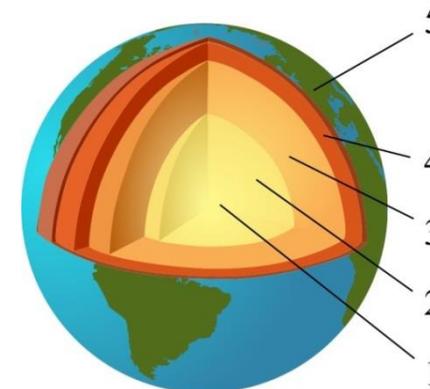




## THEME 1B - La dynamique de la Terre

### TP1 - Structure du globe terrestre

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**.



**Problème posé : Comment les ondes sismiques peuvent-elles nous renseigner sur la structure de la Terre ?**

#### Matériel et données :

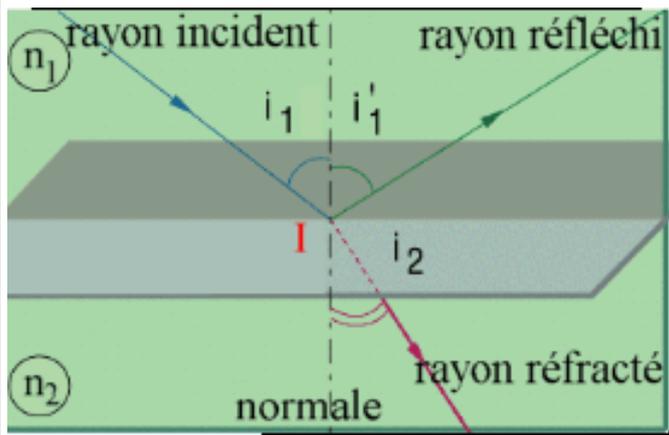
- Manuel BELIN p120-123 et 128-129 et Documents 1 à 4
- PC équipé du logiciel Ondes P + [https://www.youtube.com/watch?v=V\\_75ZIWm-rk](https://www.youtube.com/watch?v=V_75ZIWm-rk)
- Modèle de propagation des ondes sismiques (cristalliseur, laser)

#### Aides :

- Document 5 p123 (Logiciel Ondes P)
- Procédure détaillée Logiciel Ondes P (Manipulation Ondes P)
- Manuel BELIN p135 (schéma structure du globe)

Propositions d'activités	Capacités / Critères de réussite
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>ETAPE 1 : Proposez une stratégie expérimentale</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisez les <b>documents 1 et 2</b> ainsi que vos connaissances pour envisager comment déterminer la structure interne de la Terre grâce aux ondes sismiques et modéliser leur progression dans le globe.</li> <li>📞 <b>Appelez le professeur pour vérification</b></li> </ul> </li> <li>➤ <b>ETAPE 2 : Mettez en œuvre le(s) protocole(s) proposé(s)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisez le <b>matériel mis à disposition</b> pour identifier l'origine de la zone d'ombre (Aide : <b>document 3</b>)</li> <li>- Utilisez le <b>logiciel Ondes P</b> pour identifier les différentes discontinuités et enveloppes terrestres ainsi que leurs profondeurs.</li> <li>📞 <b>Appelez le professeur pour vérification</b></li> </ul> </li> <li>➤ <b>ETAPE 3 : Récapitulez vos résultats sous la forme la plus appropriée.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réalisez un schéma de la structure de la Terre présentant les différentes enveloppes, leurs épaisseurs et les différentes discontinuités (s'aider du <b>document 4</b>).</li> </ul> </li> <li>➤ <b>ETAPE 4 : Répondez au problème initial</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rédigez un texte qui répond au problème et qui décrit succinctement les grandes enveloppes terrestres et les discontinuités identifiées dans le globe terrestre.</li> </ul> </li> <li>➤ <b>En fin de séance, rangez le matériel et fermez la session informatique.</b></li> </ul>	<p><b>Proposer une démarche de résolution</b>  <i>La démarche doit rappeler ce qu'on compte faire (« Quoi »), comment on va procéder (« Comment ») et ce qu'on attend (« Attendu »).</i></p> <p><b>Mettre en œuvre un protocole</b>  <i>Respect du matériel, consignes de sécurité (Laser).</i></p> <p><b>Utiliser un logiciel de données (Ondes P)</b>  <i>Identification des fonctions principales (Modèles, tracer un cercle, effacer les cercles, nombre de tracés, vitesse de tracé ...). Adaptation des fonctions aux besoins. Identification convenable des profondeurs des limites et discontinuités (à 50 km près).</i></p> <p><b>Communiquer à l'écrit (Réaliser un schéma)</b>  <i>Savoir choisir un mode de représentation (graphique, schéma, tableau ...)</i></p> <p><b>Communiquer à l'écrit (Réaliser un texte)</b>  <i>Le texte récapitule : « on a vu que », « or on sait que », « donc ».</i></p> <p><b>Gérer et organiser le poste de travail</b></p>

## Document 1 : La propagation des ondes sismiques et les lois de Snell Descartes



Dans un milieu homogène, **les ondes se propagent en ligne droite**. C'est le cas de la lumière dans un milieu transparent mais aussi des ondes sismiques dans un milieu homogène (croûte, manteau).

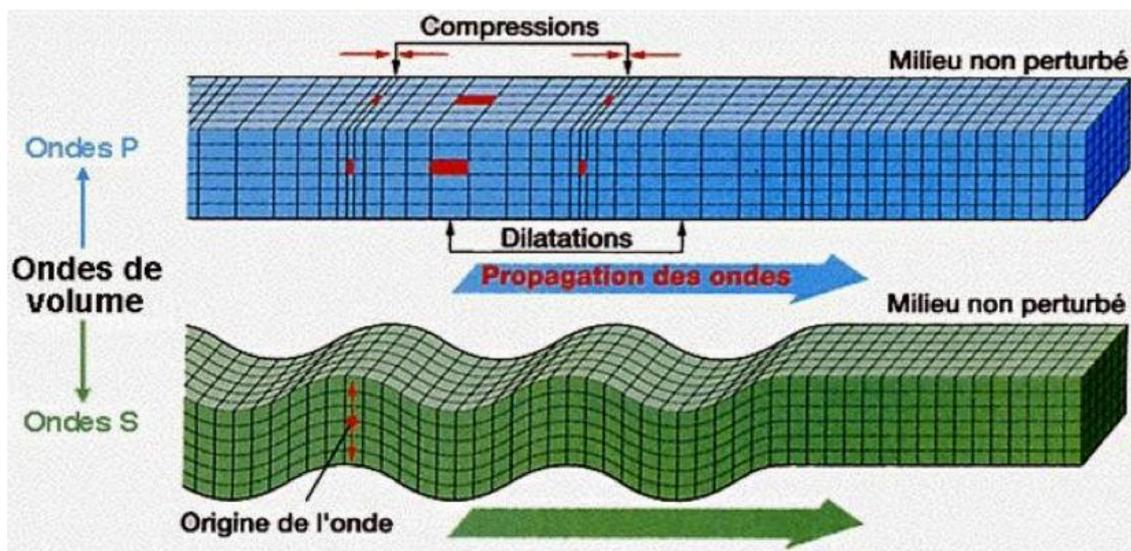
La loi de Snell-Descartes permet de définir le comportement des ondes à l'interface de 2 compartiments. ( $n_1$  et  $n_2$ ) et montre que les faisceaux sont déviés de 2 façons :

- Une partie est **réfléchi** (**réflexion**) à l'interface  $n_1/n_2$
- Une autre partie est **déviée** en pénétrant dans le nouveau milieu  $n_2$  (**rayon réfracté, réfraction**).

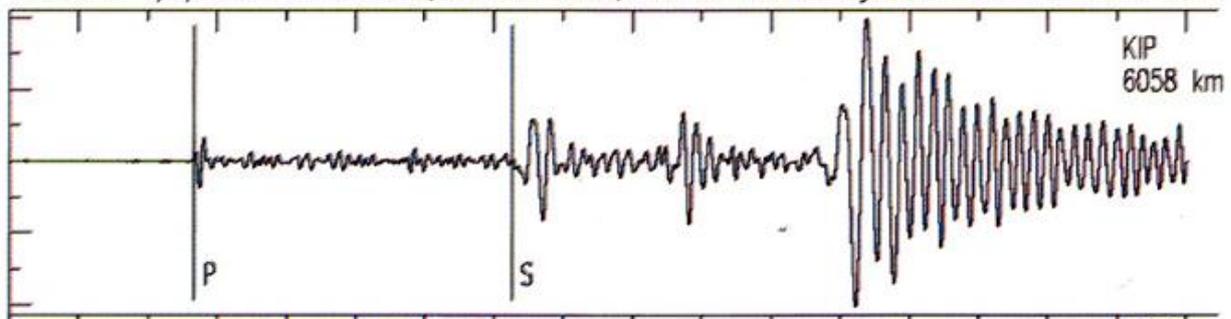


## Document 2 : Les ondes sismiques et leur propagation

L'enregistrement des ondes sismiques par des sismogrammes a permis d'identifier la présence de 2 ondes principales : les **ondes P** (Premières) et les **ondes S** (Secondes), grâce à leur temps d'arrivée. On a ensuite pu déterminer leurs caractéristiques principales (voir tableau et flash code amenant à la page du site <https://www.seis-insight.eu>).

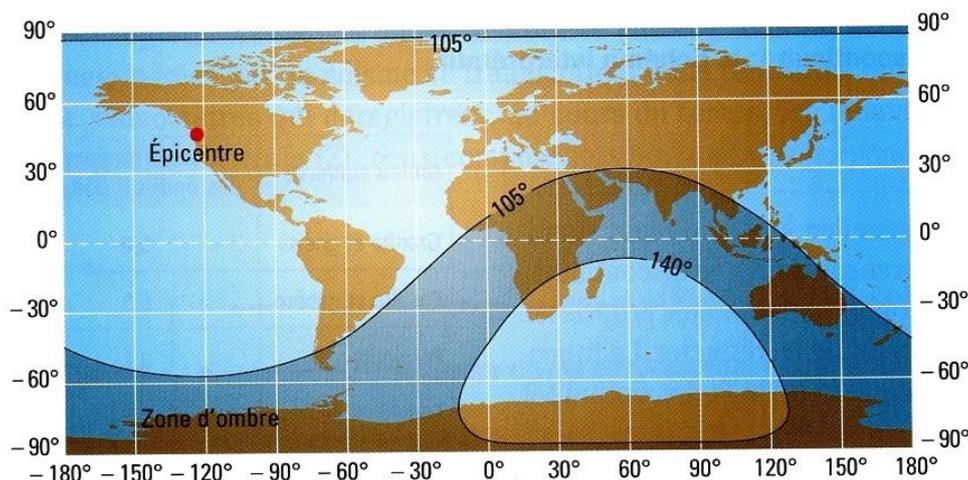


Seisme du 4/8/2000 21h 13m 03s, Sakhalin island, Latitude=48.9N Longitude=142.0E Profondeur=15km



Roches	granite	basaltes	péridotite	Milieu liquide
Densité de la roche	2.65	2,9	3.2	3.2
Vitesse des <b>ondes P</b> km/s	6.25	6.75	7.80	4 à 10 (suivant la composition)
Vitesse des <b>ondes S</b> km/s	4.15	4.50	6.10	0

### Document 3 : La zone d'ombre et l'identification du noyau terrestre (Doc 4 à 6 p123)



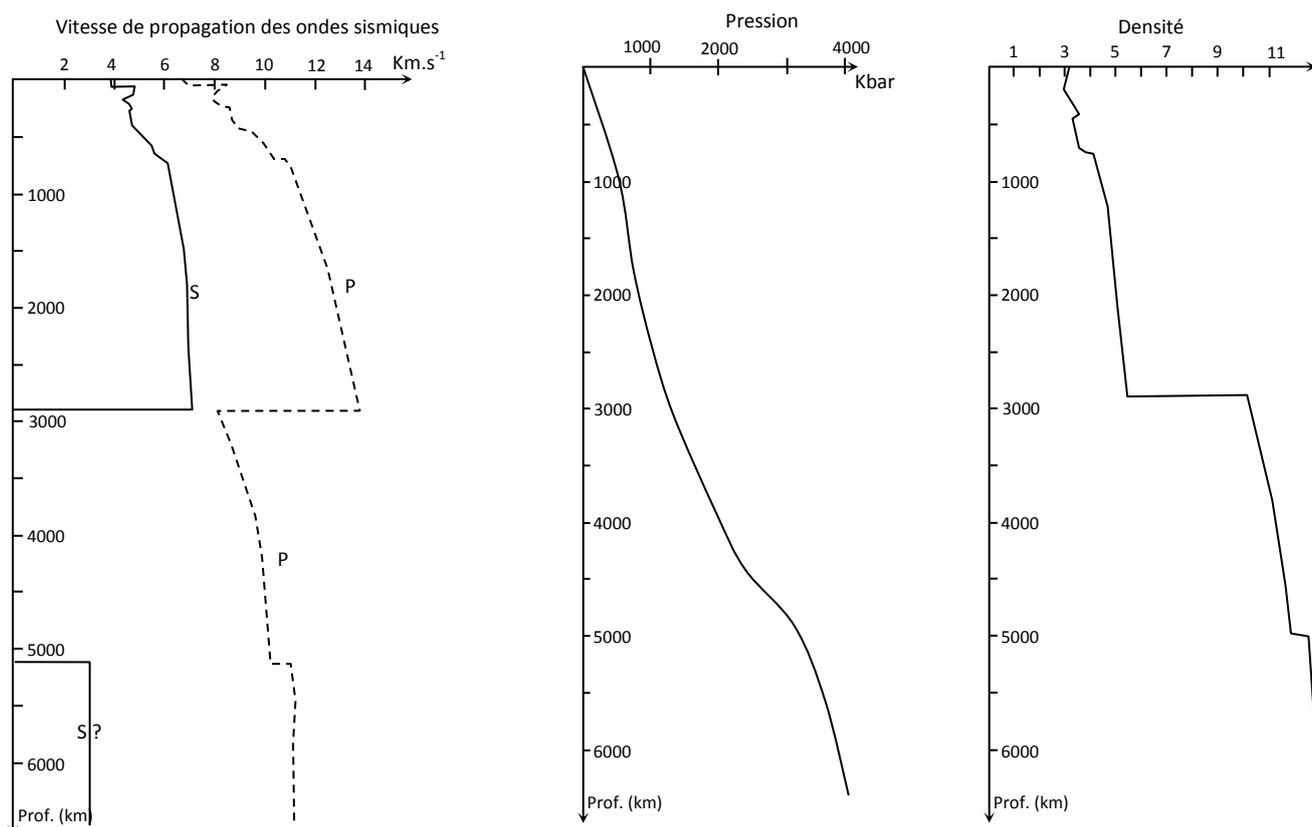
Lors d'un séisme, les stations sismiques réparties partout sur le globe ne reçoivent pas toutes des informations. En effet, les stations comprises **entre 105 et 140°** de distance angulaire avec l'épicentre ne reçoivent aucune onde P. Cette zone est appelée **zone d'ombre** et sa taille reste fixe, quelle que soit l'intensité ou la profondeur du séisme

### Document 4 : Les discontinuités terrestres

L'étude des vitesses des ondes sismiques montre qu'il existe des limites franches au sein du globe au niveau desquelles les vitesses des ondes varient de façon très brutales : on parle de **discontinuité**.

Le globe terrestre comprend 3 discontinuités :

- la **discontinuité de Mohorovicic** marque la limite entre la croûte et le manteau supérieur, et montre une variation de la nature des matériaux. En effet, les croûtes contiennent plutôt du granite (croûte continentale) ou du basalte (croûte océanique) alors que le manteau contient de la péridotite. Cette limite est située à 30 km sous la croûte continentale mais seulement 8 km sous la croûte océanique.
- la **discontinuité de Gutenberg**, marque la limite entre le manteau inférieur et le noyau externe, à **2985 km de profondeur**. A ce niveau, les ondes S disparaissent, ce qui signifie que l'on entre dans un milieu liquide (le noyau externe). On constate également une variation des ondes P qui est associée au changement de nature chimique : on entre dans une enveloppe majoritairement composée de fer et de nickel.
- la **discontinuité de Lehmann**, située à **5100 km de profondeur**, délimite le noyau externe et le noyau interne (appelé aussi "graine"). Cette discontinuité est marquée par le retour des ondes S. Ce sont des ondes S (parfois plutôt appelées K) induites par les ondes P qui « rebondissent sur la graine, ce qui prouve que la graine est solide. Par ailleurs, les ondes montrent une faible augmentation de vitesses, ce qui suggère que la composition chimique est sensiblement la même (Fer et Nickel).

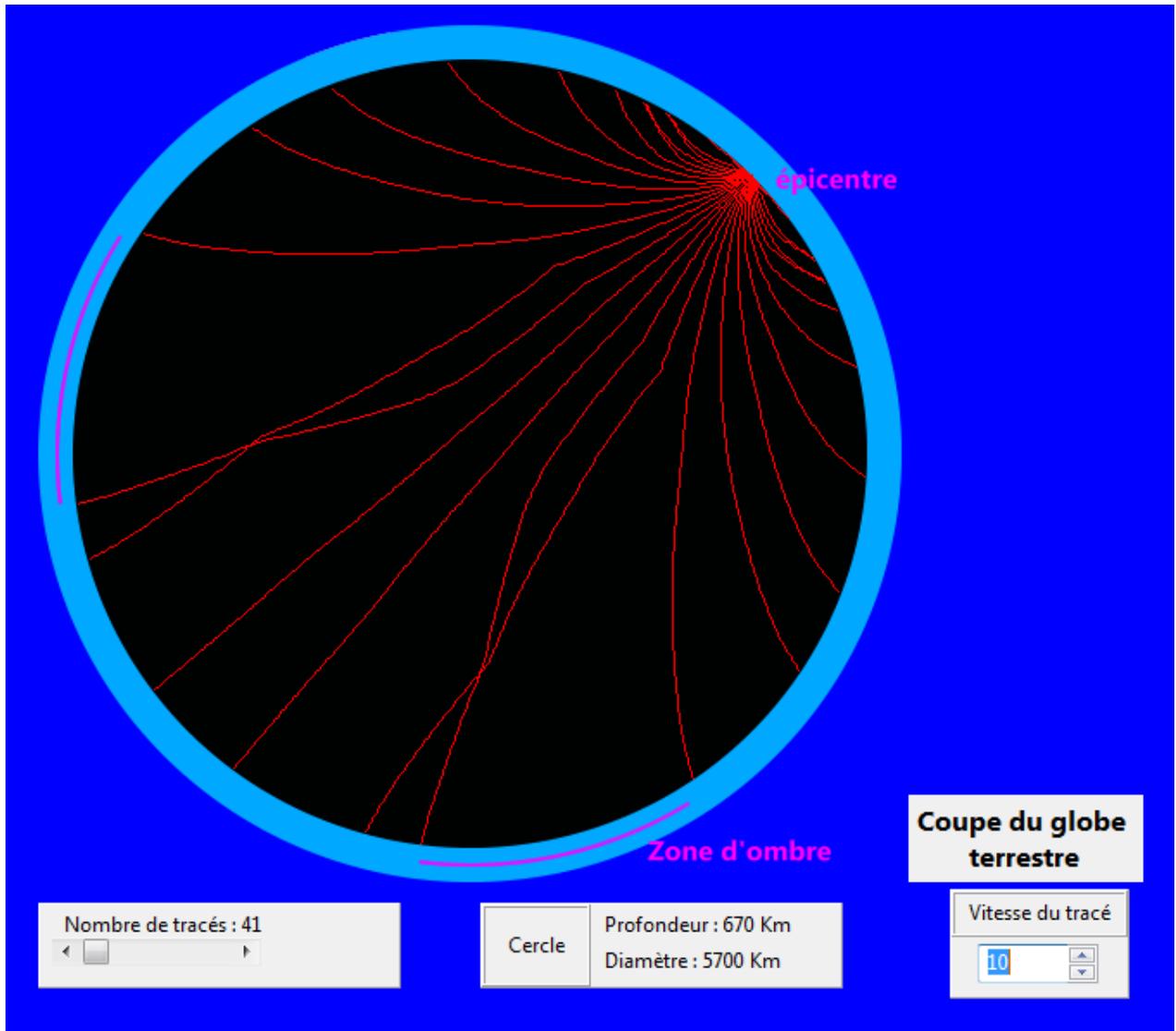


## Procédure détaillée - Logiciel Ondes P

1- Ouvrir le logiciel Ondes P

2- Cliquez sur **Modèle** > Choisir > Modèle Usuel

3- Choisir le nombre minimal de tracés (41) pour simplifier l'étude.



4- Identifier les différentes enveloppes à partir des tracés en recherchant les « déviations » des ondes sismiques. Pour cela,

4a- Cliquer sur « **Tracé** » > « **Un cercle** »\*

4b- Cliquer sur le modèle de globe, vous allez alors **former un cercle** dont le centre est au centre du globe. Elargissez ce cercle pour le faire coïncider avec des points de déviation

4c- Pour ajouter un nouvel ensemble, il faut utiliser « **Tracé** » > « **Nouveau cercle** »

4d – En cas d'erreur, vous pouvez utiliser la fonction « **Tracer** » > « **Effacer les cercles** »

4<sup>e</sup> – Vous pouvez également vérifier la robustesse de vos choix en **augmentant le nombre de tracés** (200 à 1000 tracés) pour affiner le placement des limites.

5- Lorsque vous avez produit une annotation qui vous paraît satisfaisante, vous pouvez **conserver une copie** (capture d'écran) en cliquant sur « Copier »