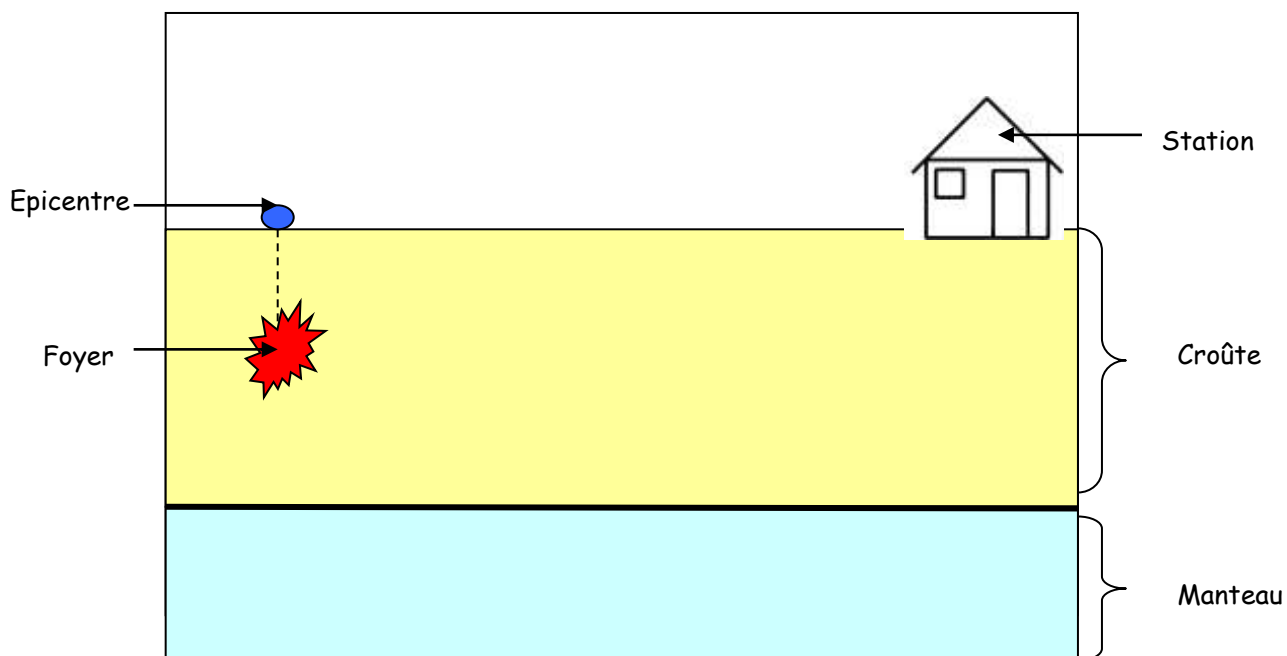


Exercice : La structure et la composition du globe terrestre.

Le forage de Kola est le forage le plus profond du monde, il a débuté en 1970 et s'est achevé en 1989. Situé sur la péninsule de Kola en Russie, il a atteint environ 12 Km de profondeur dans la croûte continentale. Ceci est dérisoire par rapport au rayon de notre planète qui est d'environ à 6371 km.

Nous pouvons alors nous demander comment les scientifiques sont parvenus à déterminer la structure de notre planète ?

Question n°1 : Après avoir étudié attentivement les documents 1 à 4 de complétez le schéma suivant, en représentant le trajet des ondes P directes et le trajet des ondes qui ont subi une réflexion sur la surface de discontinuité (ondes PmP).



A la suite de ses études, A Mohorovicic met donc en évidence une discontinuité entre la première enveloppe terrestre : la croûte terrestre et une seconde, plus profonde, sur laquelle repose la croûte : le manteau. La limite entre ces 2 enveloppes porte le nom de discontinuité de Mohorovicic (Moho).

Question 2a : A l'aide du document n°5, calculez la profondeur du Moho.

2b : A l'aide du document n°6, comparez la profondeur du Moho entre le domaine océanique et le domaine continentale.

Question n°3 : Après avoir étudié les documents n°7 et 8 proposez une explication à la présence de la zone d'ombre sismique.

A partir des différentes ondes sismiques collectées de par le monde, les géophysiciens ont construit un modèle (PREM= Preliminary Reference Earth Model) sur la variation de la vitesse de propagation des ondes P et S depuis la surface jusqu'au centre de la Terre, il met en évidence les grandes enveloppes terrestres : la croûte, le manteau et le noyau.



Question n°4a : Expliquez en quoi l'étude des ondes S confirme la présence d'une discontinuité marquant la limite entre le manteau et le noyau.

4b : Expliquez quelles informations supplémentaires les ondes S apportent sur le noyau terrestre.

La vitesse de propagation des ondes sismiques varie en fonction des roches traversées.

Vitesse des ondes sismiques en fonction des roches traversées.

Matériaux	Vitesse moyenne propagation des ondes P en km.s ⁻¹
Roches sédimentaires	1.6 à 3.5
Granite	5 à 6
Basalte et gabbro	6 à 7
Péridotite	7.5 et plus

Il est donc possible de connaître le nom de la roche constituant le manteau en analysant la vitesse des ondes sismiques parcourant le manteau.

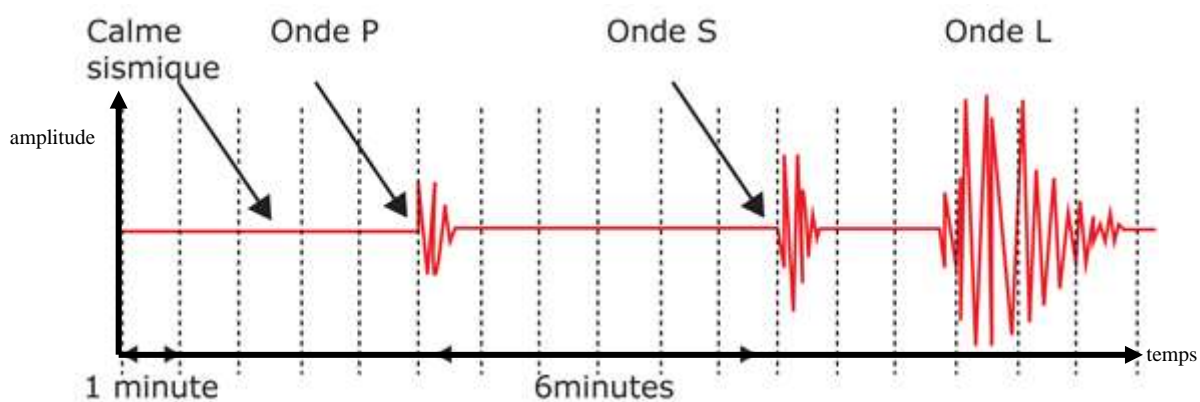
Question n°5 : A partir du document 9, déterminer le nom de la roche constituant le manteau.

Document n°1 : Rappels sur les séismes

Un **séisme** s'explique par une rupture brutale d'une roche en profondeur le long d'une faille. L'énergie libérée se propage, à partir du foyer, sous forme de vibrations, les ondes sismiques.

Celles-ci sont enregistrées, par les sismographes situés sur des stations fixes sur l'ensemble de la planète, très loin de leur lieu d'émission ce qui veut dire que les ondes se propagent à l'intérieur de la planète. Les scientifiques se sont donc intéressés à cette technique pour obtenir des informations concernant l'intérieur de la Terre.

Document n°2 : Les différentes ondes sismiques

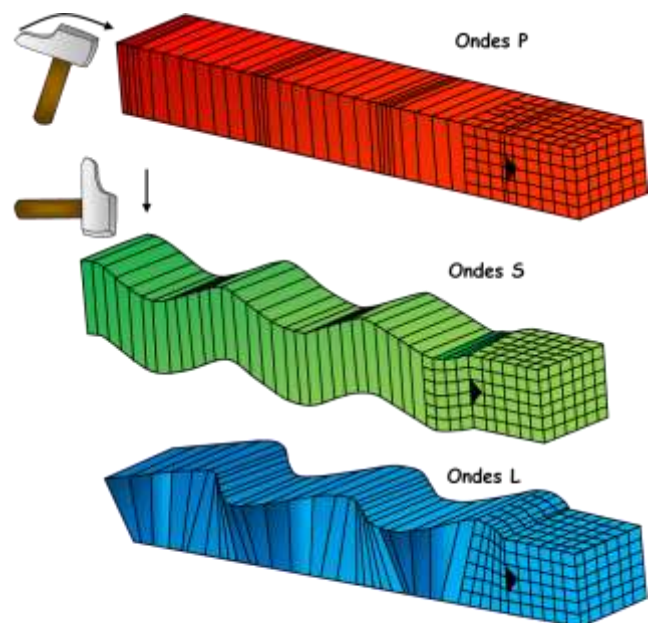


Les ondes sismiques sont enregistrées en surface à l'aide de sismographes, les enregistrements obtenus sont des sismogrammes, ils correspondent à l'arrivée de différents trains d'ondes successifs, **les ondes P** (premières) qui sont les plus rapides et **les ondes S** (secondes), un peu plus lentes.

Les ondes P et S se propagent à l'intérieur du globe, ce sont des ondes de volume : vibrations « avant-arrière » pour les ondes P (ondes de compression/décompression) et vibrations « haut bas » pour les ondes S (ondes transversales ou de cisaillement).

Les ondes P peuvent se propager dans tous les milieux, les ondes S ne se propagent pas dans les milieux liquides.

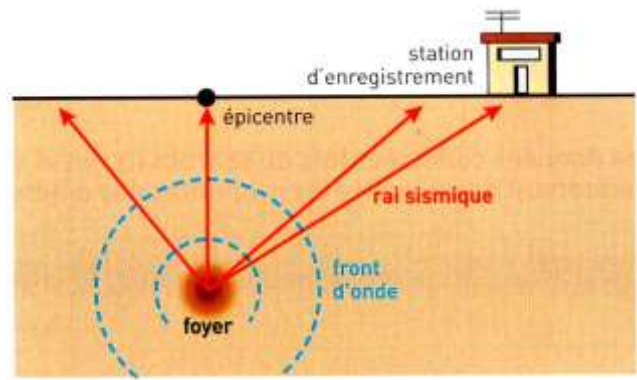
Il existe d'autres ondes, LR (de surface, les plus destructrices) mais qui ne seront pas étudiées dans l'activité.



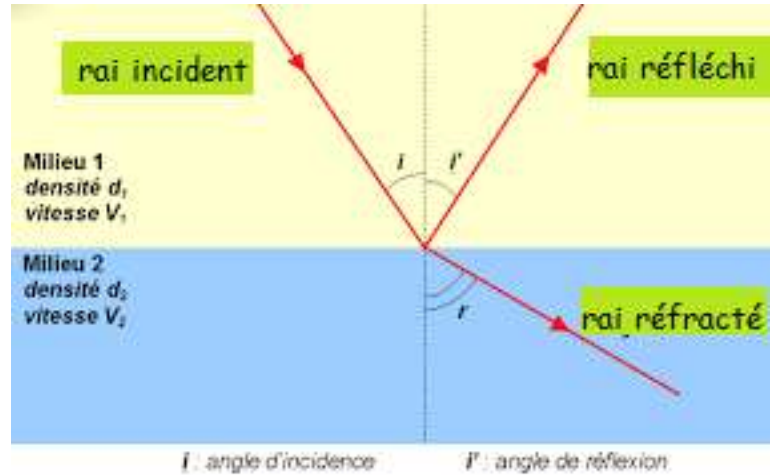
D'après C. Allègre « Les fureurs de la Terre »

Document n°3 : Comportement des ondes sismiques

Les ondes sismiques se propagent dans toutes les directions, depuis le foyer.



Comme pour les ondes lumineuses, les lois de Descartes s'appliquent pour les ondes sismiques. Lorsqu'une onde arrive sur une surface séparant 2 milieux aux propriétés physiques différentes, elle peut être réfléchi ou réfractée selon l'angle d'incidence et les propriétés des milieux.



Les ondes réfractées se propagent à une vitesse différente des ondes incidentes et réfléchies.

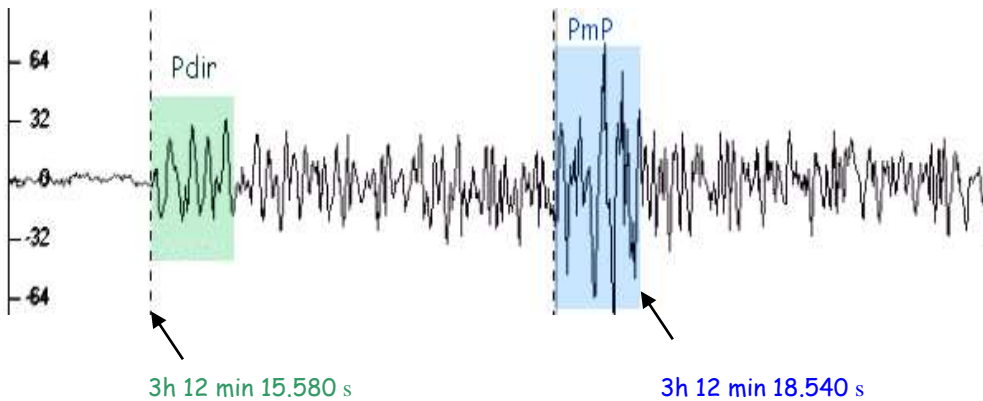
Document n°4 : Travaux de Andrija Mohorovicic

Andrija Mohorovičić, né le 23 janvier 1857 à Volosko et mort le 18 décembre 1936 à Zagreb, est un météorologue croate devenu pionnier de la sismologie.



Le 8 octobre 1909, il observe des sismogrammes, quand tout à coup, les stylets se mettent à zigzaguer, « voici les ondes P, puis les ondes S, puis... de nouveau les sondes P et de nouveau les sondes S ! ». Cela ne peut s'expliquer que par le fait que les ondes ont suivi un trajet différent : les ondes se sont réfléchies sur une surface de discontinuité. Cette discontinuité dite discontinuité de Mohorovicic ou « Moho » séparent la croûte terrestre du manteau sous-jacent.

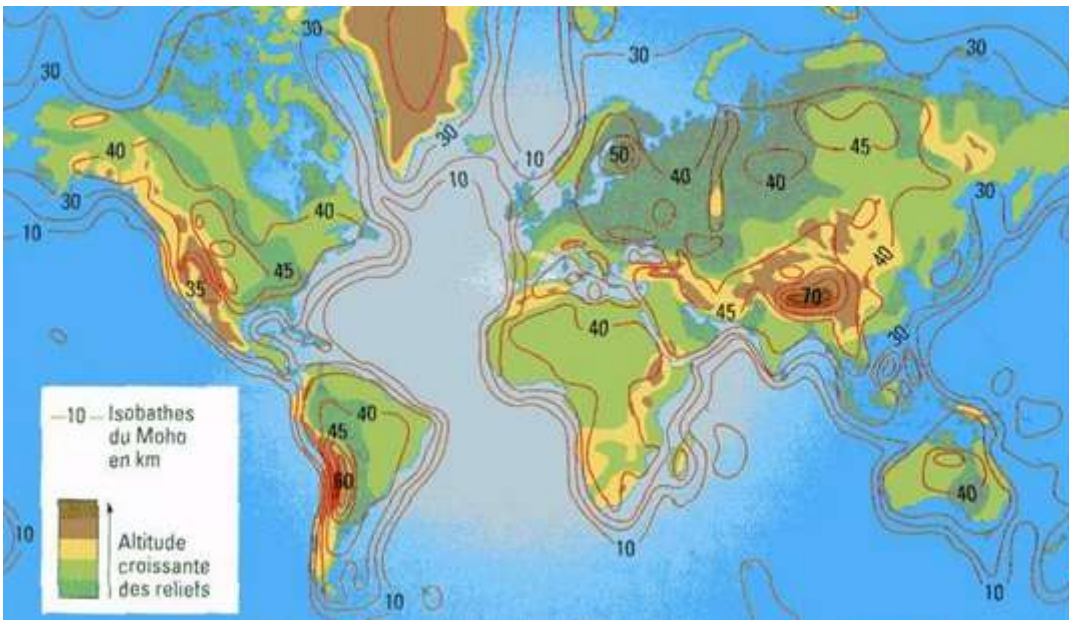
Document n°5 : Etude du séisme du 19 janvier 1991, enregistré à Annemasse



Profondeur du foyer	11km
Distance épacentrale	63.3 km
Vitesse des ondes	6,25 km.s ⁻¹

$$P = \frac{h + \sqrt{(v \cdot \Delta t + \sqrt{h^2 + D^2})^2 - D^2}}{2}$$

v : vitesse des ondes sismiques en km.s⁻¹
 4t : décalage des temps d'arrivée entre les ondes P et les ondes PmP en secondes
 h : profondeur du foyer en km
 D : distance épacentrale en km
 P : profondeur du Moho en km

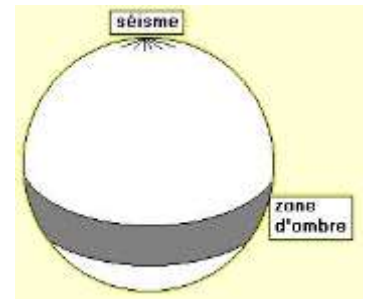
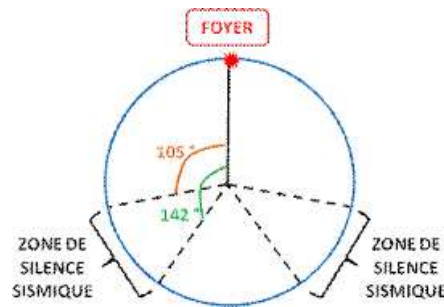


Document n°6 :
Profondeur du Moho (isobathes = lignes de même profondeur)

Document n°7 : zone d'ombre.

Quel que soit l'épicentre d'un séisme, aucune onde P n'est enregistrée quand on se situe dans une bande de 105° à 142° par rapport à l'axe du séisme. Cette zone est nommée : zone d'ombre sismique.

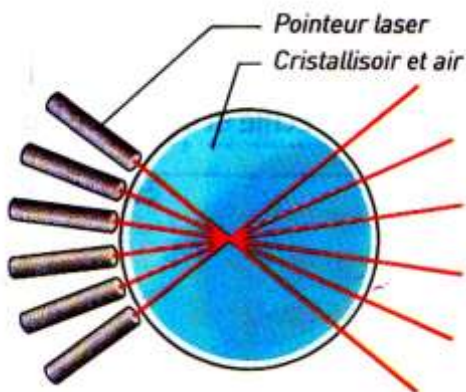
Au de-là de 142° , il est de nouveau possible d'enregistrer les ondes P.



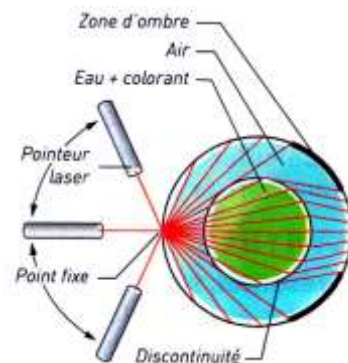
Document n°8 : modèle analogique pour expliquer la zone d'ombre sismique.

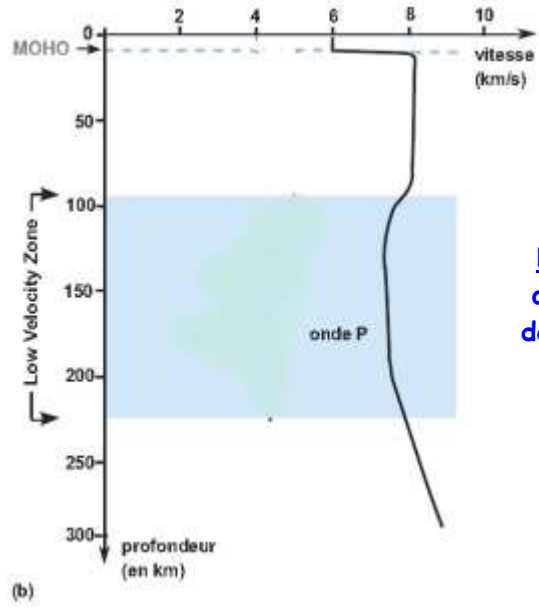
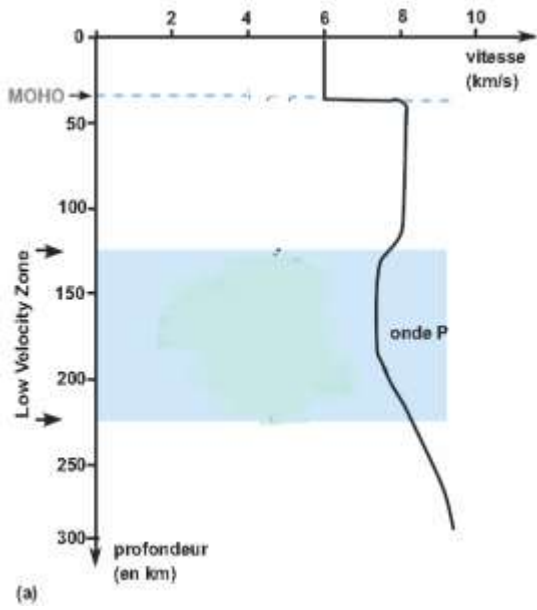
Pour cela nous allons utiliser un modèle analogique (Terre= un cristallisoir et les ondes sismiques = rayons lumineux)

Modèle de la terre à une couche



Modèle de la terre à 2 couches





Document n°9 : vitesse des ondes sismiques en fonctions de la profondeur pour les 300 premiers km.