Remédiation de sciences de la Terre – Structure de la Terre

<u>Exercice n°1</u> : Utilisation des ondes réfractées pour mettre en évidence la discontinuité manteau / noyau.

Pour décrire le trajet des ondes sismiques P et S, on utilise un modèle analogue à celui des rayons lumineux en optique géométrique :

- Un rai sismique représente la direction de propagation de l'onde ; il est perpendiculaire aux surfaces d'onde
- La vitesse de propagation de l'onde dépend du type d'onde et du milieu dans lequel elle se propage ; elle est constante dans un milieu homogène
- Au passage d'un milieu à un autre, l'onde sismique est partiellement réfléchie et est partiellement réfractée selon des lois analogues aux **lois de Descartes** de l'optique géométrique

$n_1.\sin i_1 = n_2.\sin i_2$; or $n = c/v$, d'où $\frac{(\sin i_1)}{v_1} = \frac{(\sin i_2)}{v_2}$

- ⇨ **L'angle réfléchi est égal à l'angle incident**
- ⇨ **L'angle réfracté** dépend de l'indice de réfraction du milieu, ce qui conduit à une **trajectoire non rectiligne** du rai sismique

Les enveloppes terrestres, comme le manteau, ne sont pas des milieux homogènes. On peut les modéliser comme un ensemble de strates parallèles.

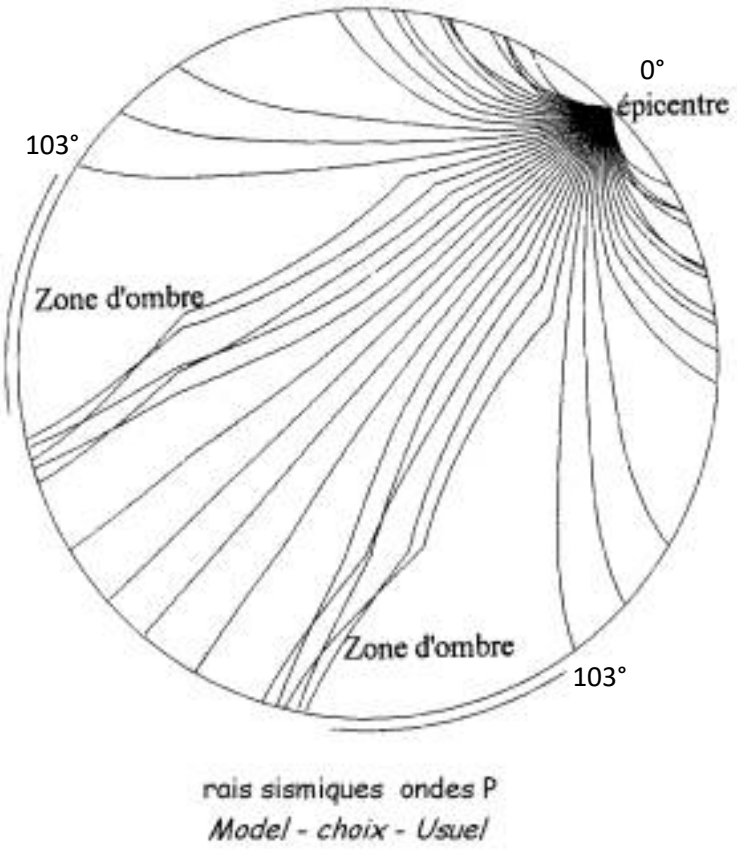
1. En utilisant les lois de Descartes appliquées aux ondes sismiques, représenter la trajectoire d'un rai sismique dans les deux cas ci-dessous :

Cas A : vitesse de propagation des ondes sismiques croissante avec la profondeur



Cas B : vitesse de propagation des ondes sismiques décroissante avec la profondeur





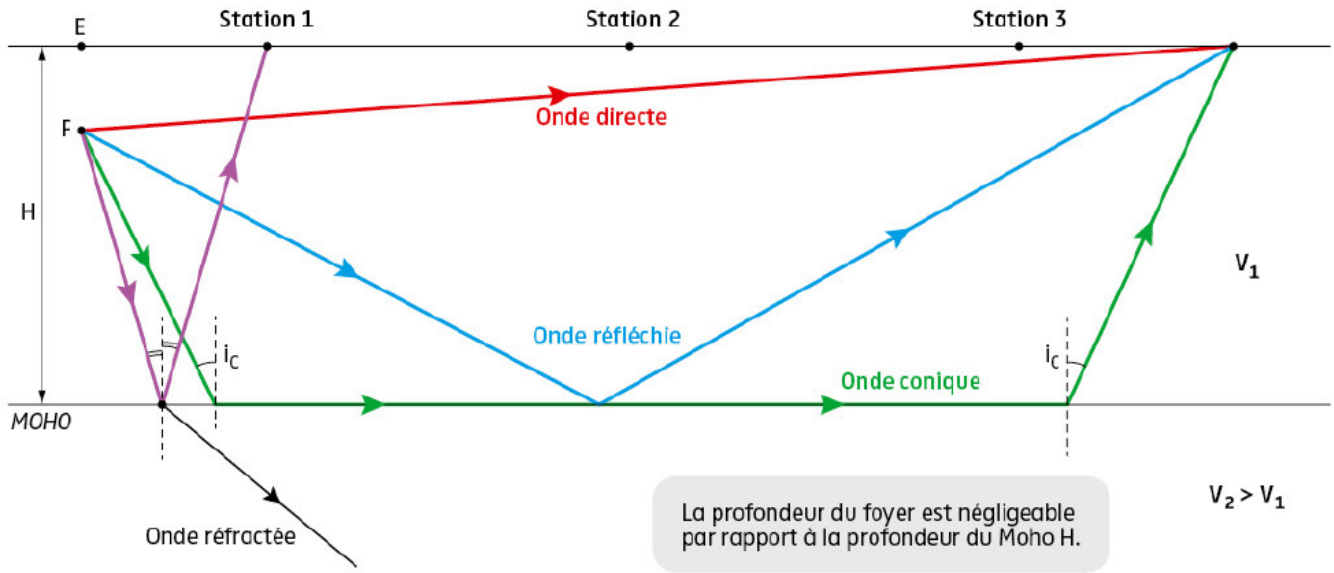
Doc 1 - tracé de quelques rais sismiques par simulation informatique.

2. Interprétez les 2 types de trajectoire des ondes sismiques du document 1 à l'aide de la loi de Descartes.
3. Tracez la discontinuité mise en évidence par la trajectoire des ondes sismiques.
4. Qu'en déduisez-vous sur les caractéristiques du noyau ?

<u>Exercice n°2</u> : Calcul de la profondeur de la discontinuité du Moho

(extrait du livre de spécialité SVT de 1ère – Nathan)

■ Suite au séisme du 8 octobre 1909 en Croatie, Andria Mohorovicic observe, sur certains sismogrammes, l'enregistrement de deux trains d'ondes P et S, comme si les ondes s'étaient dédoublées. Il formule l'hypothèse que les ondes ont emprunté des chemins différents, c'est-à-dire que certaines ont suivi un chemin direct, alors que d'autres ont été déviées et ont suivi un chemin plus long ; logiquement, elles devraient arriver après les ondes directes...



a Trajectoires des différentes ondes sismiques enregistrées suite à un séisme artificiel (explosion d'une charge à faible profondeur).

Station de réception des ondes P	Distance du site de l'explosion (en km)	Temps d'arrivée des ondes P (en s)
1	20	3,5
2	30	5,3
3	40	7,2 et 12,7
4	56	10 et 14,6
5	135	24,1
6	280	42,7 et 49
7	400	57,7 et 72

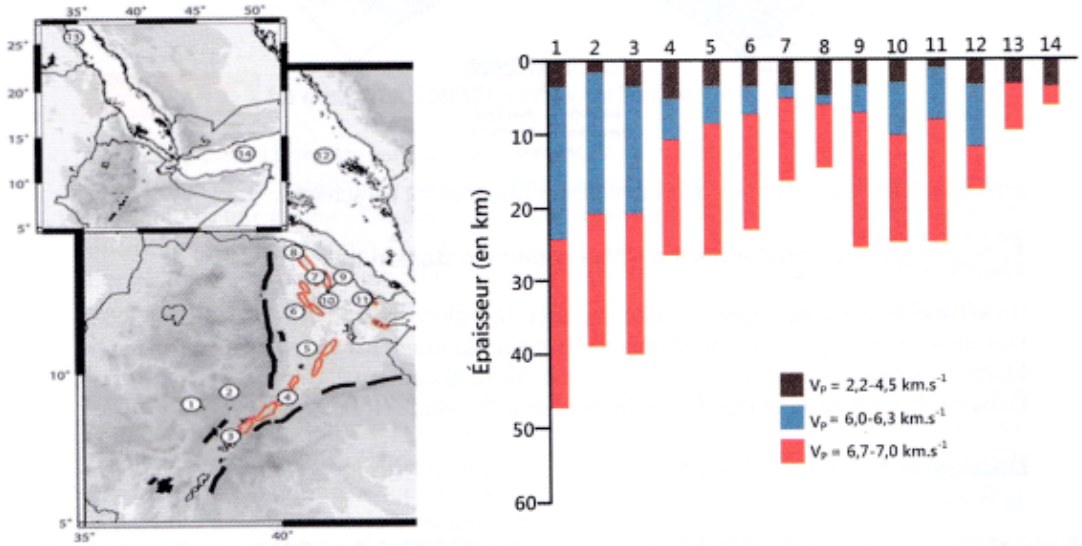
b Temps d'arrivée des ondes aux différentes stations d'enregistrement.

1. Construisez les hodochrones.
2. Calculez la vitesse des ondes P dans la croûte puis distinguez les ondes directes des ondes coniques.
3. Calculez la profondeur de la discontinuité.

Exercice n°3 : Structure de la croûte dans la région des Afars :

Les Afars sont une région du nord-ouest de l'Éthiopie, près de la mer Rouge, sujette à de nombreux séismes d'intensités faibles à modérées. Des chercheurs ont étudié la vitesse de propagation des ondes P dans le sous-sol de la région des Afars afin de déterminer la composition et l'épaisseur de la croûte dans cette région.

Document 1. Vitesse des ondes P sous les différents sites étudiés dans la région des Afars. La vitesse des ondes P en-deçà des histogrammes est comprise entre 8 et 8,4 km.s^{-1}.



Document 2. Vitesses de propagation des ondes P dans quelques roches.

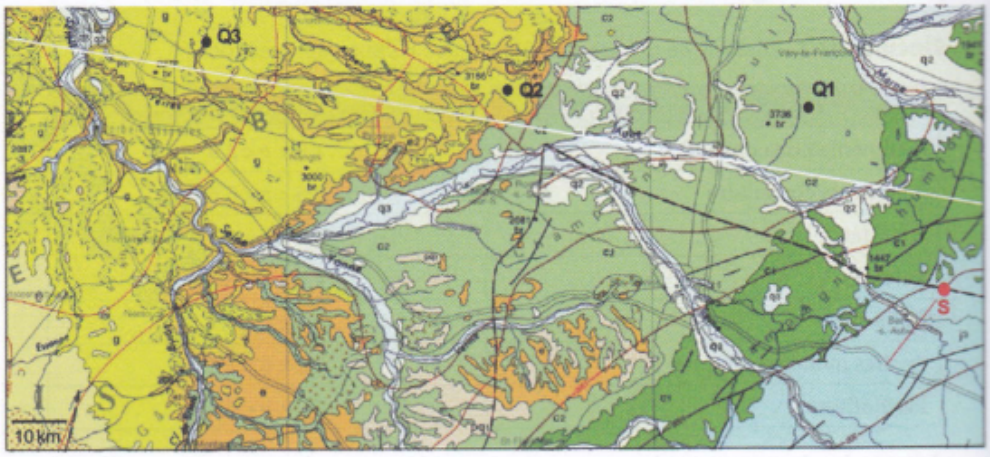
Catégories de roches	Vitesses des ondes P en km.s^{-1}
Sédiments non consolidés	$1,5 < v < 2,5$
Sédiments consolidés	$3,5 < v < 5,5$
Granites	$5,6 < v < 6,3$
Basaltes	$4,0 < v < 5,8$
Gabbros	$6,5 < v < 7,1$
Roches métamorphiques	$6,5 < v < 7,6$
Péridotites	$7,9 < v < 8,4$

À partir des documents et de vos connaissances, déterminer la composition et l'épaisseur de la croûte dans cette région.

Exercice n°4 : Calcul de la profondeur du Moho dans le bassin parisien

Un séisme, d'une magnitude 5,8, a eu lieu dans la région de Saint-Dié le 22 février 2003. Des stations sismiques ont enregistré ce séisme, notamment les ondes P réfléchies par le Moho. Ces valeurs sont reportées dans le tableau du document 2.
Dans cette partie de la croûte, la vitesse moyenne des ondes P est de 5 $km.s^{-1}$.

Document 1. Extrait de la carte de France au 1/1 000 000 de la partie est du Bassin de Paris.



Document 2. Temps mis par les ondes P réfléchies sur le Moho pour atteindre les stations depuis l'épicentre.

Stations	Ondes P (en secondes)
Q1	14,3
Q2	22,1
Q3	32

1. Réalisez un schéma en coupe montrant le trajet de l'onde réfléchie entre le point S (foyer du séisme, qu'on considèrera en surface) et la station Q1.

2. Calculez la distance entre les points S et Q1.

3. Calculez la profondeur du Moho entre les points S et Q1.