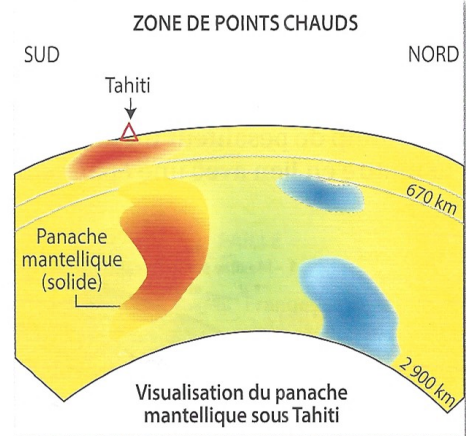
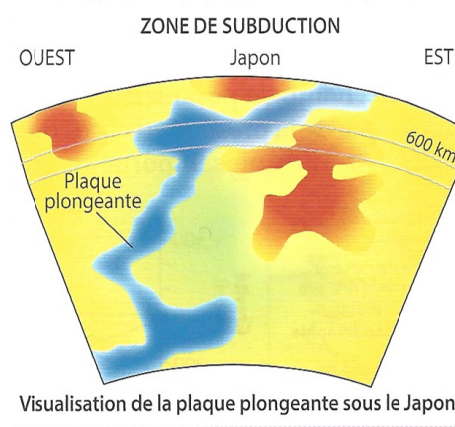
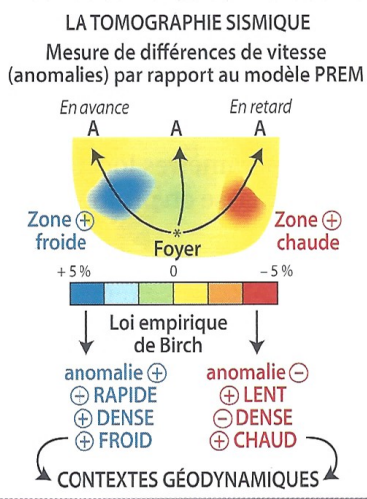
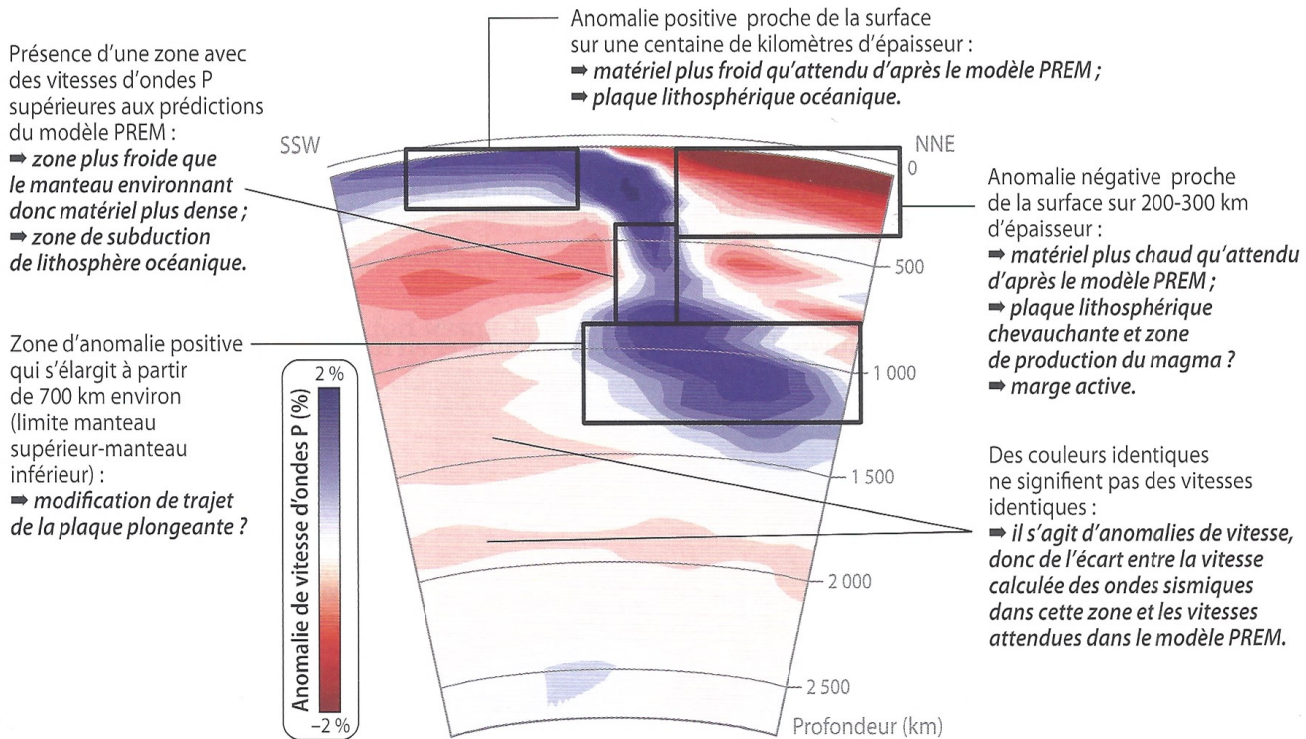


Le principe de la méthode

La tomographie sismique est une méthode d'étude qui s'appuie sur des anomalies de vitesse de propagation des ondes sismiques par rapport au modèle PREM. La vitesse des ondes sismiques dépend de la densité du milieu traversé et cette dernière est en partie contrôlée par la température (loi **empirique de Birch**). Une anomalie de vitesse témoigne d'une variation de température.



Étude d'un exemple

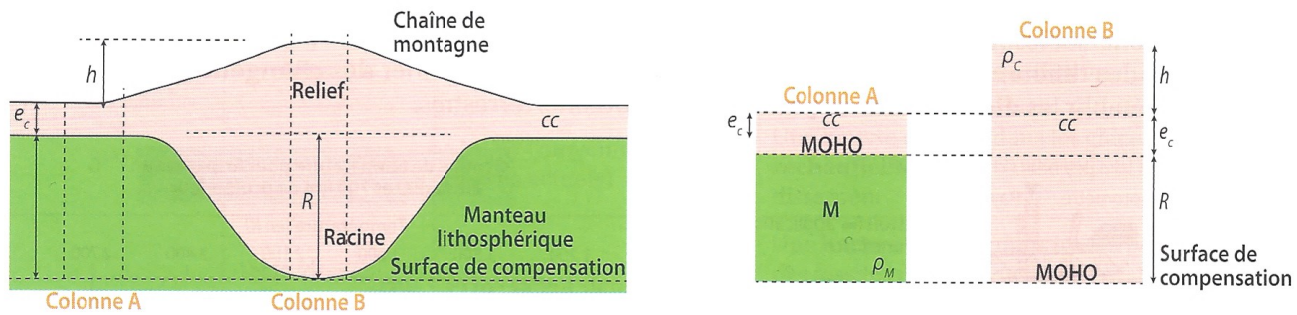


Tomographie sismique d'ondes P au niveau de l'arc de la Sonde.

Conclusion : la tomographie sismique, par comparaison des vitesses calculées aux vitesses attendues dans le modèle PREM, met en évidence des hétérogénéités dans le manteau qui sont interprétées en différences de température et donc de densité. Ces différences de densité sont à l'origine de mouvements verticaux et de cellules de convection mantellique. La tomographie sismique au niveau de l'arc de la Sonde permet de visualiser la subduction d'une plaque lithosphérique océanique dans cette région du monde du sud/sud-ouest vers le nord/nord-est.

Le principe de la méthode

L'isostasie correspond à l'équilibre vertical de la lithosphère sur l'asthénosphère selon le principe d'Archimède. Croûte et manteau n'ayant pas la même densité, il existe une compensation en profondeur des reliefs observés en surface. C'est un **équilibre dynamique** et toute variation de la lithosphère peut engendrer des **mouvements verticaux**. La surface de compensation est une surface virtuelle sur laquelle les pressions des colonnes de roches sus-jacentes, de surfaces identiques, mais de hauteurs différentes sont égales. Afin de résoudre un problème d'isostasie, on procède en plusieurs étapes.



Exemple d'une chaîne de montagne dont on cherche à évaluer la profondeur de la racine crustale.

- On réalise un schéma avec la colonne de référence (A) et la colonne sur laquelle on travaille (B).
- On place la surface de compensation, en dessous de laquelle les colonnes sont identiques, et on reporte les hauteurs (h , e_c et R) ainsi que les masses volumiques (ρ_c et ρ_m).

La surface de compensation est à la base de la lithosphère la plus épaisse (ou de la croûte la plus épaisse si l'on néglige les différences de densité des manteaux).

- Lorsque le schéma est réalisé, on exprime les pressions à la base des colonnes de référence et d'intérêt.

On a ici : $e_c g \rho_c + R g \rho_m = h g \rho_c + e_c g \rho_c + R g \rho_c$

- On isole le paramètre recherché, ici la profondeur de la racine R : $R = \frac{h \cdot \rho_c}{\rho_m - \rho_c} \approx 5,4 h$

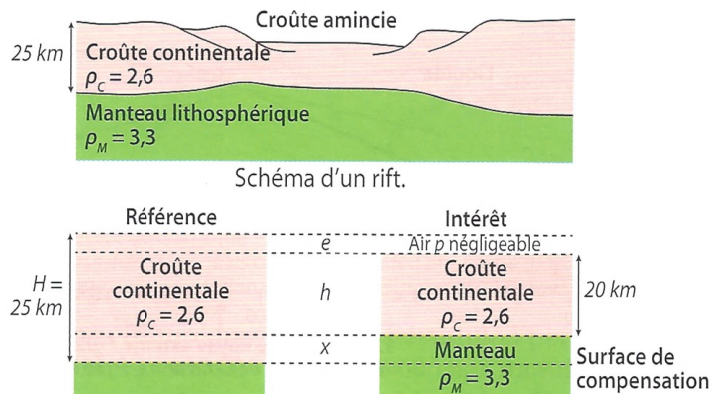
- Puis on peut réaliser l'application numérique si l'on dispose de données ($\rho_c = 2700 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ et $\rho_m = 3300 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$). Ex. : la racine crustale d'une montagne d'une hauteur de 4000 m est de $(5,4 \times 4) = 21,6$ km et l'épaisseur totale de la croûte continentale est $(4 + 30 + 21,6)$ soit 55,6 km. L'aplanissement de ce relief correspond à l'érosion de $(4000 + (4000 \times 5,4)) = 25600$ m.

Les données gravimétriques permettent de valider ou non l'interprétation proposée.

Étude d'un exemple

On s'intéresse à la formation d'un bassin sédimentaire par amincissement de la croûte continentale. On cherche à déterminer l'enfoncement de la surface pour une croûte amincie à 20 km d'épaisseur.

Deux situations : une croûte d'épaisseur 25 km et une autre amincie de 20 km :
 ⇒ on réalise le schéma avec la colonne de référence et celle d'une croûte amincie puis on place la surface de compensation ;
 ⇒ on complète le schéma avec les densités ρ_c et ρ_m ainsi que les données utiles : e = enfoncement et x = remontée du Moho.



Compensation isostatique d'un amincissement crustal.

On développe les pressions à la base des colonnes :

⇒ on peut écrire :
 $\rho_c \cdot H = \rho_c \cdot h + \rho_m \cdot x$
 d'où :

$x = [(H-h) \rho_c] / \rho_m$

⇒ application numérique

$x = 4,1$ km. Sachant que $x + e = 5$, on en déduit que l'enfoncement e est de 900 m.

Conclusion : une modification de la lithosphère, comme un amincissement crustal, entraîne un rééquilibrage isostatique avec une remontée du Moho et un enfoncement progressif de la lithosphère ou subsidence. Cette modélisation doit être validée ou questionnée par des données gravimétriques complémentaires.