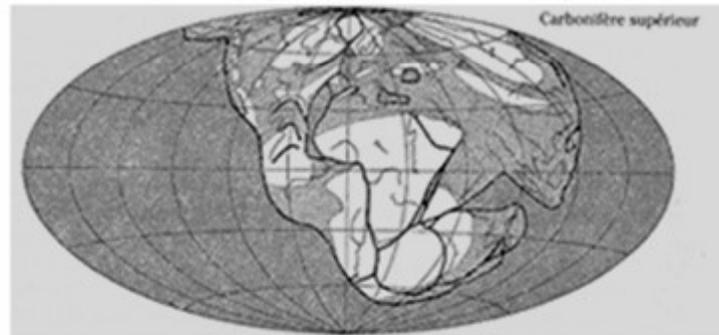
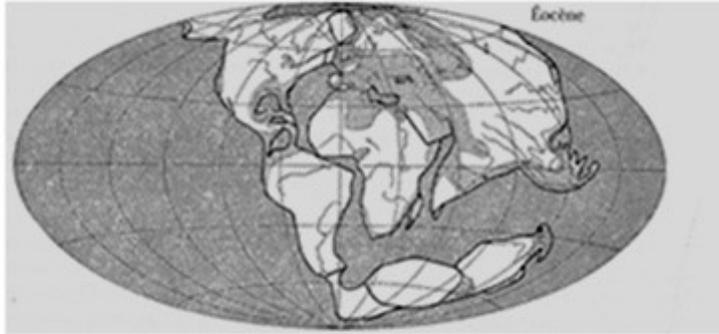


Thème : A la recherche du passé géologique de notre planète

Leçon 2 : Les traces du passé mouvementé de la Terre

Introduction/rappels

La genèse versus la science



Wenceslaus Hollar, 1607-1677



Et D
Que le
des ci
lieu et
ferme
Et la t
Terre
mais l
l'appe

GENESE chap.1 vers. 9-10

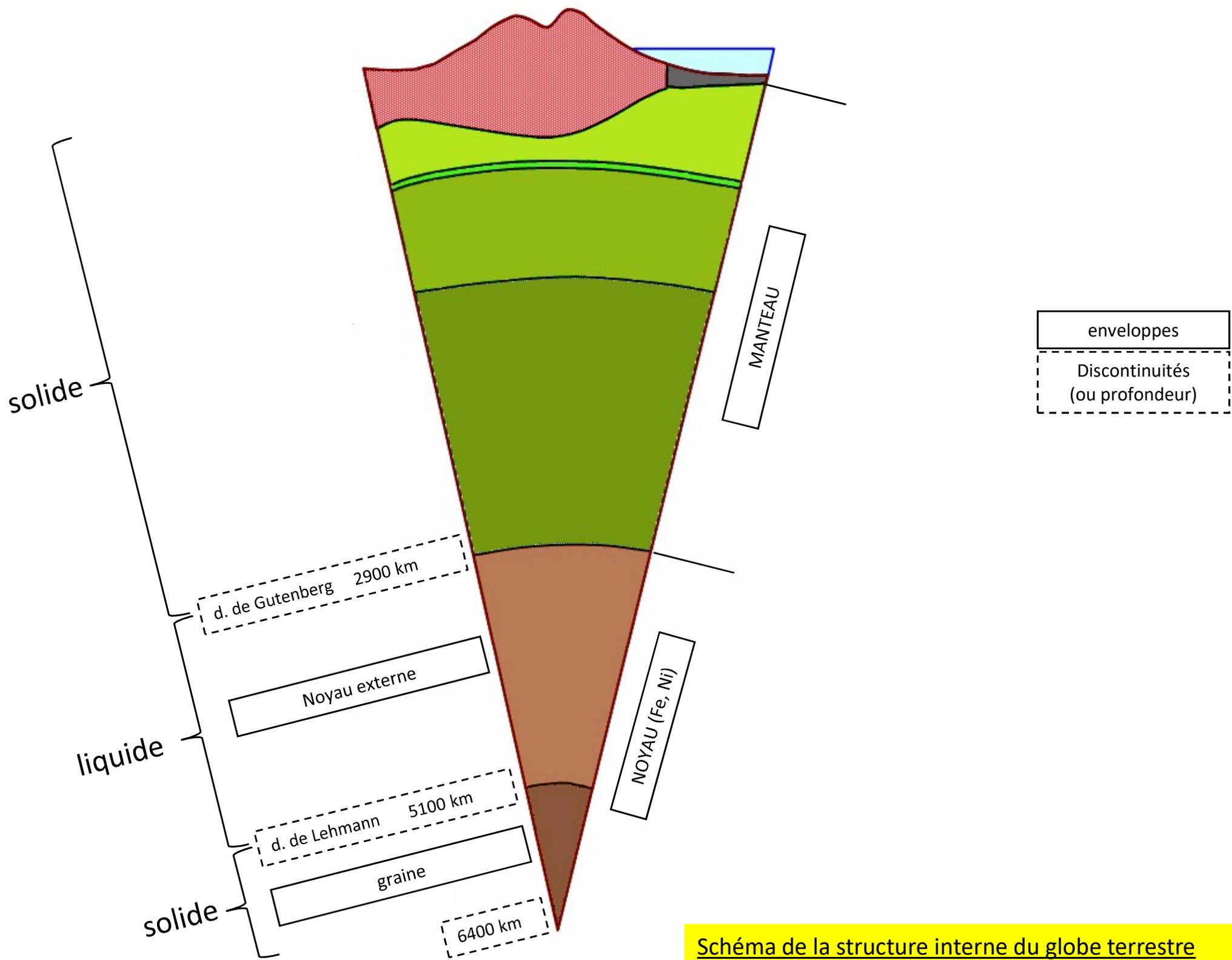


Schéma de la structure interne du globe terrestre

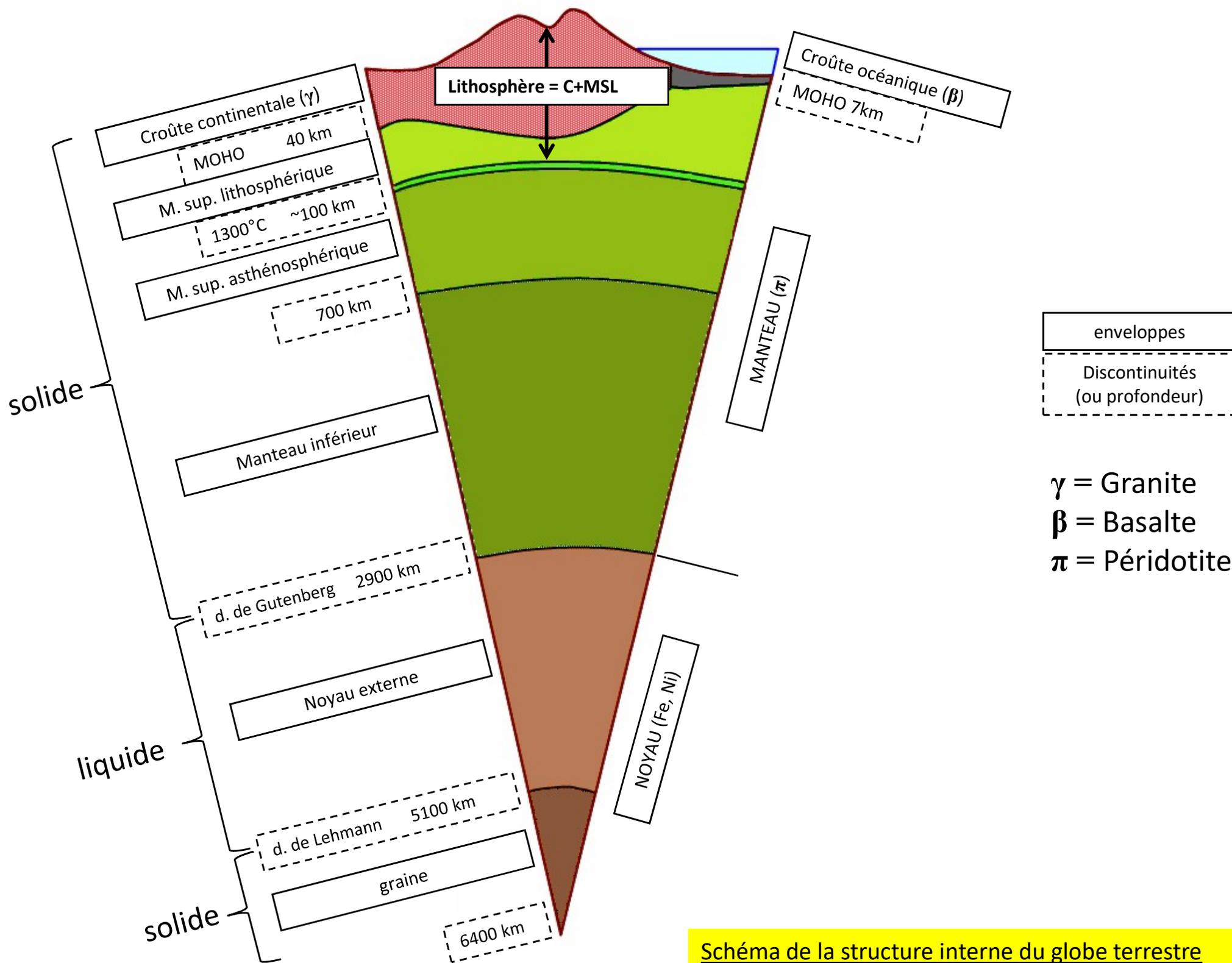
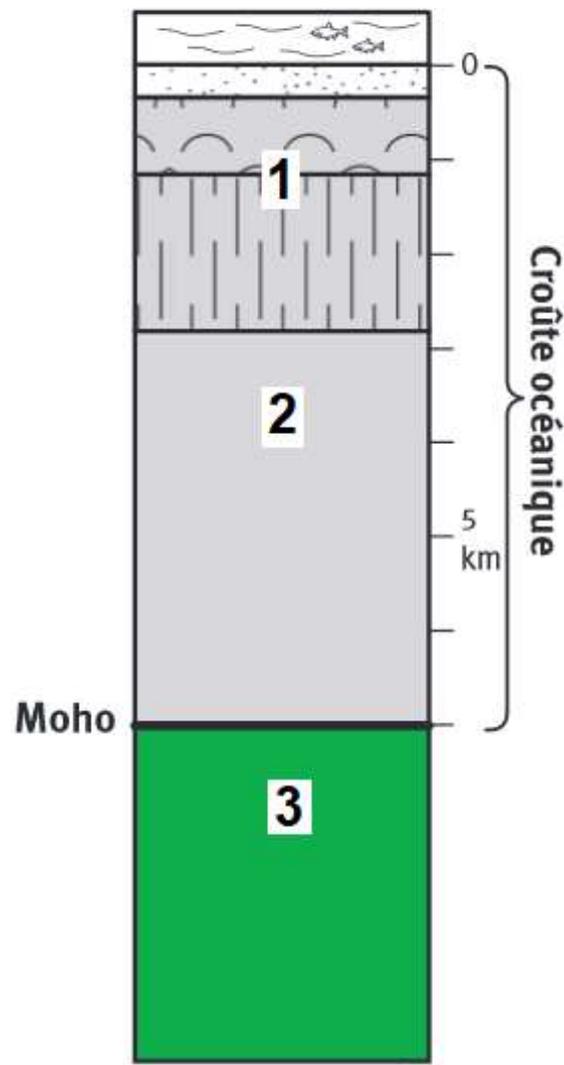


Schéma de la structure interne du globe terrestre

Rappel : roches étudiées en 1ère spécialité : la lithosphère océanique



Structure verticale de la lithosphère océanique



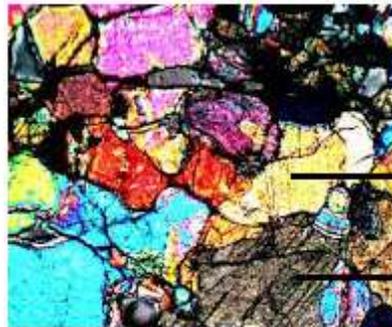
verre

microlite



feldspath

pyroxène



olivine

pyroxène

Roches observées en LPA

1. Basalte

roche magmatique volcanique
Structure microlitique
Roche formée suite à un refroidissement rapide du magma

2. Gabbro

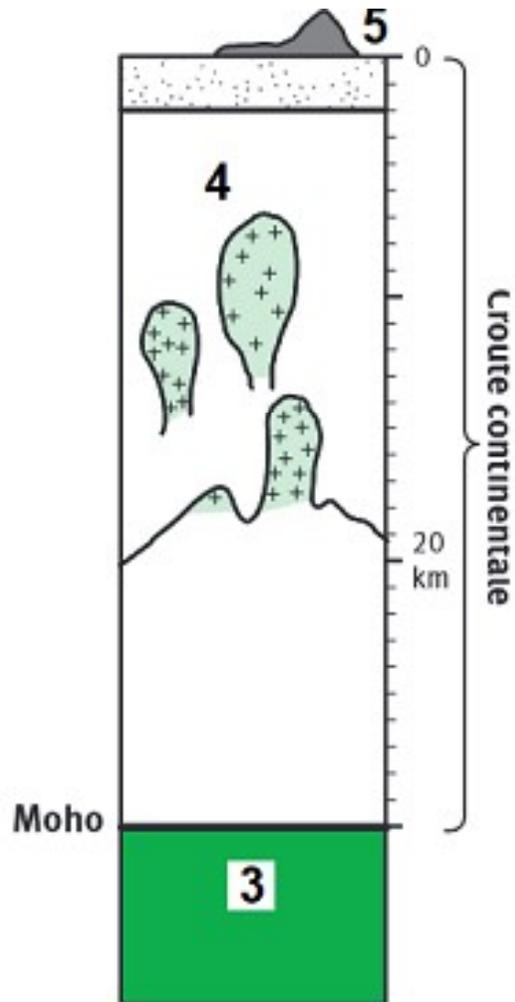
roche magmatique plutonique
Structure grenue
Roche formée suite à un refroidissement lent du magma

3. Péridotite

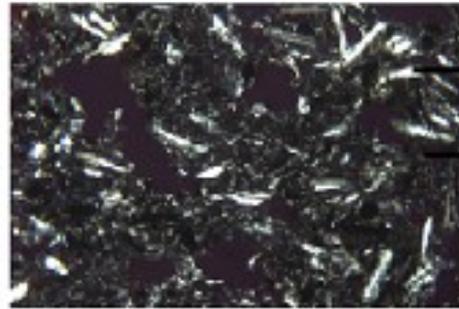
Roche mantellique.
Structure grenue.

Caractéristiques de ces roches (type, structure, mode de formation)

Rappel : roches étudiées en 1ère spécialité : la lithosphère continentale



Structure verticale de la lithosphère continentale



microlite

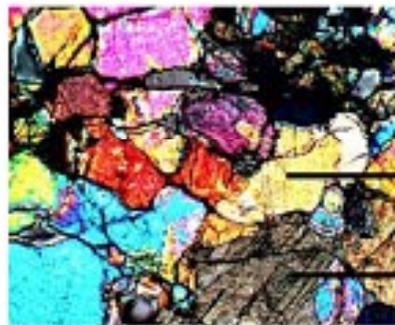
verre



feldspath

quartz

mica



olivine

pyroxène

Roches observées en LPA

Andésite

roche magmatique
volcanique
structure microlitique

Granite

Roche magmatique
plutonique
Structure grenue

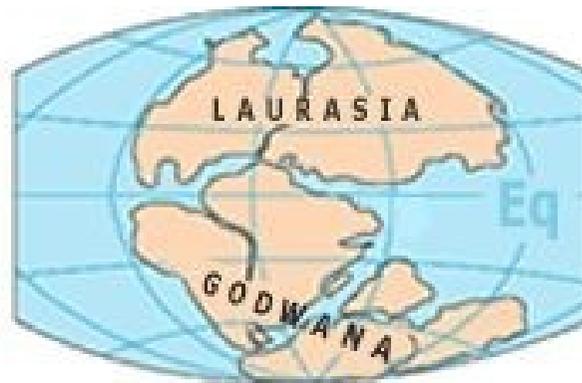
3. Péridotite

Roche mantellique.
Structure grenue.

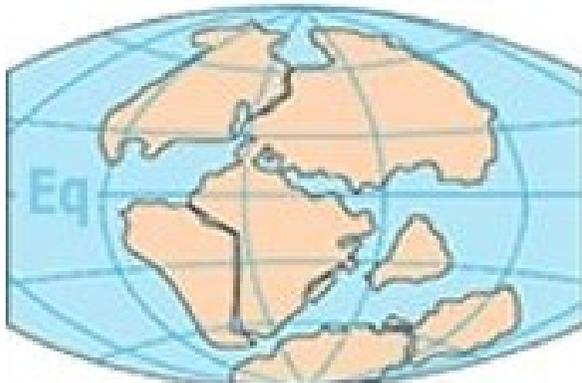
Caractéristiques de ces roches
(type, structure, mode de formation)



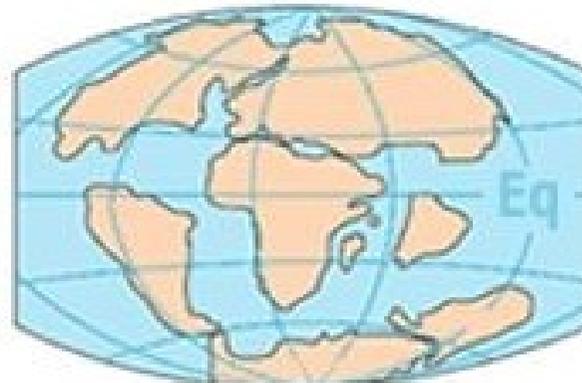
Permien 225 Ma



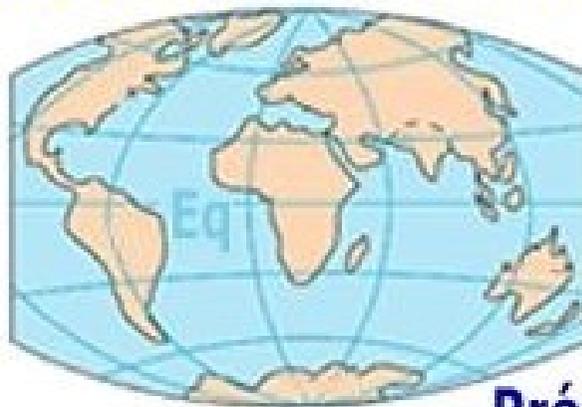
Trias 200 Ma



Jurassique 135 Ma



Crétacé 60 Ma



Présent

[vidéo sur disposition des continents](#)

Quels sont les vestiges des déplacements passés des continents et comment les géologues reconstituent-ils l'histoire géologique de notre planète ?

Thème : A la recherche du passé géologique de notre planète

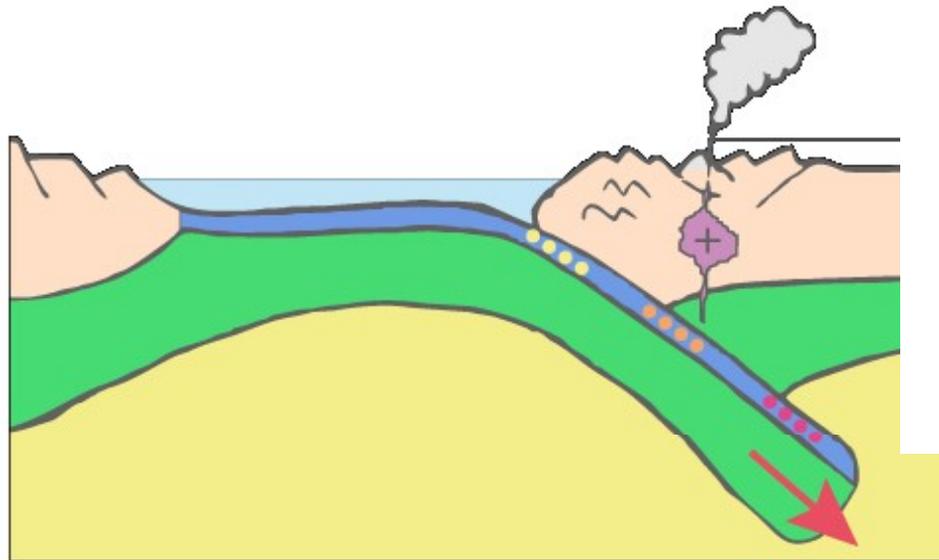
Leçon 2: Le temps enregistré dans les roches

Introduction/rappels

I°) A la recherche d'une chaîne de montagnes ancienne

A°) Rappels de 1ère sur la formation des chaînes de montagnes actuelles

Rappel : les chaînes de montagne de collision, traces tectoniques

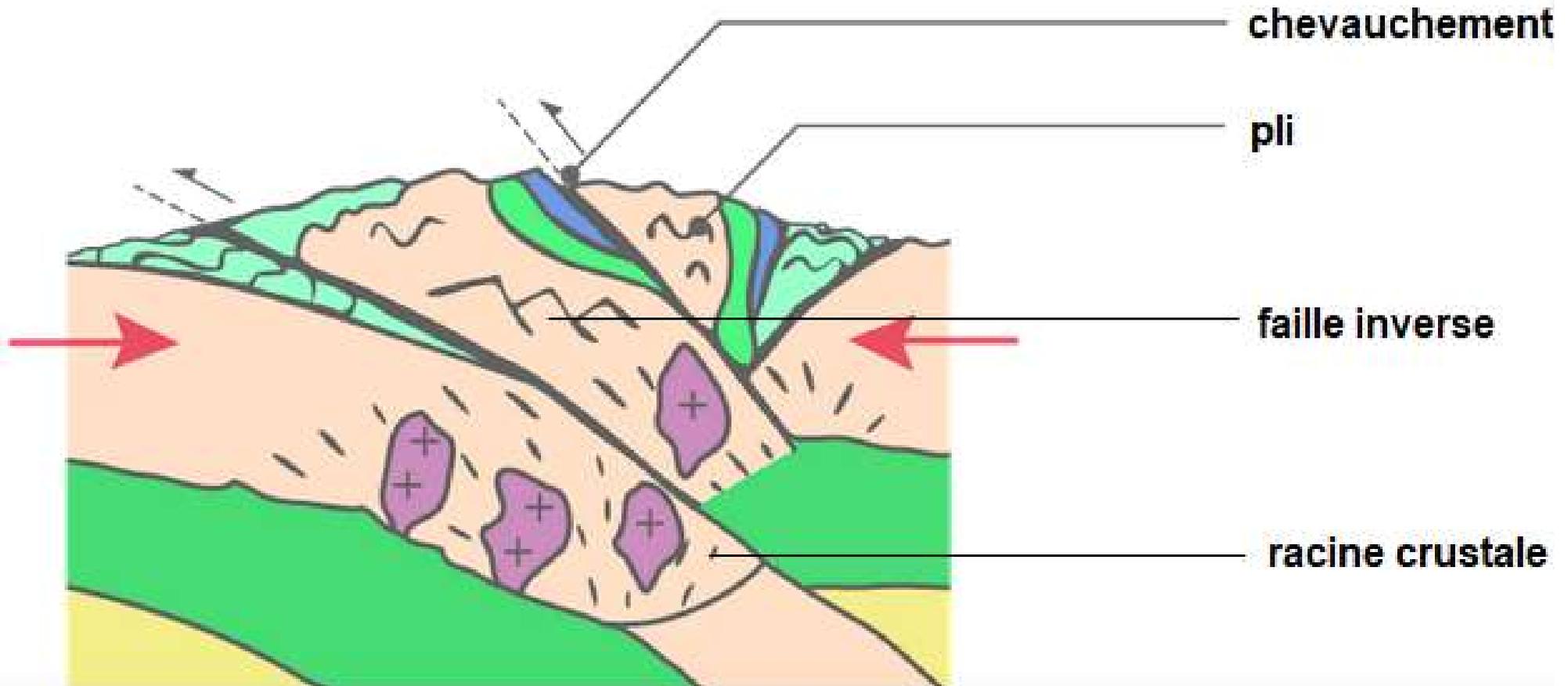


Raccourcissement compensé par un épaissement

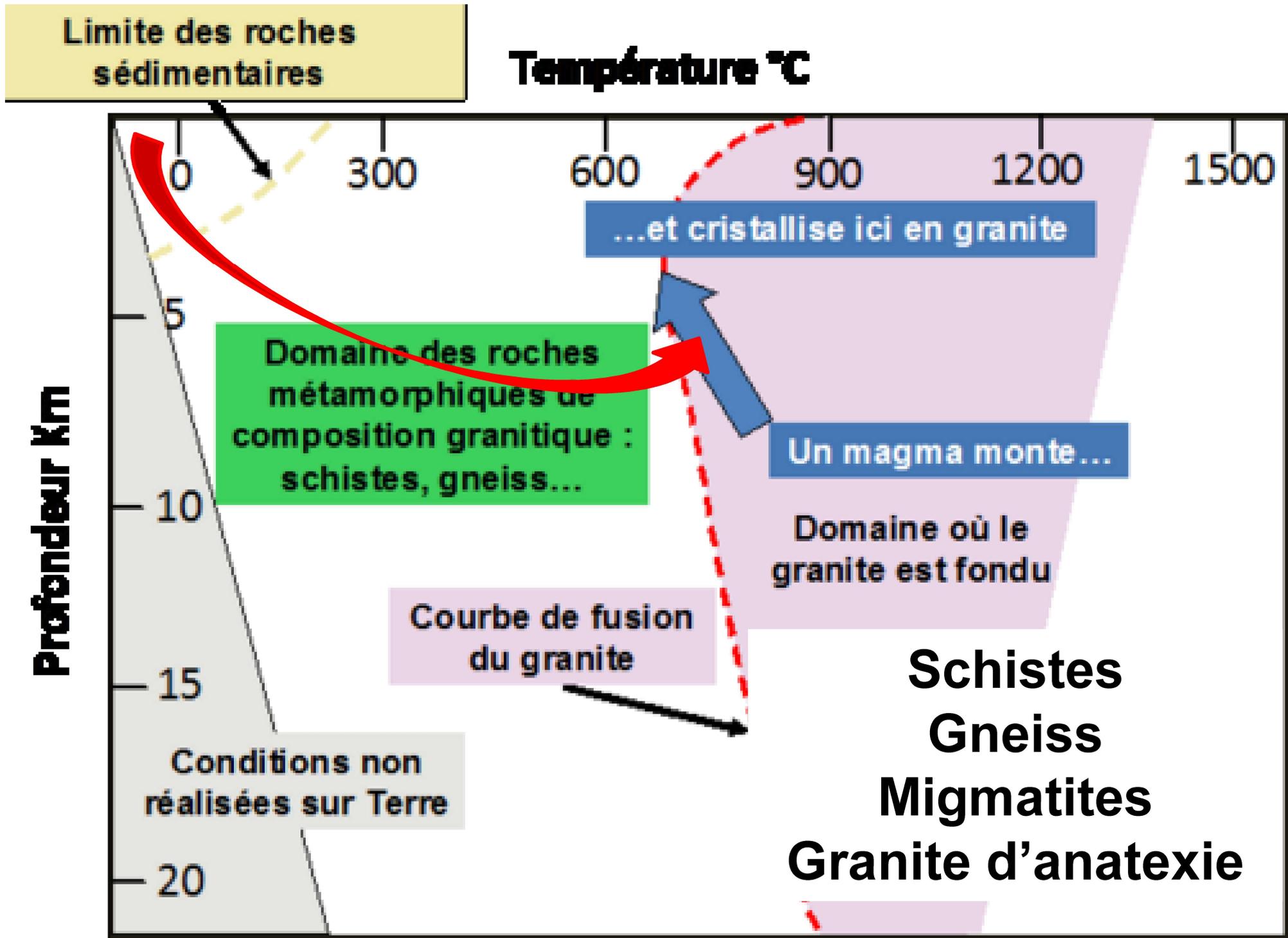
Volcans

atmosphère

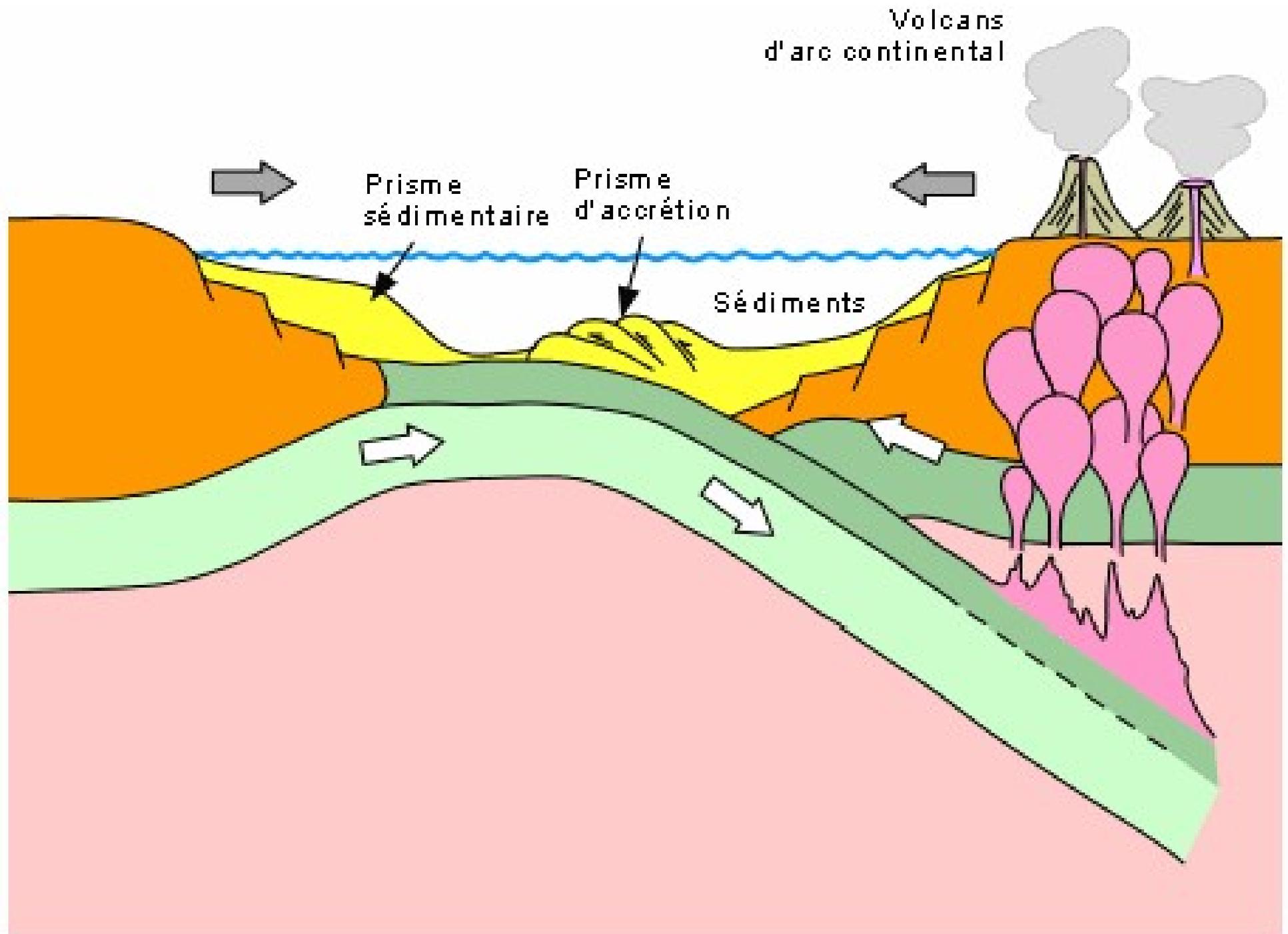
Séismes



Rappel : les chaînes de montagne de collision, traces lithologiques



Rappel : chaîne de montagne de subduction (cordillères)



Thème : A la recherche du passé géologique de notre planète

Leçon 2: Le temps enregistré dans les roches

Introduction/rappels

I°) A la recherche d'une chaîne de montagnes ancienne

A°) Rappels de 1ère sur la formation des chaînes de montagnes actuelles

B°) Localisation des chaînes de montagnes anciennes

Rappel :



**La « montagne » limousine avec son point culminant :
le mont Gargan (730m)**

On ne peut pas se baser sur le relief pour localiser les chaînes de montagnes anciennes. En effet l'érosion a pu complètement faire disparaître ces reliefs.

Comparaison chaînes anciennes et récentes

Chaîne récente



Chaîne récente : les roches sédimentaires sont importantes, les roches formées en profondeur commencent à effleurer. La racine crustale est profonde.

Chaîne ancienne

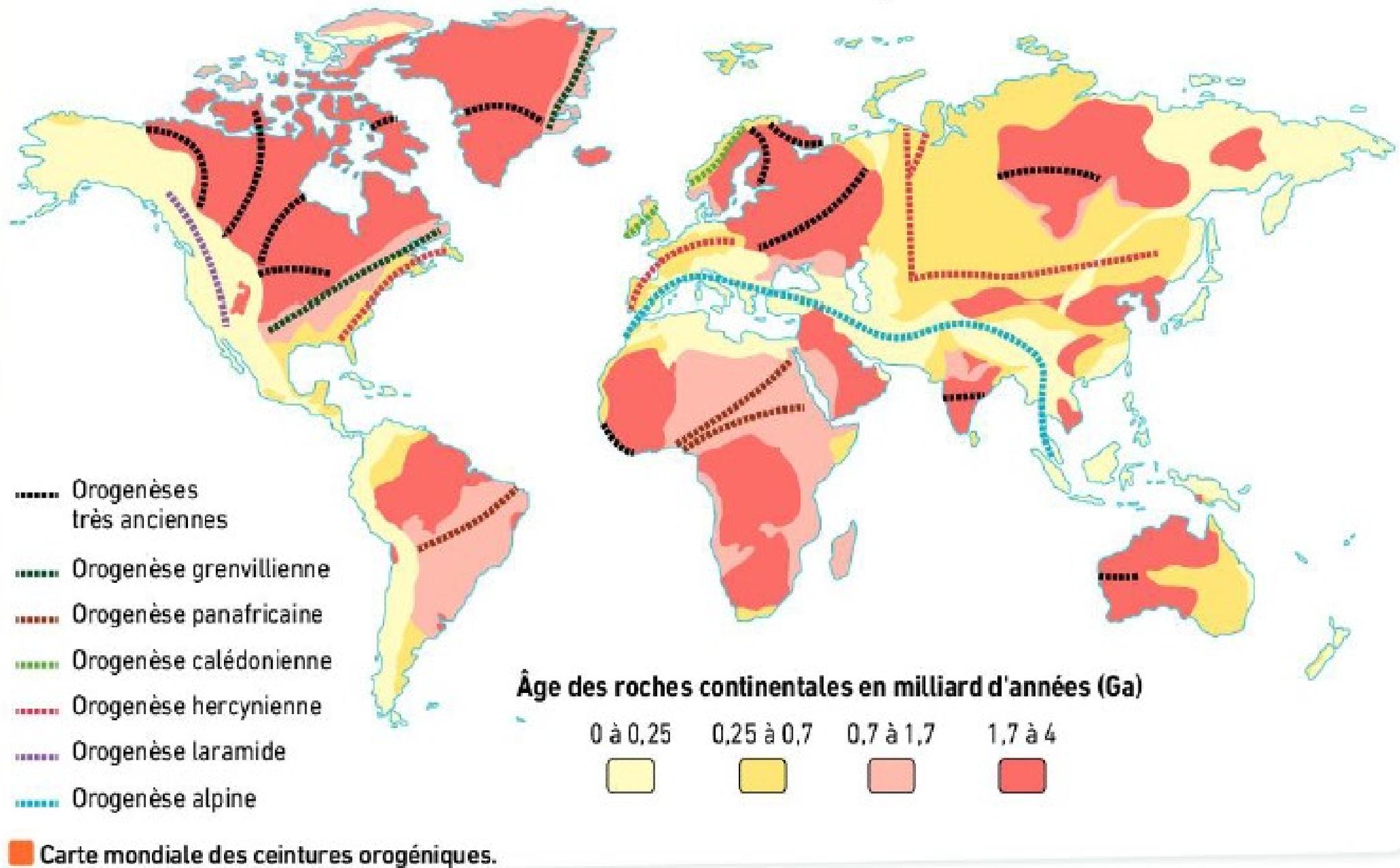


Chaîne ancienne : les roches sédimentaires sont érodées, les roches formées en profondeur, granite et gneiss, affleurent.

■ Roches sédimentaires ■ Roches métamorphiques ■ Roches granitiques ■ Manteau supérieur

On se fie :
aux déformations des roches
aux types de roches rencontrées en surface

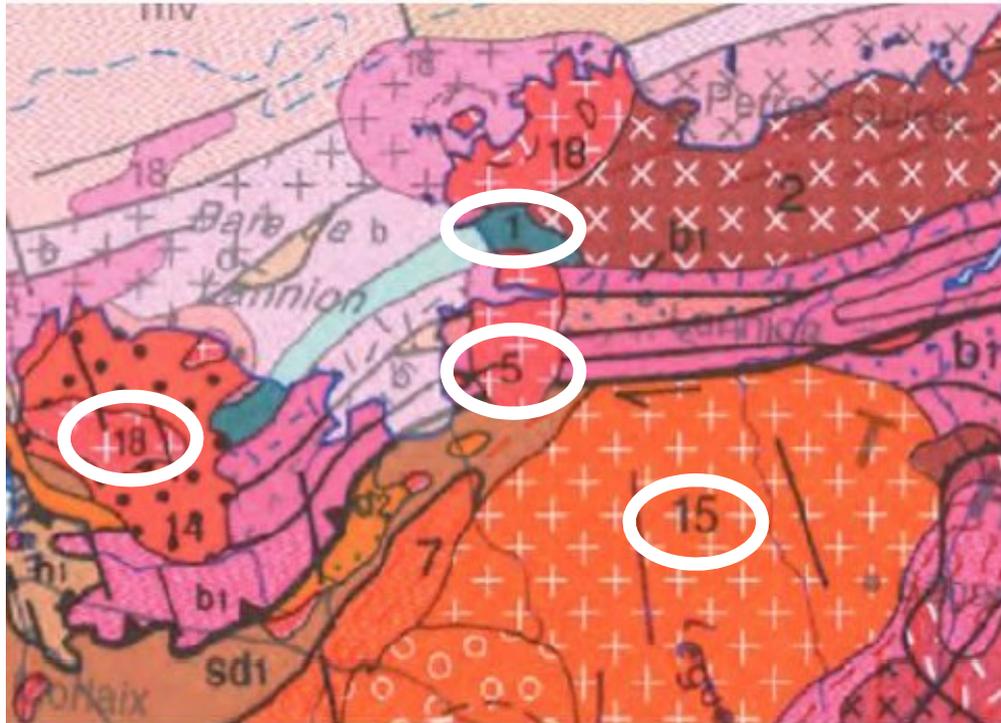
Localisation des chaînes anciennes et récentes



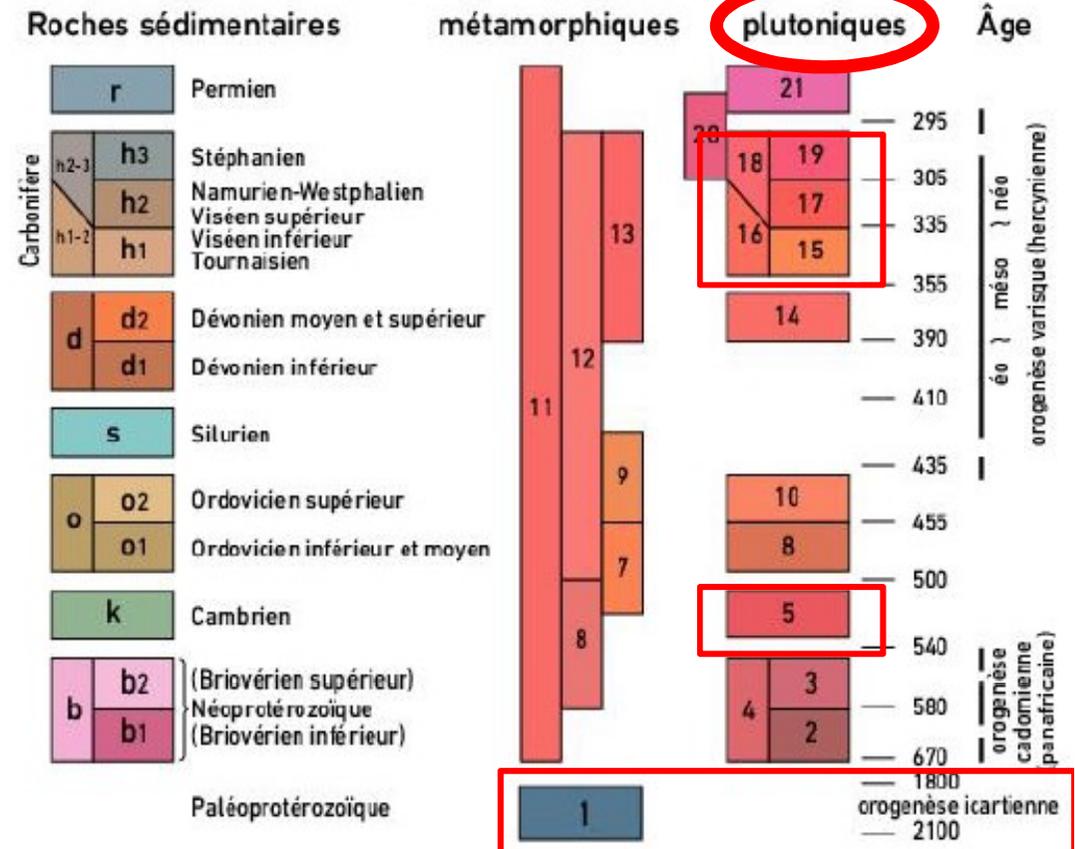
Exercice : la baie de Lannion témoin de 3 orogénèses

La Baie de Lannion

À partir de l'analyse de cet extrait de la carte géologique de la France au 1/1 000 000^e, montrez que la région qui entoure la baie de Lannion, en Bretagne, témoigne de trois orogénèses successives que vous daterez.



La carte géologique de la baie de Lannion.



Thème : A la recherche du passé géologique de notre planète

Leçon 2: Le temps enregistré dans les roches

Introduction/rappels

I°) A la recherche d'une chaîne de montagnes ancienne

A°) Rappels de 1ère sur la formation des chaînes de montagnes actuelles

B°) Localisation des chaînes de montagnes anciennes

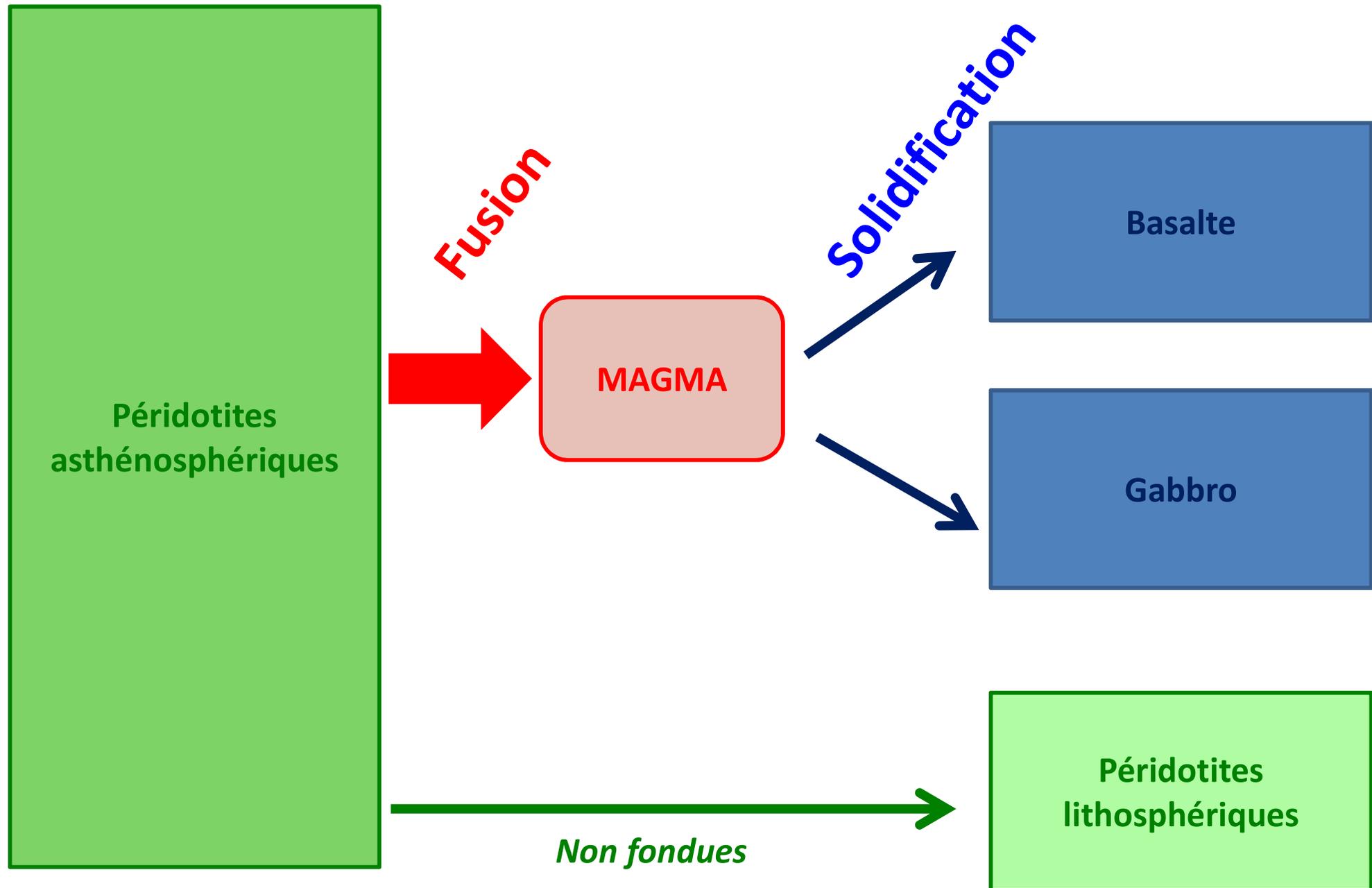
II°) A la recherche d'océans disparus

A°) Rappels de 1ère sur la formation des océans

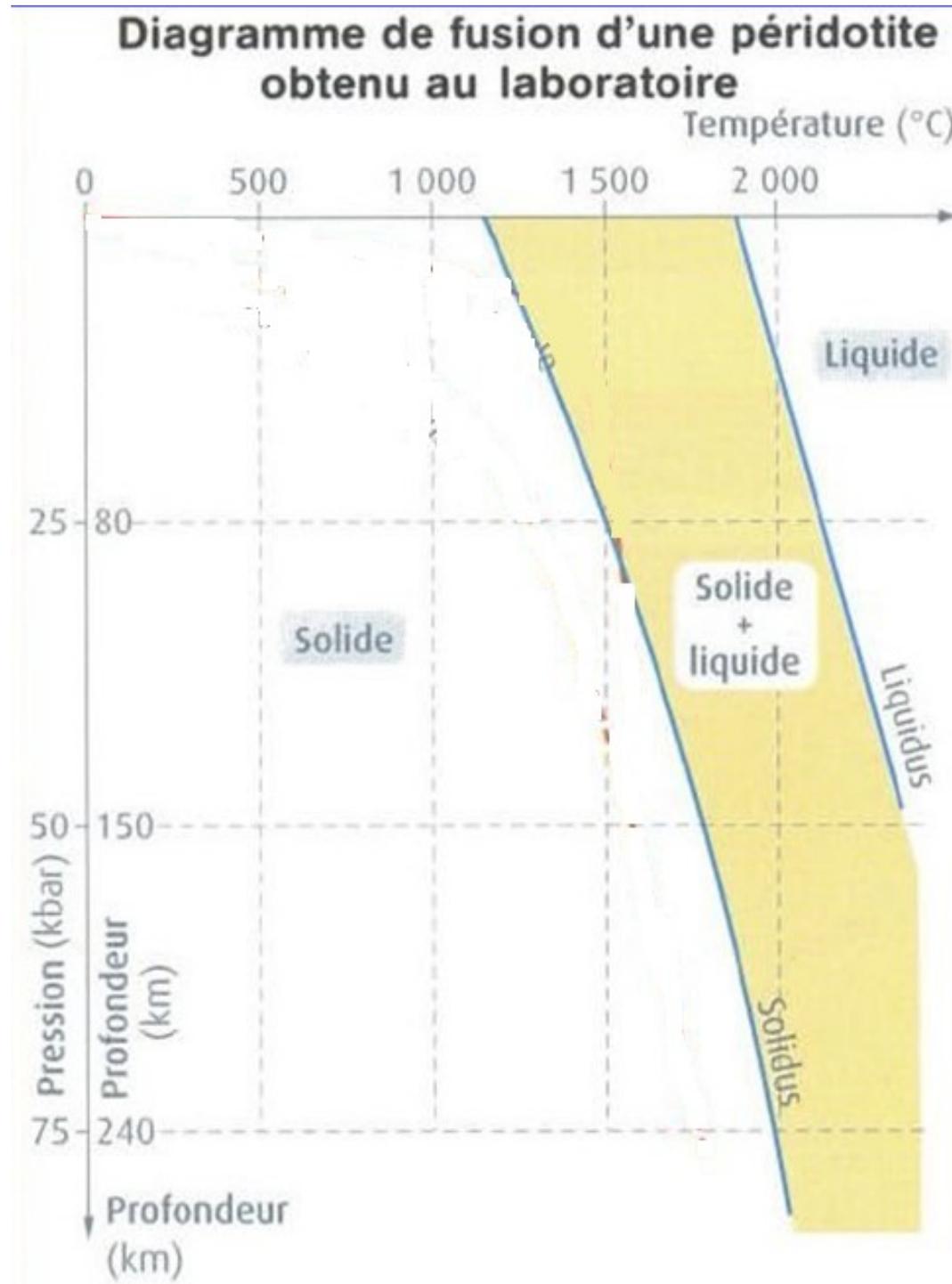
Carte des fonds océaniques mondiaux



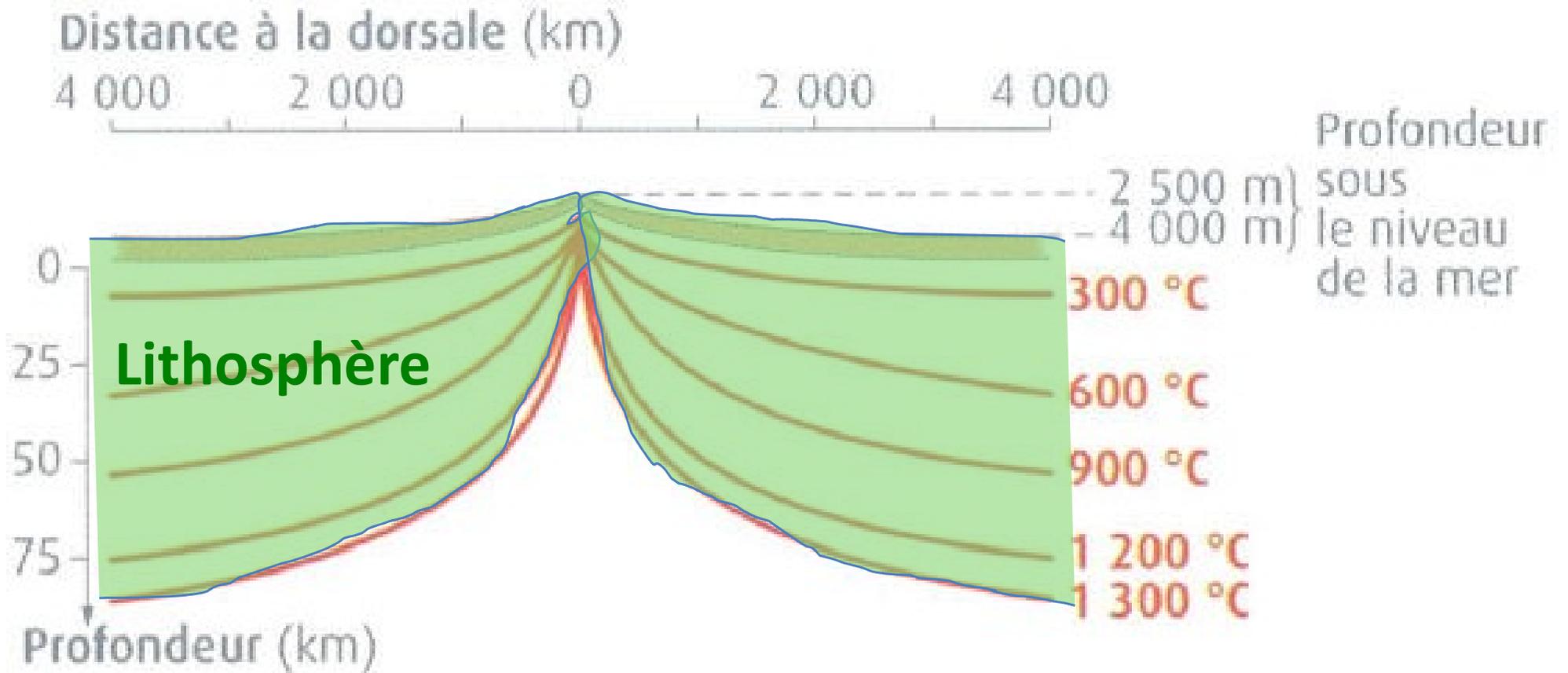
L'origine des roches de la lithosphère océanique



Fusion partielle des péridotites asthénosphériques

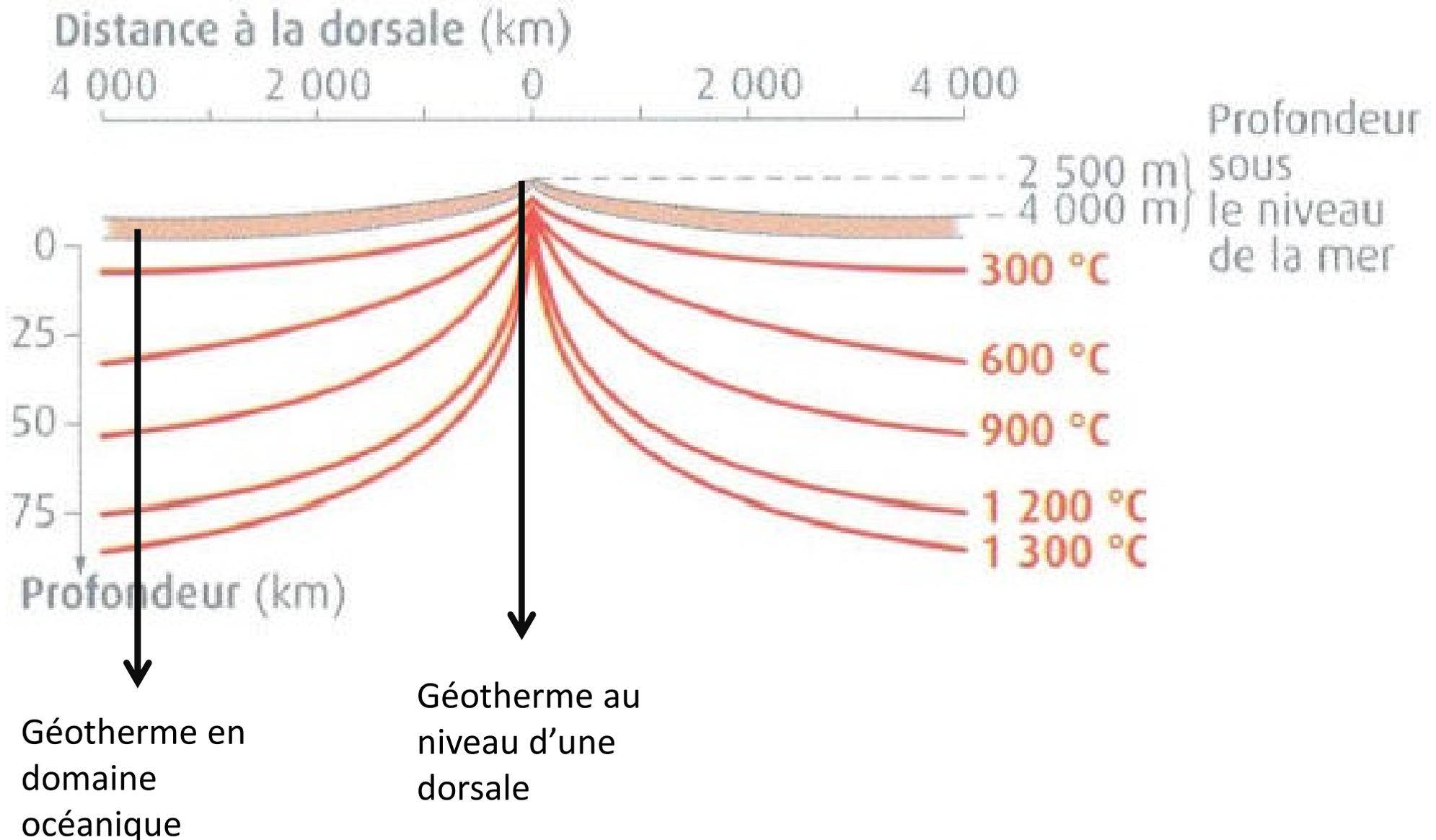


Les isothermes sous une dorsale

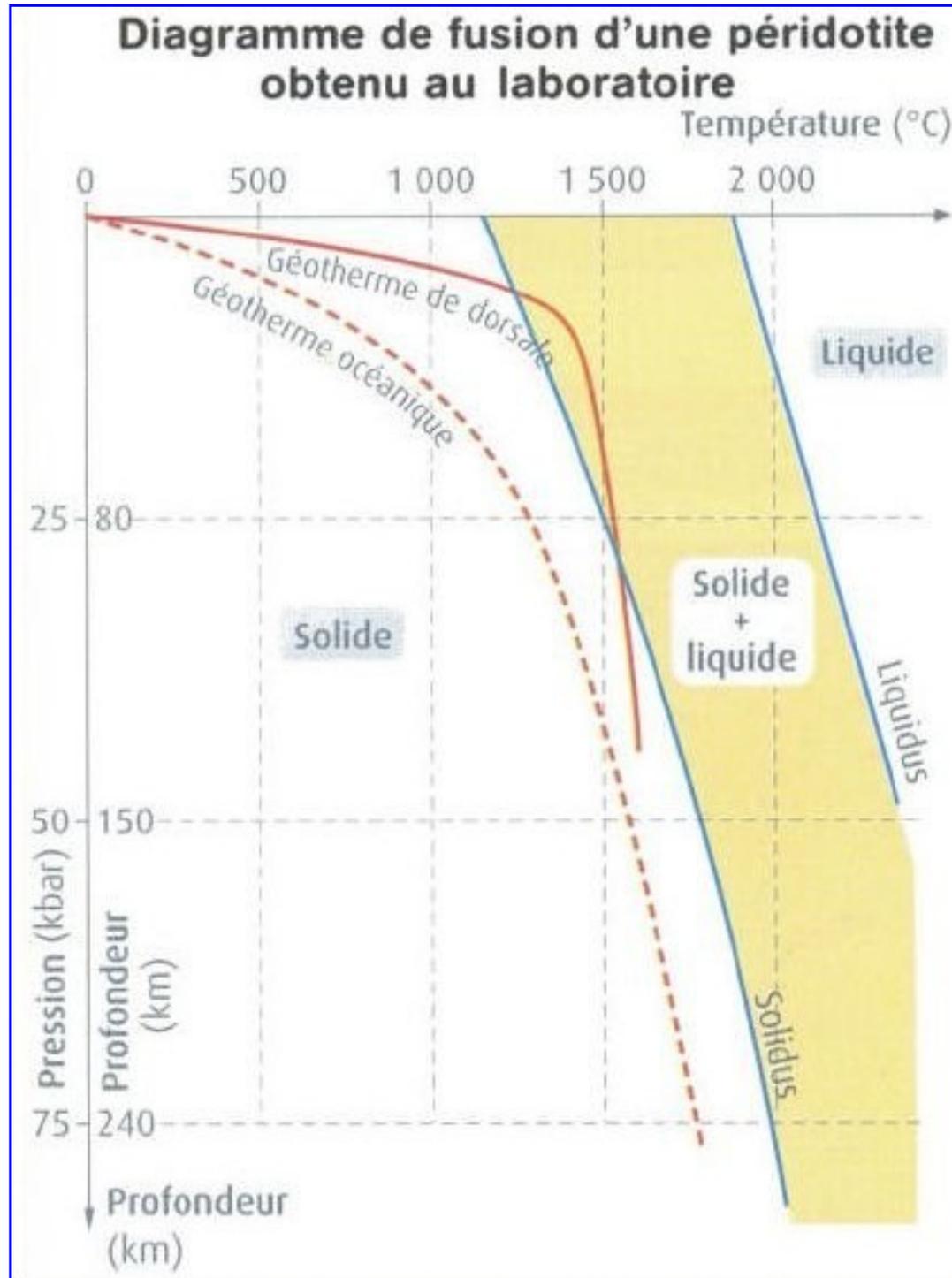


Asthénosphère

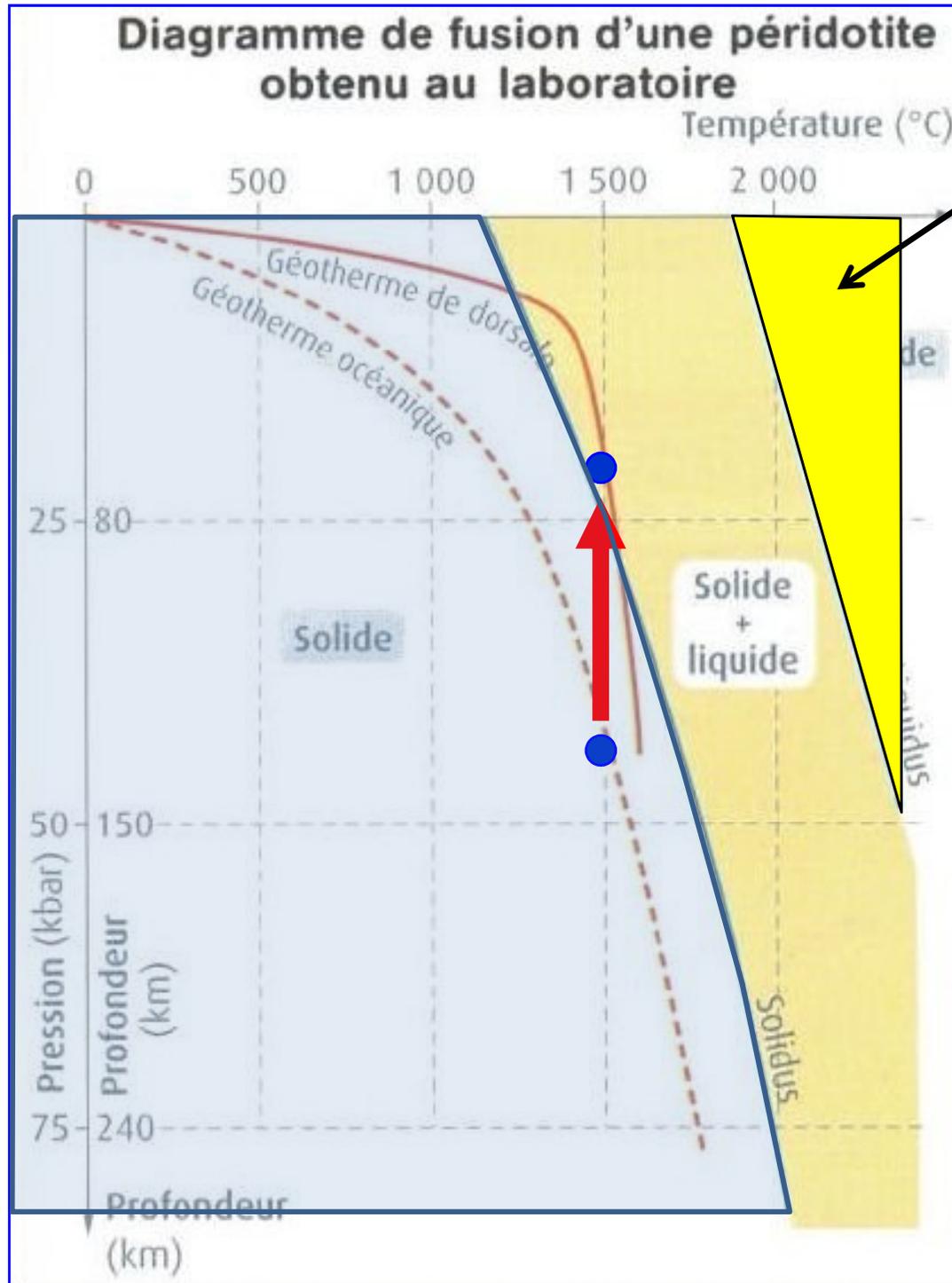
Les isothermes sous une dorsale



Fusion partielle des péridotites asthénosphériques



Fusion partielle des péridotites asthénosphériques



Jamais réalisé aujourd'hui sur Terre

Remontée de roches profondes chaudes

⇒ Diminution de pression

⇒ Fusion partielle des péridotites asthénosphériques

⇒ une phase liquide (magma) + péridotite résiduelle

Formation de la lithosphère océanique

Dépôt de sédiments

Formation de basaltes en surface

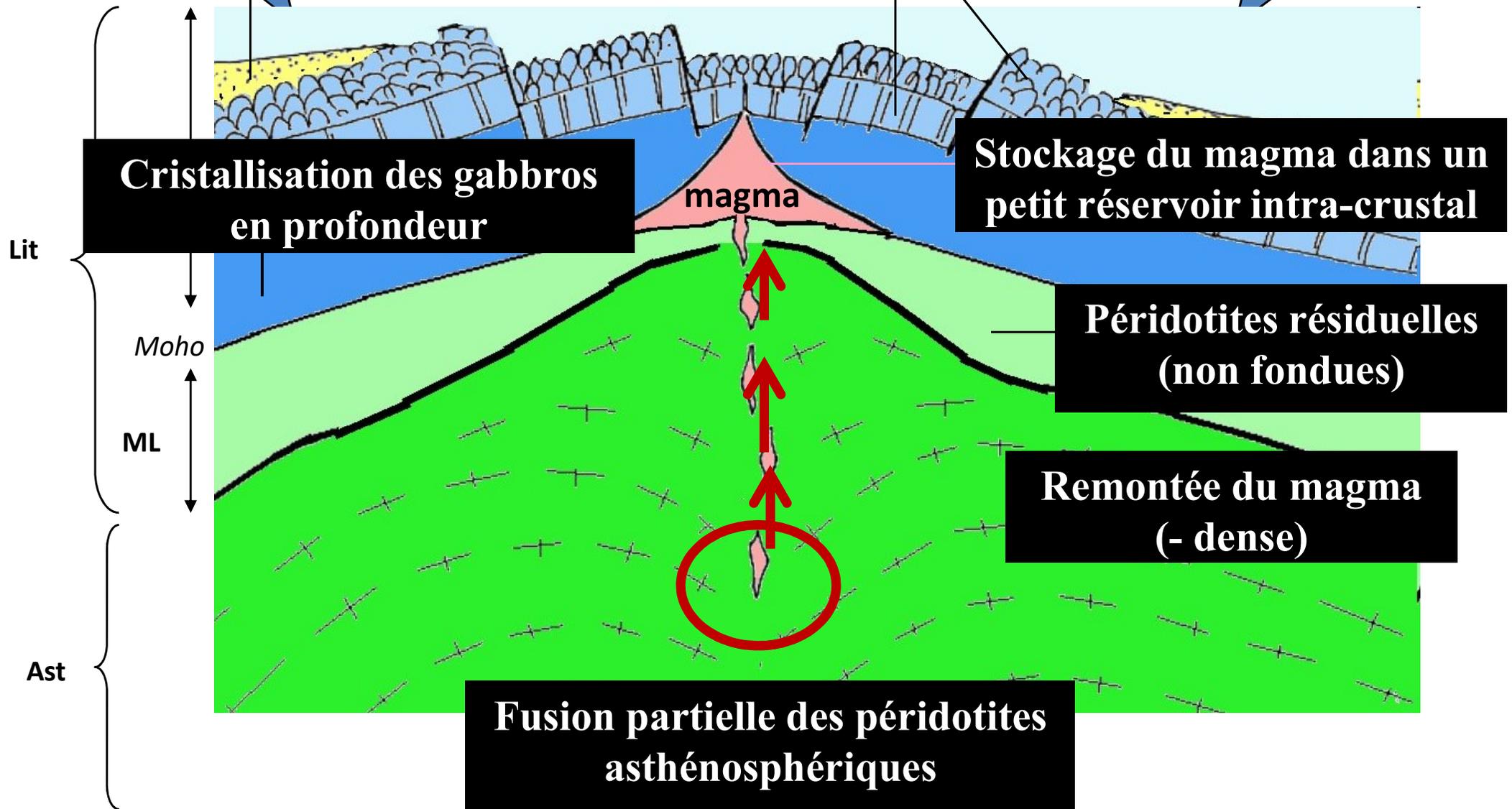
Cristallisation des gabbros en profondeur

Stockage du magma dans un petit réservoir intra-crustal

Péridotites résiduelles (non fondues)

Remontée du magma (- dense)

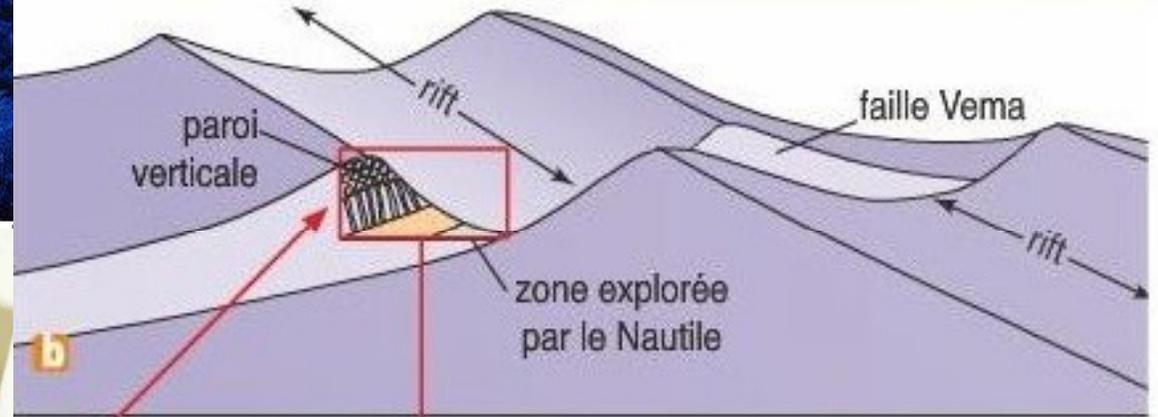
Fusion partielle des péridotites asthénosphériques



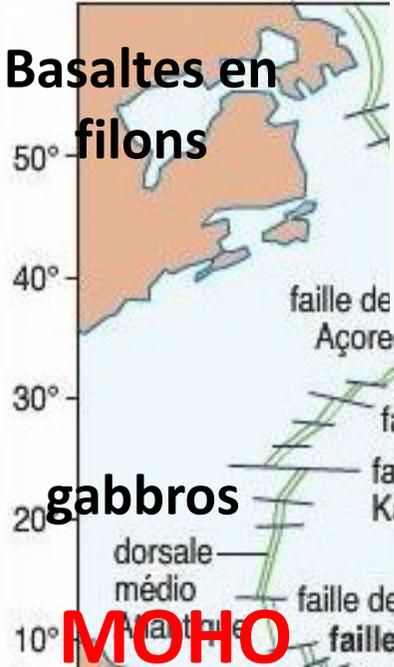
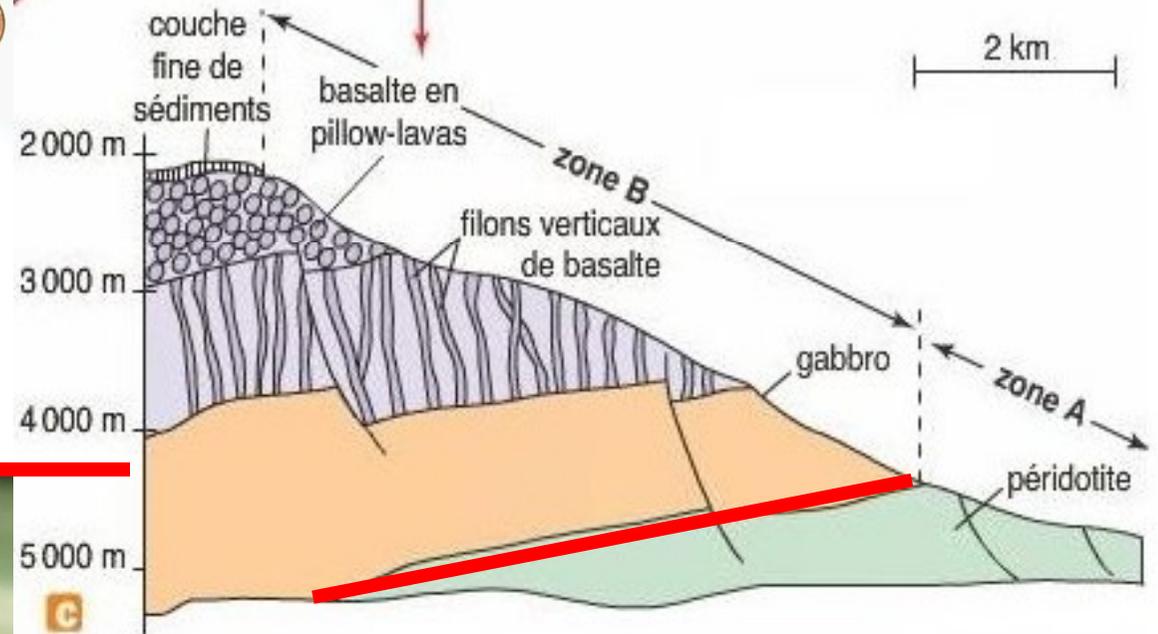
Les roches de la lithosphère océanique (schémas !)

Basaltes en pillow-lavas

En 1988, le submersible Alvin, lors d'une mission à la faille transformante de Vema, a permis l'observation de la lithosphère océanique.



Basaltes en filons



gabbros

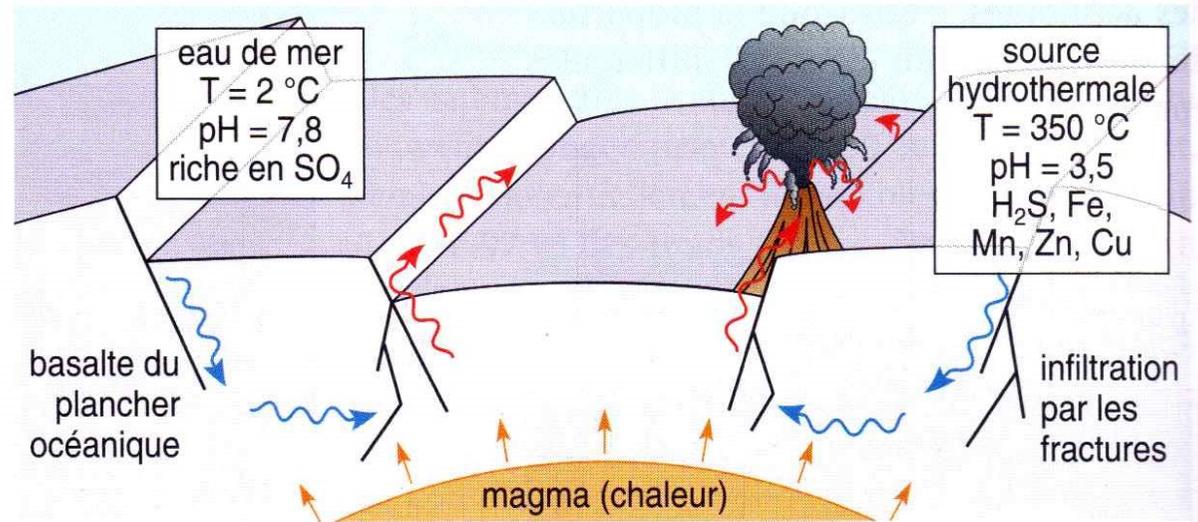


Péridotites lithosphériques



Métamorphisme hydrothermal

A Une modification par des circulations hydrothermales

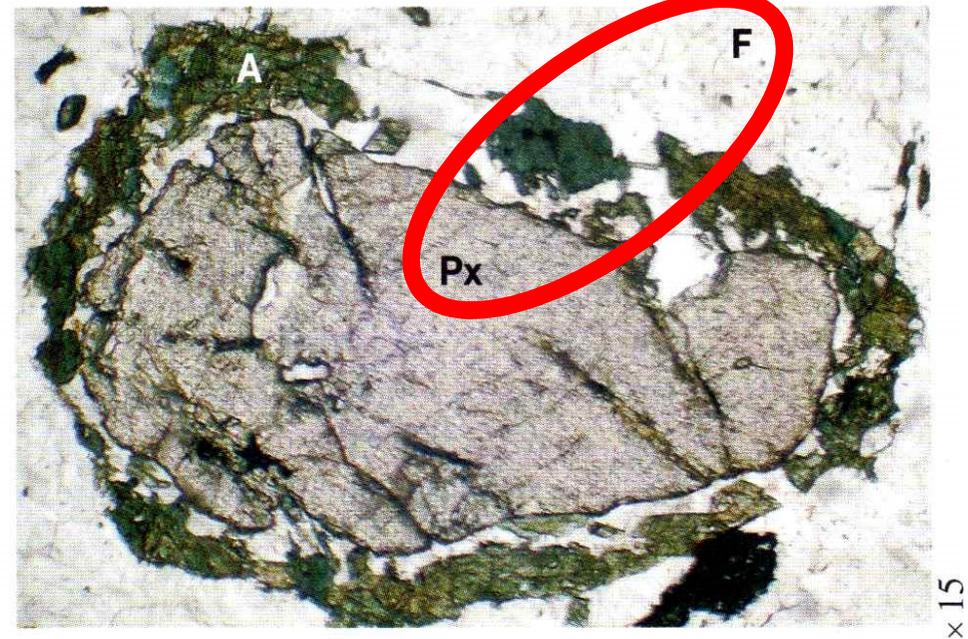
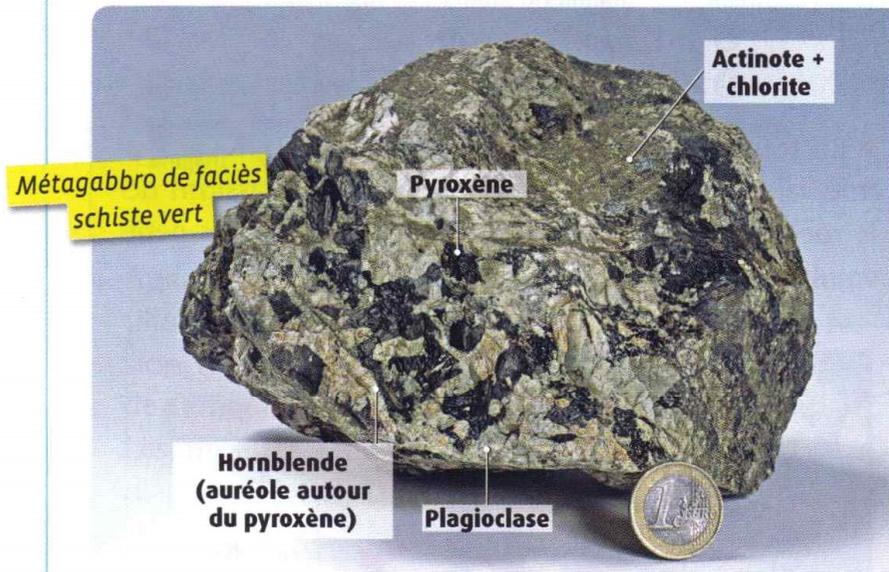


Au niveau du rift, les « fumeurs noirs » sont des sources chaudes où l'eau, chargée de sels minéraux, jaillit à plus de 300 °C.

L'eau de mer froide et légèrement basique s'infiltration par des fissures dans la croûte océanique. Vers 2 à 3 km de profondeur, près des réservoirs magmatiques, elle se réchauffe et devient acide. Cette eau peut alors entraîner des modifications chimiques des roches au contact desquelles elle circule.

Doc. 1 Les « fumeurs noirs » sont la signature de circulations hydrothermales dans le plancher océanique.

Métagabbro de faciès schiste vert (à hornblende)

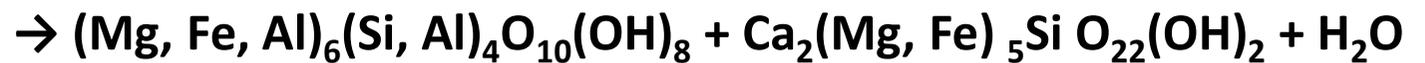


a. lame mince de gabbro âgé et altéré.

Px = pyroxène. F = feldspaths. A = amphiboles hornblende et actinote.



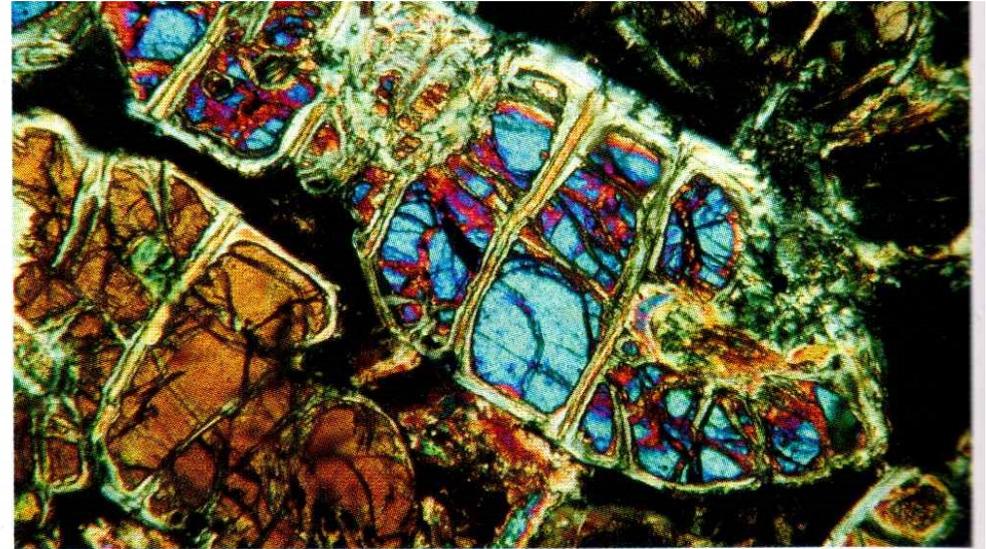
Proxène + Feldspaths + eau → Hornblende + Feldspath + eau



Hornblende + Feldspath + eau → Chlorite + Actinote + eau

(Réactions non équilibrées)

Serpentinite (péridotite altérée)



b. Lame mince de péridotite âgée et altérée.

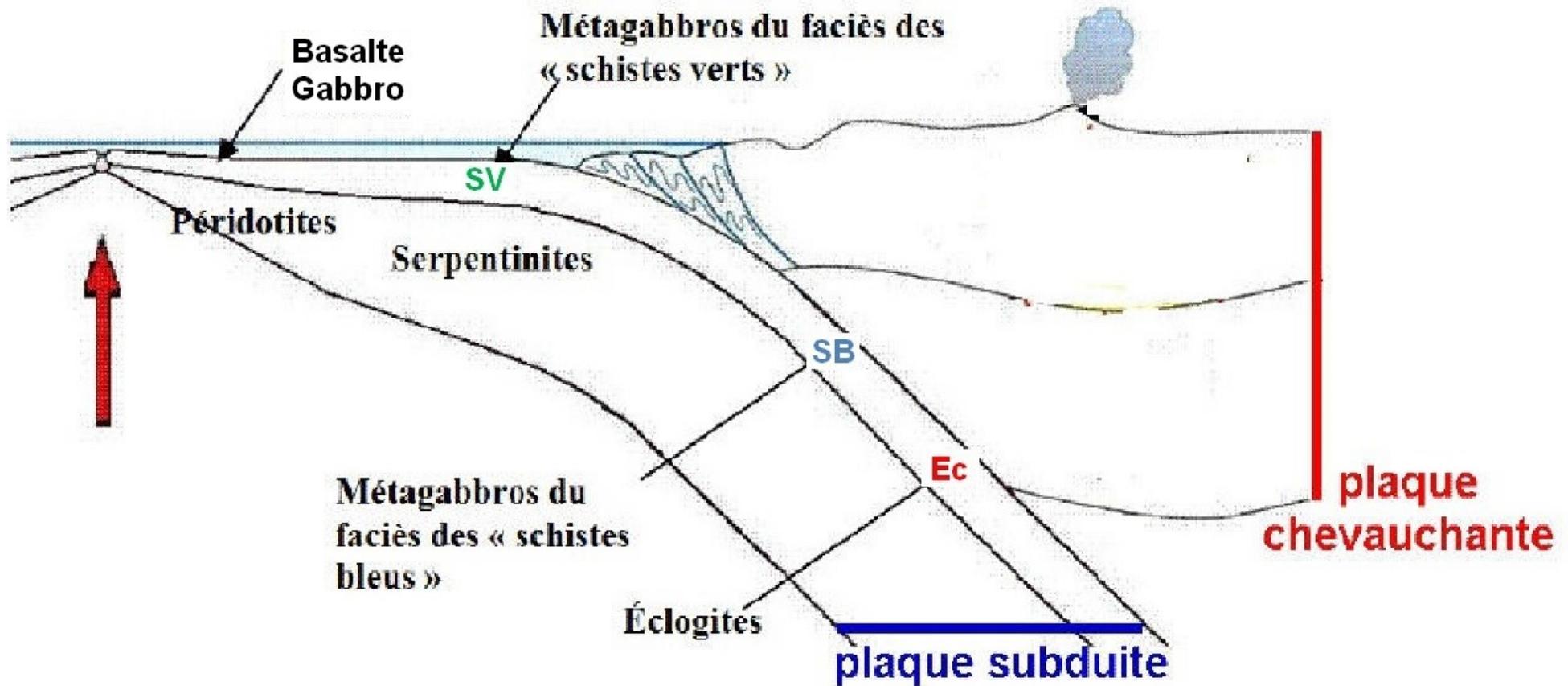
La partie mantellique de la lithosphère océanique est elle aussi altérée par les circulations hydrothermales : l'olivine est transformée peu à peu en serpentine.



olivine + silice + eau → serpentine

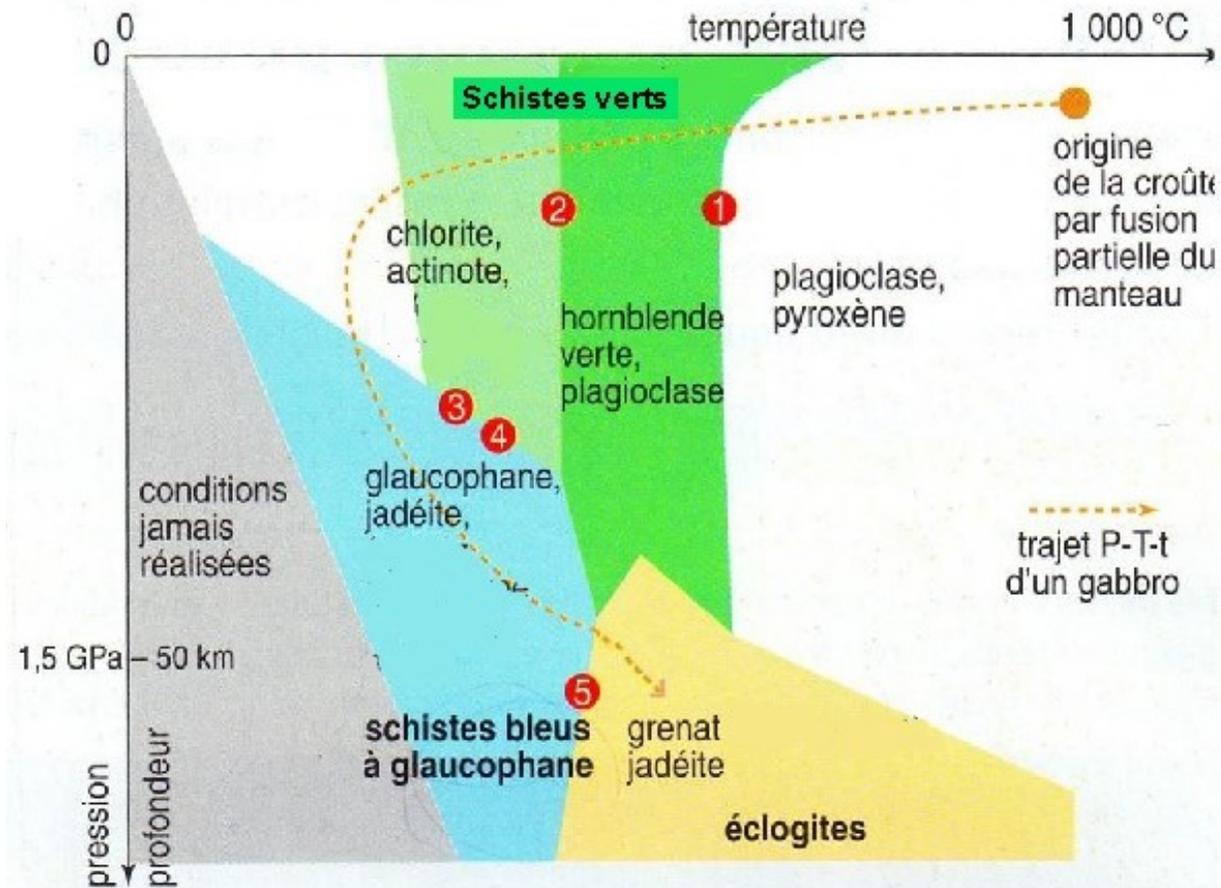
Dès leur mise en place les fonds océaniques sont métamorphisés en metabasaltes/métagabbros/serpentinites

Métamorphisme de subduction



Métamorphisme de subduction

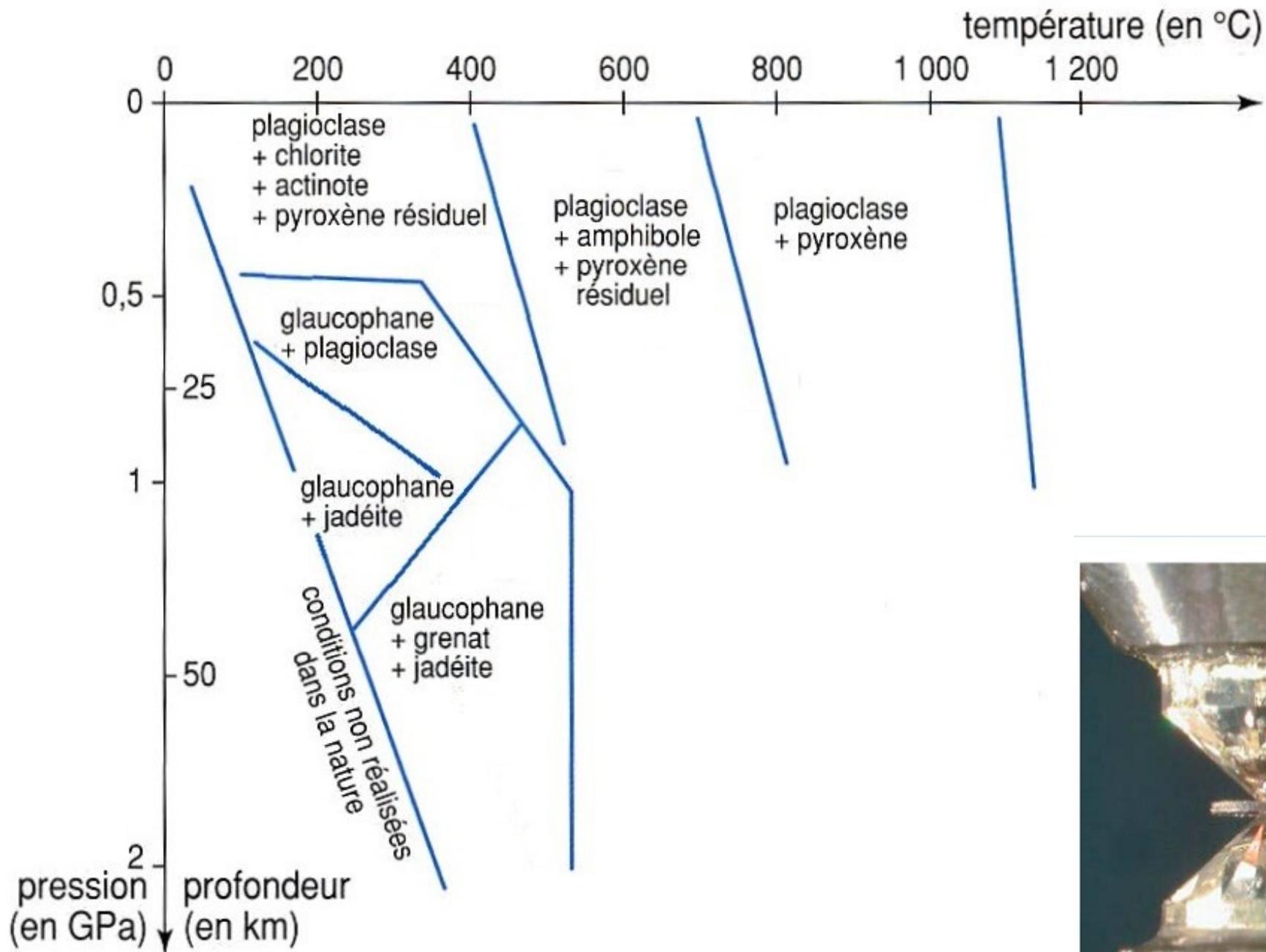
Domaines de stabilité de quelques associations minérales.



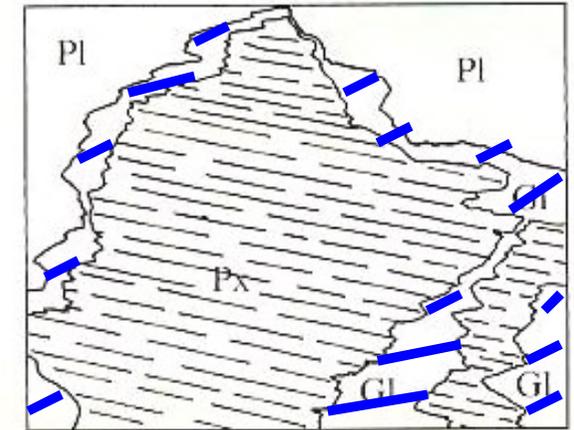
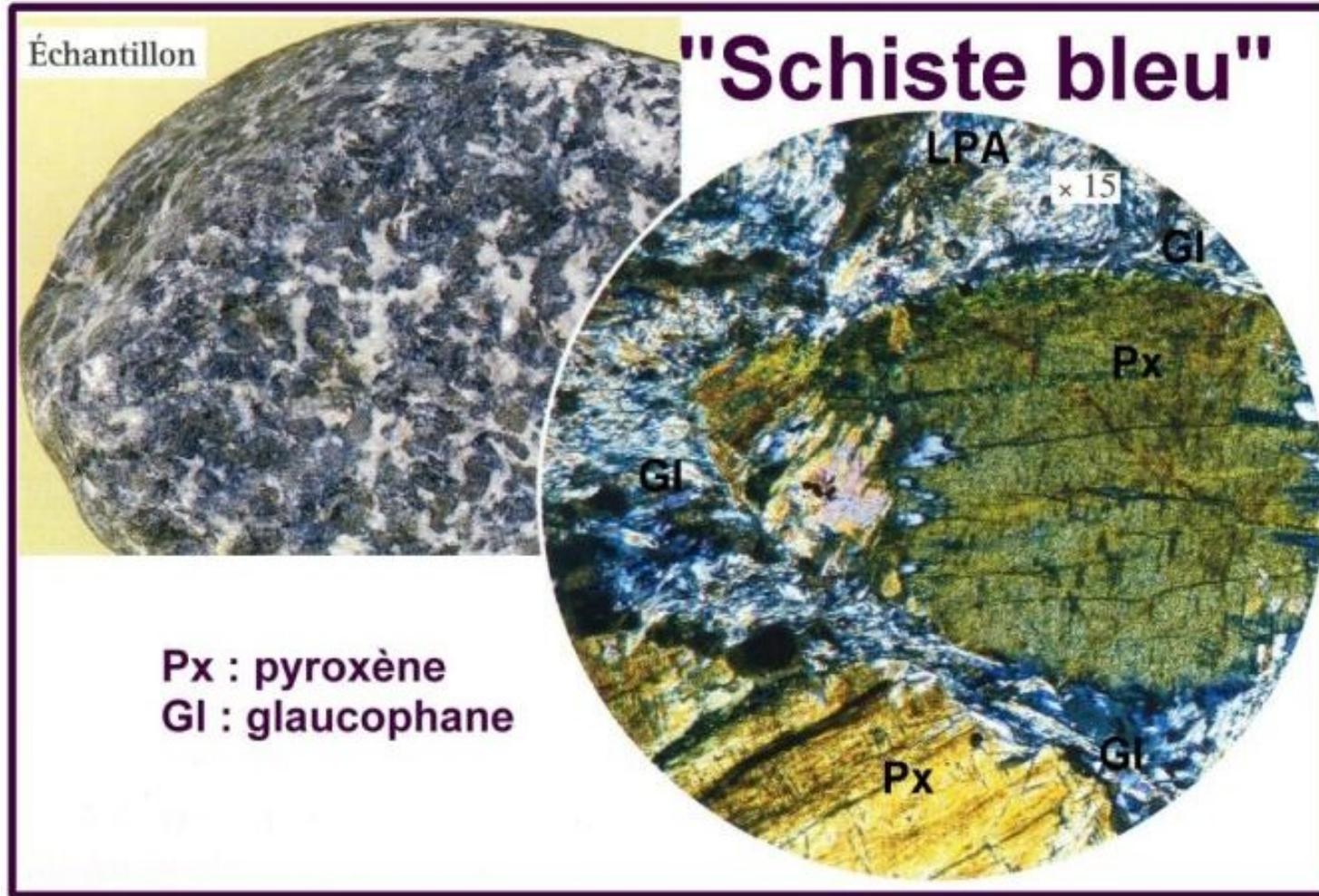
Quelques réactions du métamorphisme

1. Plagioclase + Pyroxène + eau \rightarrow Amphibole Hornblende verte
2. Plagioclase + Hornblende + eau \rightarrow Chlorite + Actinote
3. Plagioclase + Chlorite + Actinote \rightarrow Amphibole Glaucophane + eau
4. Plagioclase \rightarrow Pyroxène Jadéite + Quartz
5. Plagioclase + Glaucophane \rightarrow Grenat Pyrope + Pyroxène Jadéite + eau

Diagramme pression/ Température

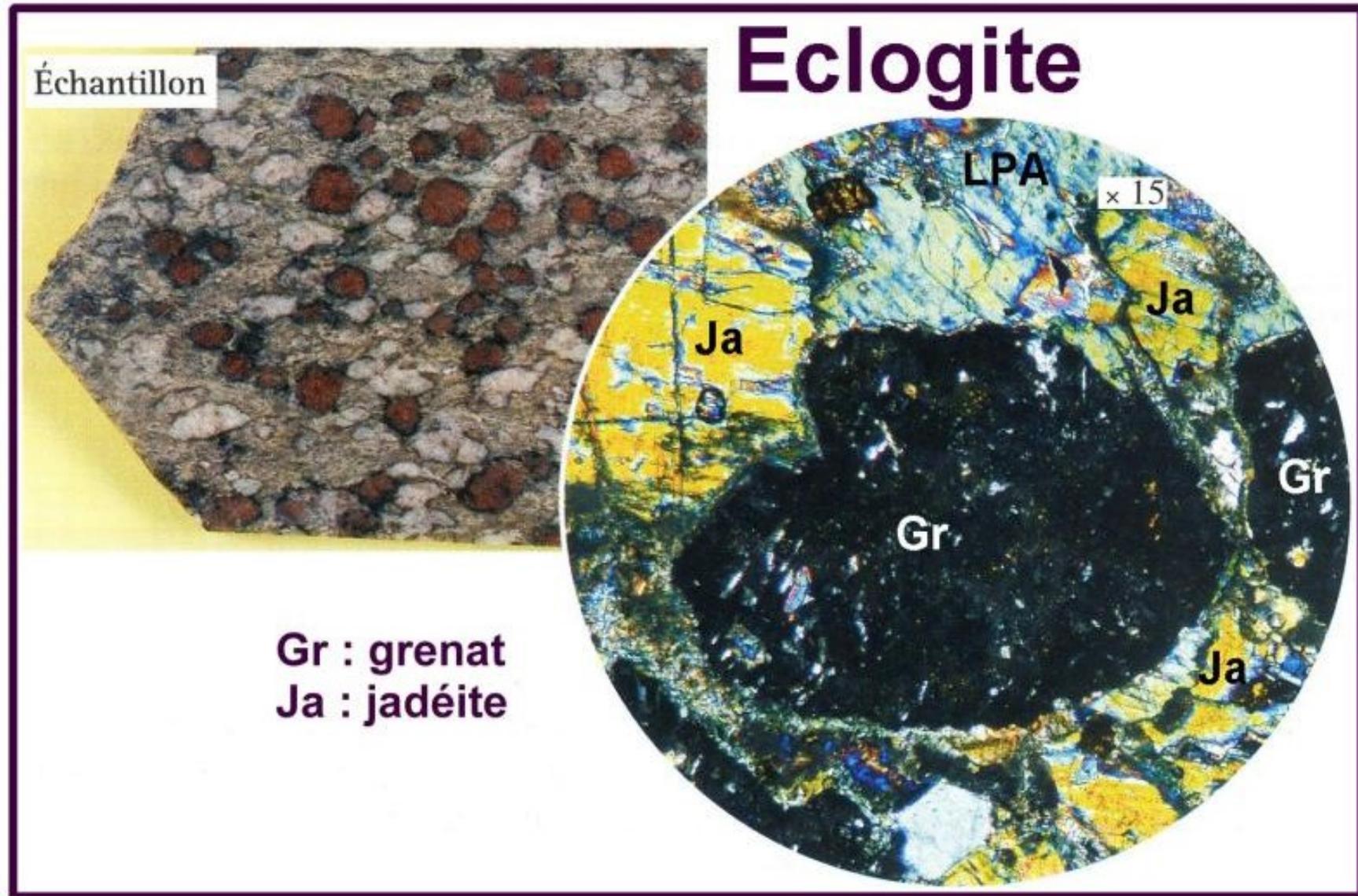


Métagabbro du faciès des schiste bleus

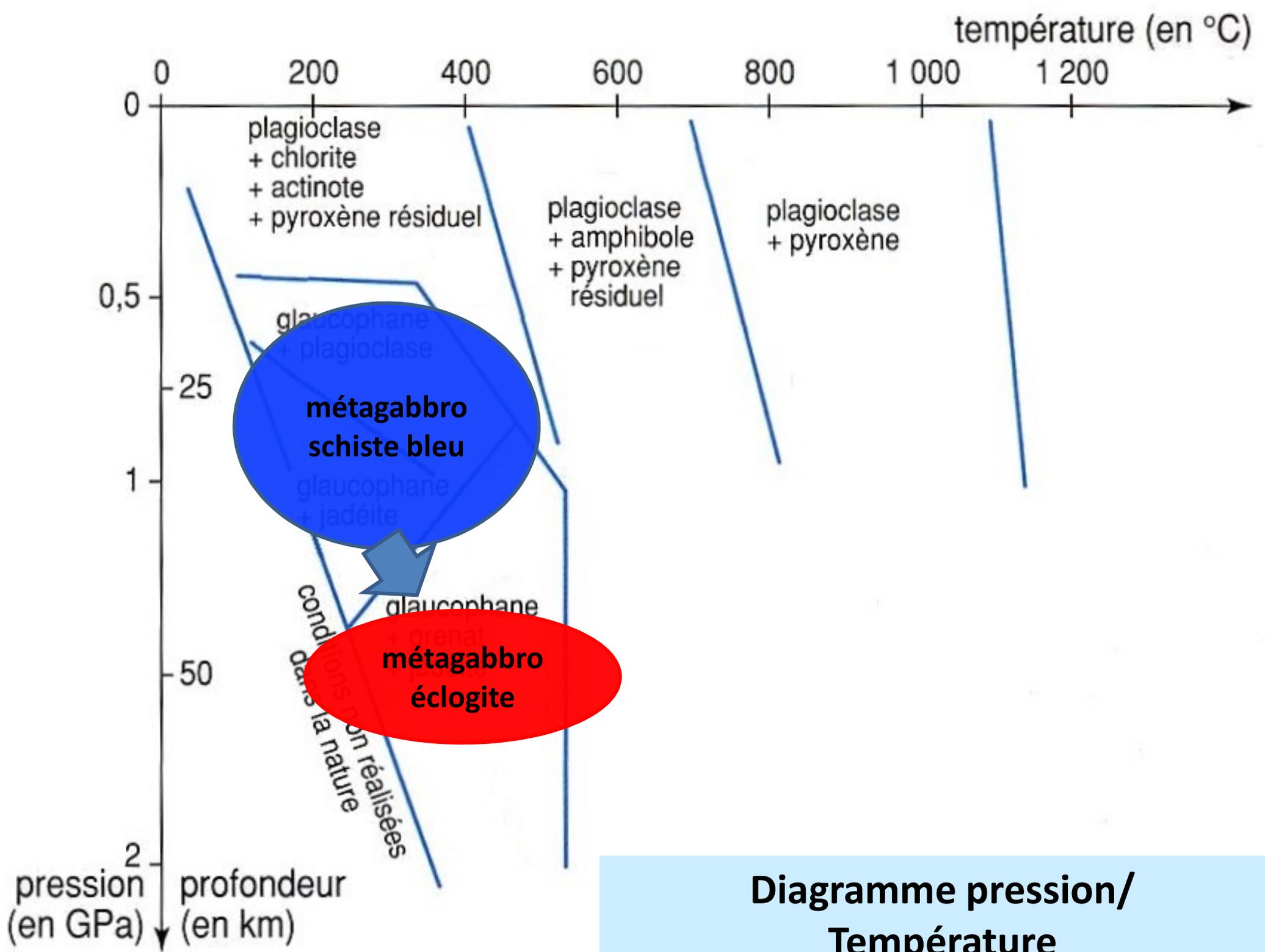


Plagioclase + Chlorite + Actinote → Amphibole bleue (Glaucophane) + eau

Métagabbro du faciès des éclogites



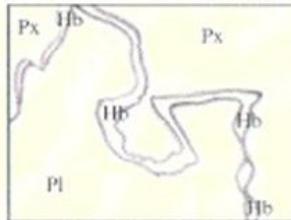
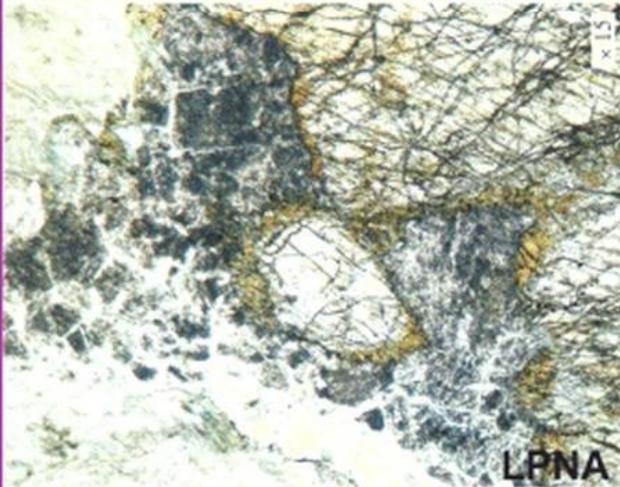
Plagioclase + Glaucophane → Grenat + Pyroxène vert (Jadéite) + eau



Métamorphisme de subduction

Pression
Température

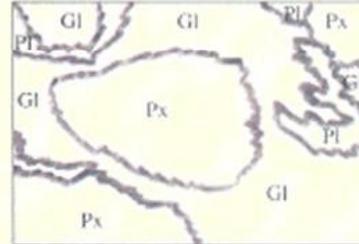
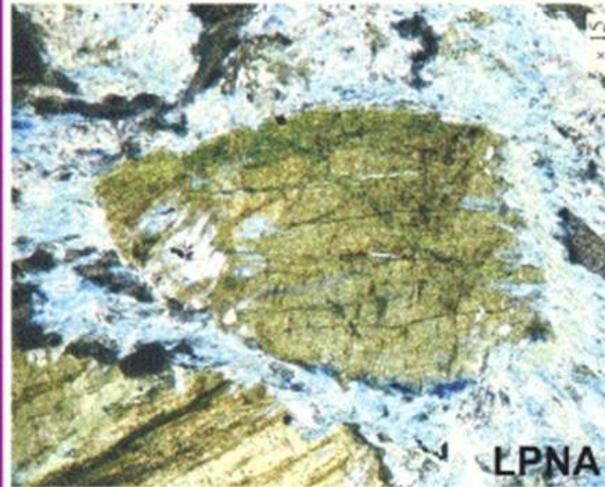
"Schiste vert"



Act = actinote
Q = quartz
Pl = feldspath plagioclase
Px = pyroxène
J = jadéite (pyroxène vert)
Gl = glaucophane
Gt = grenat

Métagabbro
à Hornblende

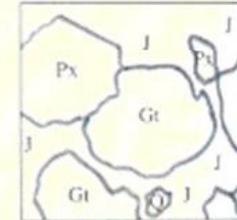
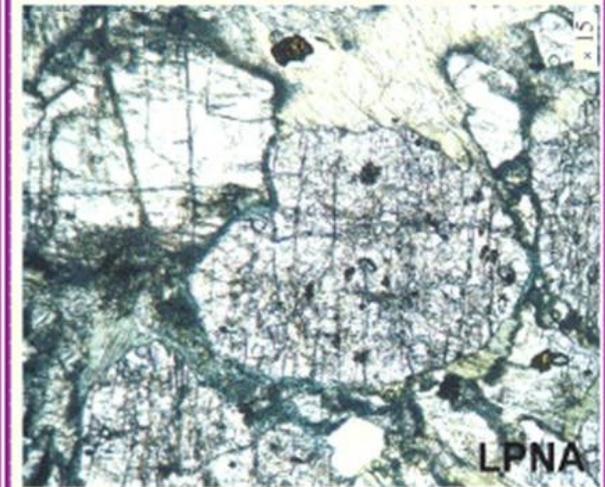
"Schiste bleu"



Act = actinote
Q = quartz
Pl = feldspath plagioclase
Px = pyroxène
J = jadéite (pyroxène vert)
Gl = glaucophane
Gt = grenat

Métagabbro
à Glaucophane

"Eclogite"



Métagabbro
à Jadéite et Grenat

Thème : A la recherche du passé géologique de notre planète

Leçon 2: Le temps enregistré dans les roches

Introduction/rappels

I°) A la recherche d'une chaîne de montagnes ancienne

A°) Rappels de 1ère sur la formation des chaînes de montagnes actuelles

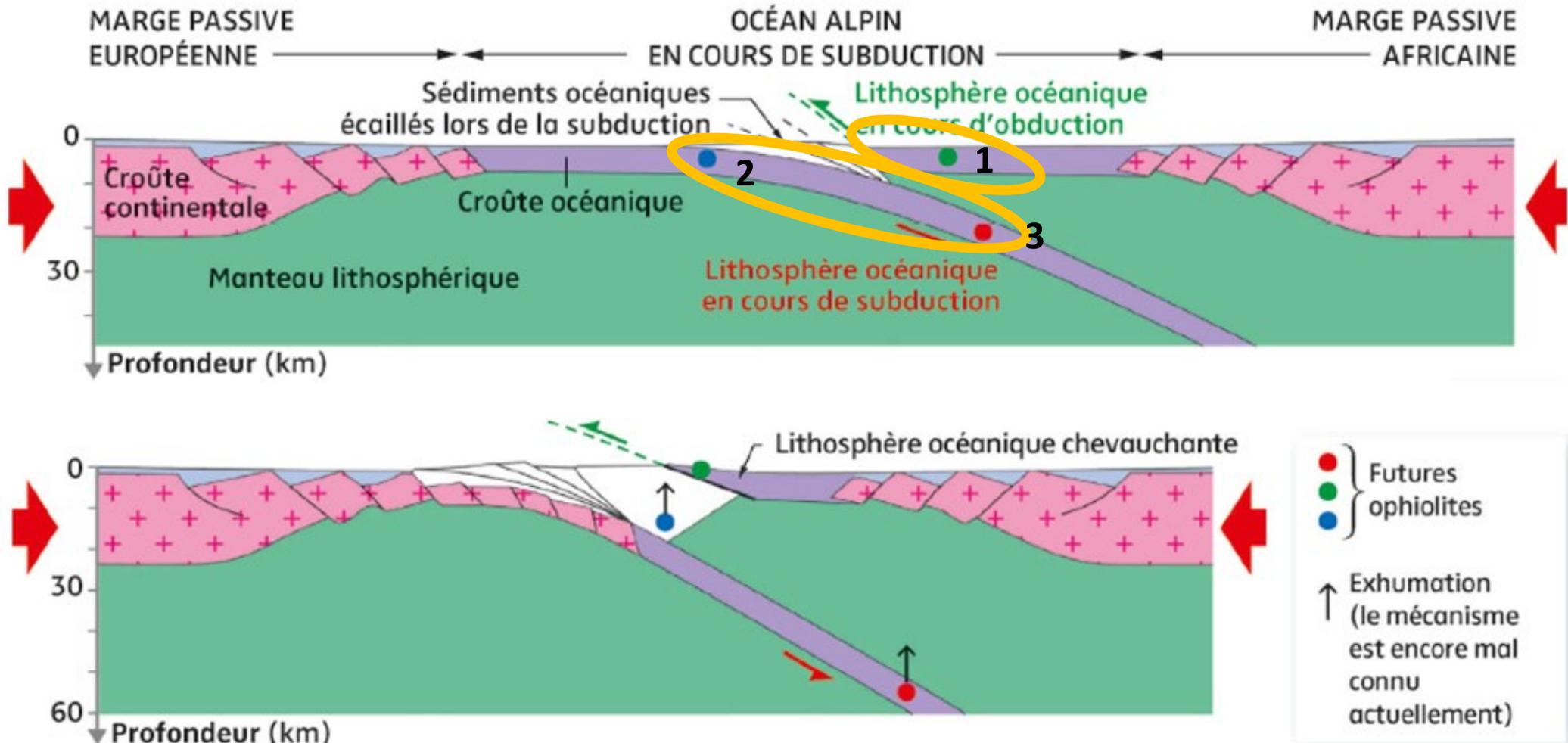
B°) Localisation des chaînes de montagnes anciennes

II°) A la recherche d'océans disparus

A°) Rappels de 1ère sur la formation des océans

B°) Les ophiolites, des traces d'océans disparus

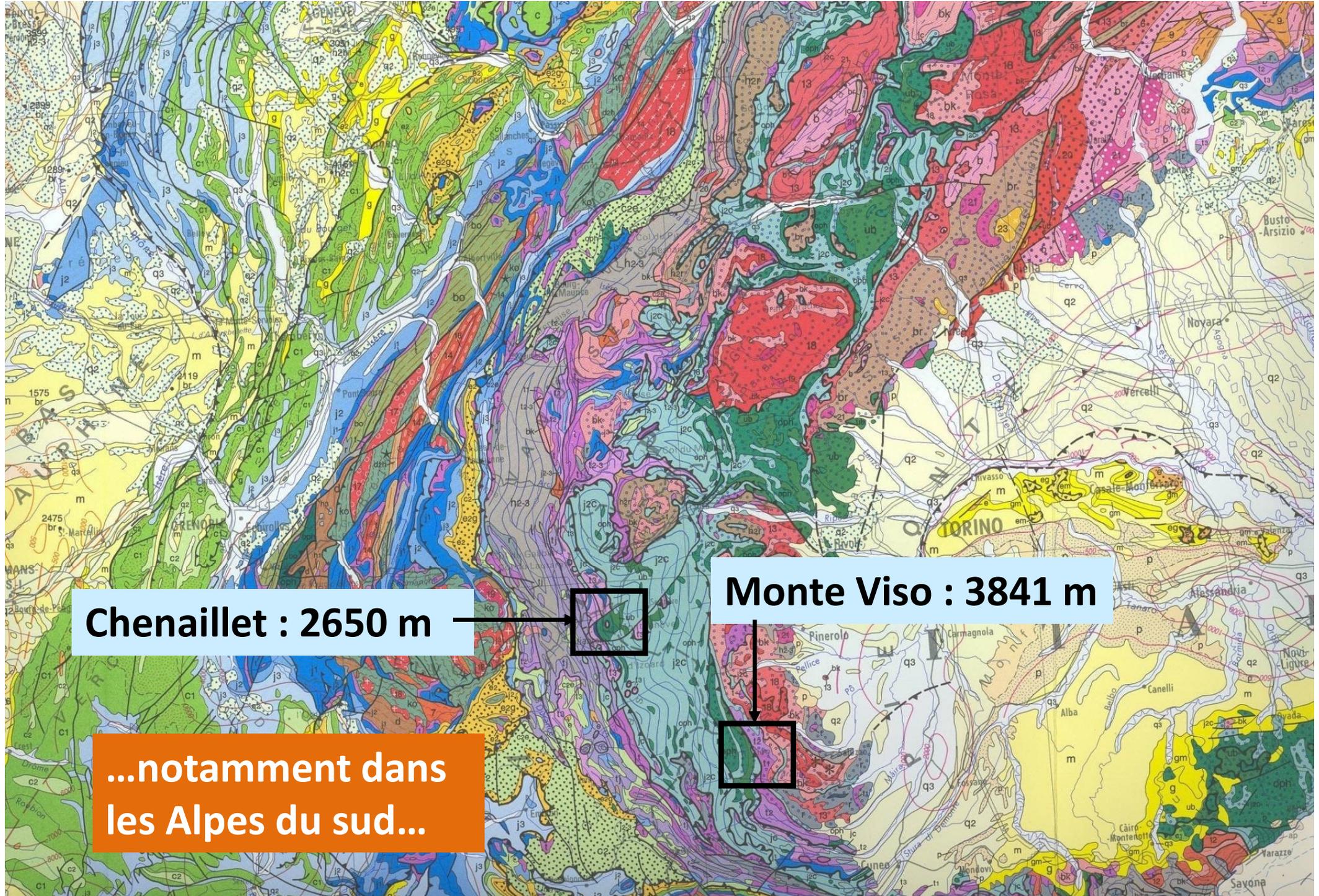
2 types d'ophiolites



1 : Obduction : pas de métamorphisme supplémentaire

2 et 3 : Subduction : métamorphisme HP-BT (faciès Schiste bleu et éclogite)

Des traces d'un océan perdu...

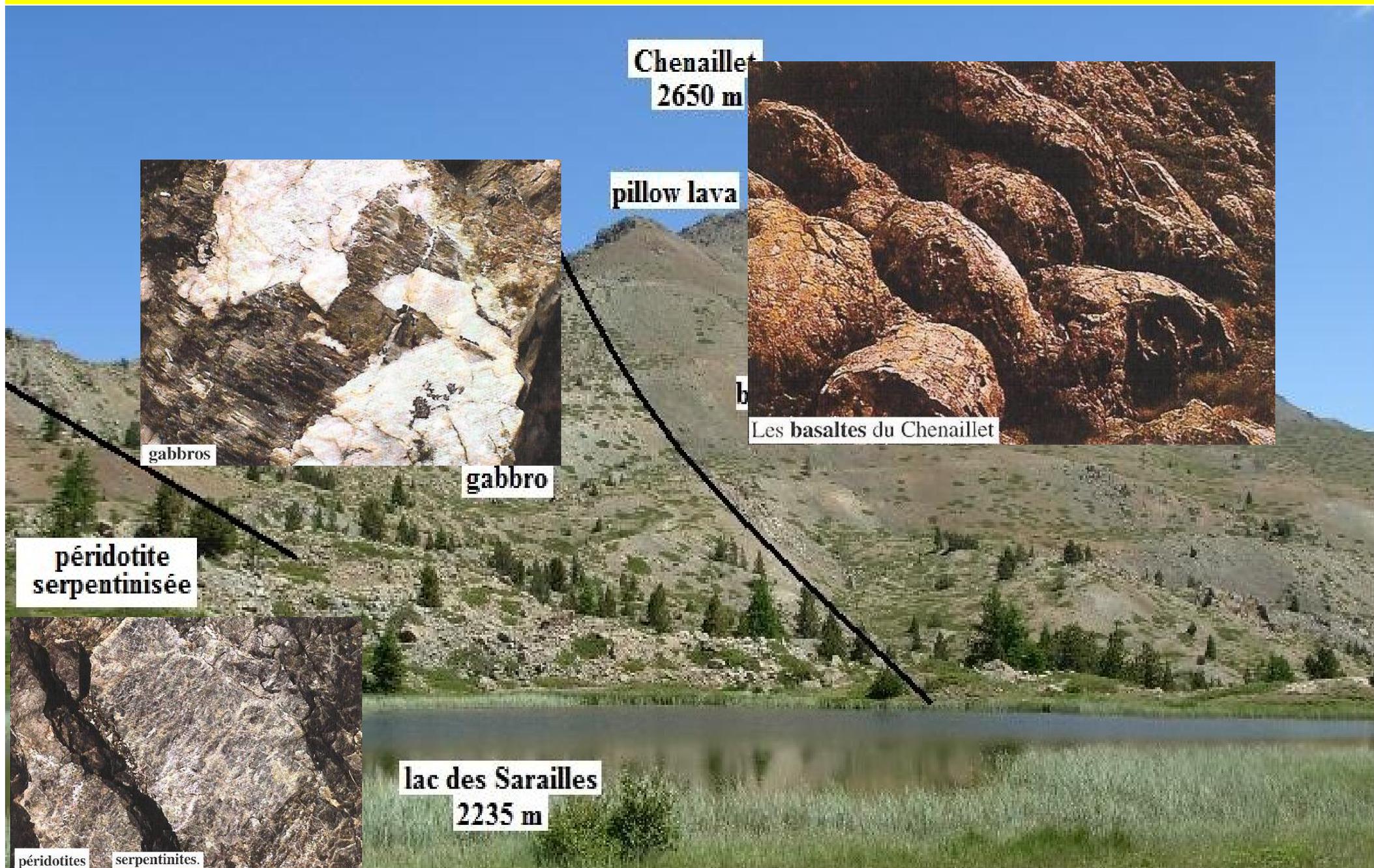


Chenaillet : 2650 m →

Monte Viso : 3841 m

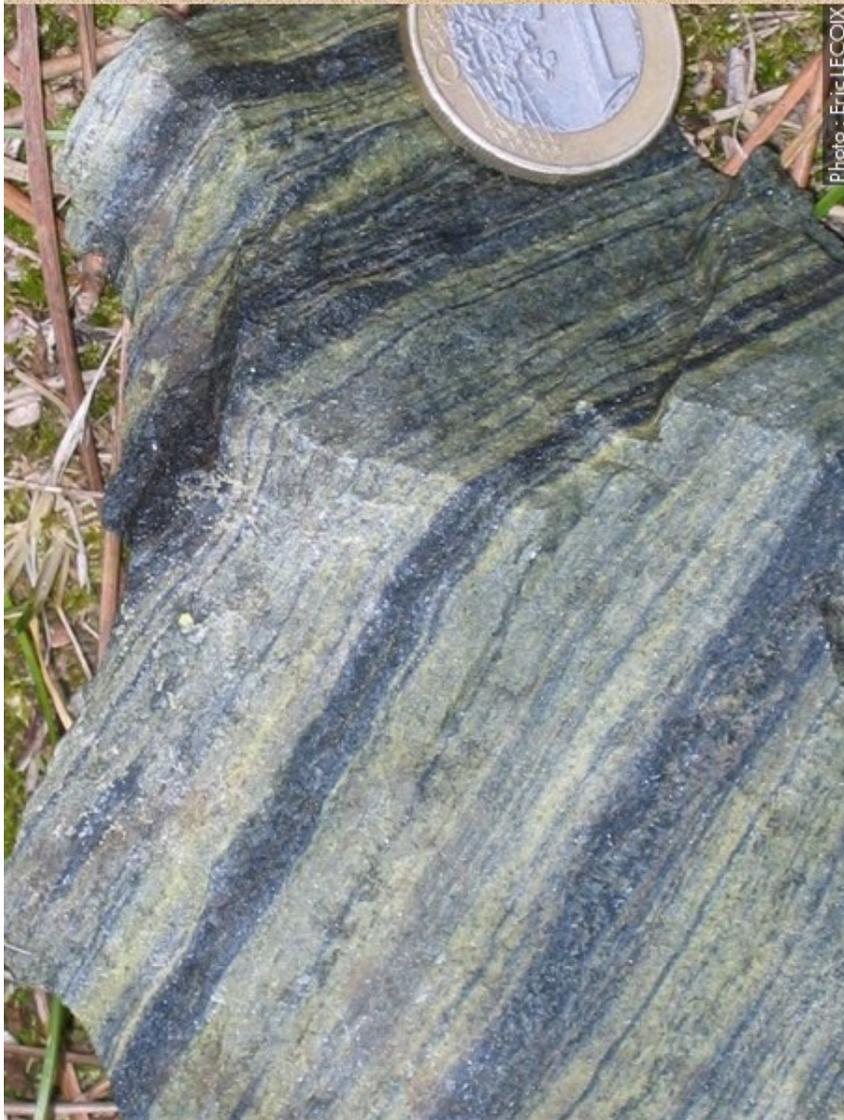
...notamment dans les Alpes du sud...

Le Chenaillet : un lambeau de lithosphère océanique dans les Alpes

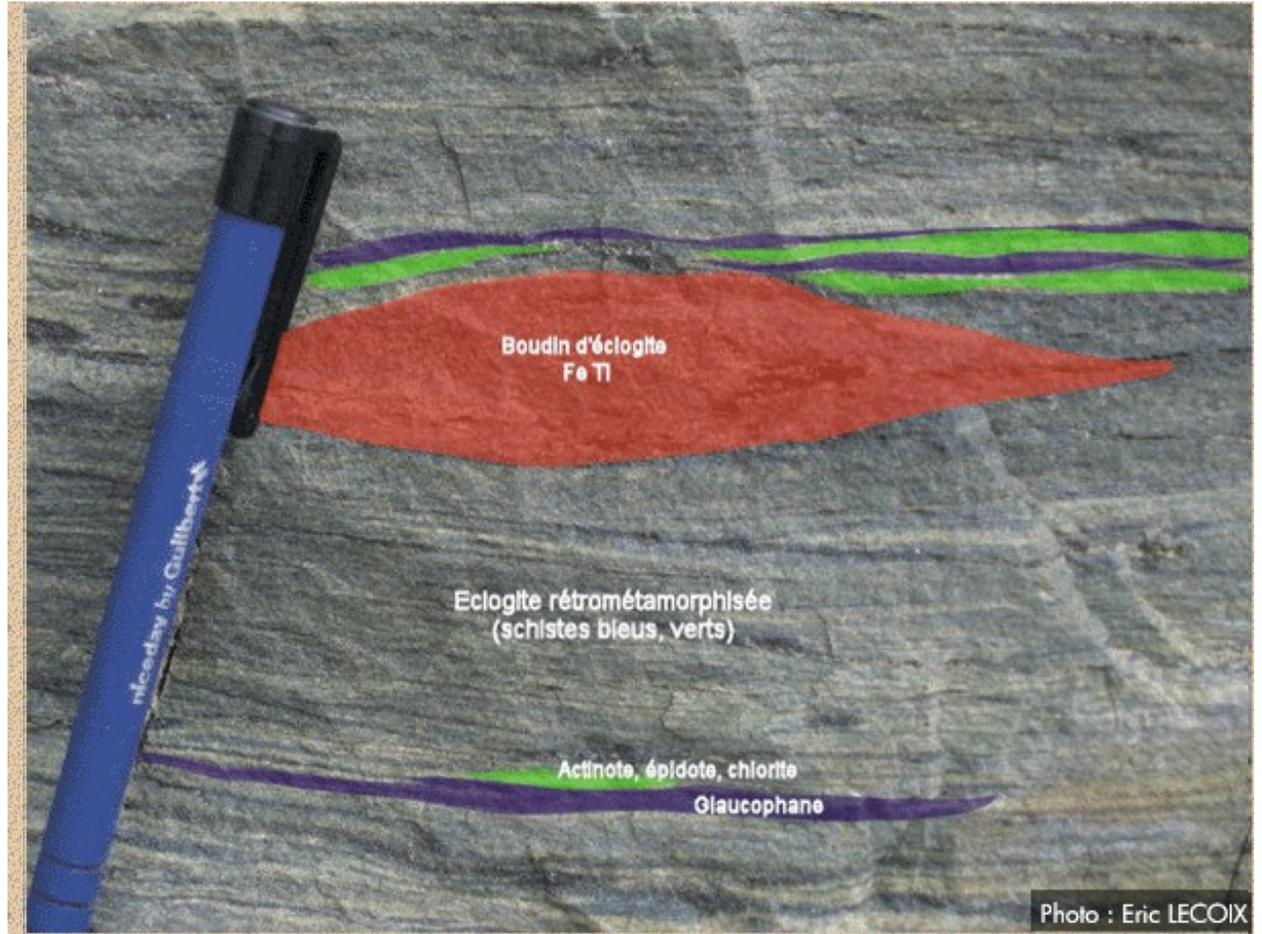


Métamorphisme SV peu marqué => ophiolite obduite

Le monte Viso : des roches très métamorphisées



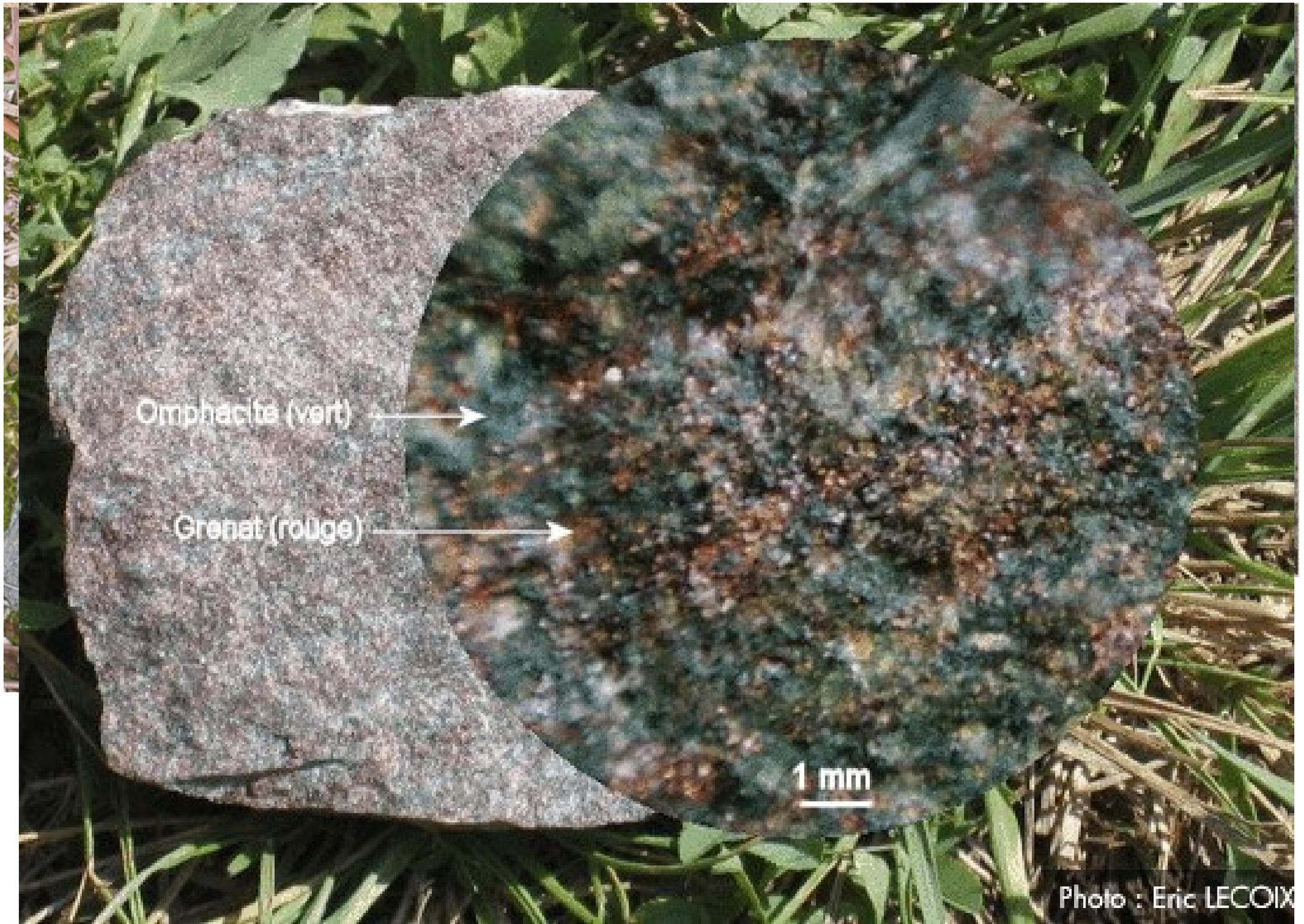
**Faciès schiste bleus
(superposé/intercalé au SV)**



**Faciès éclogitique
(omphacite = Cpx HP)**

Faciès métamorphiques HP-BT => ophiolite subduite

Le monte Viso : des roches très métamorphisées

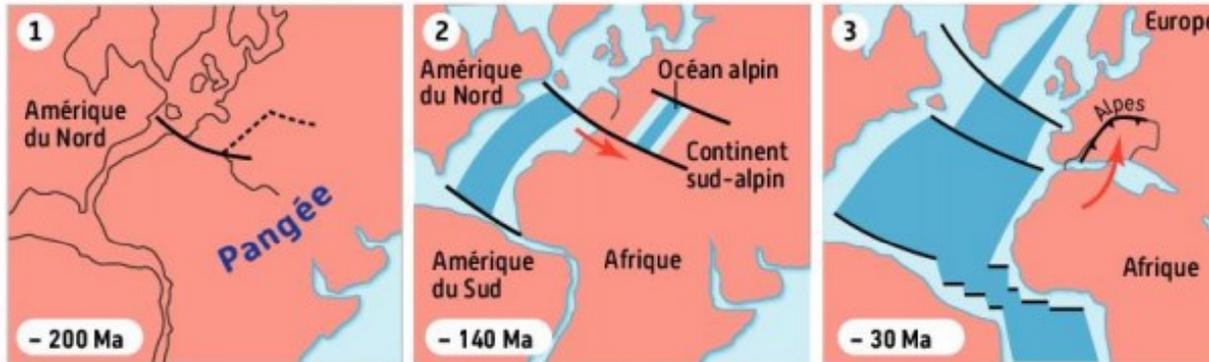


TD 2 : une roche raconte l'histoire d'un océan

16 Petit affleurement mais longue histoire !

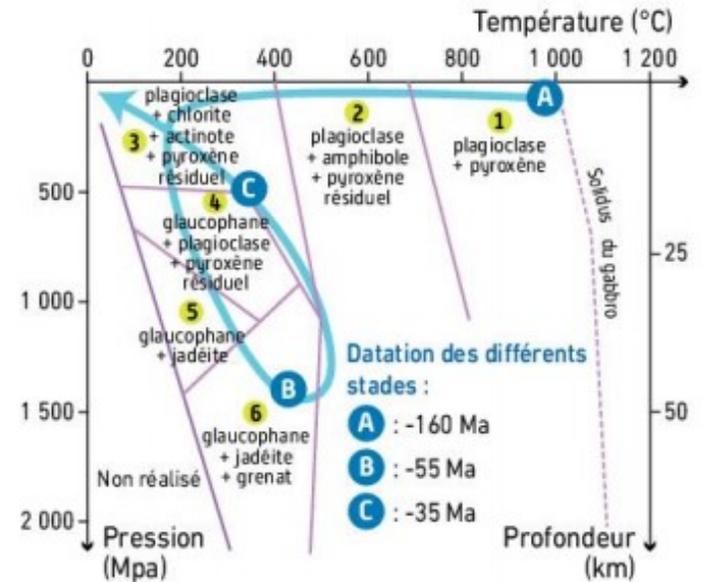
★ Au col de Passo Gallarino, dans les Alpes italiennes, un affleurement de métagabbros présente un aspect particulier : des petits boudins de faciès éclogites (6) sont inclus dans une roche plus claire correspondant aux faciès schistes bleus (4 et 5) et schistes verts (stade 1). On a pu reconstituer le trajet pression-température-temps de cette roche depuis la formation du gabbro au niveau de la dorsale (flèche bleue sur le diagramme B).

■ Reconstituez l'histoire géologique de ces métagabbros et montrez qu'elle est en accord avec les cartes paléogéographiques de l'histoire alpine.



① Pangée ② Ouverture de l'océan Atlantique nord et de l'océan alpin ③ Ouverture de l'océan Atlantique sud et formation des Alpes

③ Cartes paléogéographiques de quelques étapes de l'histoire des Alpes.



③ Diagramme pression - température - temps.

Remarque : Le trajet B vers C correspond aux effets de l'érosion qui ramène vers la surface les roches formées dans les profondeurs de la chaîne de montagnes.

- contours continents
- marges continentales
- océans

Thème : A la recherche du passé géologique de notre planète

Leçon 2: Le temps enregistré dans les roches

Introduction/rappels

I°) A la recherche d'une chaîne de montagnes ancienne

A°) Rappels de 1ère sur la formation des chaînes de montagnes actuelles

B°) Localisation des chaînes de montagnes anciennes

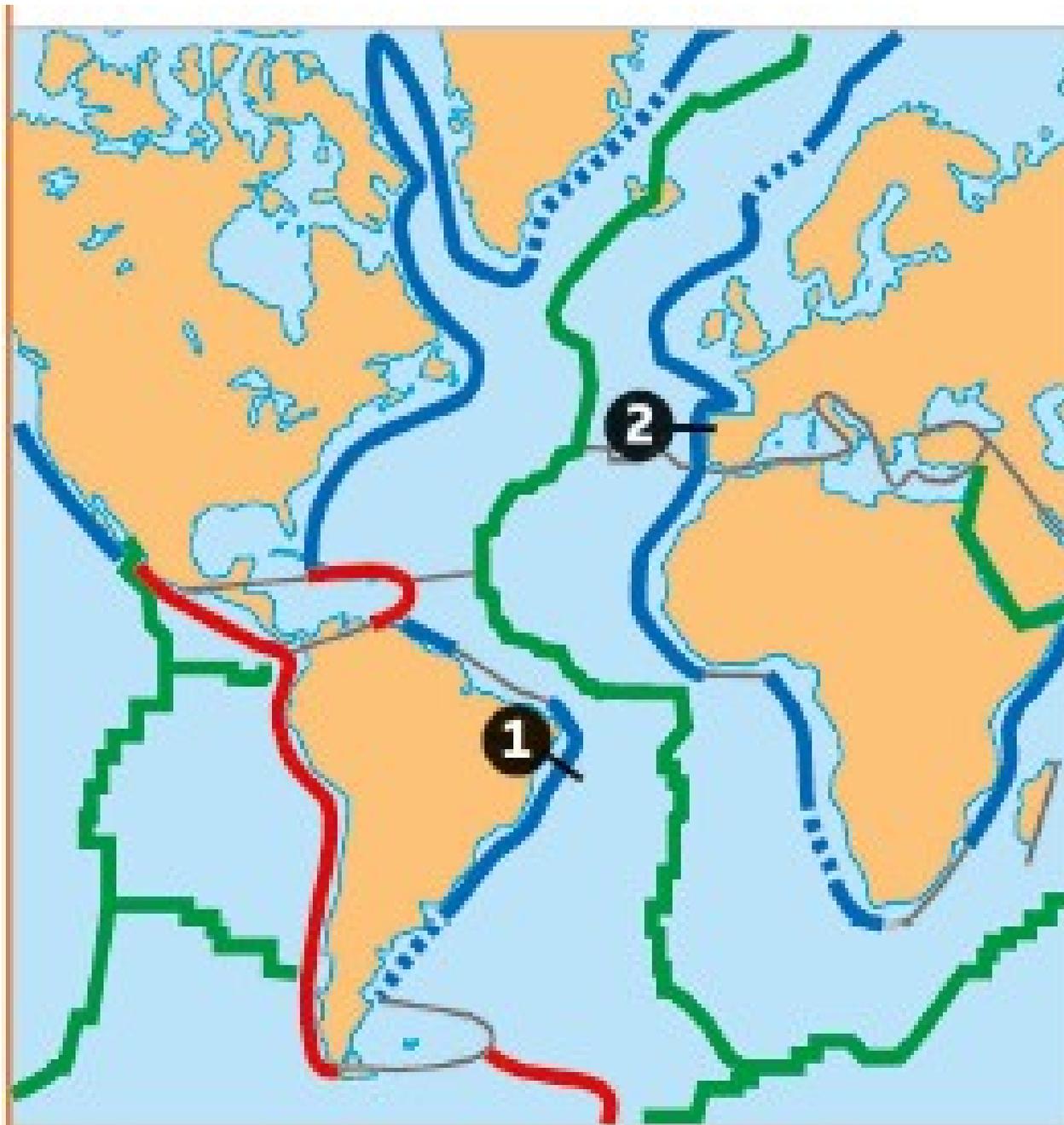
II°) A la recherche d'océans disparus

A°) Rappels de 1ère sur la formation des océans

B°) Les ophiolites, des traces d'océans disparus

III°) A la recherche de la fragmentation continentale

Localisation des marges passives sur le globe



— Marges passives

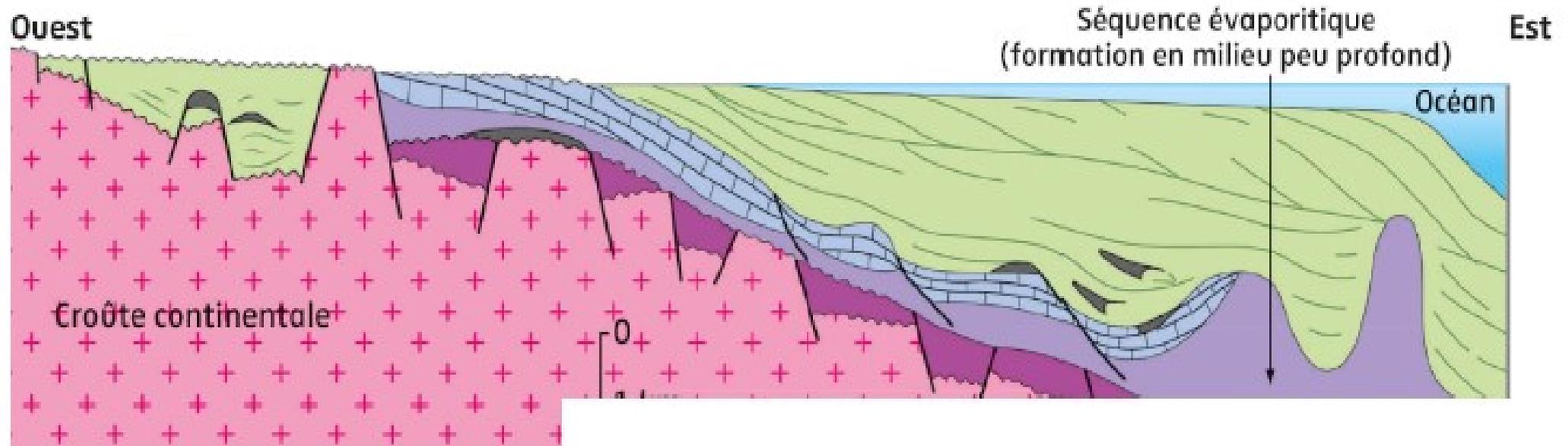
— Subductions

— Dorsales

① Coupe du document 2

② Coupe du document 3

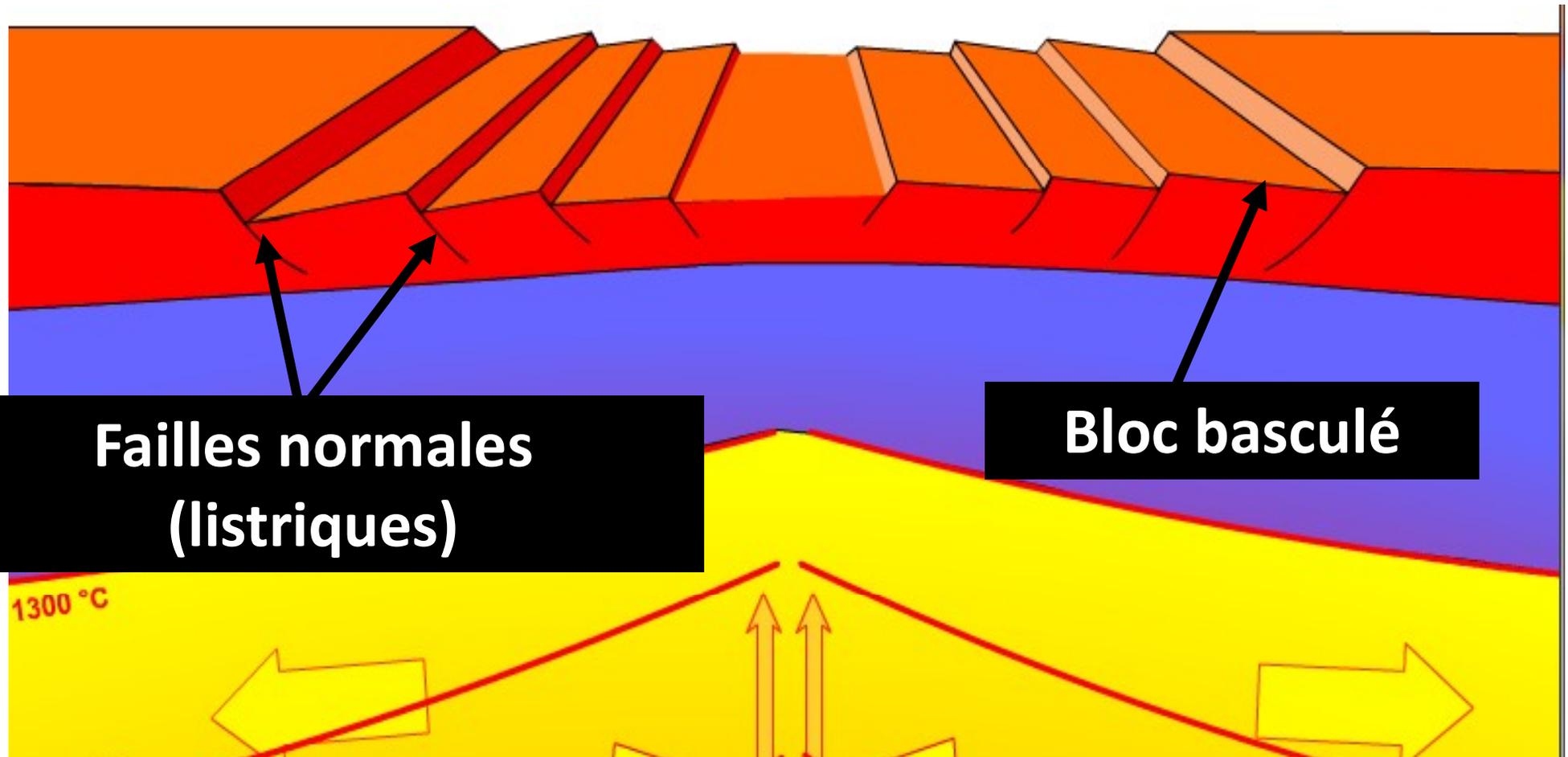
Reconstitution de la marge Brésilienne avec indication des paléoenvironnements sédimentaires



Dépôts :



L'ouverture d'un océan débute par un amincissement et une fracturation de la croûte continentale

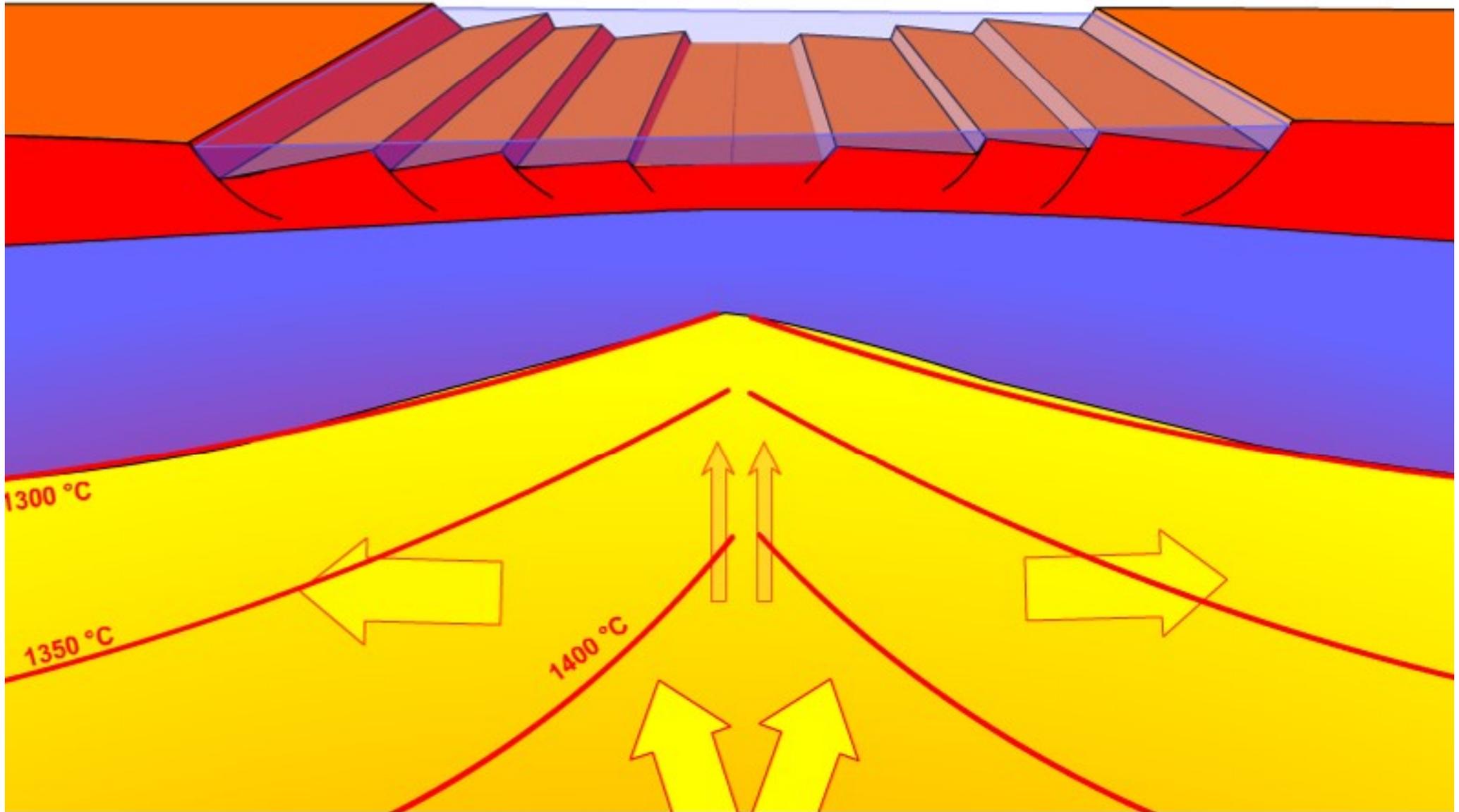


**Failles normales
(listriques)**

Bloc basculé

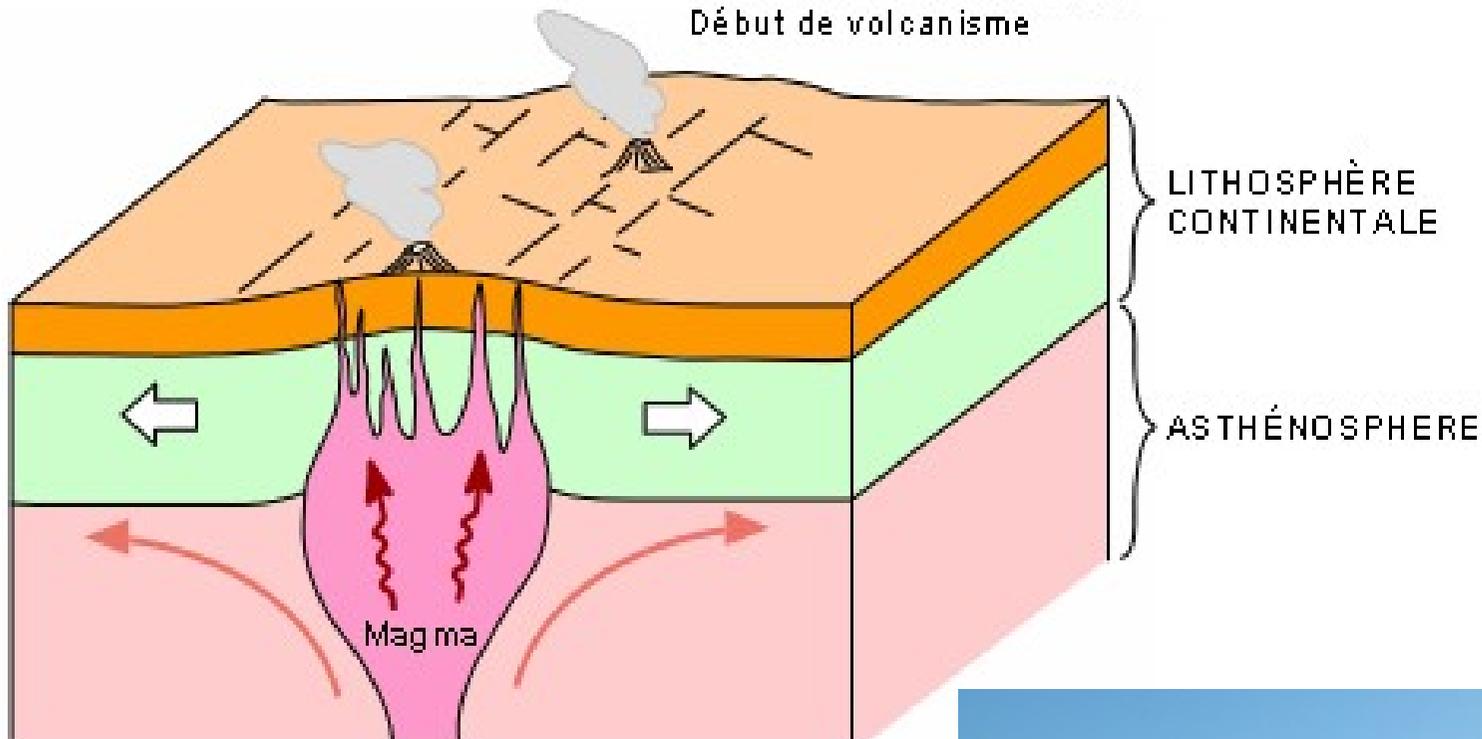
Extension => fracturation de la croûte par des failles listriques qui délimitent des blocs basculés

L'ouverture d'un océan débute par un amincissement et une fracturation de la croûte continentale



Amorce d'un rift continental.

Bombement et fracturation.
Début de volcanisme

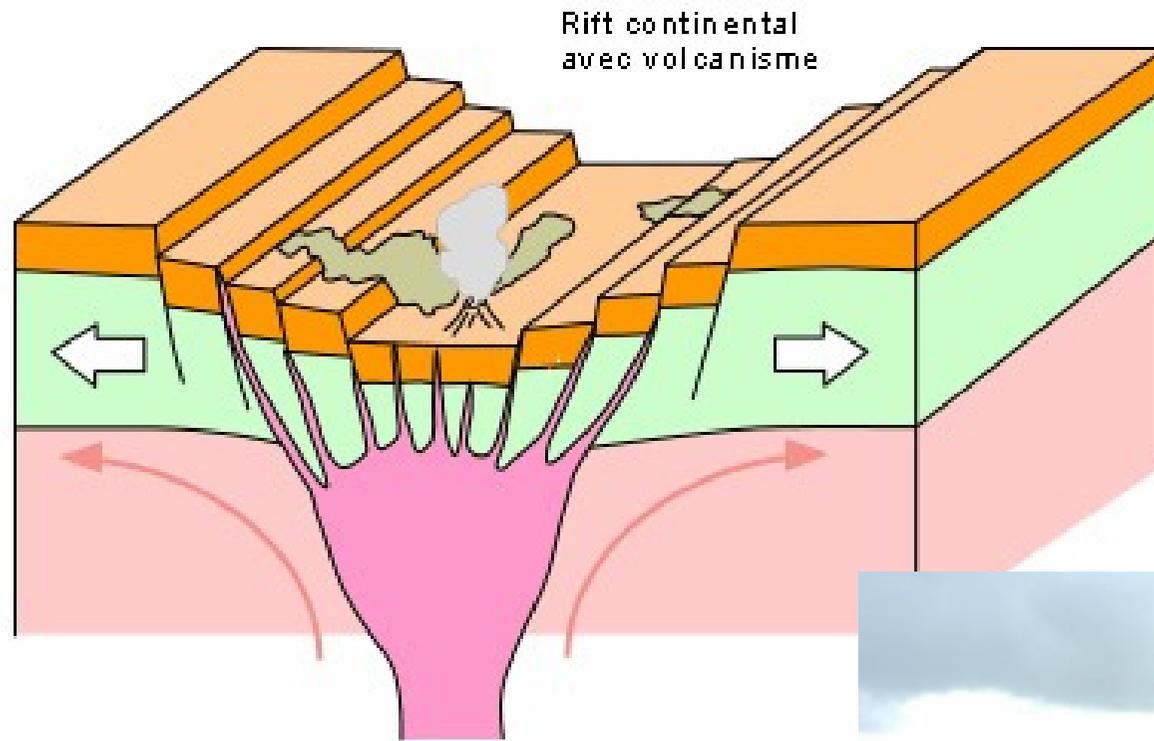


Vallée Rio Grande
USA



Stade pré-rift

Rift continental.

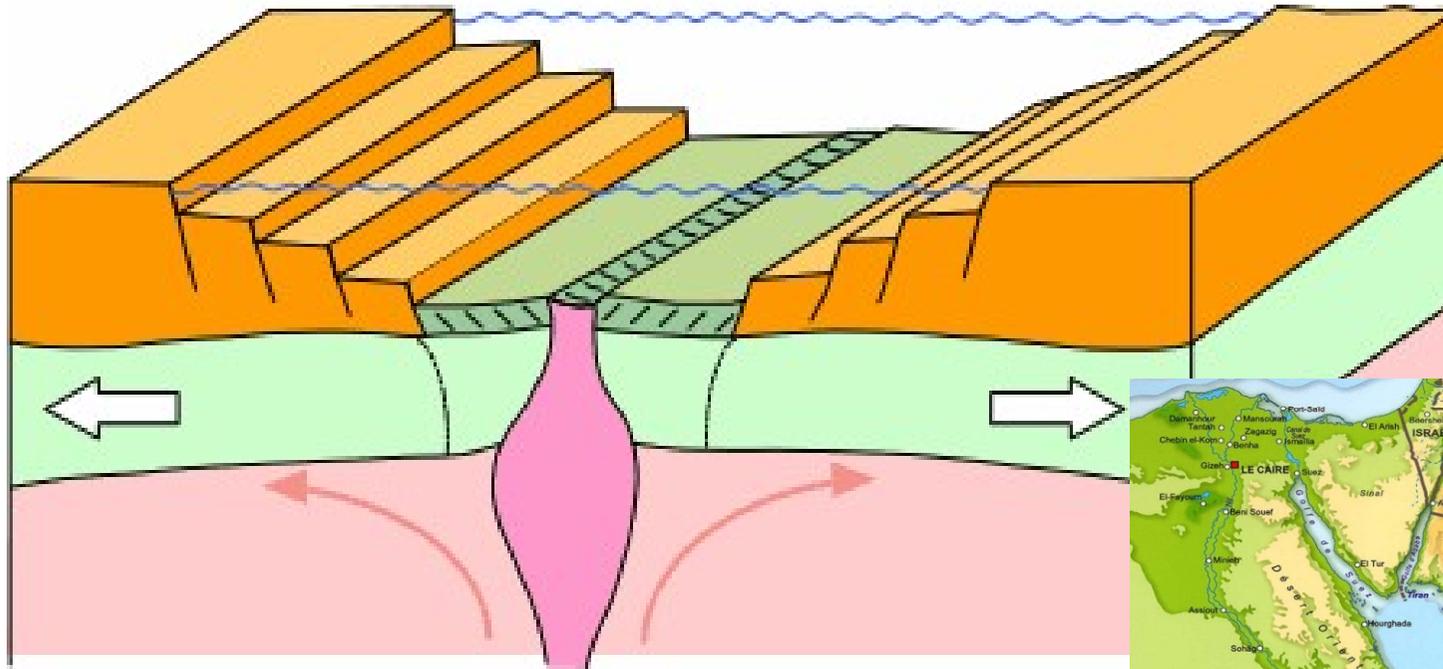


Rift est
éthiopien



Stade rift

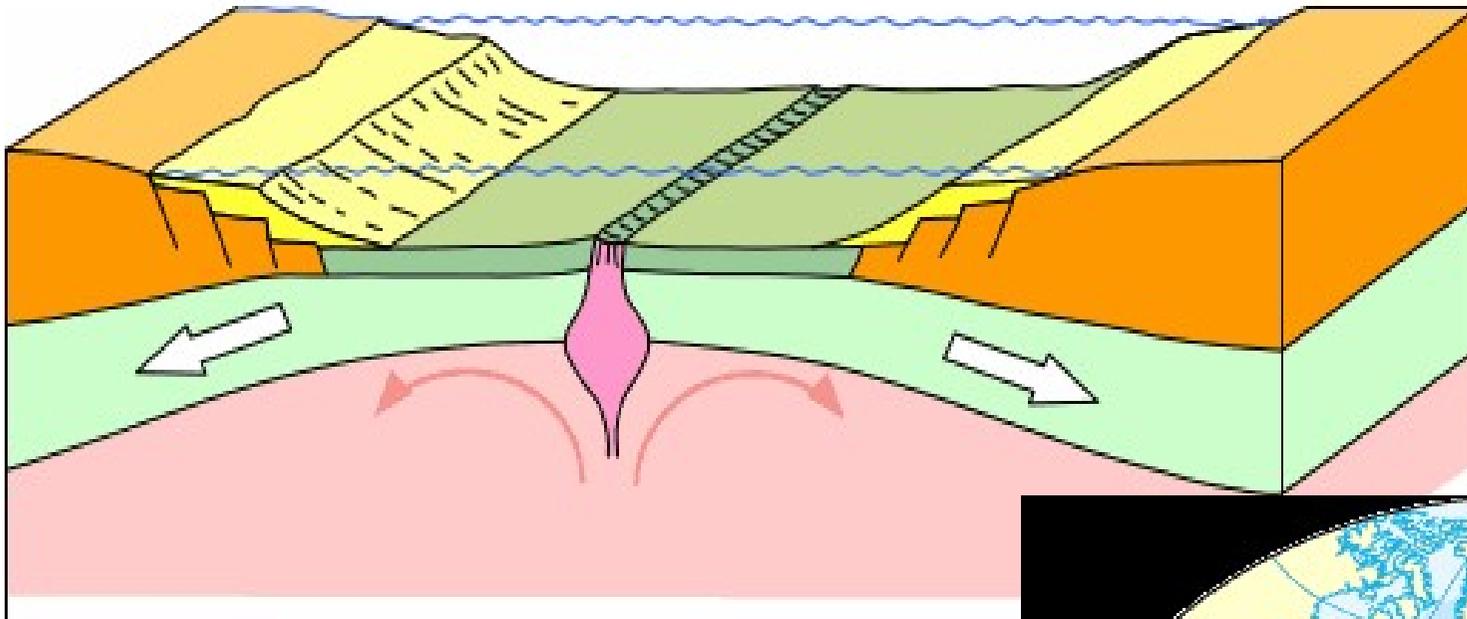
Premier plancher océanique - Mer linéaire.



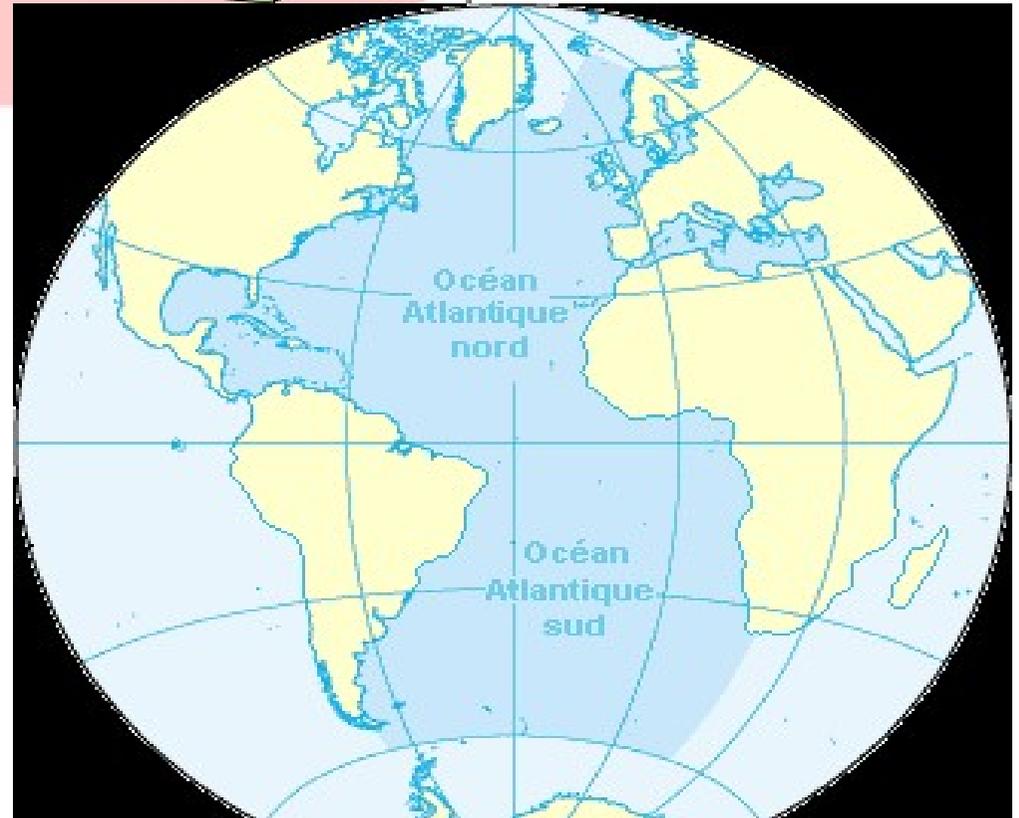
Mer
rouge

Stade mer linéaire

Océan de type Atlantique



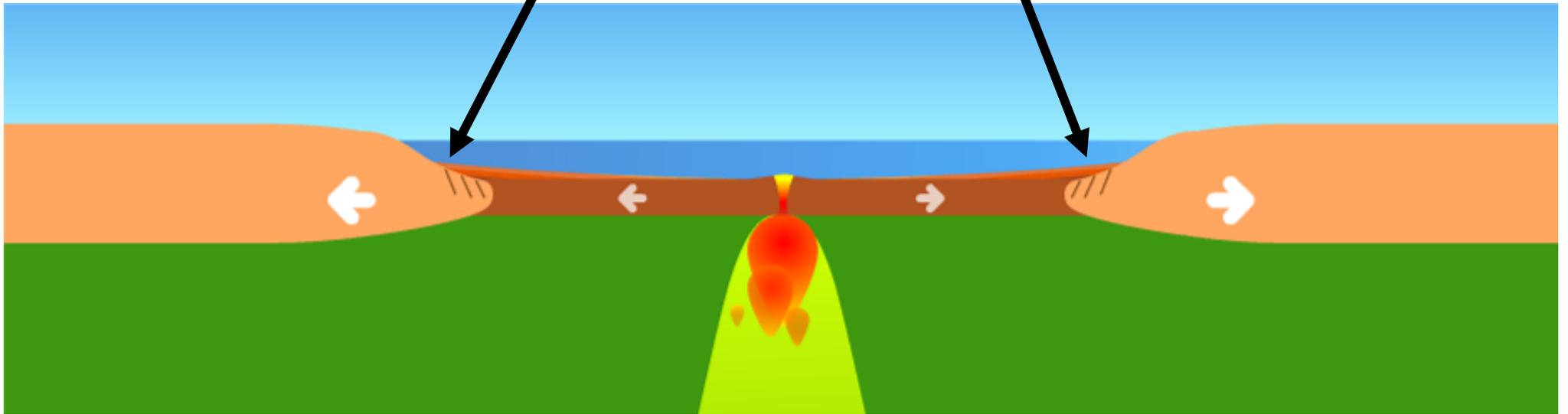
Océan
Atlantique



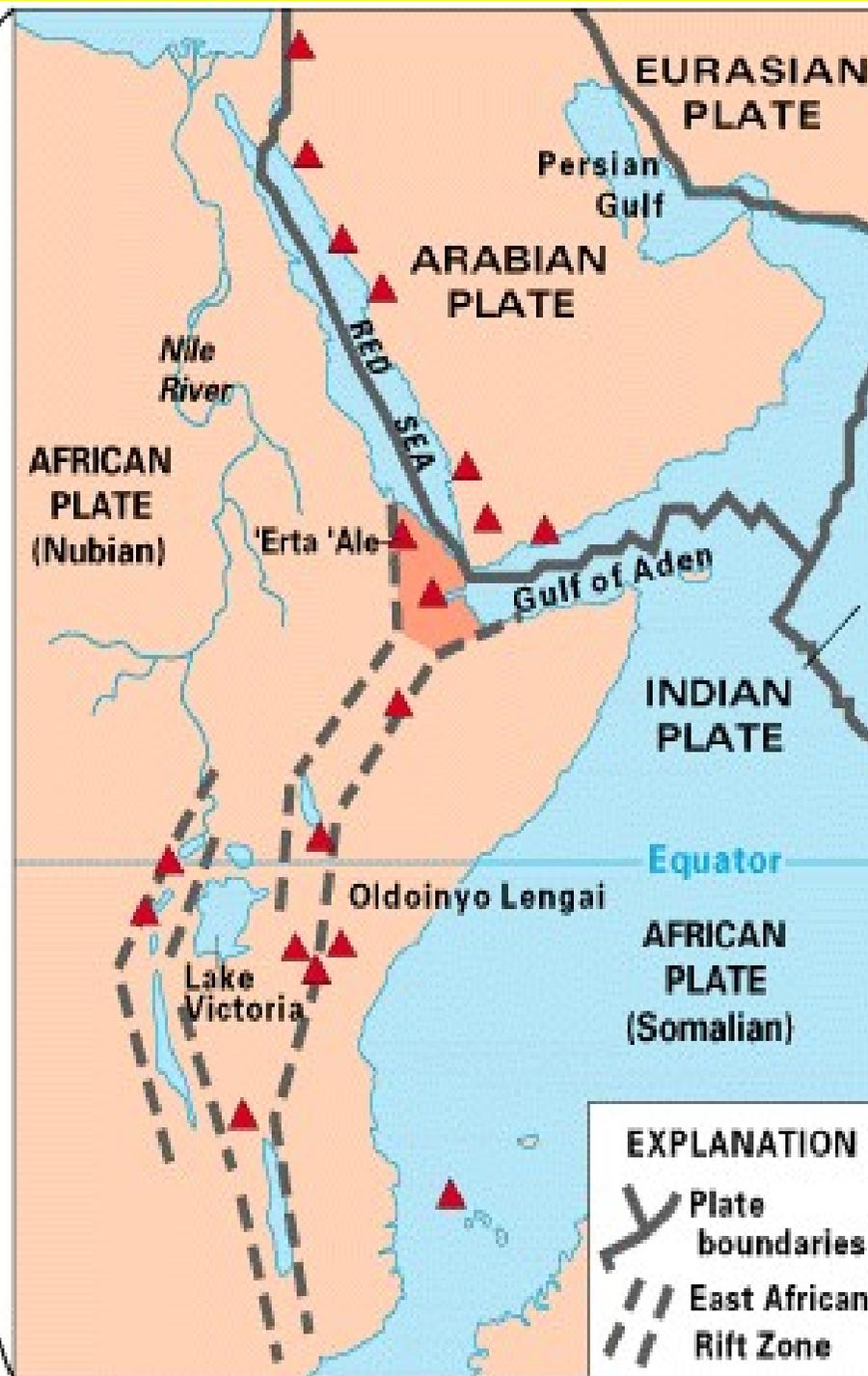
Stade océan

Deux marges passives de part et d'autre de l'océan ouvert

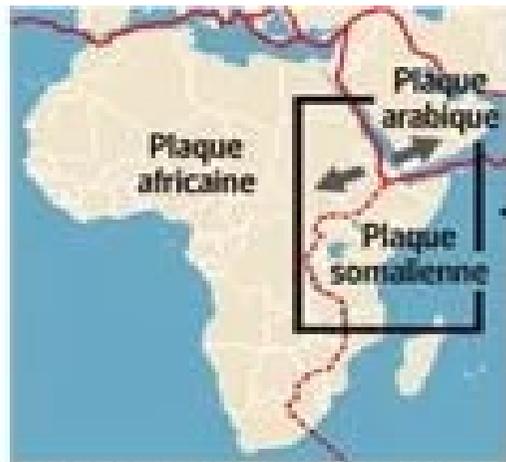
2 marges passives



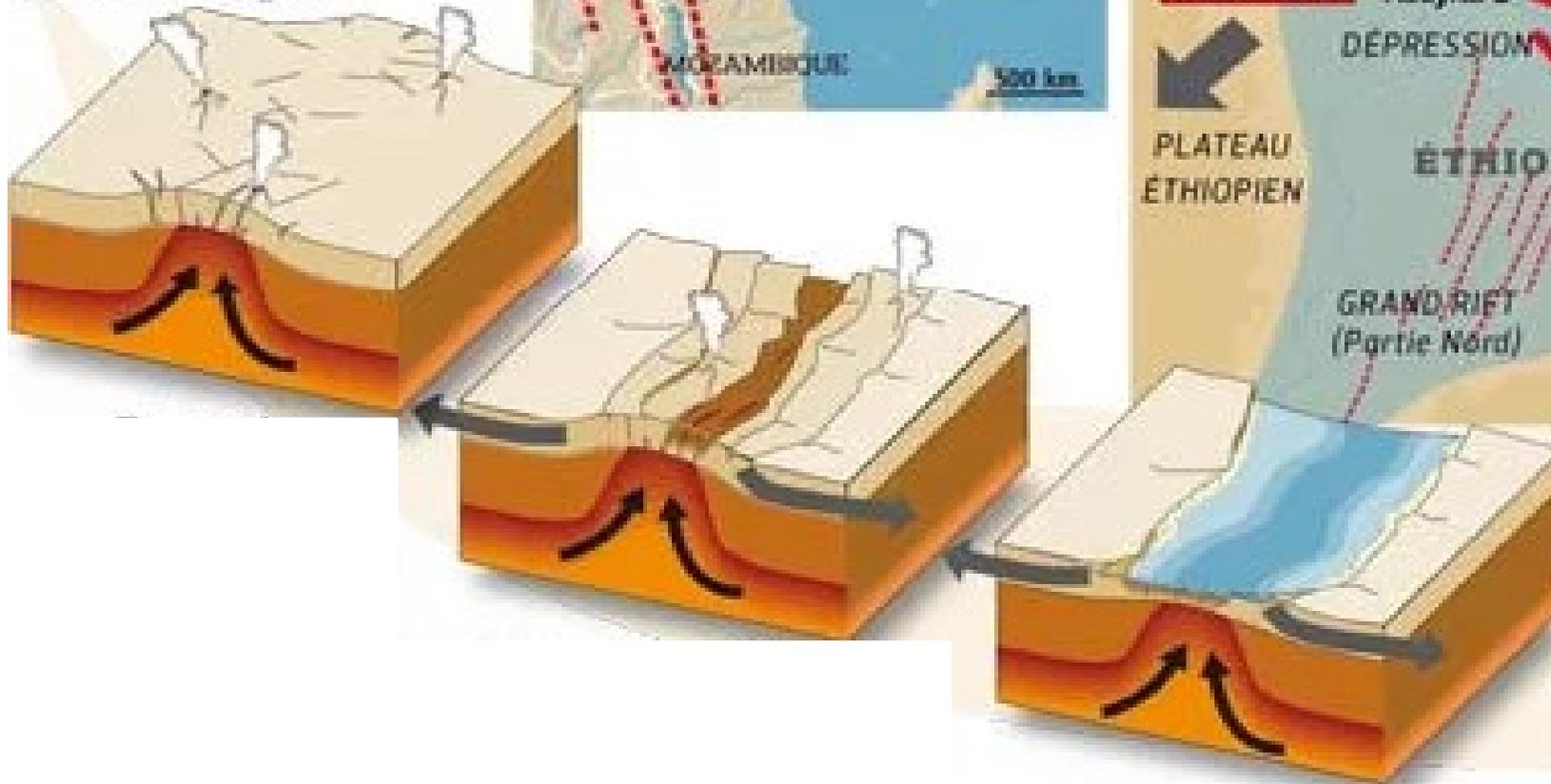
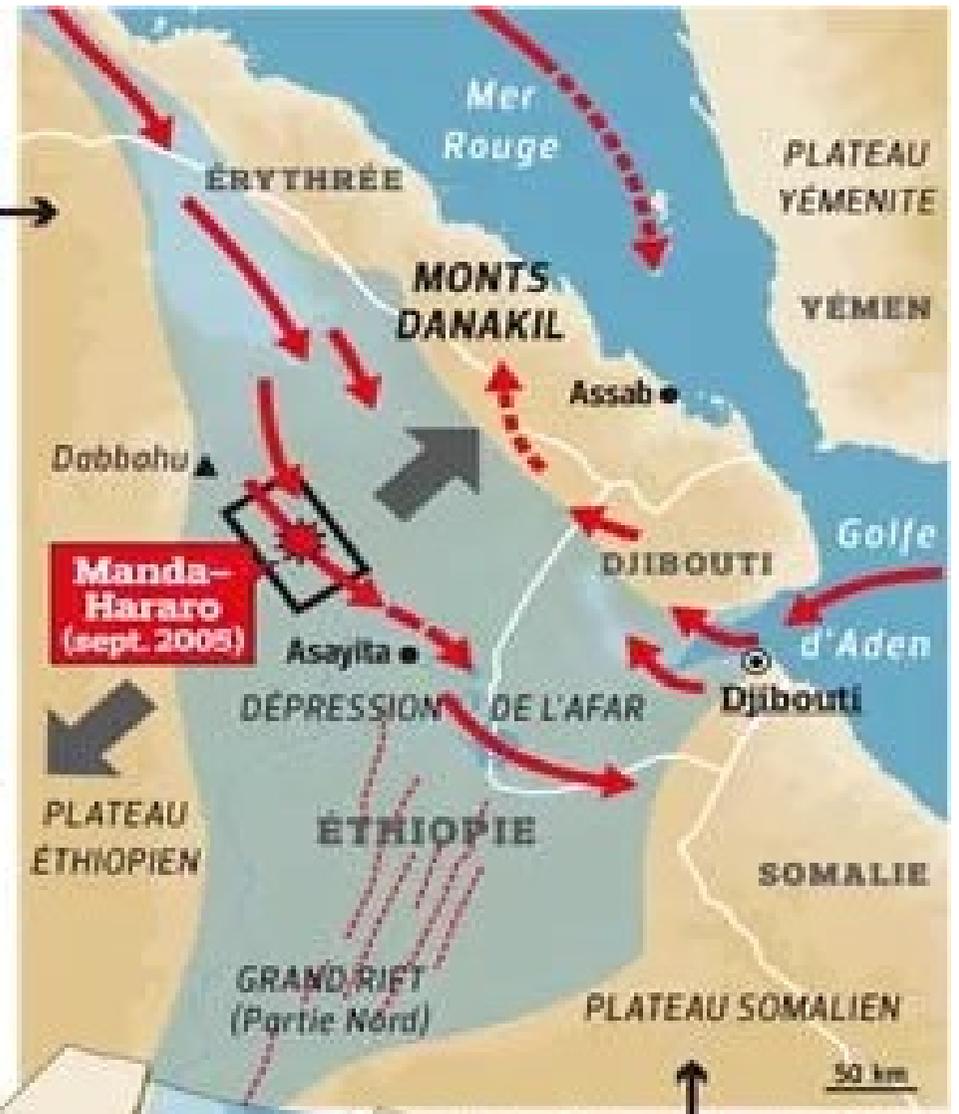
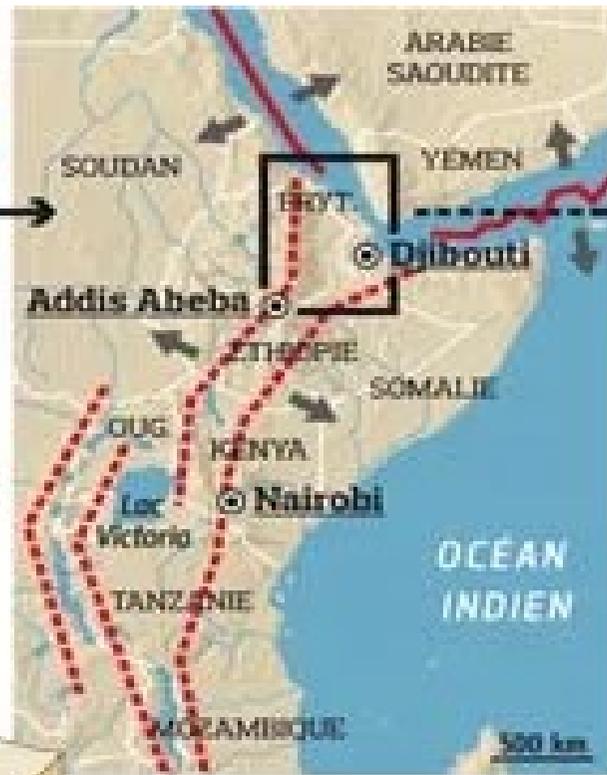
Exemple actuel d'ouverture océanique : le rift des Afars



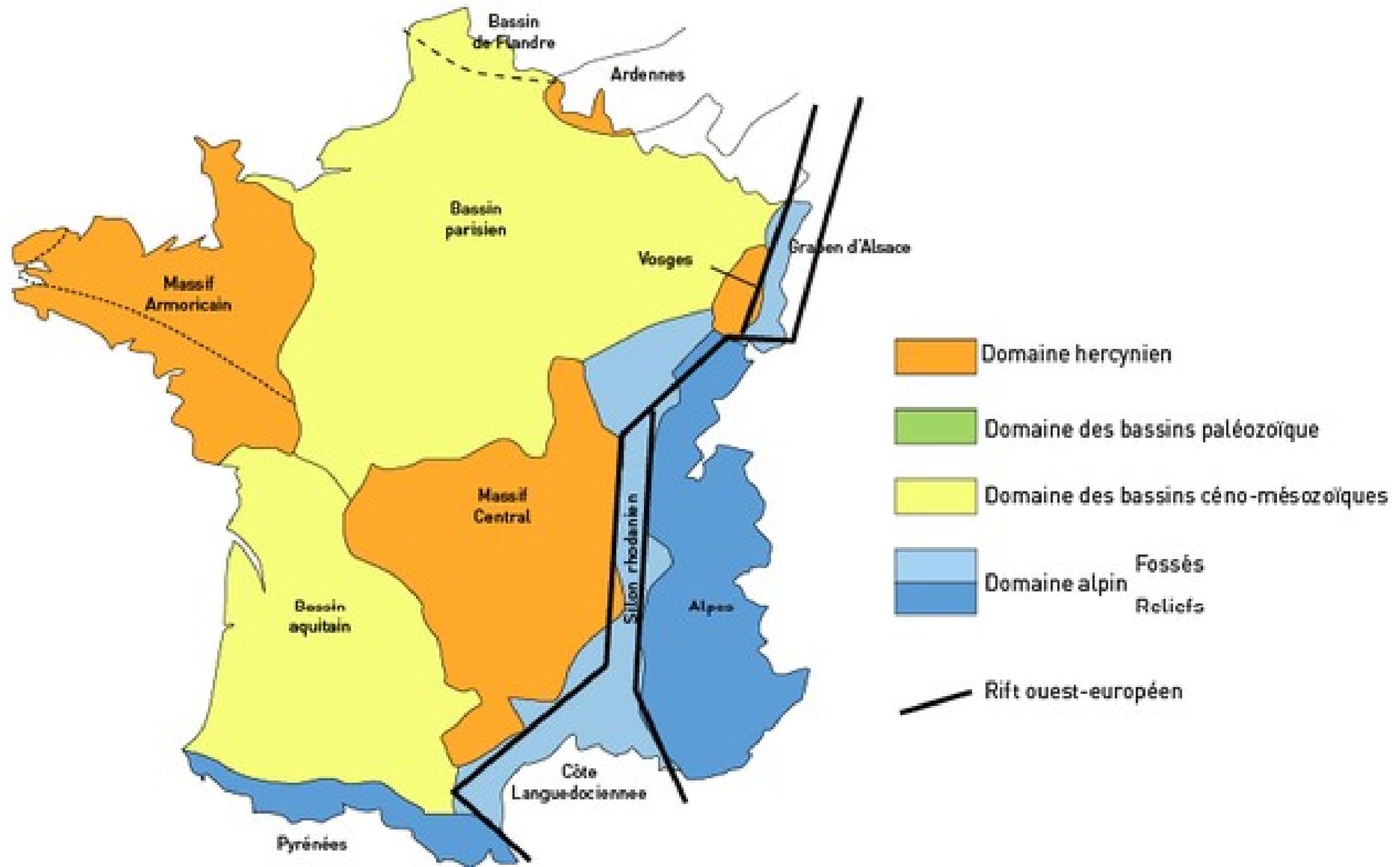
Exemple actuel d'ouverture océanique : le rift des Afars



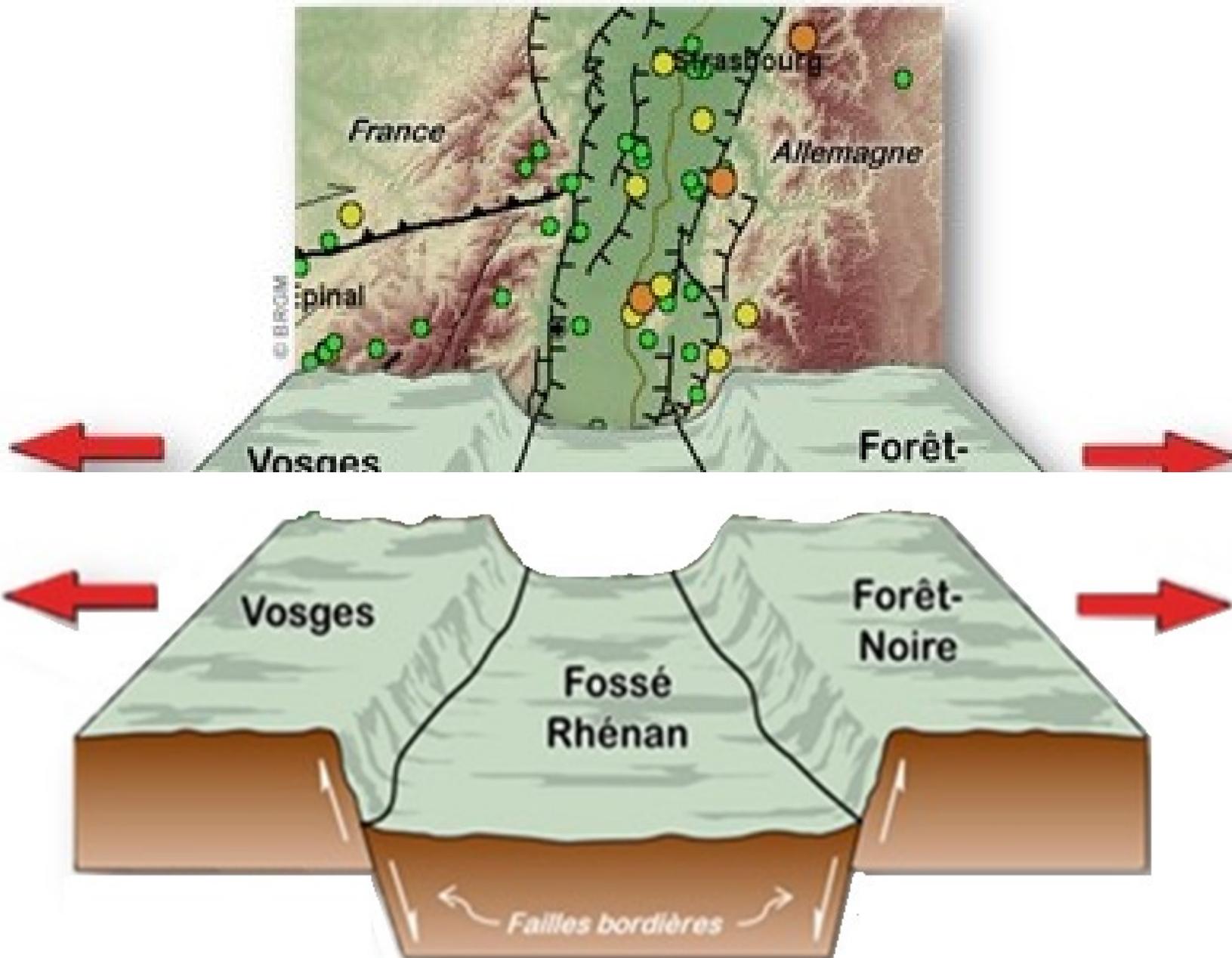
La plaque arabique se détache définitivement de l'Afrique



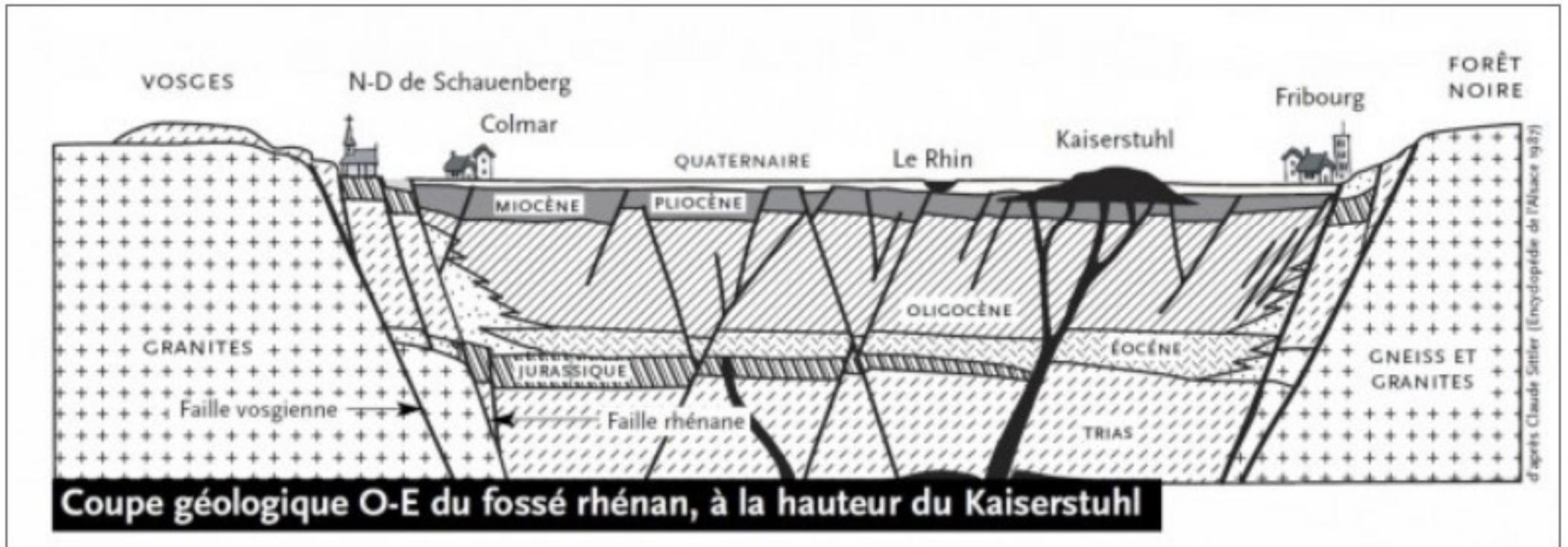
Un exemple de rift avorté : le fossé rhénan



Un exemple de rift avorté : le fossé rhénan



Un exemple de rift avorté : le fossé rhénan



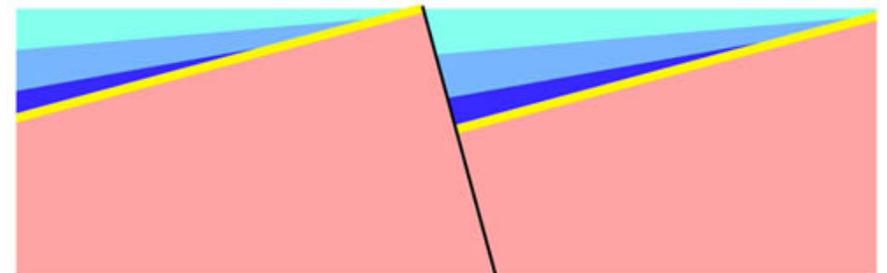
Coupe géologique O-E du fossé rhénan

L'enregistrement sédimentaire de la déchirure continentale

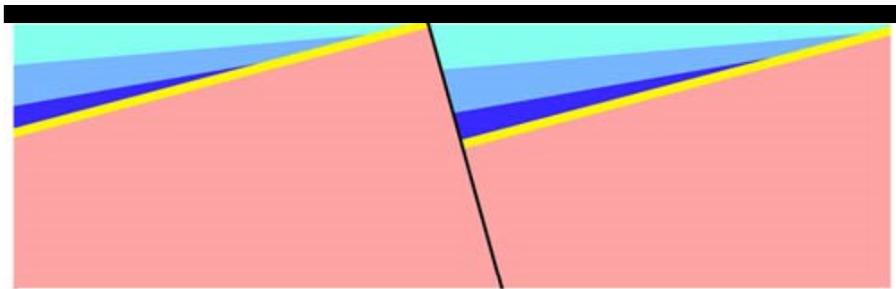
1. avant le basculement : sédimentation anterift



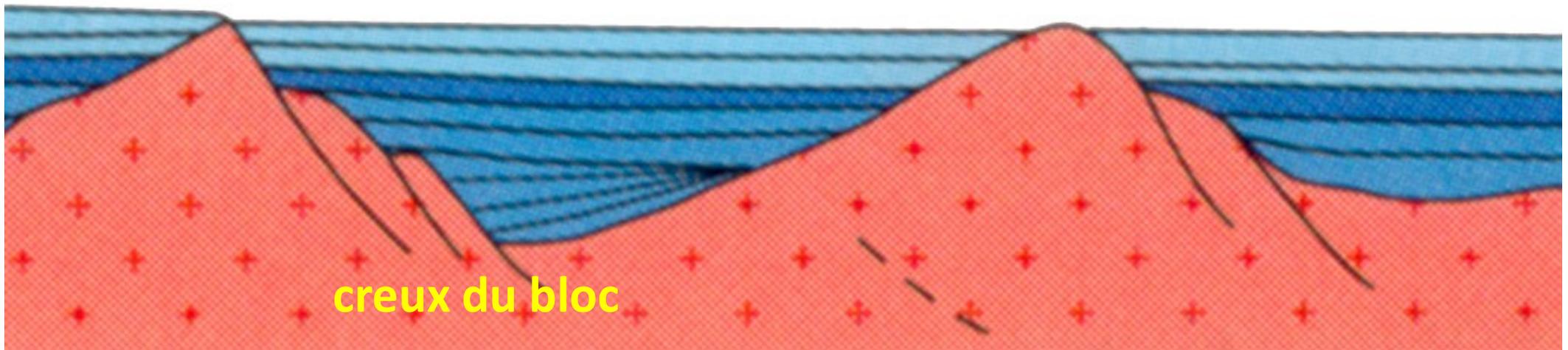
2. pendant le basculement : sédimentation synrift



3. après le basculement : sédimentation postrift



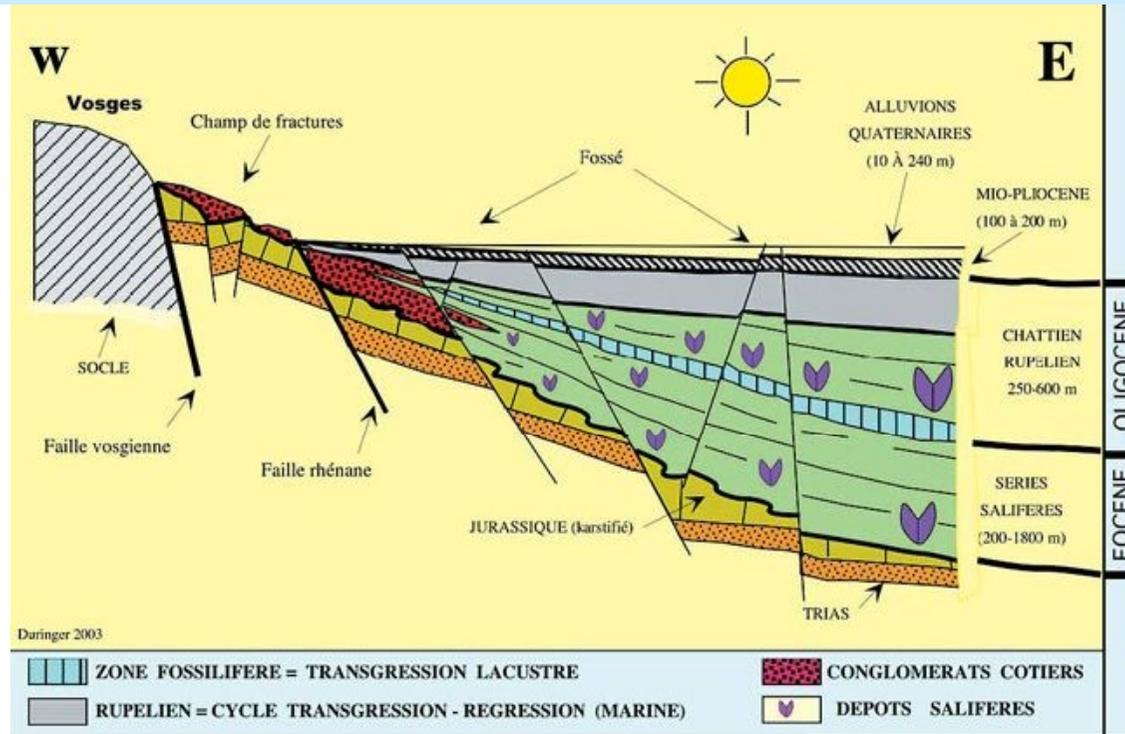
Sommet du bloc



creux du bloc

L'enregistrement sédimentaire de la déchirure continentale

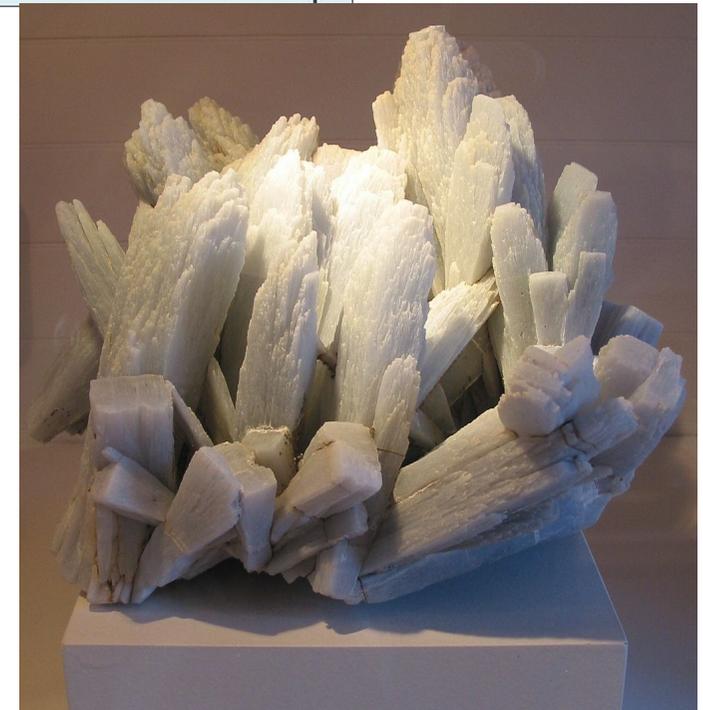
Coupe fossé rhénan



Conglomérats



Evaporites



TD 3 : les roches Bretonnes racontent l'histoire du globe

La Bretagne, un livre ouvert sur l'histoire de la Terre

La Bretagne est située au niveau du Massif armoricain. L'étude géologique de cette région permet de retracer quelques grands épisodes de l'histoire du globe.

■ À partir des données tirées des documents et en vous appuyant sur vos connaissances, montrez qu'il est possible de retrouver dans cette région des indices de plusieurs phases de regroupement et de dislocation des masses continentales.

1 Carte géologique du Massif armoricain

Remarque : les granites bretons se sont formés en profondeur lors des phases orogéniques (granites d'anatexie).

granites hercyniens (-350 à -300 Ma)

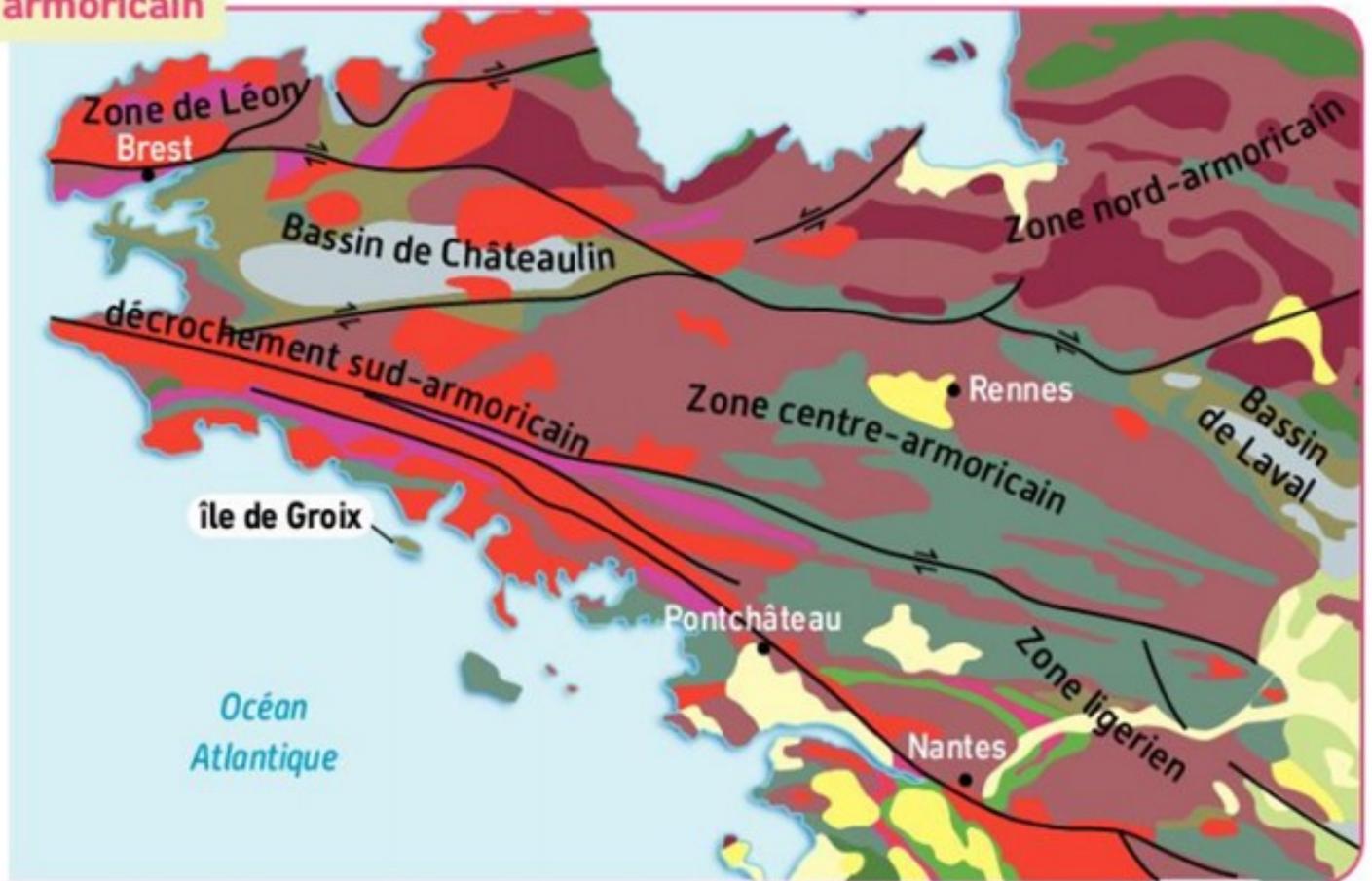
granites cadomiens (-670 à -540 Ma)

roches sédimentaires et métamorphiques (-485 à -300 Ma)

schistes du socle briovérien (-670 à -540 Ma)

ophiolites

sédiments d'âge < 145 Ma



Chaque type de granite témoigne d'une orogénèse = > 2 orogénèses. (Cadomienne et Varisque).

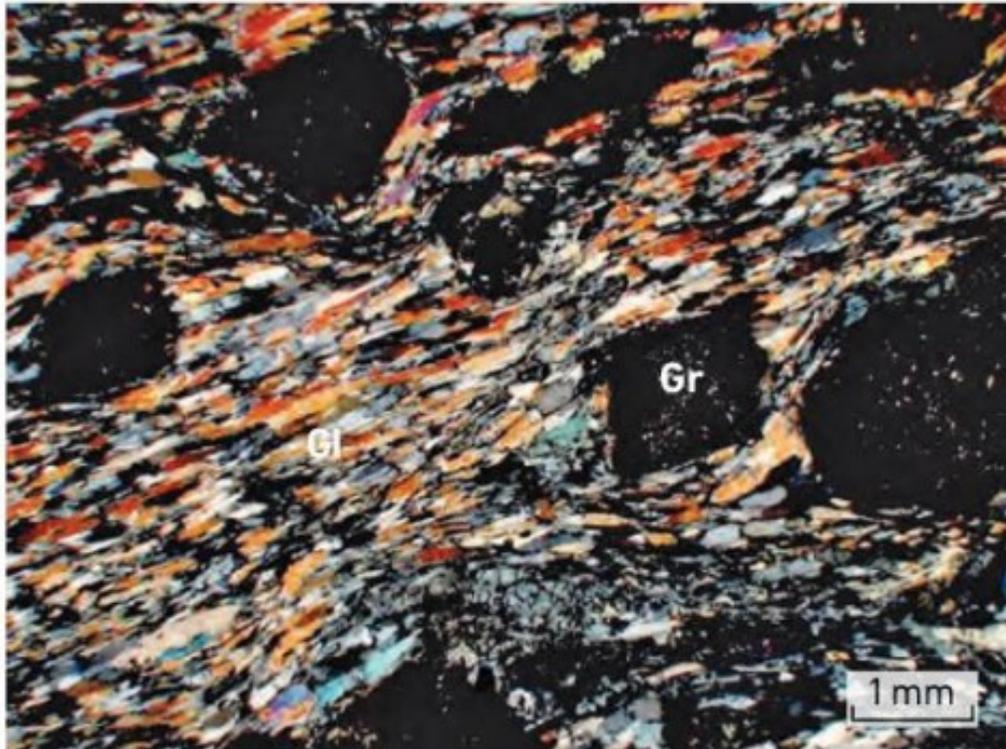
Les ophiolites témoignent de la présence d'un océan refermé par subduction.

TD 3 : les roches Bretonnes racontent l'histoire du globe

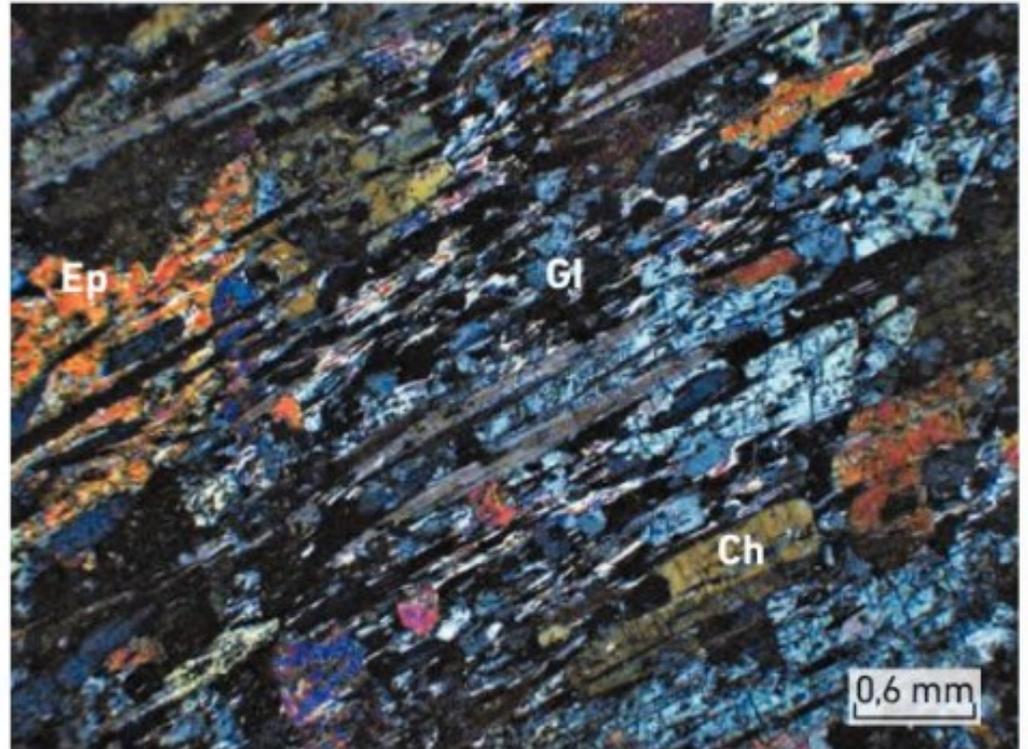
2 Deux roches métamorphiques de l'île de Groix

On a échantillonné deux roches sur les côtes de l'île de Groix puis réalisé des lames minces de ces roches, observées ci-dessous au microscope polarisant en lumière polarisée analysée.

La datation de ces roches par la méthode rubidium-strontium a donné un âge de 360 +/- 4 Ma.



Roche 1 (Gl : glaucophane, Gr : grenat)



Roche 2 (Gl : glaucophane, Ch : chlorite, Ep : épidote)

A Groix on trouve des roches qui sont des assemblages de glaucophane et grenat. Ce sont des métagabbros du faciès des éclogites. Ils correspondent à des ophiolites de subduction.

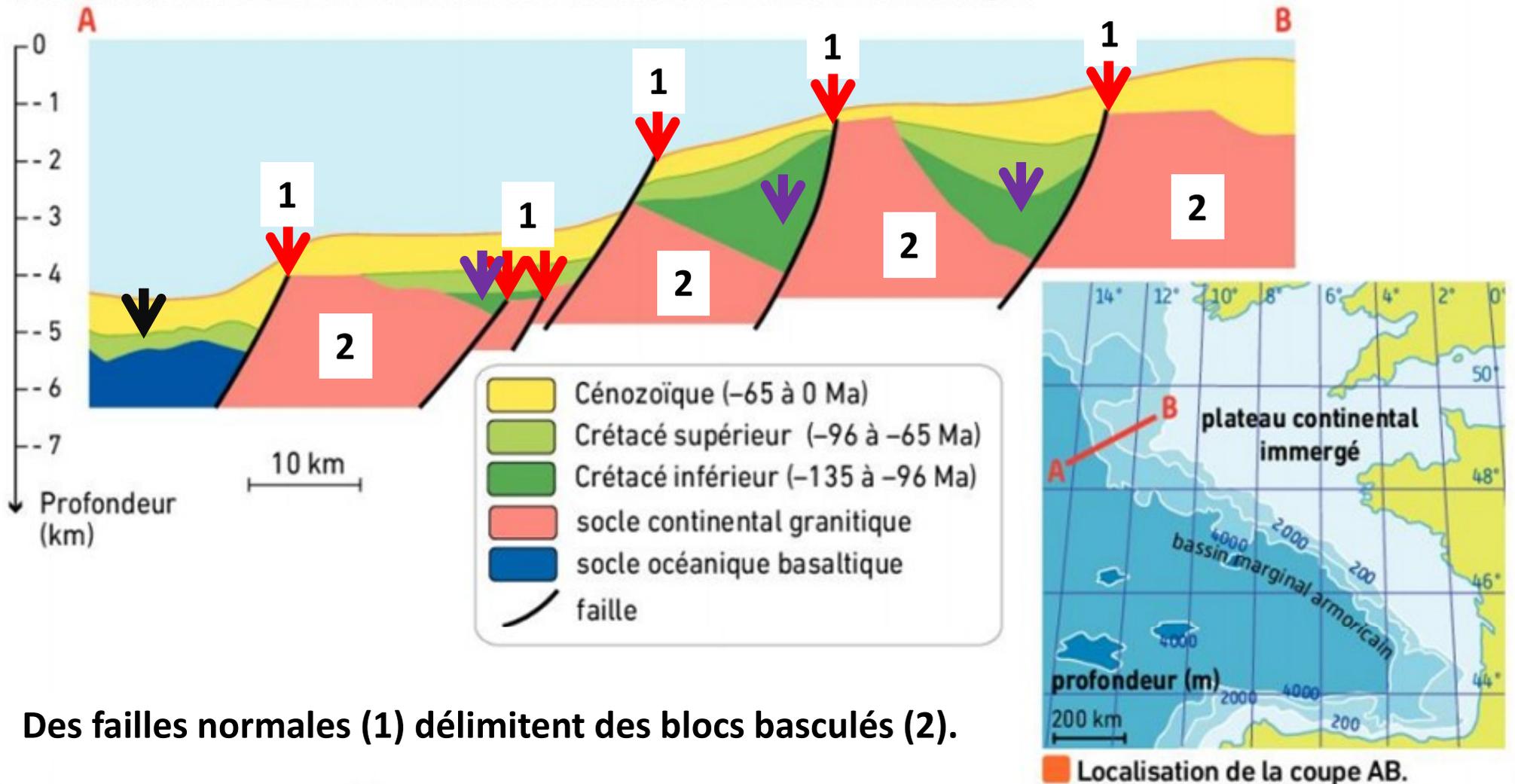
A Groix on trouve des roches qui sont des assemblages de glaucophane, chlorite et épidote. Ce sont des métagabbros du faciès des schistes bleus. Ils correspondent à des ophiolites de subduction.

A Groix on trouve des traces d'ophiolites de subduction datées de 360 +/- 4 Ma. UN océan s'est refermé à cette époque par subduction.

TD 3 : les roches Bretonnes racontent l'histoire du globe

3 La marge continentale armoricaine

Cette coupe de la marge armoricaine, au large de la Bretagne, a été réalisée à partir d'un profil de sismique réflexion et de données issues de plusieurs forages.



Des failles normales (1) délimitent des blocs basculés (2).

Des sédiments datés du Crétacé inférieur remplissent les bassins entre les blocs. La fragmentation date donc du crétacé inférieur.

Des sédiments datés du Crétacé supérieur tapissent la croûte océanique. L'expansion océanique a donc débuté au crétacé supérieur.

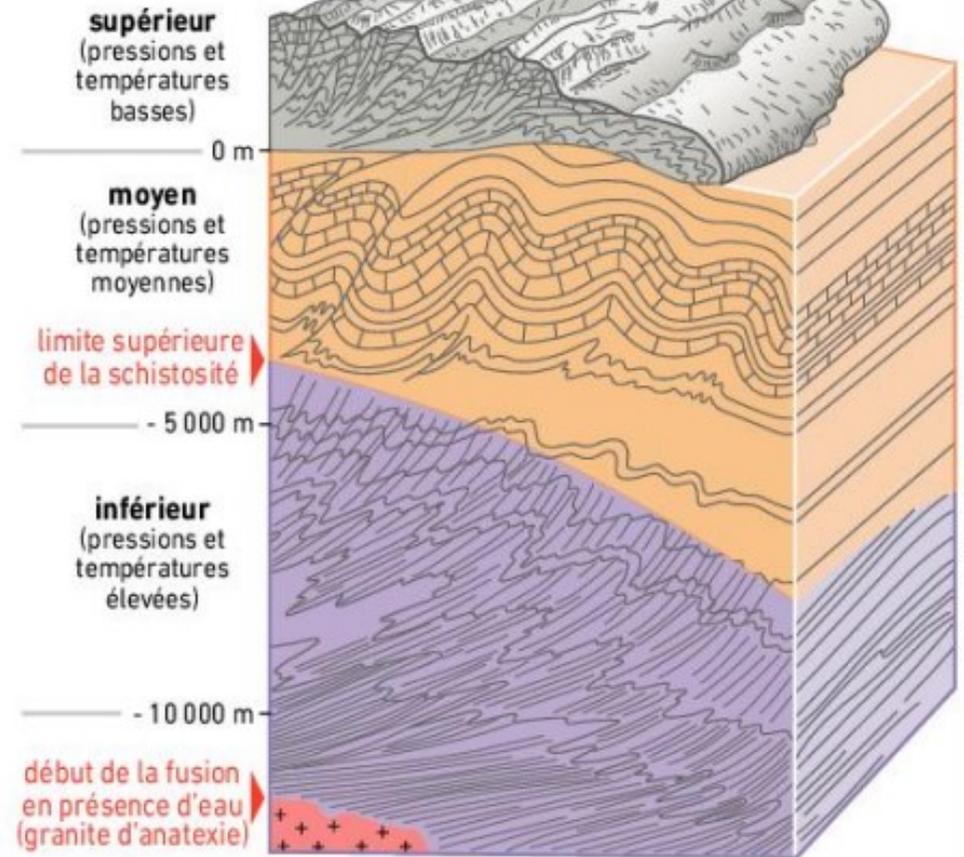
TD 3 : les roches Bretonnes racontent l'histoire du globe

4 Les migmatites de Port-Navalo

Sur la plage de Port-Navalo, à l'entrée du golfe du Morbihan, il est possible d'observer des roches plissées constituées de couches sombres et claires, les migmatites (A). Les couches claires sont issues d'une fusion partielle suivie de la recristallisation du magma. Les couches sombres correspondent au matériau qui n'a pas fondu. Les migmatites sont donc des roches situées entre métamorphisme et magmatisme. Celles de Port-Navalo sont âgées de 350 Ma.



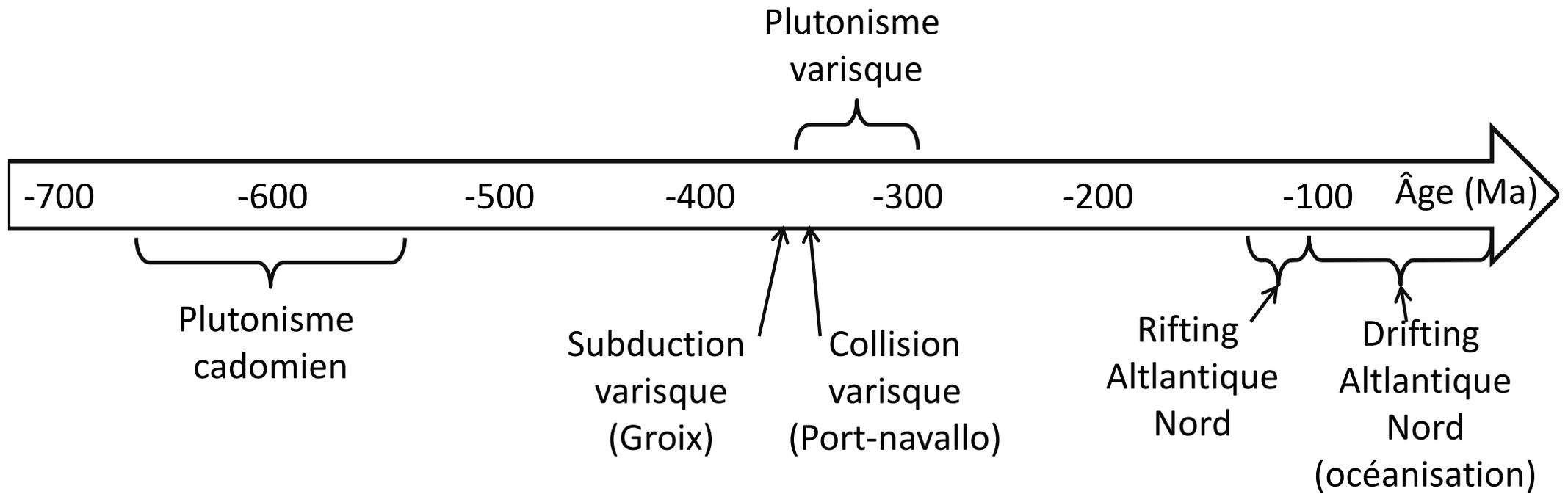
Niveau structural



B Déformation des roches suivant la profondeur dans une chaîne de montagnes.

La plage de Port-Navalo présente des roches issues de la fusion partielle de roches continentales. Elles témoignent d'un enfouissement de ces roches à une profondeur supérieure à 10 km c'est-à-dire de l'épaississement lié à la mise en place d'une chaîne de montagnes (il y a 350 Ma) puis de son aplanissement car elles sont retrouvées en surface aujourd'hui.

TD 3 : les roches Bretonnes racontent l'histoire du globe



Thème : A la recherche du passé géologique de notre planète

Leçon 2: Le temps enregistré dans les roches

Introduction/rappels

I°) A la recherche d'une chaîne de montagnes ancienne

A°) Rappels de 1ère sur la formation des chaînes de montagnes actuelles

B°) Localisation des chaînes de montagnes anciennes

II°) A la recherche d'océans disparus

A°) Rappels de 1ère sur la formation des océans

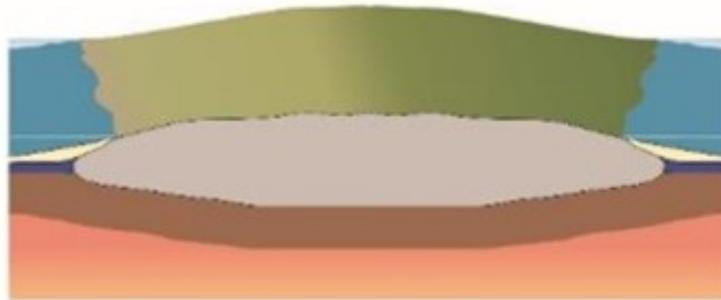
B°) Les ophiolites, des traces d'océans disparus

III°) A la recherche de la fragmentation continentale

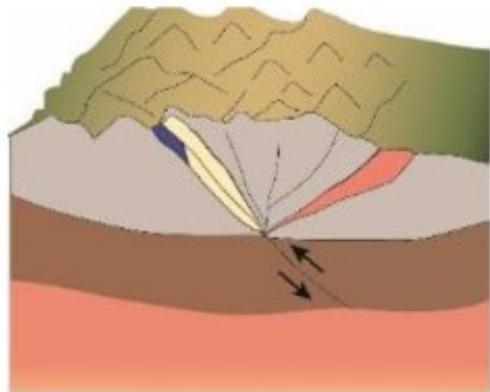
Conclusion : les cycles de Wilson

Les cycles orogéniques / cycles de Wilson

Continent stable après pénéplanation

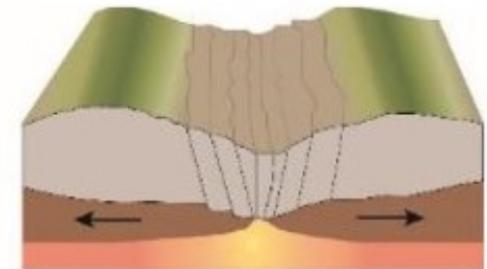


Orogène de collision

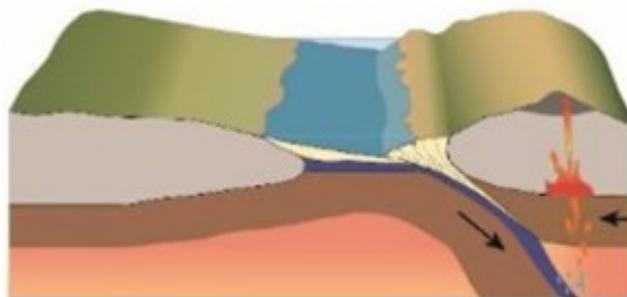


**CYCLE
OROGÉNIQUE
THÉORIQUE**

Zone de rift précoce



Zone de subduction



Dorsale océanique

