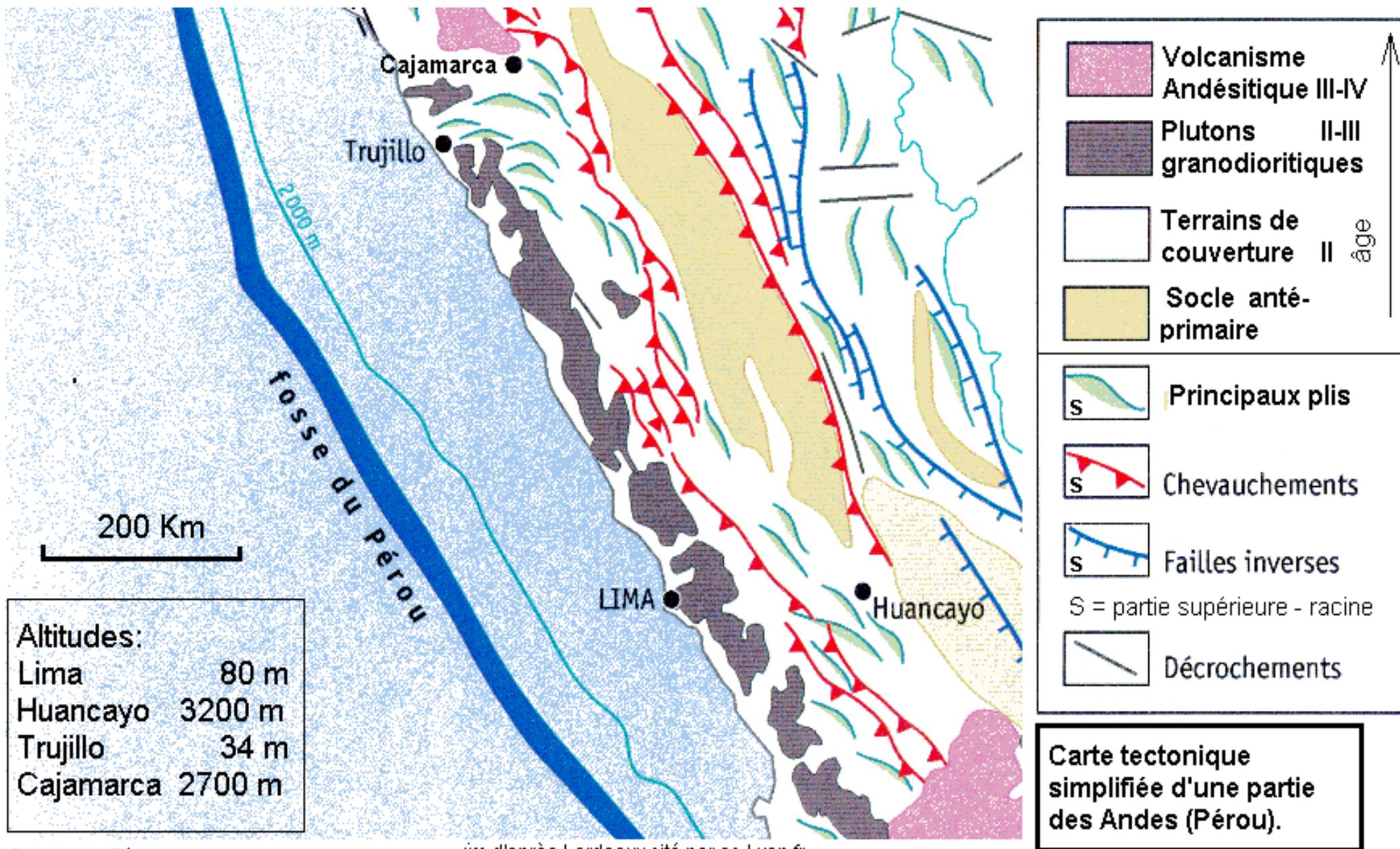


# Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de l'orogénèse

- Dans ces zones 2 plaques lithosphériques convergent.



Carte Andes Pérou.bmp

jm d'après Lardeaux cité par ac-Lyon.fr

## Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de l'orogénèse

### Avertissements :

1- le présent document est exclusivement destiné aux élèves de terminale S du lycée J H FABRE et a donc un but pédagogique et une diffusion restreinte

2- certains éléments peuvent ne pas être libres de droits, l'auteur n'est pas responsable de l'usage qui peut en être fait

3-

[...  
P. Mueller et D. Oppenheimer ont évalué les deux groupes de participants une semaine après le cours. Là encore, ceux qui avaient pris des notes à la main ont obtenu les meilleures performances. Ces notes, qui incluent les propres mots et l'écriture des étudiants, semblent rappeler plus efficacement les souvenirs, en recréant aussi bien le contexte (les processus de pensée, les émotions, les conclusions) que le contenu (notamment les données factuelles) de la session d'apprentissage.

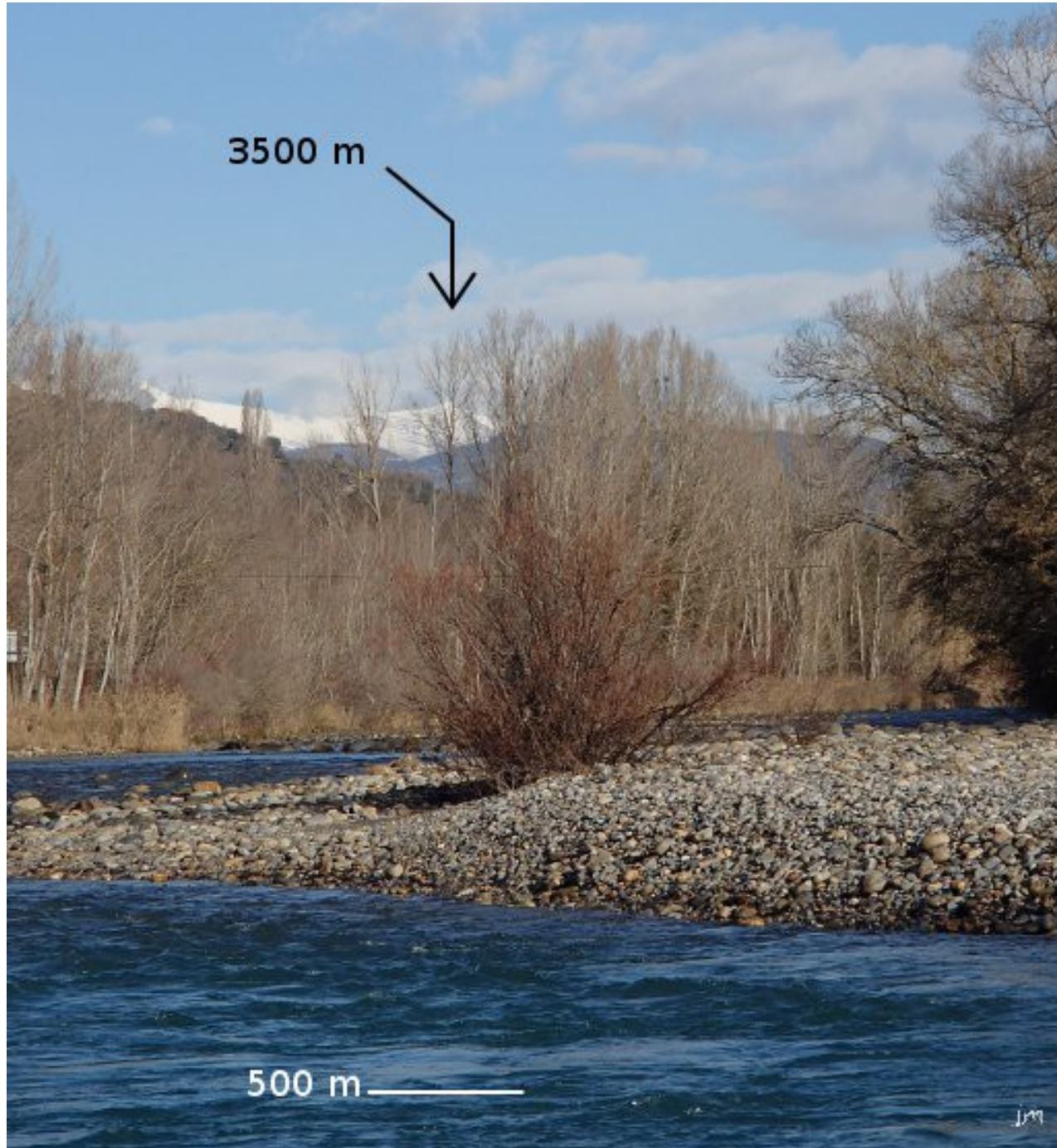
Ces résultats ont des implications importantes pour les étudiants qui se fondent sur du contenu mis en ligne par les enseignants. Quand ils ne prennent aucune note, ils n'organisent pas les informations et ne les synthétisent pas dans leurs propres mots. Ainsi, ils ne s'engagent pas dans le travail mental qui favorise l'apprentissage.

...]

Pam Mueller, de l'Université de Princeton, et Daniel Oppenheimer, de l'Université de Californie à Los Angeles, 2014

4- « Un cours de TS ça se mérite! » Anonymes 2012

## Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de l'orogénèse



### Rappels :

- diversité des roches de la CC
- âge ancien
- densité + faible => position
  - $2,5 < d \text{ granite} < 2,7$
  - $2,6 < d \text{ gneiss} < 2,8$
  - $3,2 < d \text{ péridotite} < 3,4$

# Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de l'orogénèse

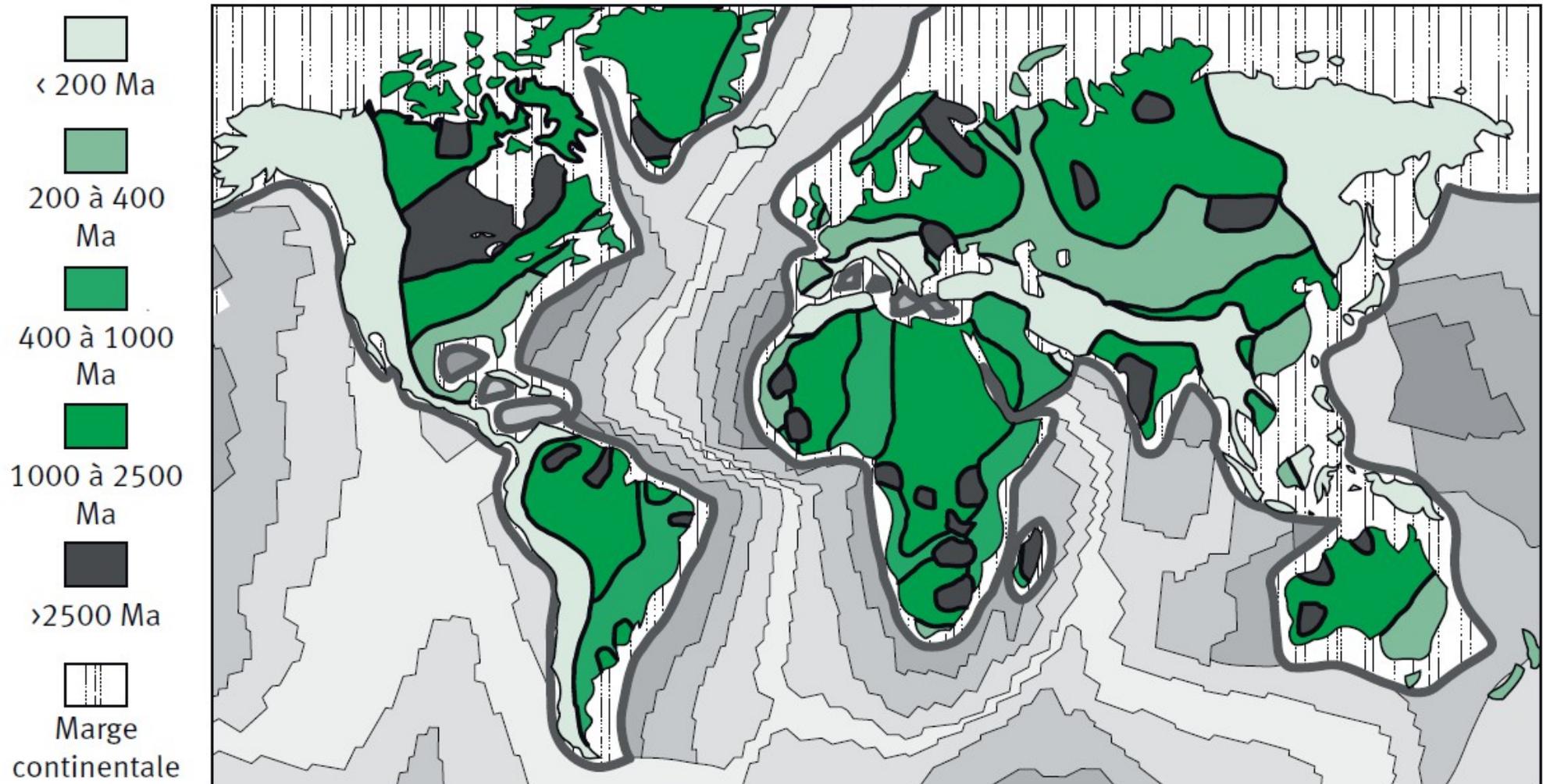
## - Diversité des roches de la CC



## Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de l'orogénèse

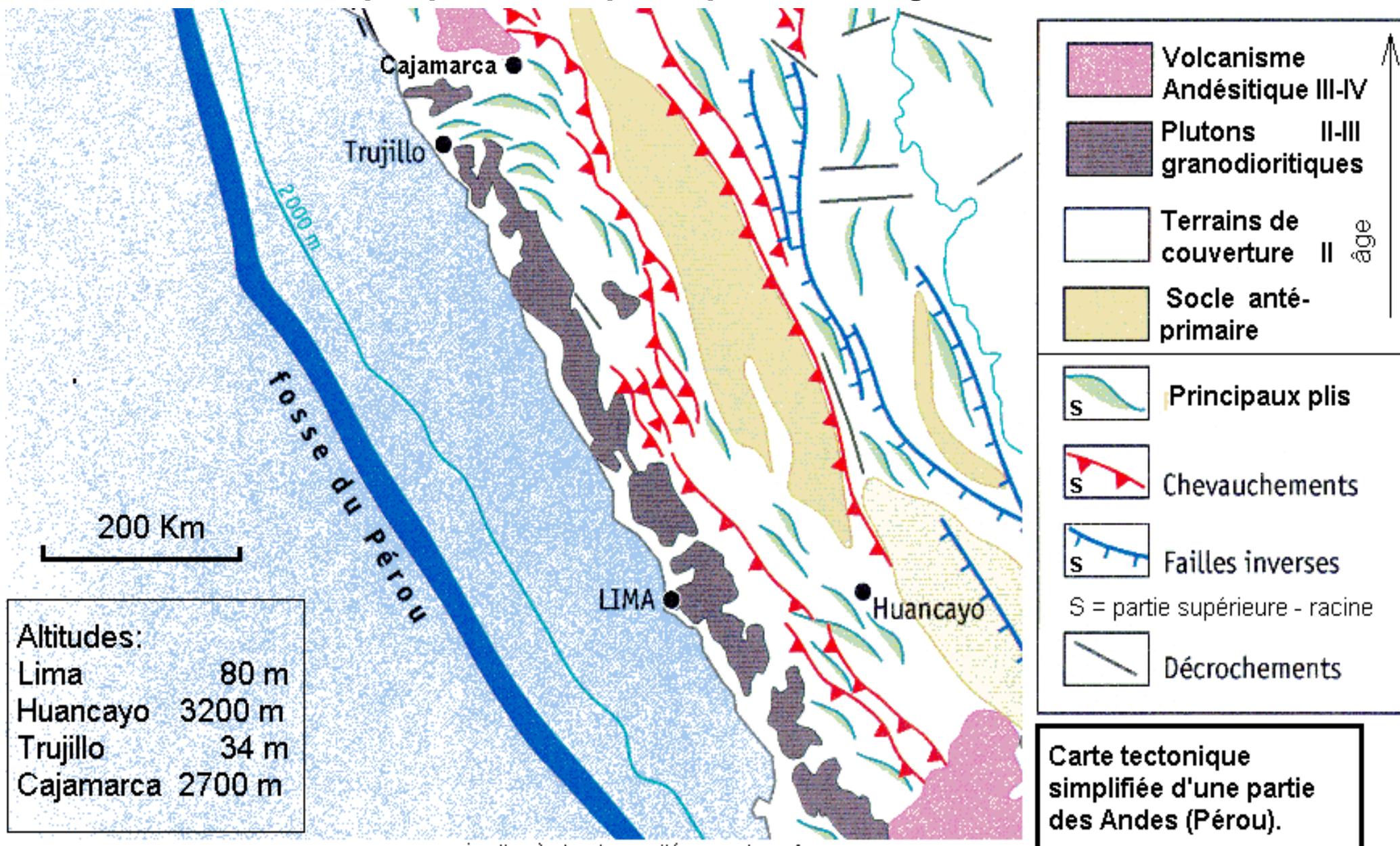
- âge important – **La CC est plus récente en bordure des continents dans des zones particulières.** Exemple bordure continentale ouest des Amériques

### *Âge des croûtes océanique et continentale*



# Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de l'orogénèse

- Dans ces zones 2 plaques lithosphériques convergent.



Carte Andes Pérou.bmp

jm d'après Lardeaux cité par ac-Lyon.fr

## Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne II.1) La composition moyenne de la CC



**RAPPEL :**

**Granite**

Quartz

Feldspaths

mica noir (biotite)

## Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne II.1) La composition moyenne de la CC

La densité de la CC est liée à la **composition minéralogique donc chimique** des roches la constituant.

### *Composition chimique de différents minéraux*

Minéral	Composition chimique
Feldspath	Na ou K ou Ca $AlSi_3O_8$
Pyroxène	Na ou $Fe_2$ ou Ca ou $Mg_2Si_2O_6$
Olivine	$(Mg, Fe_2) SiO_4$
Quartz	$SiO_2$
Micas	$KAl_2Si_3AlO_{10}-(FOH)_2$

## Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne II.1) La composition moyenne de la CC

*Composition chimique des croûtes océanique (C. O.) et continentale (C. C.) ainsi que d'un basalte et d'un granite*

Composition chimique	% massique d'élément chimique			
	C. O.	C. C.	Basalte	Granite
O	43,7	46,9	49	49,4
Si	22	32,5	26,8	32,4
Al	8,5	7,7	5	7,4
Fe	6,5	2,9	2	<b>1</b>
Mg	7,6	0,7	9	0,6
Ca	7,1	1,9	7	1
Na	1,6	2,9	2	2,6
K	0,33	3,2	0,2	4,6
Ti	1,4	-	-	-
C	0,33	-	-	-
Mn	0,15	-	-	-
Autres		1,3	-	-

## Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne II.1) La composition moyenne de la CC

**Si** Al O **Na K** Ca Fe Mg

La CC a une composition granitique ;  
silicatée riche en **Si, Na et K** pauvre en Fe, Mg et Ca

La CO a une composition basaltique ;  
silicatée riche en **Si, Mg, Fe, Ca** pauvre en Na, K

## Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne II.1) La composition moyenne de la CC

- **95 % de la croûte continentale =**
  - granite,**
  - + gneiss**
  - + migmatites.**
- **Ces roches représentatives de la CC = les granitoïdes, sont composées de quartz, de micas et de feldspath.**
- **Leur densité est de 2,7 en moyenne.**

# Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne II.2) Roches et minéraux témoignent d'un ancien fond océanique

## II.2.1) Les vestiges d'une marge continentale passive => une ouverture océanique

Belin 2012 Activités 1-2 p167

Bordas 2012 pp 170-171



# Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne II.2) Roches et minéraux témoignent d'un ancien fond océanique

## II.2.2) Affleurements de CO dans la CC

### Les ophiolites du Chenaillet (Alpes Françaises)

Belin-2012 Doc 1 & 2 p 164

Bordas 2012 pp 168-169

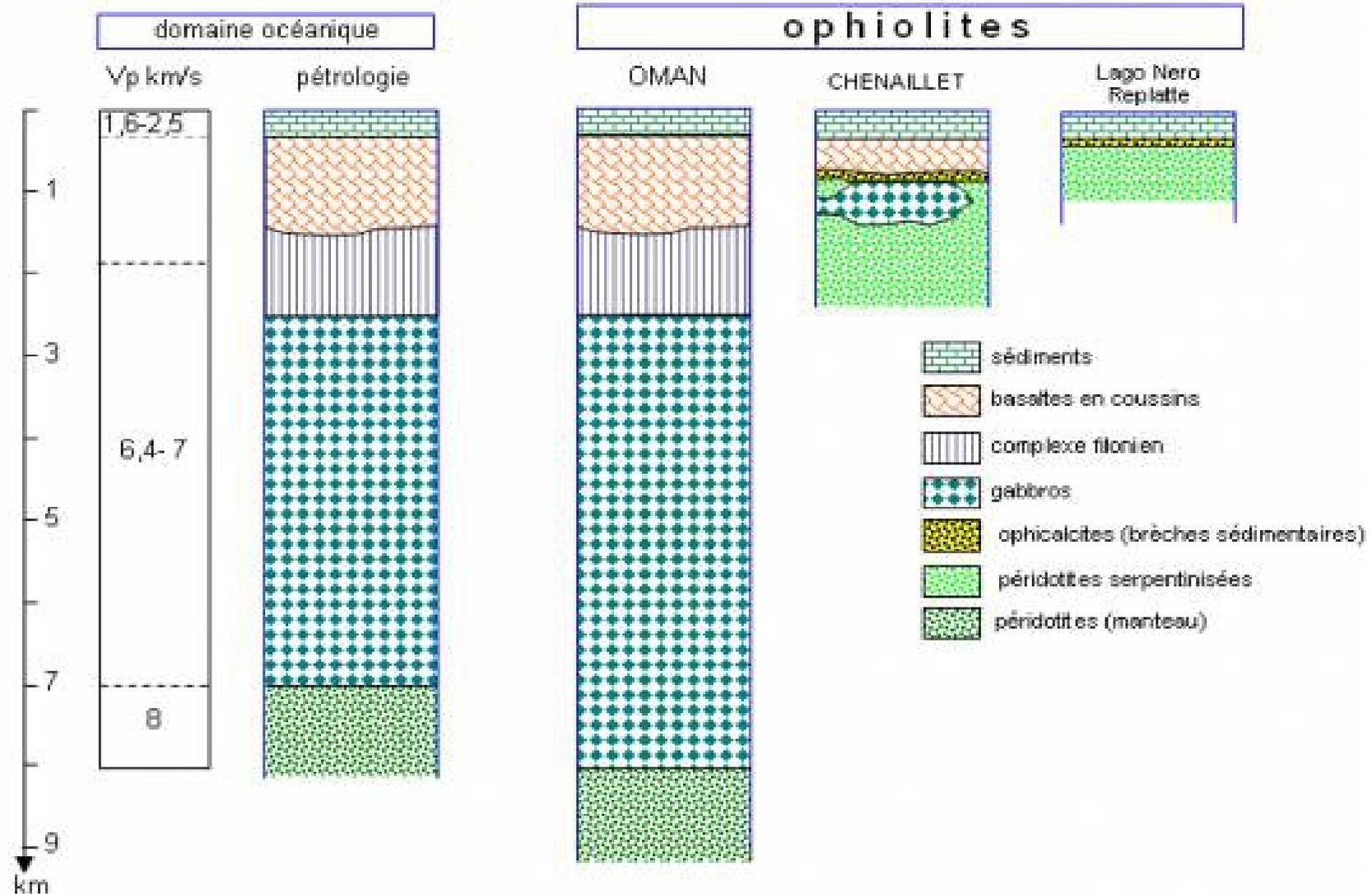
= **Des lambeaux de CO** Mécanisme de formation hypothétique ?



# Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne II.2) Roches et minéraux témoignent d'un ancien fond océanique

## II.2.2) Affleurements de CO dans la CC

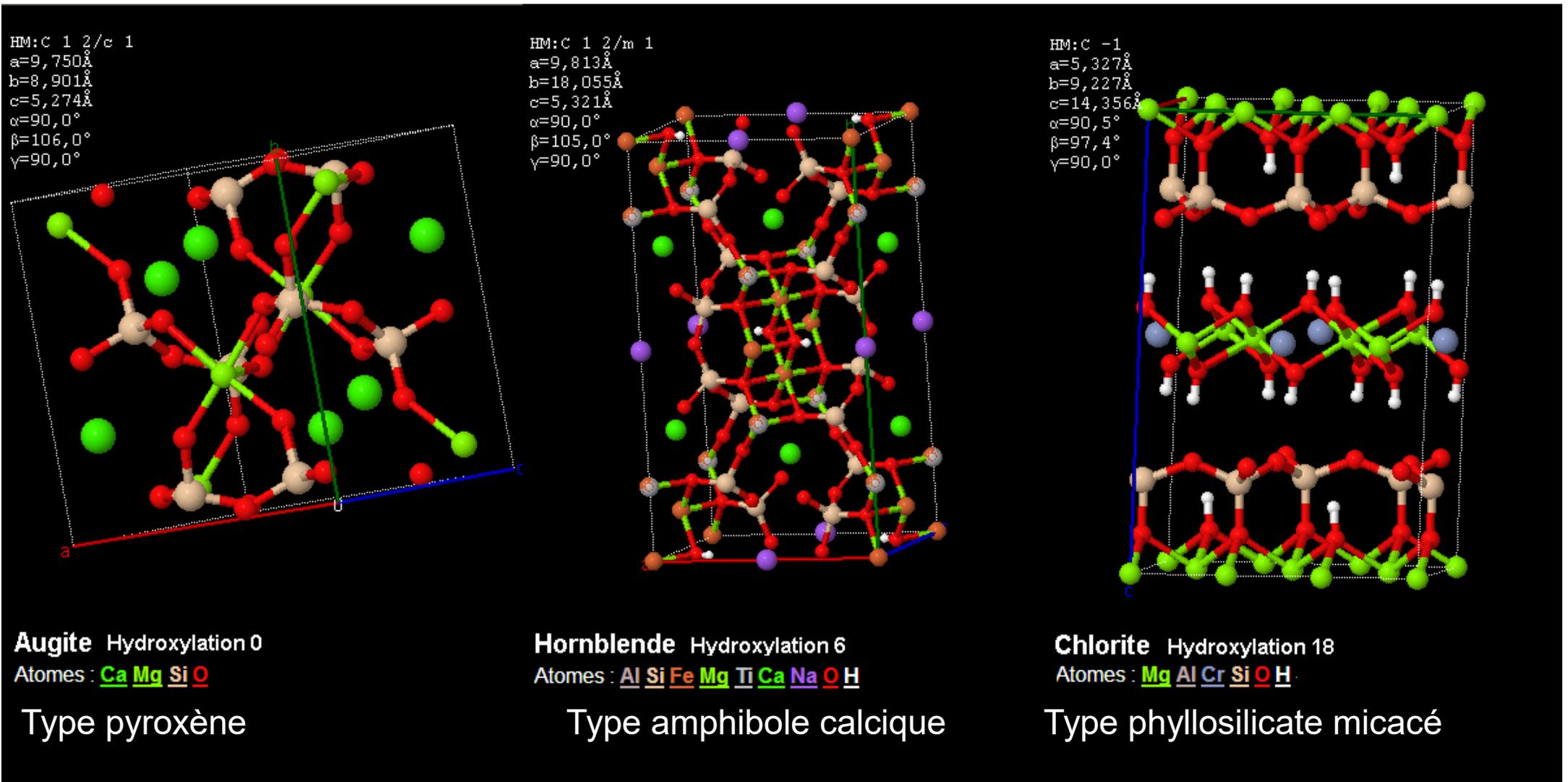
### Chenaillet : ophiolites



## Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne II.2.3) Le métamorphisme de la CO et le métam. de subduction

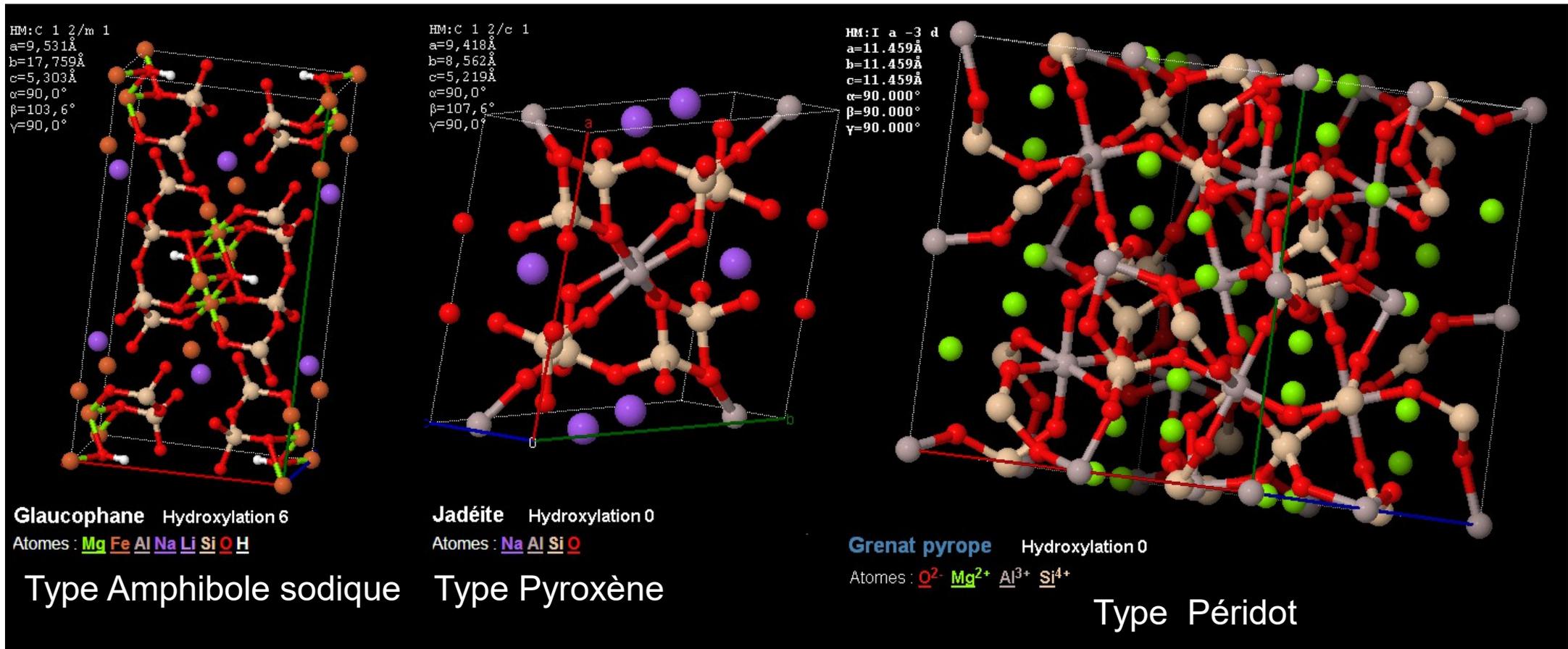


# Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne II.2.3) Le métamorphisme de la CO et le métam. de subduction



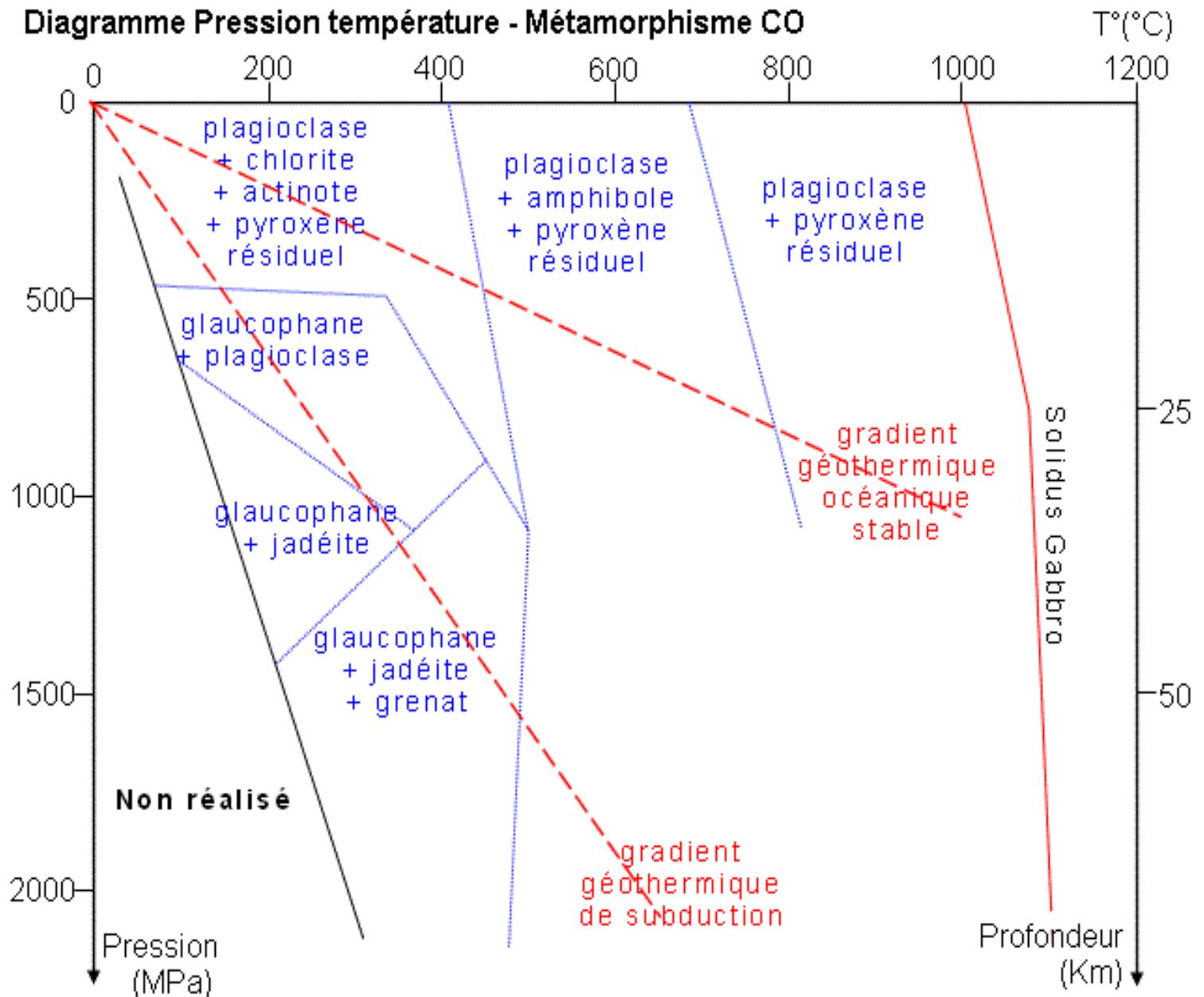
Modèle Logiciel Minusc jm

# Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne II.2.3) Le métamorphisme de la CO et le métam. de subduction

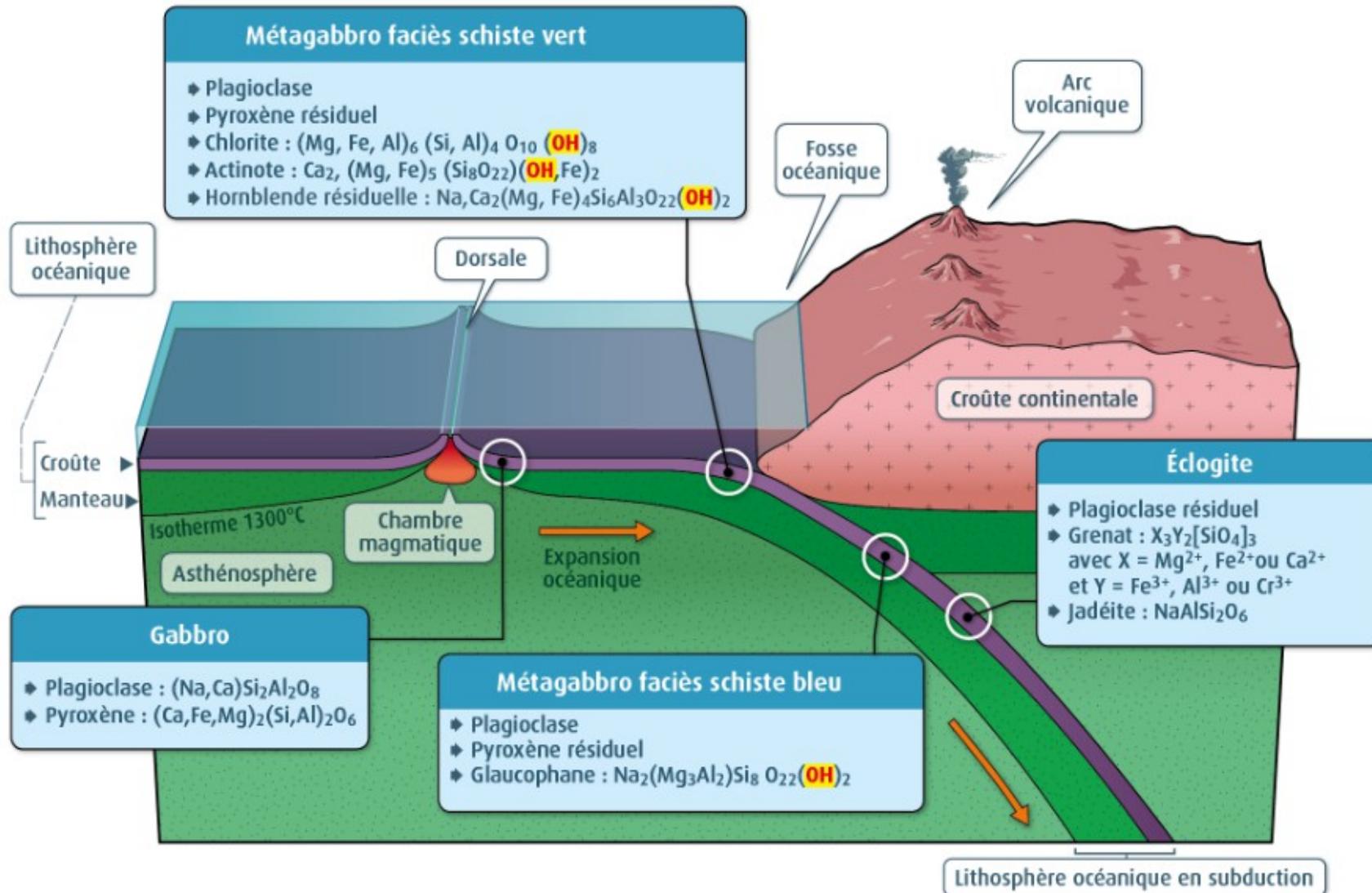


# Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne. II.2.3) Le métamorphisme de la CO et le métam. de subduction

Trajet d'un gabbro dans le diagramme PT



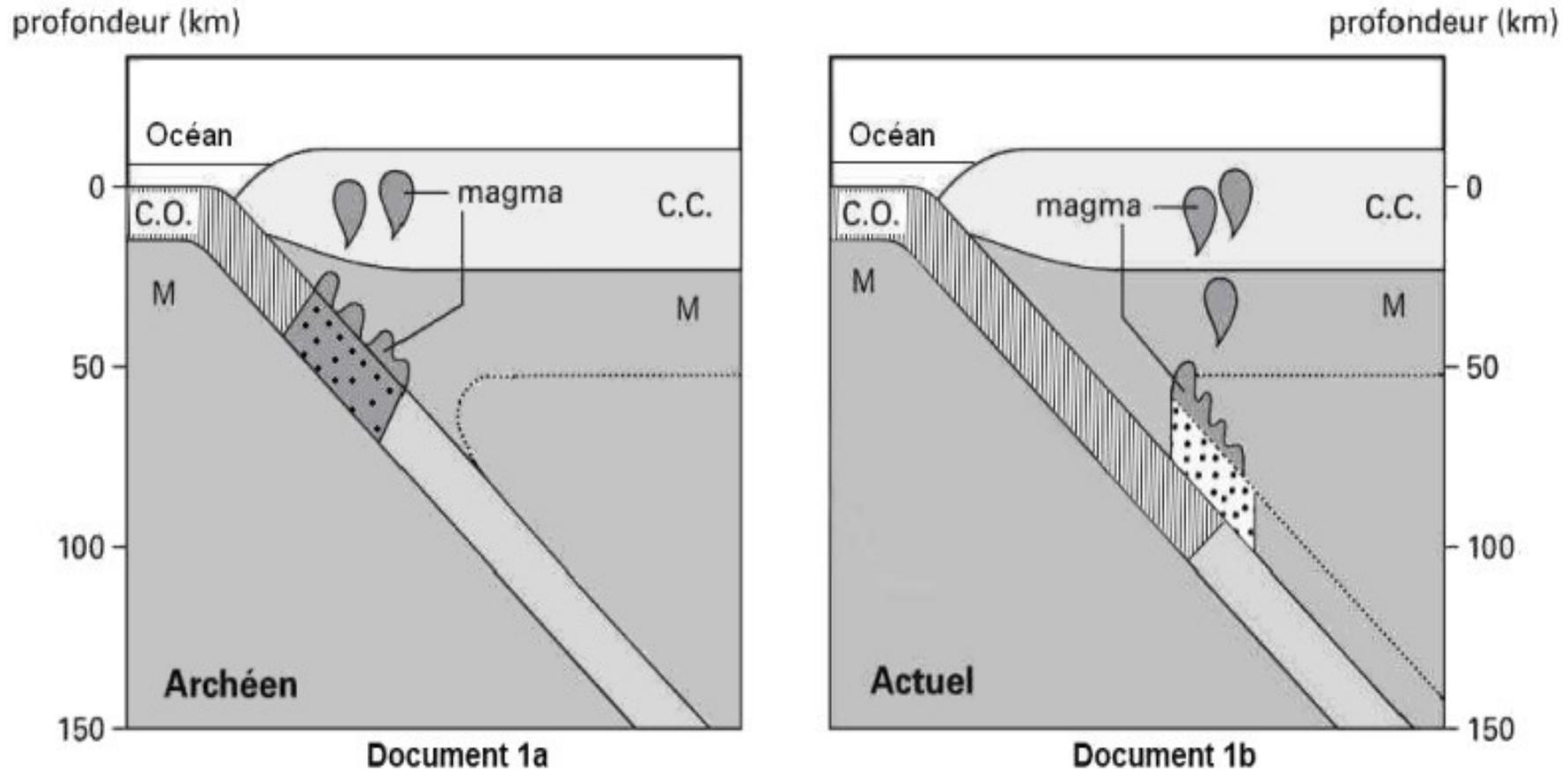
# Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne. II.2.3) Le métamorphisme de la CO et le métam. de subduction



L'évolution des roches de la croûte océanique depuis leur mise en place à la dorsale jusqu'à leur engagement dans une **-subduction**. La composition minéralogique des différentes roches est indiquée, ainsi que la formule chimique des minéraux. La présence de radicaux hydroxylés (-OH) dans les minéraux d'une roche témoigne de son hydratation (présence d'eau).

# Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne. II.2.3) Le métamorphisme de la CO et le métam. de subduction

**Métamorphisme de Subduction => Déshydroxylation => hydroxylation => Magmatisation**



C.O. : croûte océanique  
C.C. : croûte continentale

..... solidus du manteau hydraté  
M : manteau

 roches entrant en fusion partielle  
 croûte océanique hydratée

**Modèles de genèse de la croûte continentale archéenne (Document 1 a) et actuelle (Document 1 b)**

D'après Hervé Martin et Jean-François Moyen, *Geology*, 2002 - Bac S - Sujet de SVT - Session 2013 - Emirats Arabes Unis

## Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne.

### Bilan

- **Chaînes de montagnes**
  - traces d'un domaine océanique disparu (ophiolites)
  - anciennes marges continentales passives.
- **Affrontement de deux lithosphères continentales (collision CC/LO//CC)**  
=> « suture » de matériaux océaniques

### Matériaux océaniques et continentaux montrent

- traces de transformation minéralogique-grande profondeur- subduction.
- l'essentiel de la lithosphère continentale est subduite (écaillage) (*Duco p206*)
- partie supérieure s'épaissit par empilement de nappes  
(dans la zone de contact entre les deux plaques.)

### Mécanisme :

- Éloignement de la dorsale => refroidissement & épaissement de LO.
- Différence de densité LO âgée / asthénosphère = cause de la subduction.
- Augmentation de densité => déséquilibre => plongement dans asthénosphère  
=> En surface *in situ* âge max de LO < 200 Ma.

## Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne.

### II.3) Géothermie en zone de subduction (+ T2A Terre machine thermique)

#### II.3.1) Gradients et flux géothermique varient selon le contexte géodynamique

**Gradient** = variation d'une grandeur suivant une dimension de l'espace ex: °C.km<sup>-1</sup>

**Flux** = Débit par unité de surface = quantité traversant une surface par unité de temps

ex : **Flux géothermique** = Quantité de chaleur . m<sup>-2</sup>.S<sup>-1</sup> en Joule.m<sup>-2</sup>.S<sup>-1</sup>  $\Leftrightarrow$  **W.m<sup>-2</sup>**

**La température croît avec la profondeur (gradient géothermique)** : Duco p226

**Gradient continental 30, Fossé 120 , Volcan 250 °C.km<sup>-1</sup>**

**Un flux thermique atteint la surface en provenance de la profondeur (flux géothermique).**

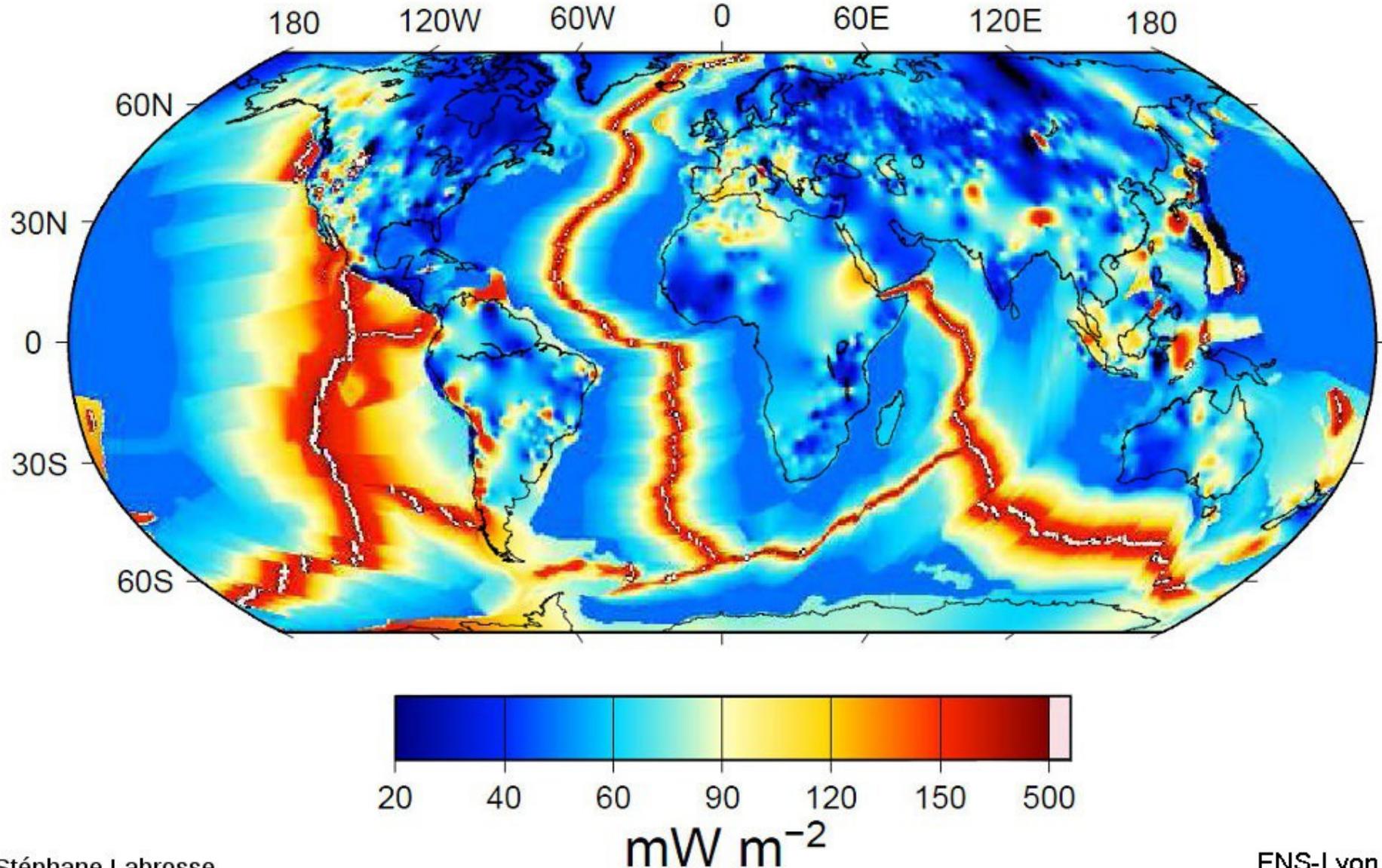
**Flux moyen 60 mW.m<sup>-2</sup> variable de 20 (intraplaque) à 500 mW.m<sup>-2</sup> (Volcanisme de dorsale)**

- **Origine principale = désintégration des substances radioactives des roches.**
- **Autres origines possibles = chaleur résiduelle d'accrétion / cristallisation du noyau / frictions / réactions minéralogiques**

## Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne.

### II.3) Géothermie en zone de subduction (+ T2A Terre machine thermique)

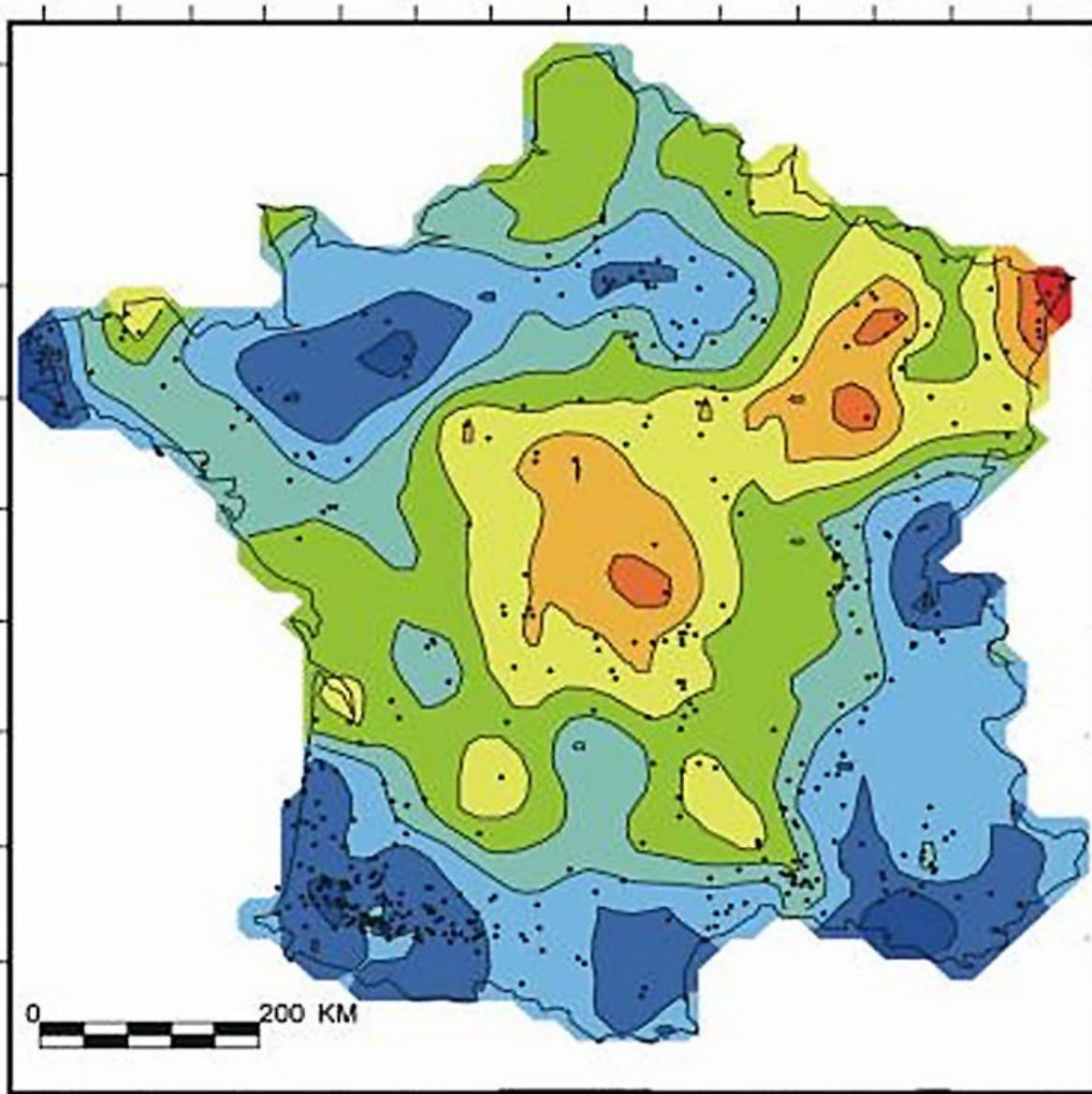
#### II.3.1) Gradients et flux géothermique varient selon le contexte géodynamique (Duco p228)



# Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne.

## II.3) Géothermie en zone de subduction (+ T2A Terre machine thermique)

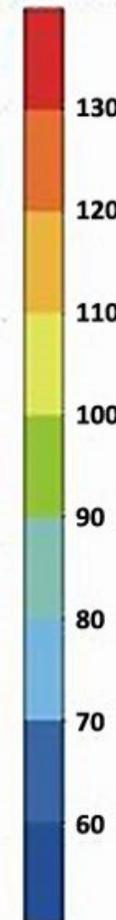
### II.3.1) Gradients et flux géothermique varient selon le contexte géodynamique



ENS-Lyon  
BRGM

Duco Doc4 p227

Flux de chaleur  
(mW / m<sup>2</sup>)

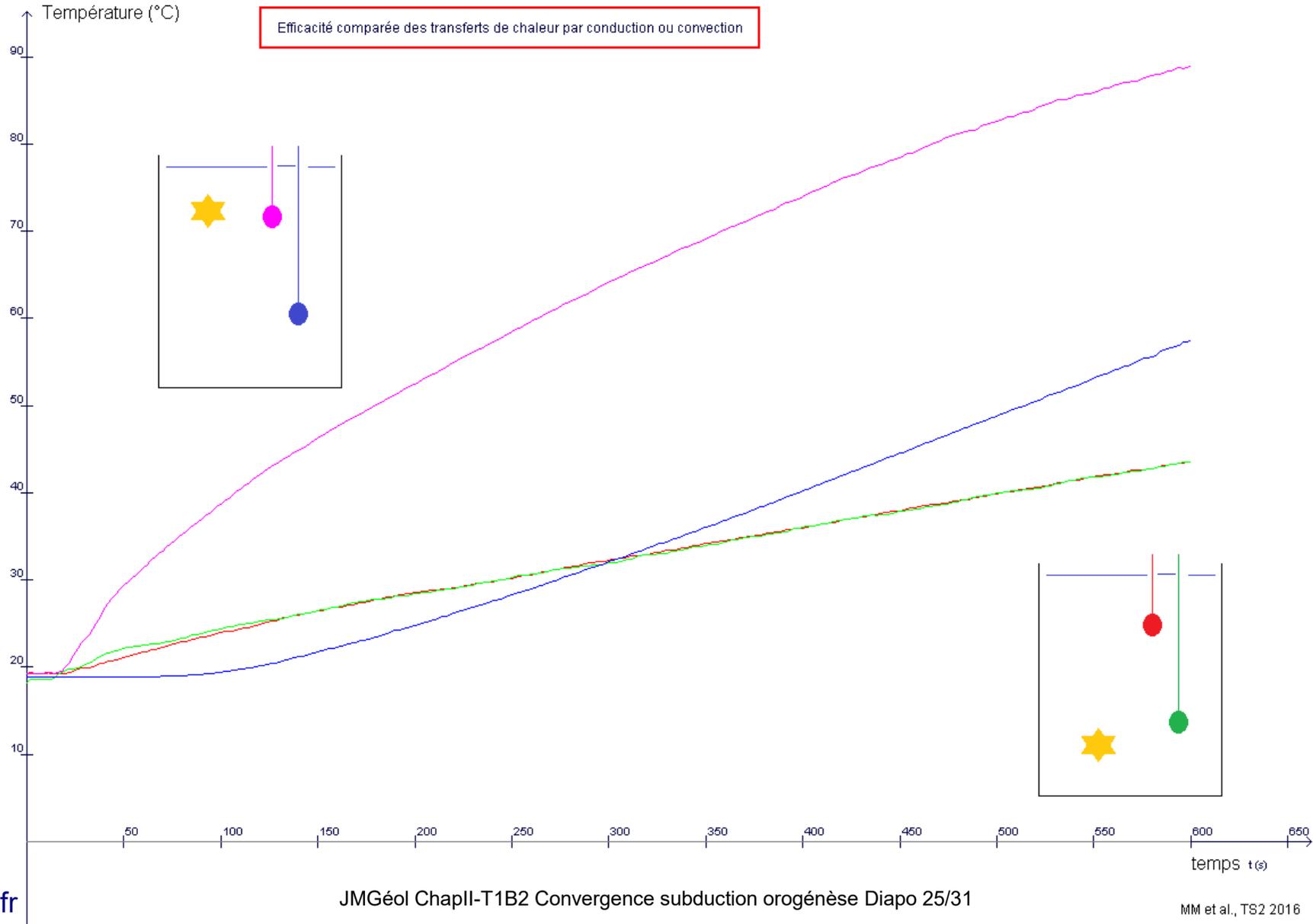


- Volcanisme de point chaud (Réunion)
- Subduction (Antilles)
- Fossé d'effondrement (F. Rhéna)
- Volcanisme récent (Massif central)
- Bassins sédimentaires (aquifères / socle)

# Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne.

## II.3) Géothermie en zone de subduction (+ T2A Terre machine thermique)

### II.3.1) Gradients et flux géothermique varient selon le contexte géodynamique



## Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne.

### II.3) Géothermie en zone de subduction (+ T2A Terre machine thermique)

#### II.3.1) Gradients et flux géothermique varient selon le contexte géodynamique

##### Deux mécanismes de transfert thermique :

la **conduction** peu efficace (roches sont réfractaires – surtout dans la croûte)

La **convection** beaucoup plus efficace (transfert de masse chaude – surtout mantellique)

À l'échelle globale, flux fort dans les dorsales avec production de lithosphère nouvelle ;  
flux faible en zone de subduction plongement de la lithosphère âgée devenue froide et dense.  
flux fort lié au magmatisme de subduction

L'énergie géothermique utilisable par l'Homme est variable d'un endroit à l'autre. Le prélèvement éventuel d'énergie par l'Homme ne représente qu'une infime partie de ce qui est dissipé. (Duco-Belin 2012 Doc5&6 p229)

# Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne.

## II.3) Géothermie en zone de subduction (+ T2A Terre machine thermique)

### II.3.2) La terre est une machine thermique

- Comment expliquer les mouvements (énergie cinétique) horizontaux des plaques ?
- Quel recyclage pour les matériaux produits au niveau des dorsales et subduits en zone de convergence ?

Les apports de la tomographie sismique :

Attention ! Ce n'est pas le cas des ondes sonores dans l'air

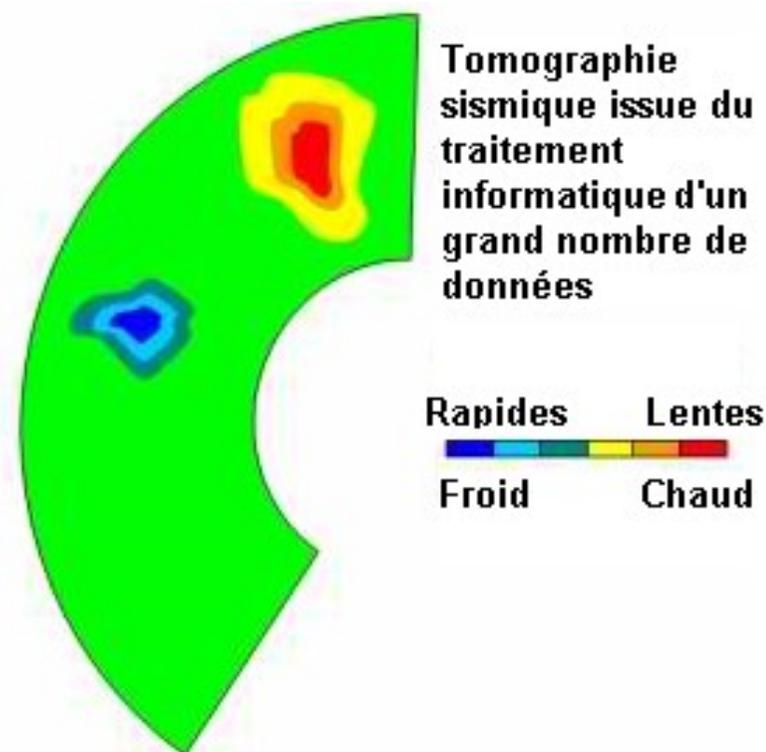
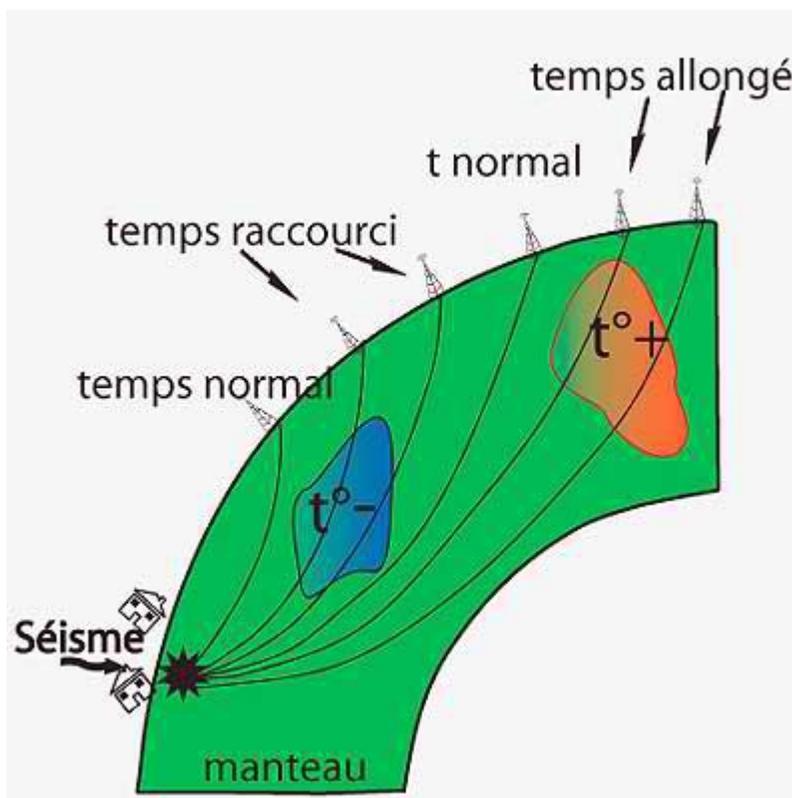
#### Principe :

La vitesse des ondes mécaniques dépend des propriétés du milieu (densité, température etc...).

Nombreuses hypothèses et paramètres de calcul.

Si  $T^{\circ}C$  augmente =>  $V_m.S^{-1}$  diminue

Si  $T^{\circ}C$  diminue =>  $V_m.S^{-1}$  augmente

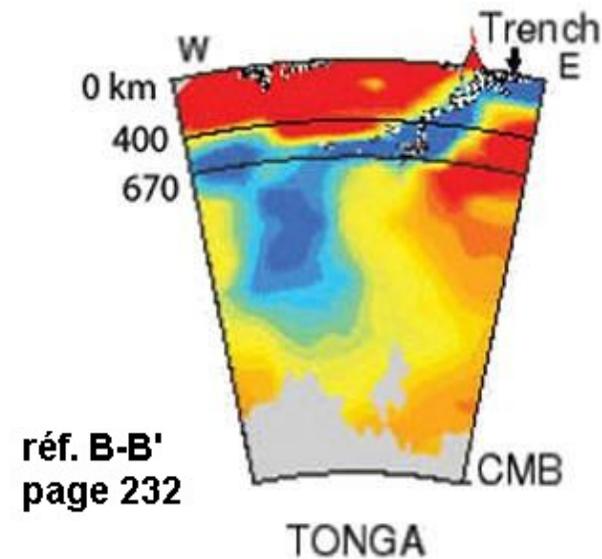
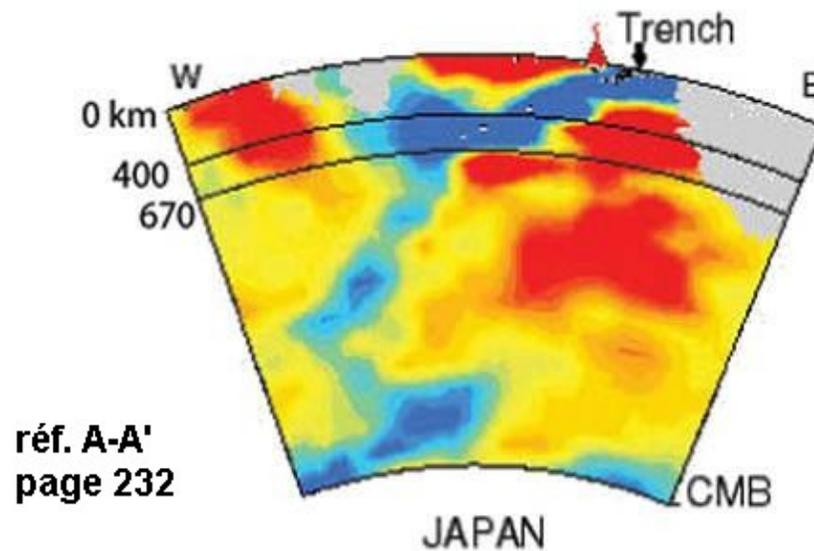
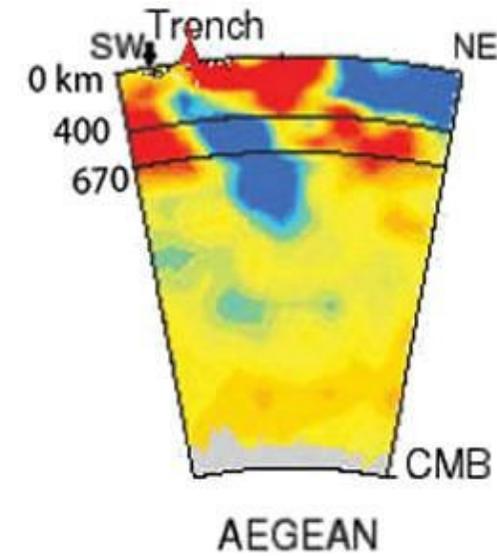
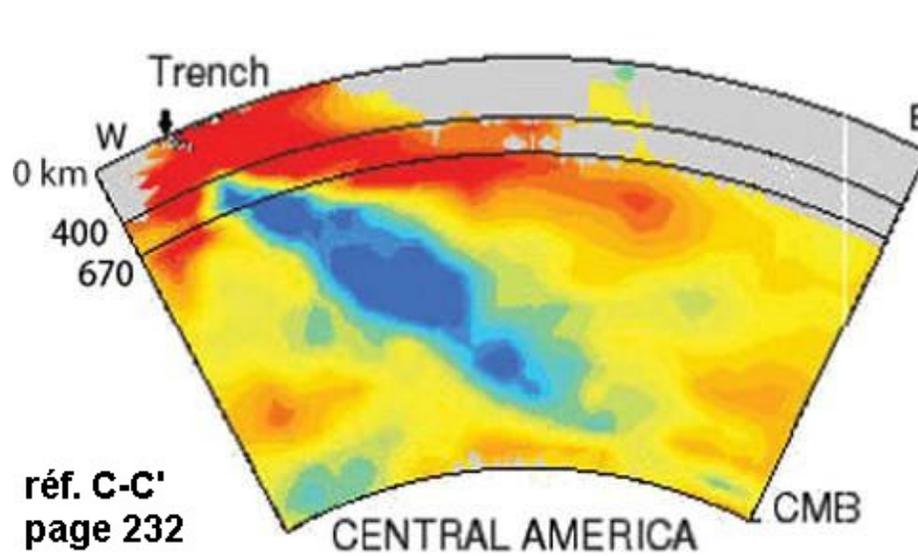


# Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne.

## II.3) Géothermie en zone de subduction (+ T2A Terre machine thermique)

### II.3.2) **La terre est une machine thermique** Les apports de la tomographie sismique :

Voir aussi Duco-Belin  
Doc2p232

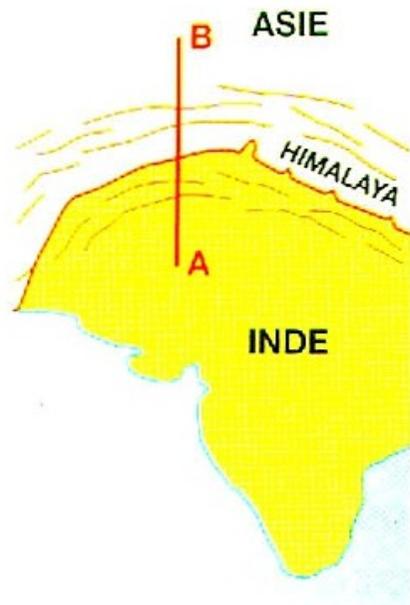


# Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne.

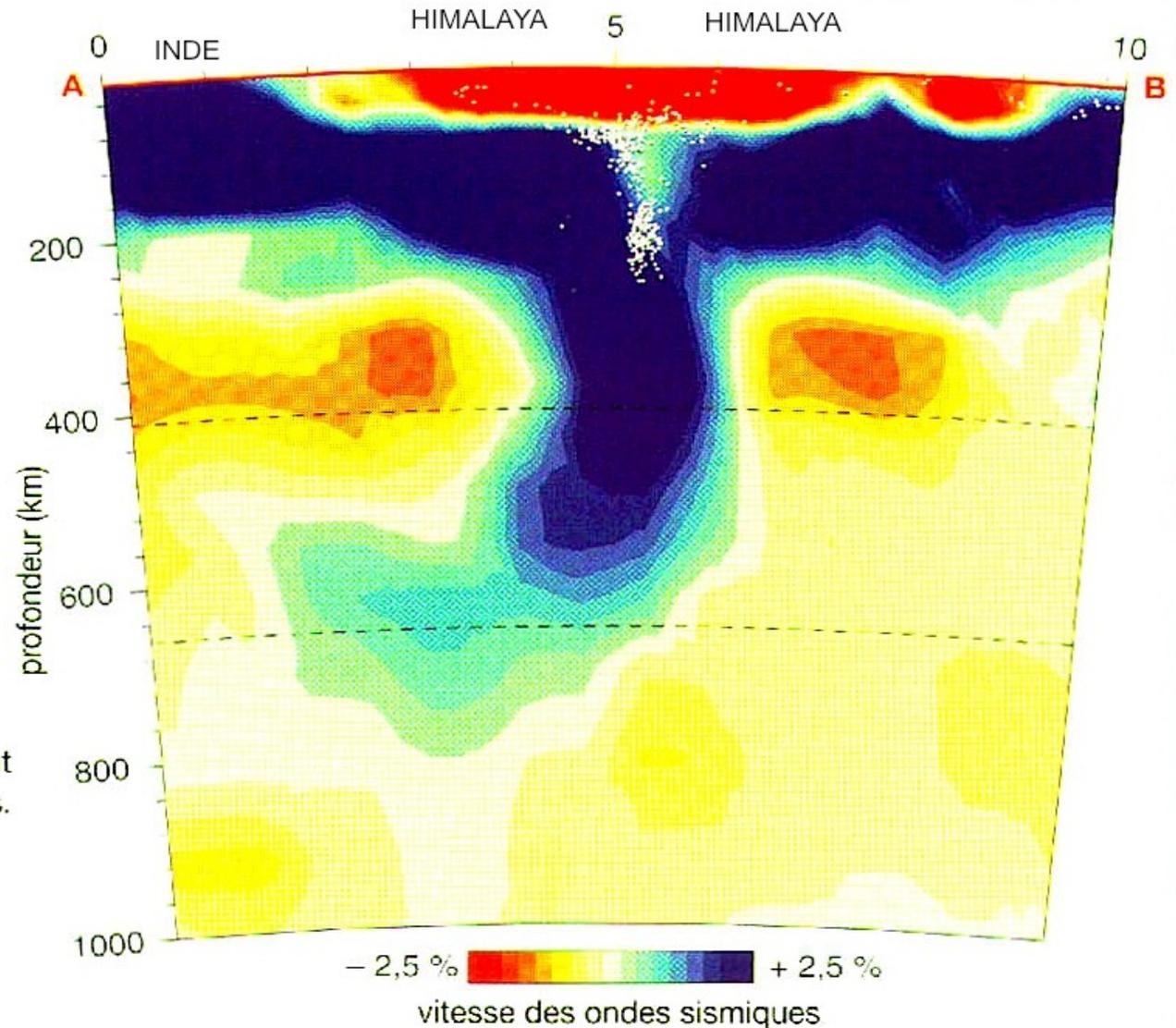
## II.3) Géothermie en zone de subduction (+ T2A Terre machine thermique)

### II.3.2) **La terre est une machine thermique** Les apports de la tomographie sismique :

Voir aussi  
Islande  
Duco-Belin  
Ex8p240



Les points blancs correspondent aux foyers des principaux séismes.



## Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne.

### II.3) Géothermie en zone de subduction (+ T2A Terre machine thermique)

#### II.3.2) **La terre est une machine thermique** : Gradient géothermique et mouvements

**Chapitre II) (T1B2) Convergence lithosphérique: contexte de formation des chaînes de montagne. II.3) Géothermie en zone de subduction (+ T2A Terre machine thermique) II.3.2) **La terre est une machine thermique** : Gradient géotherm. et mouvements**  
 À lire : <http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/convection-mantellique-tectonique-plaques.xml>

