

TP Epaisseur de la croûte continentale et isostasie

A la fin du XIX^{ème} siècle, les scientifiques cherchaient à caractériser la structure des chaînes de montagne.

En 1851, Airy proposa que la croûte, de masse volumique constante, était plus épaisse sous les chaînes de montagne. Ainsi, le relief de la montagne serait accompagné en profondeur par une racine crustale. Peu après, Pratt proposa un autre modèle au sein duquel les chaînes de montagnes n'auraient pas de racine crustale mais seraient constituées de roches moins denses que la moyenne des roches de la croûte continentale.

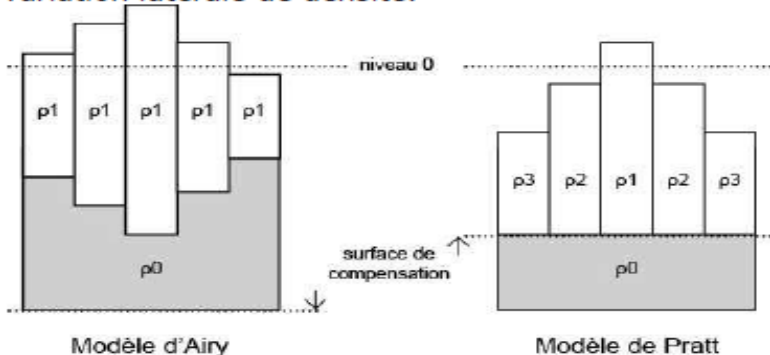
A partir de la chaîne alpine, on cherche à apporter des arguments en faveur du modèle d'Airy ou de celui de Pratt.

Document 1 : Isostasie

Les mouvements verticaux de la lithosphère sont dépendants essentiellement des équilibres gravitaires : un objet plus dense posé sur un objet plus léger s'enfoncera dans cet objet. On peut étendre ce principe par celui de l'isostasie : il existe à une certaine profondeur dans la Terre une surface dite de compensation. Au niveau de cette surface, les colonnes de roches situées au-dessus exercent une pression équivalente.

Il existe 2 modèles principaux dits isostatiques qui rendent compte de phénomènes dynamiques différents :

- Le modèle de Airy qui suppose une densité constante de l'ensemble de la couche considérée et implique donc l'existence d'une racine crustale.
- Le modèle de Pratt qui compense l'altitude par une variation latérale de densité.

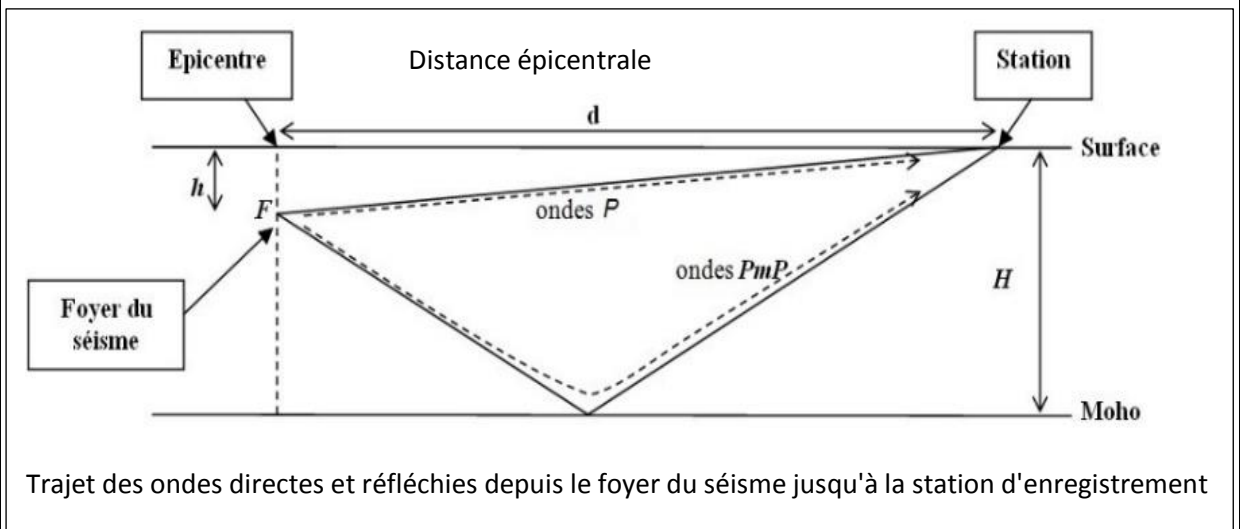


Avec ρ_1 à ρ_3 masse volumique de la croûte continentale
 ρ_0 masse volumique du manteau
 $\rho_0 > \rho_1 > \rho_2 > \rho_3$

Document 2: Détermination de la profondeur du Moho (H) à partir de la lecture de sismogramme

Elle est basée sur le trajet des deux trains d'ondes P recueillis par certains: les ondes P directes et les ondes P indirectes (Ondes PmP ayant subi une réflexion sur la discontinuité de Mohorovicic).

A partir de la mesure du retard des ondes PmP par rapport aux ondes P directes, on peut calculer H.



Trajet des ondes directes et réfléchies depuis le foyer du séisme jusqu'à la station d'enregistrement

La profondeur du Moho est donnée par l'équation :

$$H = \frac{1}{2} \left[h + \sqrt{(V \cdot \delta t + \sqrt{h^2 + \Delta^2})^2 - \Delta^2} \right]$$

Avec :

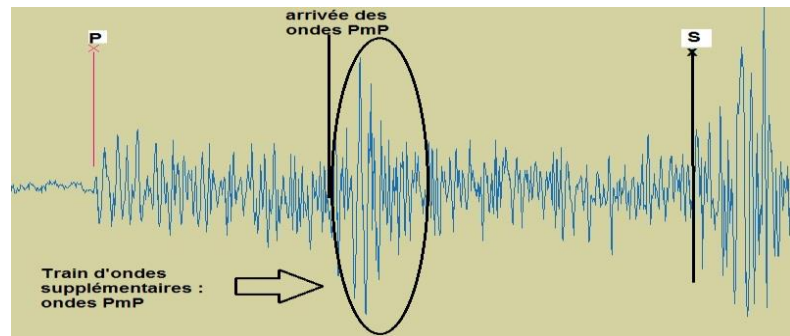
V = vitesse des ondes P dans la croûte continentale = $6,25 \text{ km.s}^{-1}$

h = Profondeur du séisme en km

δt = Ecart de temps entre l'arrivée des ondes P directes et des ondes PMP réfléchies

Δ = Distance épicentrale en km

Repérage des ondes PmP sur un sismogramme :



Précautions de la manipulation

Régler correctement le zoom (ni trop, ni trop peu) pour un repérage correct des ondes PmP.

Matériel mis à disposition :

Logiciel Sismolog, fiche technique et séismes à choisir:

Séismes du 19/01/91 Station 0G2 Distance épacentrale 62,72 km

Séisme du 23/04/91 Station RSL Distance épacentrale 142,37 km

- Tableur, fiche technique et feuille de calcul
- un échantillon de roche semblable à celles présentes dans le massif du Mont blanc (4810 m), représentative de la densité de la croûte continentale à cet emplacement
- un échantillon de roche semblable à celles présentes dans un massif culminant à 2000 m, représentative de la densité de la croûte continentale à cet emplacement
- une balance
- deux éprouvettes graduées / un bécher
- une pissette d'eau / accès à un robinet
- une calculatrice

Afin d'apporter des arguments en faveur du modèle d'Airy ou de celui de Pratt :

1. Déterminer la profondeur du Moho sous les reliefs des Alpes avec le logiciel Sismolog :

- **Choisir** le séisme à étudier dans la liste au sein de la banque de données du logiciel
- **Désélectionner** tous les sismogrammes sauf celui de la station que l'on veut étudier
- **Faire afficher** les arrivées des ondes P et S
- **Noter** les temps d'arrivée des ondes P
- **Pointer** l'arrivée des ondes PmP (voir précautions ci-dessous) et **déterminer** le retard des ondes PmP, en secondes, par rapport aux ondes P directes.
- Avec le tableur : **saisir** toutes les données utiles et **calculer** la profondeur du Moho

2. Déterminer la densité de chacun des deux échantillons de granite.

Données utiles :

- *La masse volumique est le rapport de la masse d'un échantillon sur son volume. Elle peut être exprimée en grammes par centimètre cube (1cm^3 correspond à 1 mL).*
- *La masse volumique de l'eau est égale à 1g/cm^3 ou 10^3kg/m^3 .*
- *Le volume de la roche correspond au volume d'eau déplacée quand la roche est plongée dans l'éprouvette*

La densité d'un objet est le rapport de sa masse volumique sur la masse volumique de l'eau. Sa valeur est donc la même que celle de la masse volumique. Elle n'a pas d'unité.