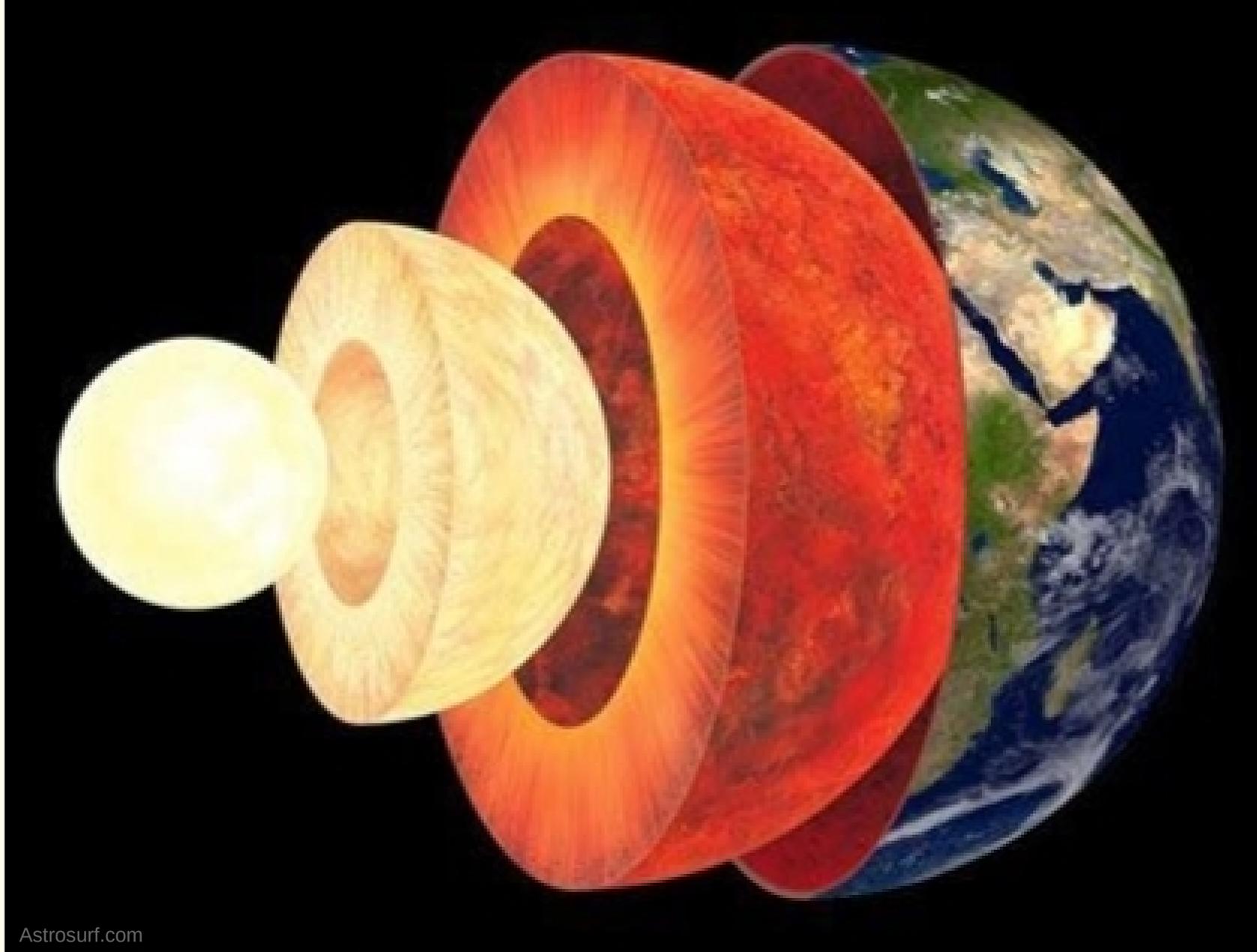


# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre



Astrosurf.com

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-1 Des contrastes entre les océans et les continents

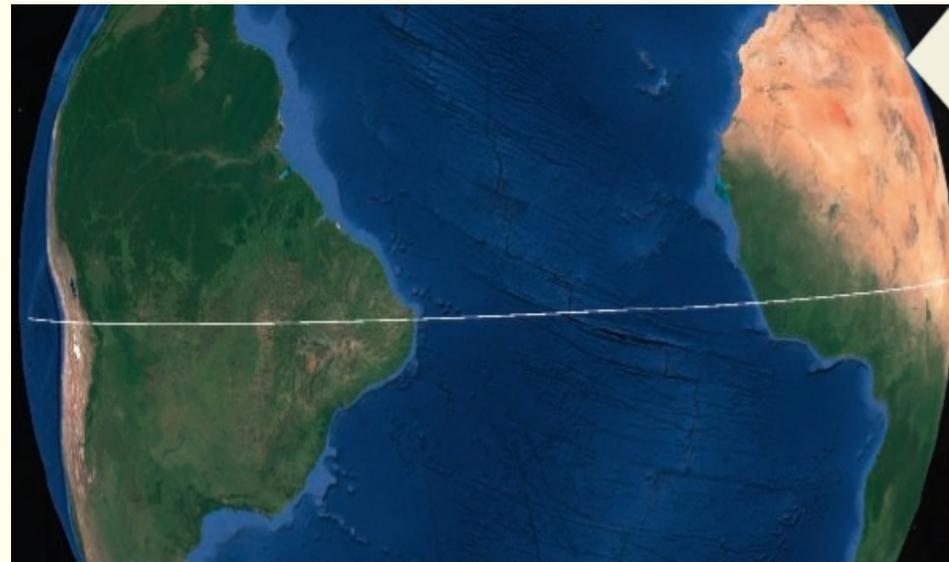
**La distribution bimodale des altitudes observée entre les continents et le fond des océans reflète un contraste géologique.**



# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-1 Des contrastes entre les océans et les continents

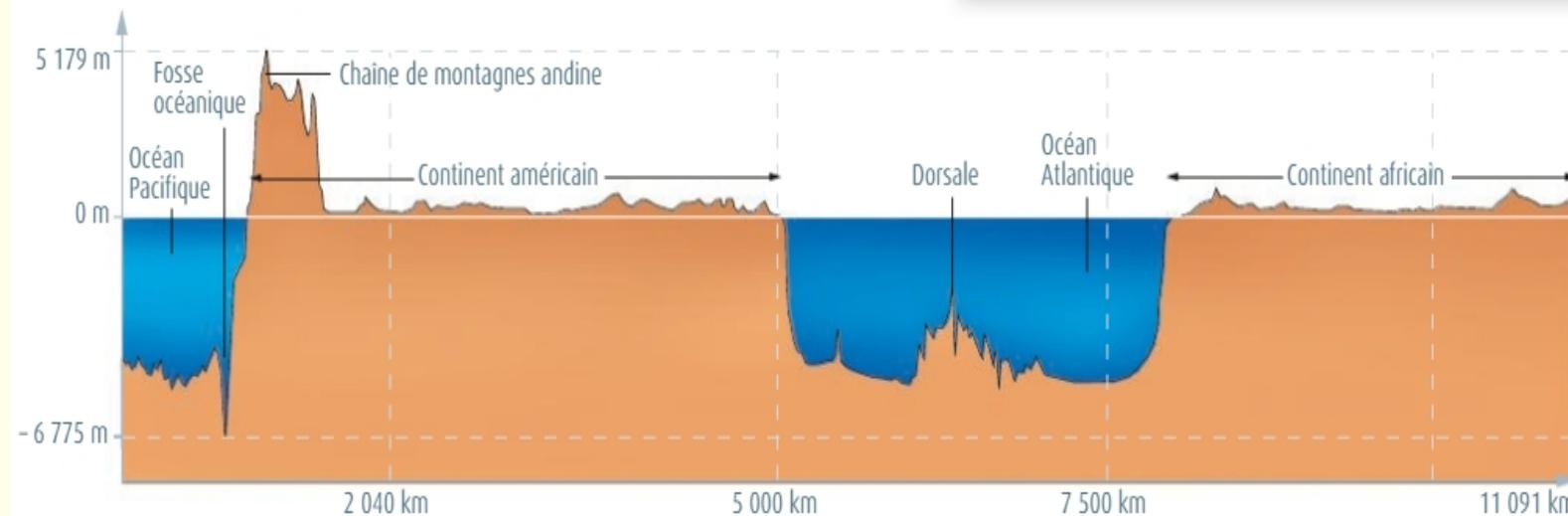


#### Je manipule

1. Utilisez le fichier .kmz fourni.
2. Cliquez sur « ajouter un trajet » pour ouvrir la fenêtre. Glissez la fenêtre sur le côté puis tracez votre trajet.
3. Dans la fenêtre: « nommez votre trajet », choisissez l'altitude « au niveau du fond marin » et l'unité en km, puis cliquez sur OK pour l'enregistrer.
4. Pour afficher le profil, sélectionnez votre trajet apparaissant dans la fenêtre de gauche, puis clic droit sur « afficher le profil de dénivelé ».



**La distribution bimodale des altitudes observée entre les continents et le fond des océans reflète un contraste géologique.**



**2** Carte et profil des altitudes terrestres, de l'Amérique du Sud à l'Afrique. La base de données des altitudes utilisée par Google Earth est précise à 1000 m près en distance horizontale et 90 mètres près en distance verticale.

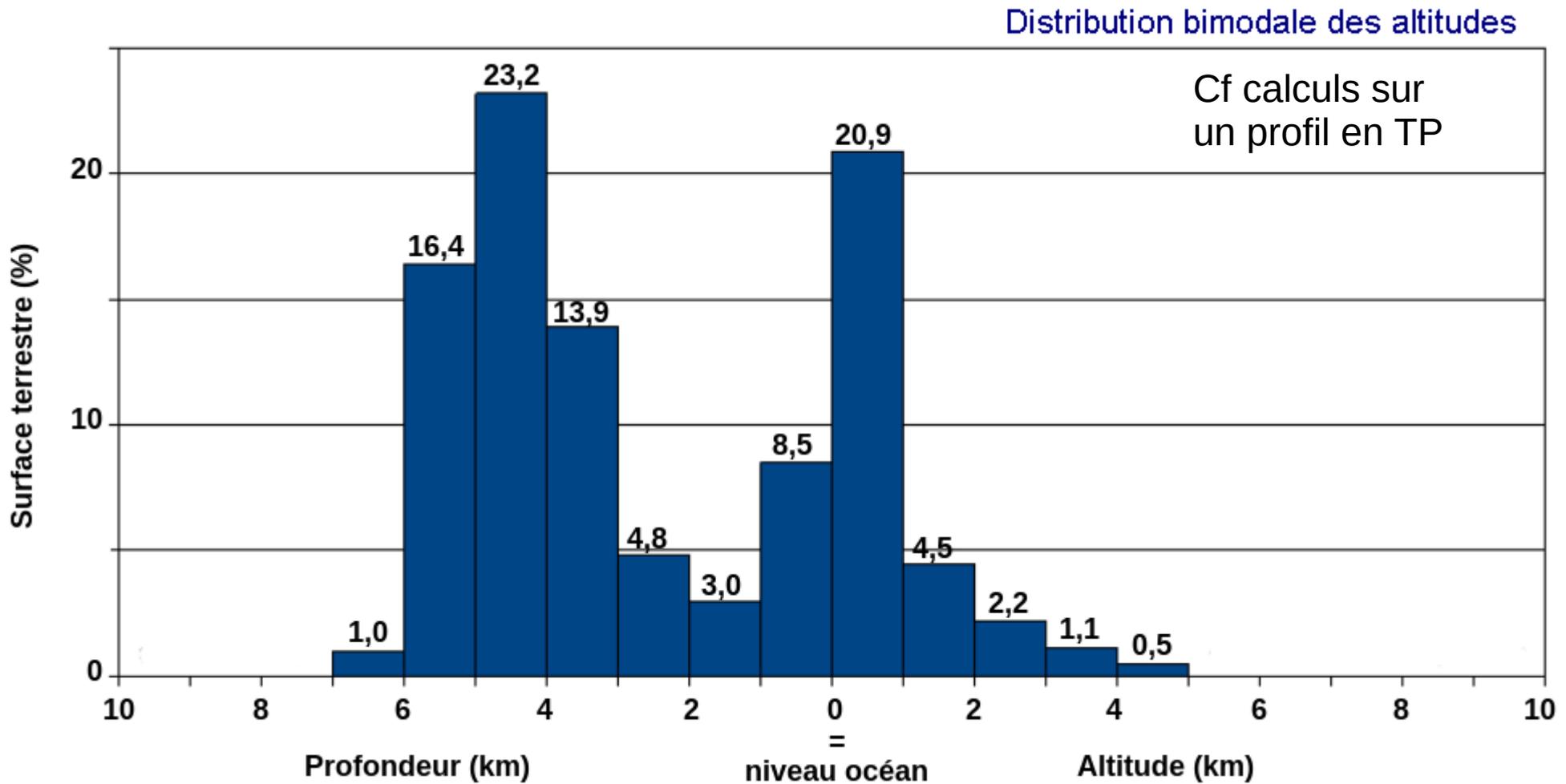
# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-1 Des contrastes entre les océans et les continents

**Altitudes : en pourcentage de la surface terrestre occupée.**

*Les altitudes sont regroupées par tranches de 1 kilomètre. Pour se limiter à des valeurs significatives, les tranches extrêmes intègrent les valeurs maximales peu représentées.*



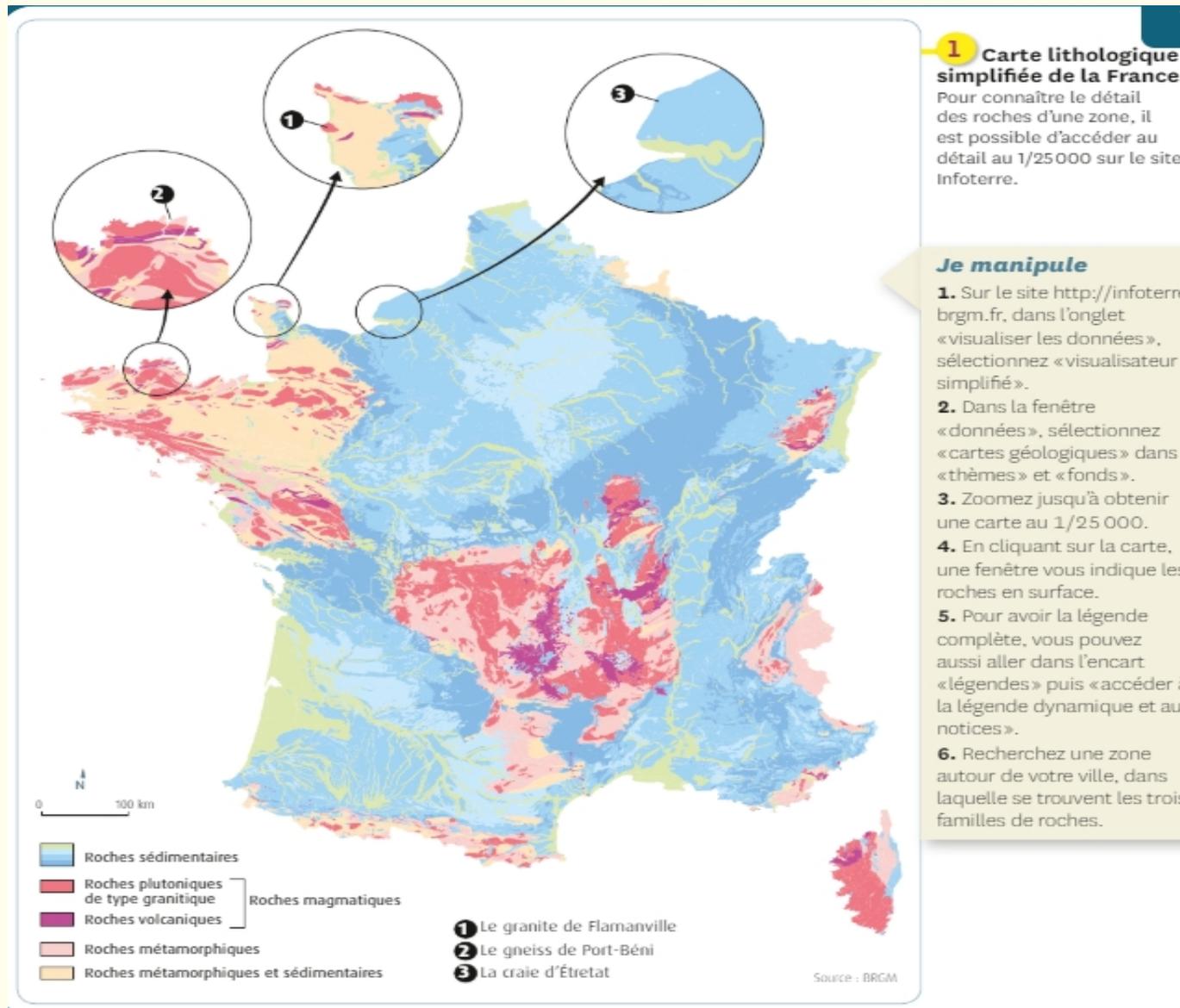
jm modifié d'après ENS-Lyon

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-1 Des contrastes entre les océans et les continents

P 110



**Le domaine continental : grande diversité de roches à l'affleurement**

# T1B1 La structure du globe terrestre

## T1B1-1 Des contrastes entre les océans et les continents

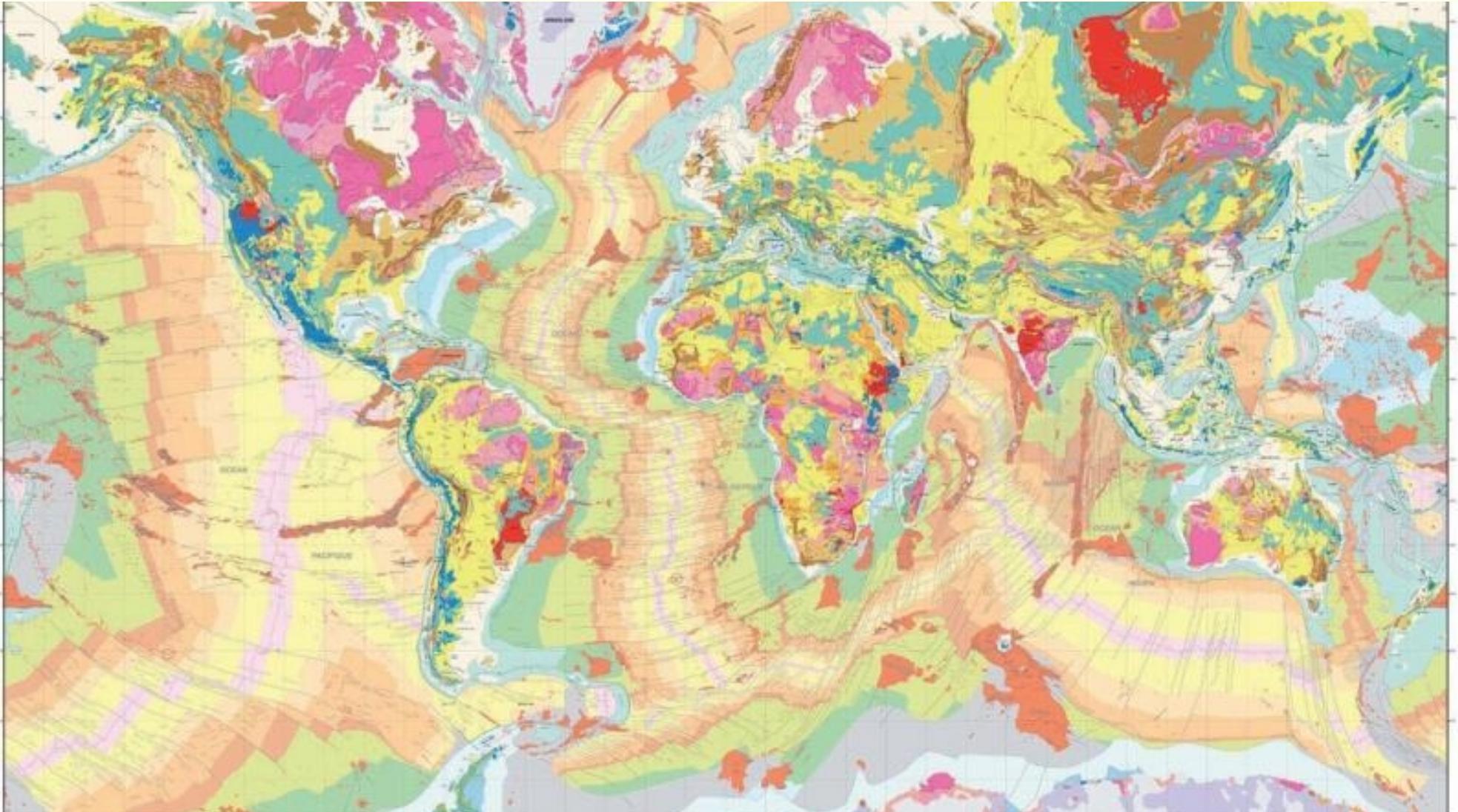
- Diversité des roches de la CC



# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-1 Des contrastes entre les océans et les continents



Couleurs suivant: Âge et Nature des roches

**Le domaine continental : âges très variés [0 , 4] Ga**

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-1 Des contrastes entre les océans et les continents



Couleurs suivant: Âge et Nature des roches

**Le domaine océanique : surtout basalte à l'affleurement, âge <200Ma**

# T1B La dynamique interne de la Terre

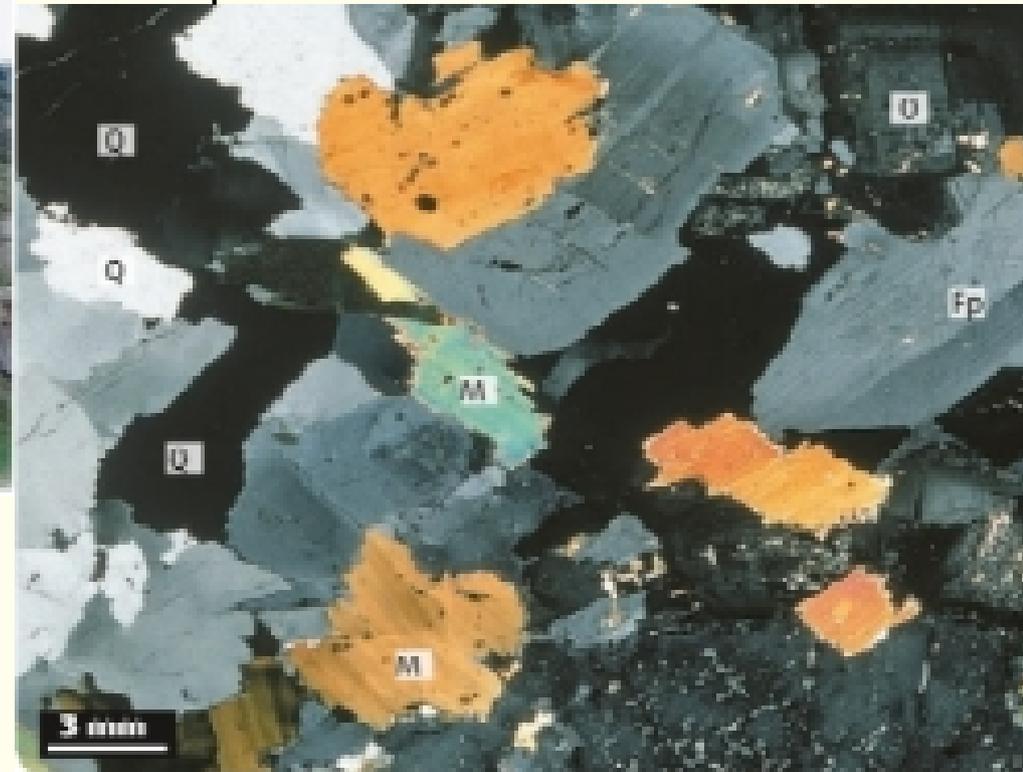
## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-1 Des contrastes entre les océans et les continents

#### Croûte continentale :

- En surface hétérogénéité visible  
[roches magmatiques (granites), sédimentaires, métamorphiques]
- Profondeur : roches représentatives granites et granitoïdes

Doc p 109 - 110



**Granite** – Roche magmatique grenue

**Composition minéralogique:**

Quartz

Mica

Feldspath potassique et/ou Plagioclase

Masse volumique mesurée en TP:  $2,4 \text{ g.cm}^{-3}$

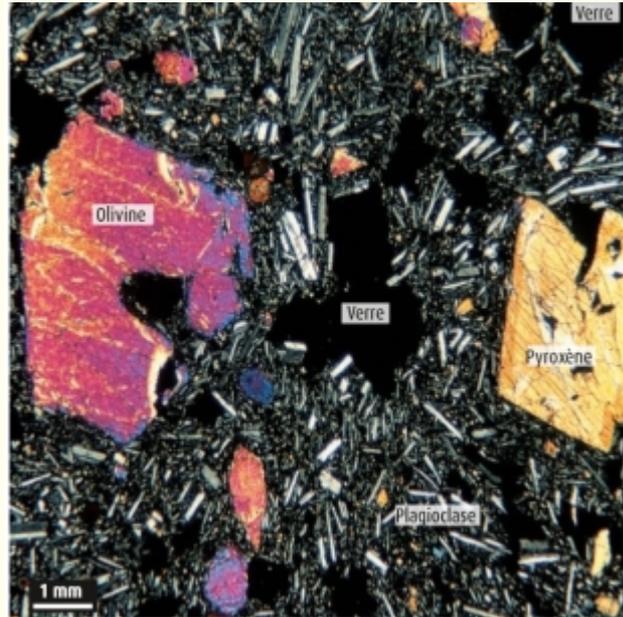
# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-1 Des contrastes entre les océans et les continents

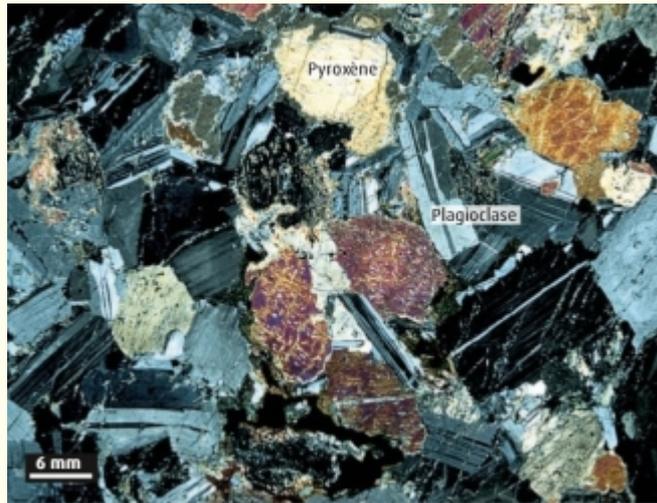
Doc p 109 - 110

#### Organisation de la CO



**Masse volumique:**  
(Mesurée en TP)

**2,6 g.cm<sup>-3</sup>**



**2,7 g.cm<sup>-3</sup>**

**Ce contraste s'explique donc par la nature des roches et leur densité.**

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-1 Des contrastes entre les océans et les continents

TP Minusc

*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	1
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	-	-

**Le contraste s'explique donc par la nature des roches et leur densité.**

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-1 Des contrastes entre les océans et les continents

**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**

Le contraste s'explique donc par la nature des roches et leur densité.

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-1 Des contrastes entre les océans et les continents

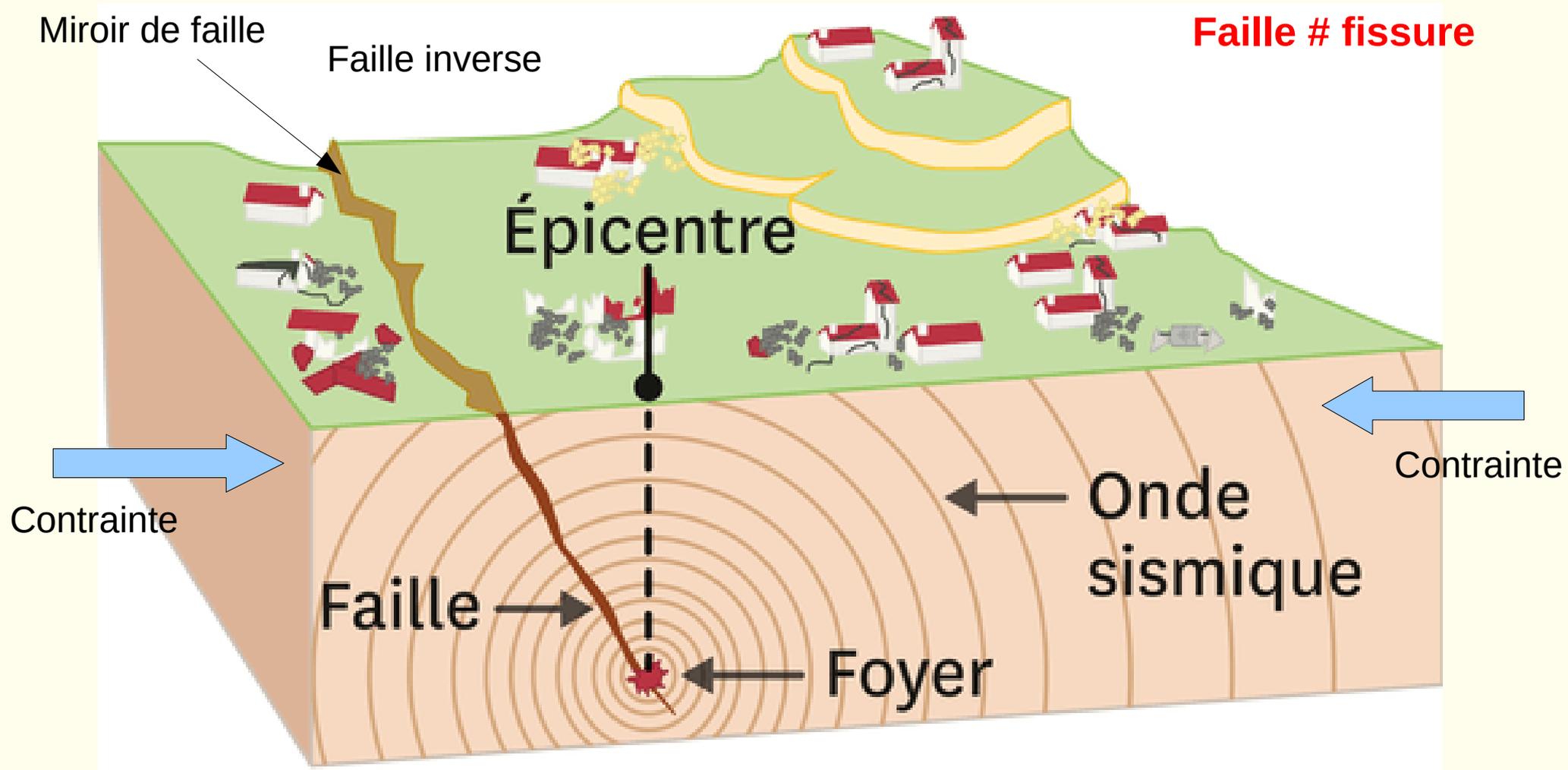
**Bilan : schéma de blocs dénivelés avec masses volumiques corrigées : CO 2,9 \ CC 2,7**

Pb limite inférieure?

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM de structure du globe



**Un séisme résulte de la libération brutale d'énergie lors de la rupture de roches soumises à des contraintes statiques.**

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM de structure du globe

L'énergie libérée se dissipe à partir du foyer sous forme de vibrations (ondes mécaniques = ondes de matière).

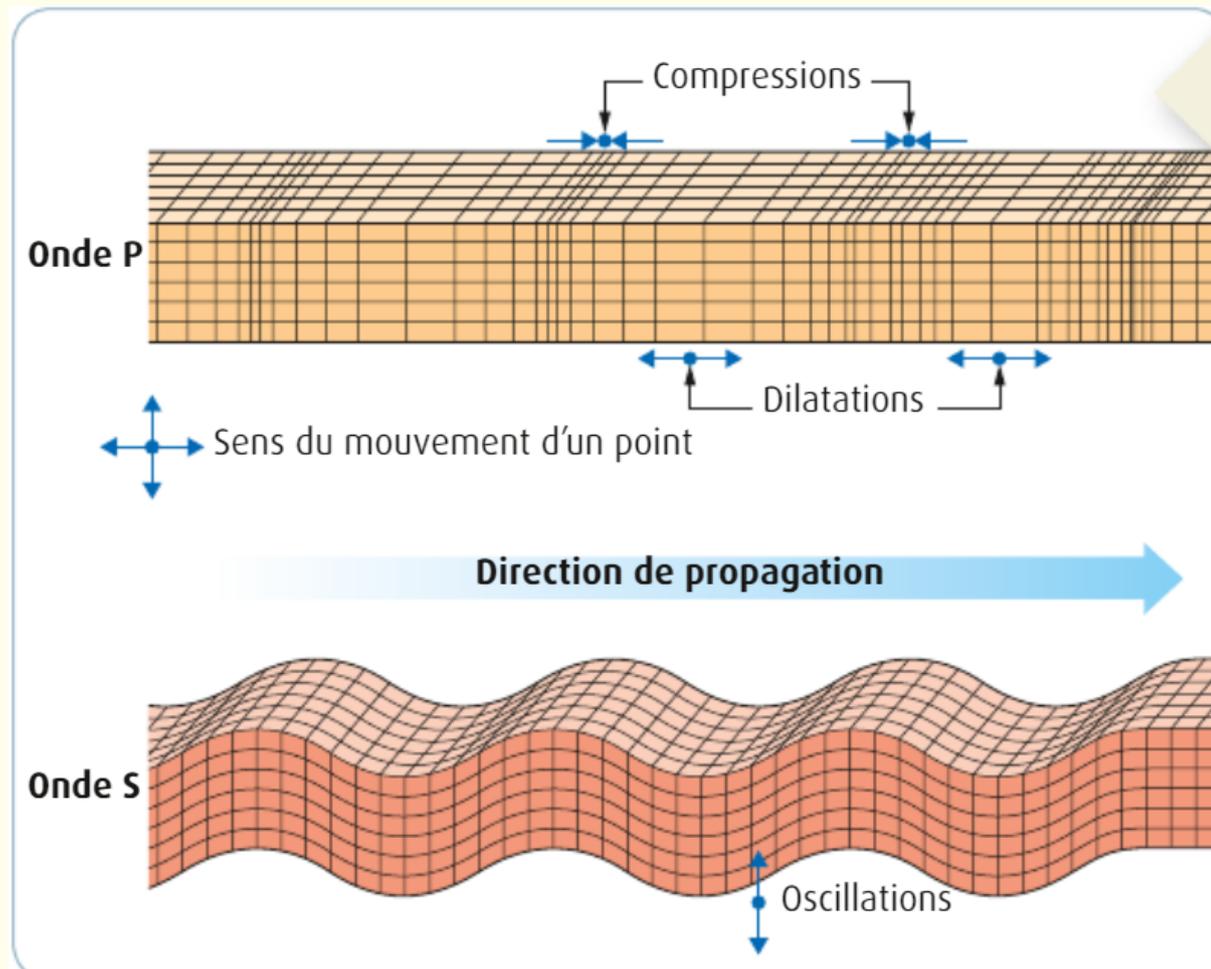
Ces vibrations de la matière se propagent à travers le globe.

Ce sont les ondes sismiques.

Deux types d'ondes sismiques se propagent à l'intérieur du globe.

Doc. page 121

+ schéma d'un rai sismique



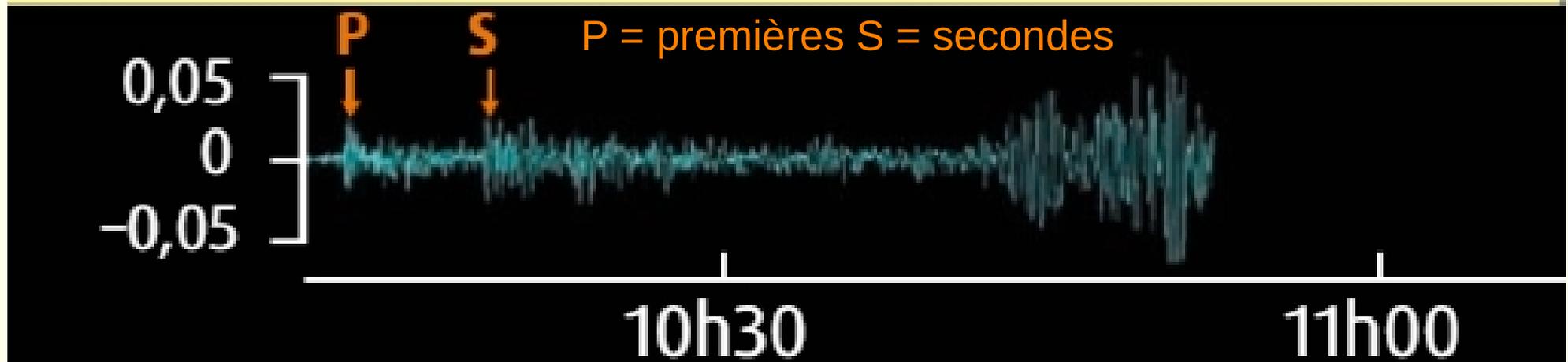
# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM de structure du globe

Les ondes sismiques P et S ont des propriétés différentes.

Collège de Monthermé (Ardennes) à 11793 km de l'épicentre. Arrivée des ondes P: 10h19



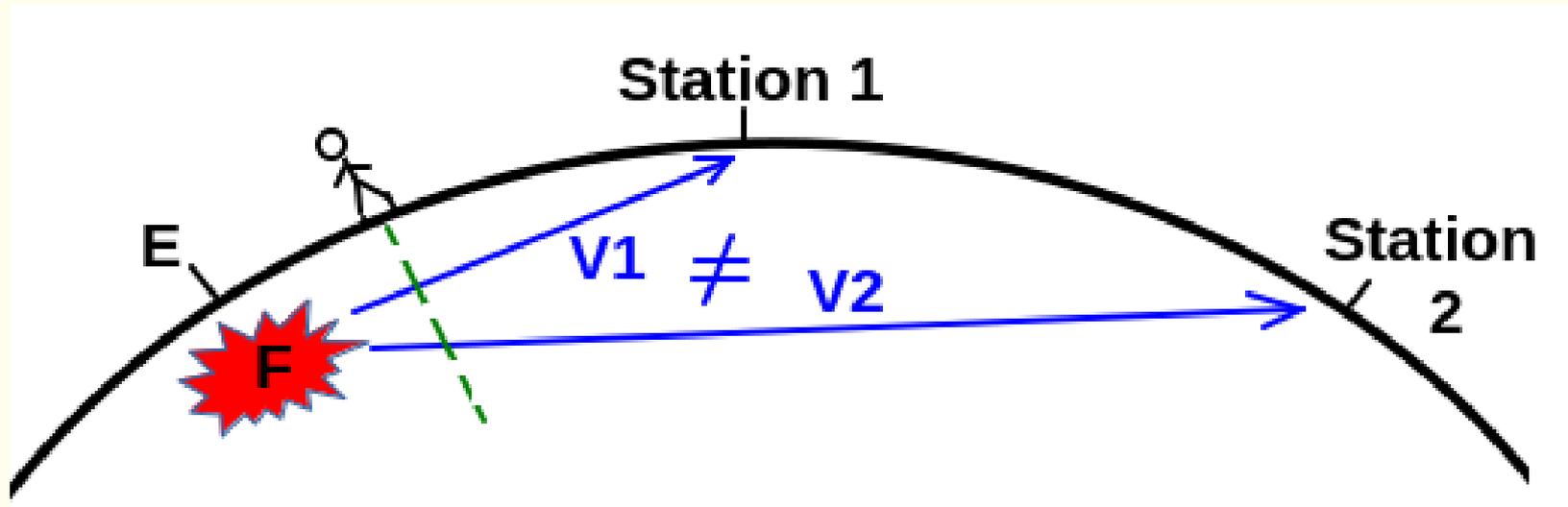
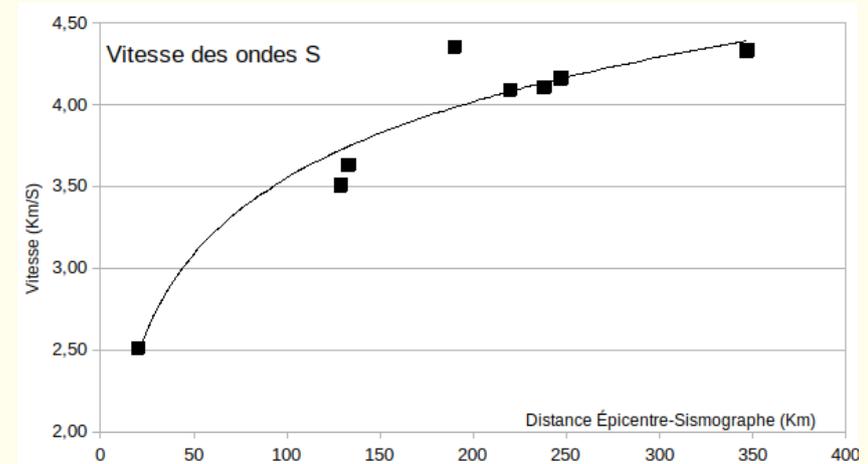
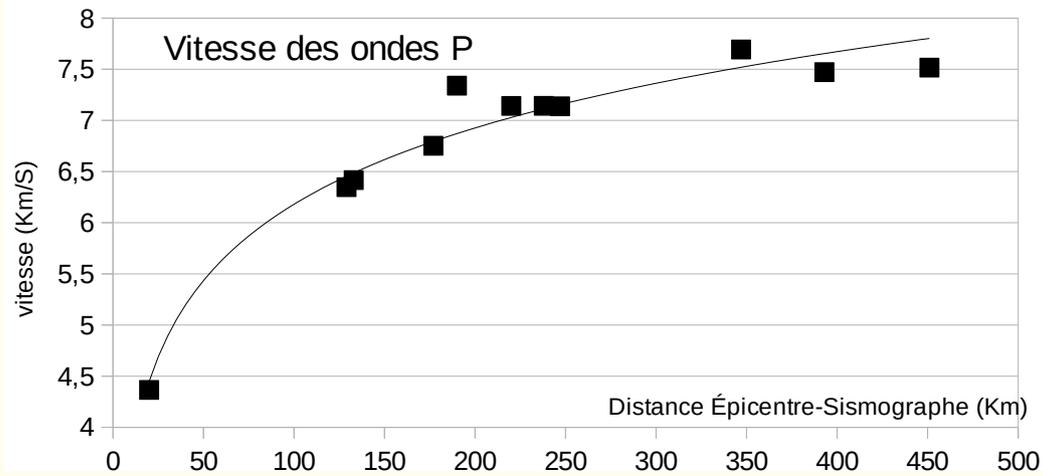
Ondes sismiques	P (Primaires)	S (Secondaires)
Milieux traversés	Tous	Tous, sauf milieux non cohérents (ex. liquides)

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM de structure du globe

TP Relation vitesse = f(distance) – Séisme du 18 mars 2025 près de Nice



Comment expliquer la différence de vitesse des ondes sous les pieds de l'observateur?

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM de structure du globe

**La vitesse de propagation des ondes sismiques dépend du matériau.**

Mesures enTP

Roche	Vp (Km.S <sup>-1</sup> )	Vs (Km.S <sup>-1</sup> )	Vp-Vs (Km.S <sup>-1</sup> )
Calcaire	3,6	1,85	1,75
Granite	3,9	2	1,9
Basalte	4,6	3	1,5
Gabbro	4,7	2,7	2

**Attention! La vitesse dépend de nombreux paramètres**

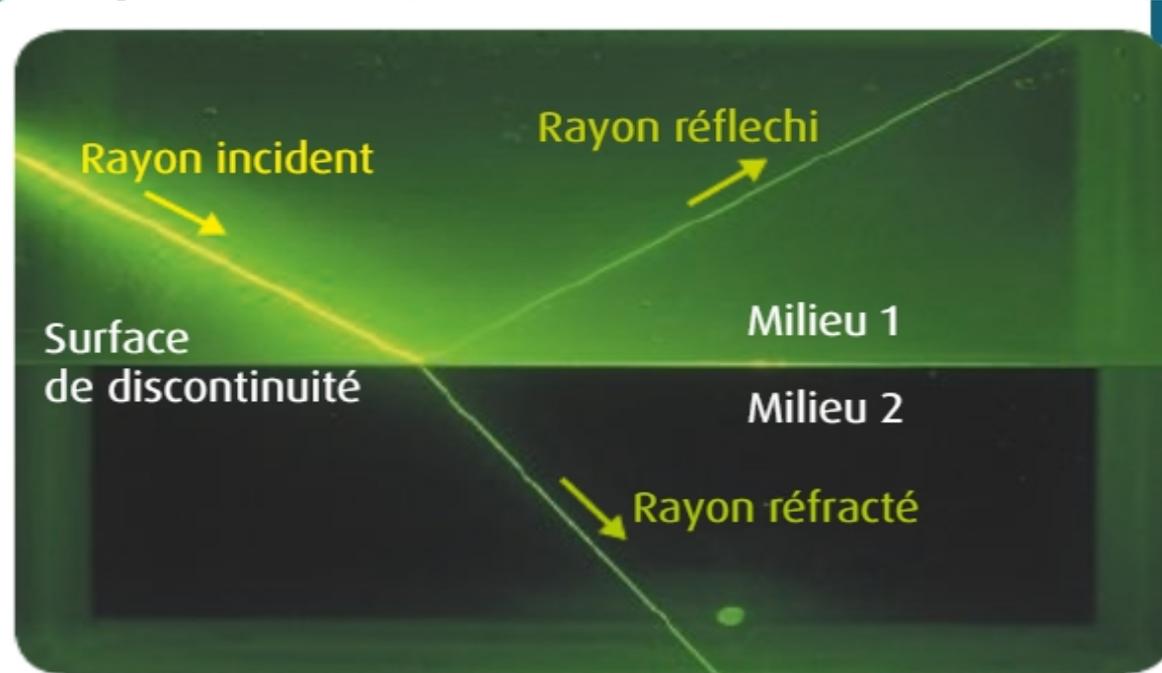
- Coefficients d'élasticité (pression, température)
- Masse volumique (pression, température)

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM de structure du globe

Expérience du cristal de gypse!



#### **1** Modélisation de la propagation d'une onde sismique avec un rayon laser.

Une onde sismique est soumise aux mêmes lois physiques qu'une onde lumineuse. Lorsqu'elle rencontre une discontinuité (surface séparant deux milieux aux propriétés physico-chimiques différentes), elle peut être réfléchiée et réfractée (suivant alors les lois de Snell-Descartes).

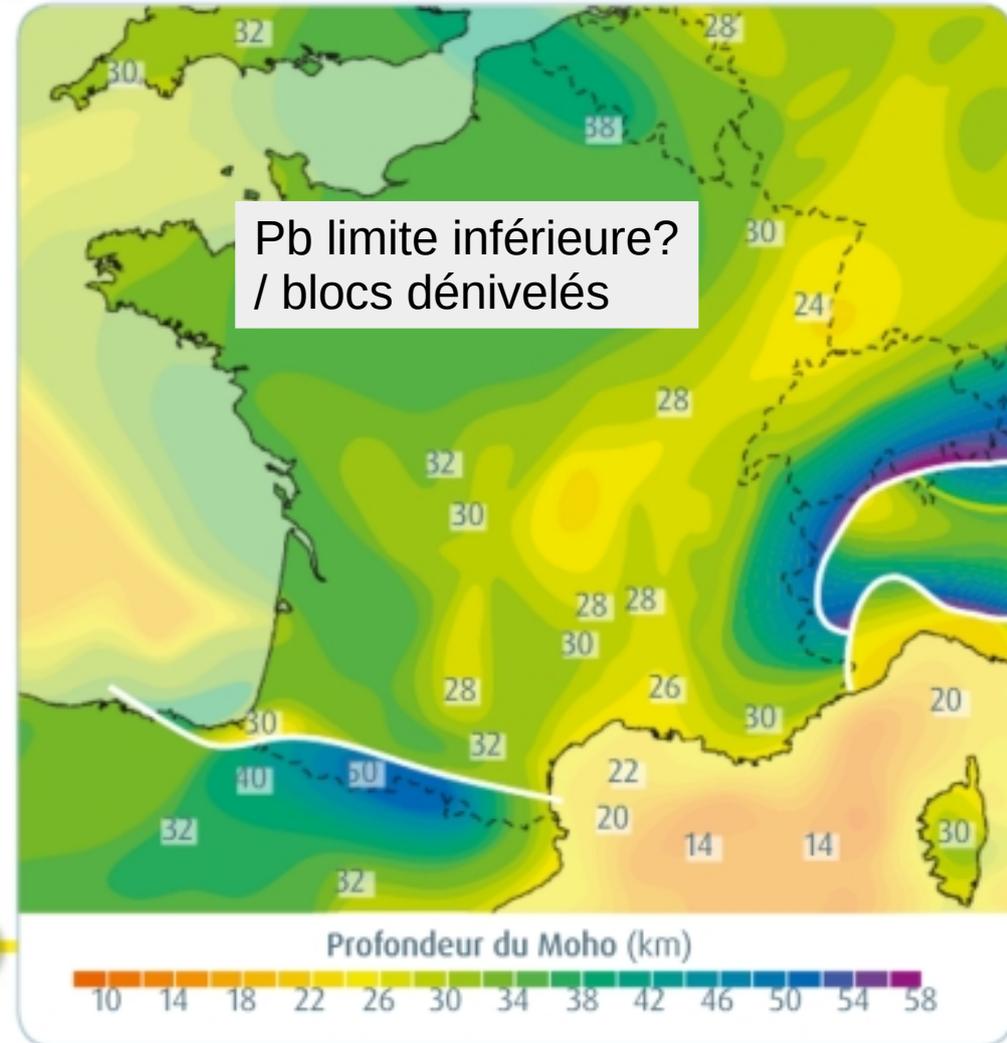
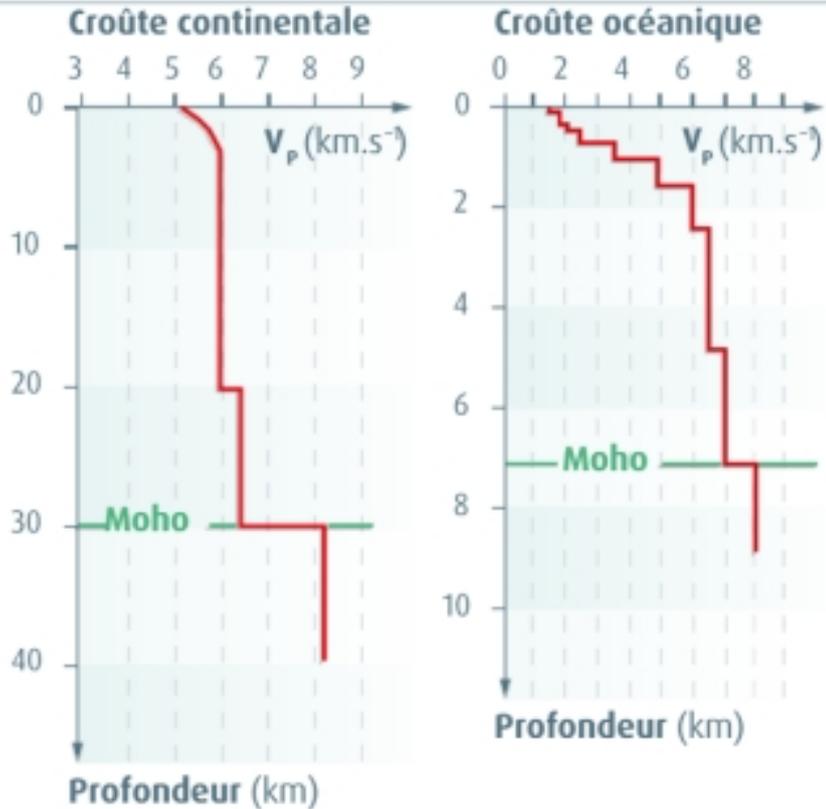
**La découverte du Moho** →

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM de structure du globe

Les études sismologiques montrent les différences d'épaisseur entre la lithosphère océanique et la lithosphère continentale.



**5** Vitesse moyenne des ondes P dans la croûte continentale et dans la croûte océanique.

**6** Profondeur du Moho sous la France.

# T1B La dynamique interne de la Terre

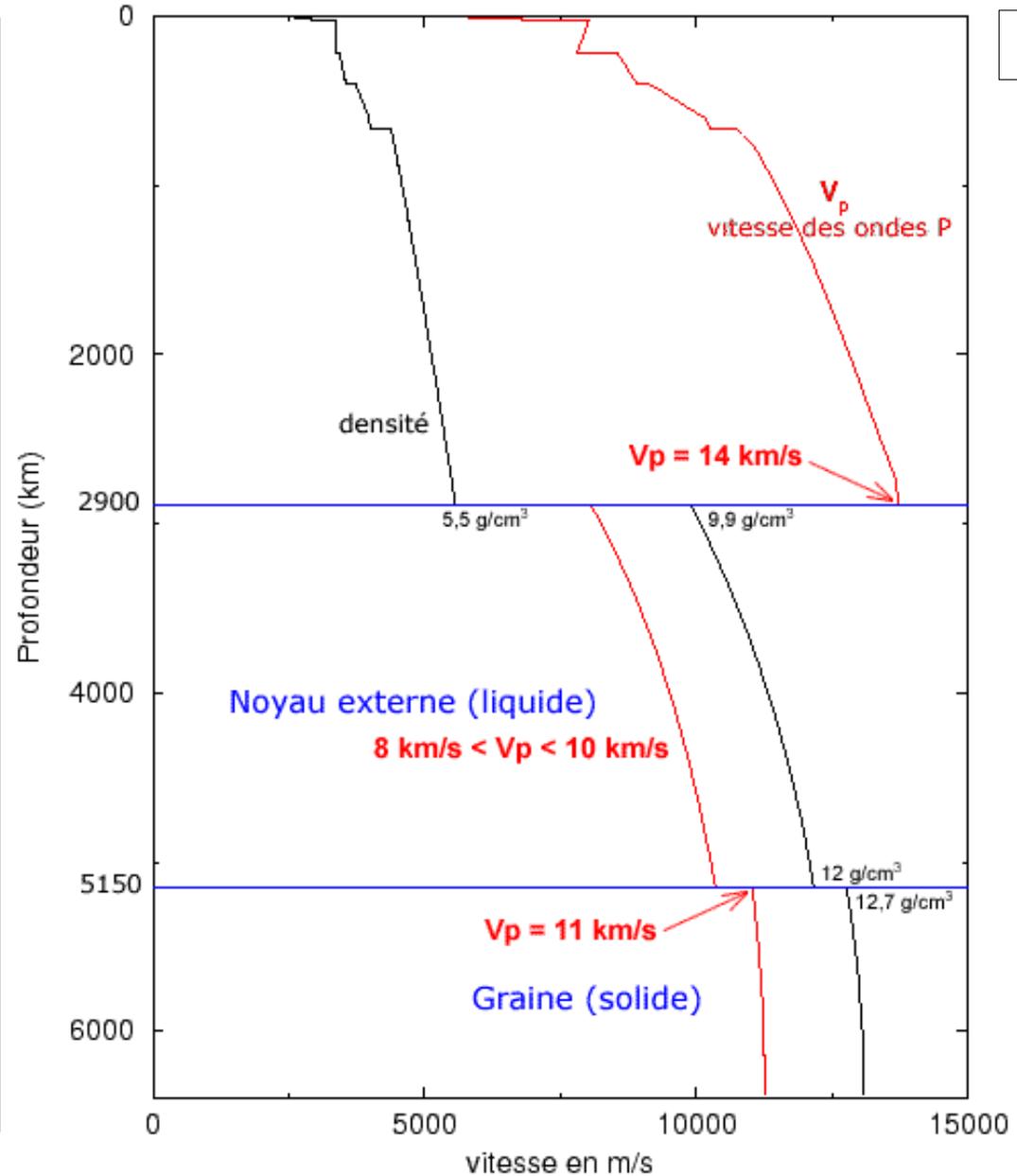
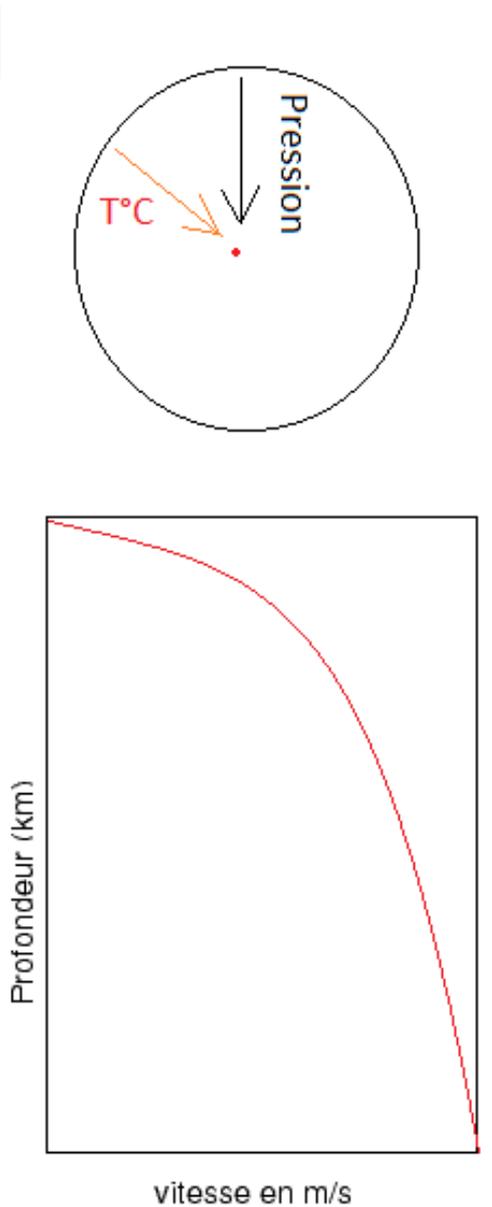
## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM de structure du globe

Théorique

Hypothèses

- globe homogène
- gradients continus



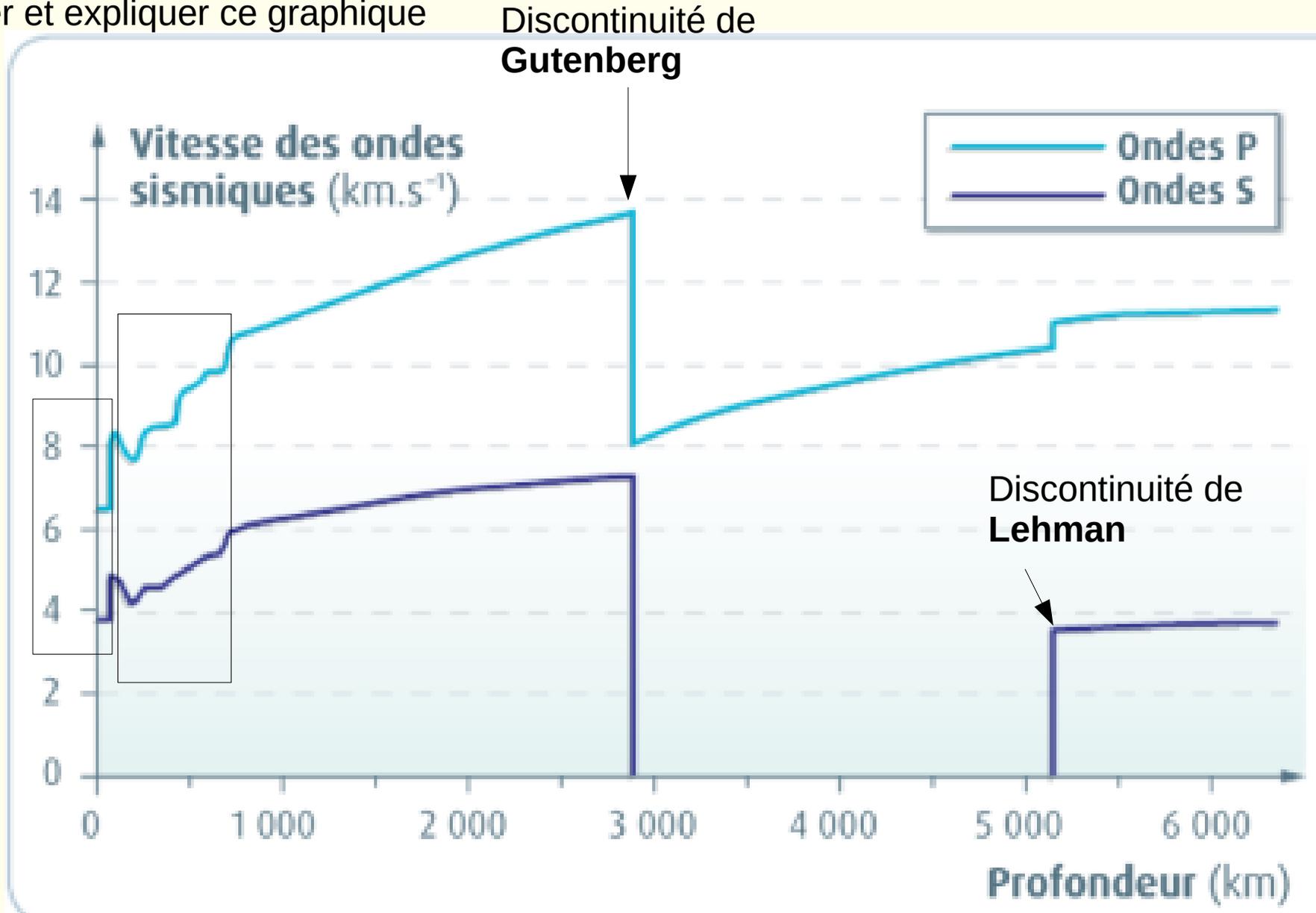
Observé

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM de structure du globe

Savoir annoter et expliquer ce graphique  
Livret p14



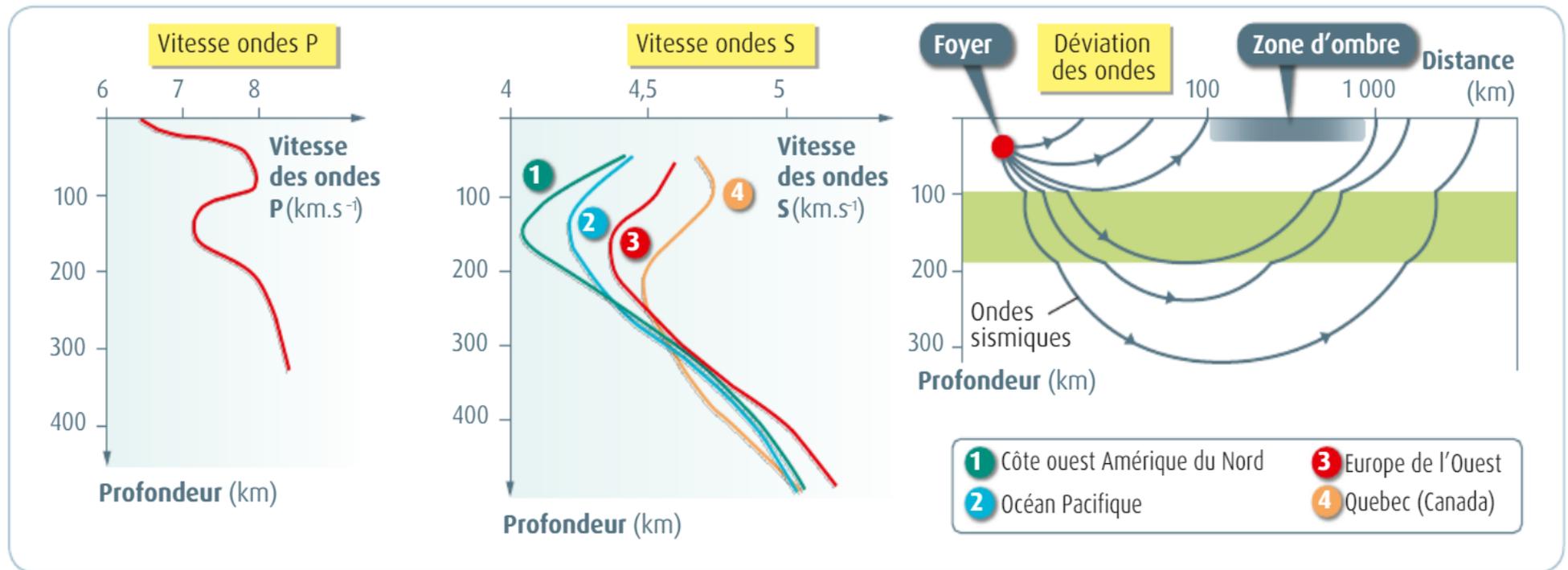
Croûte / ML

LVZ  
100 à 200 Km  
+  
Manteau  
Asthénosph.

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM de structure du globe



**1** Mise en évidence d'une zone à faible vitesse (**Low Velocity Zone, LVZ**). La vitesse des ondes P et des ondes S sous les croûtes océaniques ou continentales diminue. Ce ralentissement varie d'un environnement tectonique à l'autre. Cette zone du manteau, d'une centaine de kilomètres d'épaisseur, dévie les ondes soulignant ainsi un changement transitoire des propriétés physiques des péridotites du manteau.

page 126

**Comportement mécanique du manteau (LVZ)**

=>

**lithosphère # asthénosphère ;**

**Début de la LVZ = isotherme 1300°C**

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM de structure du globe

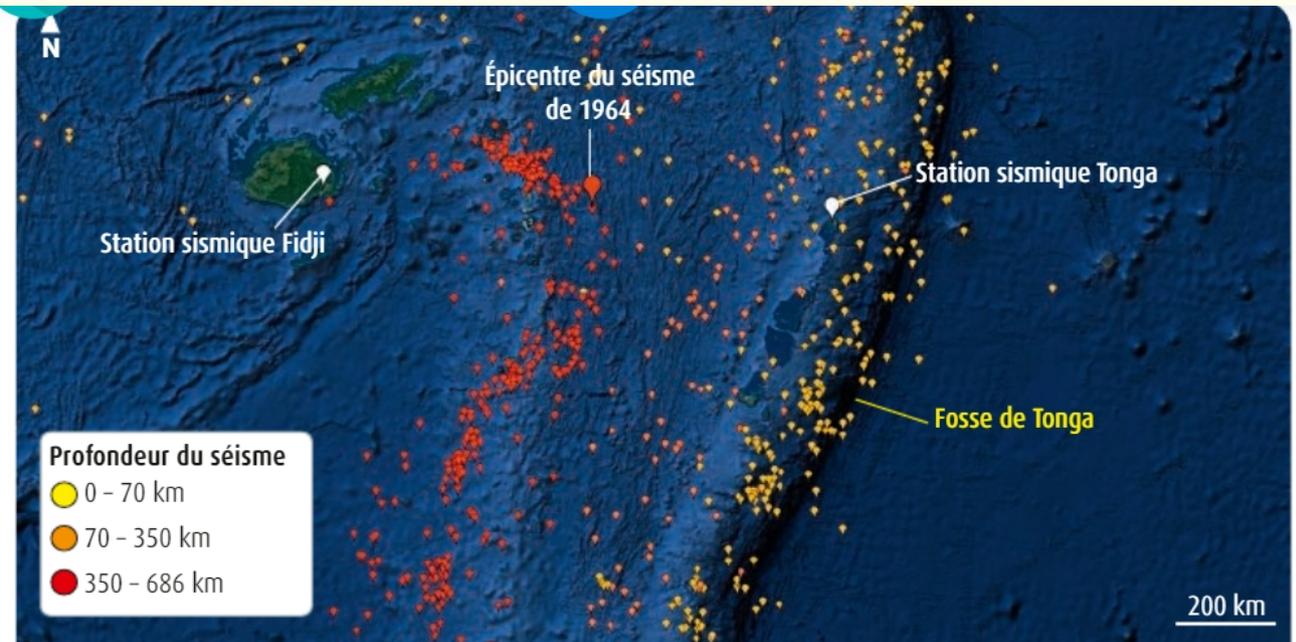
L'étude des séismes au voisinage des fosses océaniques permet de différencier le comportement d'une lithosphère cassante par rapport à une asthénosphère plus ductile.

page 127



### 3 Carte de répartition des séismes en fonction de la profondeur et profil bathymétrique au niveau de la fosse océanique des Tonga.

En 1964, dans le Pacifique sud, les géologues J. Oliver, B. Isacks et L. Sykes enregistrent les ondes sismiques produites par un séisme profond dont l'épicentre est situé à égale distance des stations sismiques Fidji et Tonga. Ils observent que les ondes P parviennent deux secondes plus tôt à la station Tonga qu'à la station Fidji.



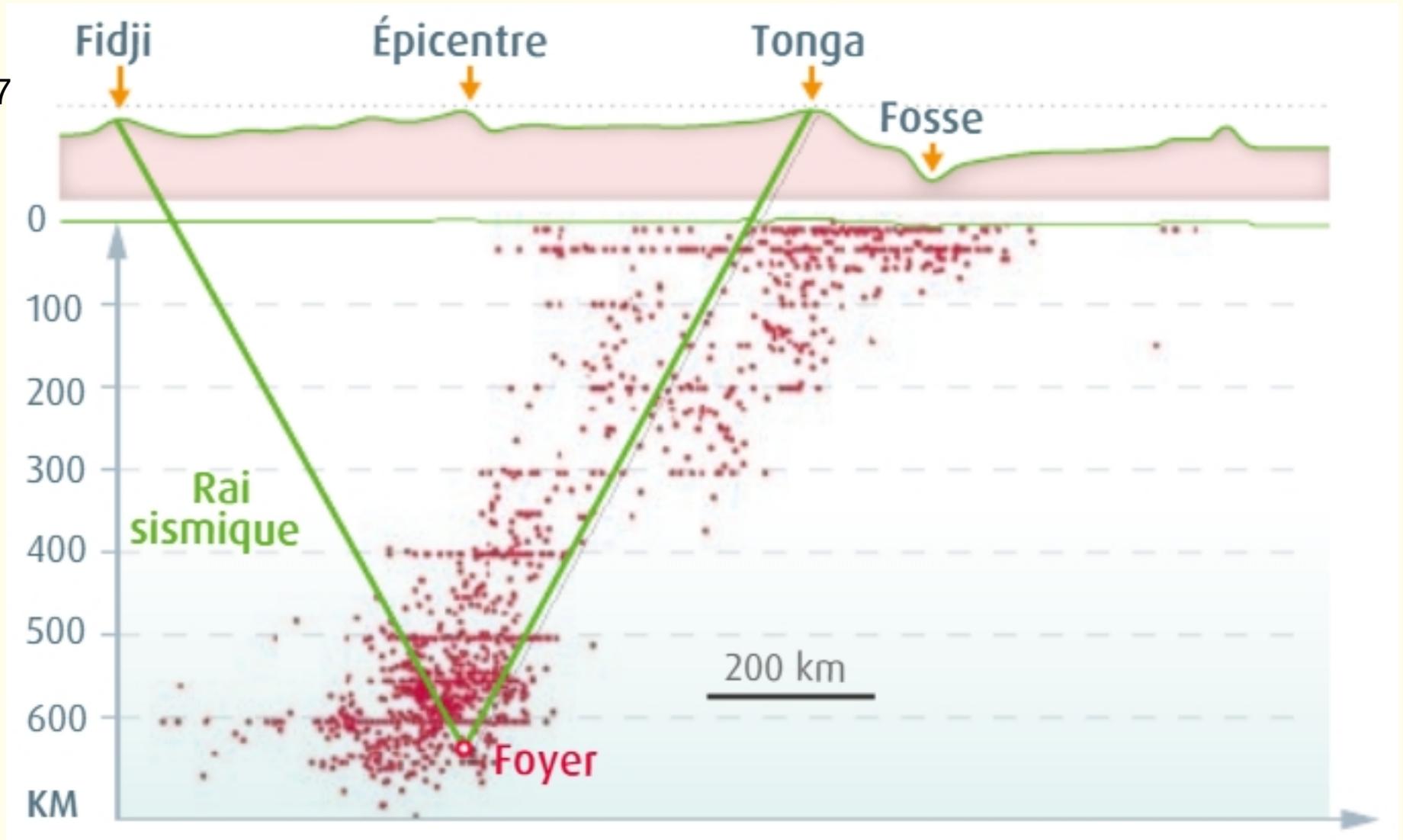
# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM de structure du globe

L'étude des séismes au voisinage des fosses océaniques => lithosphère cassante # asthénosphère plus ductile.

page 127



# T1B La dynamique interne de la Terre

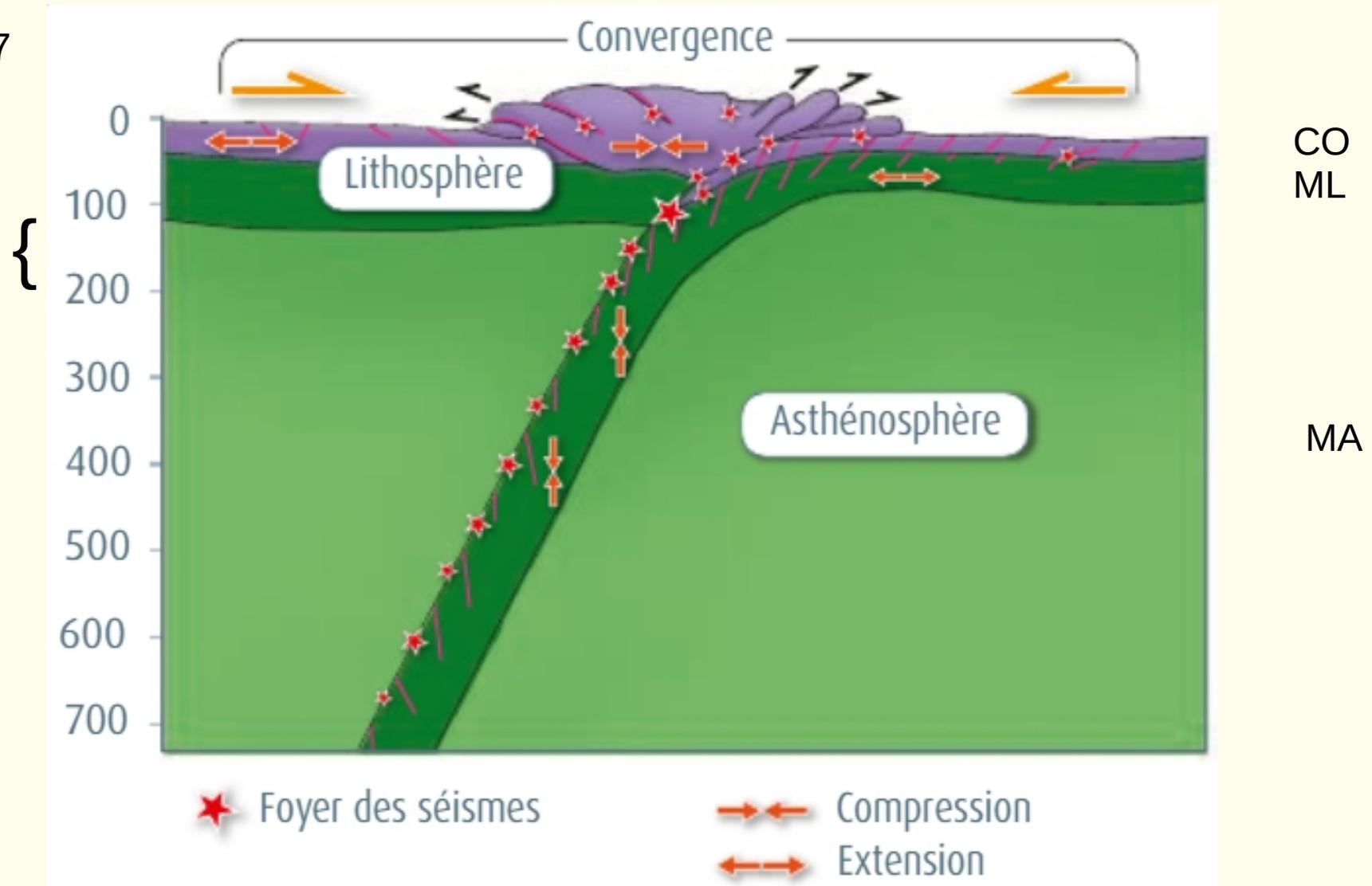
## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM de structure du globe

L'étude des séismes au voisinage des fosses océaniques => lithosphère cassante # asthénosphère plus ductile.

page 127

LVZ



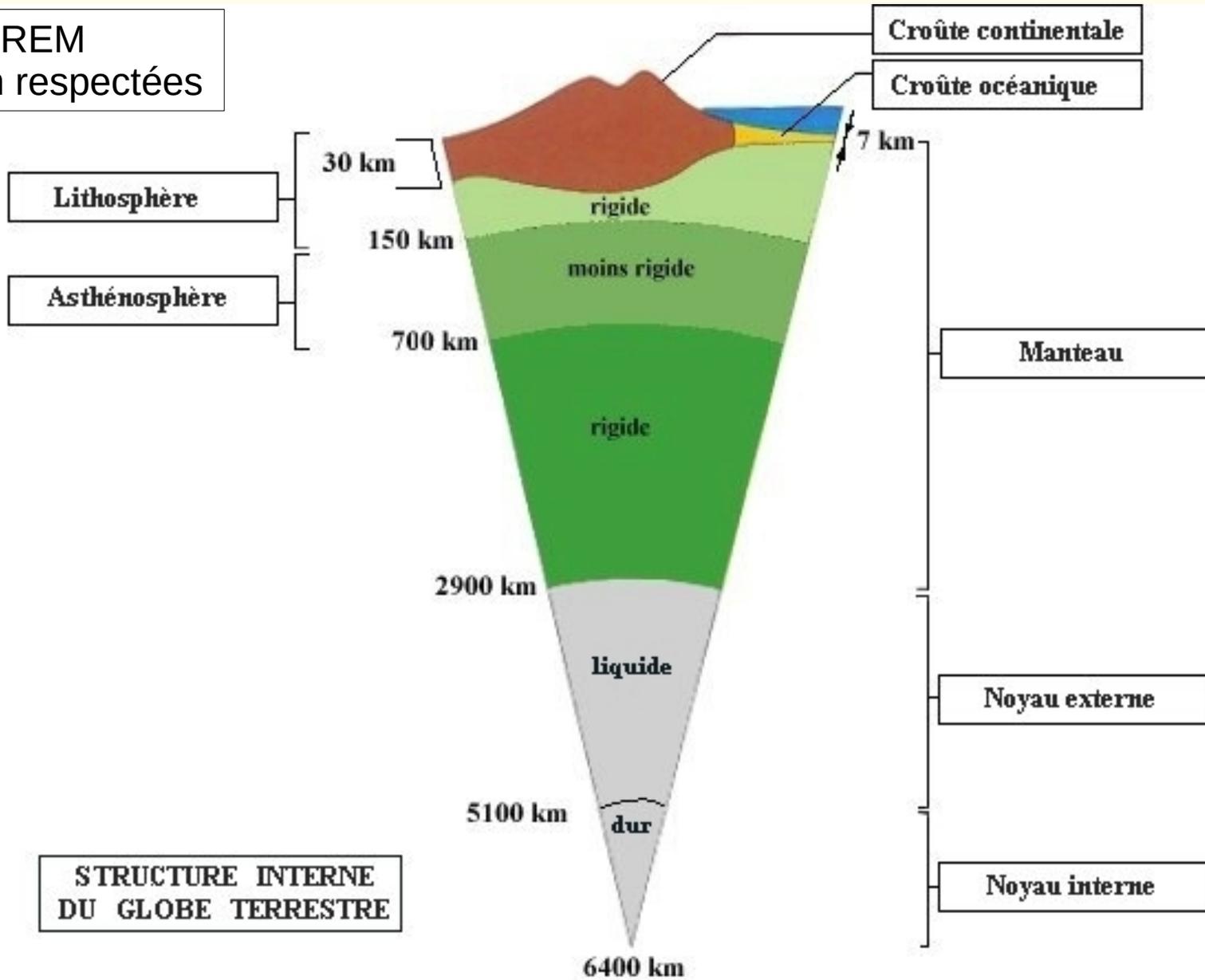
# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM de structure du globe

Le modèle PREM  
Échelles non respectées

Livret p15



# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM de structure du globe

Trajet et vitesse des ondes sismiques

=>

modèle de structure interne de la Terre

=

modèle sismique PREM [Preliminary Reference Earth Model],

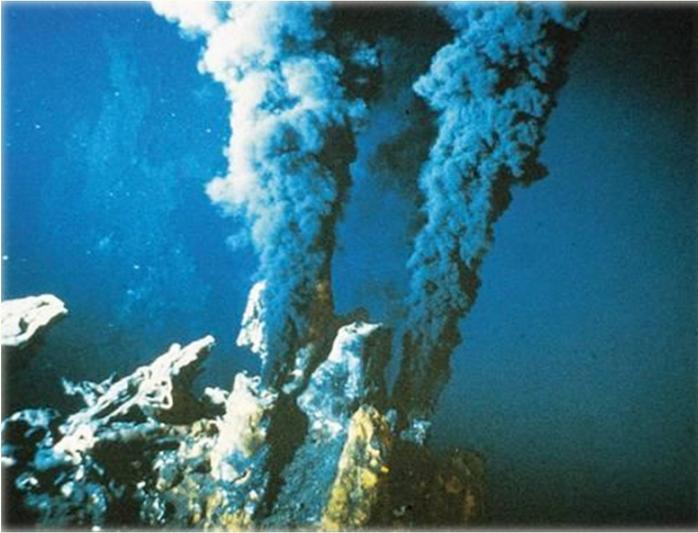
3 notions à savoir argumenter :

- Structure interne de la Terre (croûte – manteau – noyau)
- Comportement mécanique du manteau (LVZ + sous LVZ)  
=>  
lithosphère rigide # asthénosphère ductile
- État du noyau externe liquide et du noyau interne solide.

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM – anomalies thermiques



a. Source hydrothermale

b. Mines profondes:  
+60°C à -3500 m



c. Le piton de la Fournaise, un volcan de point chaud

La Terre présente une chaleur d'origine profonde.  
Explications possibles à cette chaleur d'après vos connaissances ?

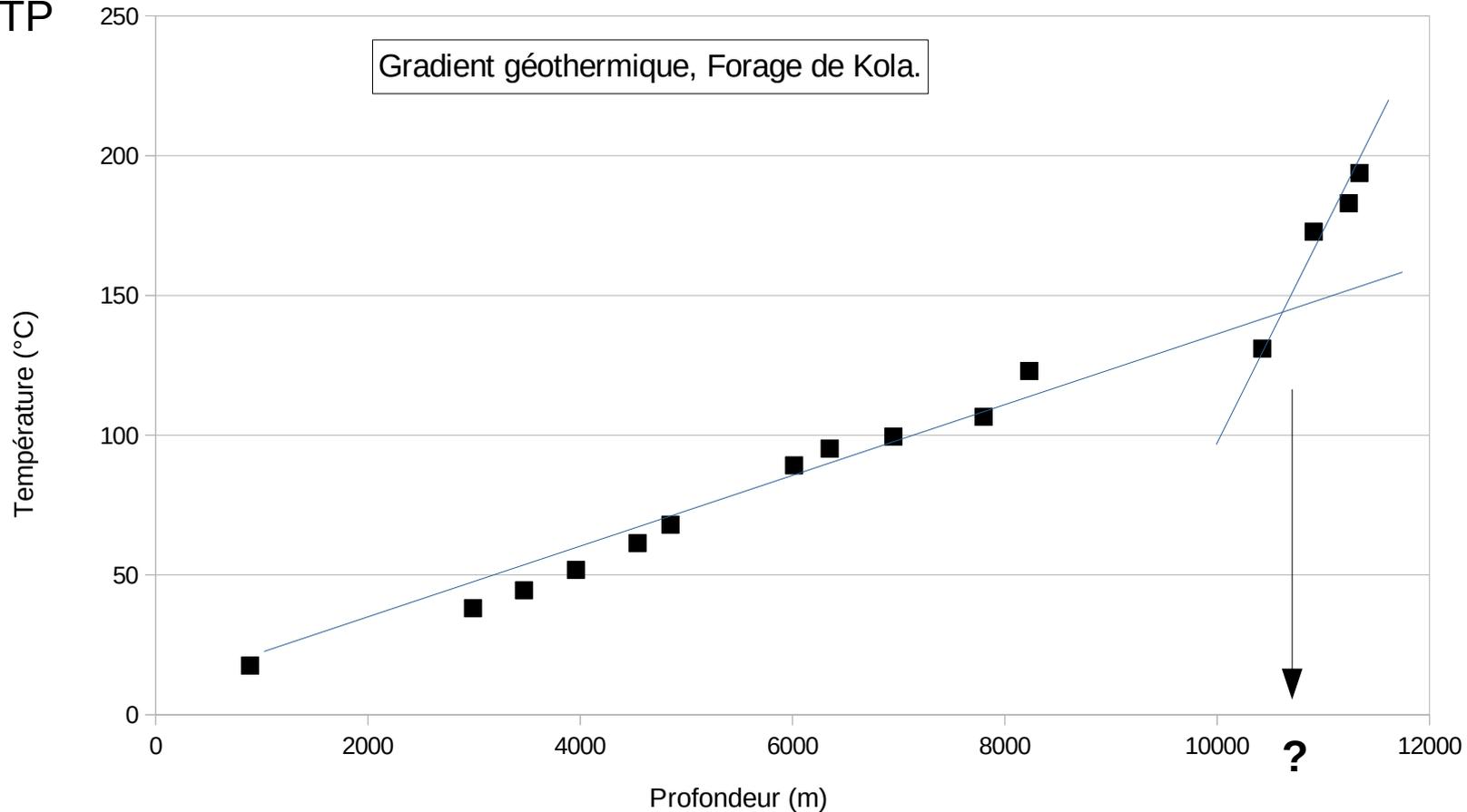
# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM – anomalies thermiques

Gradient = variation d'une grandeur (intensive) en fonction d'une distance (grandeur extensive).

Vu en TP



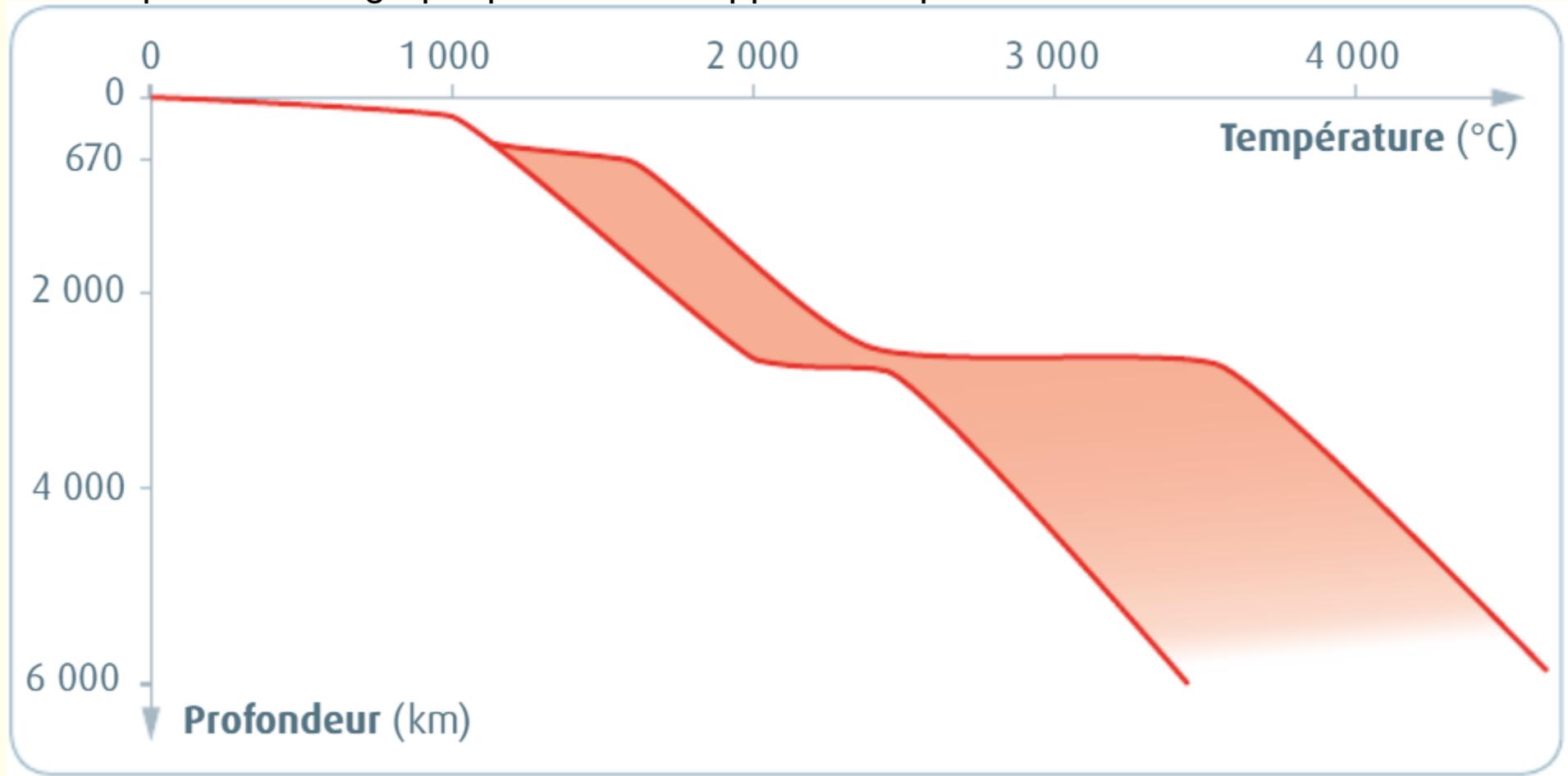
La température interne de la Terre croît avec la profondeur =>  
**gradient géothermique ( $^{\circ}\text{C.Km}^{-1}$ ).**

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM – anomalies thermiques

P 131: Repérer sur ce graphique les enveloppes vues précédemment!



Géotherme = graphique représentant l'évolution de la température en fonction de la profondeur.

**Le profil d'évolution de la température interne présente des différences suivant les enveloppes internes de la Terre.**

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

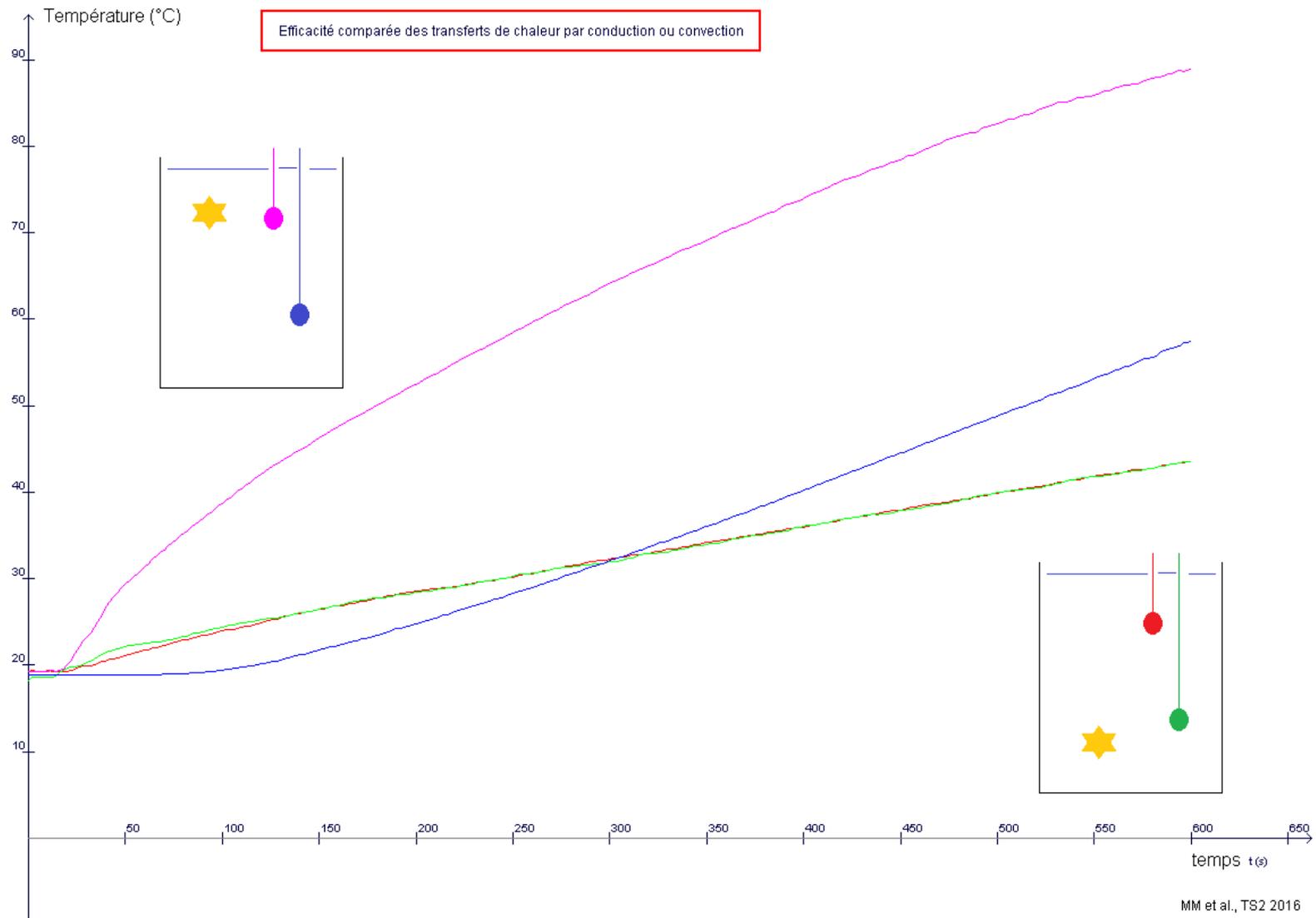
### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM – anomalies thermiques

Sur cette courbe expérimentale,

- Calculer le gradient thermique dans chacune des situations.

- Proposer une explication d'après vos observations.

Distance entre les 2 thermomètres = 0,25 m.



**Ces différences sont liées aux modes de transfert thermique (conduction et convection) à l'intérieur de chacune de ces enveloppes.**

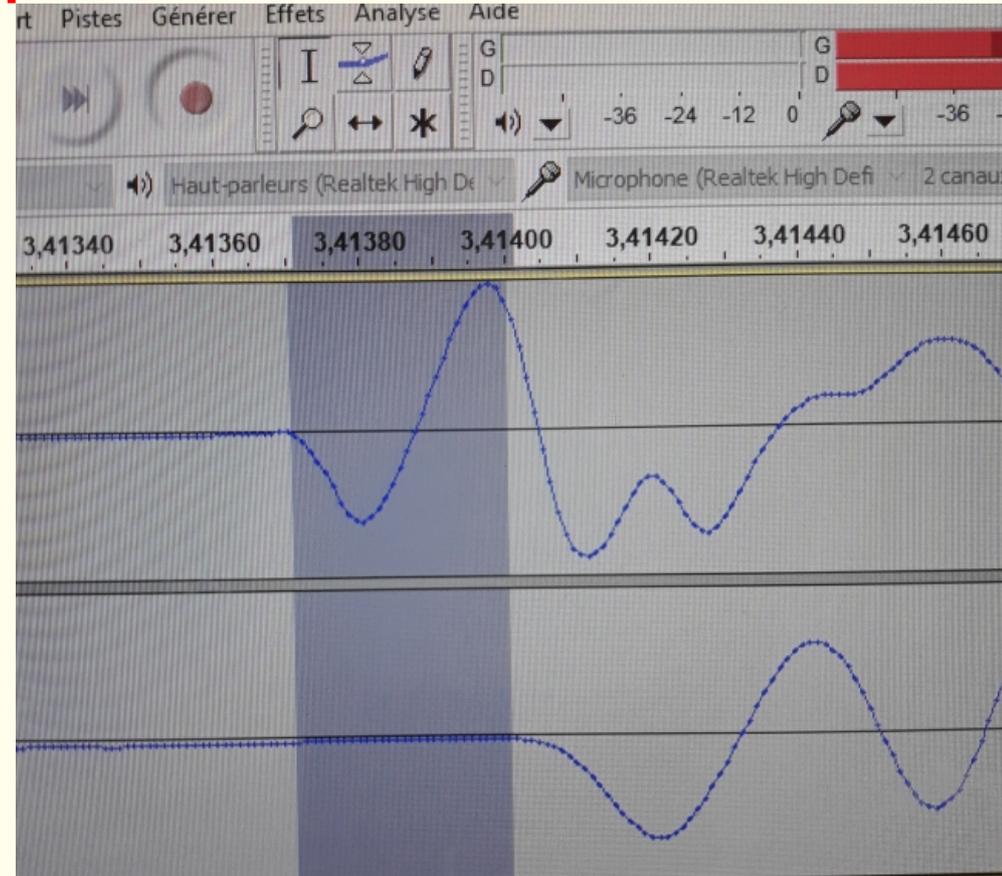
# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM – anomalies thermiques

#### Le principe de la tomographie sismique

Voir TP



**Vitesse de propagation des ondes sismiques diminue si température augmente.**

Logique = Dans les milieux cohérents quand  $T^{\circ}\text{C}$  augmente les coefficients d'élasticité diminuent plus vite que la masse volumique.

# T1B La dynamique interne de la Terre

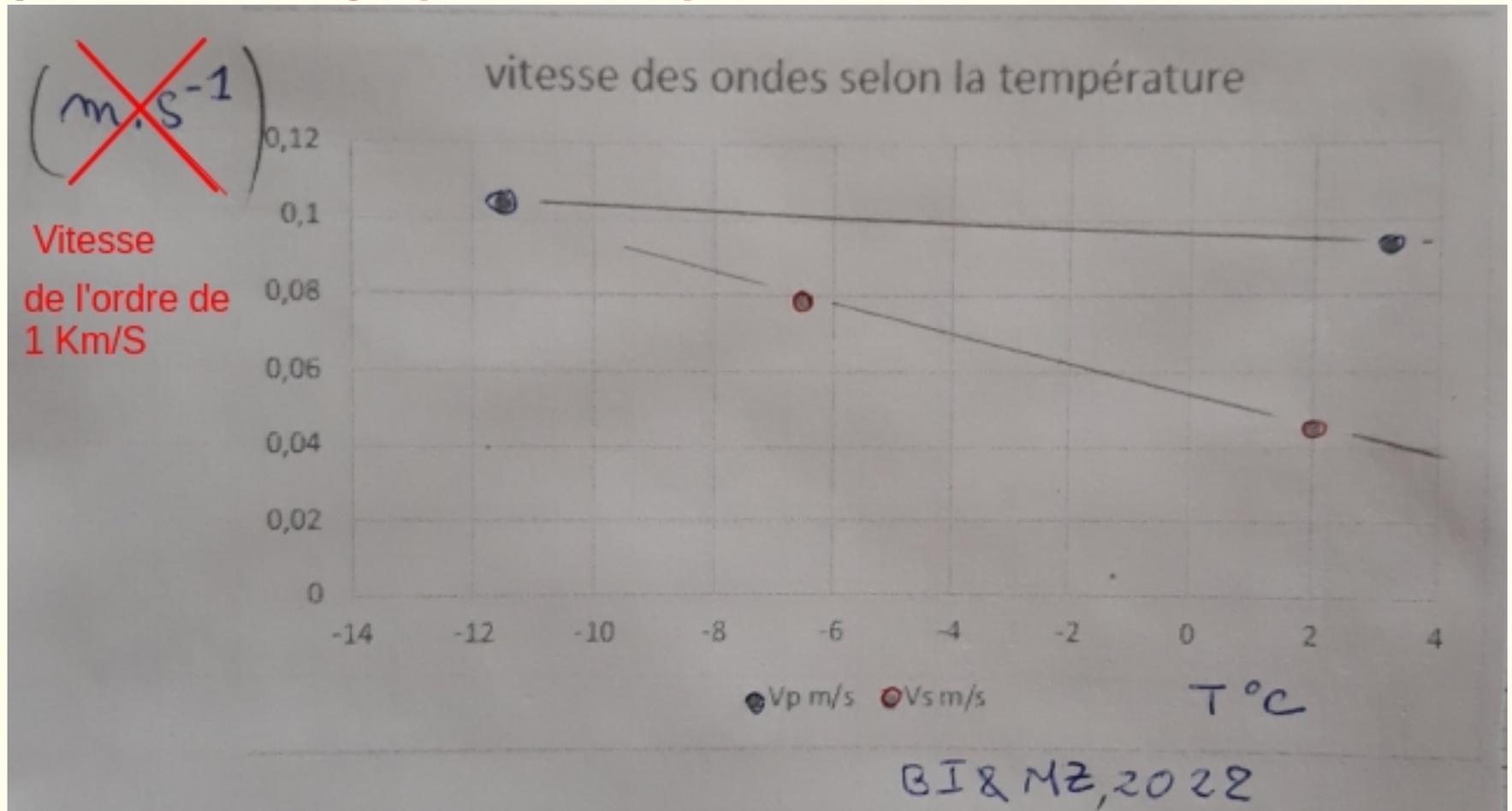
## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM – anomalies thermiques

#### Le principe de la tomographie sismique

Voir TP

Calculs ?



**Vitesse de propagation des ondes sismiques diminue si température augmente.**

Logique = Dans les milieux cohérents quand T°C augmente les coefficients d'élasticité diminuent plus vite que la masse volumique.

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM – anomalies thermiques

#### Le principe de la tomographie sismique

P 131 doc 5:

Vitesse de propagation des ondes sismiques dans un granite en fonction de la température.

Température (°C)	Vitesse (Km.S <sup>-1</sup> )
-10	5,2
0	4,8
+10	4,3

**Vitesse de propagation des ondes sismiques diminue si température augmente.**

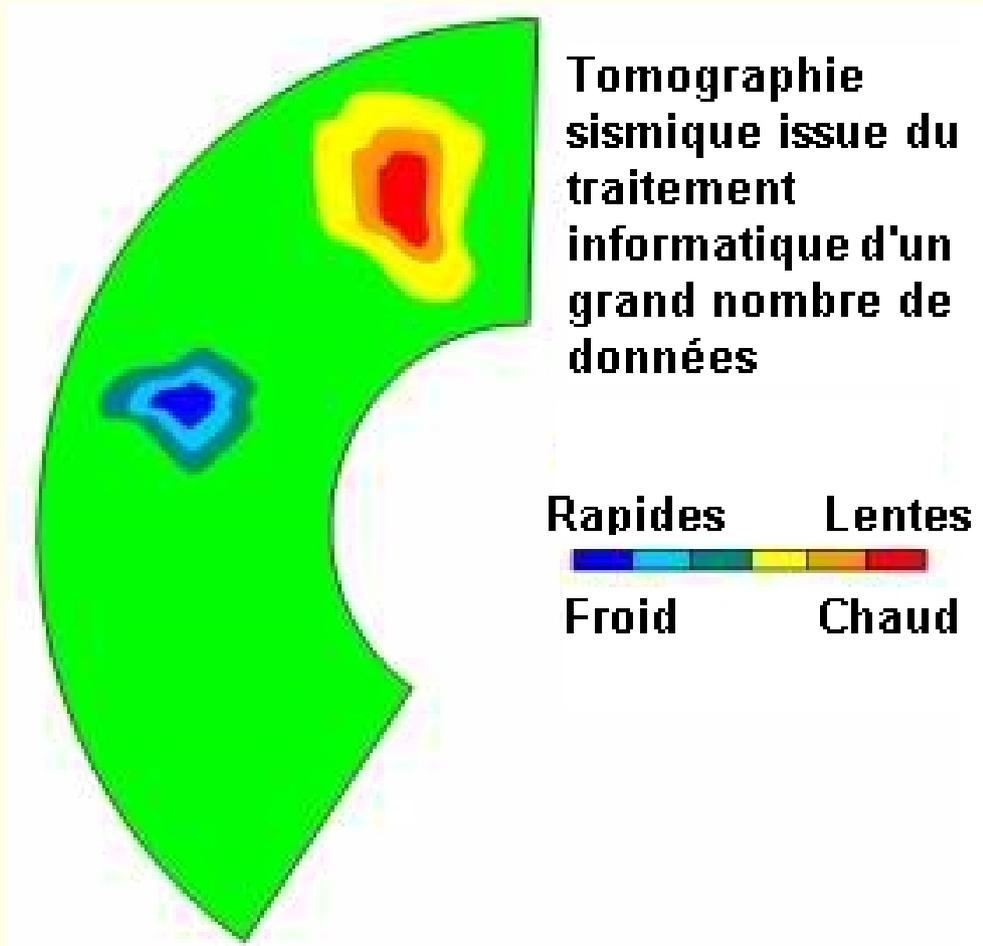
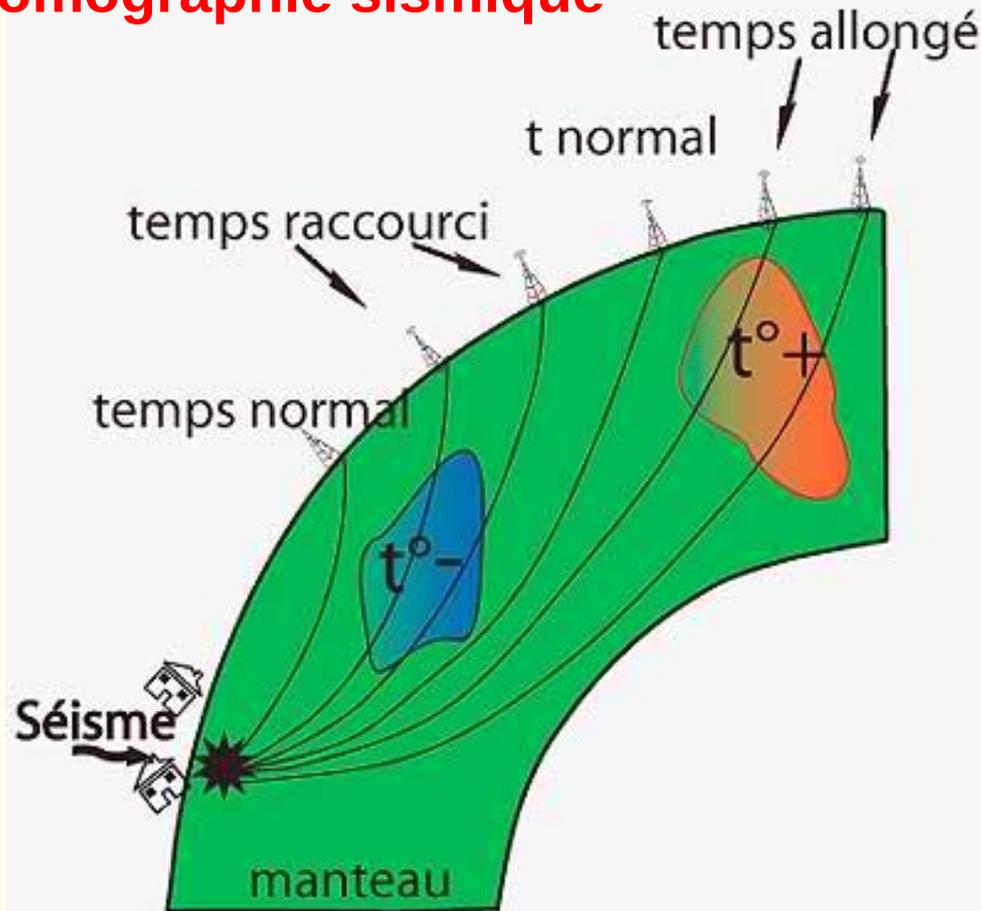
Logique = Dans les milieux cohérents quand T°C augmente les coefficients d'élasticité diminuent plus vite que la masse volumique.

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM – anomalies thermiques

#### Tomographie sismique



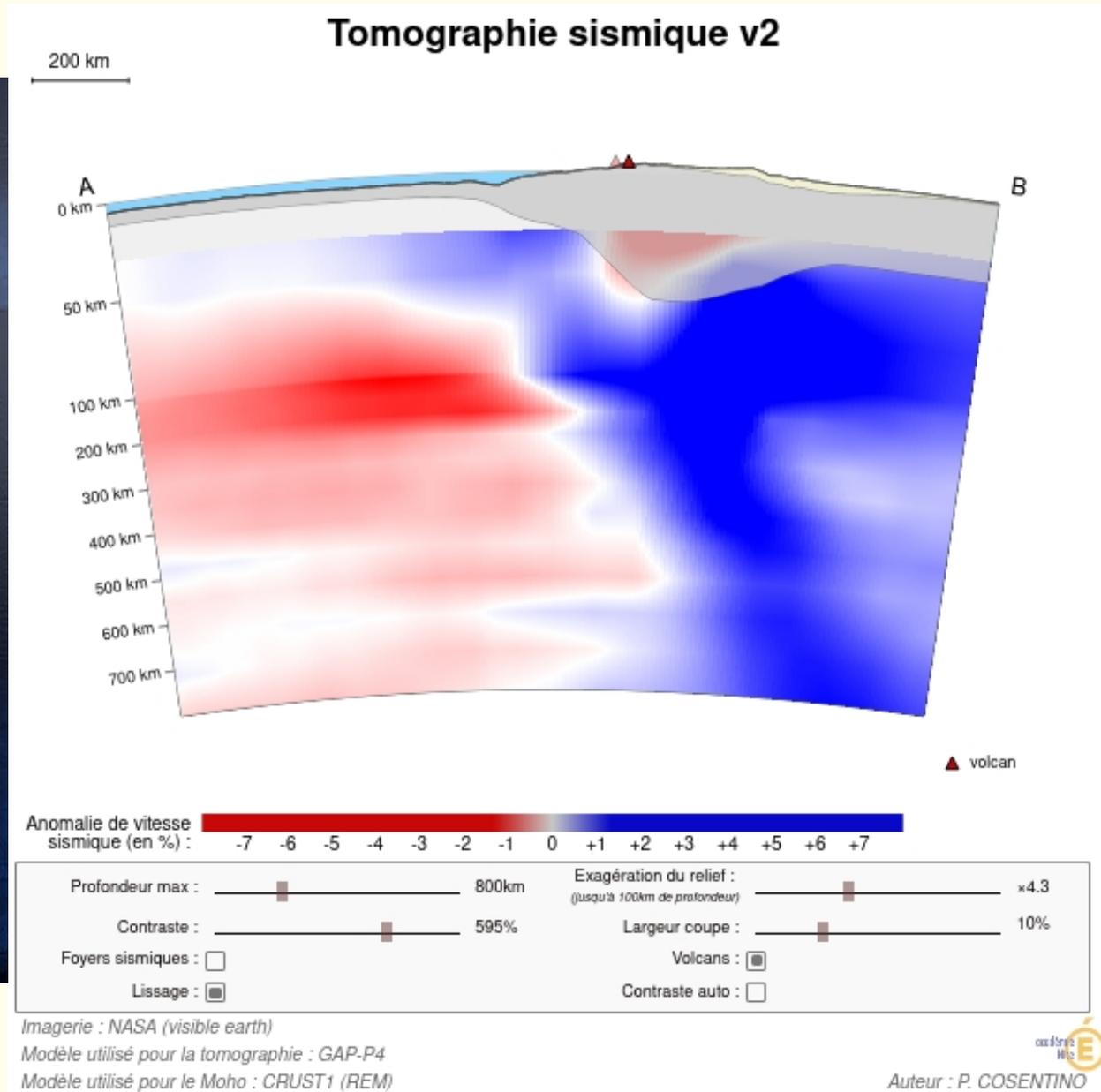
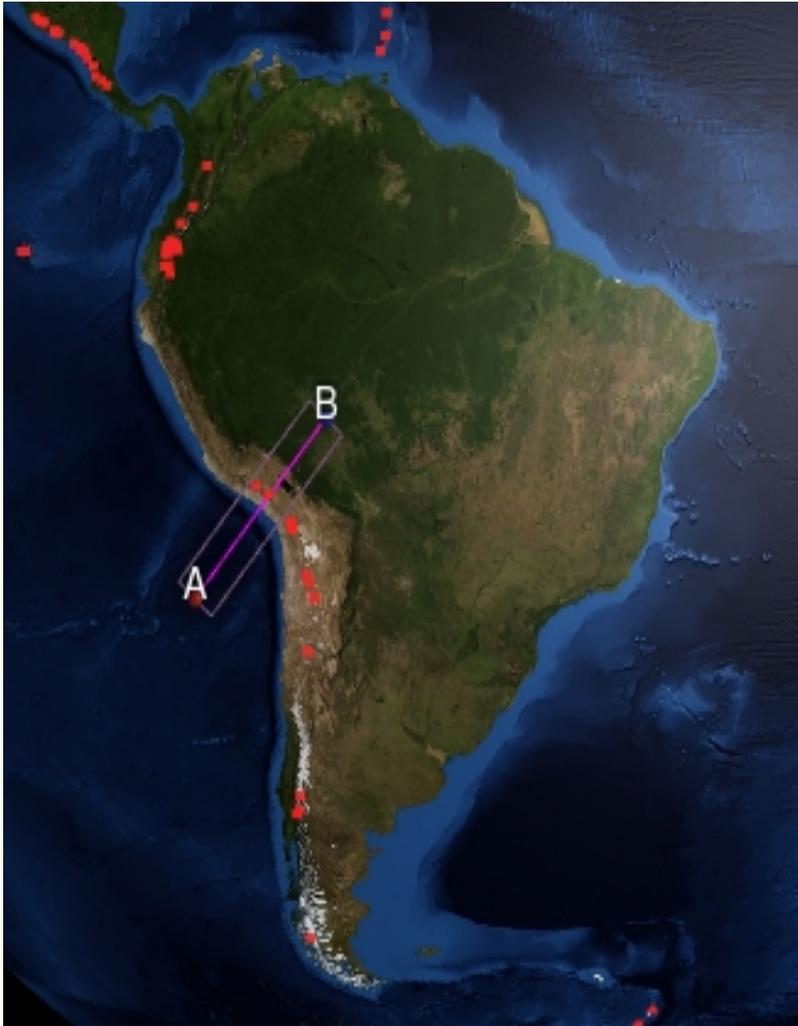
La propagation des ondes sismiques dans la Terre révèle des anomalies de vitesse par rapport au modèle PREM. Ces anomalies de vitesse sont interprétées comme des hétérogénéités thermiques au sein du manteau.

# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM – anomalies thermiques

Cf TP

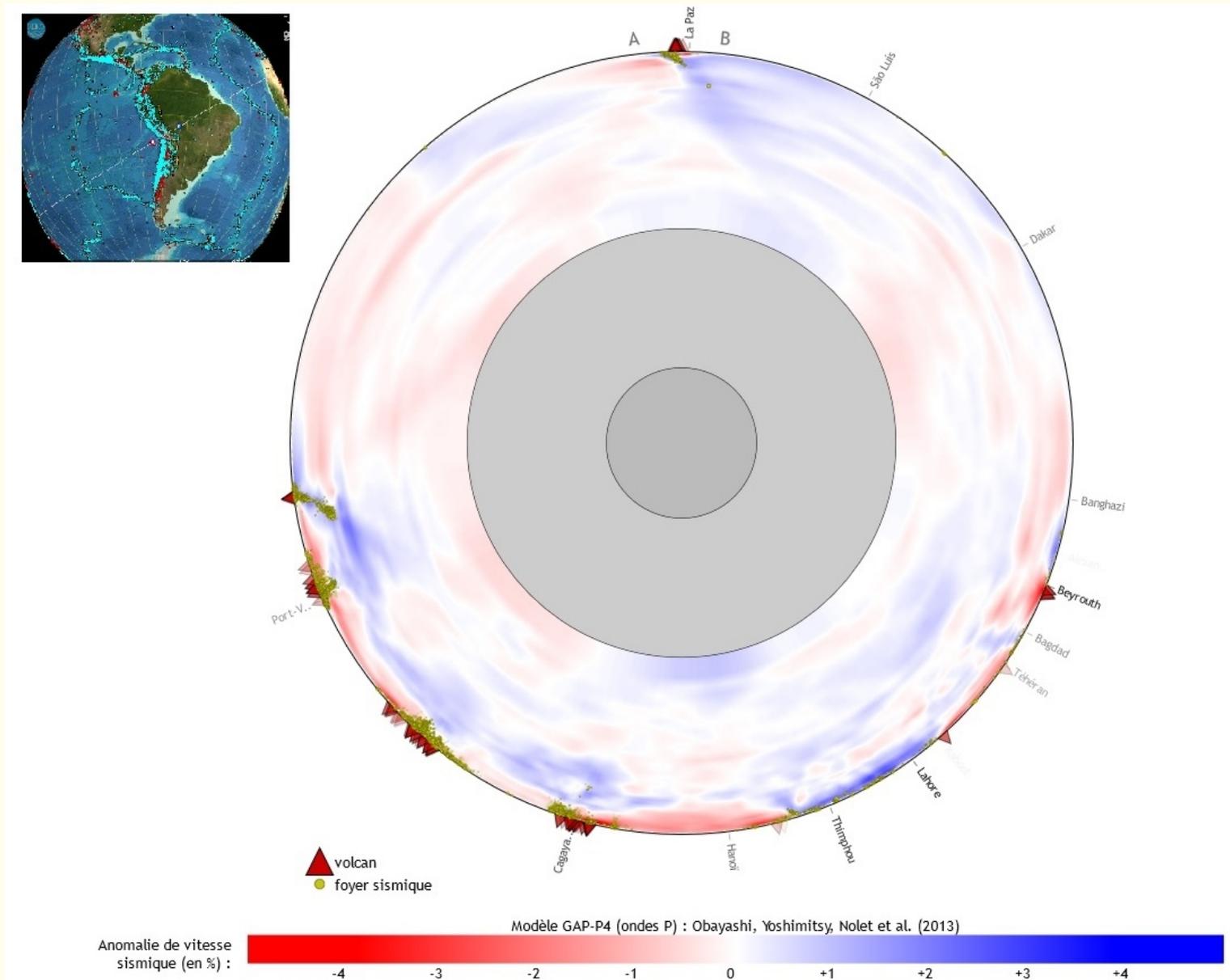


# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM – anomalies thermiques

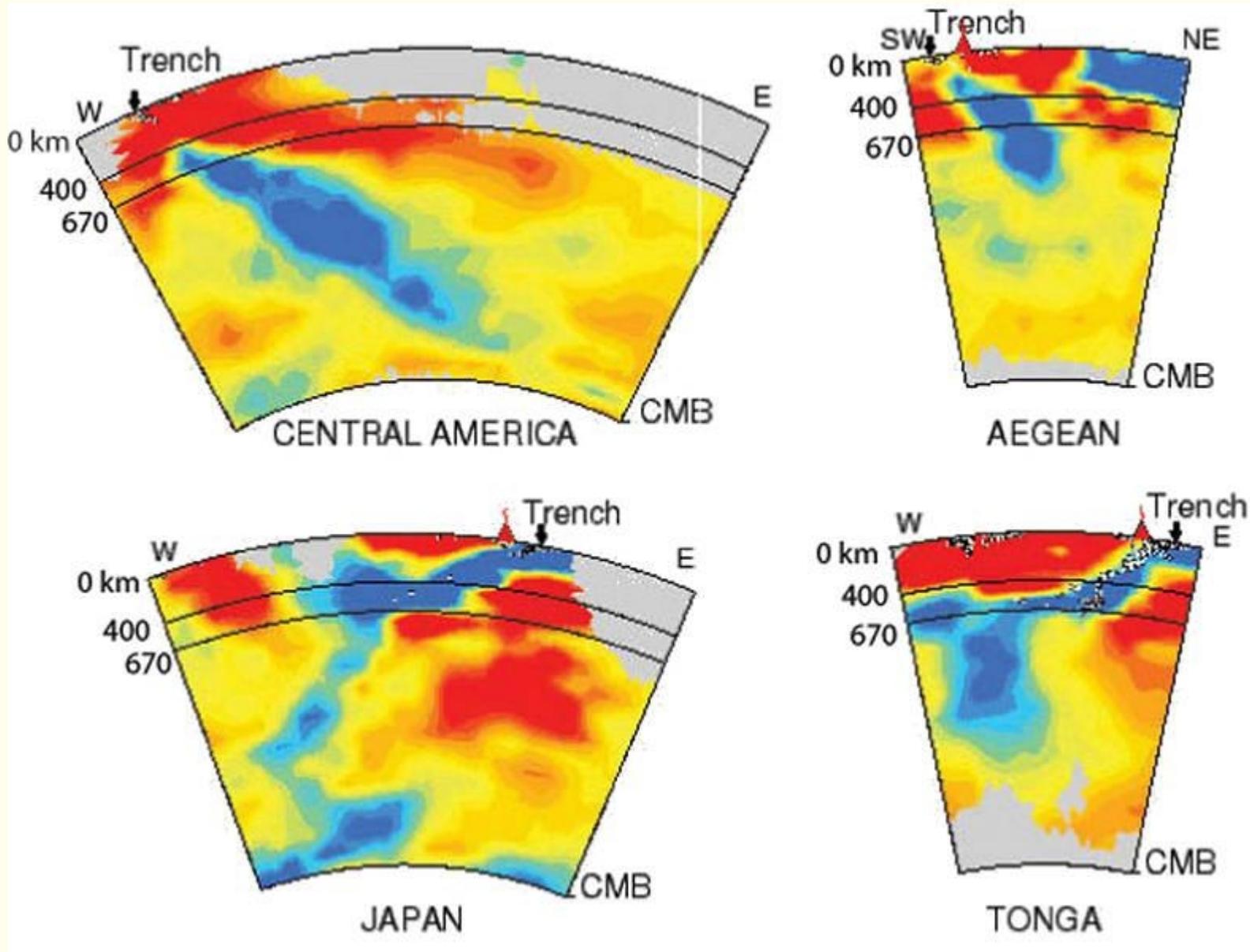
Cf TP



# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM – anomalies thermiques



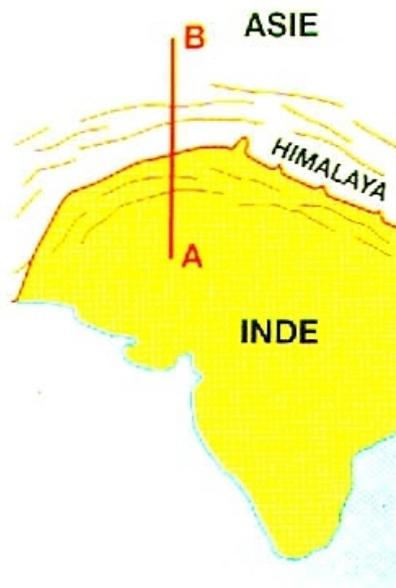
Belin TS 2010

# T1B La dynamique interne de la Terre

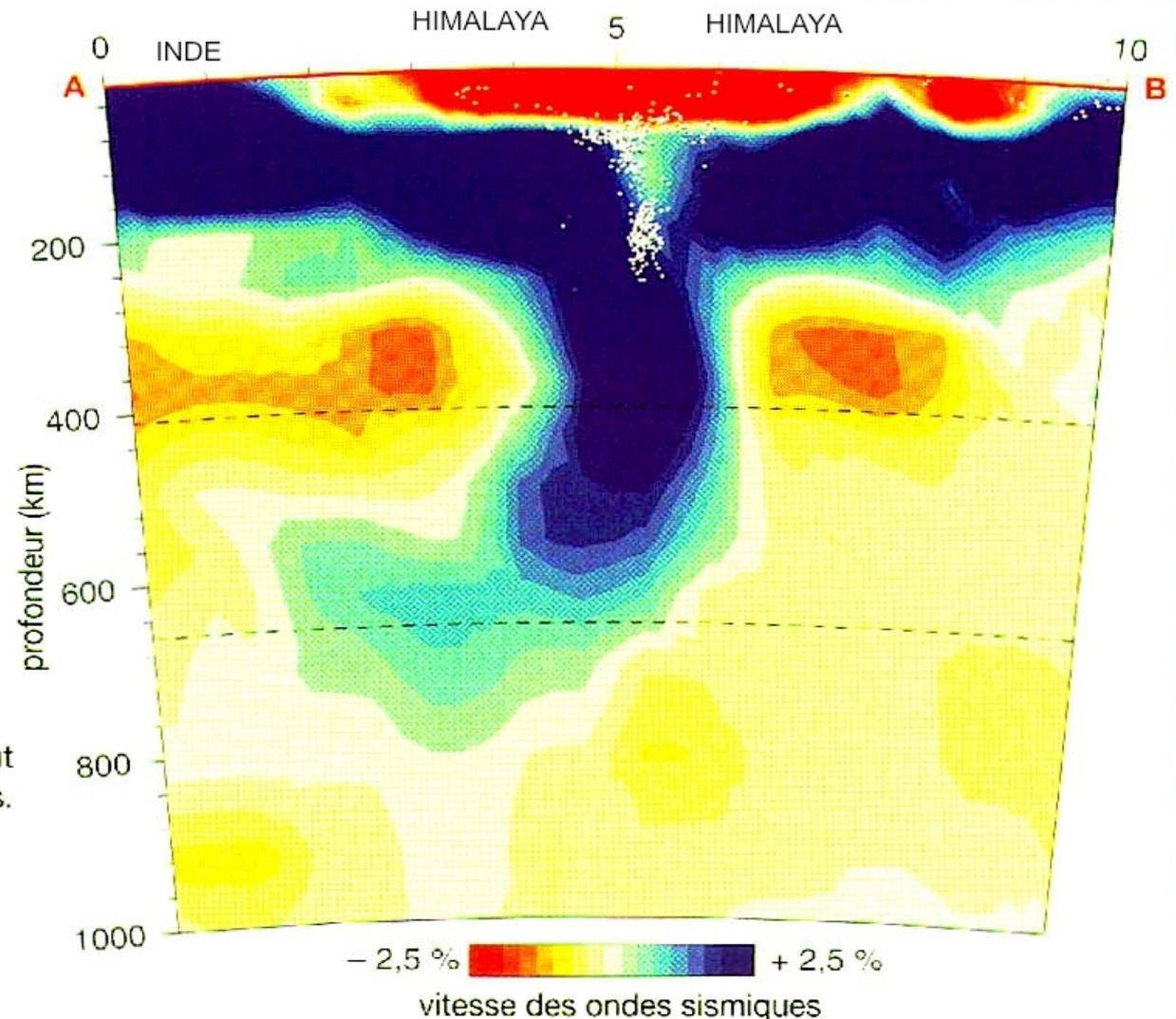
## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM – anomalies thermiques

Le manteau terrestre est animé de mouvements de convection.  
 $M^{vmt}$  de convection = mécanisme efficace de transfert thermique.



Les points blancs correspondent aux foyers des principaux séismes.



# T1B La dynamique interne de la Terre

## T1B1 La structure du globe terrestre

### T1B1-2 Études sismiques: Le modèle PREM – anomalies thermiques

**Bilan en image p 135 (à savoir et à savoir argumenter)**

Retour sur la diapo 1 → savoir annoter!