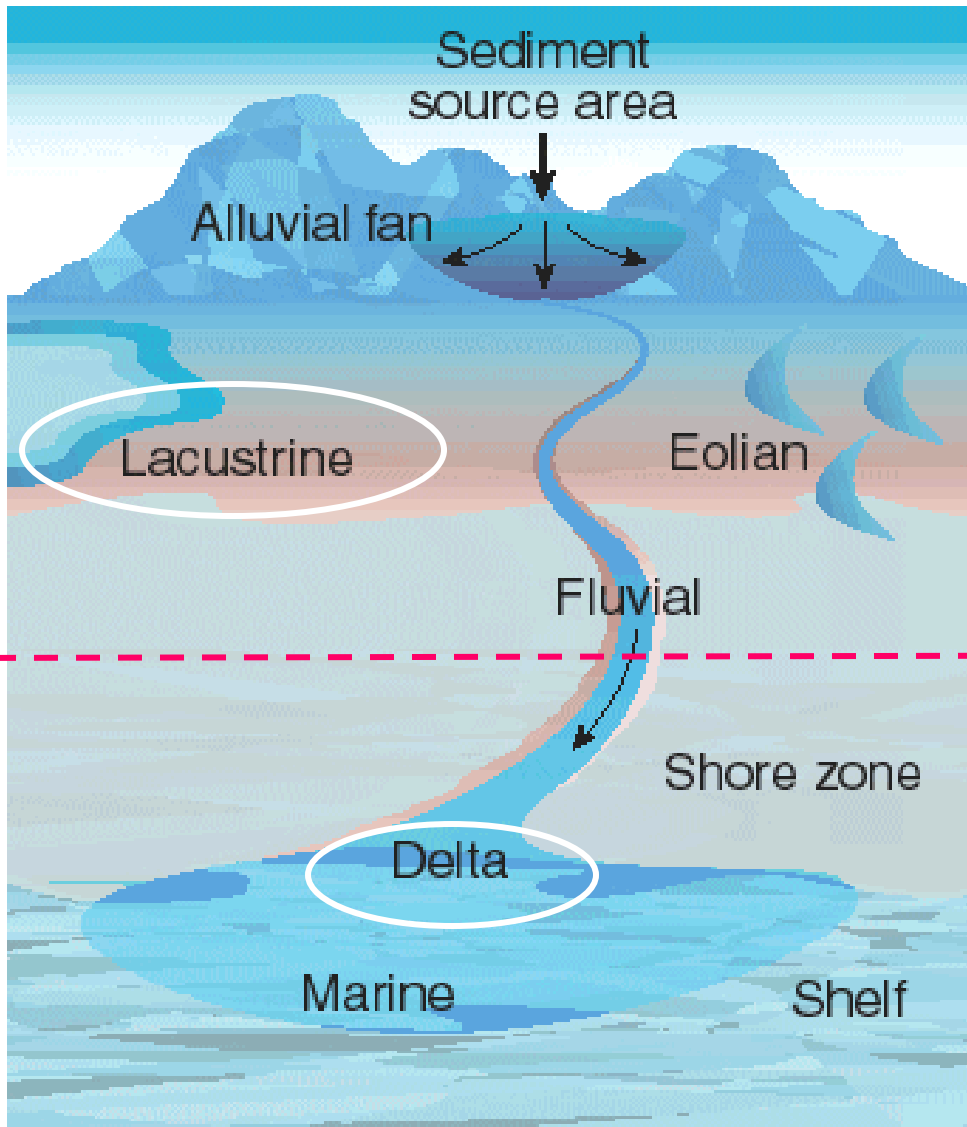


Sédimentation : accumulation de matériaux meubles

A mesure de l'accumulation des sédiments, la pression augmente

2) a. -> Roches sédimentaires

Environnements sédimentaires



LES MILIEUX de DEPOTS & de SEDIMENTATION

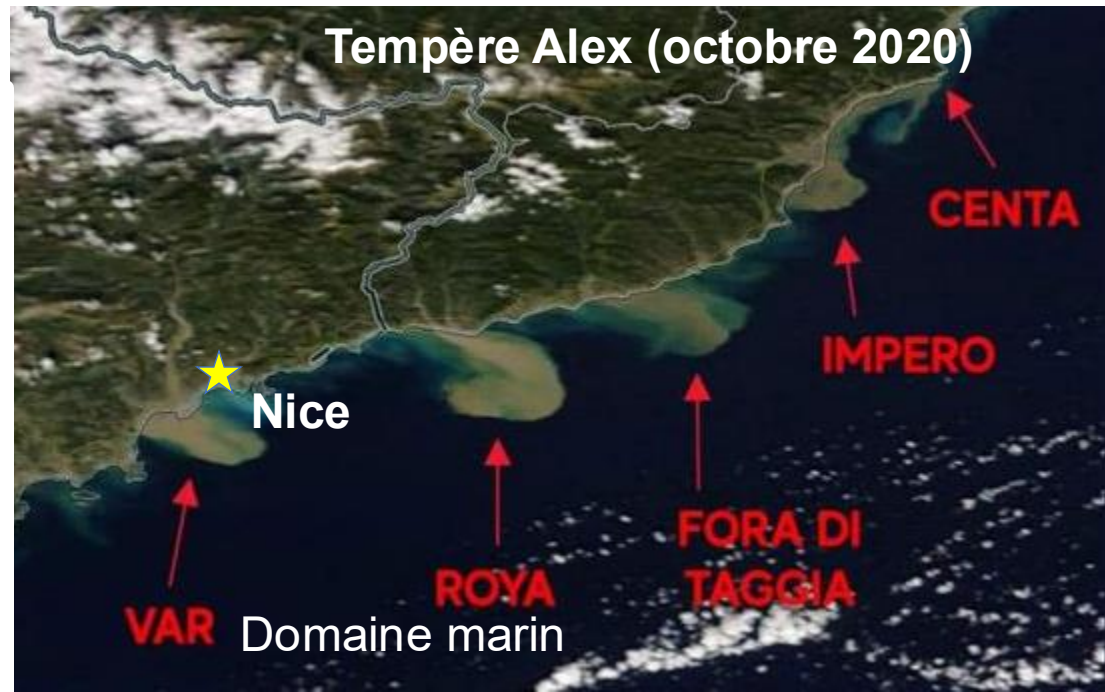
Transport à l'état solide ou en solution $\Rightarrow$ dépôt ou précipitation dans un milieu

Milieu continental

Milieu marin

2) a. -> Roches sédimentaires

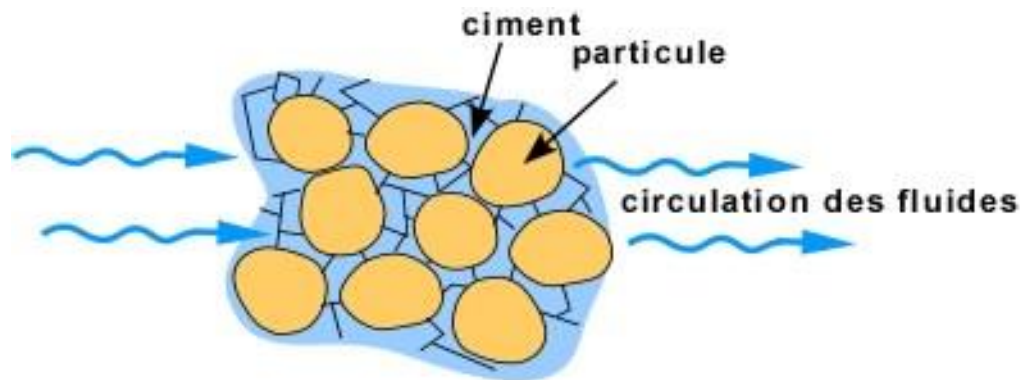
Exemples d'environnements de dépôt



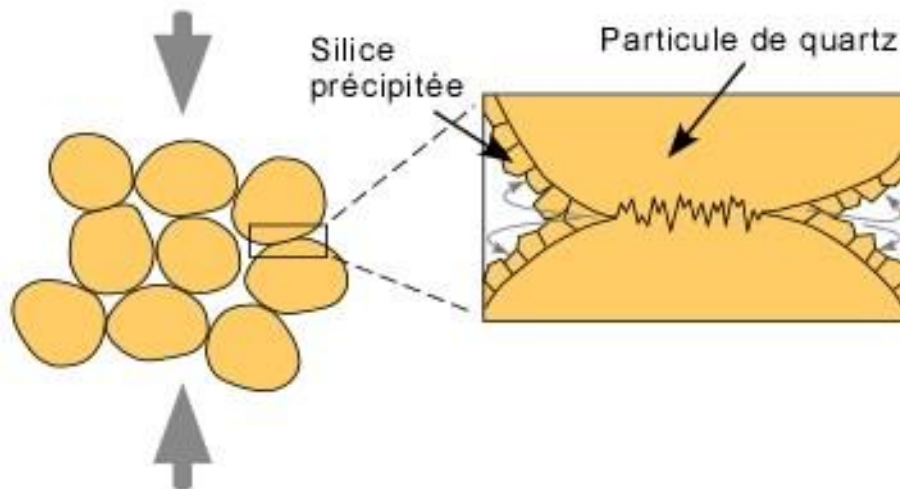
5) Diagenèse

Transformation des sédiments en roches

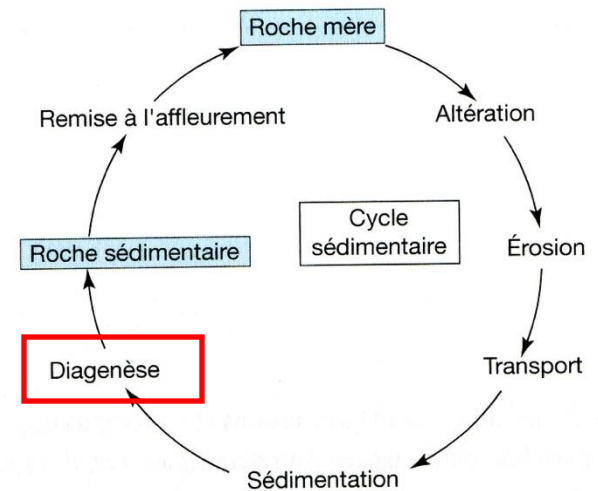
Particules soudées par compaction et/ou par un ciment naturel



CIMENTATION PRÉ-COMPACTION

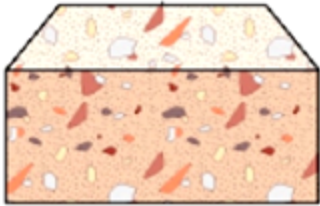
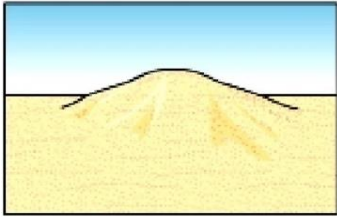
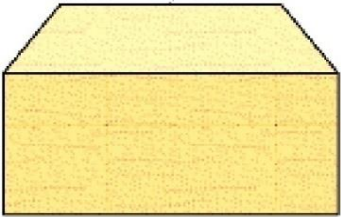
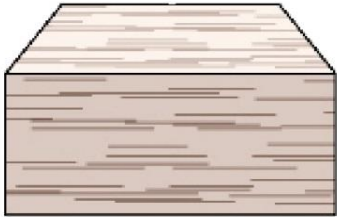


COMPACTION ET CIMENTATION



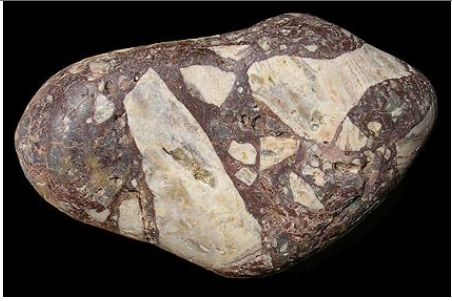
2) a. -> Roches sédimentaires

Exemples de roches sédimentaires détritiques

Diamètre des grains	sédiments	Roche consolidée
> 2 mm	Graviers Galets 	Conglomérats Brèches Poudingues 
63 µm à 2 mm	Sables 	Arénites Grès 
< 63 µm	Boues et vases 	Lutites (pélites) Argiles Limons 

2) a. -> Roches sédimentaires

Exemples de roches sédimentaires détritiques

Diamètre des grains	sédiments	Roche consolidée
> 2 mm	Graviers Galets 	Conglomérats Brèches Poudingues 
63 µm à 2 mm	Sables 	Arénites Grès 
< 63 µm	Boues et vases 	Lutites (pélites) Argiles Limons 

2) a. -> Roches sédimentaires

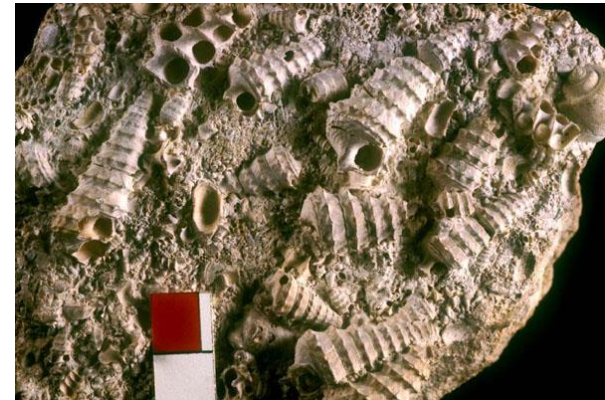
1) Roches détritiques

- Altération/érosion de roches préexistantes
- $\approx 85\%$



2) Roches biogéniques/biochimiques

- Activité biologique
- $\approx 15\%$



3) Autres

a) Évaporites

- Processus physico-chimiques
- $< 1\%$

b) Roches résiduelles

- Altération chimique
- $< 1\%$



2) a. -> Roches sédimentaires

2) Roches biochimiques/biogéniques

- **Bio-**: Intervention directe ou indirecte de processus biologiques dans la formation de la roche
- **Classification** : basée sur la nature chimique
 - Roches carbonatées
 - Roches siliceuses
 - Roches phosphatées...

2) a. -> Roches sédimentaires

Roches carbonatées : C + O + autres éléments (Ca, Mg, ...)

contiennent au moins 50% de carbonates



Vallée de l'Yonne, Bourgogne
Ancien récif corralien

Classées selon le mode de formation :

★ calcaire biogénique

Formé par des débris d'organismes ou issu d'organismes en position de vie

★ calcaire biochimique

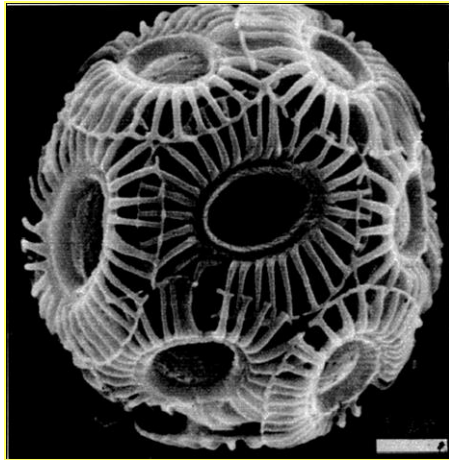
Formé par précipitation de carbonates à partir d'une solution avec plus ou moins d'influence d'organismes

2) a. -> Roches sédimentaires

Roches carbonatées : C + O + autres éléments (Ca, Mg, ...)

1 nm

Vue MEB



Craie



Calcaire

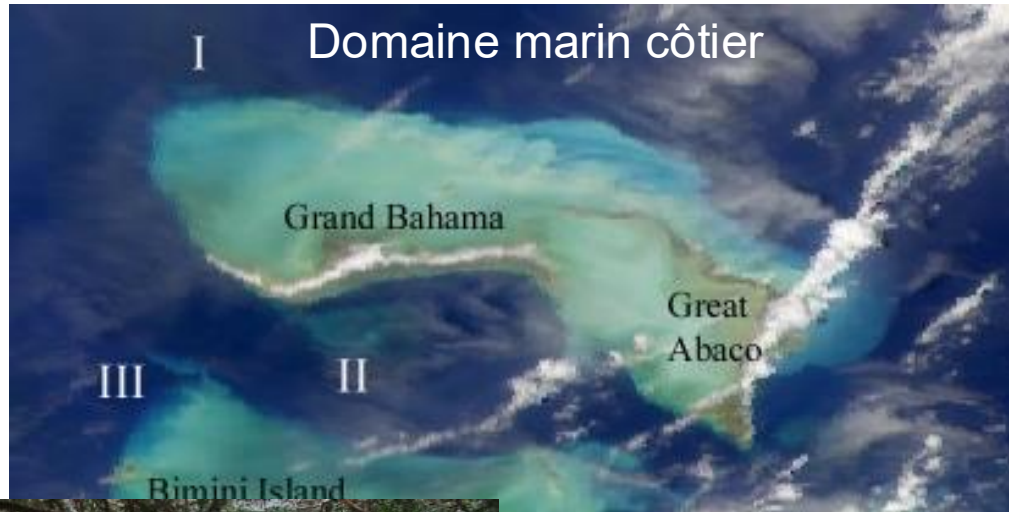


2 cm



2) a. -> Roches sédimentaires

Exemples d'environnements de dépôt des roches carbonatées



2) a. -> Roches sédimentaires

1) Roches détritiques

- Altération/érosion de roches préexistantes
- $\approx 85\%$



2) Roches biogéniques/biochimiques

- Activité biologique
- $\approx 15\%$



3) Autres

a) Évaporites

- Processus physico-chimiques
- $< 1\%$

b) Roches résiduelles

- Altération chimique
- $< 1\%$



2) a. -> Roches sédimentaires

3.a) Évaporites (formées par précipitation de sels minéraux)

- Processus physico-chimiques
- Environnements de dépôt : zones arides



Gypse



Salar d' Uyuni, Bolivie



Halite



Sebkha El Melah, Tunisie

2) a. -> Roches sédimentaires

3.b) Roches résiduelles (dégradation in situ d'une roche mère)

- Altération chimique
- Environnements : zones tropicales (chaleur + humidité)



Mine de bauxite

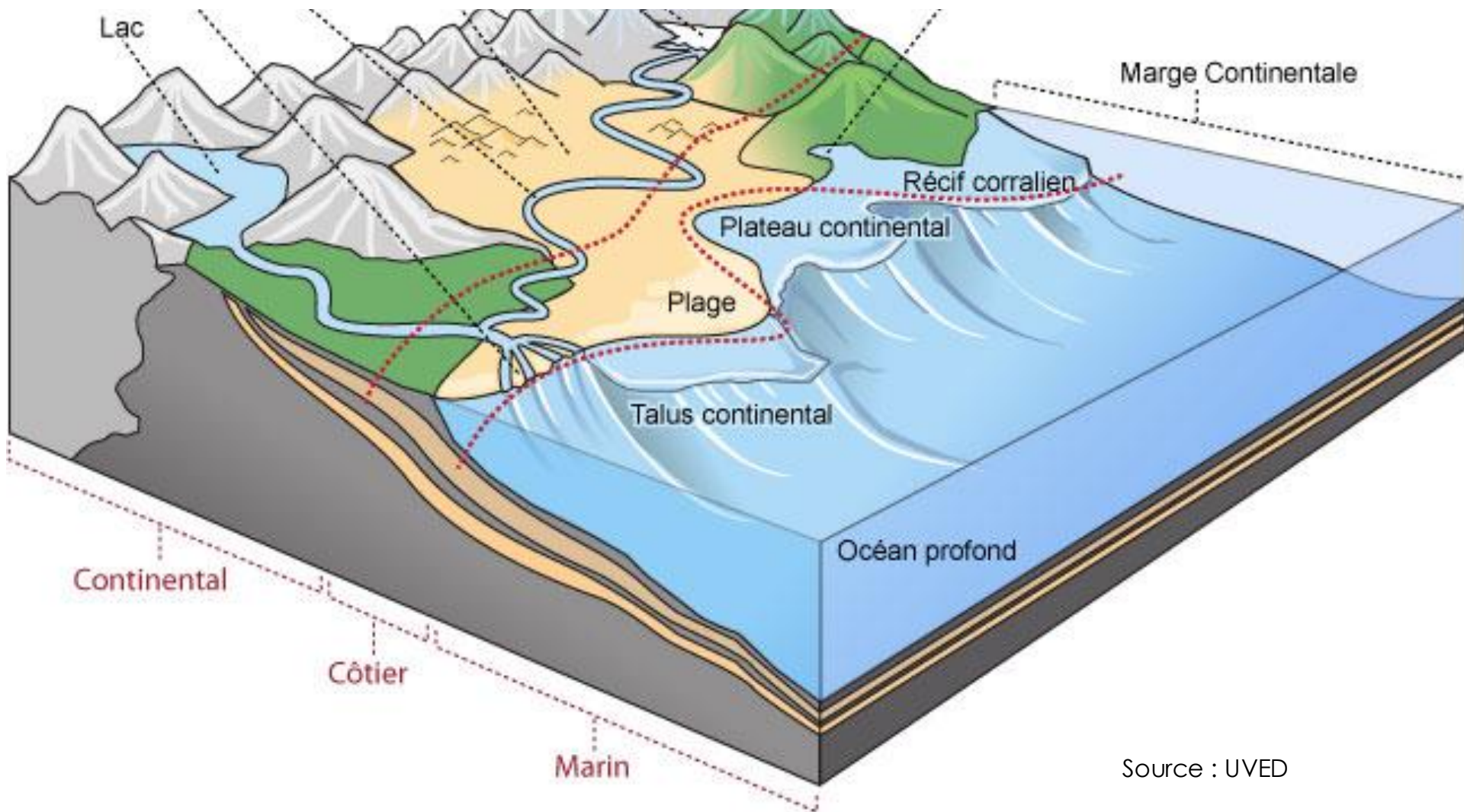


Bauxite

Profil d'altération

2) a. -> Roches sédimentaires

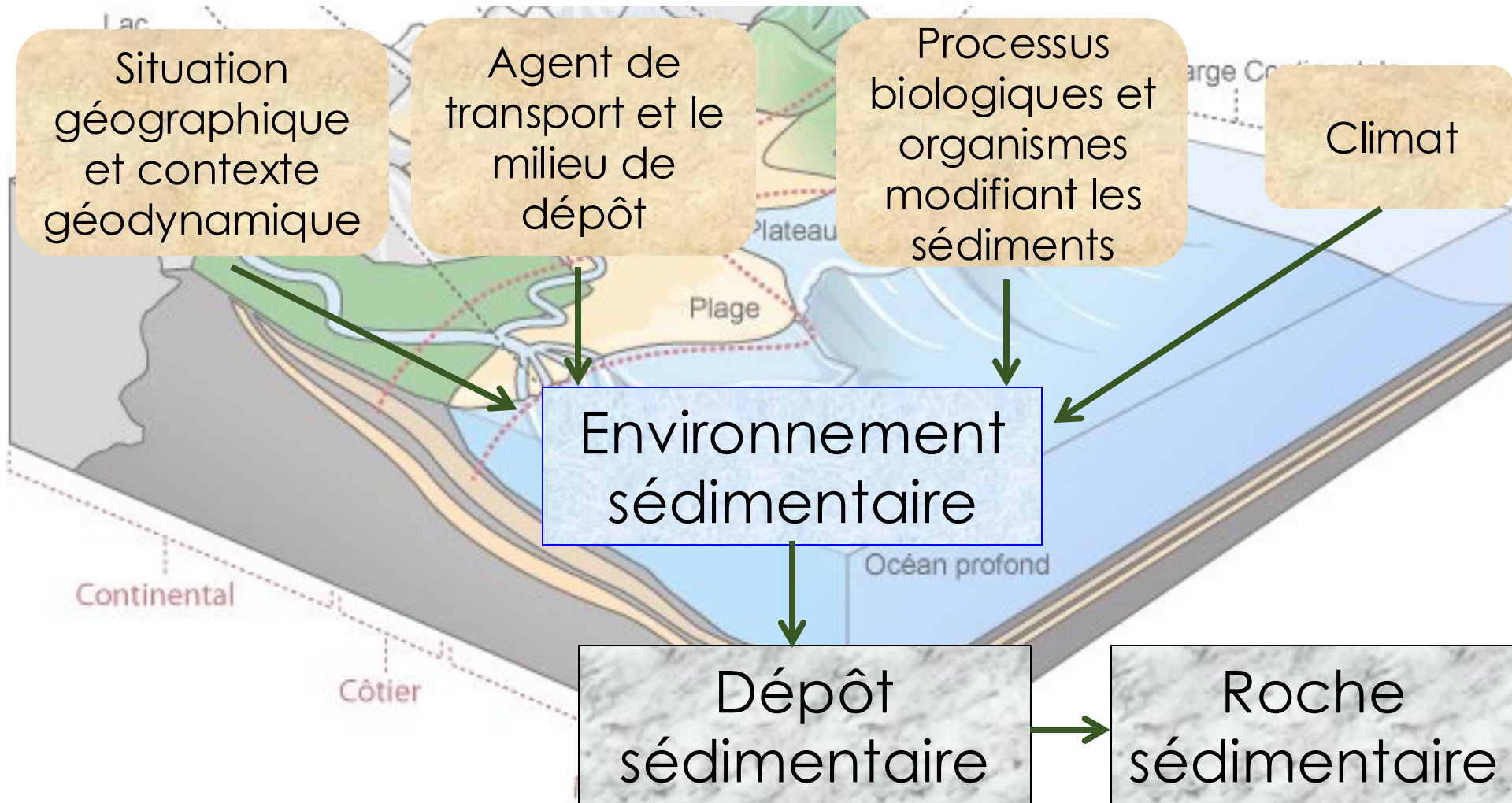
De multiples facteurs interagissent pour créer ces environnements sédimentaires



Source : UVED

2) a. -> Roches sédimentaires

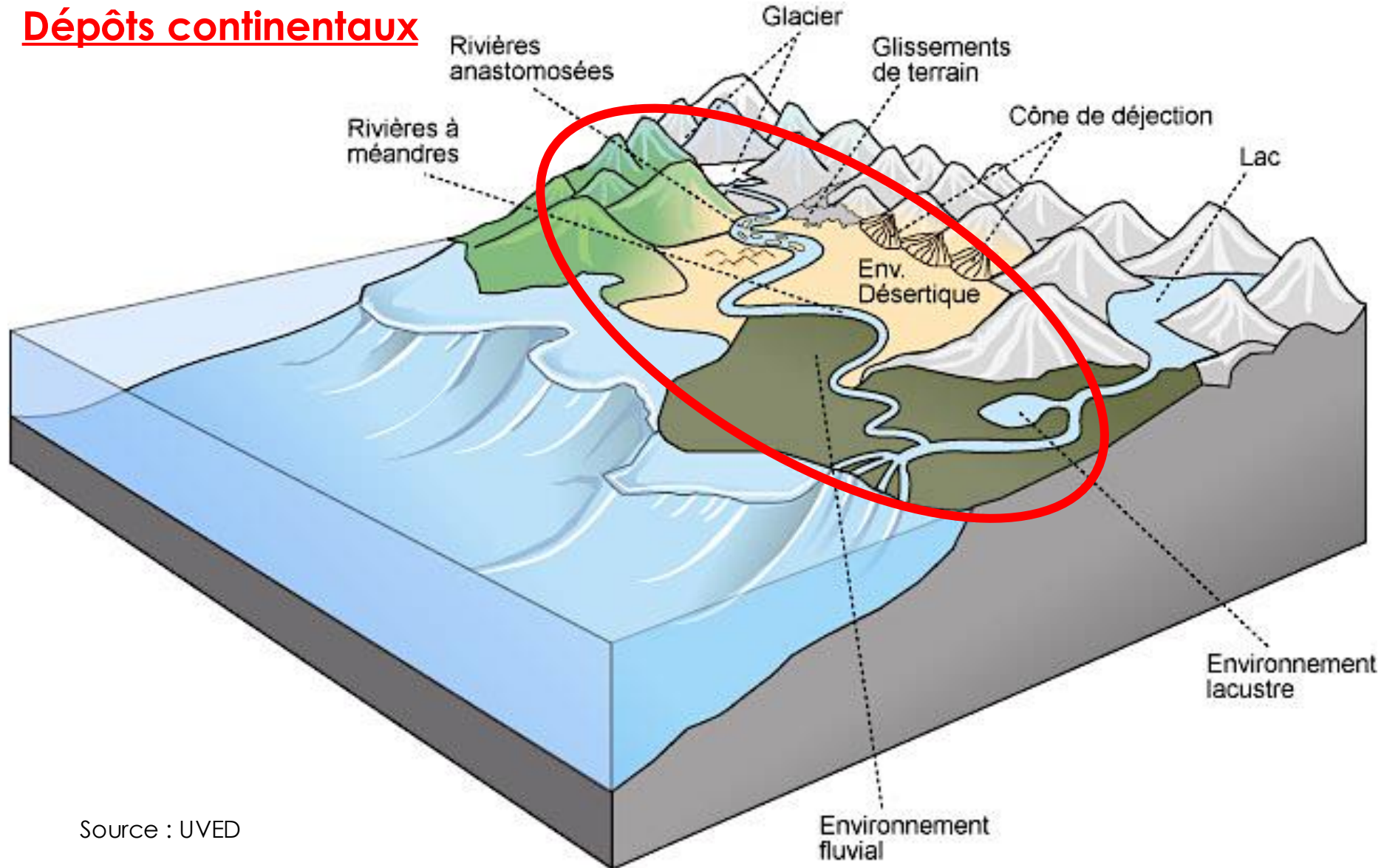
De multiples facteurs interagissent pour créer ces environnements sédimentaires



2) a. -> Roches sédimentaires

Environnements sédimentaires

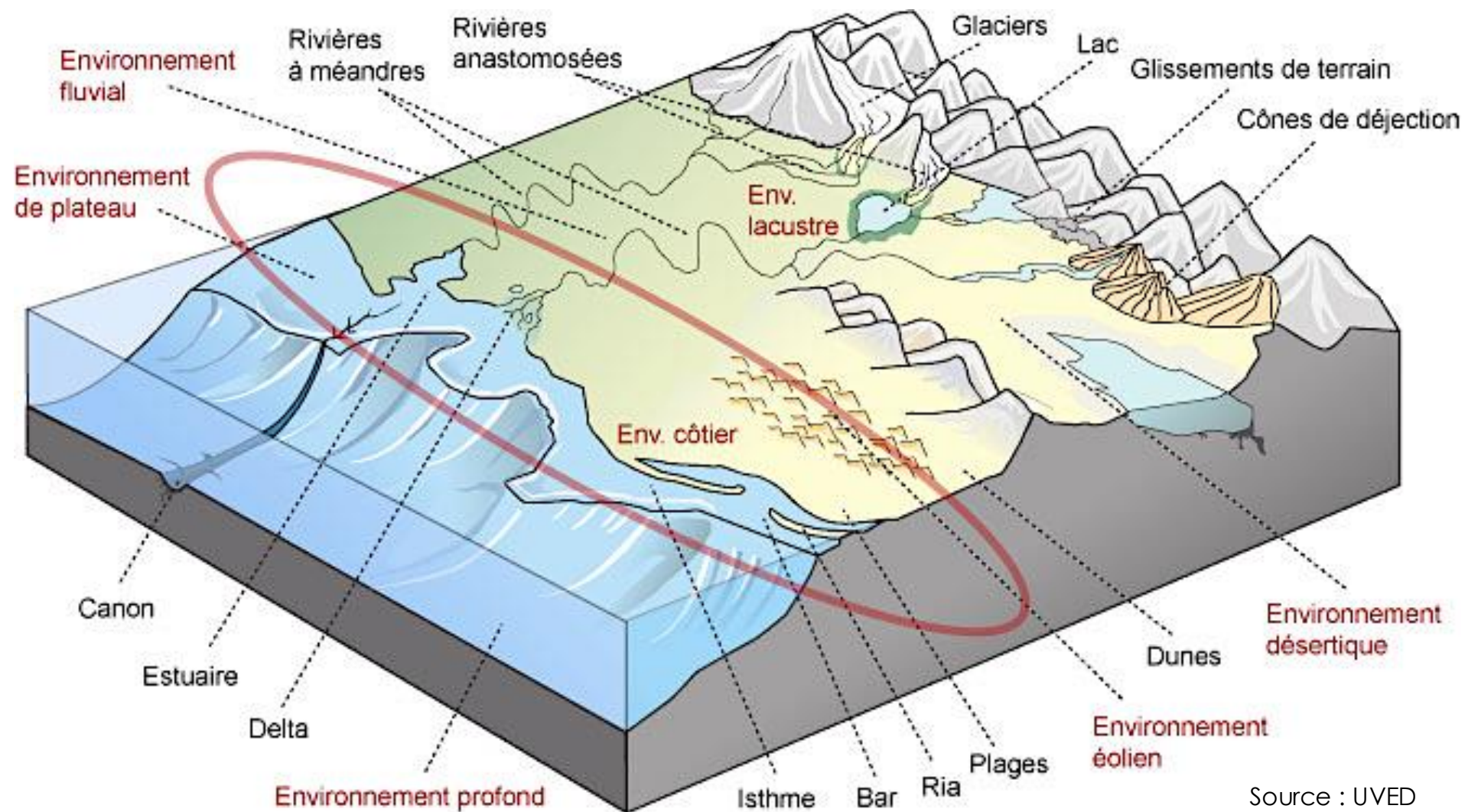
Dépôts continentaux



2) a. -> Roches sédimentaires

Dépôts côtiers

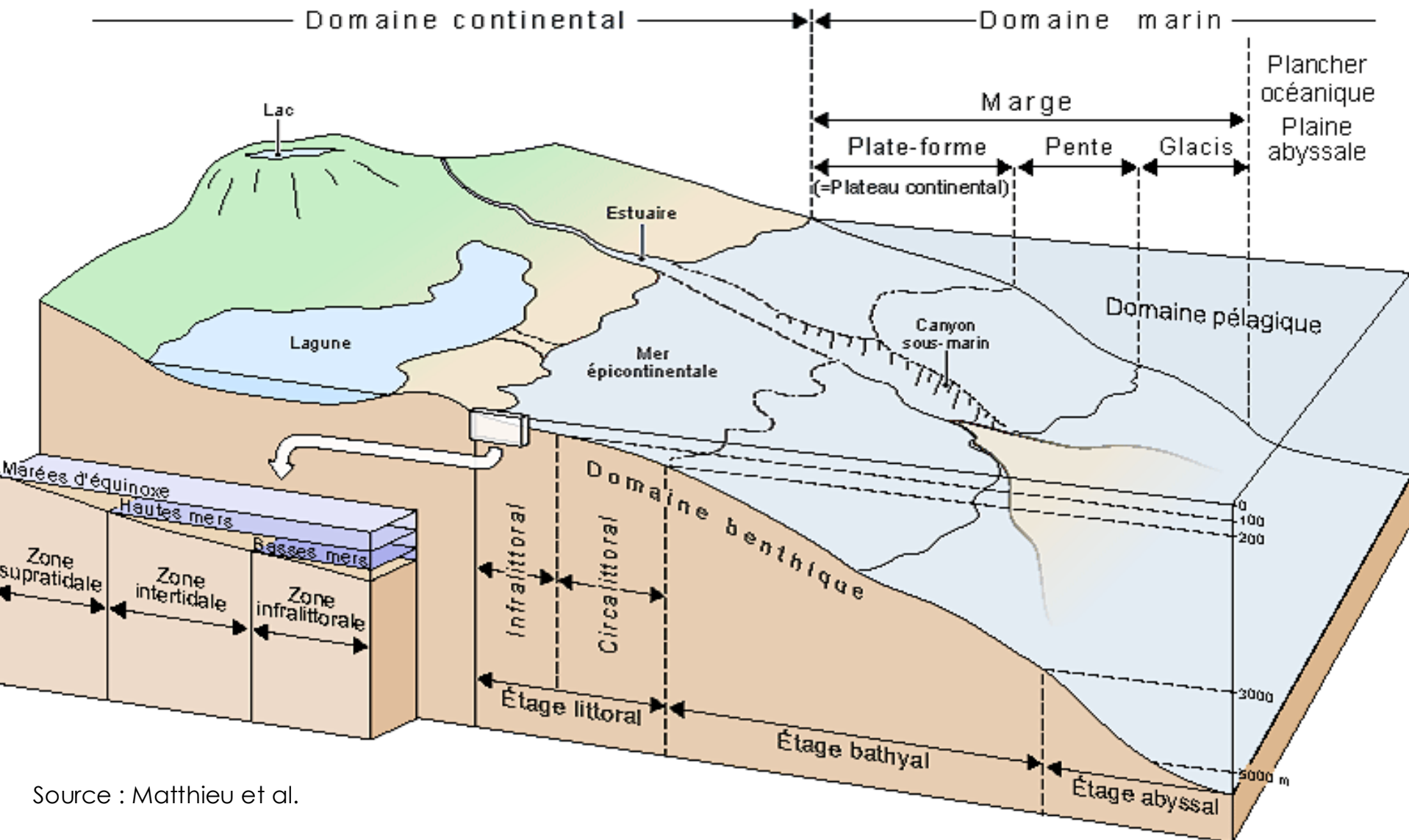
Environnements sédimentaires



2) a. -> Roches sédimentaires

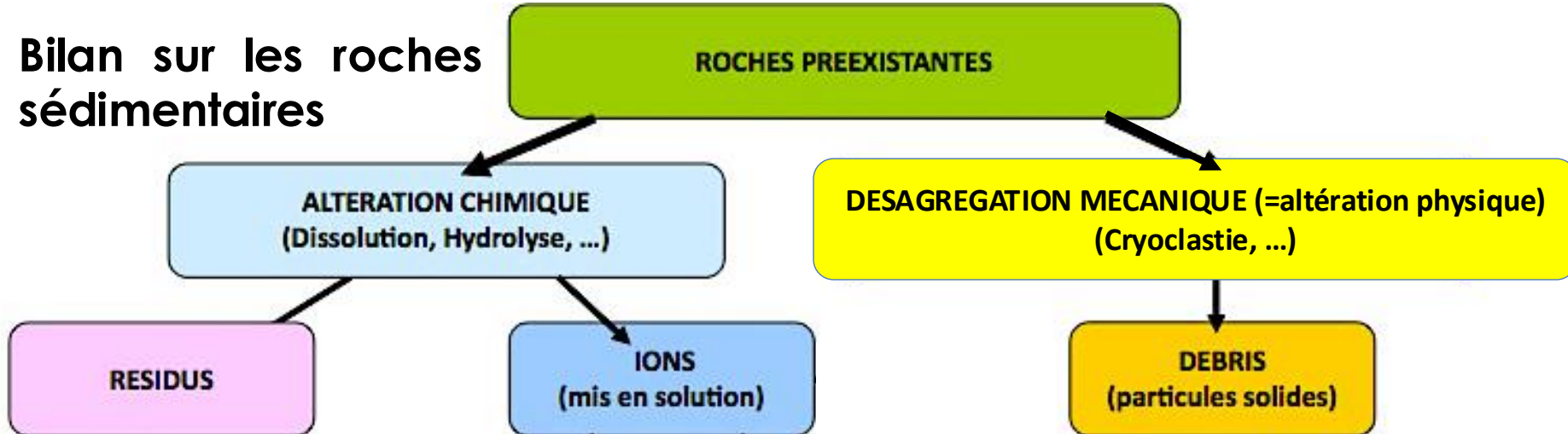
Environnements sédimentaires

Dépôts marins



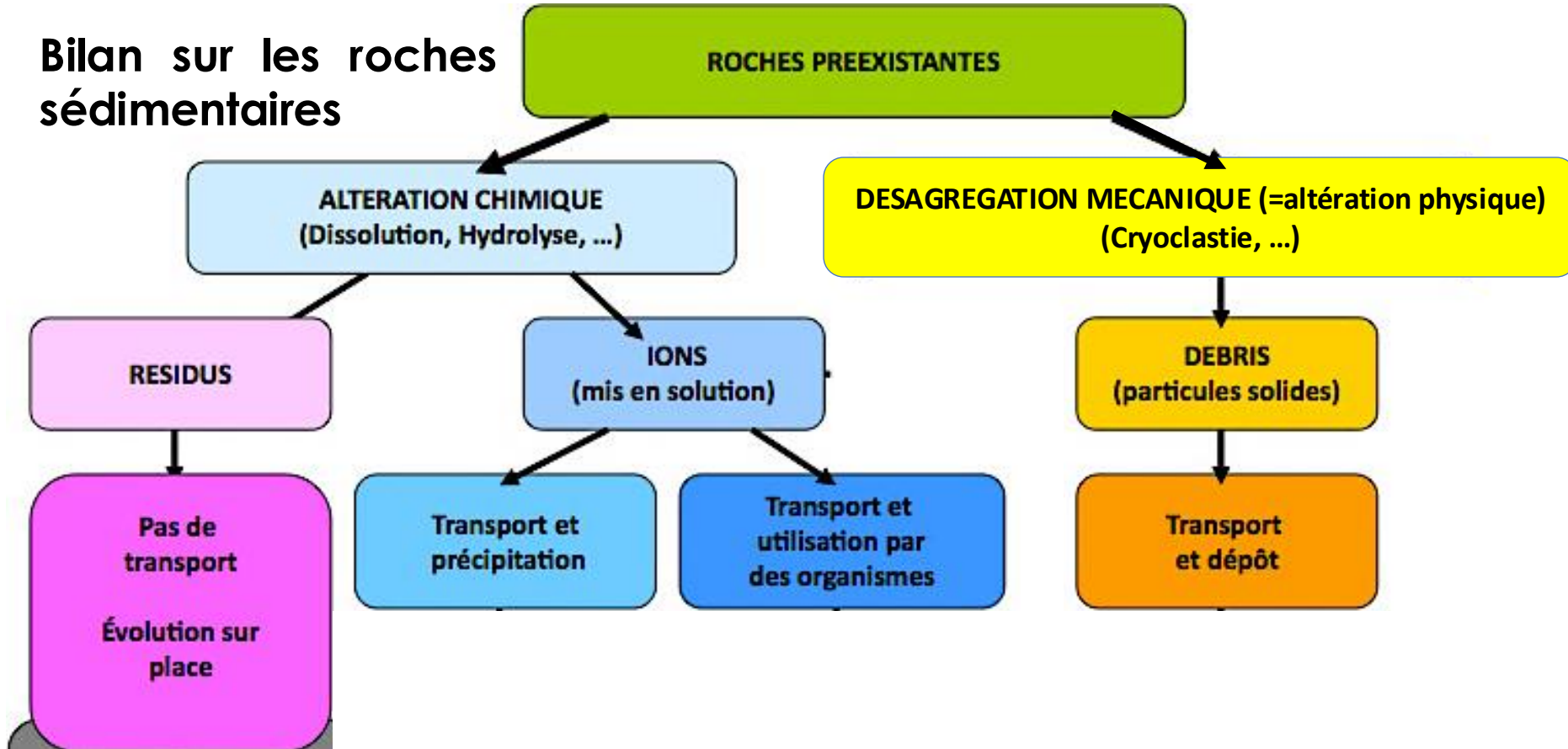
2) a. -> Roches sédimentaires

Bilan sur les roches sédimentaires



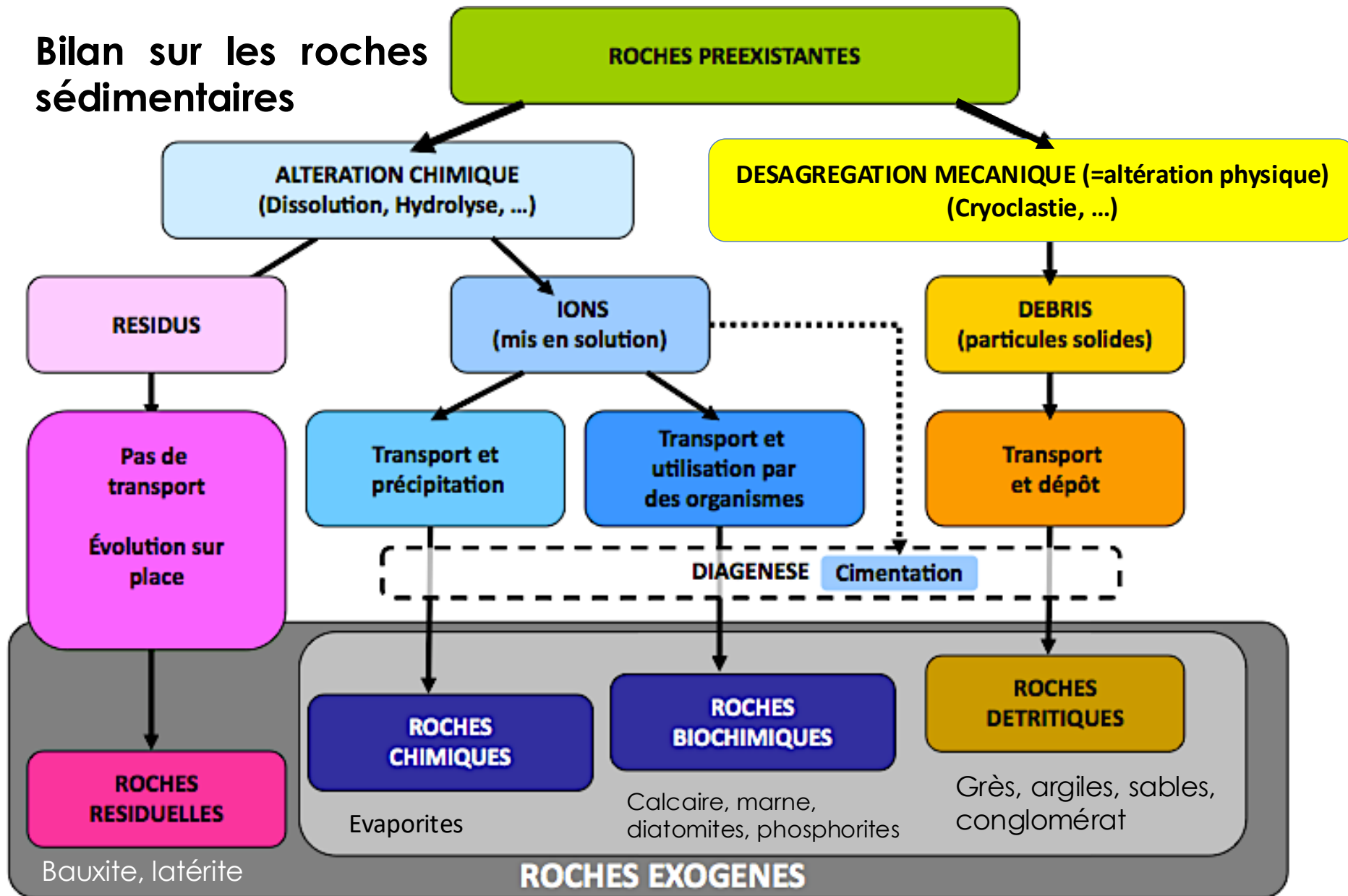
2) a. -> Roches sédimentaires

Bilan sur les roches sédimentaires



2) a. -> Roches sédimentaires

Bilan sur les roches sédimentaires



I. La tectonique des plaques

1) Introduction - Historique

➤ *Notions de cristallographie et de minéralogie*

2) Frontières de plaques

a. Les frontières de plaques divergentes

➤ *Les roches magmatiques 1*

➤ *Les roches sédimentaires*

b. **Les frontières de plaques convergentes**

➤ *Les roches magmatiques 2*

➤ *Les roches métamorphiques*

➤ *Les roches : ressources géologiques*

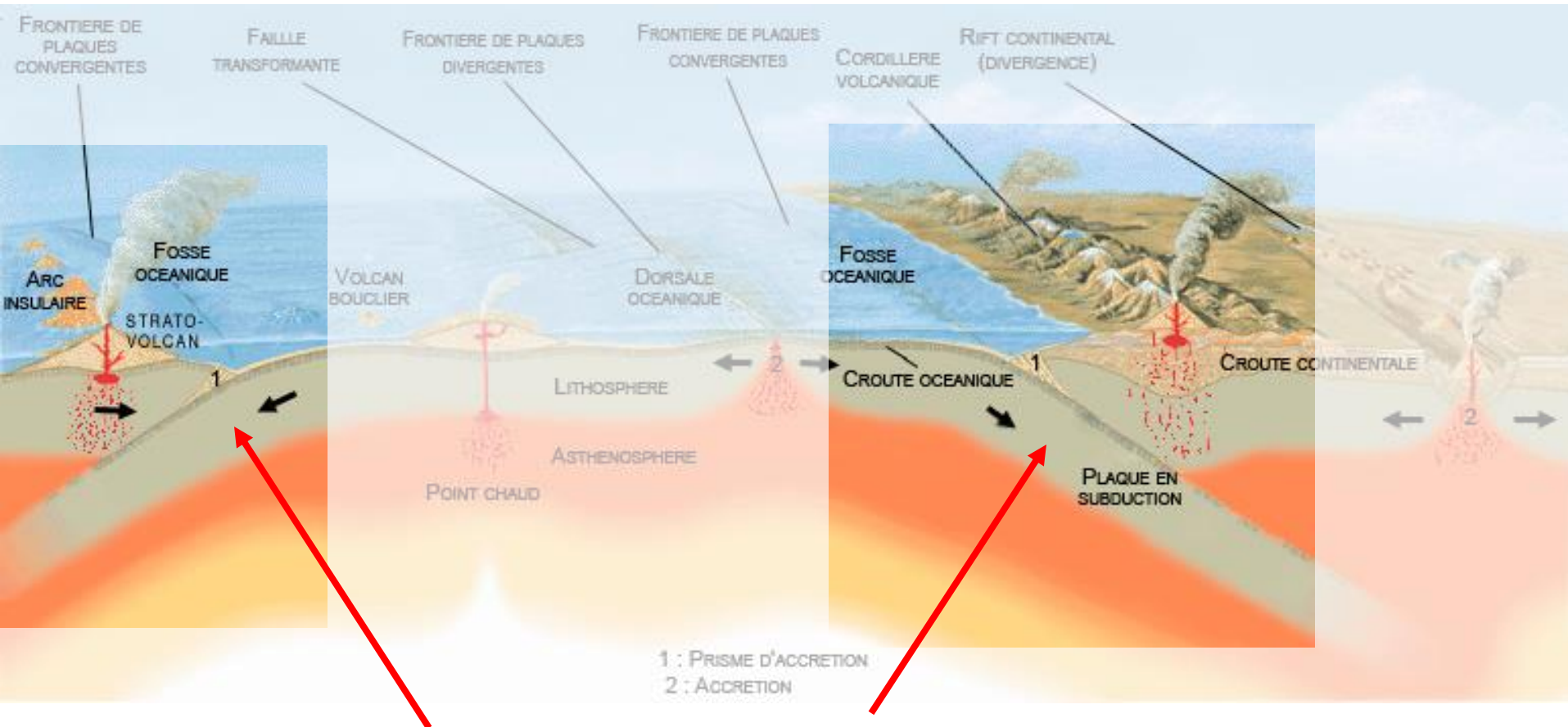
c. Les frontières de plaques décrochantes

II. Cinématique des plaques

III. Moteur(s) des mouvements

2) b. Les frontières de plaques convergentes

Il existe plusieurs types de frontières des plaques tectoniques



Frontières convergentes

Une autre zone de formation des roches magmatiques

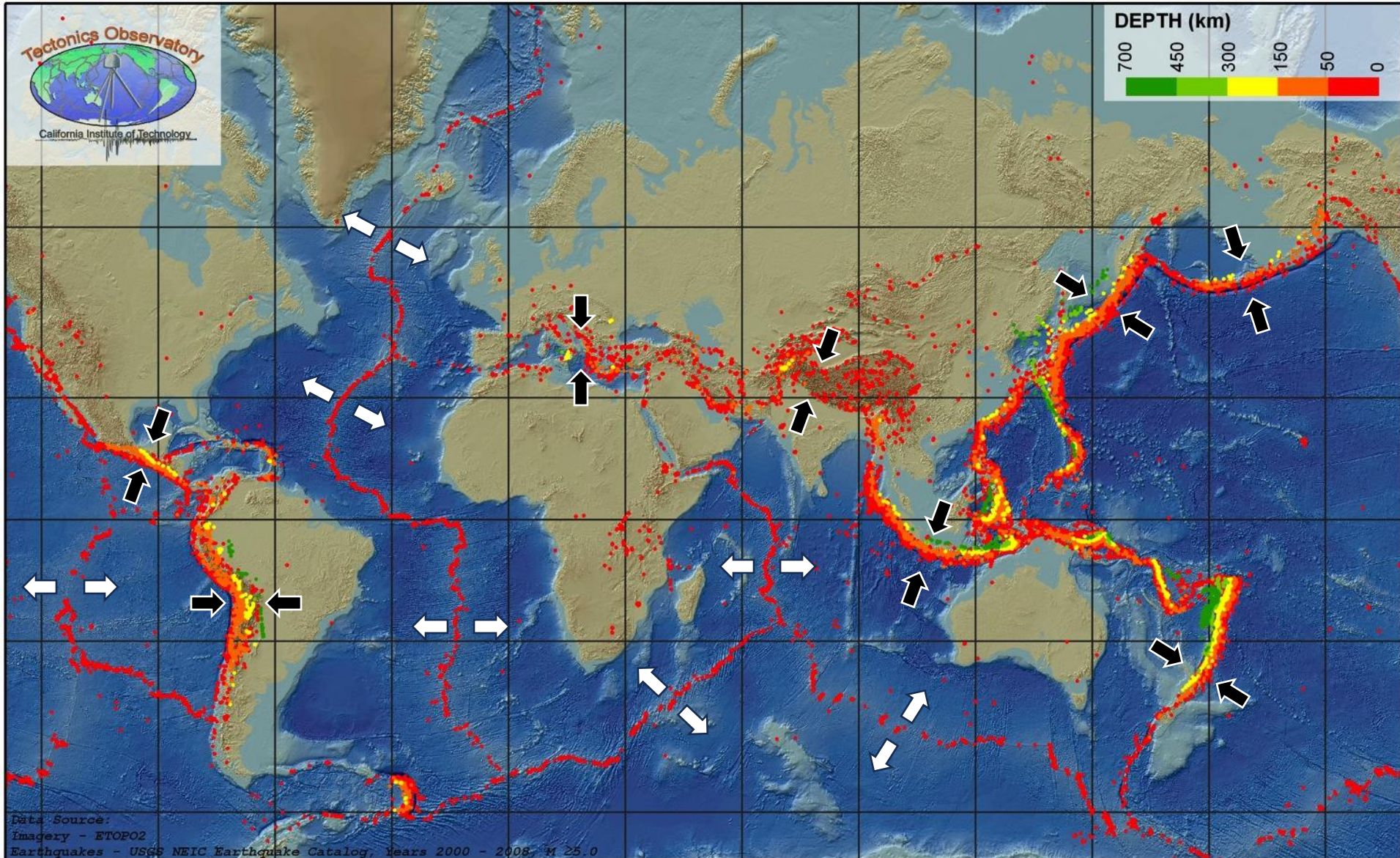
2) b. Les frontières de plaques convergentes

Répartition des séismes (2000-2008; $M \geq 5$)

Frontière divergente



Frontière convergente

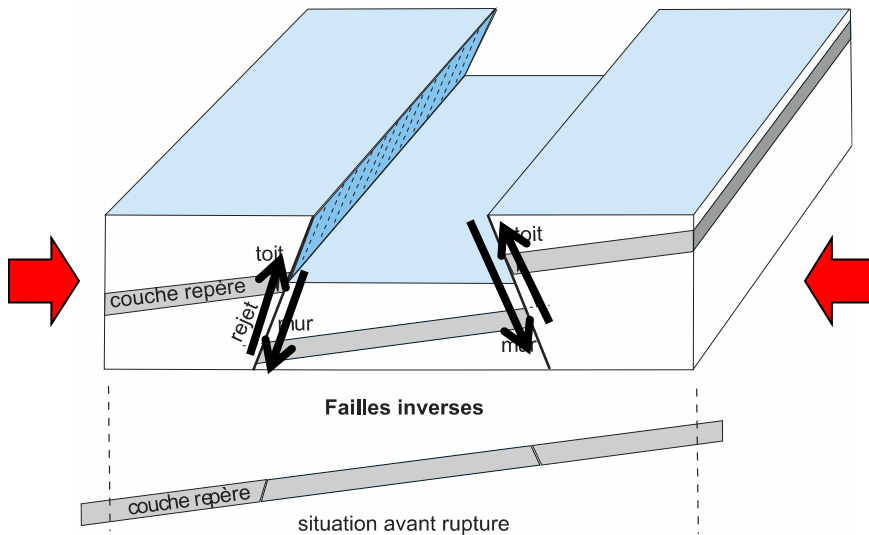


2) b. Les frontières de plaques convergentes

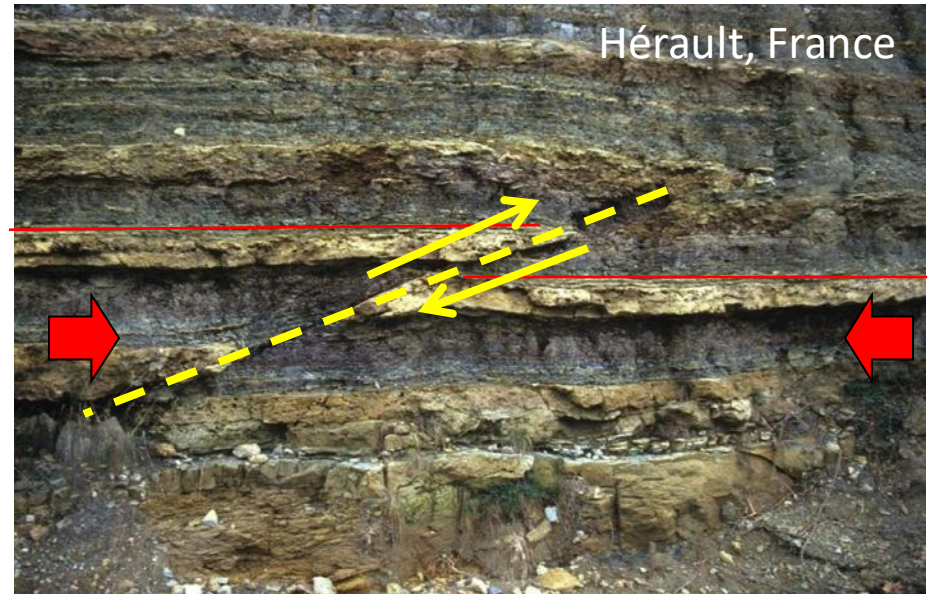
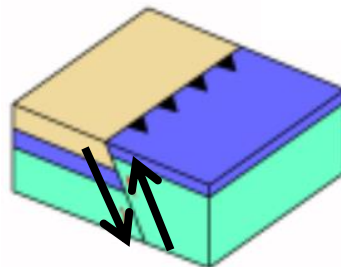
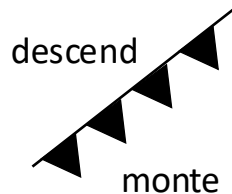
Contexte compressif

Déformation cassante :

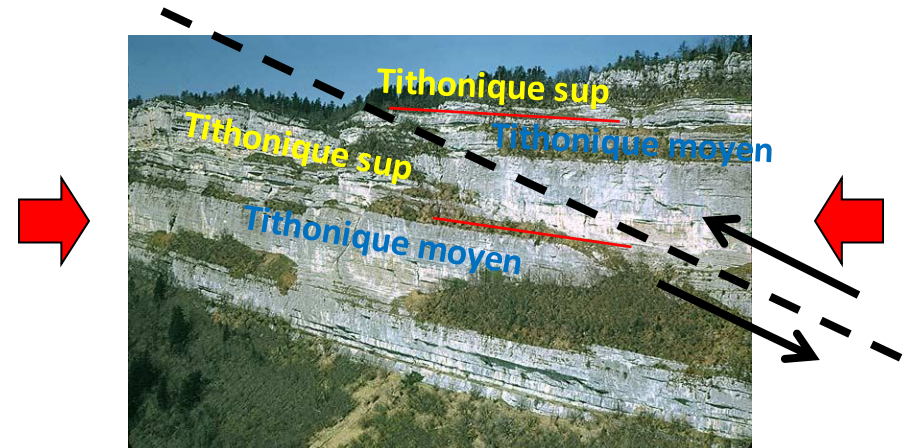
Failles inverses



Représentation en carte:



Isère, France

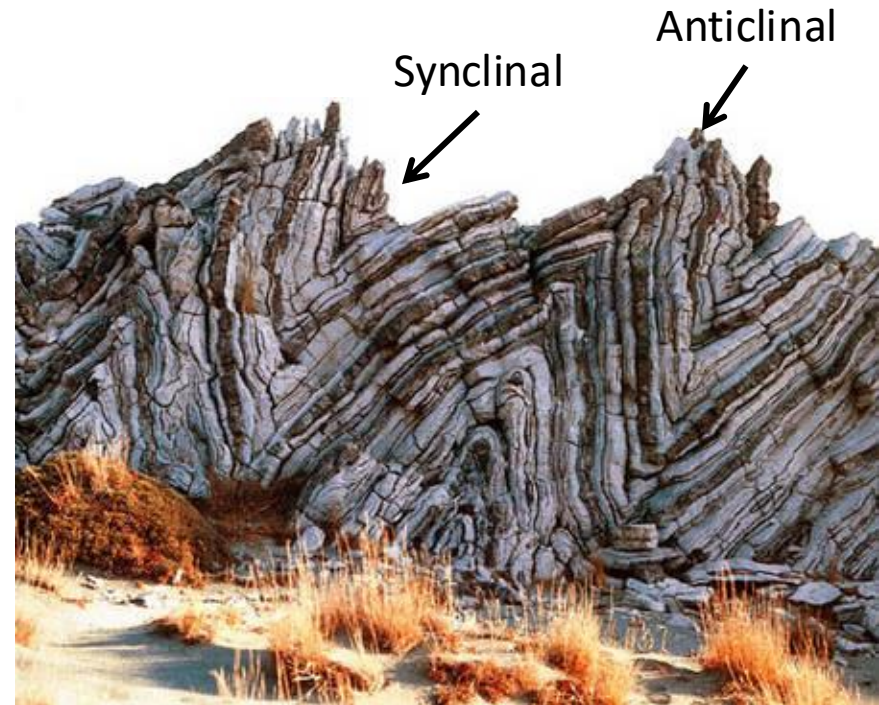
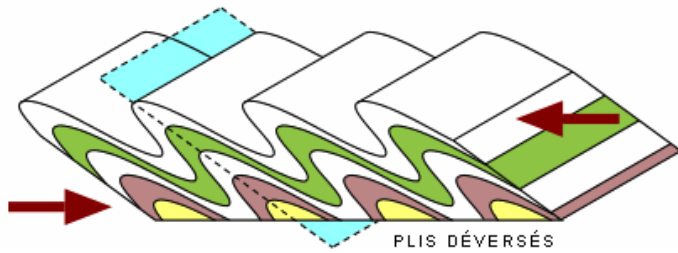
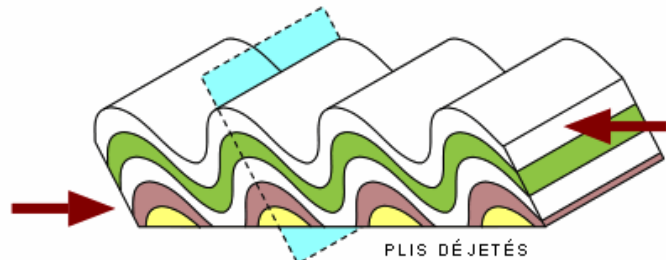
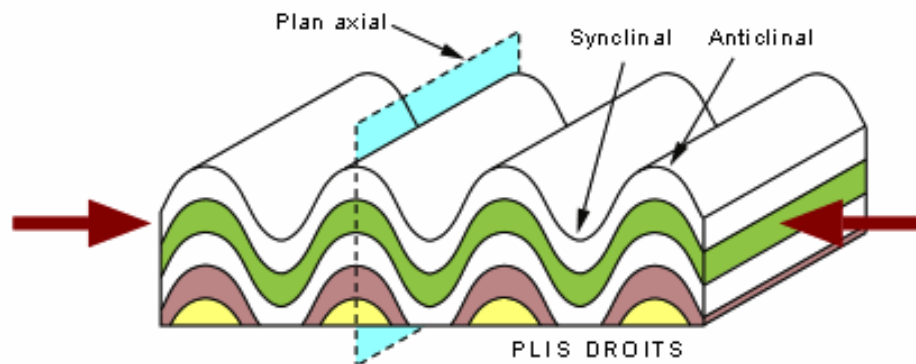


2) b. Les frontières de plaques convergentes

Contexte compressif

Déformation ductile :

Plis

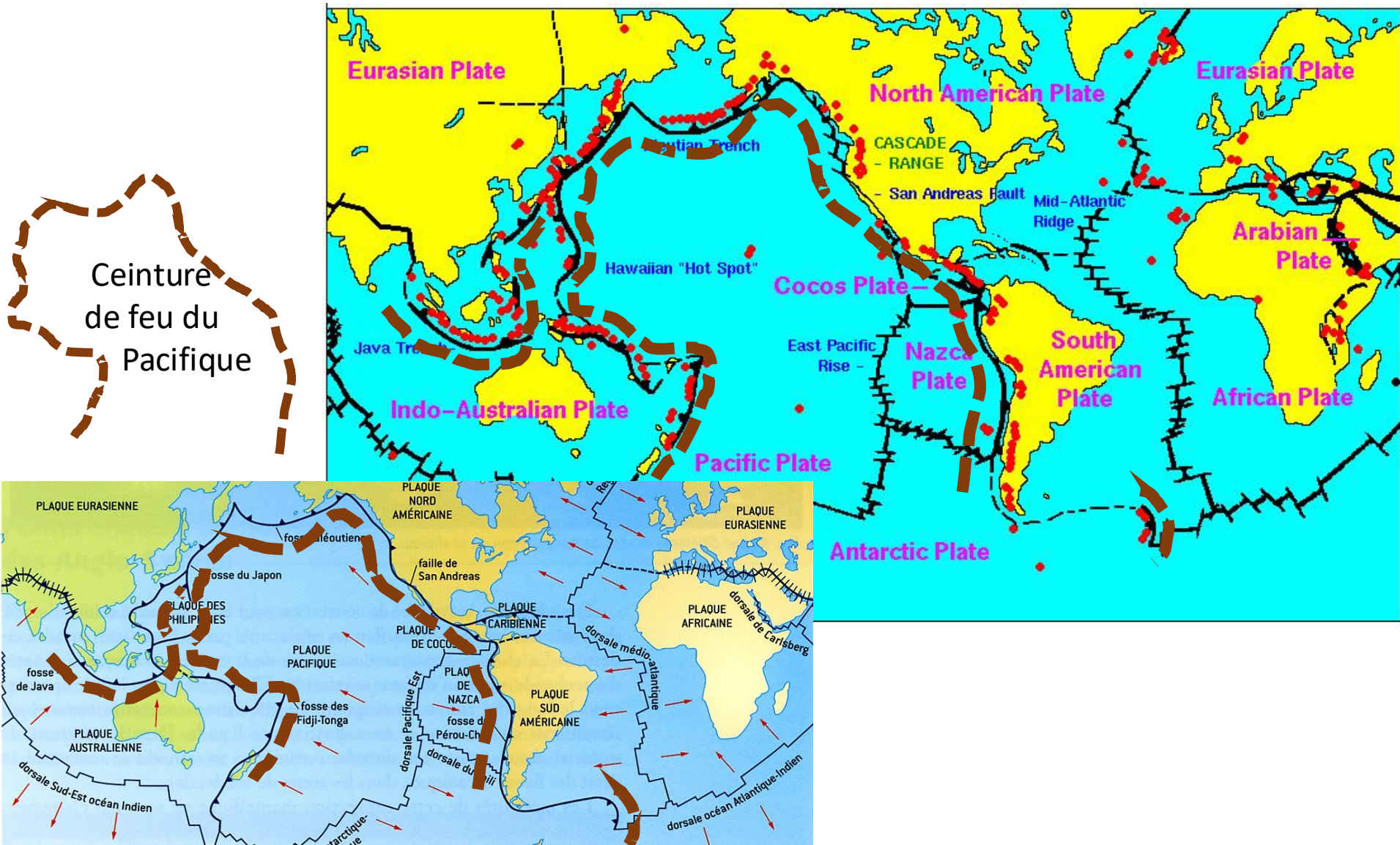


Nouveau Mexique, USA



2) b. Les frontières de plaques convergentes

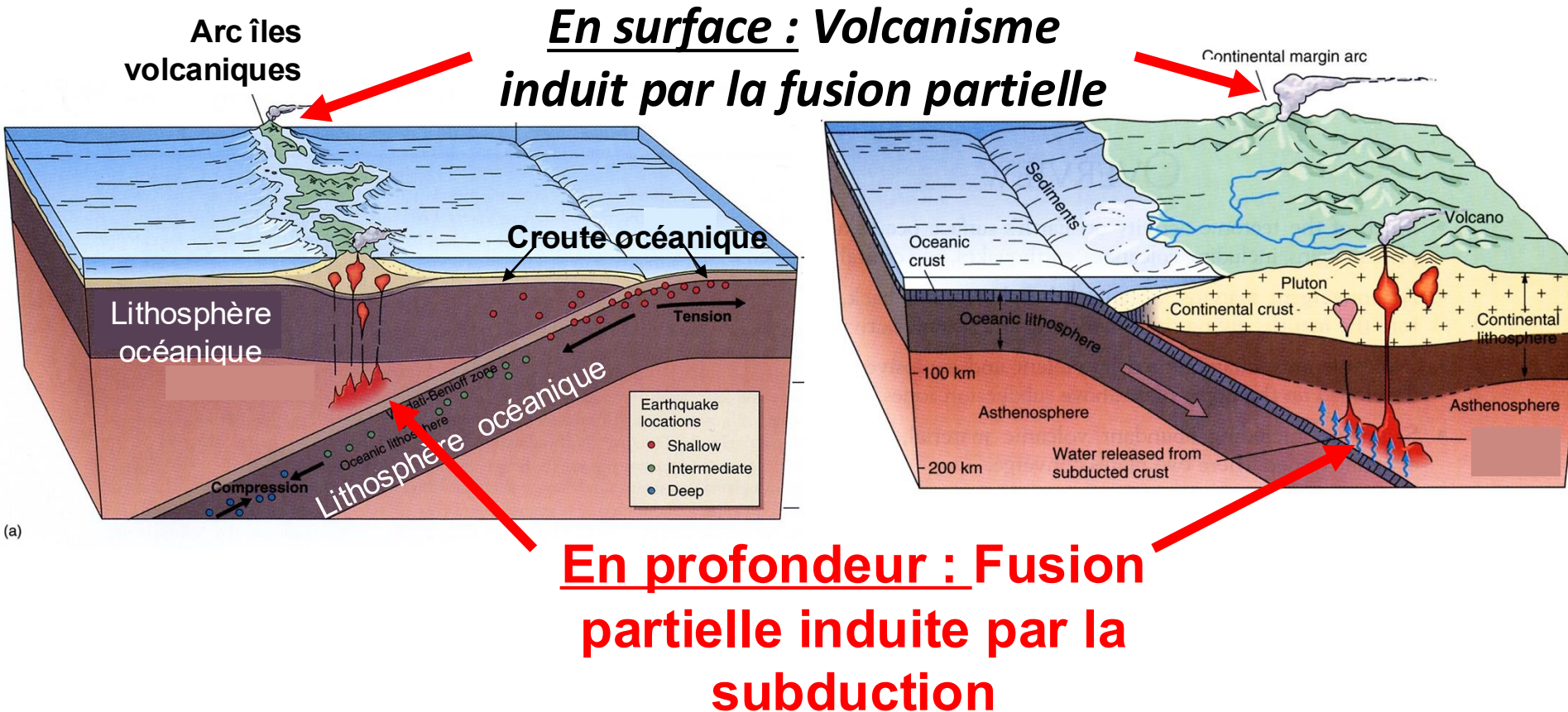
Distribution des **volcans actifs** : Ils se situent majoritairement au niveau des zones de convergence



2) b. Les frontières de plaques convergentes

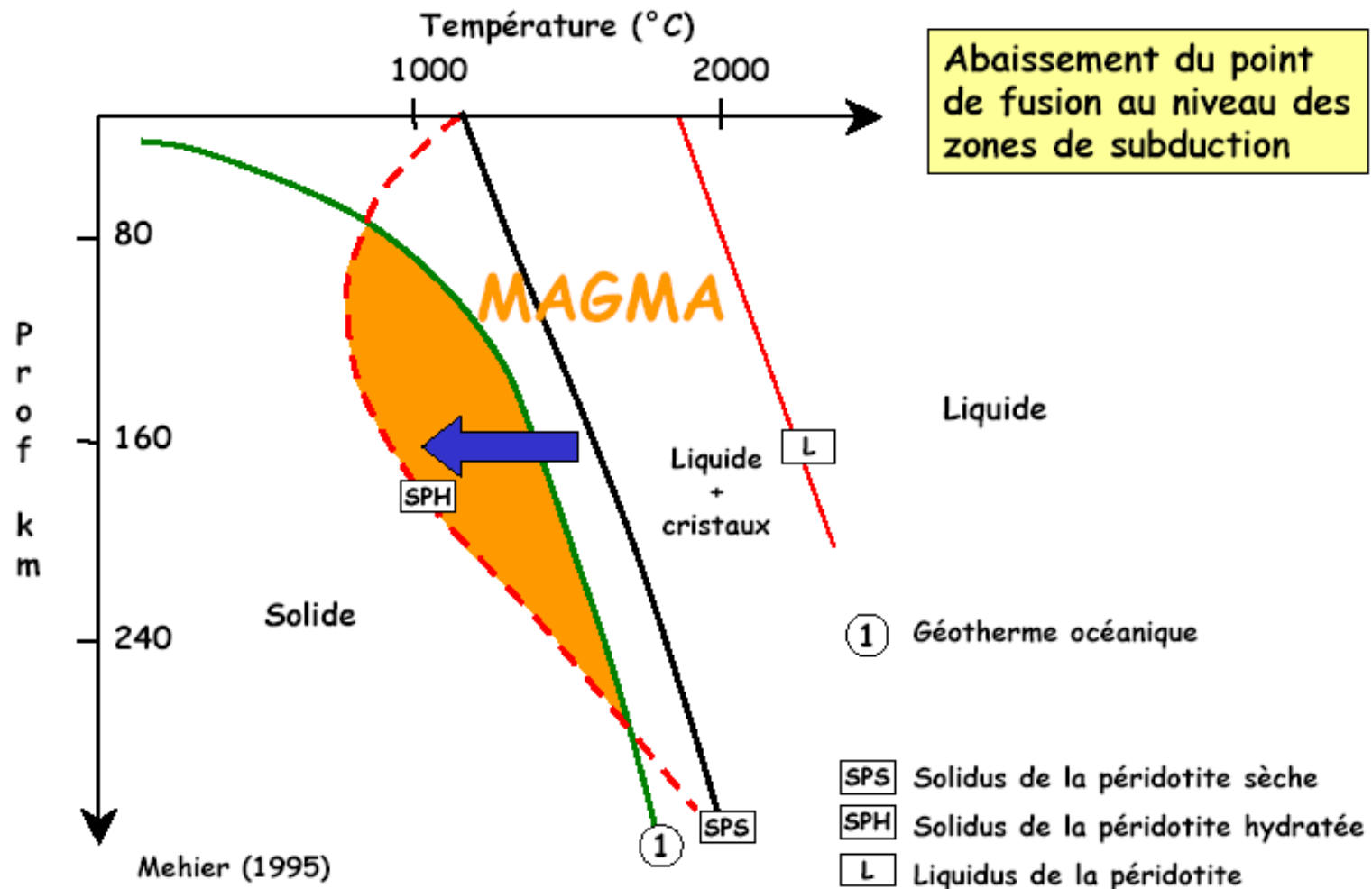
Subduction : Processus par lequel une plaque océanique plonge sous une autre plaque (océanique ou continentale) et s'enfonce dans le manteau

Mécanisme : La **subsidence thermique**



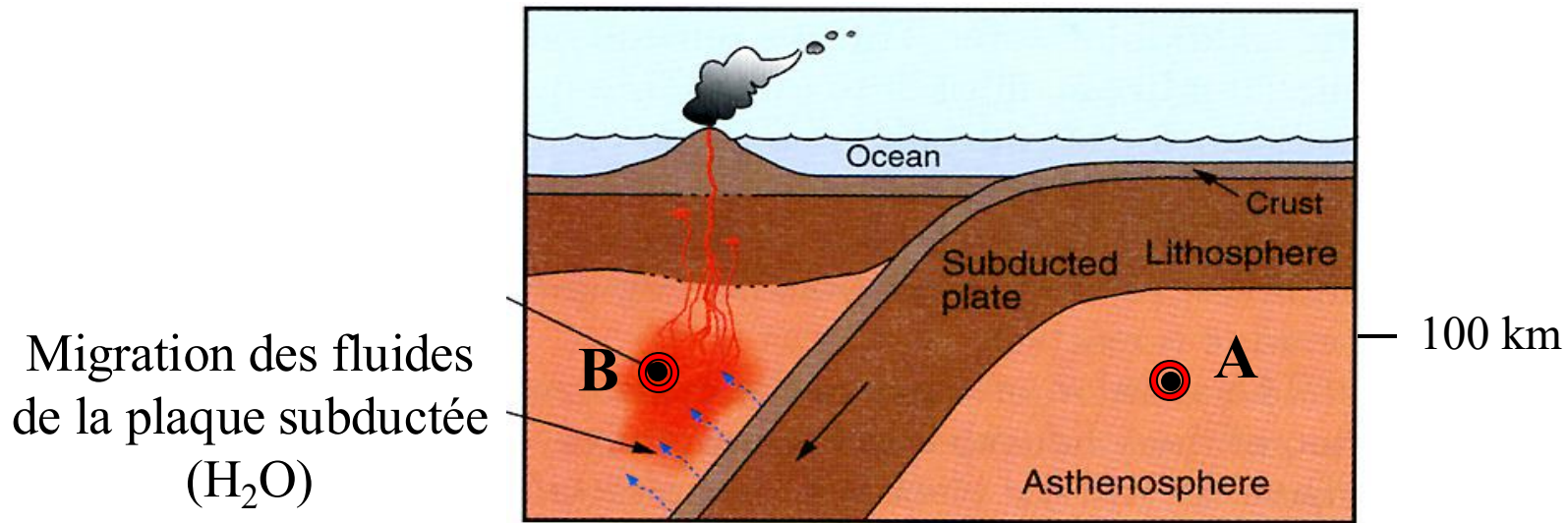
2) b. Les frontières de plaques convergentes

Formation de magma au niveau des zones de subduction ...



2) b. Les frontières de plaques convergentes

Formation de magma au niveau des zones de subduction ...



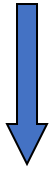
En A:
l'asthénosphère
n'est pas hydratée

En B:
l'asthénosphère
est hydratée

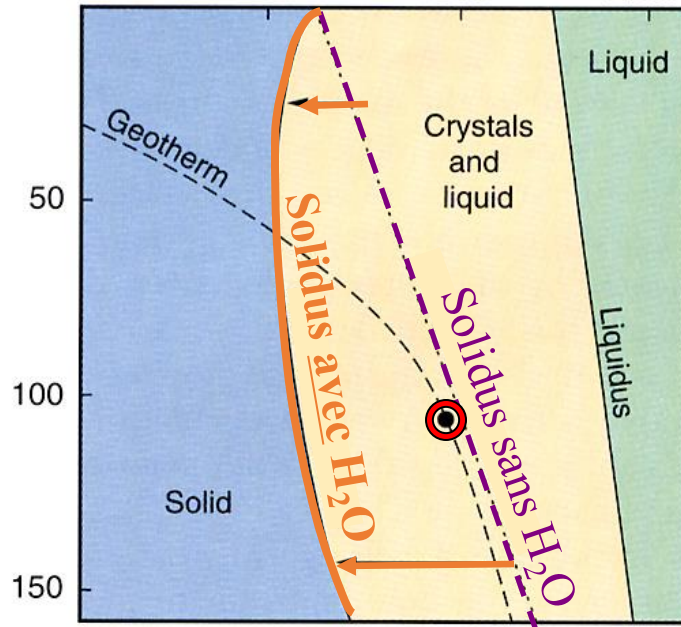
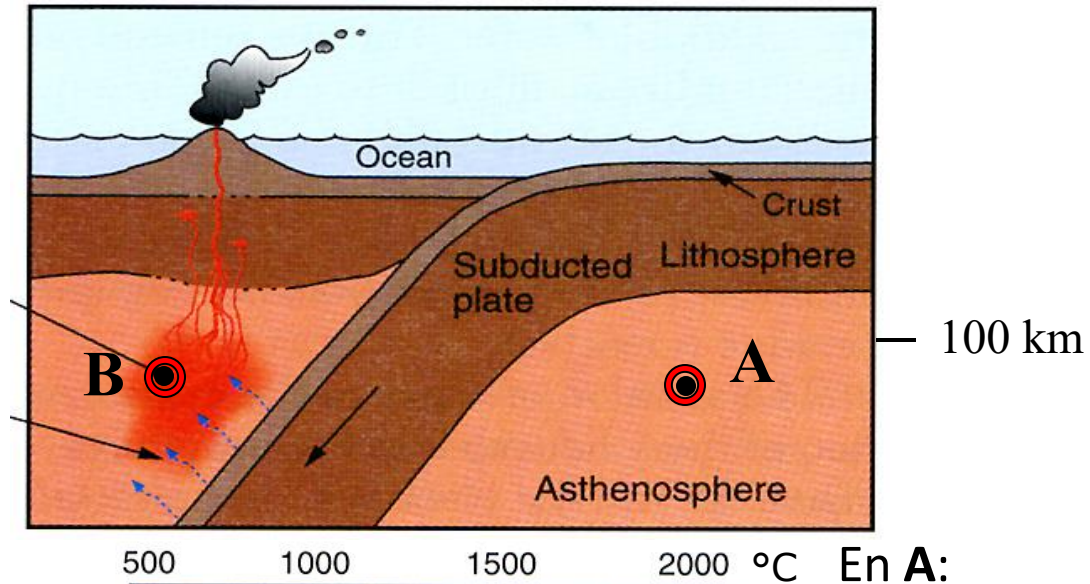
2) b. Les frontières de plaques convergentes

Formation de magma au niveau des zones de subduction ...

Migration des fluides
de la plaque subductée
(H₂O)



Abaisse le solidus



En A:
l'asthénosphère
n'est pas hydratée

En B:
l'asthénosphère
est hydratée

2) b. Les frontières de plaques convergentes

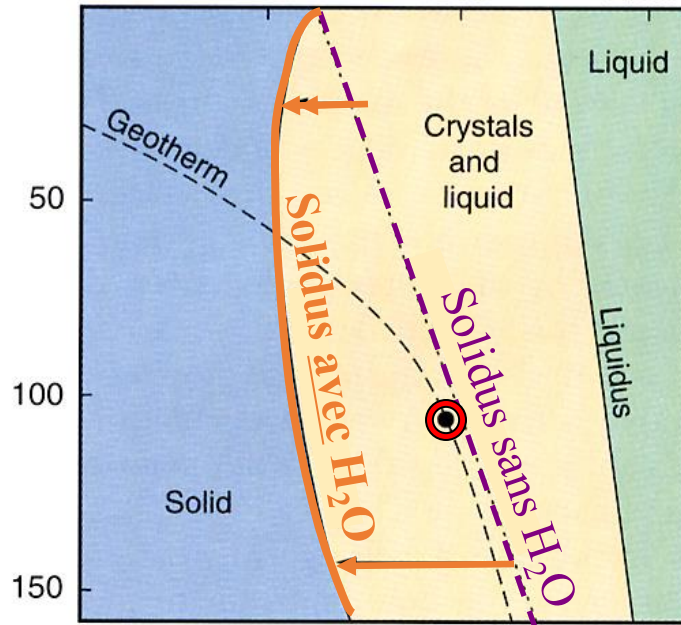
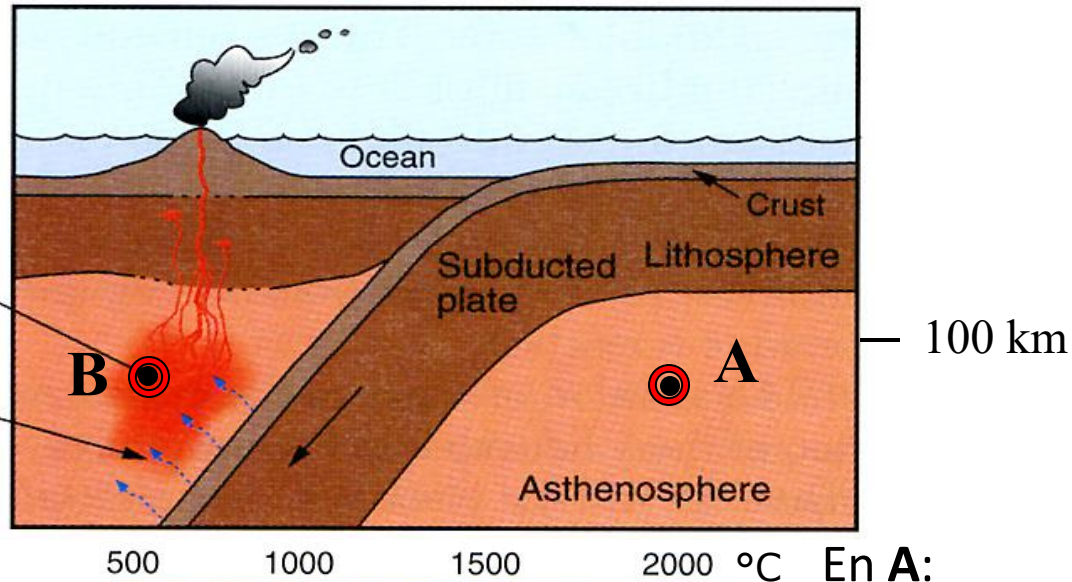
Formation de magma au niveau des zones de subduction ...

Fusion partielle

Migration des fluides
de la plaque subductée
(H_2O)

Abaisse le solidus

Fusion partielle
du manteau



En A:
l'asthénosphère
n'est pas hydratée

↳ **reste solide**

En B:
l'asthénosphère
est hydratée

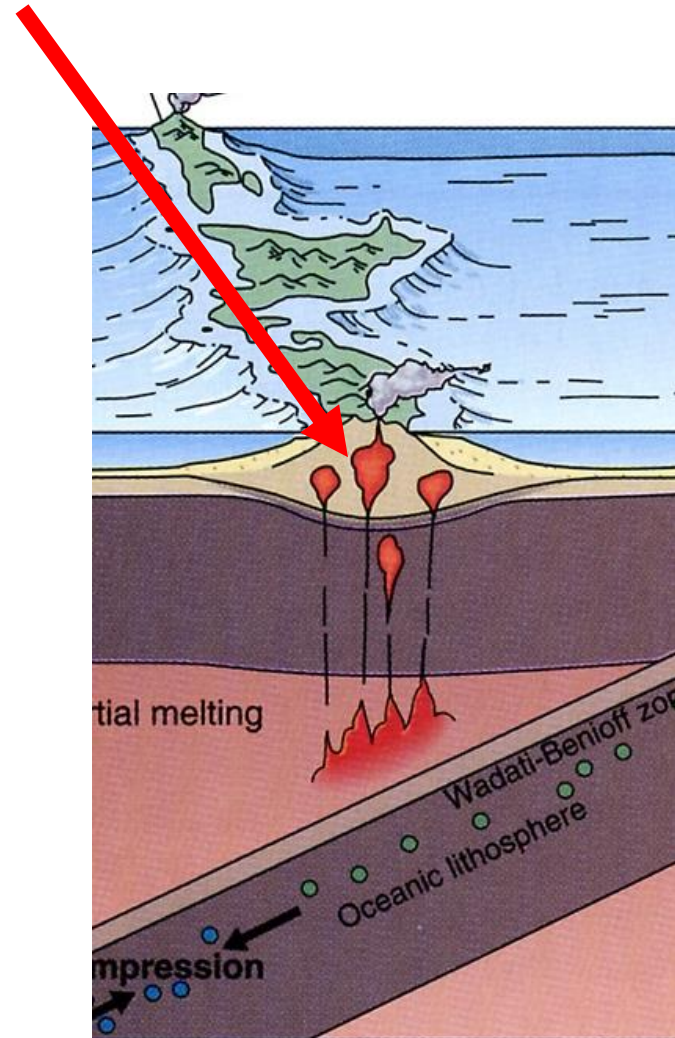
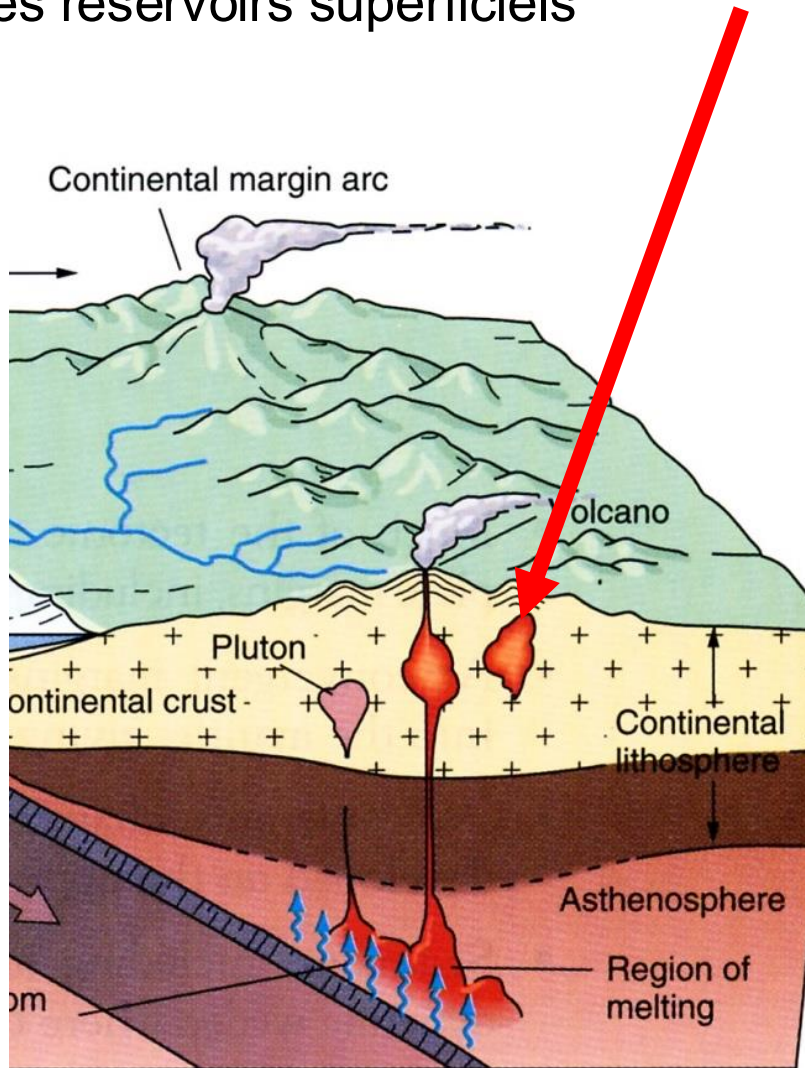
↳ **Fusion partielle**

↳ **magma**

2) b. Les frontières de plaques convergentes

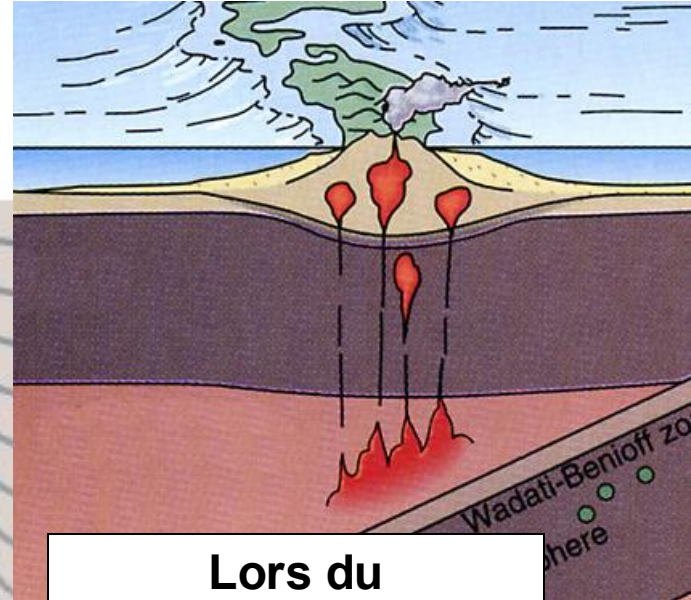
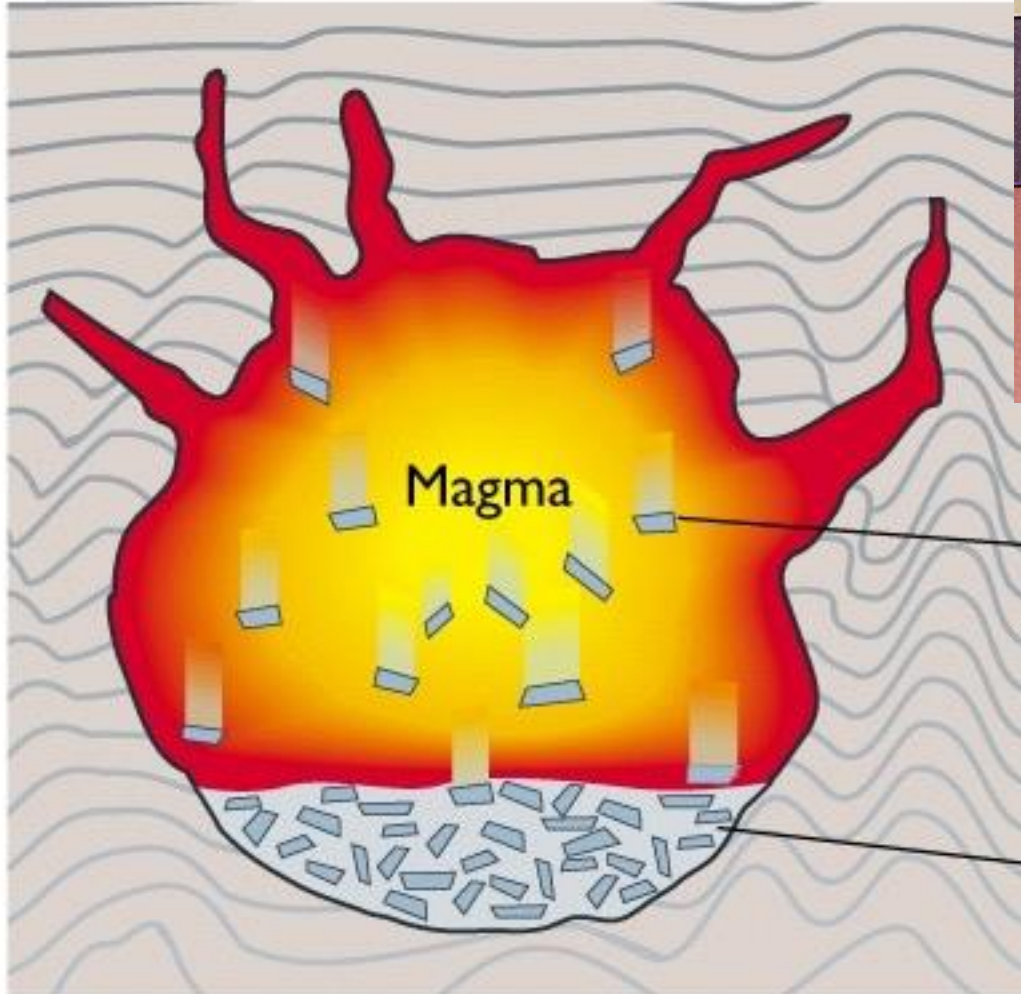
... puis évolution de la chimie du magma

Le magma va ensuite évoluer par la **cristallisation fractionnée** dans les réservoirs superficiels



2) b. -> Roches magmatiques 2

La cristallisation fractionnée :
principe



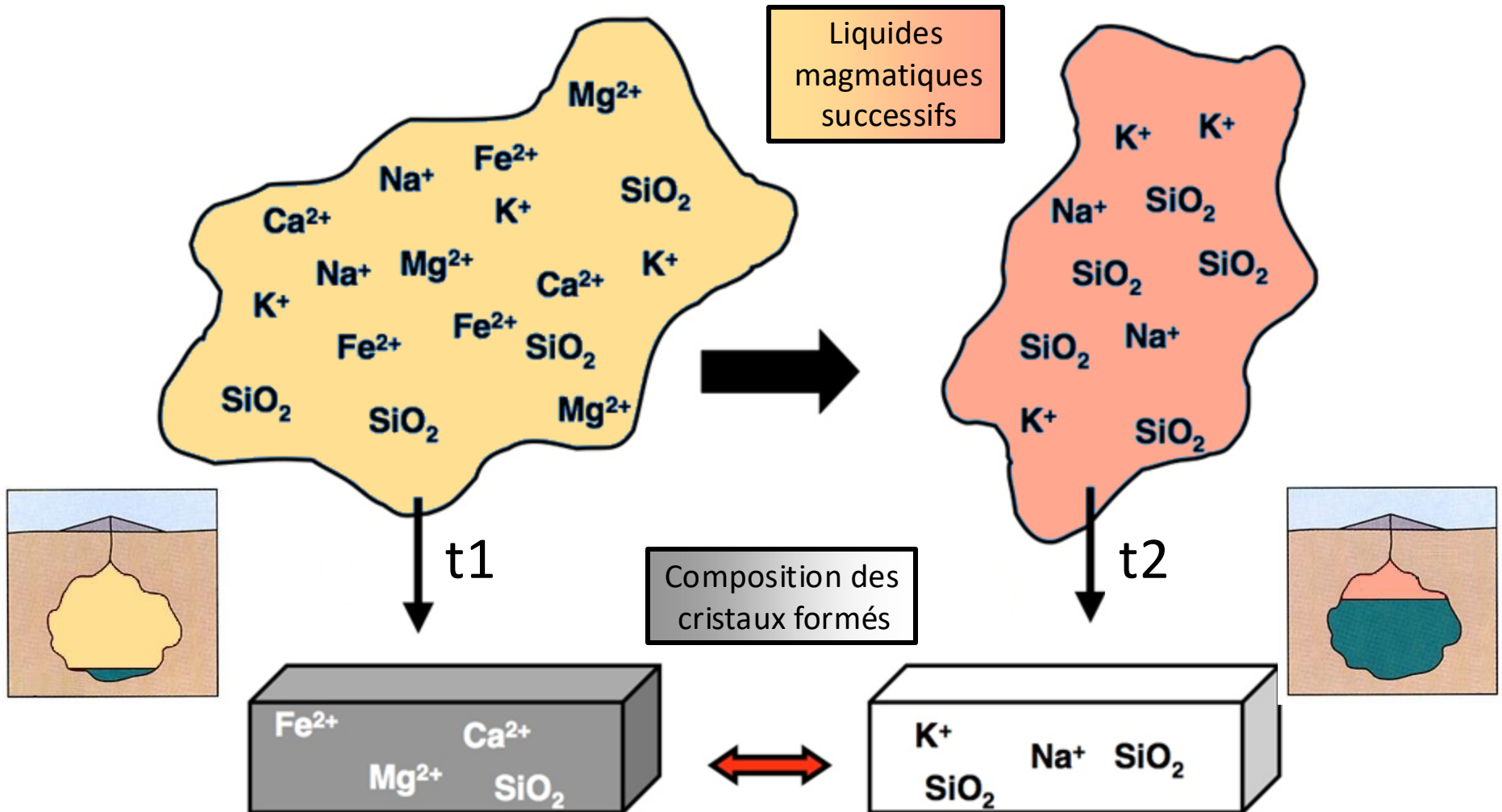
**Lors du
refroidissement du
magma, des
cristaux se forment
et tombent au fond
de la chambre**

**Les cristaux
s'accumulent au fur
et à mesure**

2) b. -> Roches magmatiques 2

Différenciation du magma dans la chambre par cristallisation fractionnée

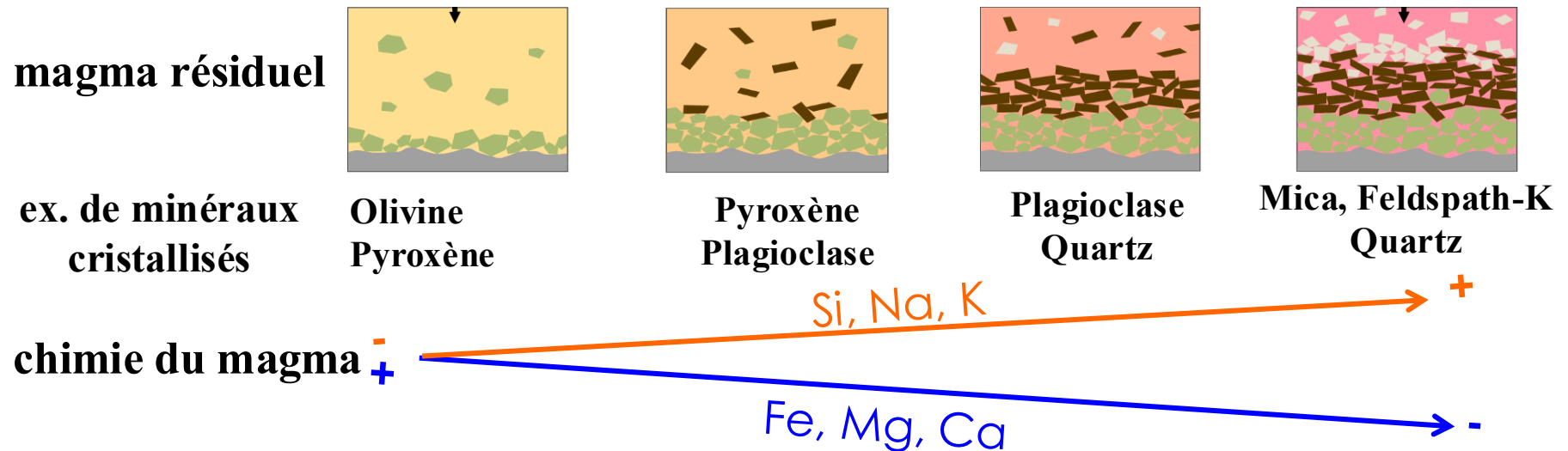
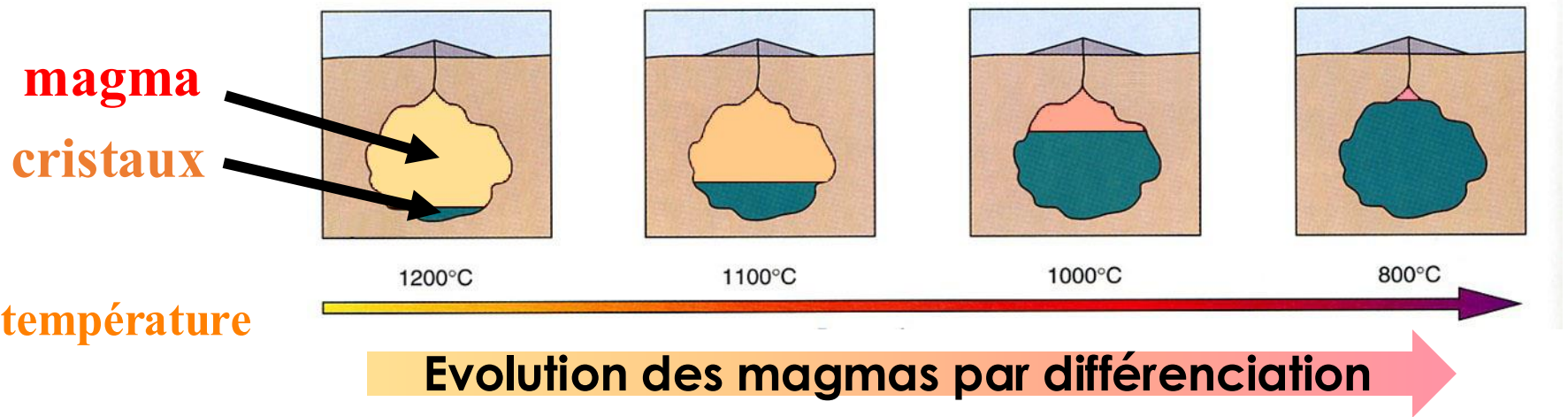
Selon l'affinité des éléments chimiques pour les cristaux ou le liquide, la composition du liquide résiduel change à mesure du retrait des phases cristallisées



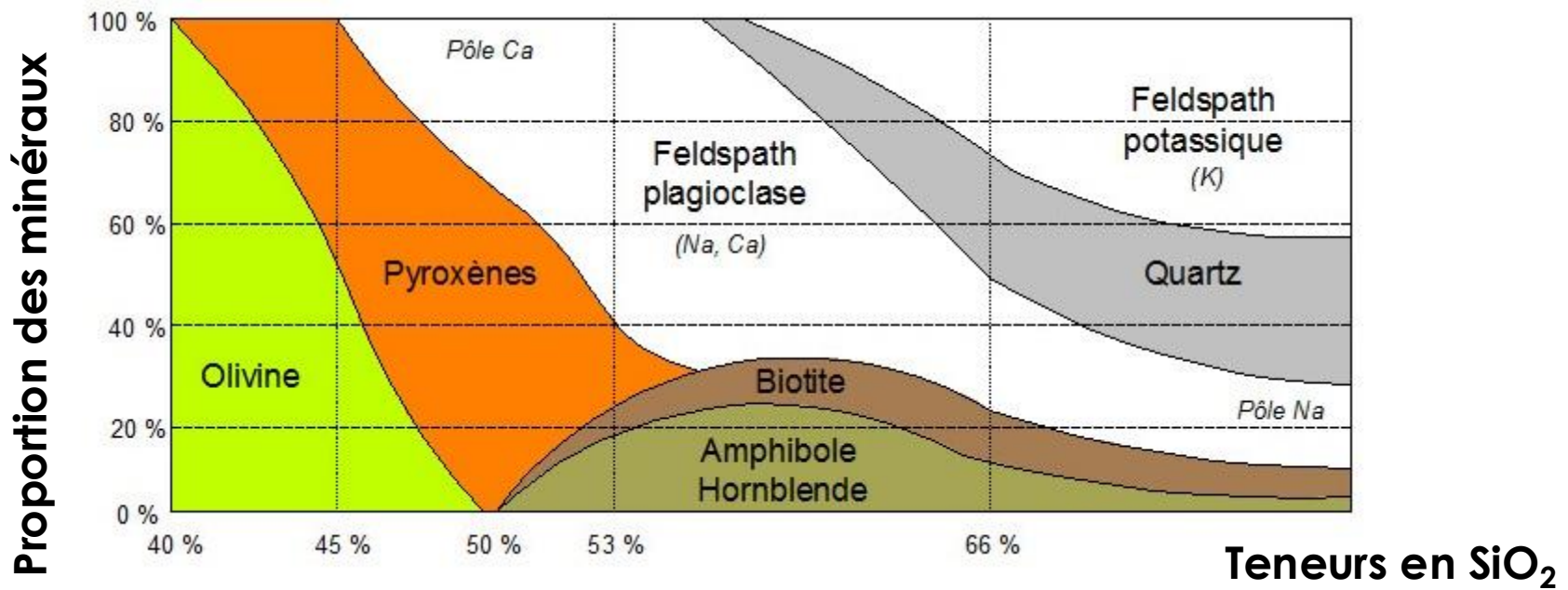
2) b. -> Roches magmatiques 2

Différenciation du magma dans la chambre par cristallisation fractionnée

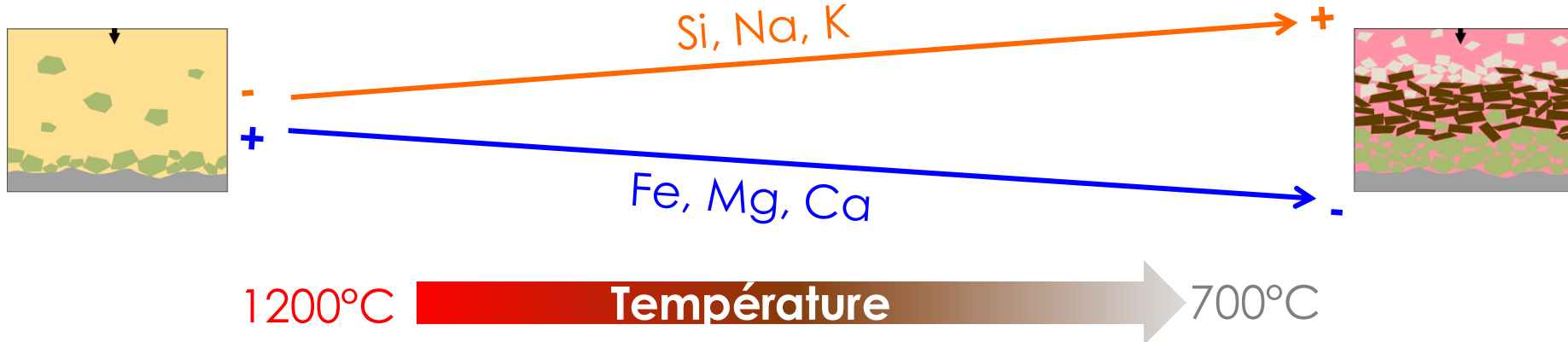
Selon l'affinité des éléments chimiques pour les cristaux ou le liquide, la composition du liquide résiduel change à mesure du retrait des phases cristallisées



2) b. -> Roches magmatiques 2



Evolution des magmas par différenciation



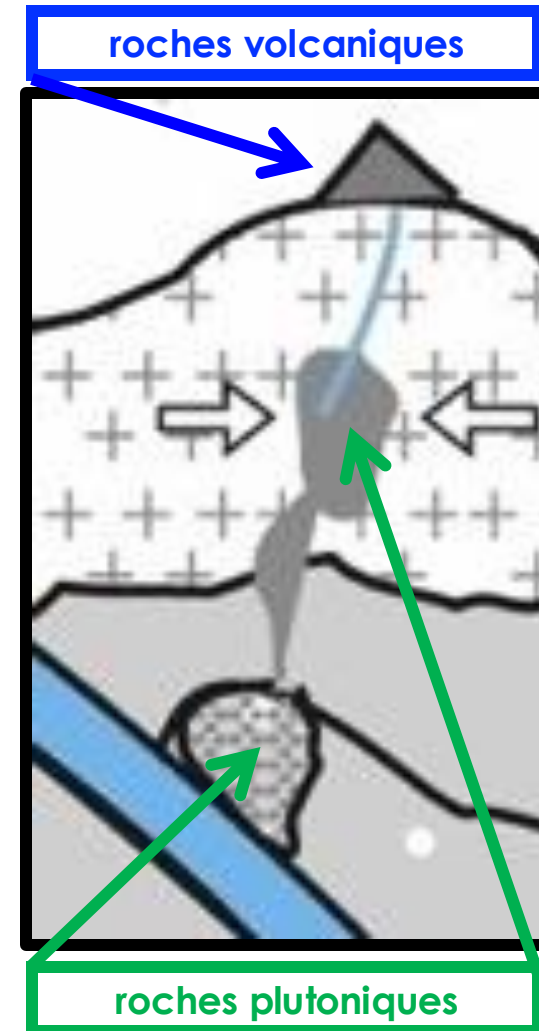
2) b. -> Roches magmatiques 2

Pour un magma donné,
Le lieu de sa solidification (**surface/profondeur**) définit la
nature de la roche magmatique (**volcanique/plutonique**)
obtenue

- même composition
- tailles de cristaux différentes
- textures différentes

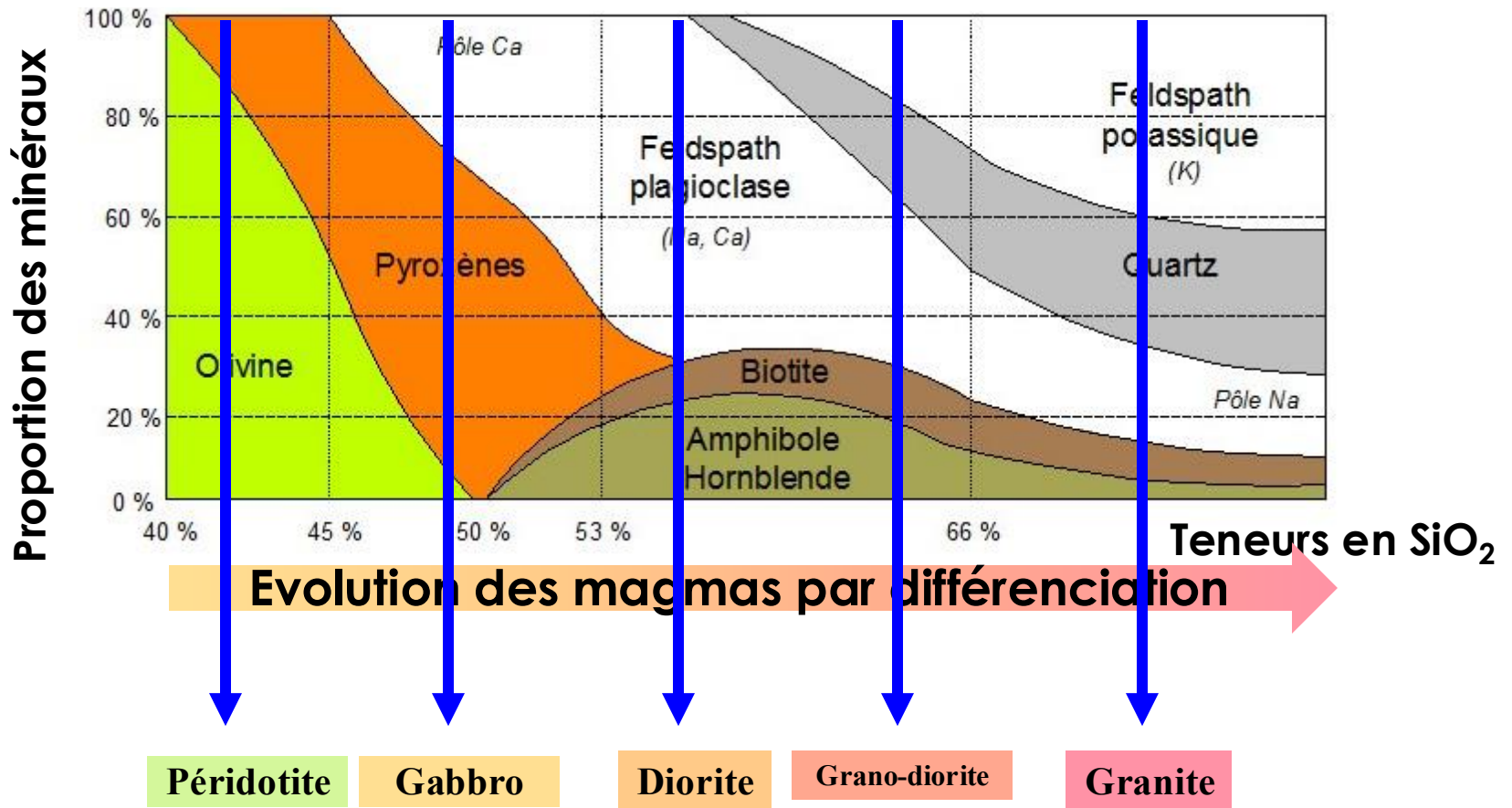
⇒ Classification des roches basée

- soit sur la **composition minéralogique**
- soit sur la **composition chimique**

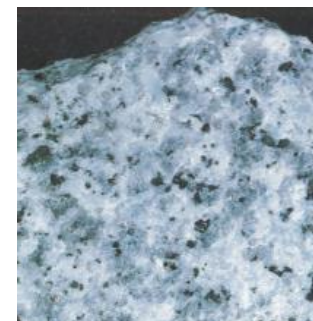


2) b. -> Roches magmatiques 2

Roches plutoniques

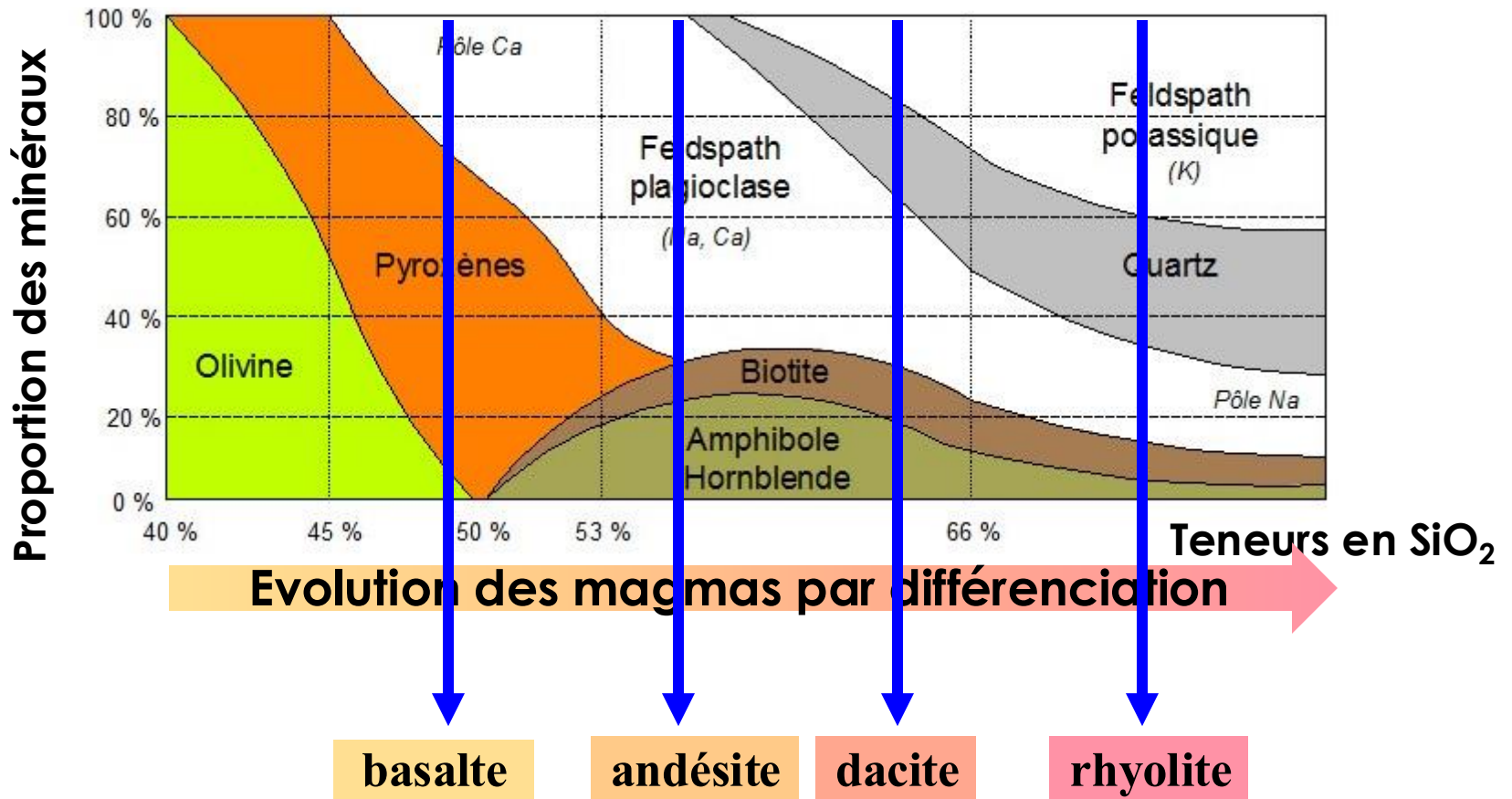


Textures
grenues
= grands
minéraux
(mm - cm)

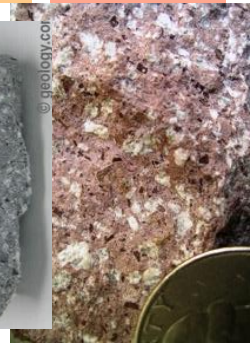


2) b. -> Roches magmatiques 2

Roches volcaniques



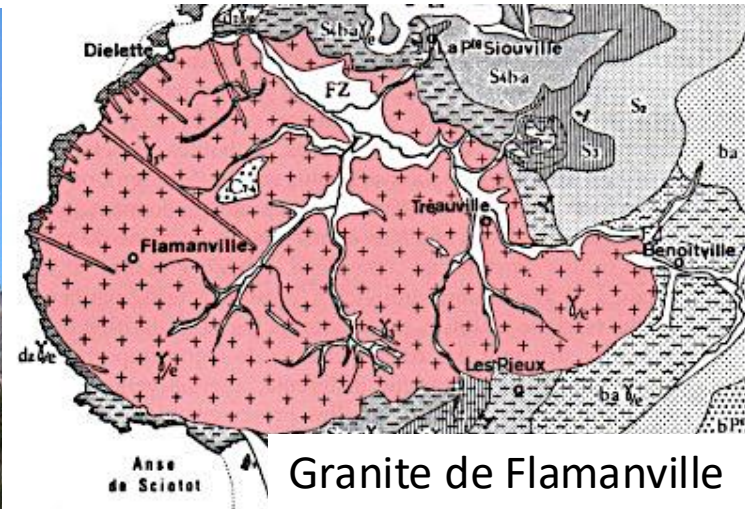
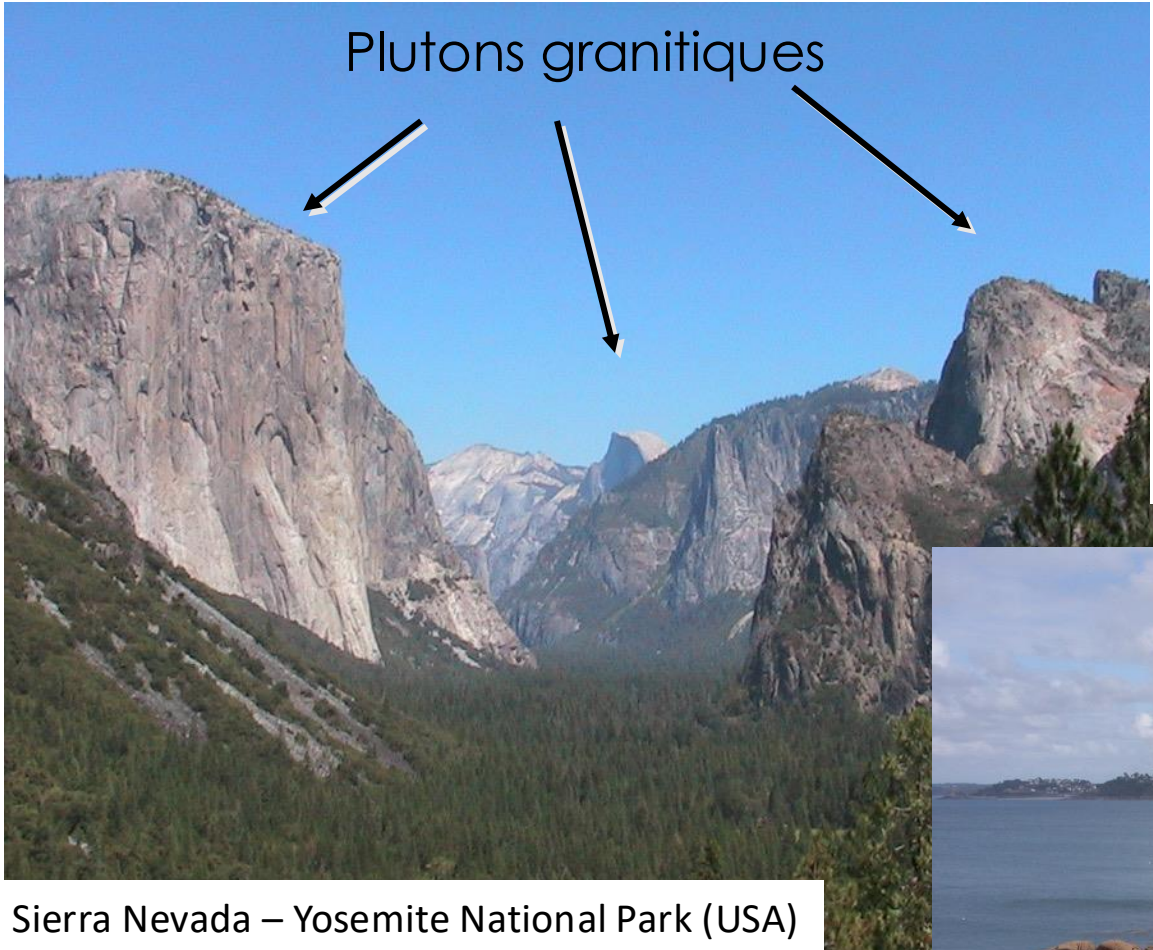
Textures
microlithiques
(μm – mm)



2) b. -> Roches magmatiques 2

Exemples roches magmatiques **plutoniques**

Plutons granitiques



Granites roses (Bretagne)



2) b. -> Roches magmatiques 2

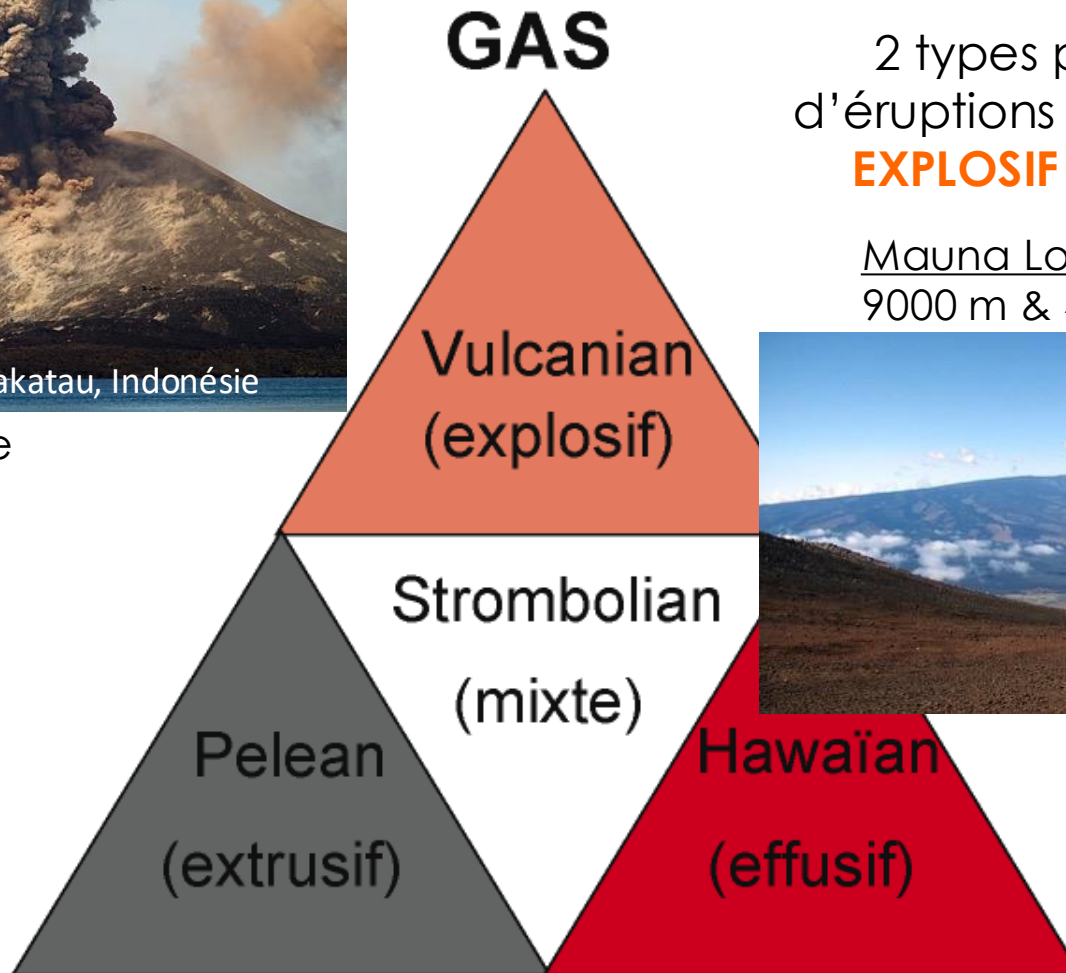
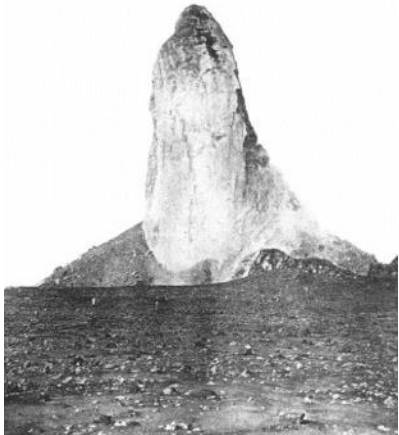
Exemples roches magmatiques volcaniques

Types de volcanisme



Krakatau, Indonésie

La Montagne Pelée



2 types principaux
d'éruptions volcaniques :
EXPLOSIF OU EFFUSIF

Mauna Loa : volcan bouclier
9000 m & 42 500 km³



3 paramètres principaux pour classer les éruptions

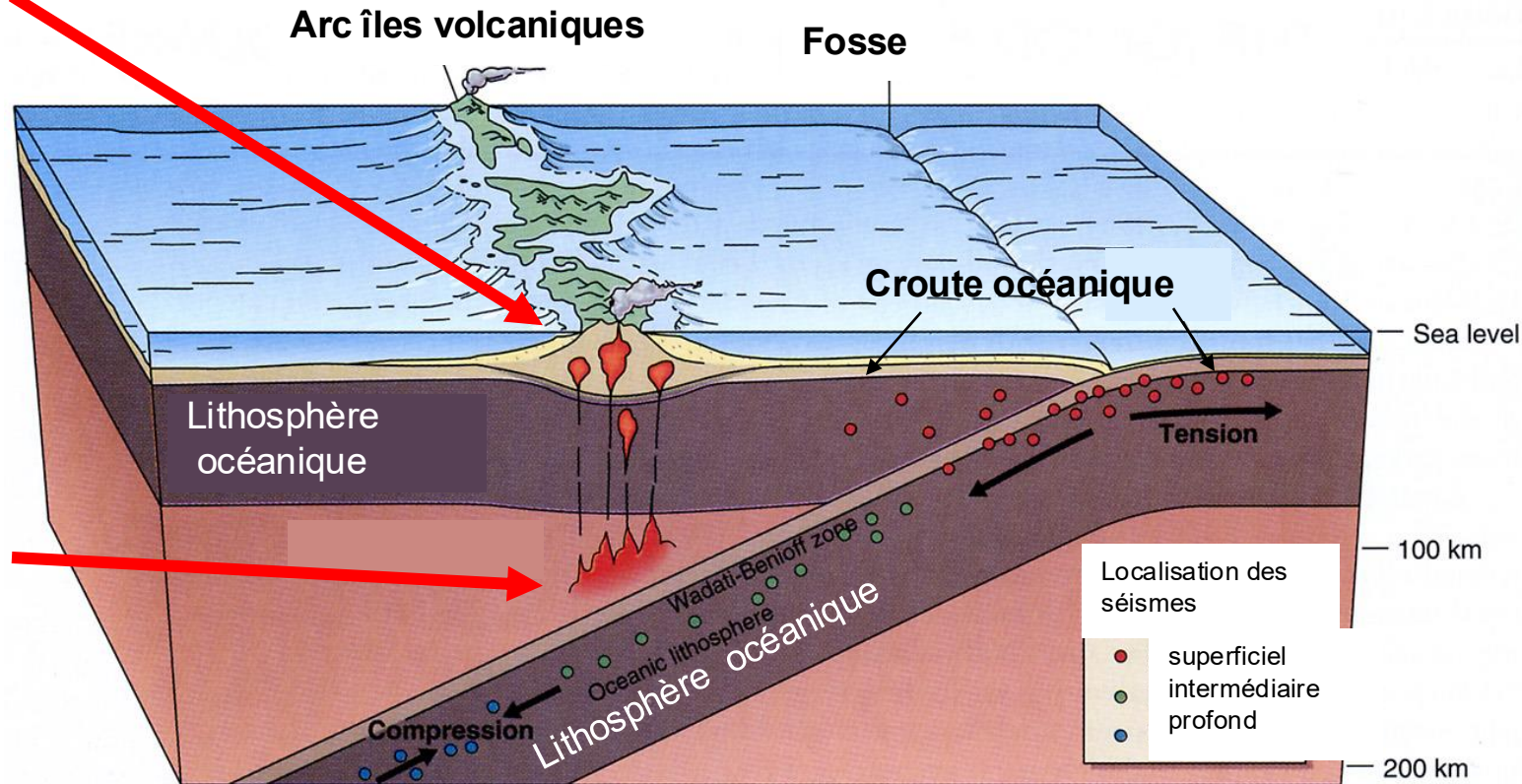
2) b. Les frontières de plaques convergentes

Subduction :

Cas 1 : plaque océanique – plaque océanique

*Volcanisme induit
par la fusion partielle*

*Fusion partielle
induite par la
subduction*

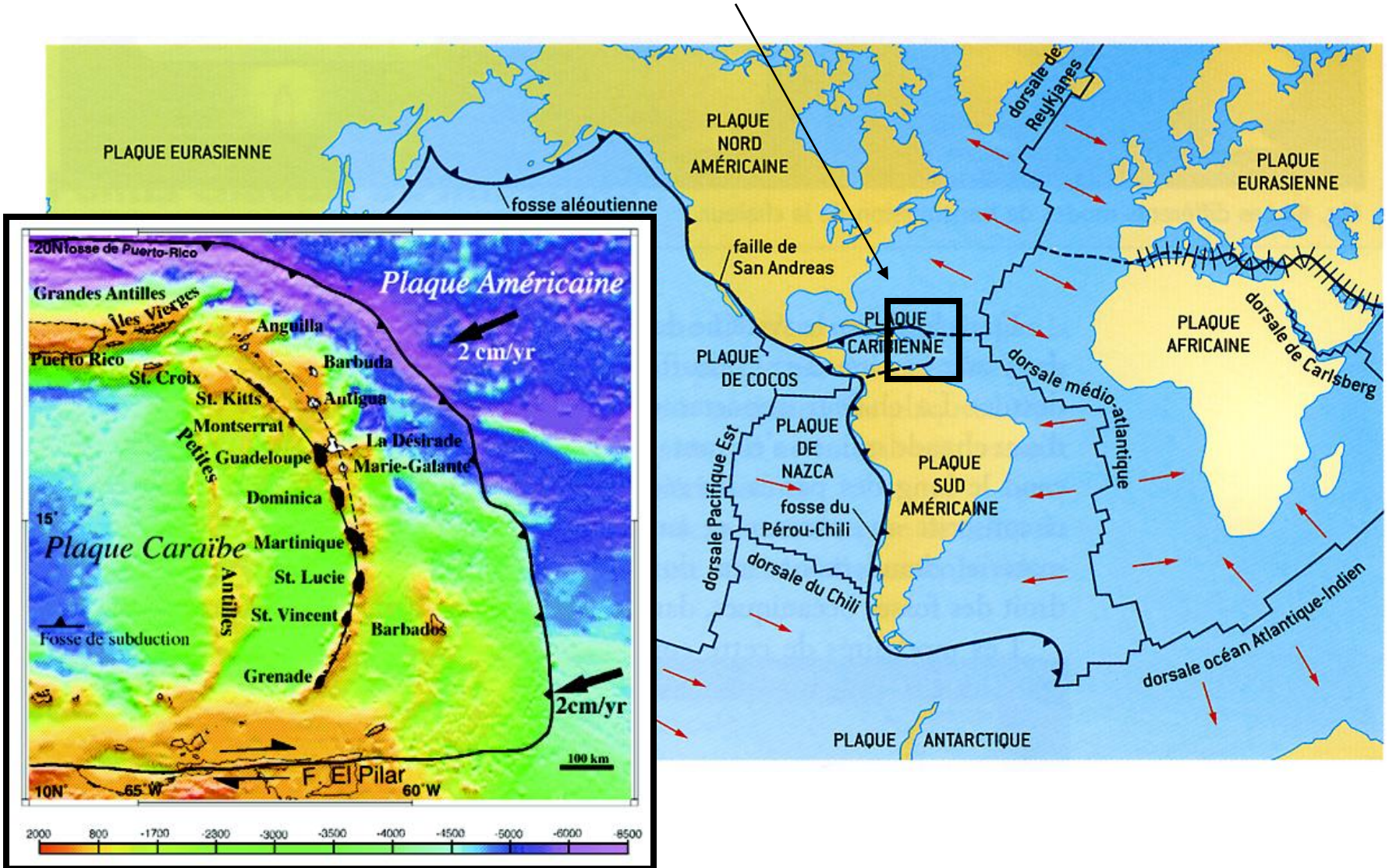


(a)

La plaque plongeante est la plus vieille des deux (plus froide donc plus dense)

2) b. Les frontières de plaques convergentes

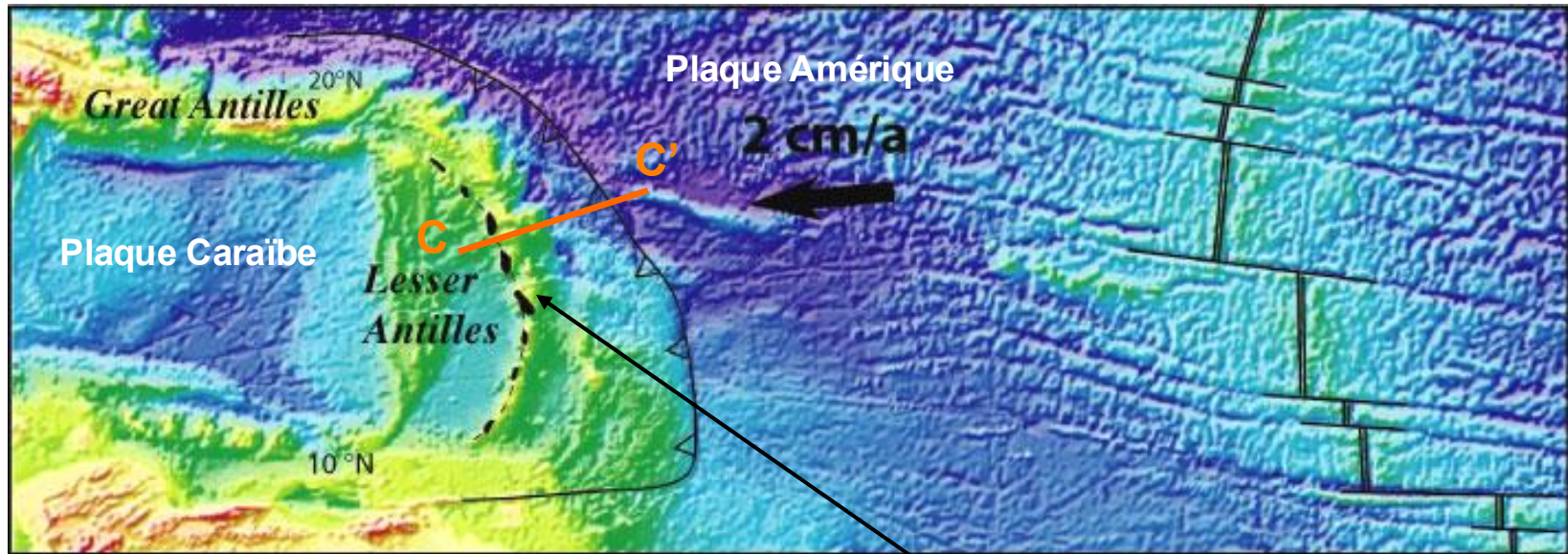
Exemple de l'arc des Petites Antilles



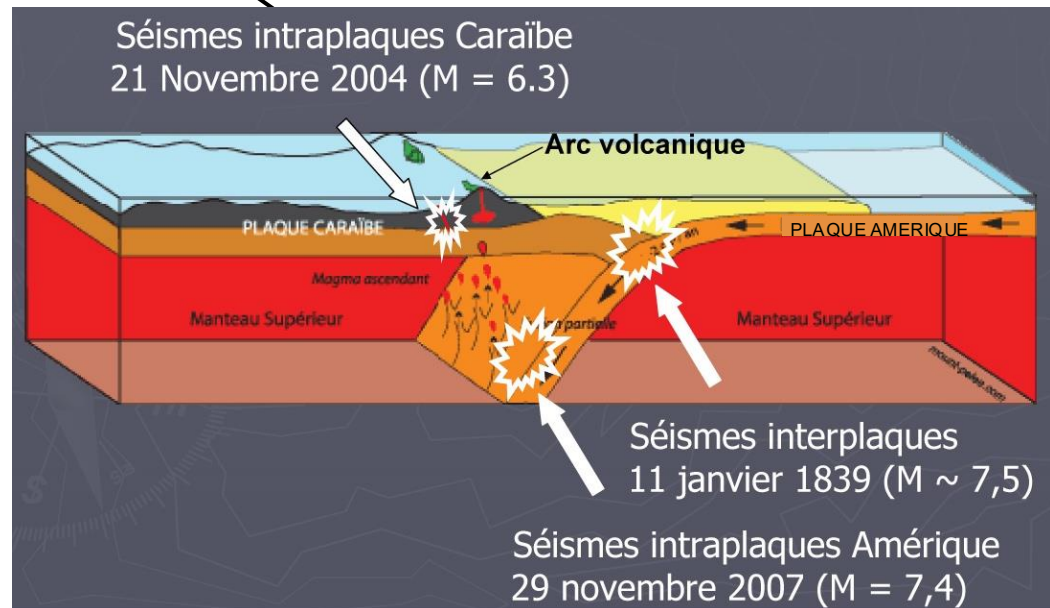
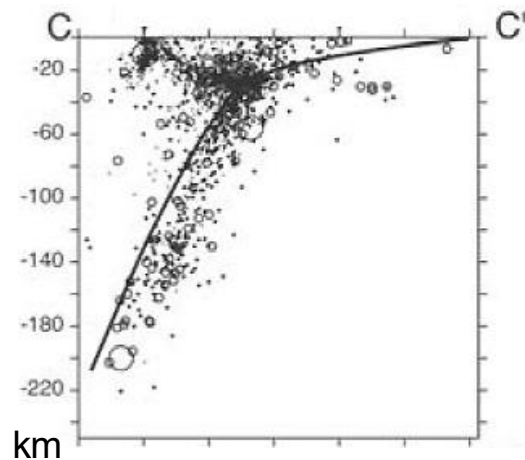
2) b. Les frontières de plaques convergentes

Exemple de l'arc des Petites Antilles

Dorsale Atlantique



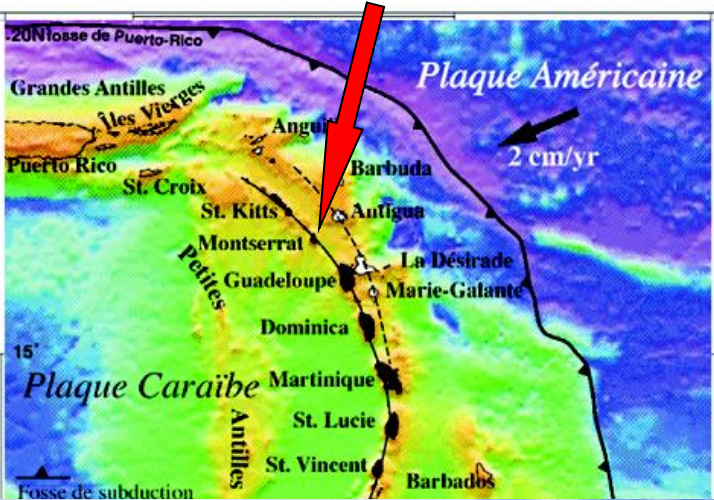
Localisation des séismes



2) b. Les frontières de plaques convergentes

Exemple de l'arc des Petites Antilles

L'éruption de Montserrat : 1995 - ...



2) b. Les frontières de plaques convergentes

Exemple de l'arc des Petites Antilles

L'éruption de Montserrat : 1995 - ...



Plymouth Courthouse

(Photovobanica.com)



1993

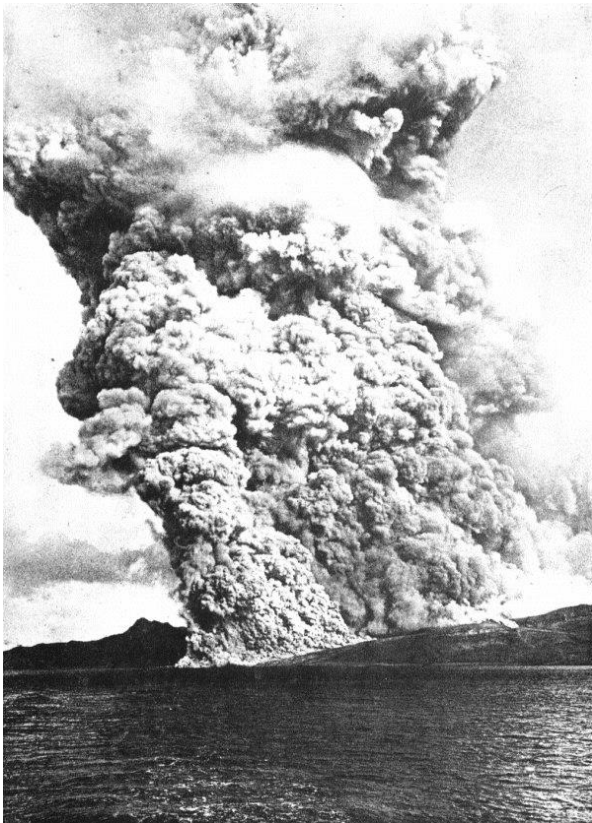
2002

2006

2) b. Les frontières de plaques convergentes

Exemple de l'arc des Petites Antilles

La Montagne Pelée (Martinique)



La nuée ardente du 16 décembre 1902
arrivant à la mer

Saint-Pierre : avant l'éruption du 8 mai 1902



après

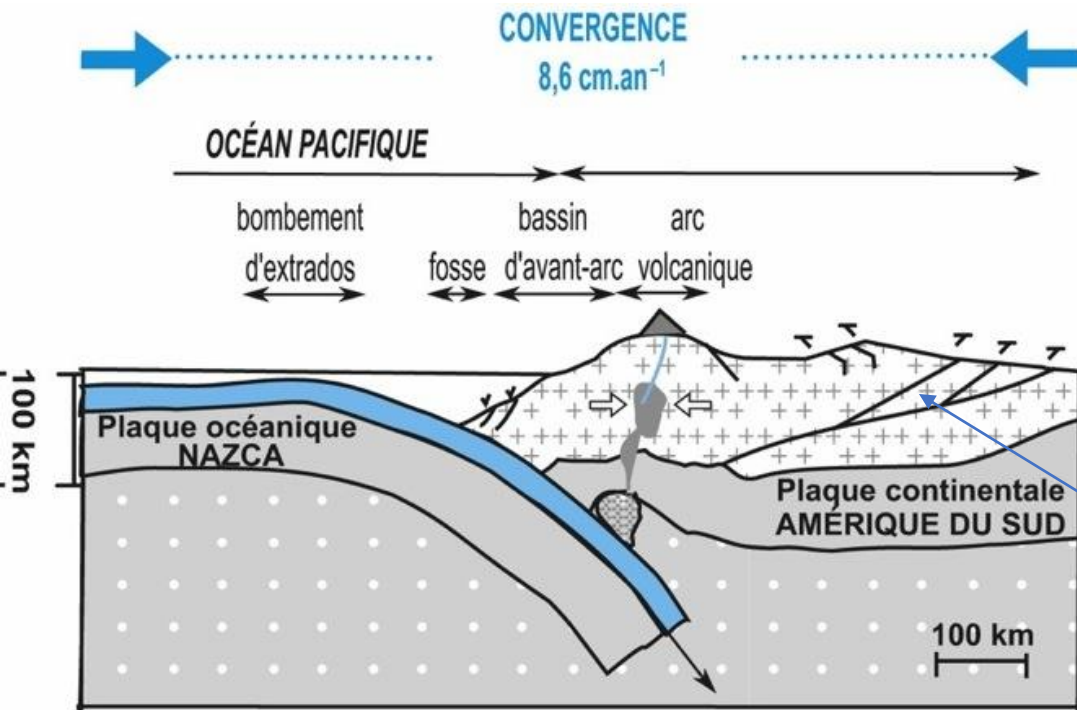


2) b. Les frontières de plaques convergentes

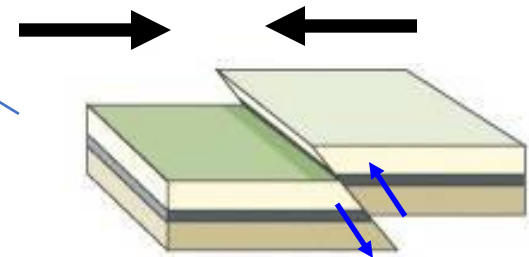
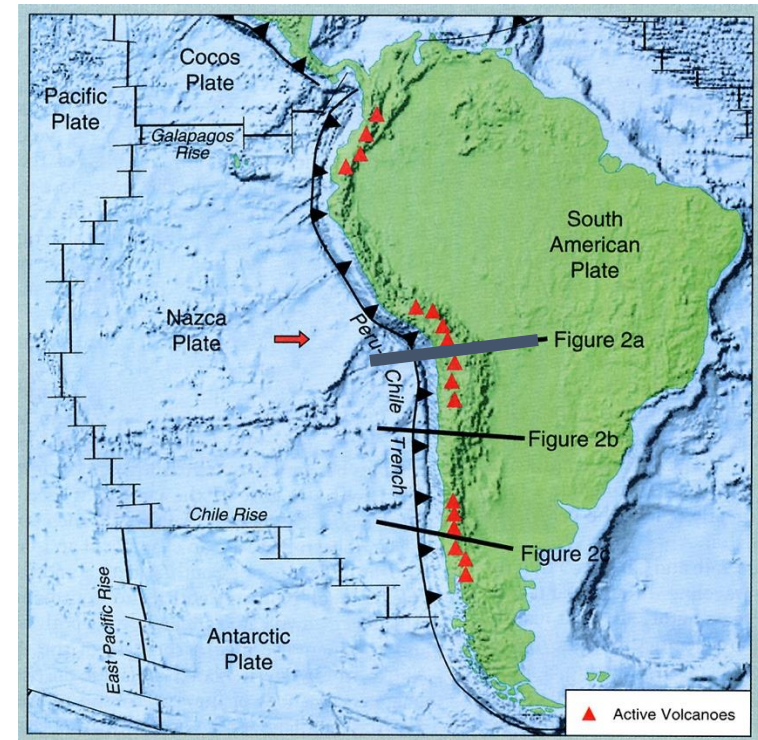
Subduction

Cas 2 : plaque océanique – plaque continentale : marge active

C'est toujours la plaque océanique qui plonge parce qu'elle est plus dense



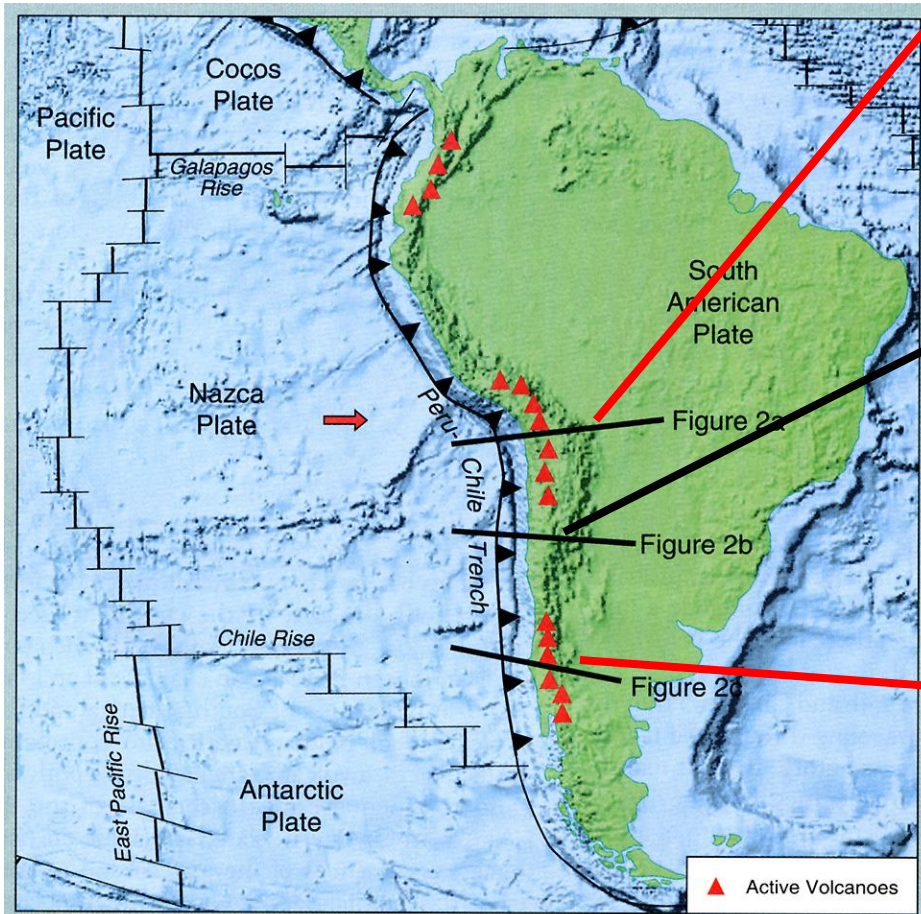
SUBDUCTION OCÉAN - CONTINENT LE LONG D'UNE MARGE ACTIVE
exemple : subduction de la plaque Nazca sous la marge active andine dans le secteur péruvo-bolivien



Convergence => failles inverses

2) b. Les frontières de plaques convergentes

Exemple de la subduction de la plaque de Nazca sous la plaque Amérique du Sud



Volcanisme présent

Volcanisme absent !

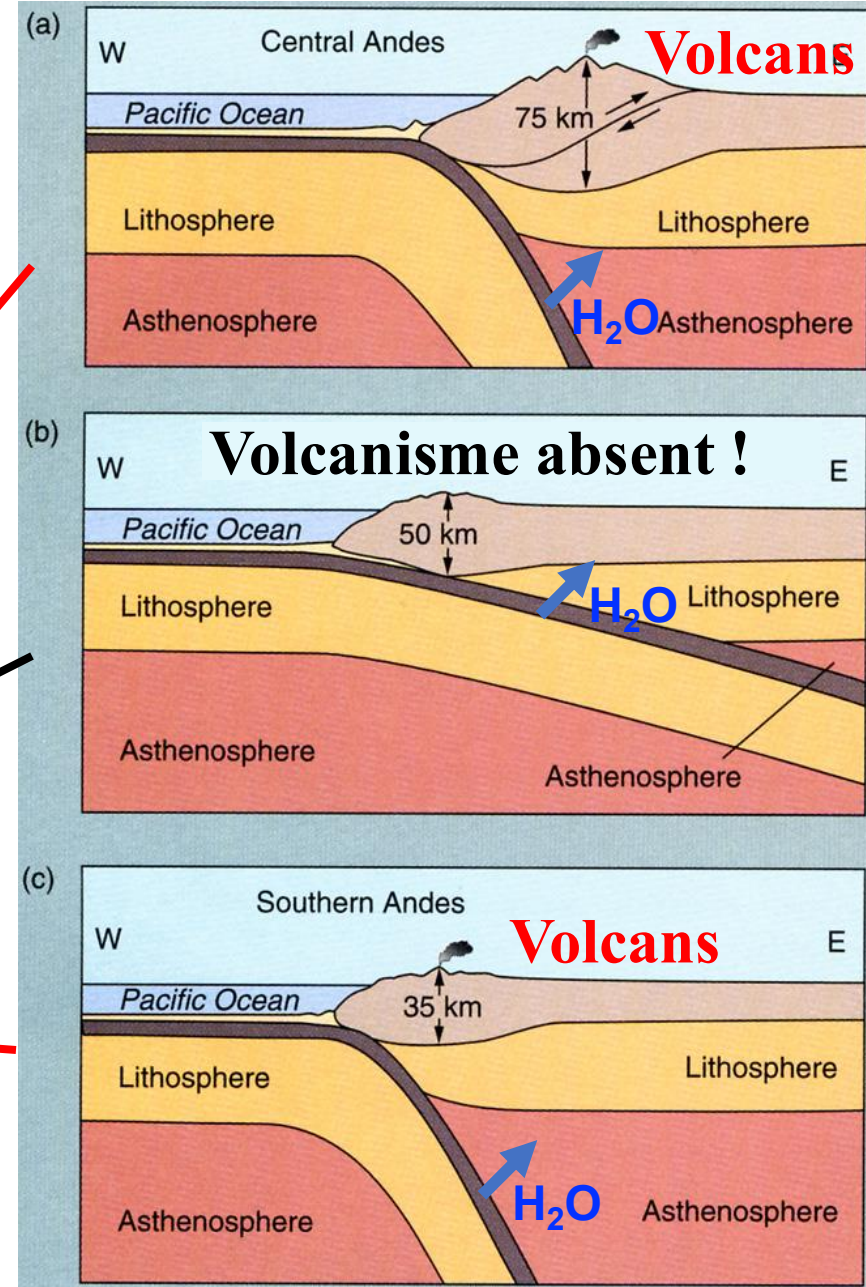
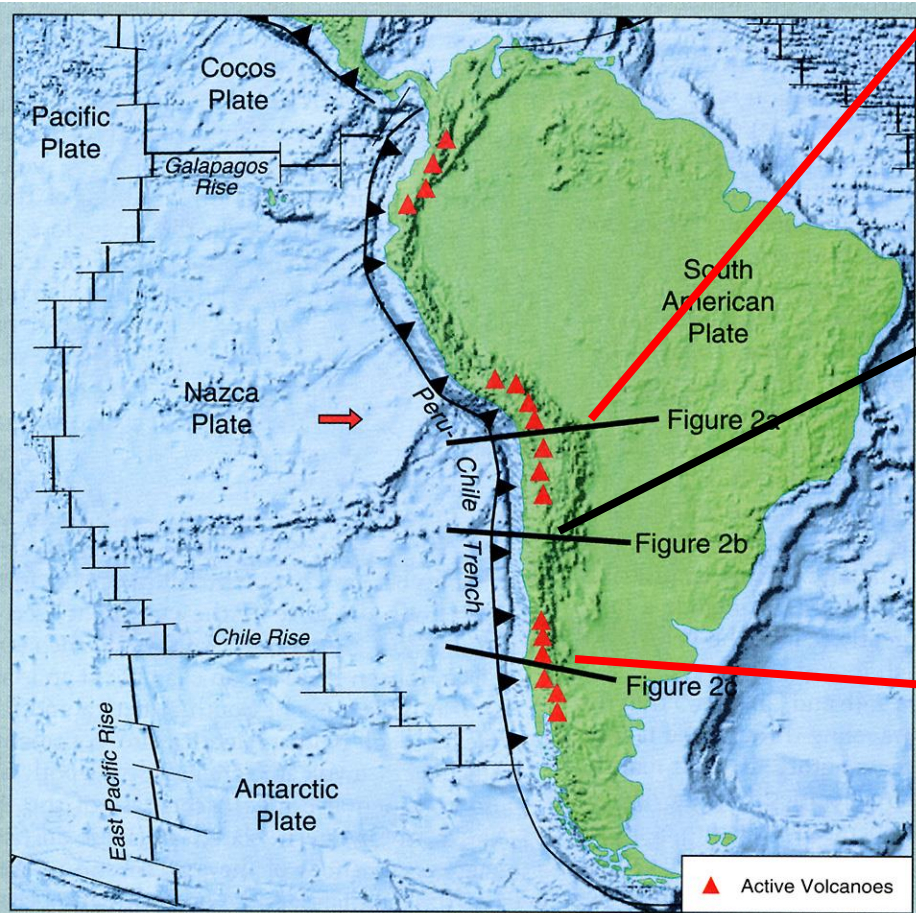
Volcanisme présent

Pourquoi le volcanisme est-il absent dans certaines zones de la subduction ?

2) b. Les frontières de plaques convergentes

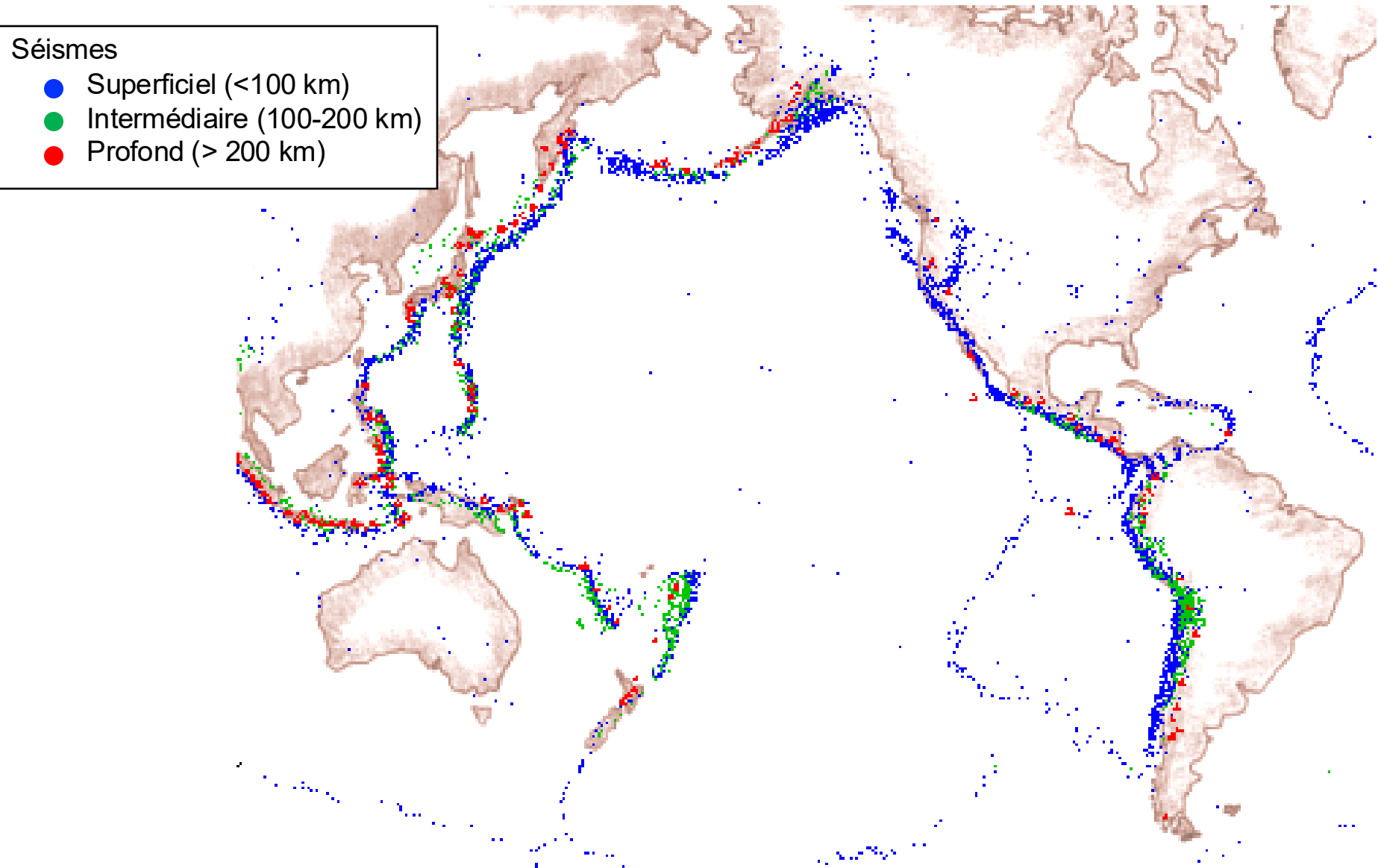
Exemple de la subduction de la plaque de Nazca sous la plaque Amérique du Sud

Le volcanisme est absent là où l'angle de subduction est trop faible. La lithosphère plongeante y est déshydratée avant d'atteindre l'asthénosphère.



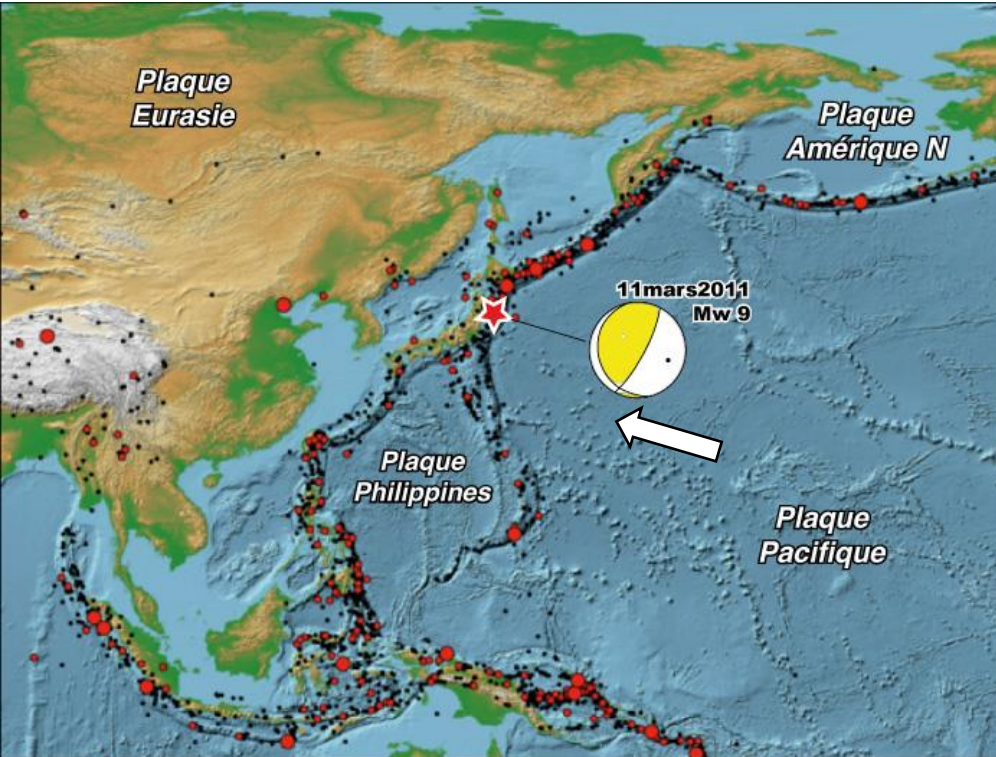
2) b. Les frontières de plaques convergentes

La ceinture de feu du Pacifique: présence de nombreuses subductions révélées par la profondeur des séismes

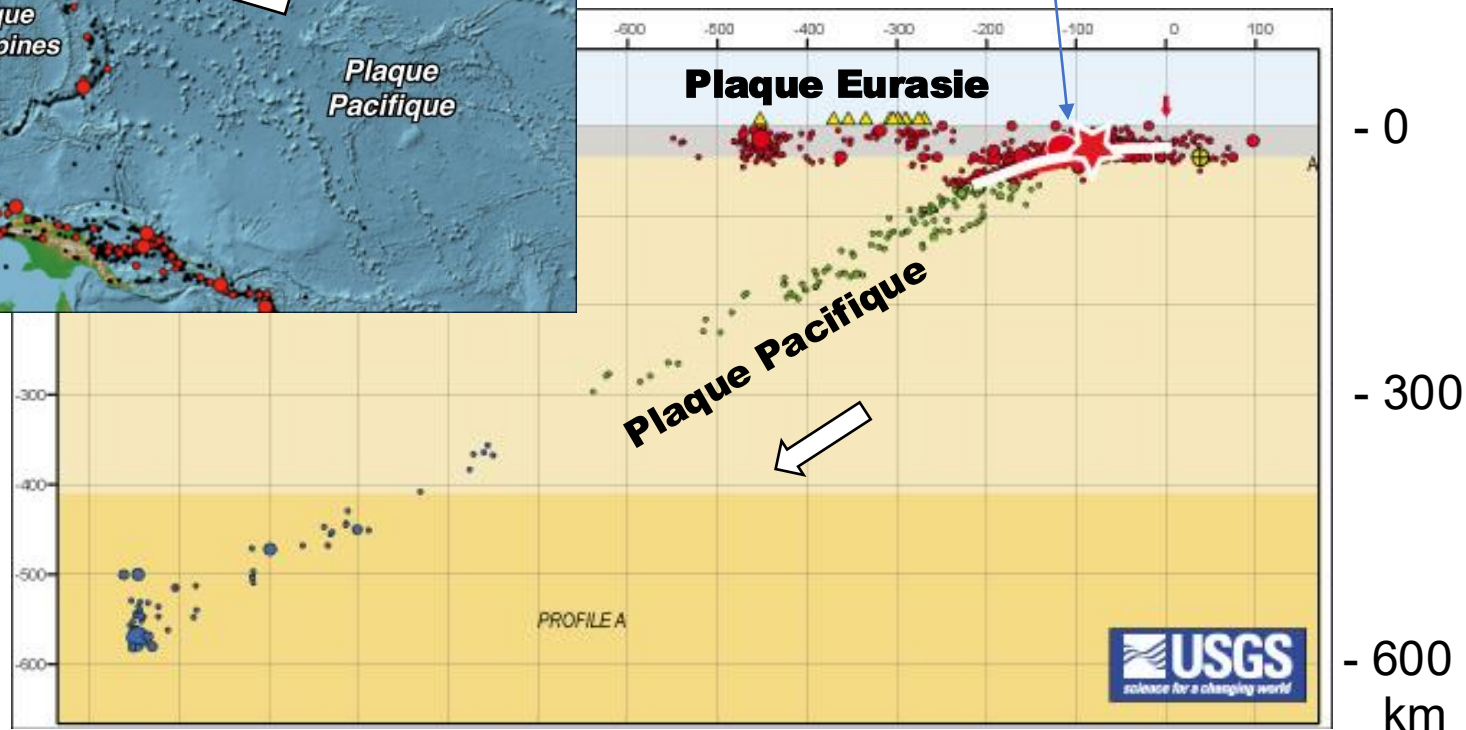


2) b. Les frontières de plaques convergentes

Exemple de la subduction de la plaque Pacifique sous l'Eurasie



Séisme de Sendai 11/03/2011



On observe des
séisme jusqu'à
600 km de
profondeur

Conclusions/points importants

- Roches sédimentaires : grandes familles
- Modalités de dépôts et environnements associés
- Les zones de subduction
- Roches magmatiques : plutoniques et volcaniques
- Notions de fusion de roches et de magmatisme
- Cristallisation fractionnée
- Modalités de mise en place ; répartition

Questions:

- Rappeler les différentes étapes du cycle des roches sédimentaires.
- Quelles sont les grandes familles de roches sédimentaires?
- Quelles sont les différentes étapes de la fracturation des continents ?
- A quels types de mouvements sont associées les failles inverses? Les plis?
- Que se passe-t-il lors de la cristallisation fractionnée?