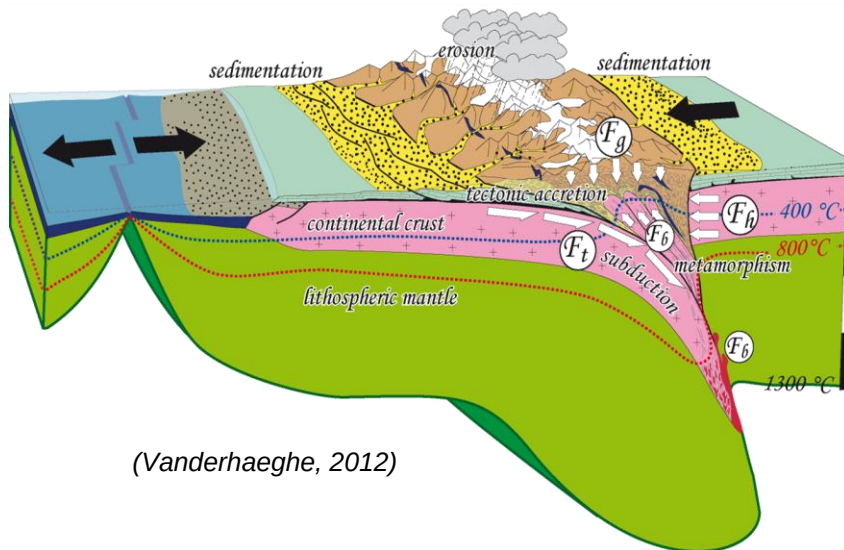


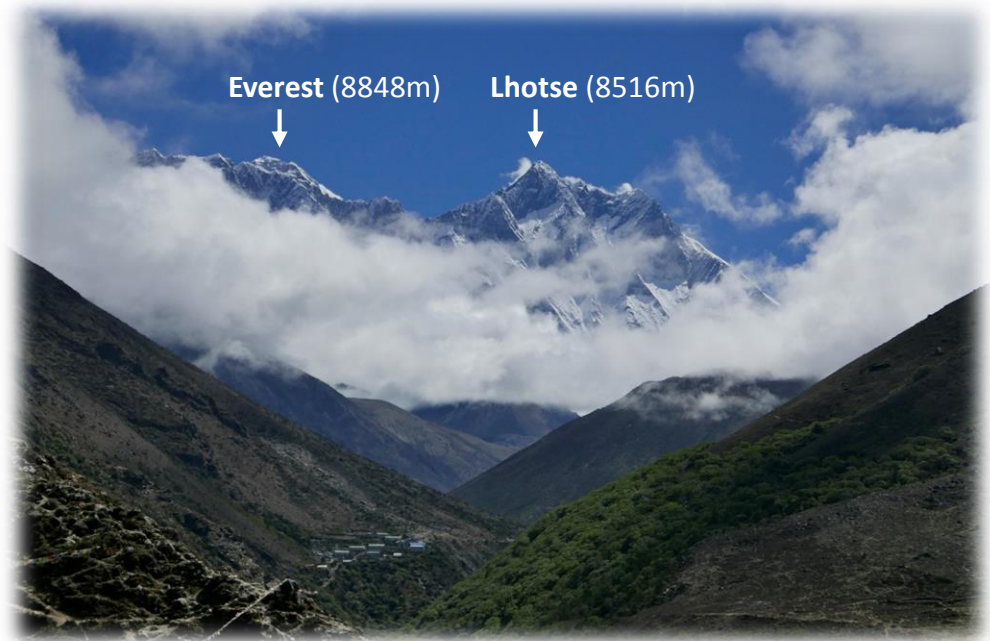
Géodynamique:

Tectonique des plaques et cycle orogénique

Aurélien Eglinger
aurelien.eglinger@univ-lorraine.fr



(Vanderhaeghe, 2012)



Géodynamique:

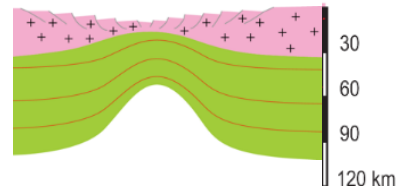
Tectonique des plaques et cycle orogénique



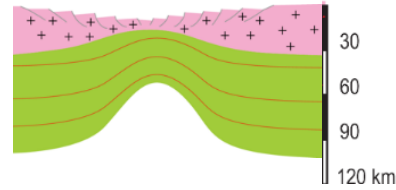
Aurélien Eglinger
aurelien.eglinger@univ-lorraine.fr

Sommaire

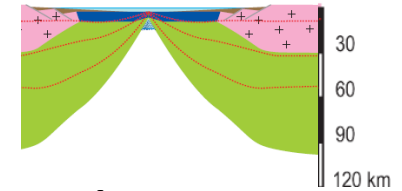
- I. Théories de la tectonique des plaques et cycles orogéniques
- II. Extension de la lithosphère continentale: du rift continental aux marges passives
- III. **Ouverture et expansion des océans:** relations divergence des plaques océaniques et magmatisme
- IV. Fermeture et subduction : relations subduction océanique et magmatisme sur marge active
- V. Collision et subduction continentale: évolution thermomécanique de la lithosphère continentale dans les zones de convergence, mécanismes d'épaississement (A. Richard)
- VI. Effondrement des orogènes: de la formation d'un prisme à l'effondrement gravitaire – mécanismes d'exhumation et d'amincissement (A. Richard)



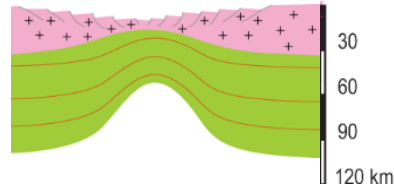
1. Rifting continental



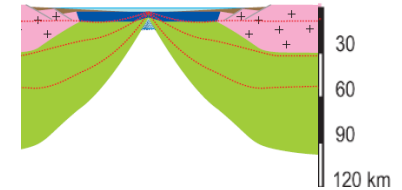
1. Rifting continental



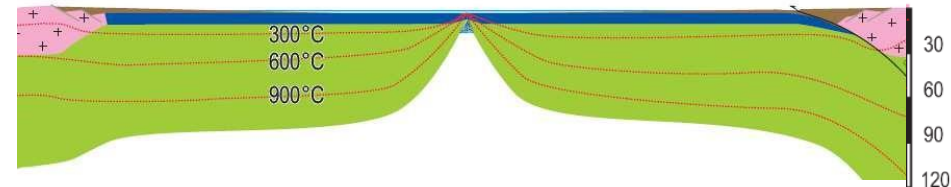
2. Océanisation



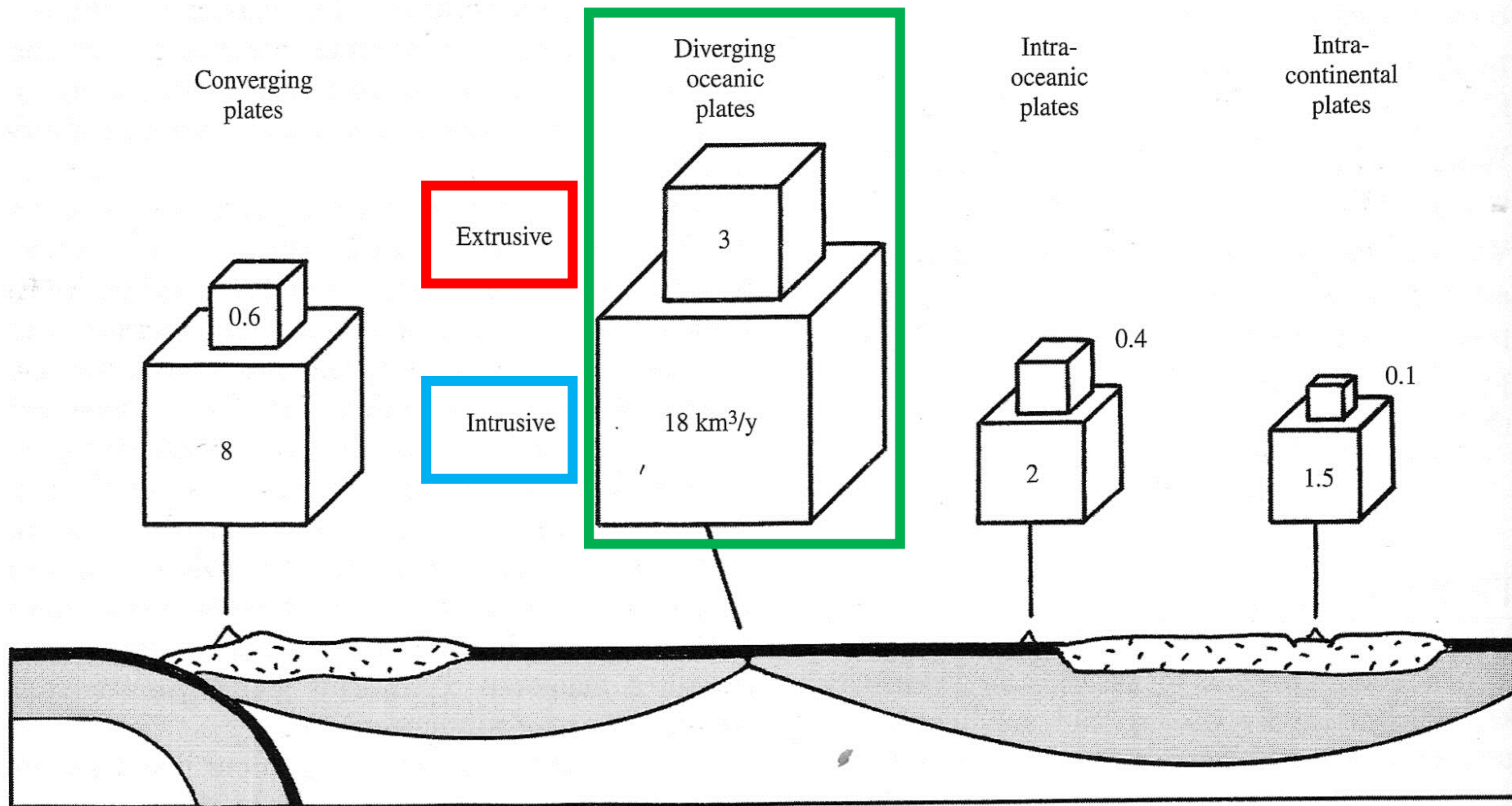
1. Rifting continental



2. Océanisation



3. Expansion océanique



Total

Extrusif

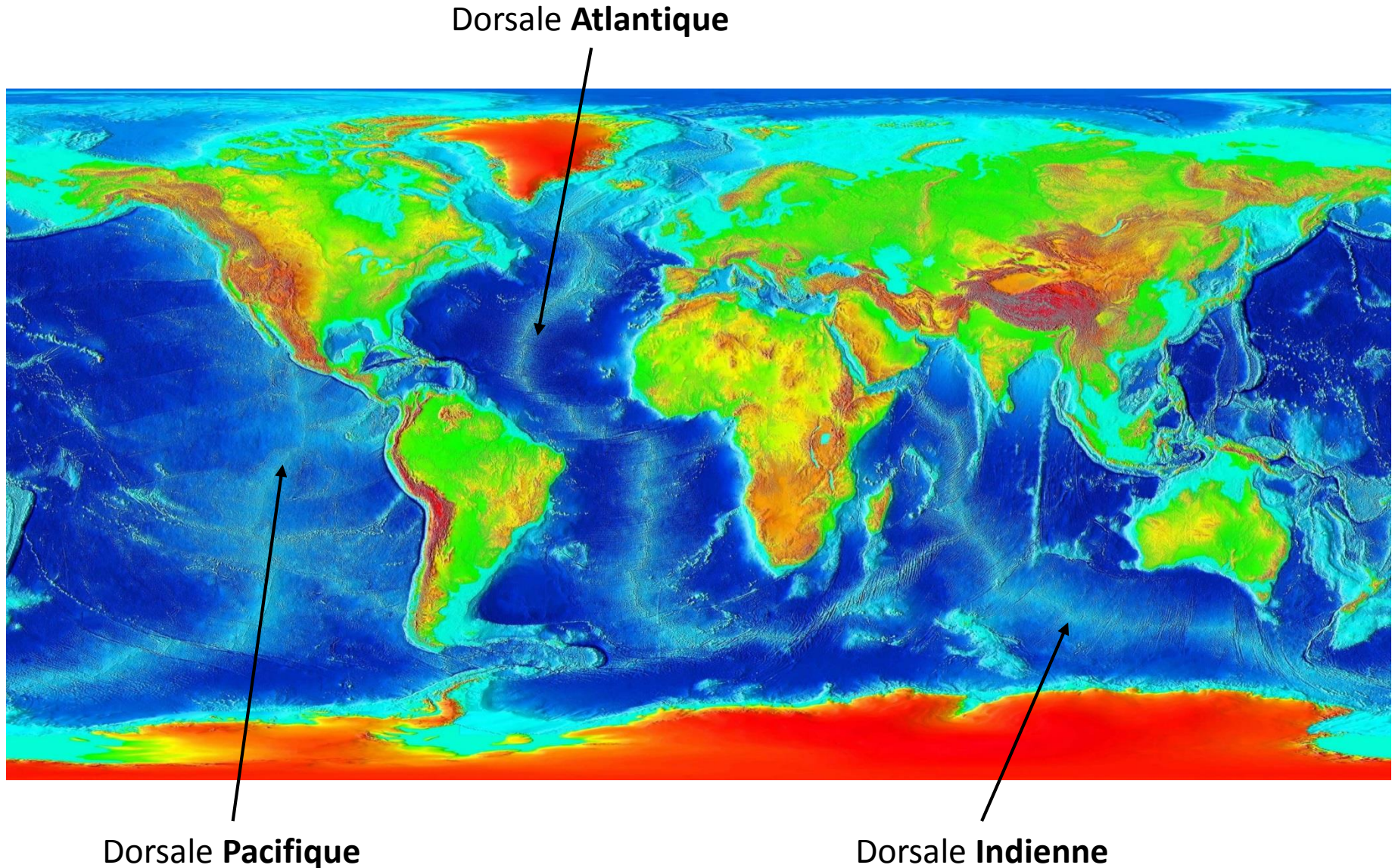
Intrusif

Pourcentage de
magma généré C.O.

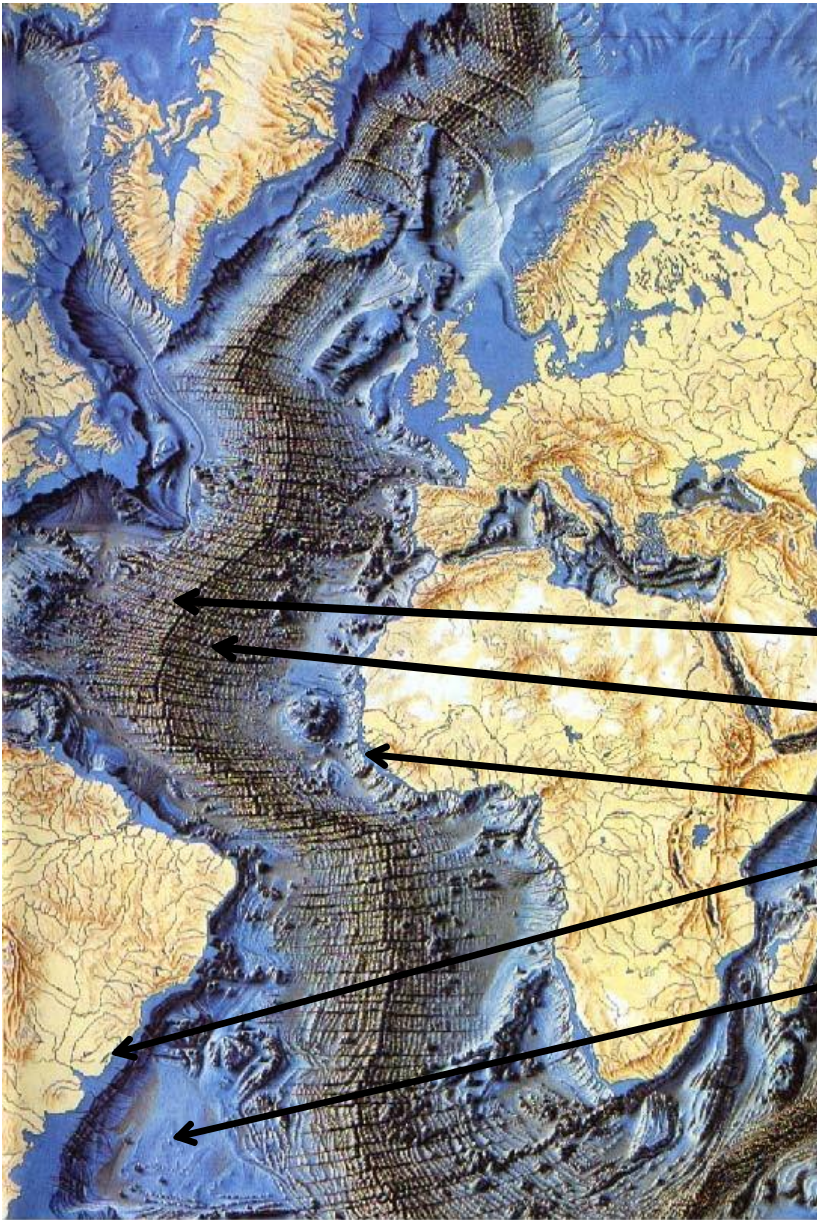
62.5 %

12.2 %

87.8 %



⇒ **Dorsale Atlantique**



Dorsale

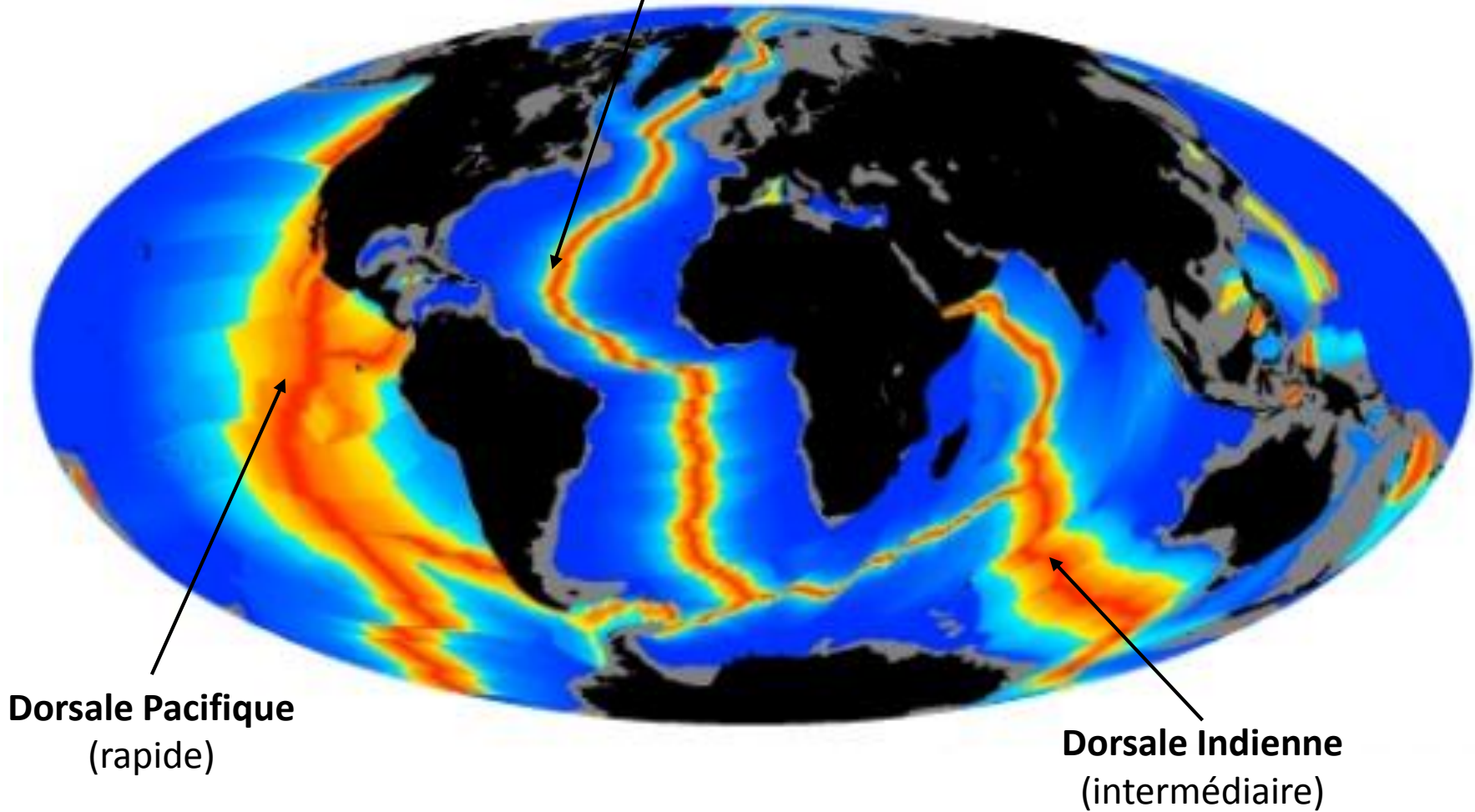
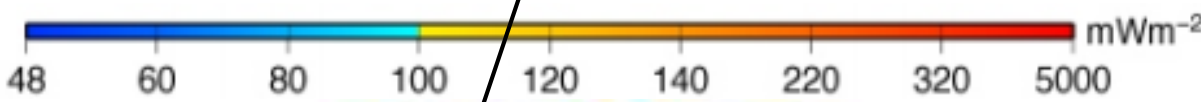
Failles transformantes

Marges passives de l'océan

Plaines abyssales

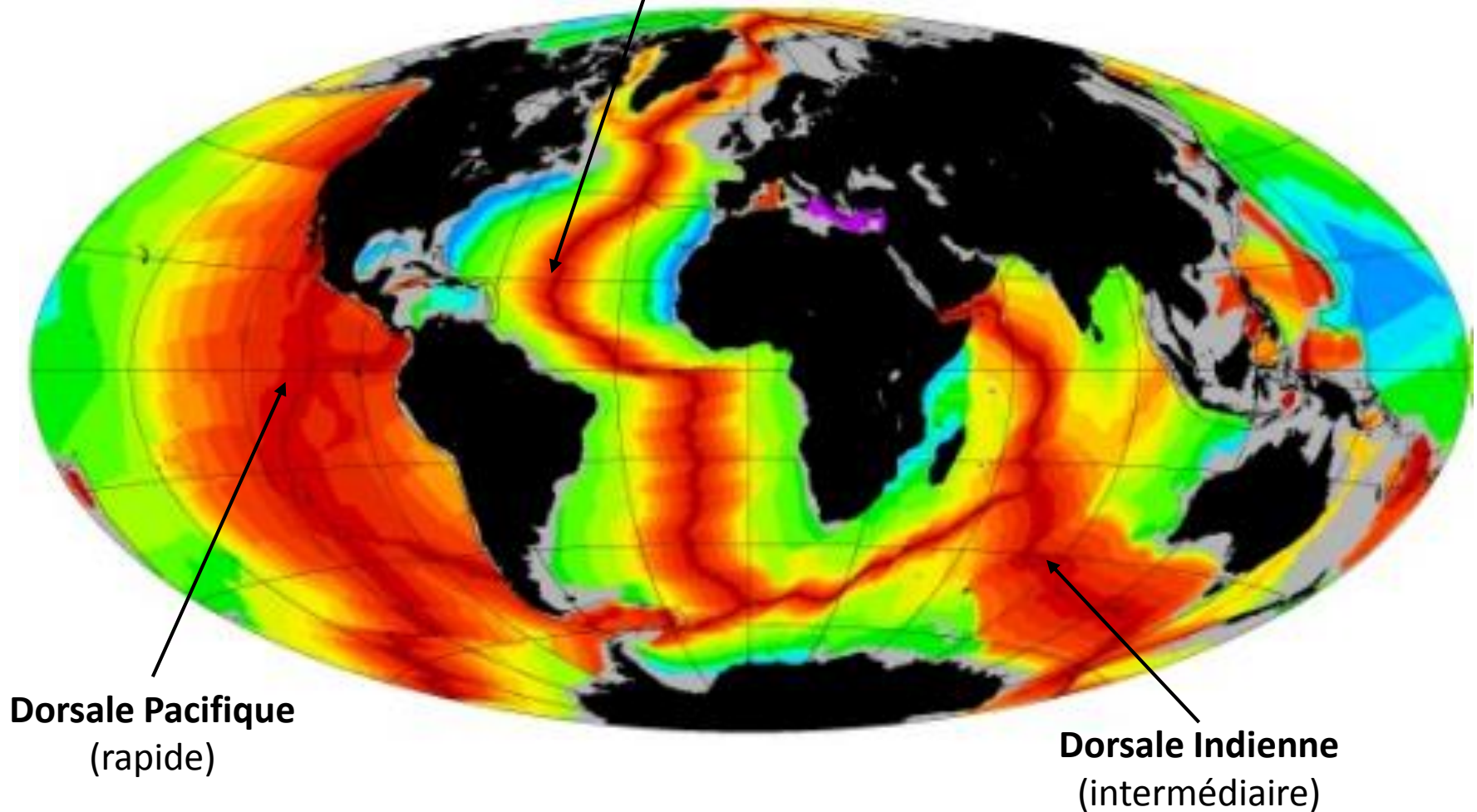
Nicolas, 1990

Dorsale Atlantique (lente)



⇒ Plus les bandes de couleur sont étroites, plus les flux de chaleur sont faibles.

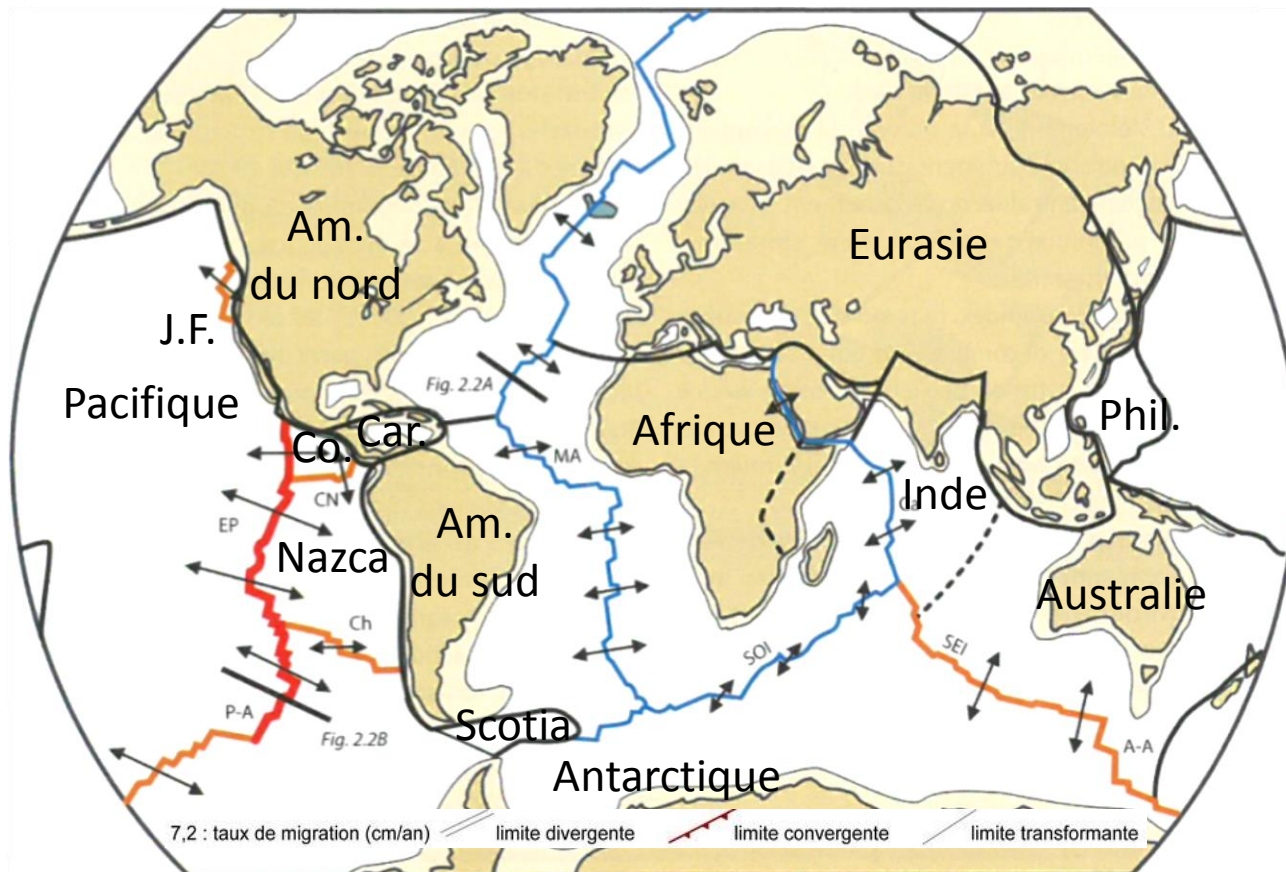
Dorsale Atlantique (lente)



⇒ Plus les bandes de couleur sont étroites, plus les vitesses d'expansion océanique sont lente.

Il existe trois grands types de **limites de plaques**:

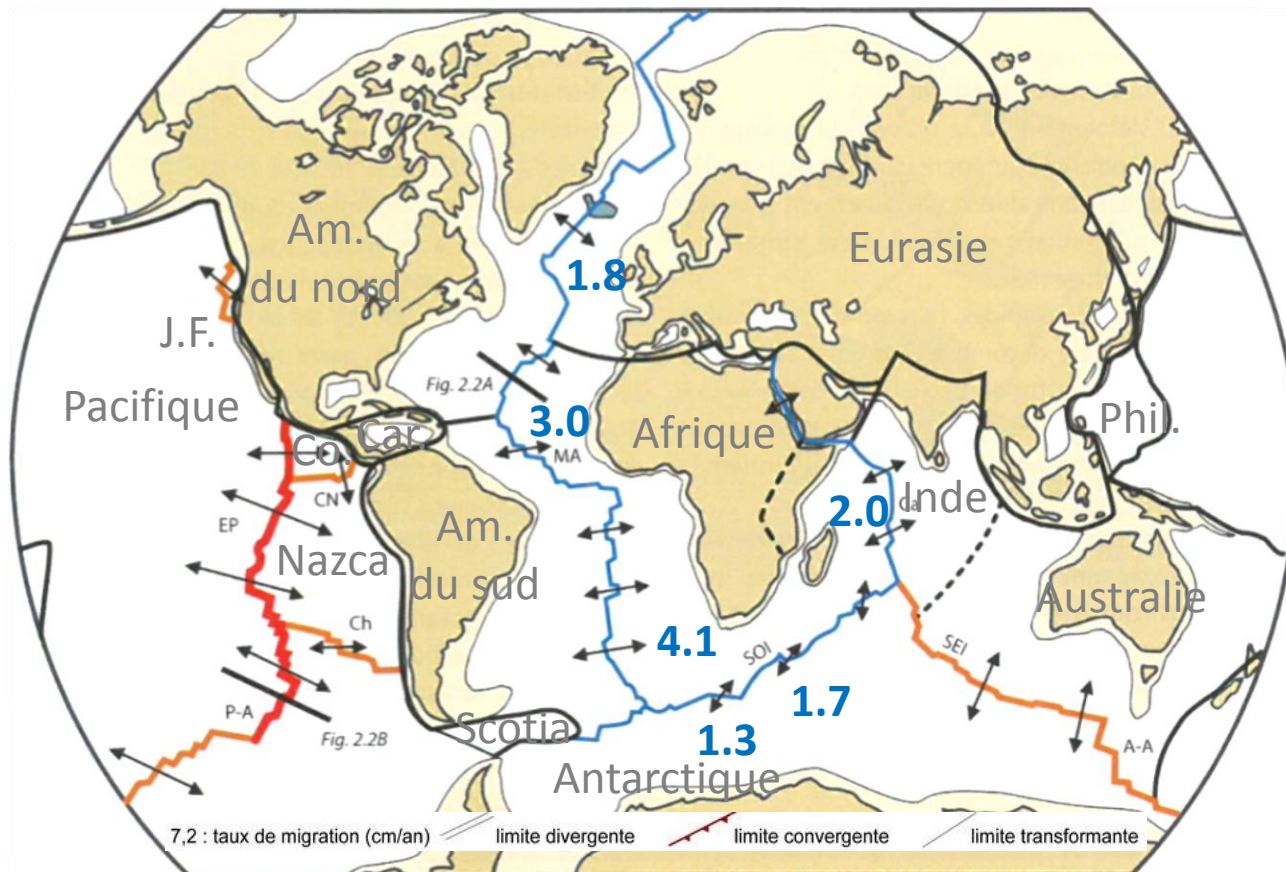
- ✓ **Divergentes (éloignement de deux plaques)**
- ✓ **Convergentes (rapprochement de deux plaques)**
- ✓ **Coulissantes (glissement horizontal de deux plaques le long d'une faille transformante)**



Localisation des zones d'extension océaniques

Il existe trois grands types de **limites de plaques**:

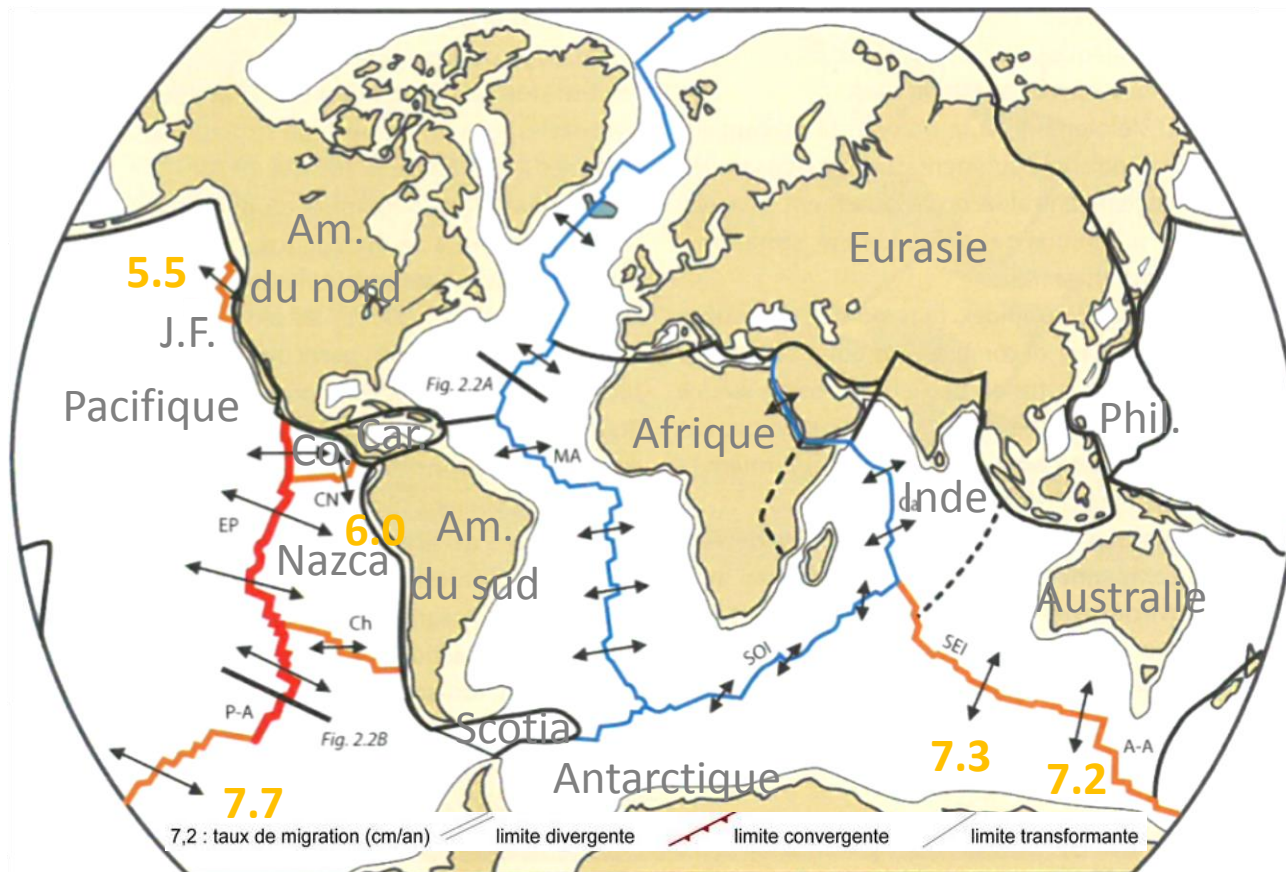
- ✓ **Divergentes (éloignement de deux plaques)**
- ✓ **Convergentes (rapprochement de deux plaques)**
- ✓ **Couissantes (glissement horizontal de deux plaques le long d'une faille transformante)**



Océans à expansion lente: Atlantique, SO Indien

Il existe trois grands types de **limites de plaques**:

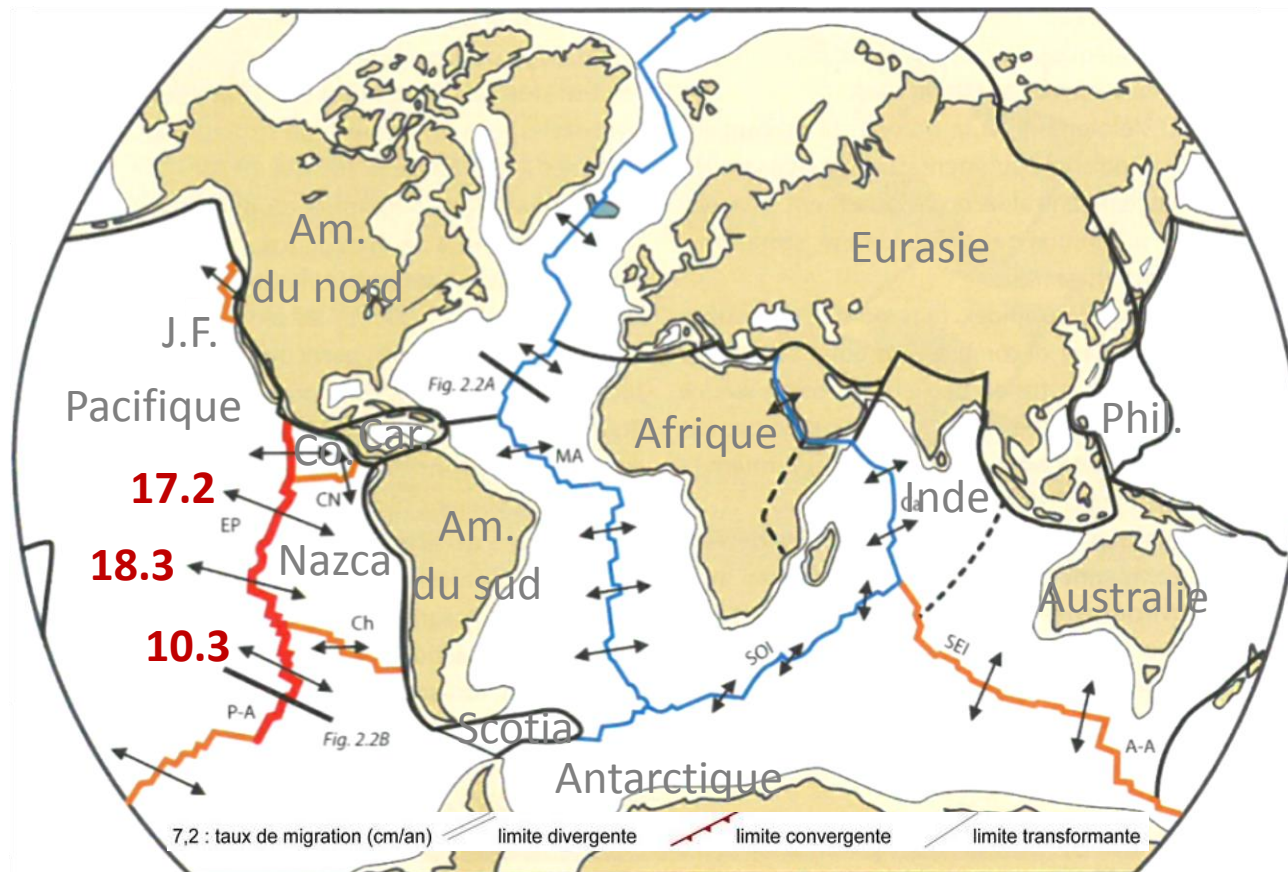
- ✓ **Divergentes (éloignement de deux plaques)**
- ✓ **Convergentes (rapprochement de deux plaques)**
- ✓ **Couissantes (glissement horizontal de deux plaques le long d'une faille transformante)**



Océans à expansion intermédiaire: Pacifique-Antarctique, SE Indien

Il existe trois grands types de **limites de plaques**:

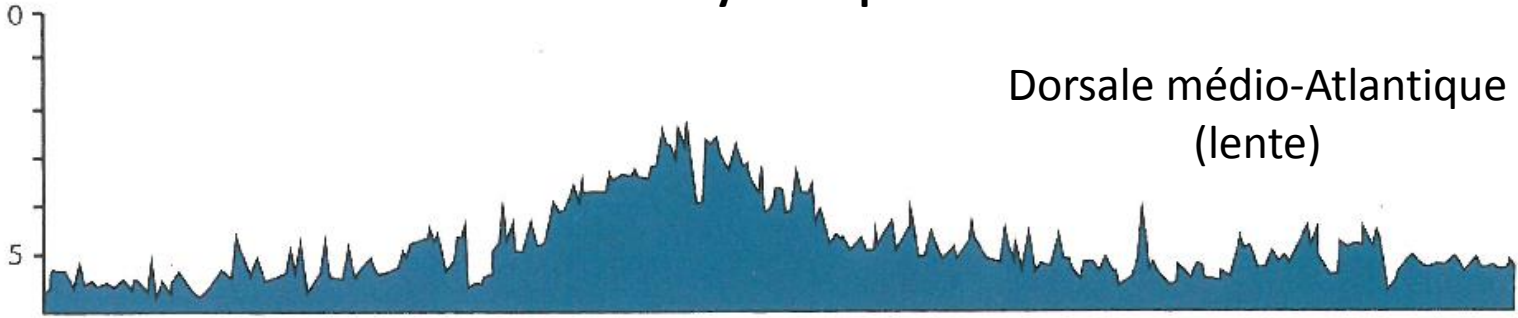
- ✓ **Divergentes (éloignement de deux plaques)**
- ✓ **Convergentes (rapprochement de deux plaques)**
- ✓ **Coulissantes (glissement horizontal de deux plaques le long d'une faille transformante)**



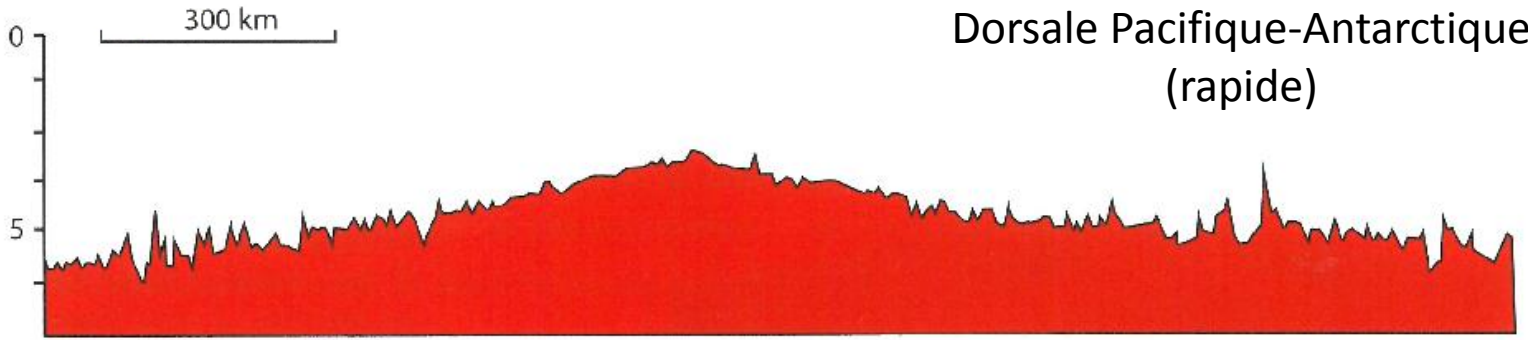
Océans à expansion rapide: Est-Pacifique

⇒ Quelle est la **morphologie des dorsales**?

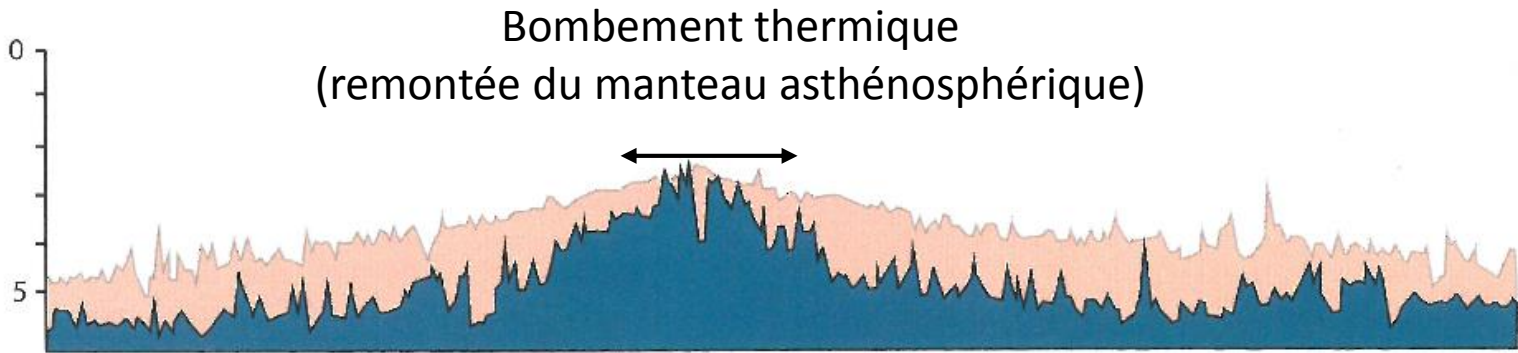
Profils bathymétriques



A

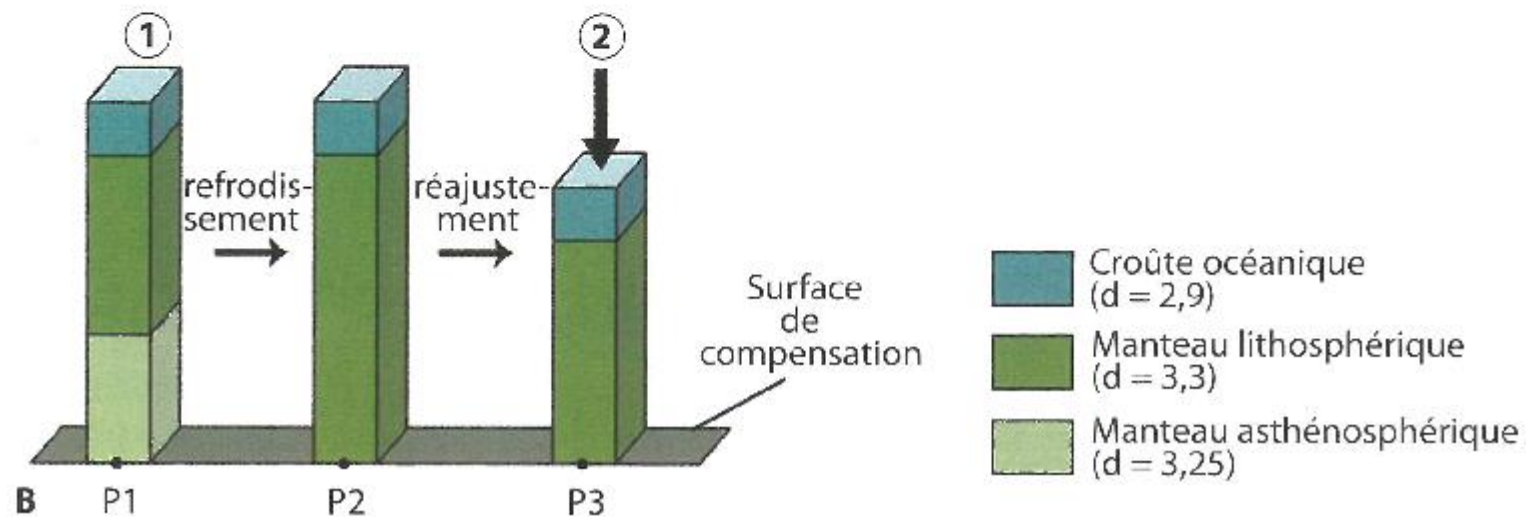
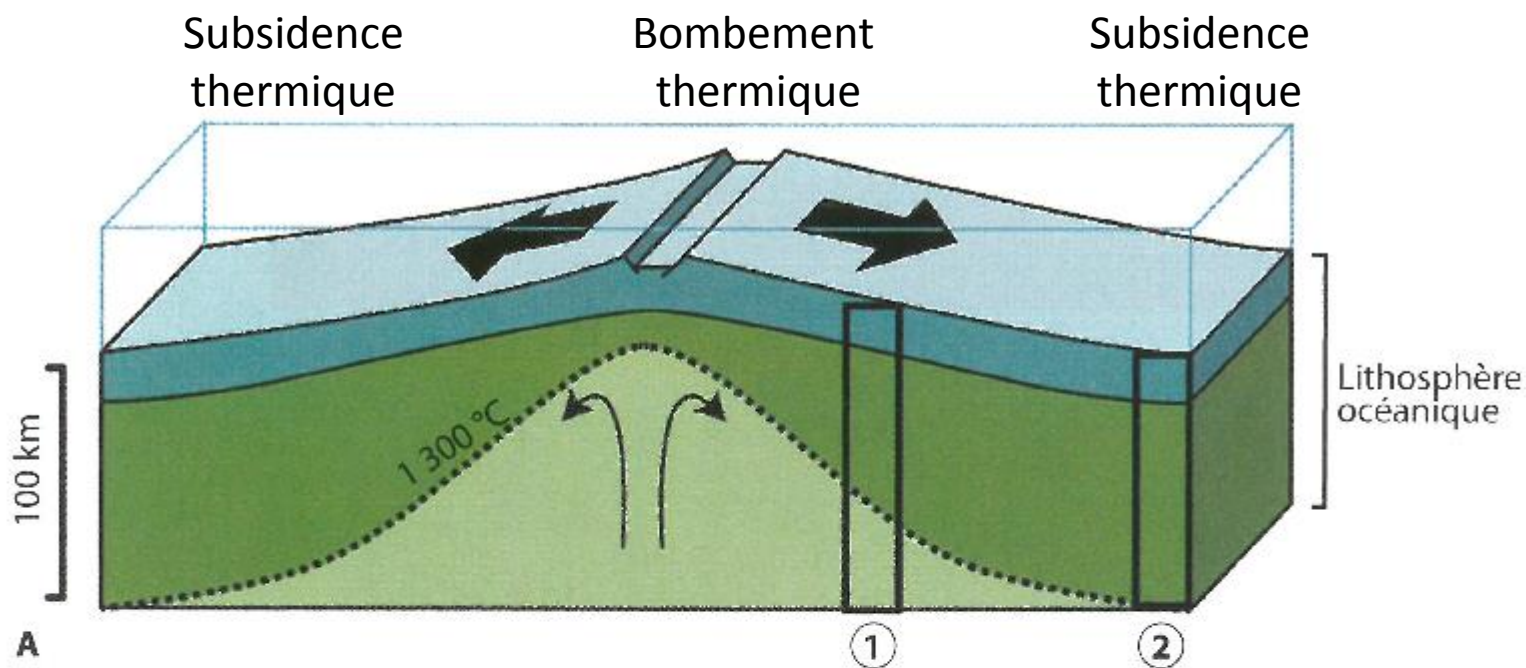


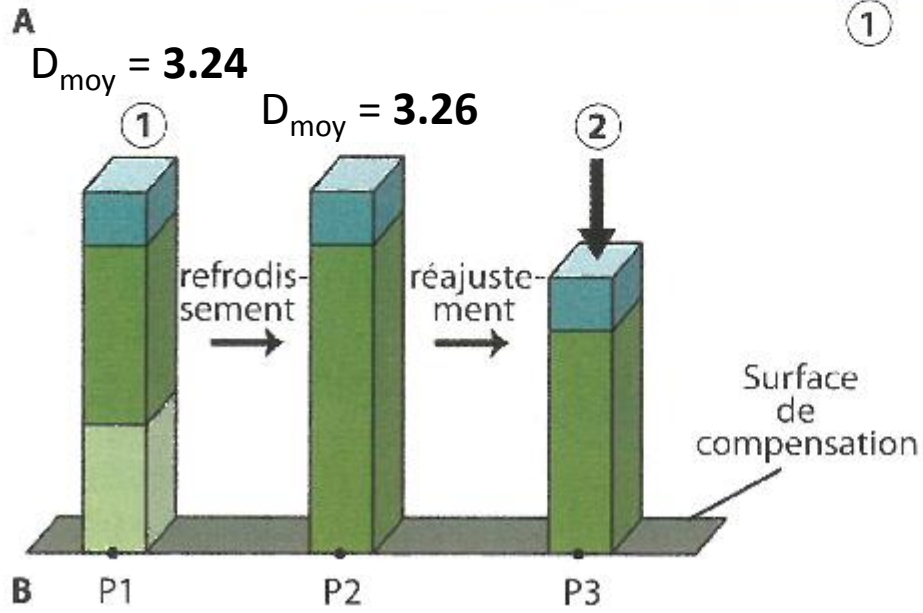
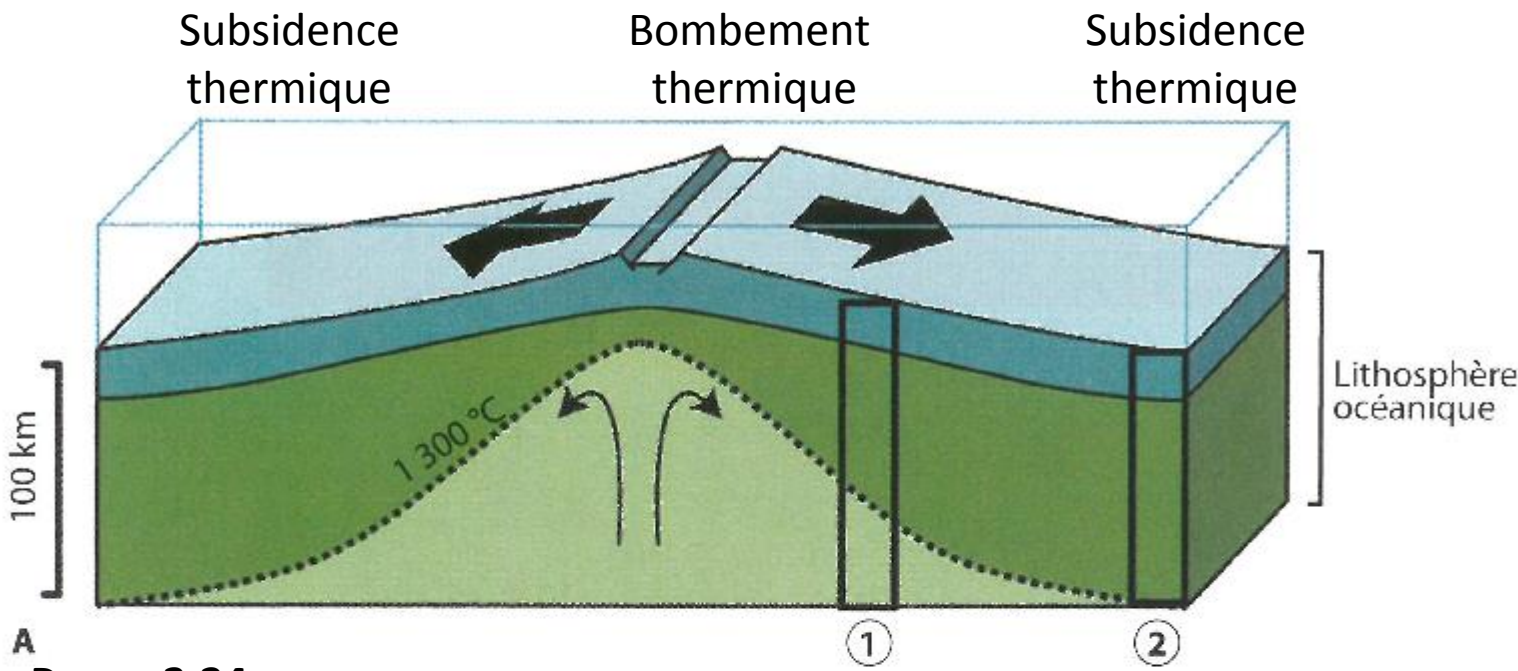
B



C

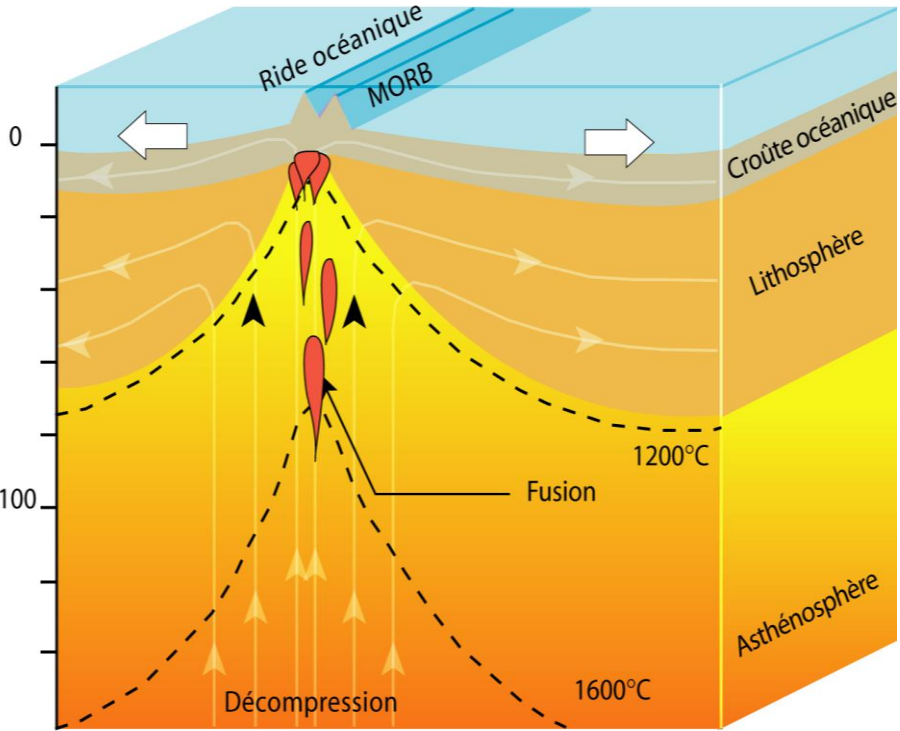
⇒ Epaisseur de la **lithosphère** avec l'âge



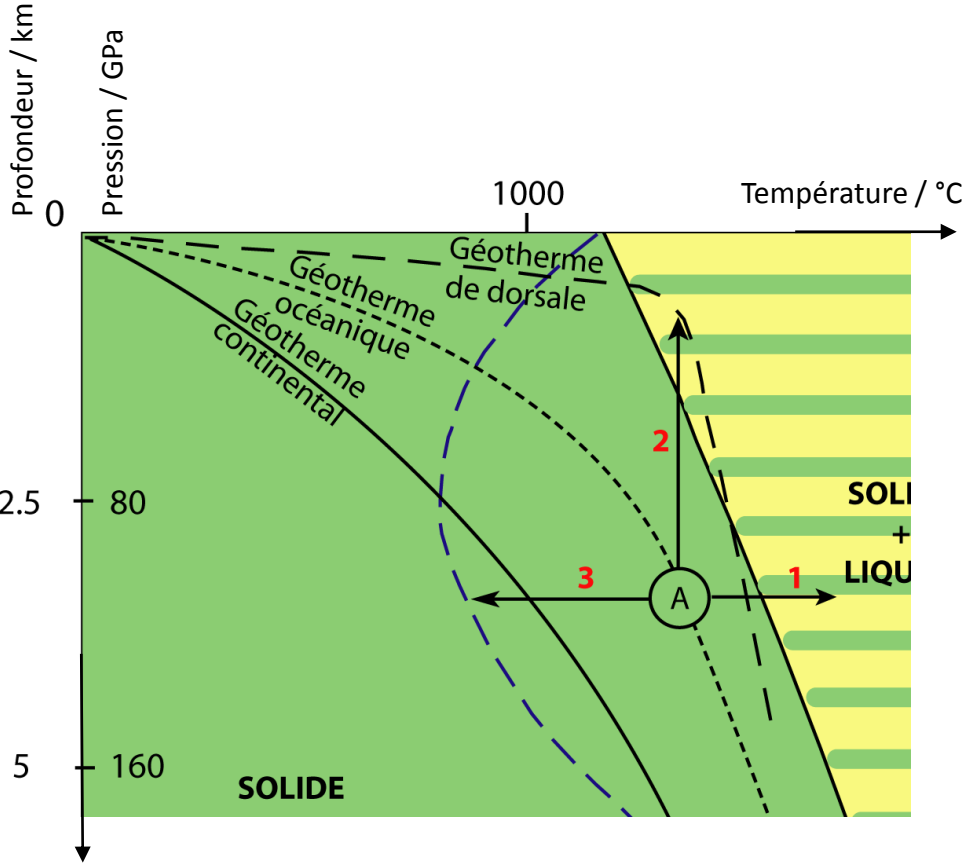


$$D_{moy} = (10 \times 2.9 + 60 \times 3.3 + 30 \times 3.25) / (100)$$
$$D_{moy} = 3.24$$

$$D_{moy} = (10 \times 2.9 + 90 \times 3.3) / (100)$$
$$D_{moy} = 3.26$$

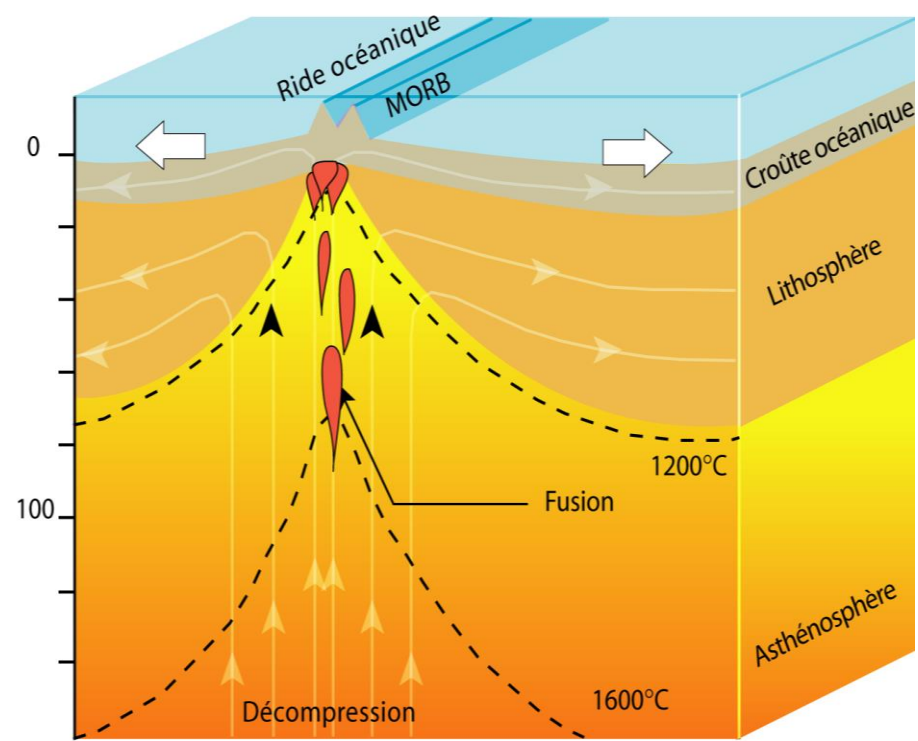


Remontée du **manteau asthénosphérique** =>

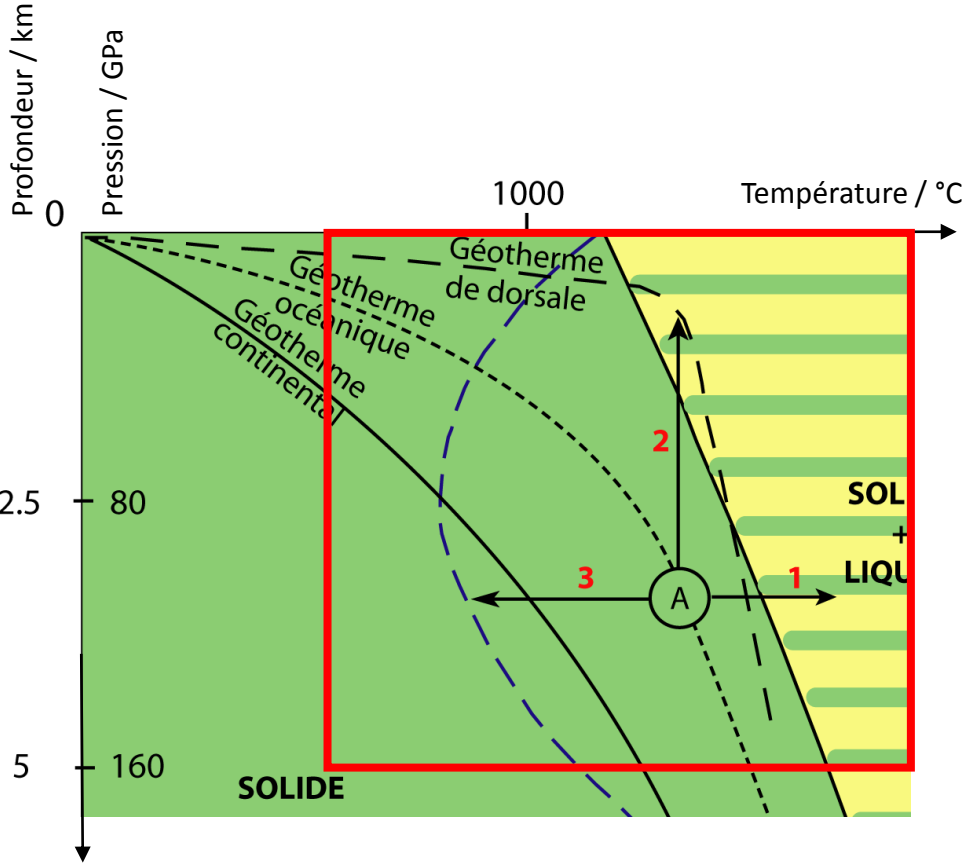


Conditions de **fusion partielle du manteau**:

- 1. Augmentation T °C
- 2. Remontée adiabatique
- 3. Hydratation

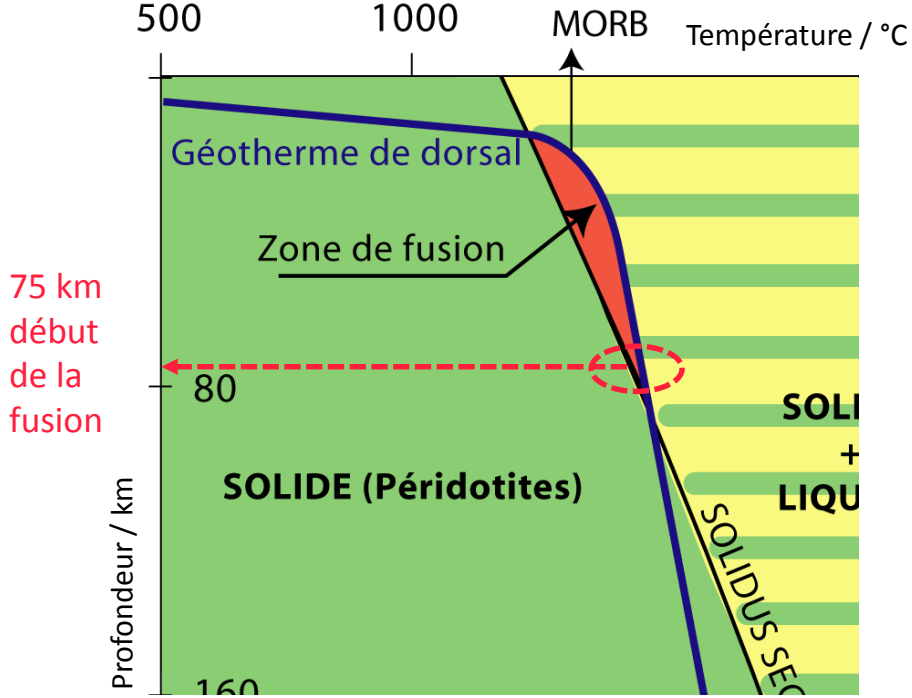
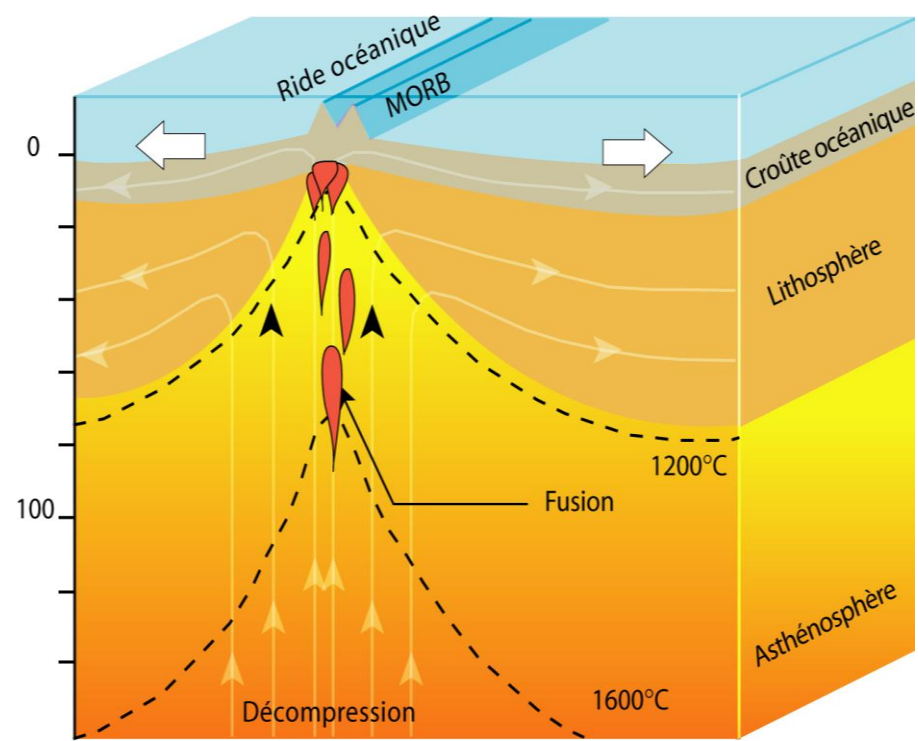


Remontée du **manteau asthénosphérique** =>



Conditions de **fusion partielle du manteau**:

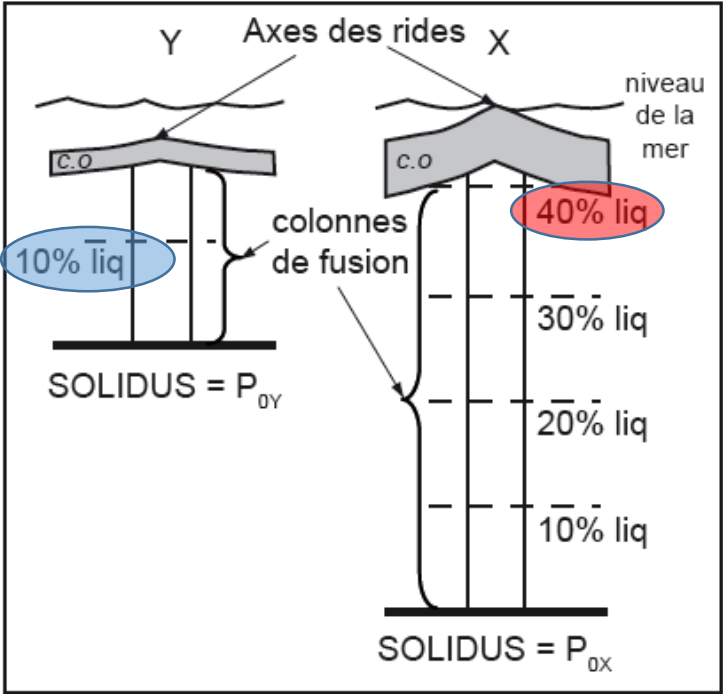
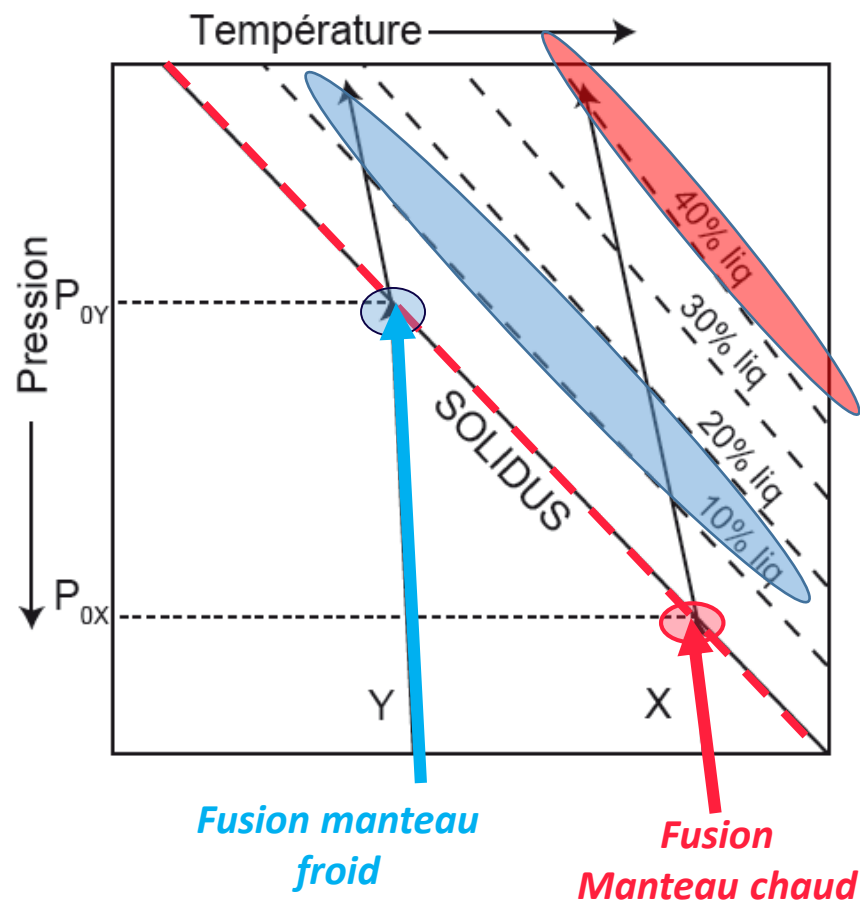
- 1. Augmentation T °C
- 2. Remontée adiabatique
- 3. Hydratation

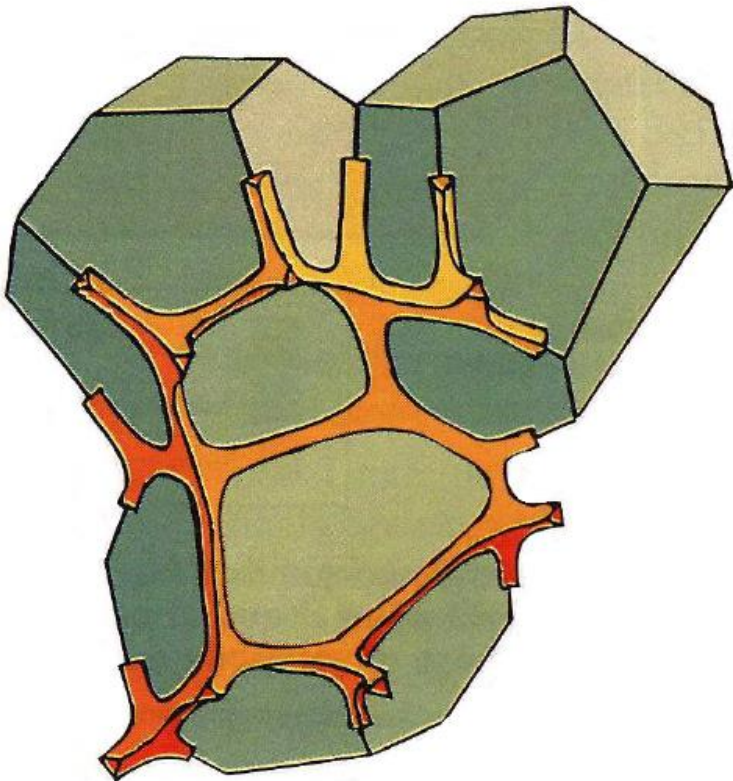
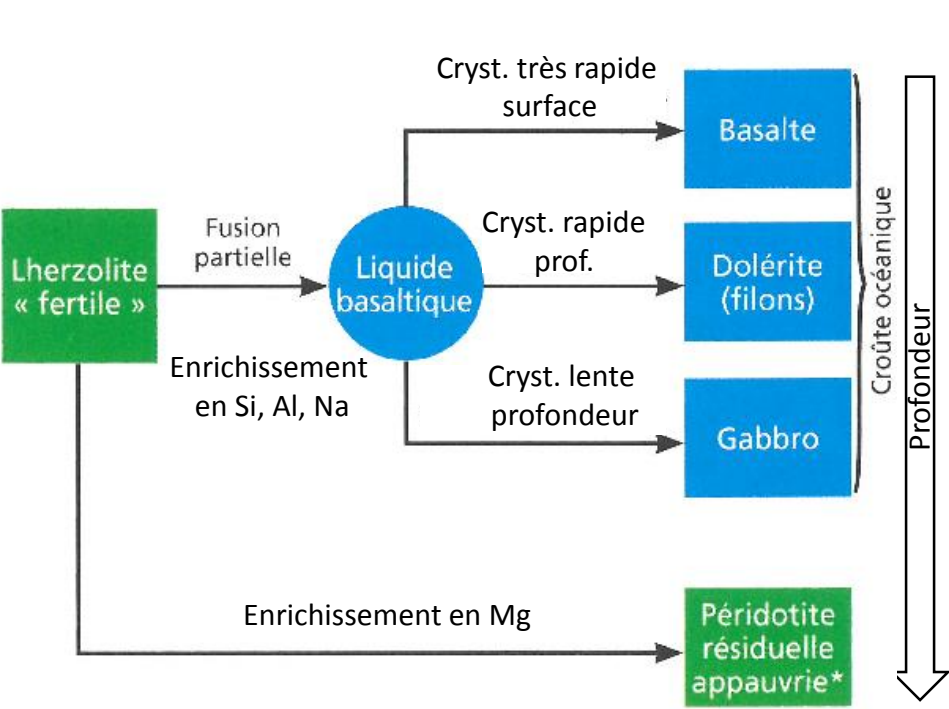


Remontée du **manteau asthénosphérique** => : gradient **adiabatique** (diminution de pression sans perte de chaleur) = **FUSION**

- Conditions de **fusion partielle du manteau**:
- 1. Augmentation T °C
 - 2. **Remontée adiabatique**
 - 3. Hydratation

⇒ **Pour un manteau plus chaud, les taux de fusion sont plus élevés et la croûte océanique est plus épaisse**

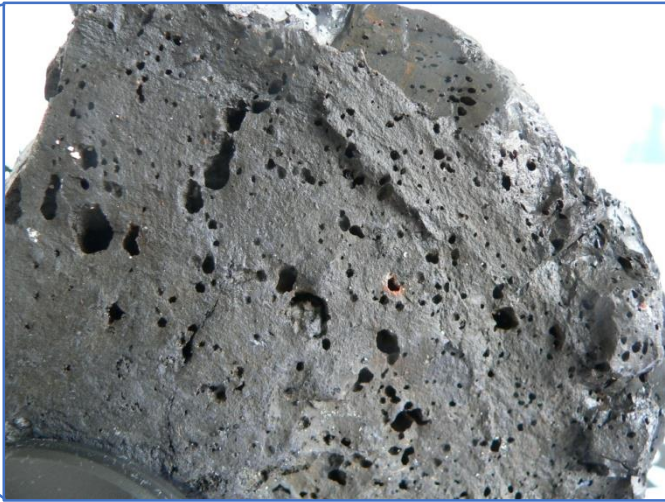
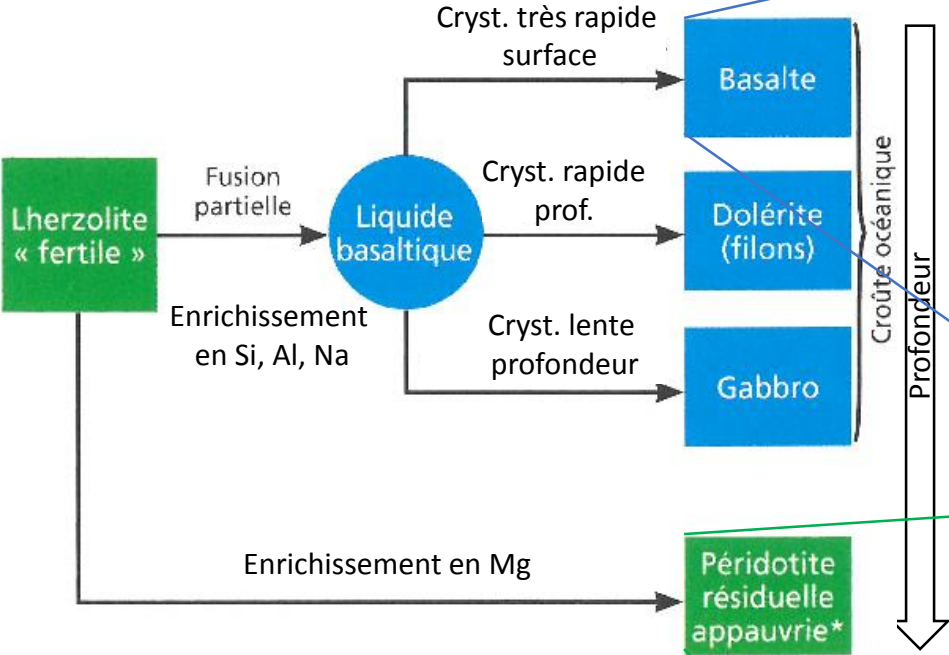




* La péridotite résiduelle est une *lherzolite* (dorsale lente) ou bien une *harzburgite* (dorsale rapide).

Origine de la croûte océanique =>
Gabbros, dolérite, basalte ont des compositions **tholéiitiques** = taux de fusion fort (15-20%)

Les **liquides formés** sont **extraits** pour un seuil de perméabilité de **~ 3-7 %**.



* La péridotite résiduelle est une *lherzolite* (dorsale lente) ou bien une *harzburgite* (dorsale rapide).

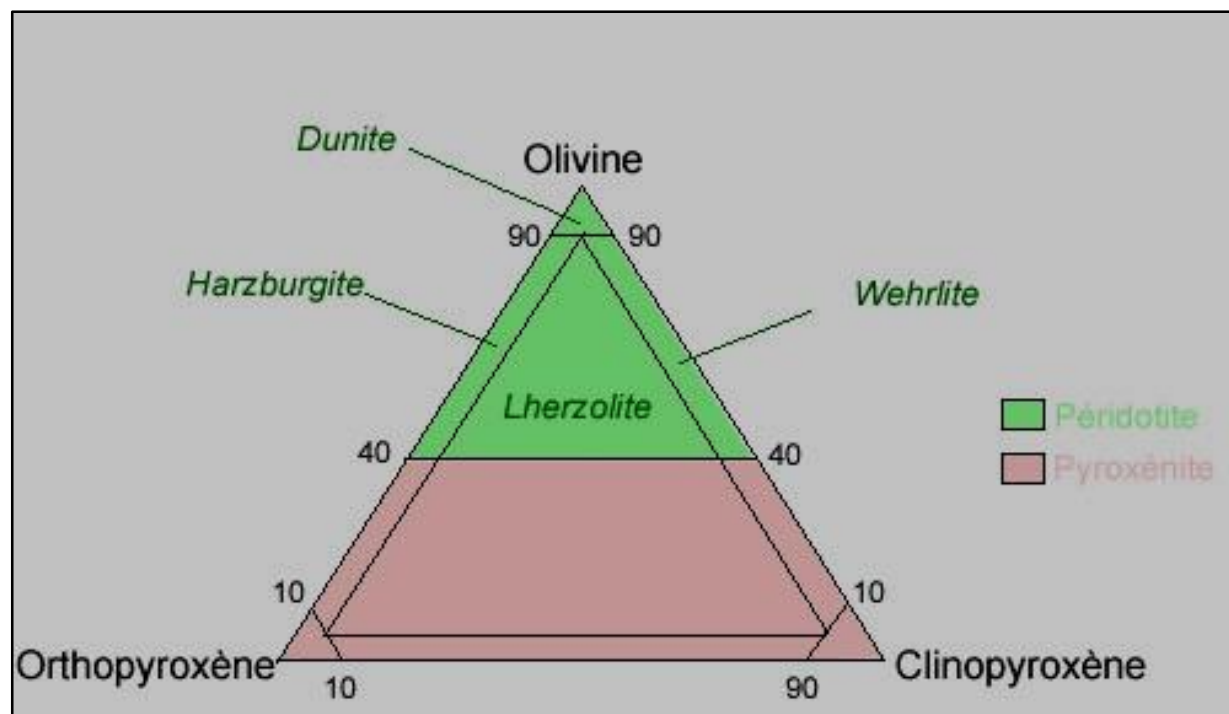
Origine de la croûte océanique =>
Gabbros, dolérite, basalte ont des compositions **tholéiitiques** = taux de fusion fort (15-20%)

Manteau = **Péridotites**

2 types de péridotites:

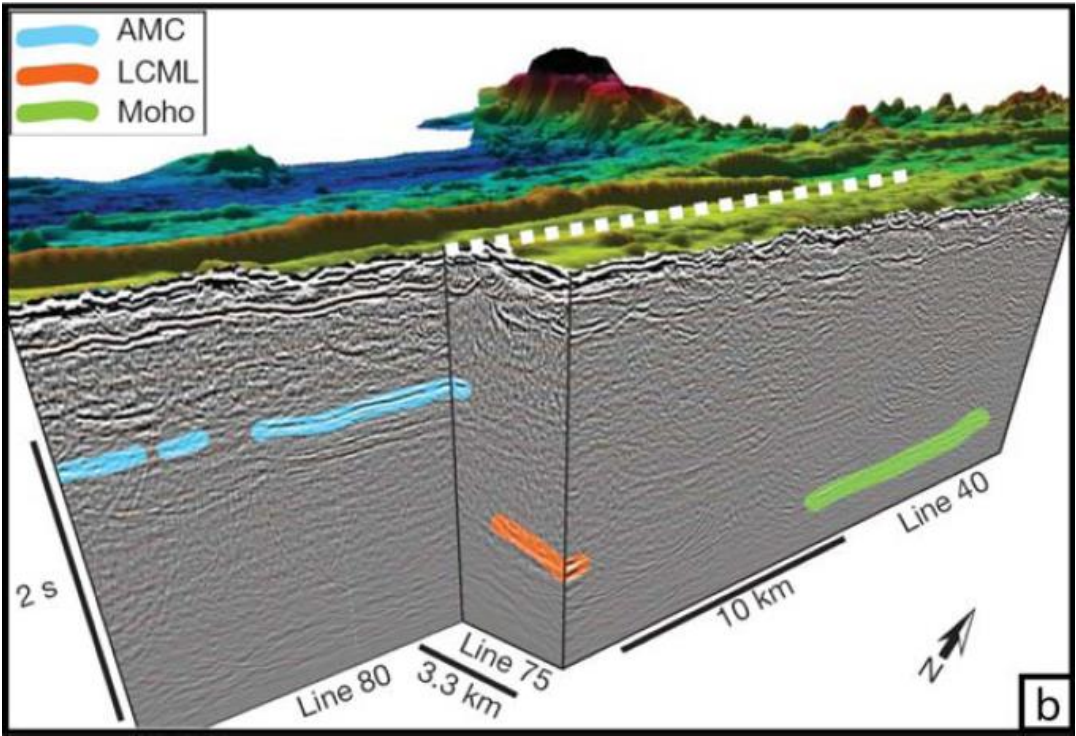
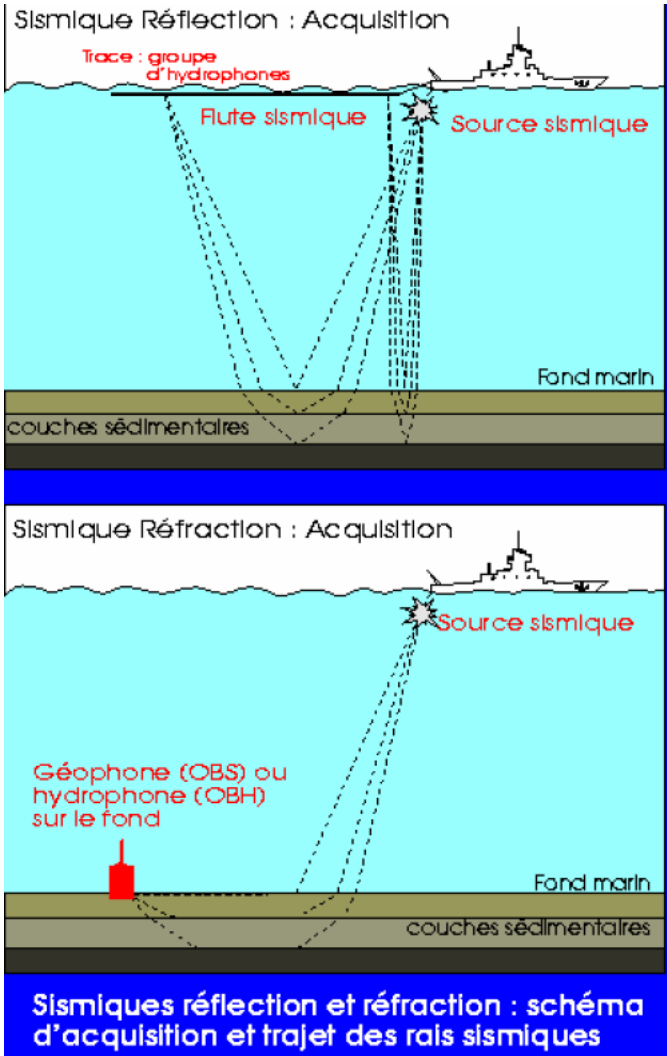
- ***lherzolite***: Ol + Opx + Cpx (> 5%)

- ***harzburgite***: Ol + Opx

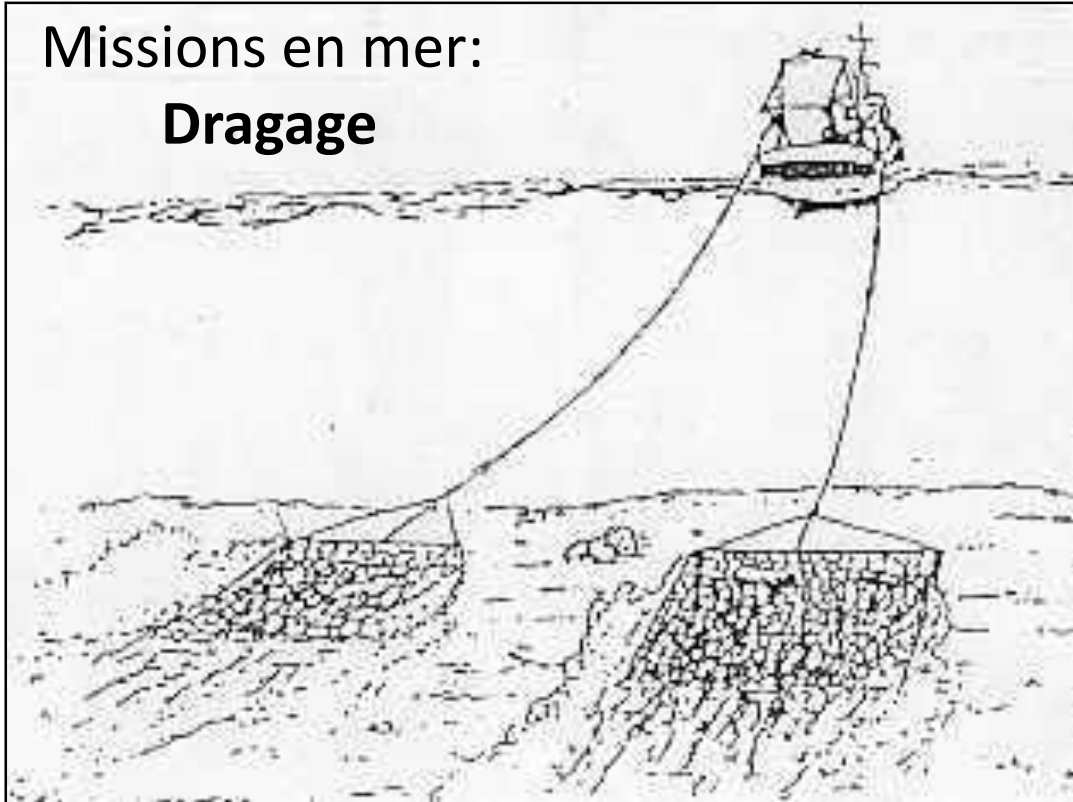


⇒ Comment étudier la **croûte océanique**?

Sismique: Structure, présence de liquide/magma



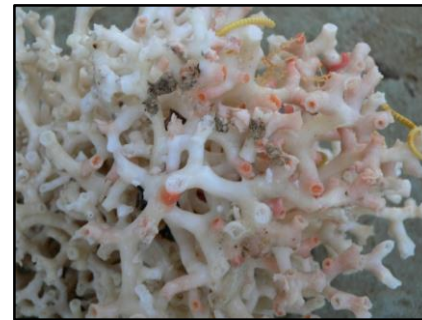
Missions en mer:
Dragage



Sédiments



Animaux

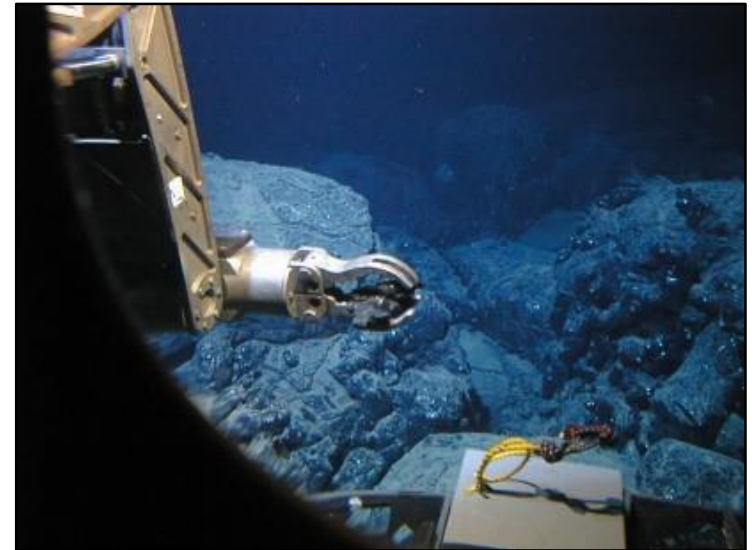
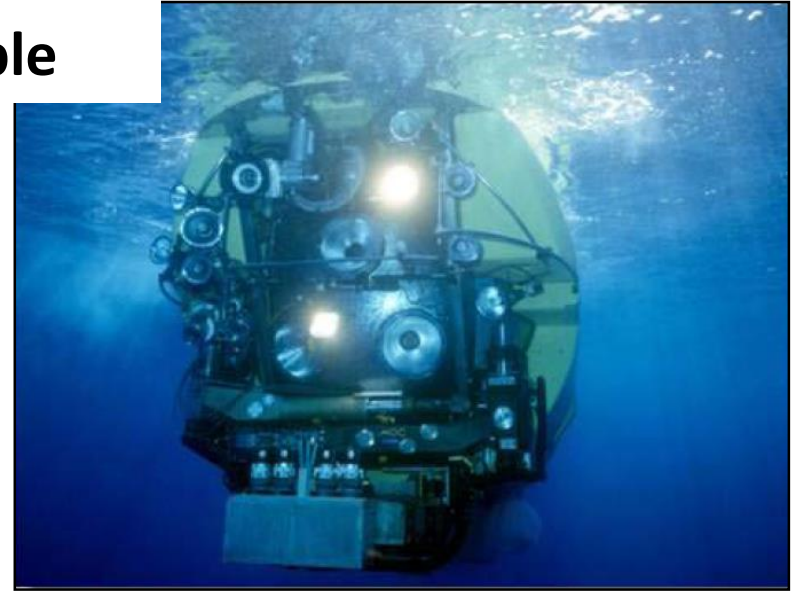


Coraux

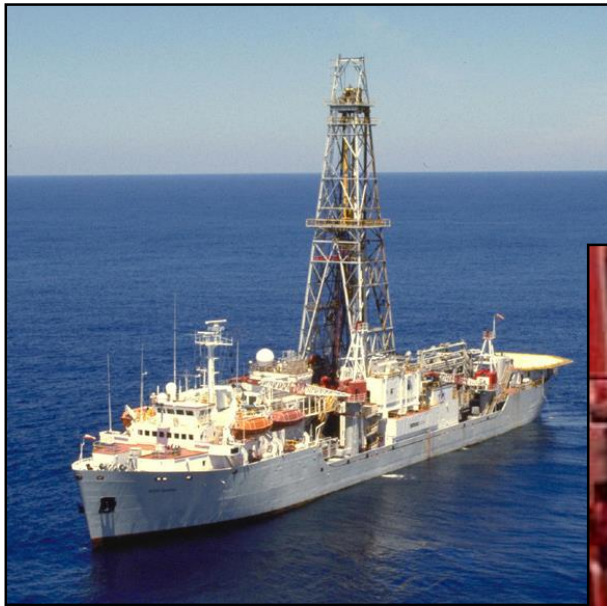


Roches

Missions en mer: **Submersible**



Missions en mer:
Forages



JOIDES Resolution

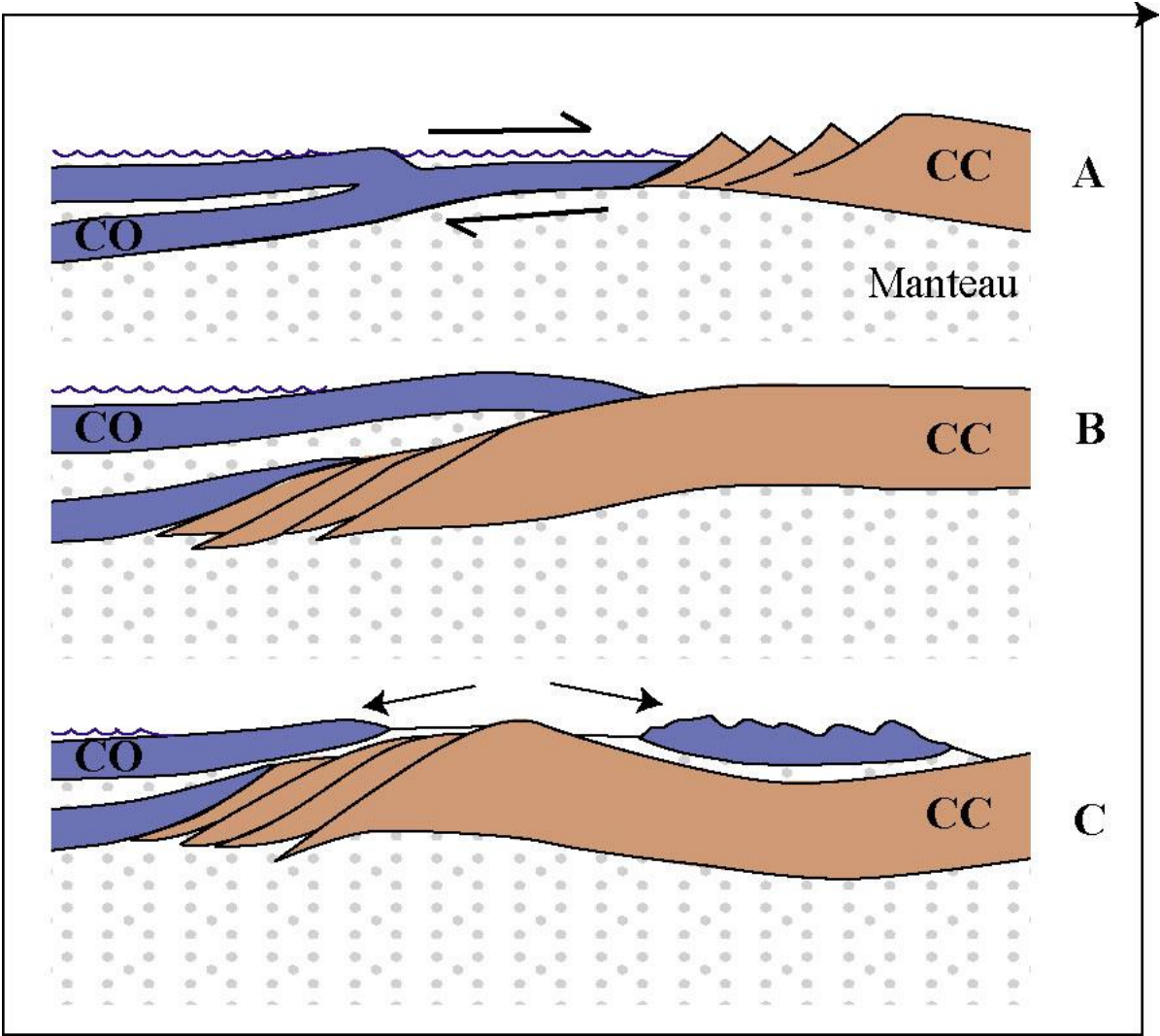


Chikyu

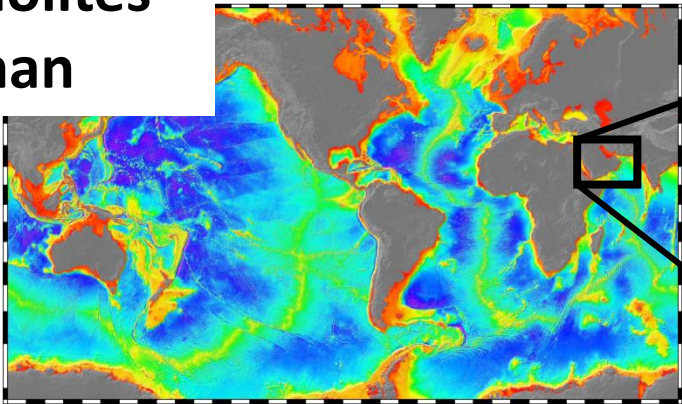


Programme international **IODP**
(Integrated Ocean Drilling Program)

Les ophiolites

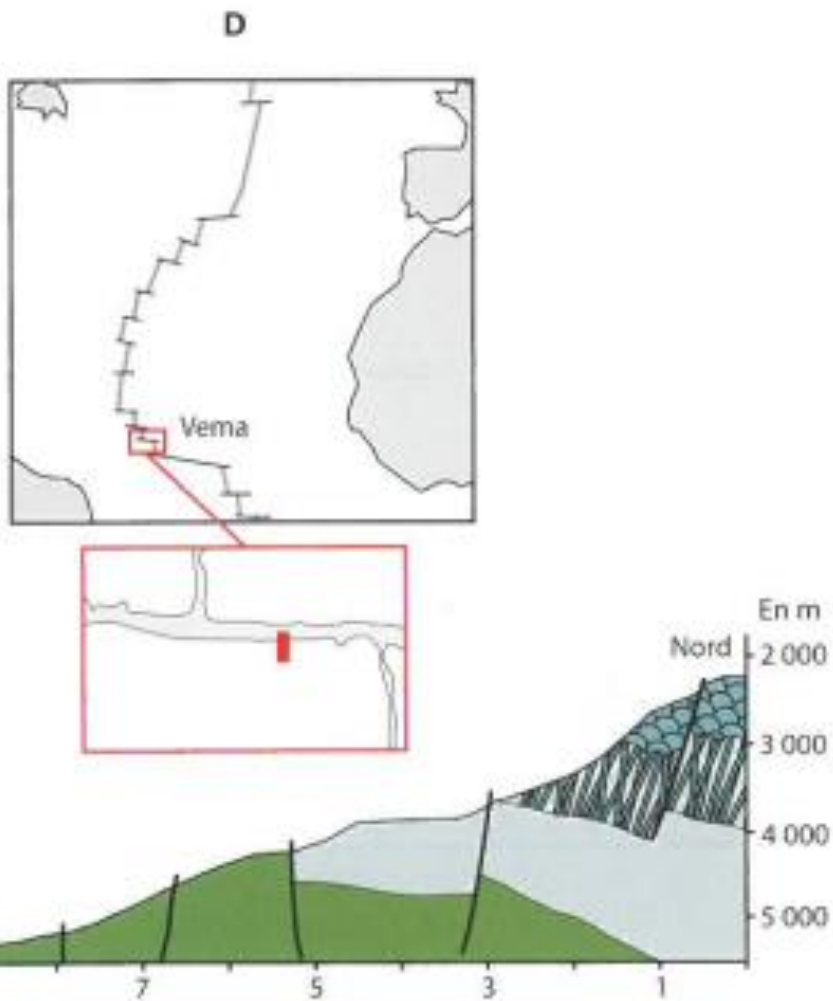
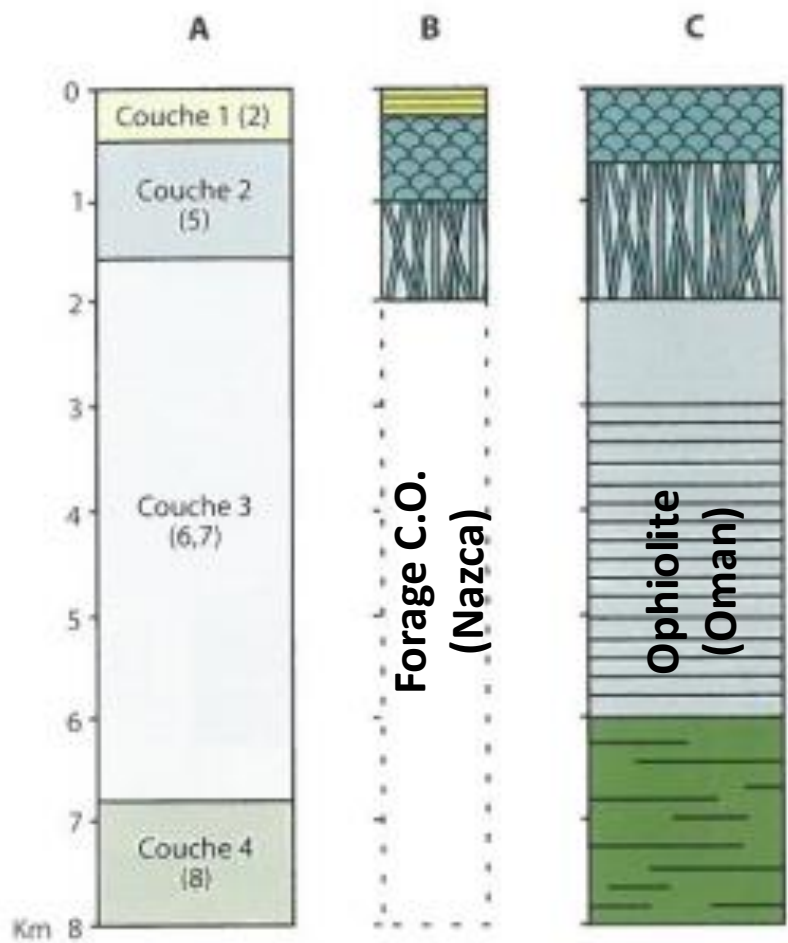


Les ophiolites d'Oman



Oman





Structure **sismique** de la lithosphère

Séquence **pétrologique** de la C.O. et lithos.

Coupe Nord-Sud de la **fracture de Vema**

⇒ Quels sont les différents **types** de dorsales?

Rapide

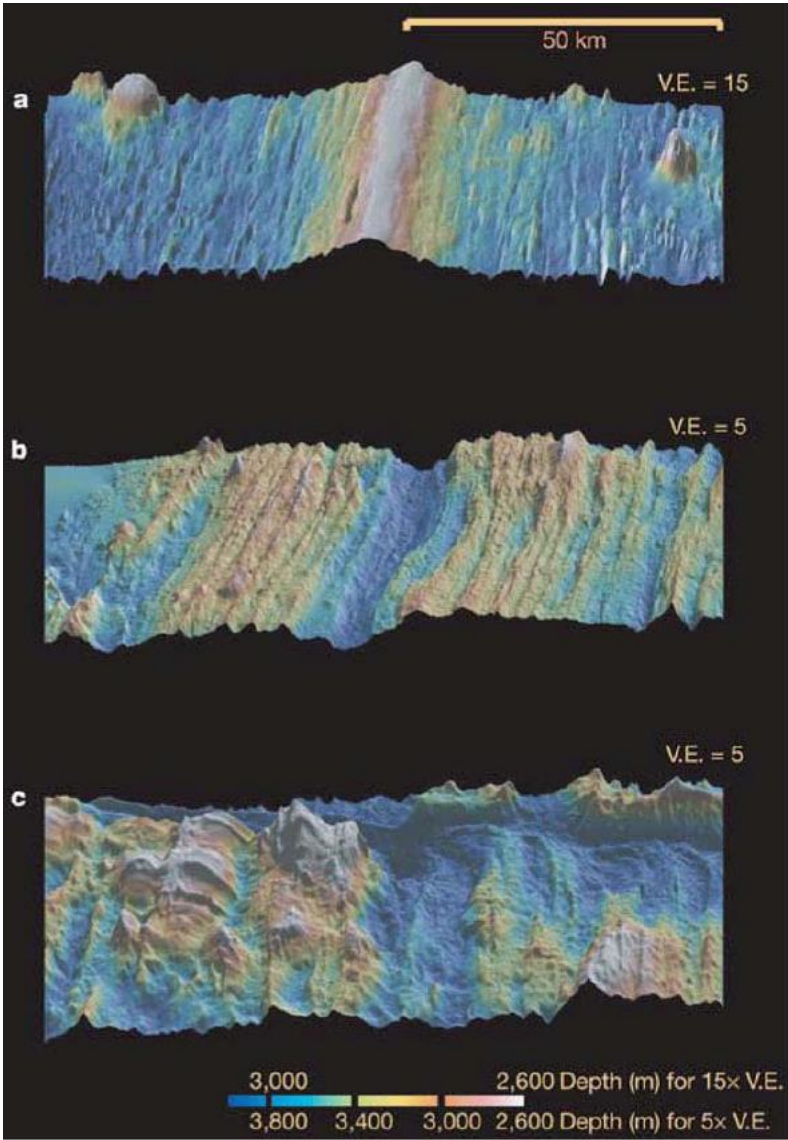
Pacifique

Intermédiaire

SE Indienne

Lente

Atlantique



⇒ Quels sont les différents **types** de dorsales?

Lente
Atlantique

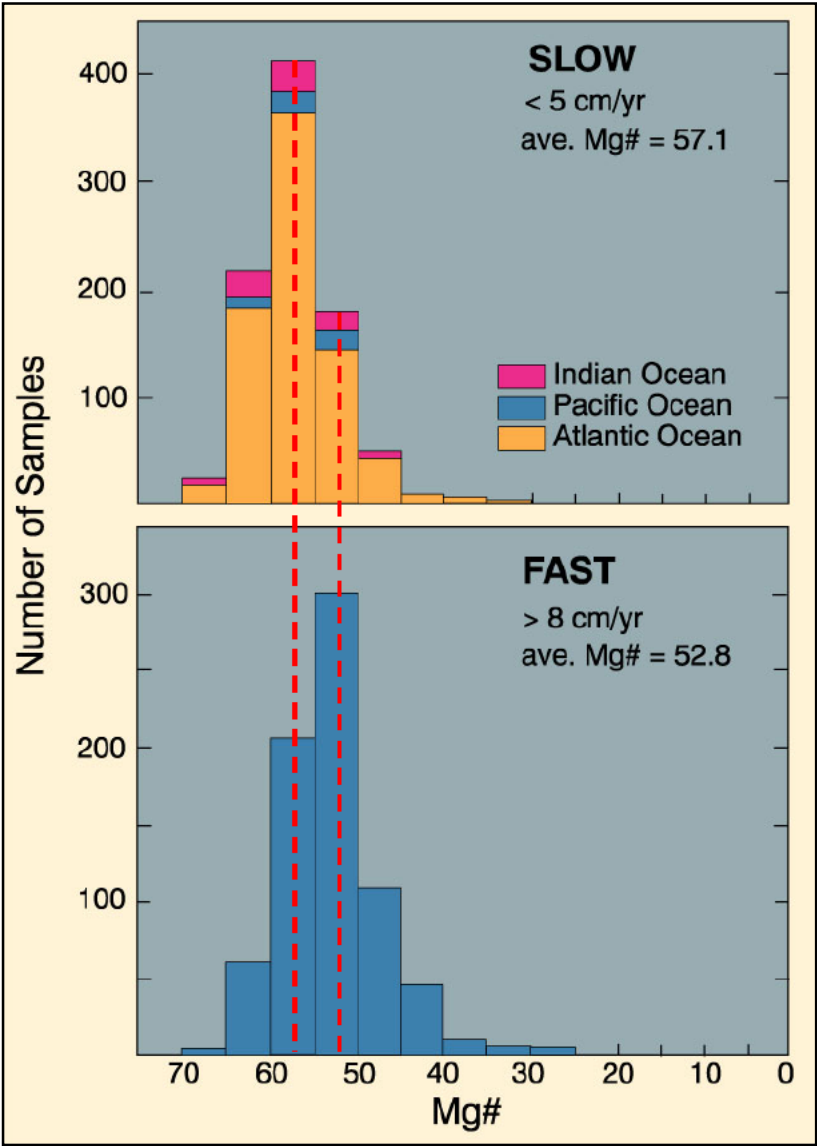
$$\text{Mg\#} = \text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe})$$

(en moles)

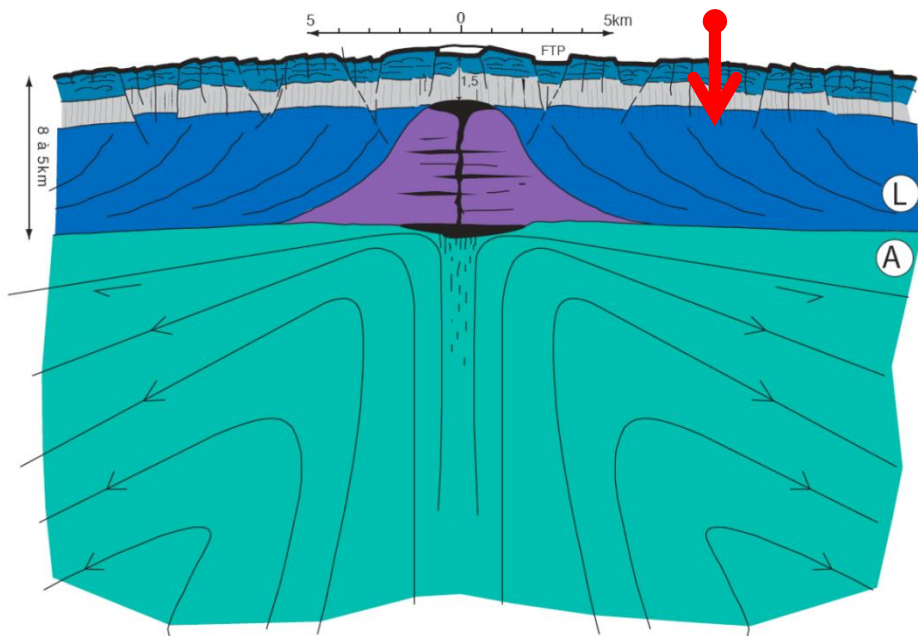
Indique si un magma est +/- primitif

Fort Mg# = + primitif

Rapide
Pacifique



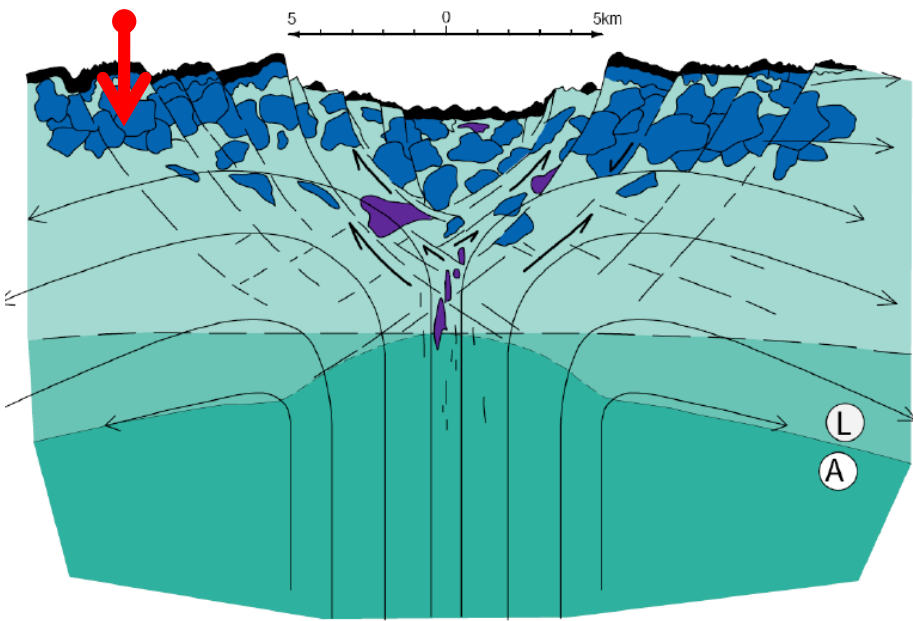
⇒ Quels sont les différents **types** de dorsales?



Rapide: Pacifique
Oman

Croûte continue /
Homogène

Chambre magmatique
permanente



Lente: Atlantique
Chenaillet (Alpes)

Croûte discontinue /
Hétérogène

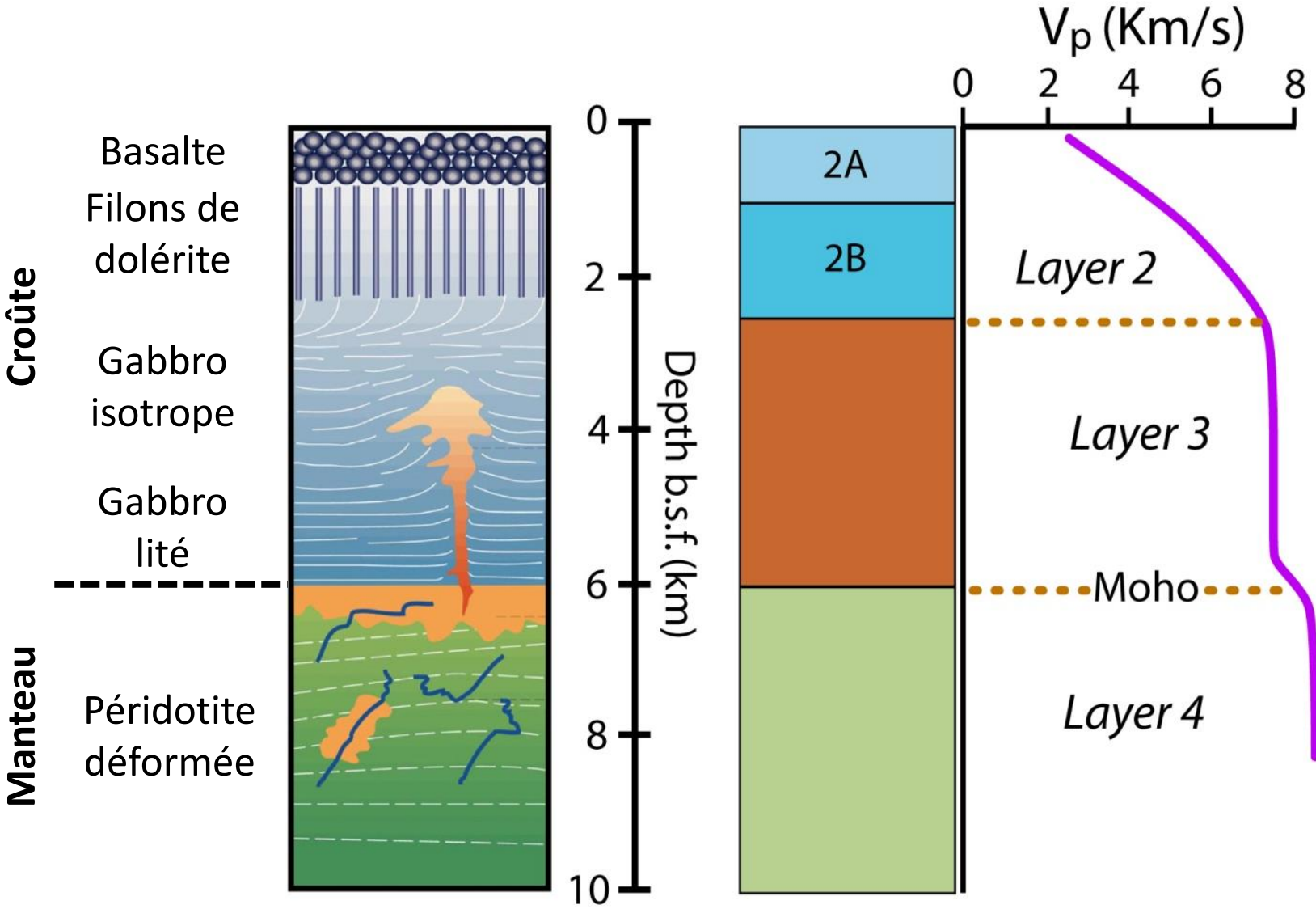
Chambres magmatiques
intermittentes

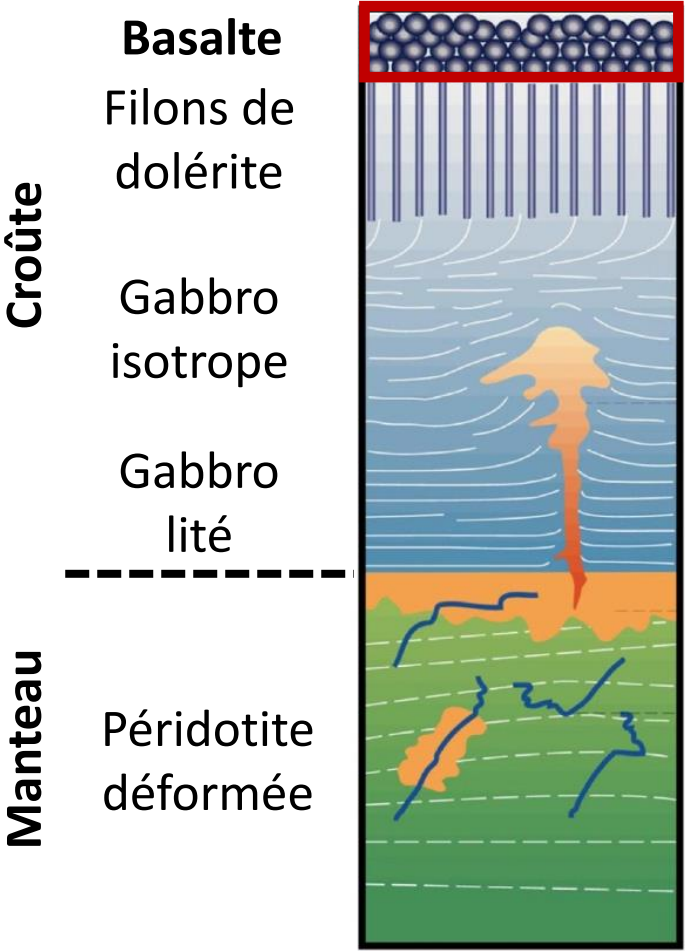
⇒ Fonctionnement des dorsales rapides

Lente: Atlantique
Chenaillet (Alpes)

Croûte discontinue / Hétérogène

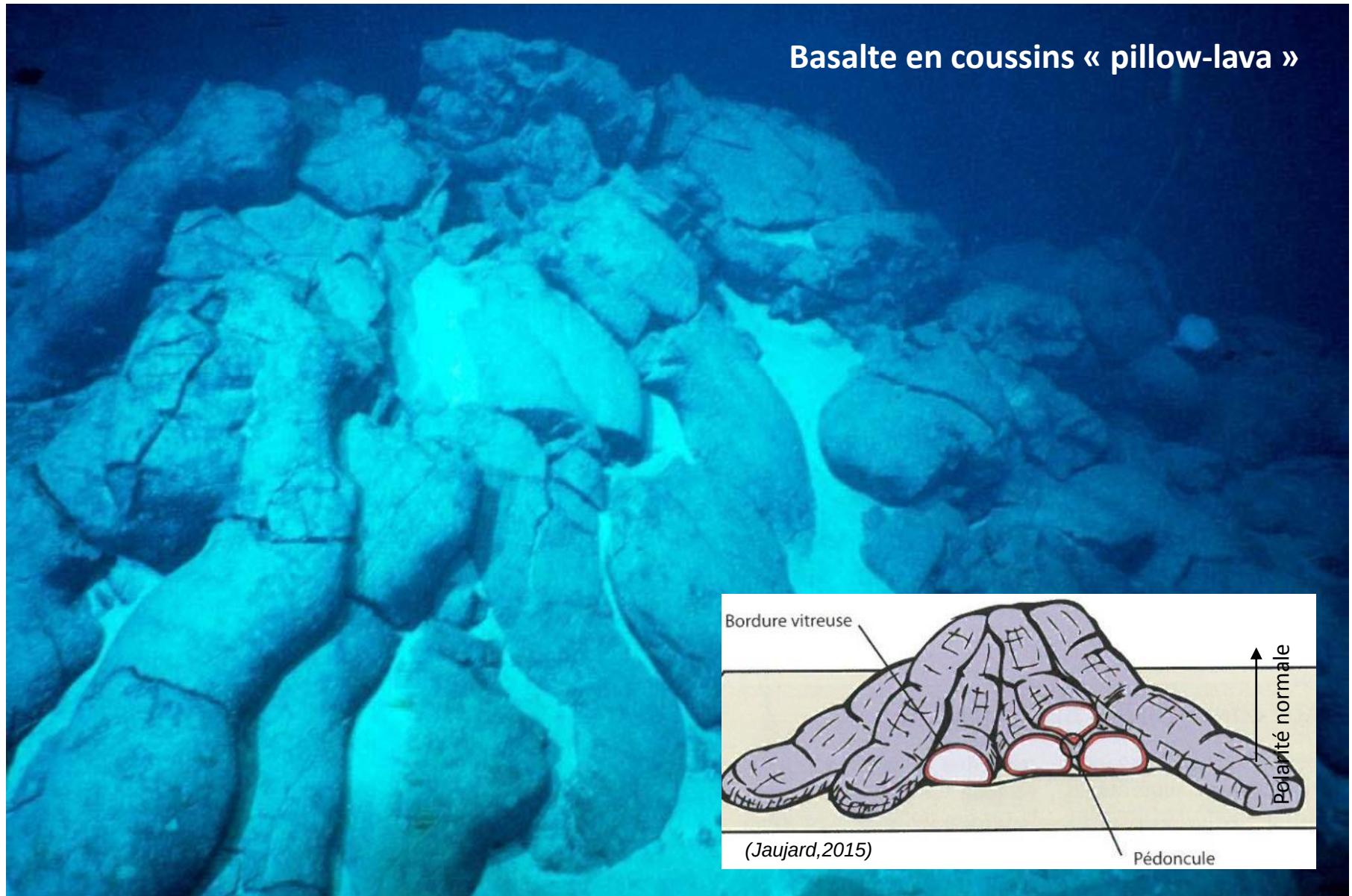
Chambres magmatiques intermittentes

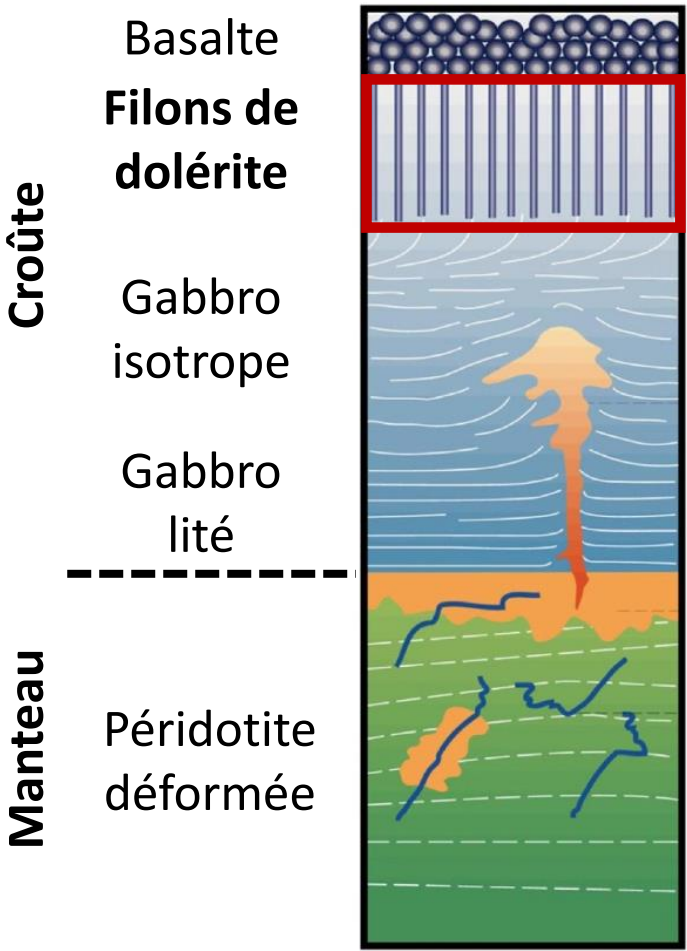




Ophiolite d'Oman



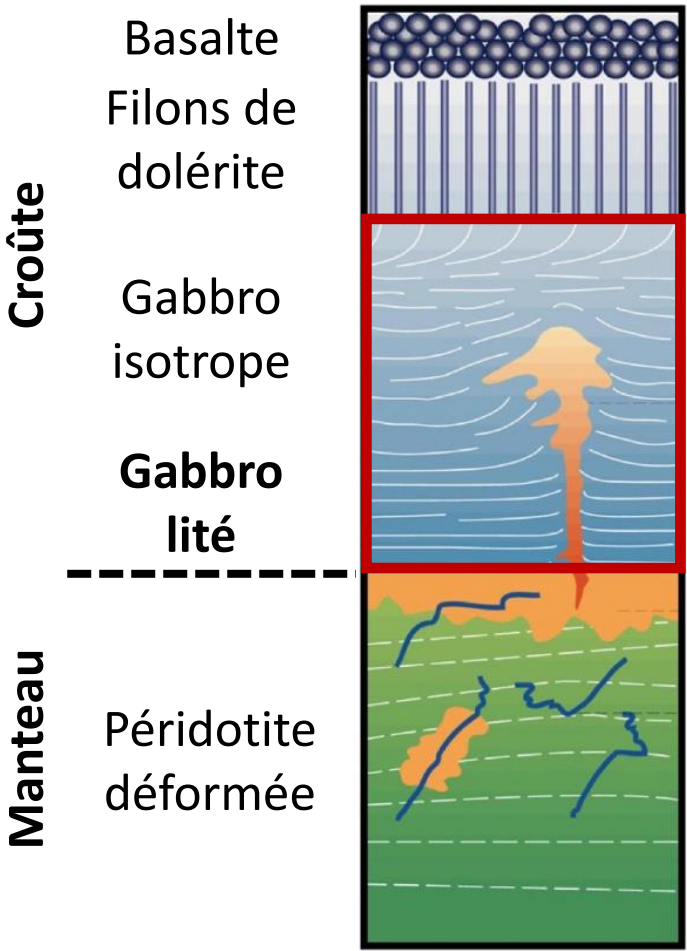




Ophiolite d'Oman



Complexe filonien de dolérite

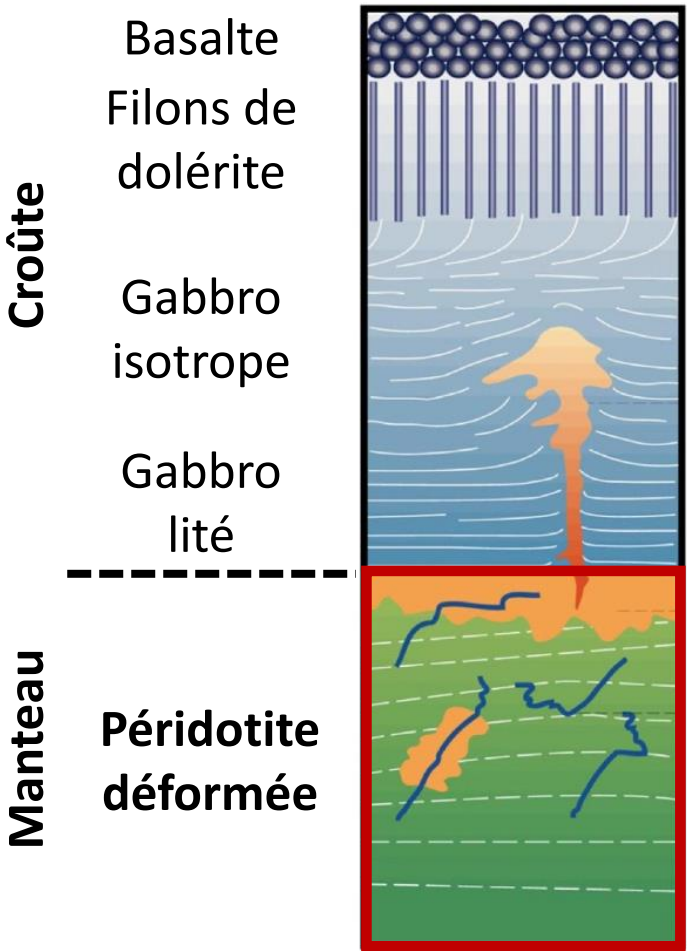


Ophiolite d'Oman



Gabbros lités

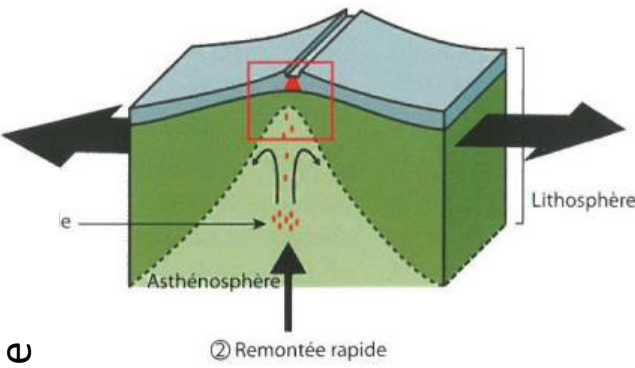
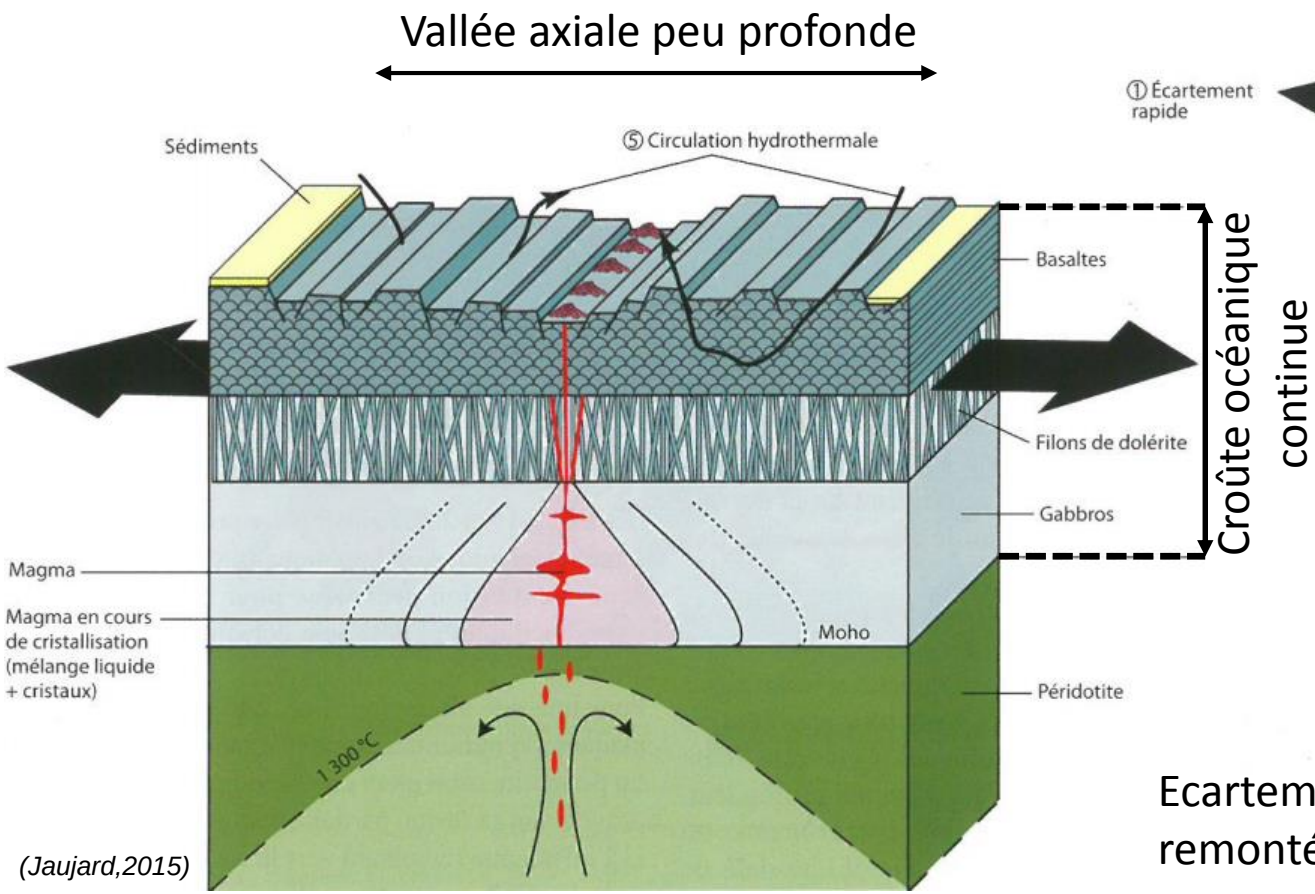
Gabbro = Clinopyroxène + Plagioclase



Ophiolite d'Oman



Péridotite = Olivine + Orthopyroxène
+/- Clinopyroxène

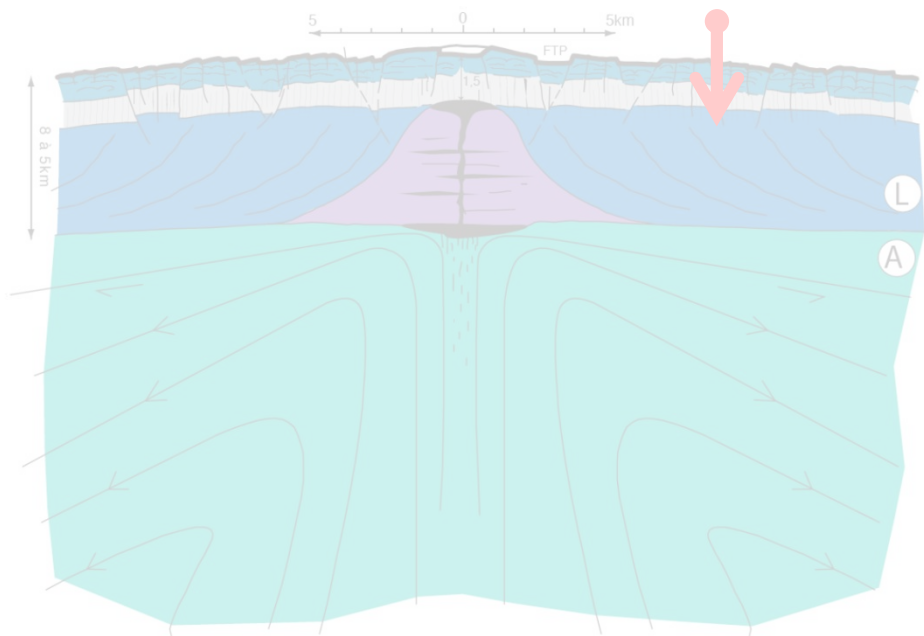


Magma stocké dans une chambre magmatique.

Ecartement dorsale rapide = remontée asthénosphérique rapide

Remontée **rapide** du **manteau asthénosphérique**:
décompression adiabatique de la péridotite =>
fusion partielle **continue** (résidu harzburgite) vers
70-80km

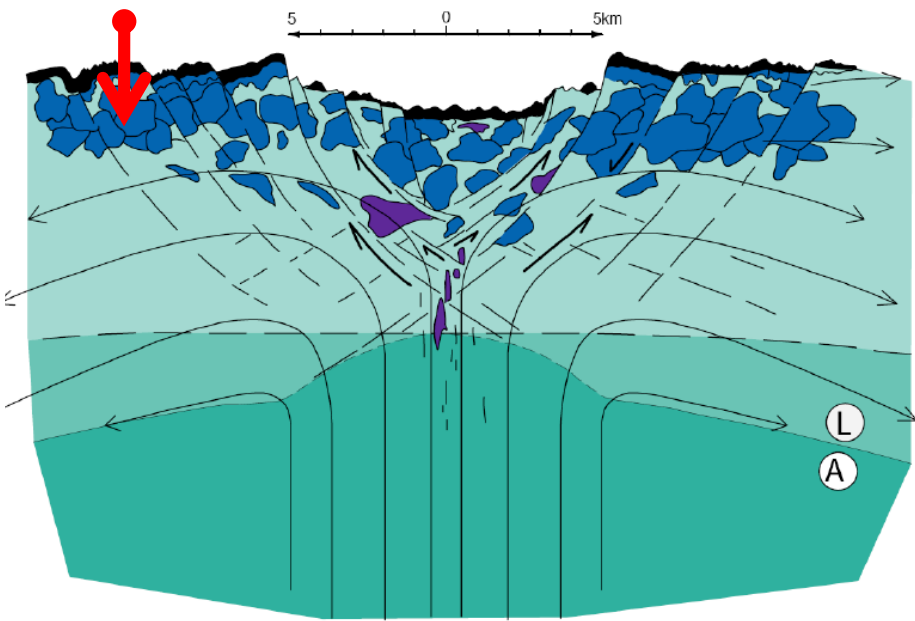
⇒ **Bombement et activité
magmatique FORT**



Rapide: Pacifique
Oman

Croûte continue /
Homogène

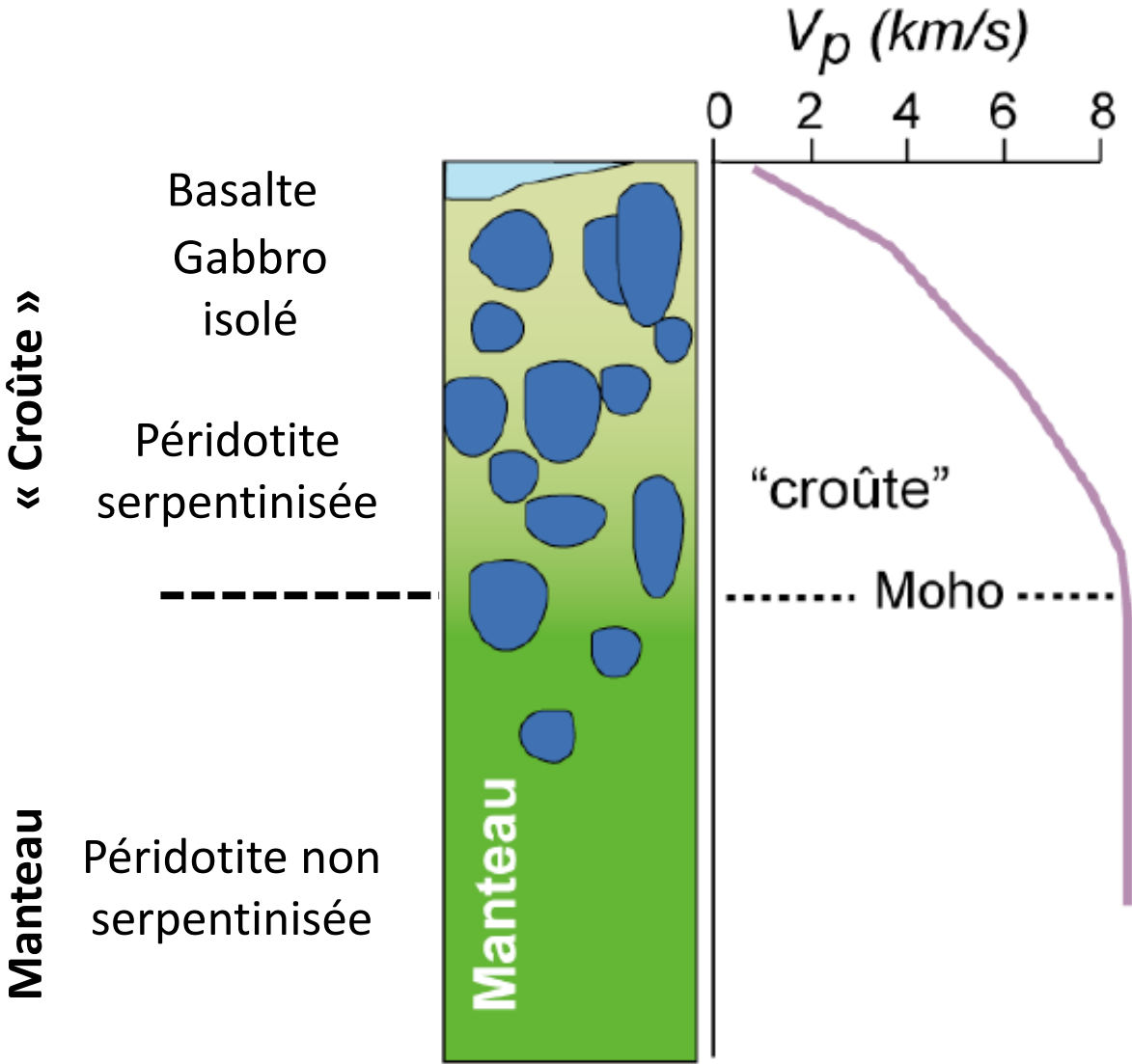
Chambre magmatique
permanente



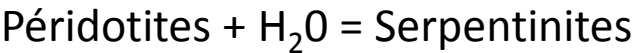
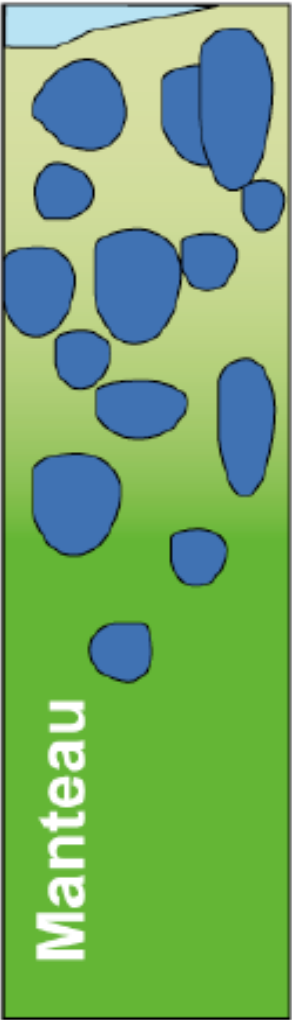
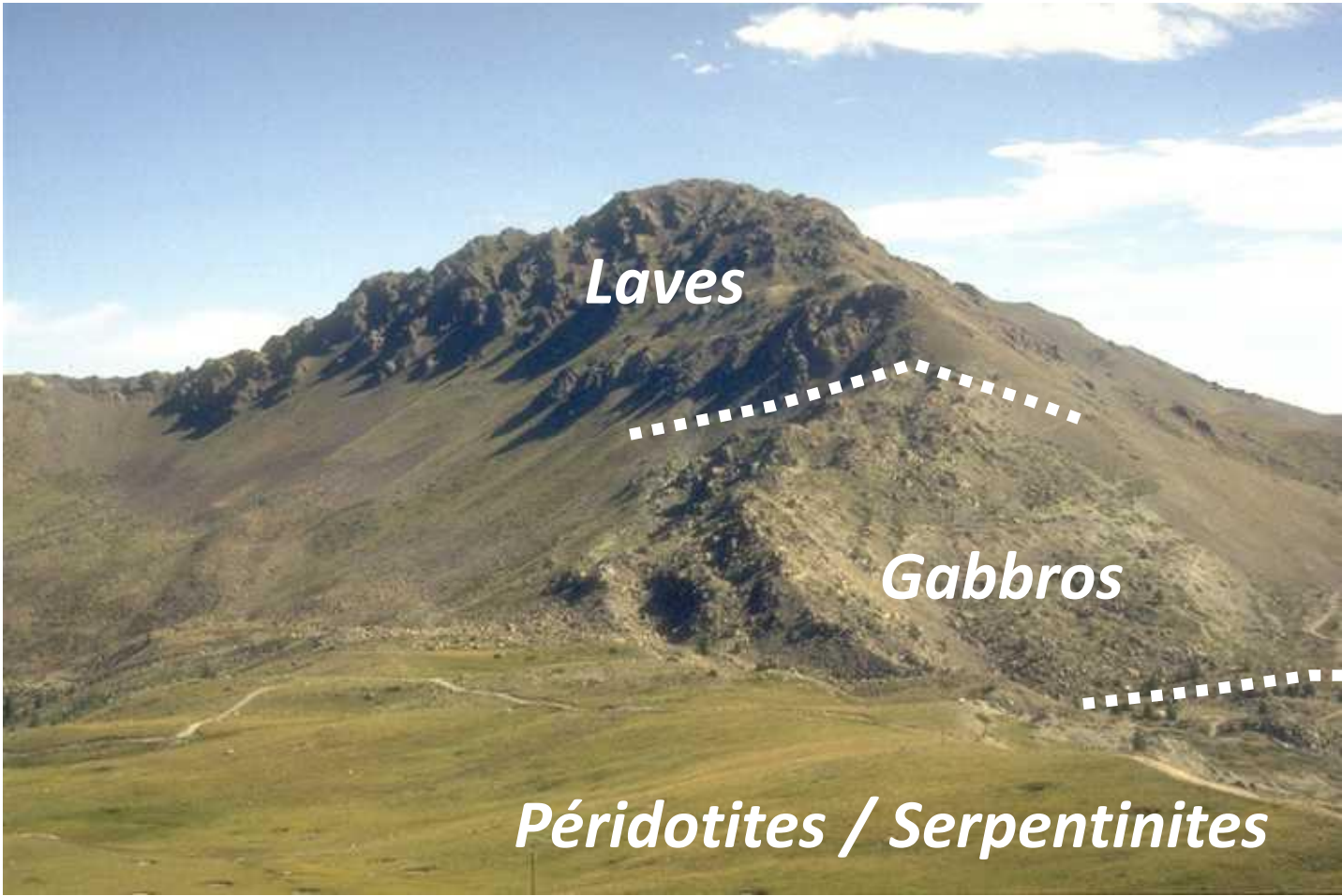
Lente: Atlantique
Chenaillet (Alpes)

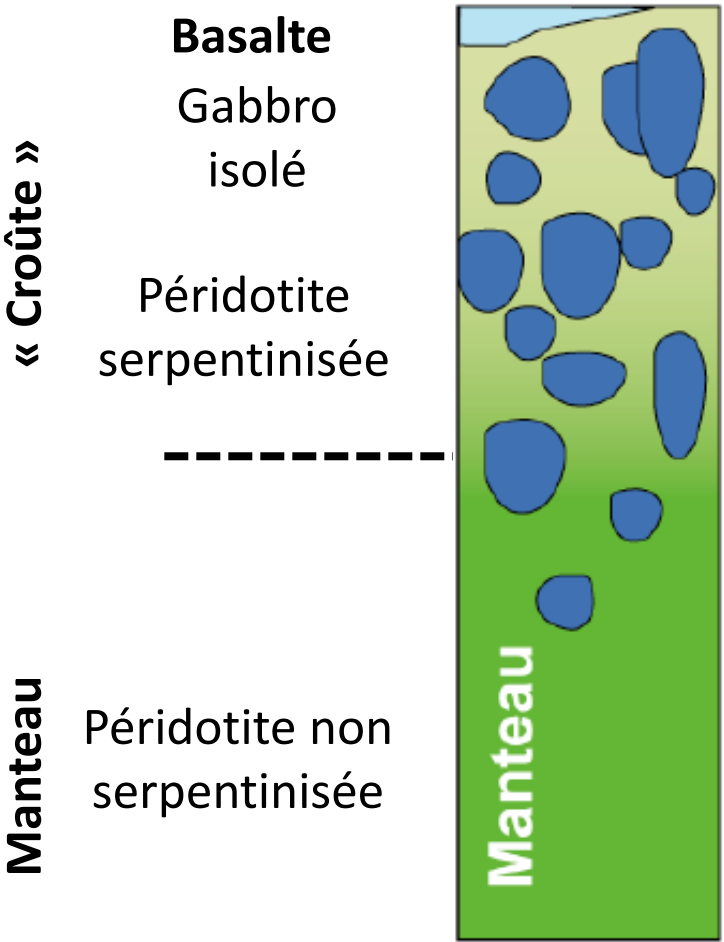
Croûte discontinue /
Hétérogène

Chambres magmatiques
intermittentes



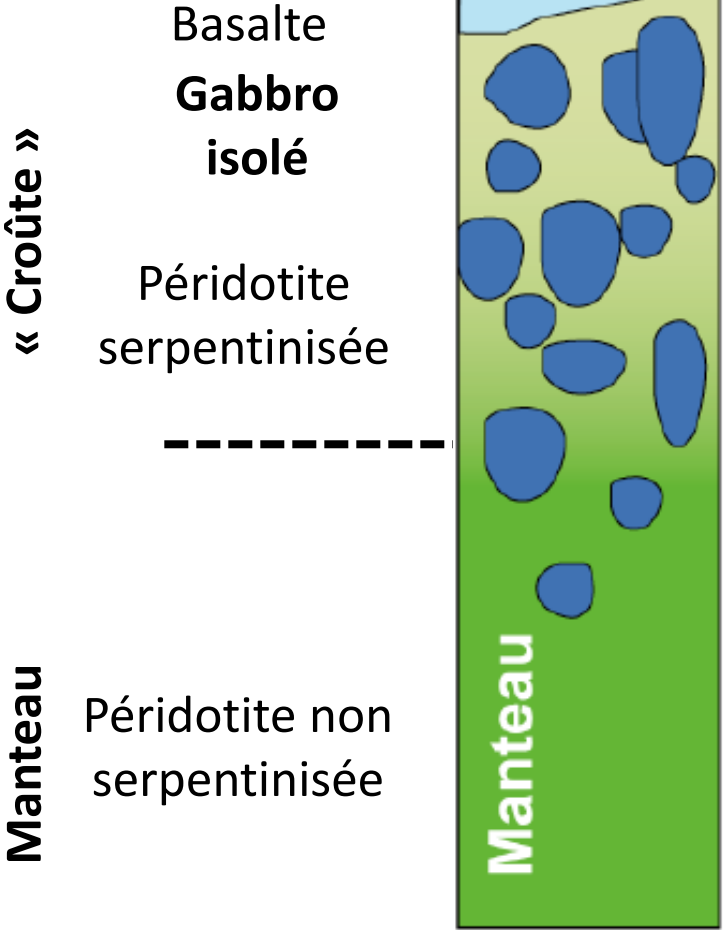
Le Massif **ophiolitique** du **Chenaillet** (vu de l'Ouest)





Massif du Chenaillet

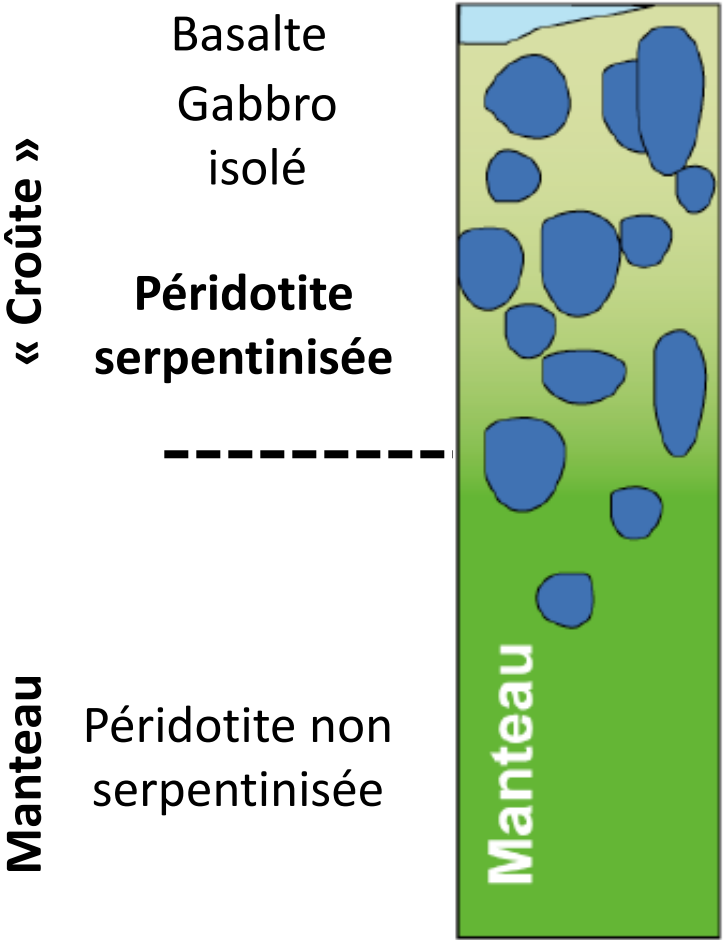


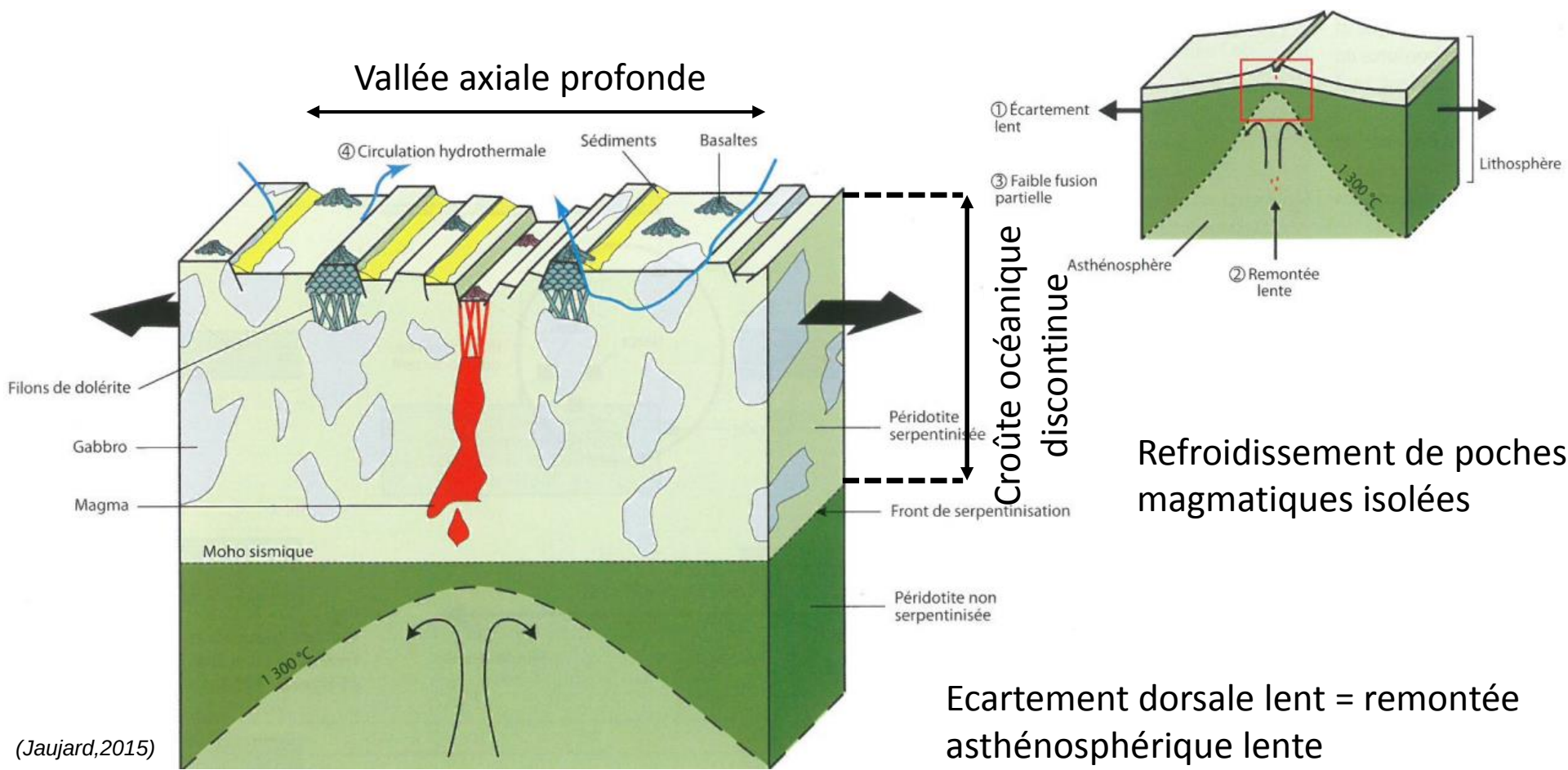


Massif du Chenaillet



Massif du Chenaillet



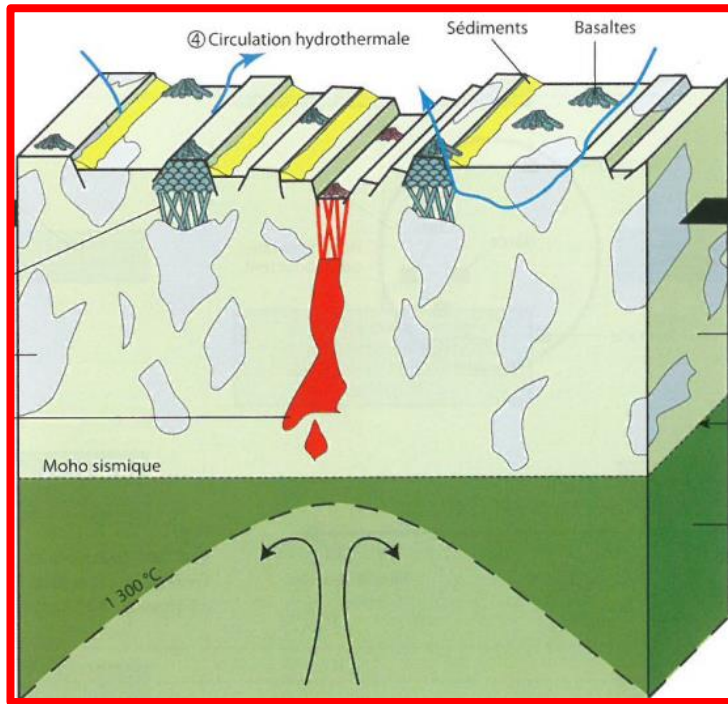


(Jaujard, 2015)

Remontée **lente** du **manteau asthénosphérique**:
décompression pas tjs adiabatique de la péridotite =>
fusion partielle très **épisode** (résidu lherzolite)

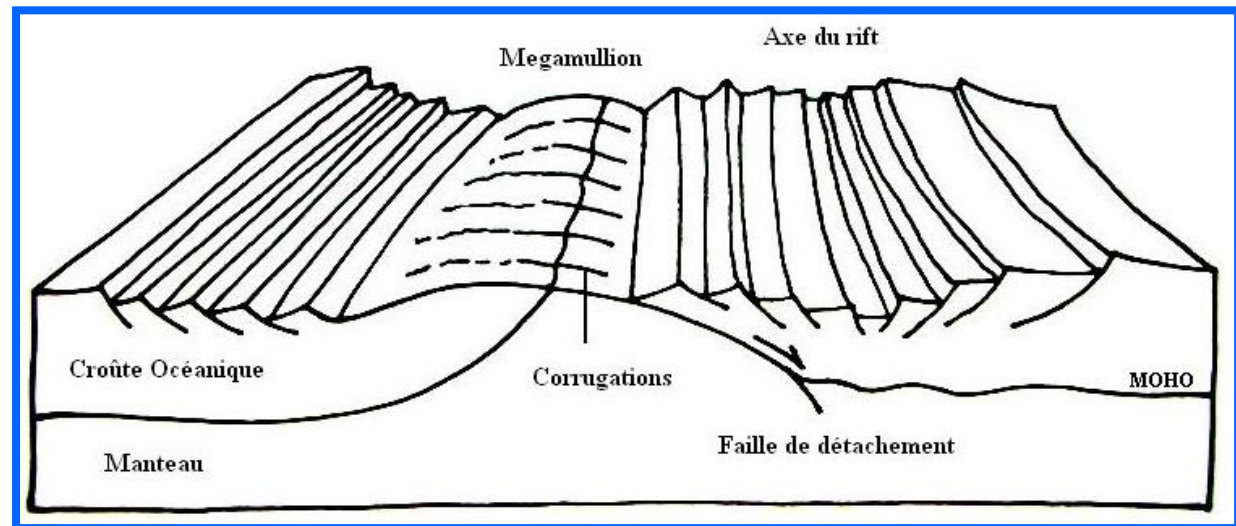
Ecartement dorsale lent = remontée
asthénosphérique lente

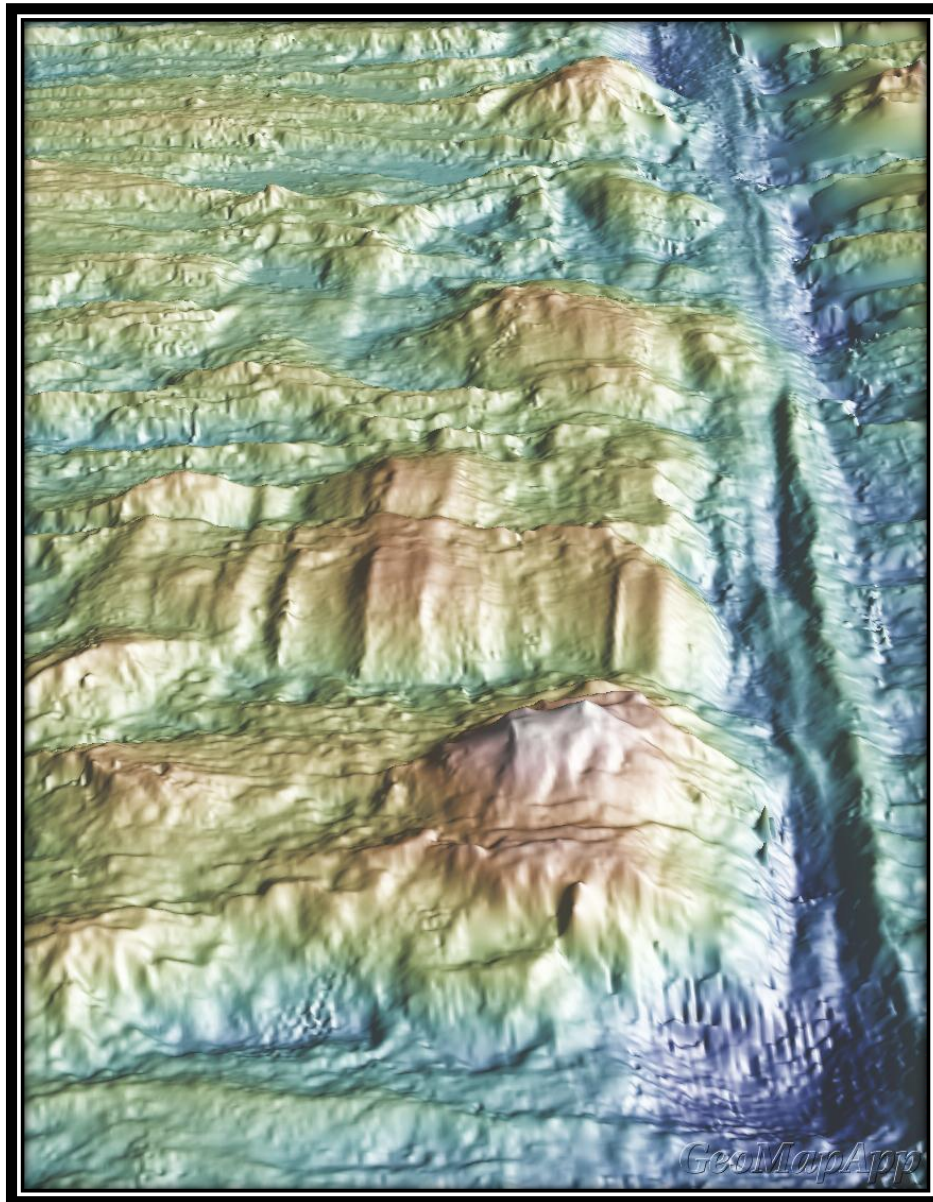
⇒ **Bombement et activité
magmatique FAIBLE**



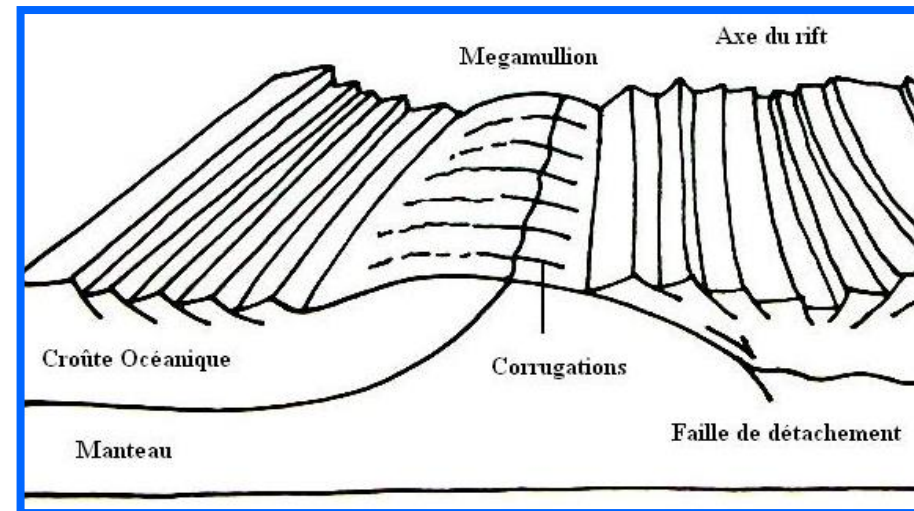
2 types d'extension:

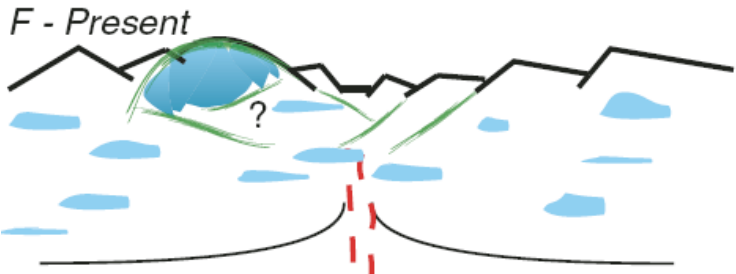
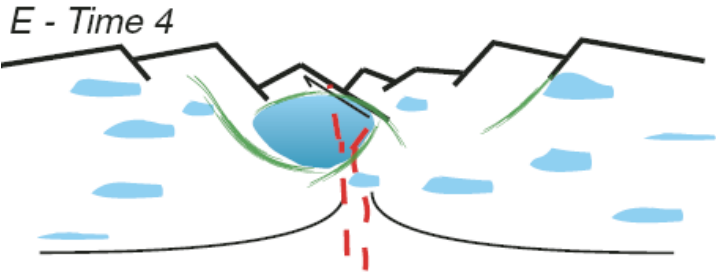
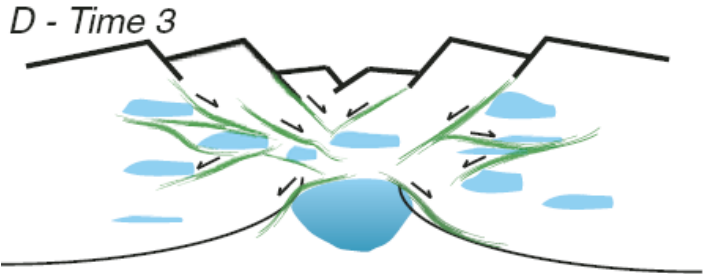
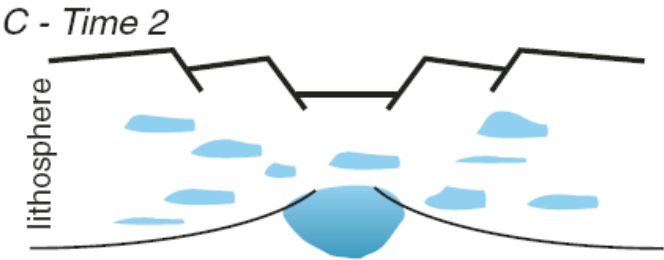
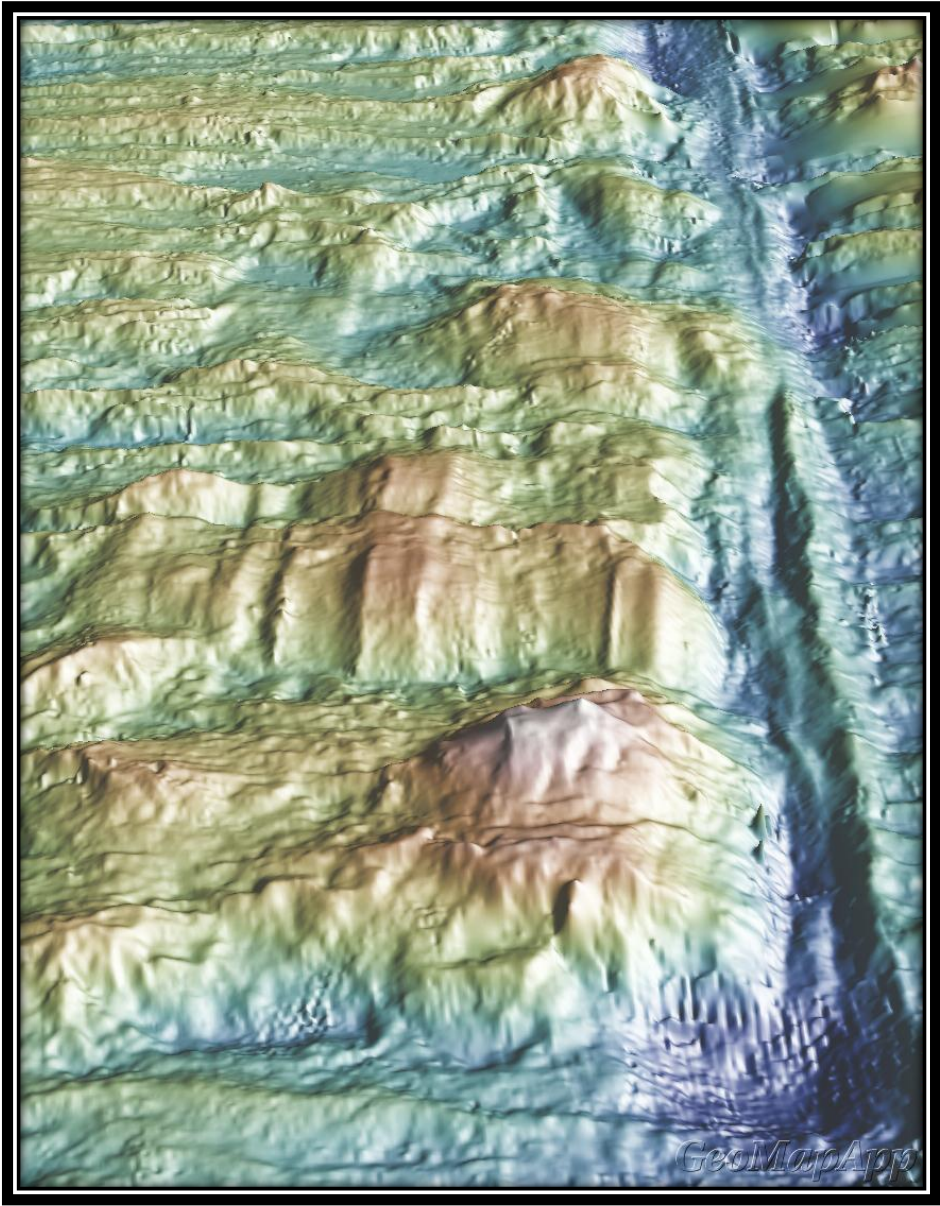
- **Symétrique** (~50%)
(vue classique)
- **Asymétrique** (~50%)
(Oceanic Core Complex)

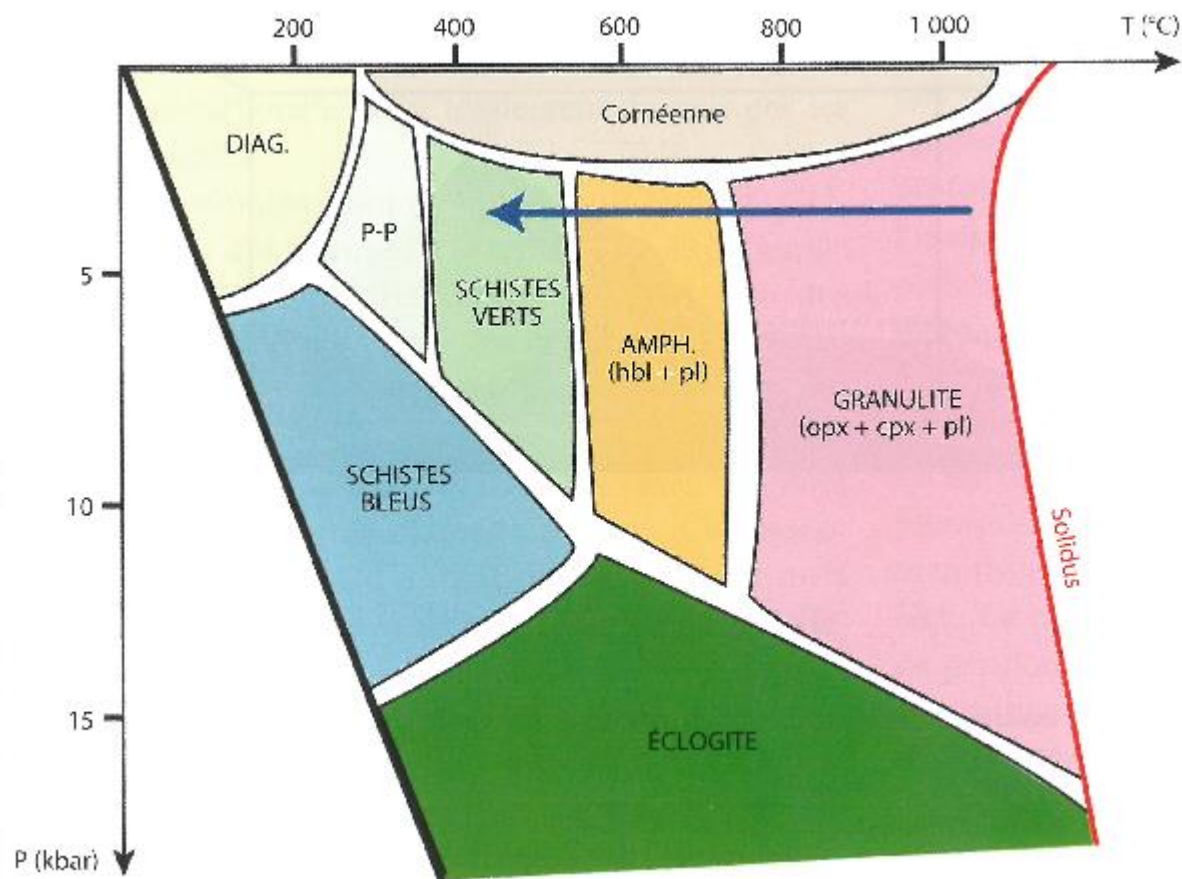




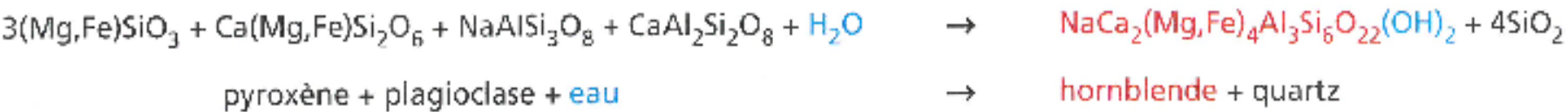
- **Asymétrique** (~50%)
(Oceanic Core Complex)

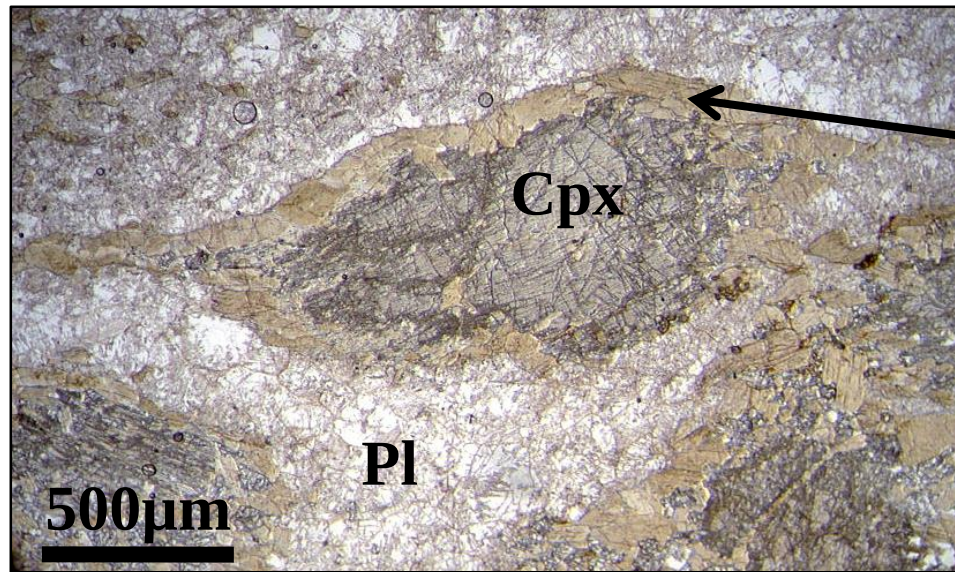




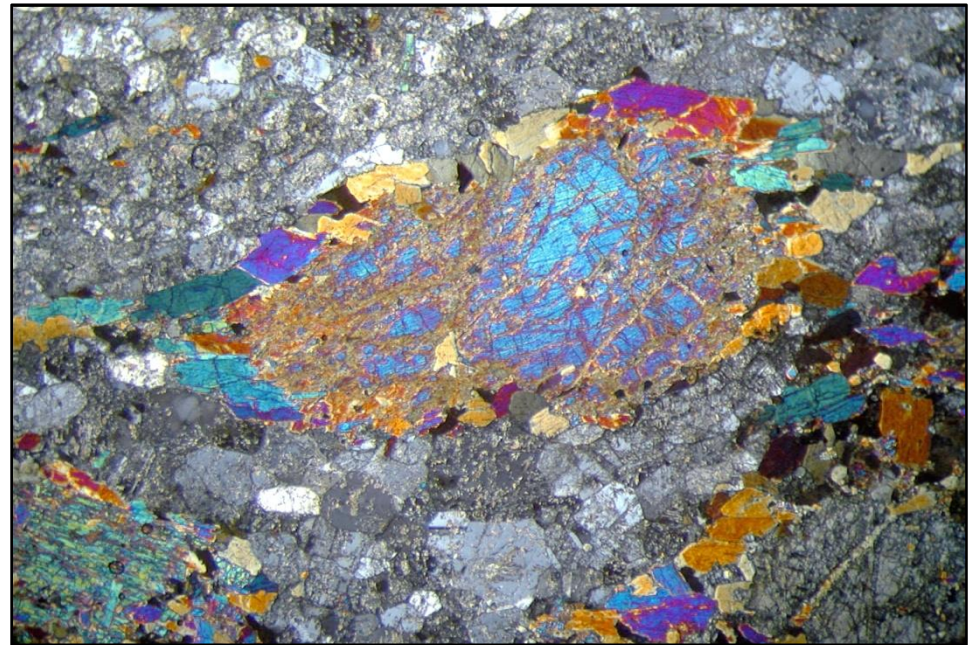


Amphibolitisation





Amp



Chromites (spinelles chromifères)

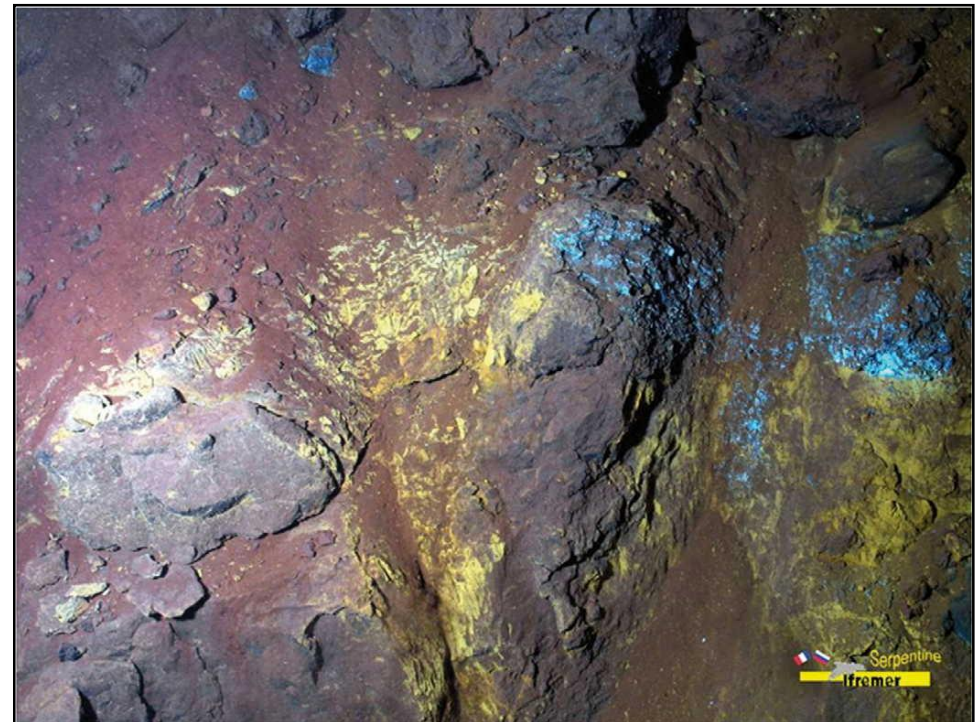
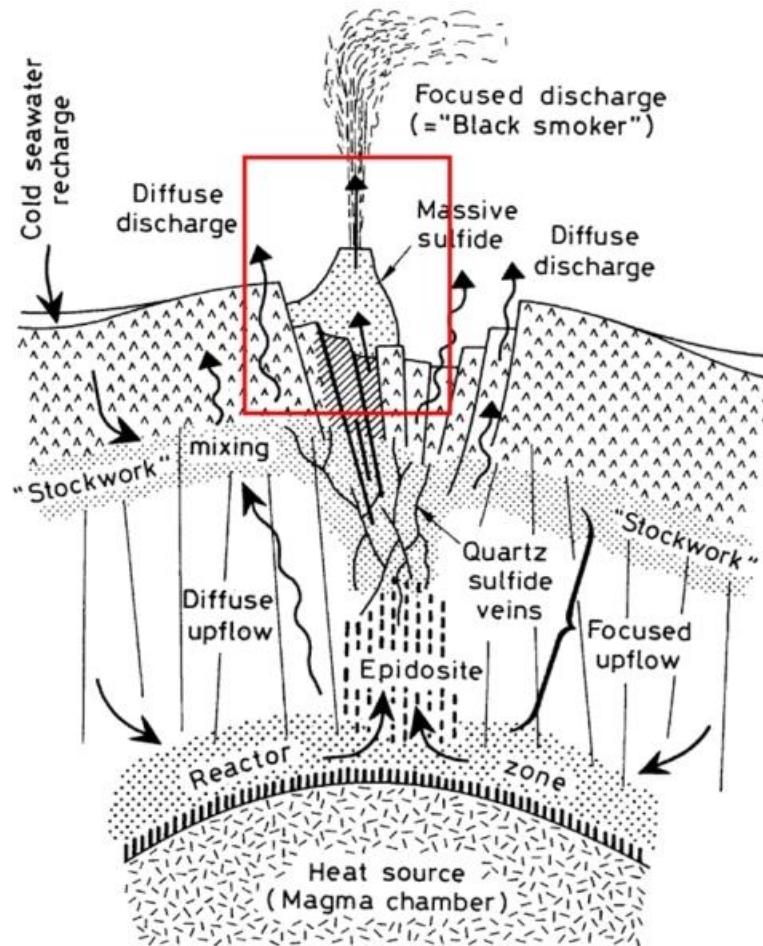
⇒ Base de croûte



Amas sulfurés (Zn-Pb-Cu)

⇒ Fumeurs noirs

(activité hydrothermale)



5. Synthèse

