

Atelier pratique n °7 : Evaluer la profondeur du Moho

Objectifs

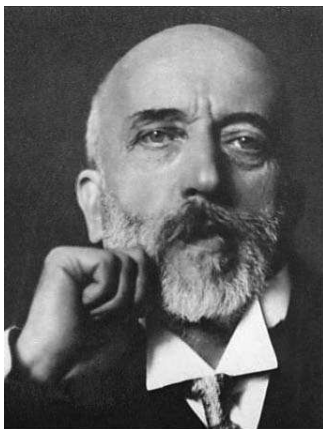
- Savoir utiliser les sismogrammes pour évaluer la profondeur du Moho dans une région

Comment évaluer la profondeur du Moho à partir de données sismiques enregistrées ?

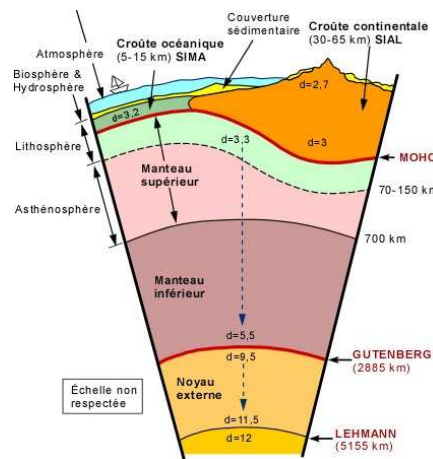
I. Notions sur la discontinuité de Mohorovičić

La discontinuité de Mohorovičić, abrégée Moho, est la limite entre la croûte terrestre et le manteau supérieur de la Terre. La croûte continentale a une épaisseur moyenne de 35 kilomètres (allant jusqu'à 75 km sous les chaînes montagneuses récentes) et la croûte océanique une épaisseur moyenne de 6 kilomètres.

Cette discontinuité a été détectée pour la première fois en Croatie en 1909 par Andrija Mohorovičić, qui lui donna son nom. Elle est mise en évidence par une accélération brutale des ondes sismiques. Cette accélération s'explique par un changement du milieu de propagation (en particulier la densité et la minéralogie changent), qui implique une réfraction, la croûte étant constituée majoritairement de basaltes si elle est océanique ou de granites si elle est continentale, alors que le manteau est fait de péridotite. C'est donc une discontinuité physico-chimique. Des enregistrements d'ondes sismiques permirent de mettre en évidence la réfraction partielle des ondes sismiques par cette discontinuité : en 1909, Mohorovičić observe deux trains d'ondes P sur un sismogramme. On nomme PmP les ondes P réfléchies par la discontinuité de Moho.



Andrija Mohorovičić



Les différentes couches terrestres

II. Loi de propagation des ondes sismiques dans deux milieux différents

Quand les ondes changent de type de milieu leur vitesse varie brutalement et à la surface séparant les deux milieux (propriétés physicochimiques différents) elles peuvent se réfracter et se réfléchir. La réfraction et la réflexion obéissent aux lois de Descartes.

$$(\sin i / \sin r) = V_m / V_n$$

V_m = vitesse des ondes dans le milieu m V_n = vitesse des ondes dans le milieu n

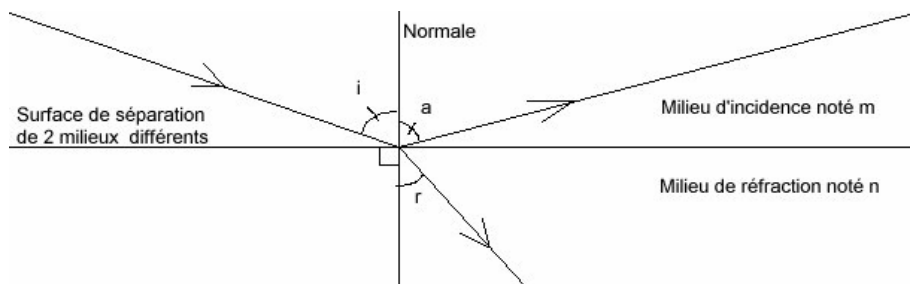
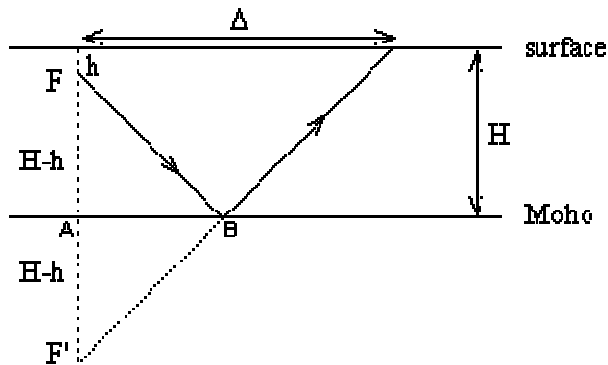


Schéma de la loi de Descartes sur la réfraction et la réflexion

III. Calcul de la profondeur du Moho à partir de données de sismogrammes

Calcul de la profondeur du Moho



$$\delta t = \frac{\sqrt{(2H-h)^2 + \Delta^2}}{V} - \frac{\sqrt{h^2 + \Delta^2}}{V}$$

$$(2H-h)^2 - (V \cdot \delta t + \sqrt{h^2 + \Delta^2})^2 - \Delta^2$$

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

δt différence de temps entre l'onde P directe et l'onde PMP et V la vitesse moyenne des ondes P dans la croûte.

Calcul de la position du point de réflexion

AB représente la distance épicerentre, point de réflexion :

$$\frac{H-h}{2H-h} = \frac{AB}{\Delta} \text{ d'où } AB = \frac{H-h}{2H-h} \Delta$$

F = foyer

h = profondeur du foyer

H = épaisseur de la croûte terrestre au dessus du point B

Δ = distance épicerentrale

$\delta t = t_{PMP} - t_P$ (\Leftrightarrow retard en secondes entre les ondes PMP réfléchies et les ondes P directes)

IV. Utilisation de l'abaque pour évaluer la magnitude inconnue d'un séisme

- Ouvrir le sismogramme du séisme enregistré par une station relativement proche avec Seisgram2K (entre 60 et de 140 km) : *Ouvrir la composantes Z*
- Pointer l'arrivée des ondes P et PmP pour le tracé, collecter le temps $T_{pmp}-T_p$

On remarque une diminution de l'amplitude des ondes P puis une reprise du signal avant l'arrivée des ondes S qui correspond aux ondes PmP

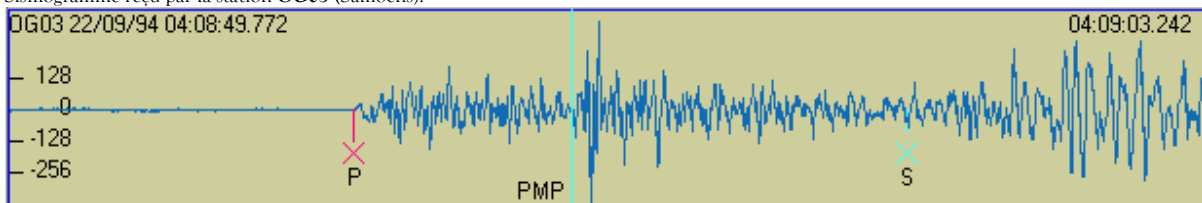
- **Aller** dans « affichage » → « Sismogramme Info » pour obtenir les informations suivantes concernant le séisme : profondeur du foyer et la distance épicerentrale
- Calculer H à l'aide de la formule
- Localiser , avec Educarte, la position du point B

Relier l'épicerentre du séisme à la station. L'outil « Localisation par cercles » permet de visualiser la distance entre l'épicerentre et le point de la surface situé à l'aplomb du point réflexion.

L'intersection entre le segment de droite et le cercle permet de déterminer sur la carte le point en surface à la verticale du point B .

Séisme du 09/03/1992 en Haute Savoie (France): **profondeur** focale h = 8 km.

Sismogramme reçu par la station OG03 (Samoëns).



Distance épicerentrale $\Delta = 73,8$ km

Arrivée des ondes P à 4 h 08 min 59,852 s

Arrivée des ondes PMP à 4 h 09 min 03,242 s

Retard des ondes PMP $\delta t = 3,39$ s

Profondeur du Moho H = 34,2 km