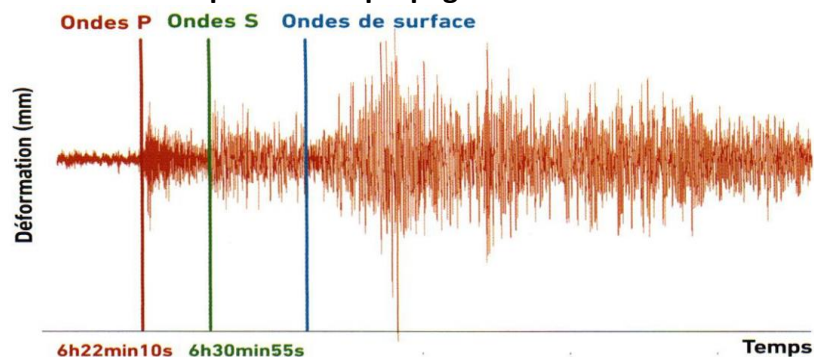


La structure interne de la Terre peut être identifiée de manière directe par forage. Néanmoins, le forage le plus profond n'a pas dépassé 13 km (forage sg3 de Kola), ce qui ne correspond qu'à une infime partie de la Terre, dont le rayon est d'environ 6400 km. Ainsi, l'identification de la structure interne de la Terre a donc été faite de manière indirecte par l'analyse de la propagation des ondes sismiques au moyen de techniques de **sismique réflexion**.

On cherche à comprendre comment l'étude des ondes sismiques peut nous renseigner sur la structure interne de la Terre.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Les ondes sismiques et leur propagation

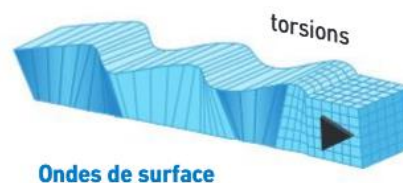
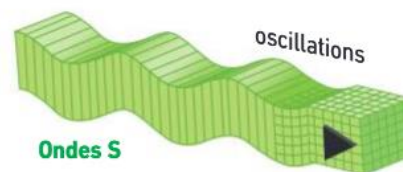
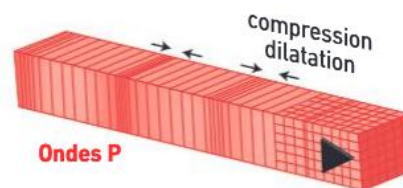


■ Sismogramme du séisme du Népal du 25 avril 2015, enregistré au lycée d'Aurillac, à 7 170 km de l'épicentre.

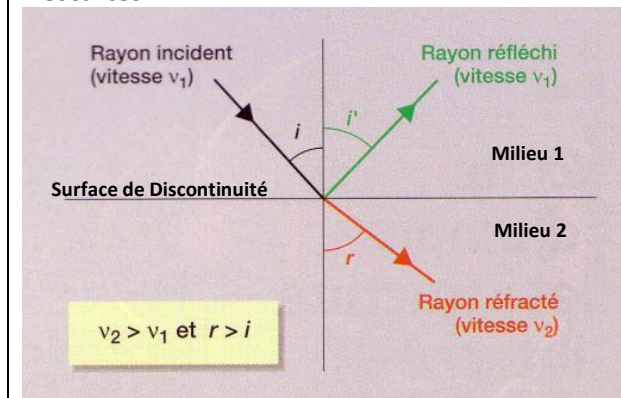
Les **ondes de volume** se propagent à l'intérieur du globe dans toutes les directions. Elles sont de deux types :

- Les **ondes P** sont les plus rapides, elles se propagent aussi bien dans les solides que les liquides, par compression-dilatation des matériaux traversés.
- Les **ondes S** de cisaillement se propagent uniquement dans les milieux solides, par oscillation.

Les **ondes de surface** se propagent uniquement dans les couches superficielles du globe. Elles sont moins rapides mais de grande amplitude, responsables des dégâts occasionnés par le séisme.



La propagation des ondes sismiques et les lois de Descartes



Les ondes sismiques sont des ondes mécaniques qui obéissent à des lois géométriques semblables à celles rencontrées en optique dans le cas des rayons lumineux (ondes électromagnétiques). Il existe ainsi des relations angulaires quand une onde sismique rencontre une surface séparant 2 milieux (en géophysique, on parle de discontinuité) où les propriétés physiques sont très différentes. Au niveau de cette discontinuité, les ondes peuvent être **réfléchies** et **réfractées** selon les lois de Snell-Descartes.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{V1}{V2}$$

Roches	Granite	Basalte	Gabbro	Milieu liquide
Densité de la roche	2.7	2.9	3	3.2
Vitesse des ondes P (km/sec)	6.25	6.75	7.25	4 à 10 suivant composition
Vitesse des ondes S (km/sec)	4.15	4.50	4.6	0

REALISER DES OBSERVATIONS



Etape 1 : Comprendre comment l'étude des séismes renseigne sur la structure du globe.

- **Identifier** dans un tableau à double entrée, les caractéristiques des 3 grands types d'ondes : P, S et L : vitesse des ondes, milieu traversé, type de déplacement de la matière.
- A l'aide des données du sismogramme proposé dans le document de référence, **calculer la vitesse moyenne des ondes P et S** entre l'épicentre du séisme du 25/04/2015 (heure du séisme 6h 11 min et 26 s) au Népal et le lycée d'Aurillac.
- **Comparer les vitesses calculées** avec les vitesses moyennes des ondes P et S dans la croûte et proposer une hypothèse pour expliquer les différences constatées.

REALISER DES OBSERVATIONS



Etape 2 : Mise en évidence d'une discontinuité superficielle : le MOHO

- **Réaliser** le protocole pour afficher les données sismiques du séisme de 14/03/2013 qui a eu lieu en Italie.
- **Proposer** une hypothèse pour expliquer la cause des deux séries d'ondes P (P et PmP) enregistrées lors de ce séisme
- A l'aide des données du document 1, **calculer la profondeur** approximative du **Moho** en utilisant les propriétés des triangles, des ondes P et des lois de Descartes.
- A l'aide du document 2, **expliquer** l'accélération brutale des ondes P observées au franchissement du Moho. **Décrivez** alors les variations de profondeur du Moho dans différentes situations géographiques.

Exercice facultatif : le calcul de la profondeur du Moho en plaçant le foyer en profondeur et pas en surface.

Logiciel Tectoglob 3D
Fiche protocole partie 1

Documents ressource

REALISER DES OBSERVATIONS



Etape 3 : Mise en évidence de discontinuités profonde.

- **Calcul préliminaire :**
Vous imaginez qu'une onde P passe d'un milieu 1 vers un milieu 2 avec différents angles d'incidence.
 1. **À l'aide de la loi de Descartes indiquée dans le document de référence, calculer l'angle de réfraction r , pour un angle d'incidence $i = 40^\circ$, une vitesse $v_1 = 5,6\text{km/s}$ et une vitesse $v_2 = 8\text{ km/s}$.**
 2. **Même question pour un angle d'incidence $i = 60^\circ$.**
 3. **Qu'a-t-il pu se passer, dans le cas où $i = 40^\circ$, pour l'onde P ?**
 4. **Qu'a-t-il pu se passer, dans le cas où $i = 60^\circ$, pour l'onde P ?**
- **Réaliser** le protocole pour afficher les données sismiques du séisme du Pérou/Equateur 2019.
- A l'aide du **document 3**, proposer une explication à vos observations réalisées dans le logiciel Tectoglob 3D concernant la station KOUNC.
- A l'aide des calculs préliminaire, **proposer** une explication à **l'existence d'une zone d'ombre sismique** dans laquelle aucune onde directe n'est enregistrée.
- Vérifier votre explication en réalisant la dernière ligne du protocole fourni.

Logiciel Tectoglob 3D
Fiche protocole partie 2

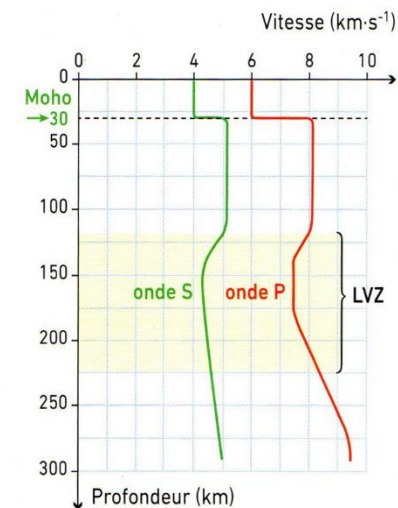
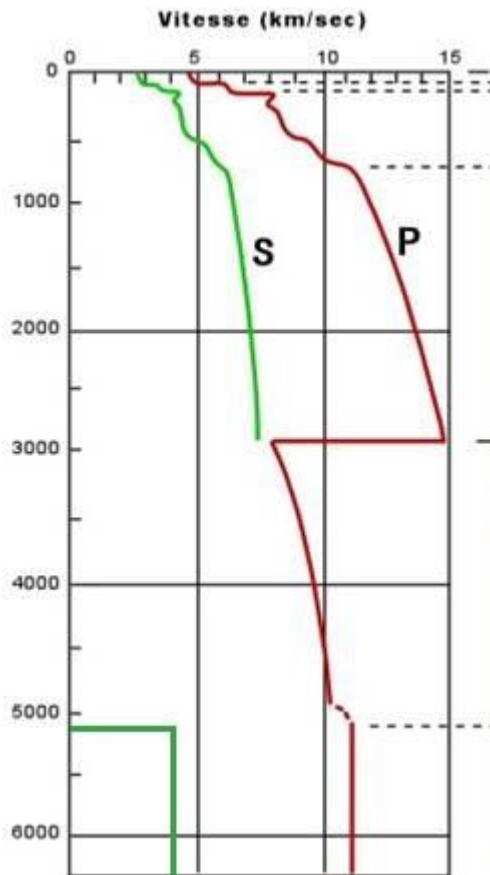
Documents ressource

COMMUNIQUER SES OBSERVATIONS



A l'aide de l'ensemble des informations observées, **réaliser un modèle en coupe de la structure interne du globe** en indiquant le nom des couches, leur composition et leur état (solide ou liquide) à côté du graphique du modèle PREM à gauche ci-dessous.

Modèle de la structure profonde du globe obtenu à l'aide des données sismiques (modèle PREM)



REALISER DES OBSERVATIONS



Etape 4 : Mise en évidence de la lithosphère et de l'asthénosphère

A l'aide des documents 4 et 5, **expliquer** ce qu'est la LVZ et **formuler une hypothèse** expliquant son origine.

Réaliser le protocole de la partie 3 afin de réaliser une coupe traversant la mer du Japon, le Japon, et se terminant dans le pacifique.

Faire une capture d'écran de votre coupe.

Légender à l'aide des informations du document 6.

Le comportement de la lithosphère est-il ductile ou cassant ?

Légender le schéma de droite ci-dessus **et compléter** le schéma précédent en ajoutant la lithosphère, l'asthénosphère (jusqu'à 700 km de profondeur environ et comprenant la LVZ).

Logiciel Tectoglob 3D
Fiche protocole partie 3

Documents ressource