

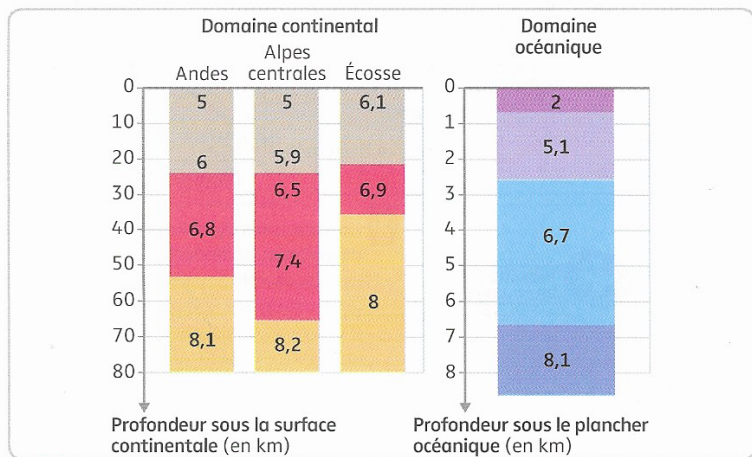
**Activité C1-3 : La structure du globe obtenue grâce aux données sismiques**

**Problème : Comment l'étude des ondes sismiques permet-elle d'obtenir des informations sur la structure et la composition des enveloppes du globe ?**

**Question** : à partir de l'ensemble des documents des parties A à D, proposez un schéma bilan des différentes enveloppes du globe (noms des enveloppes, noms des discontinuités, profondeurs des enveloppes, états : solide cassant / solide ductile / liquide).

**A. Composition des enveloppes superficielles du globe**

A partir des données suivantes, déterminez la composition rocheuse des couches géologiques superficielles du globe selon la profondeur en domaine continental et océanique.



**c** Vitesse moyenne de propagation des ondes P en km/s dans différents secteurs du globe.

Catégorie de roches	Vitesse des ondes P (en km/s)
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

**d** Vitesses de propagation des ondes P enregistrées dans différents types de roches.

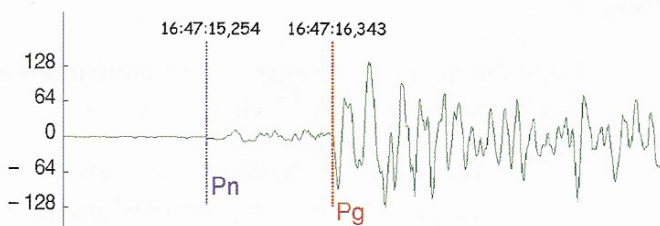
**B. La découverte d'une enveloppe superficielle du globe**

En **1909**, à la suite d'un séisme au sud de Zagreb (Croatie), **Andrija Mohorovicic**, géophysicien croate, fait une observation étonnante.

En comparant les enregistrements réalisés dans différentes stations, il constate qu'à partir d'une certaine distance du foyer, deux trains d'ondes P se succèdent. L'un arrivant plus tôt, il en déduit que les deux trains d'ondes ont suivi des trajets différents : certaines ondes ont suivi un trajet direct (**ondes Pg**) à une vitesse constante, alors que les autres, en s'enfonçant dans la croûte ont atteint un milieu différent où elles ont été accélérées avant de regagner la surface (**ondes Pn**). Elles ont donc pu arriver avant les ondes directes.

Des calculs précis ont permis à Mohorovicic d'établir que ce milieu accélérant les ondes P se situe à 54 Km sous la Croatie. Ce milieu est le manteau terrestre séparé de la croûte par la **discontinuité dite de Mohorovicic ou « Moho »**.

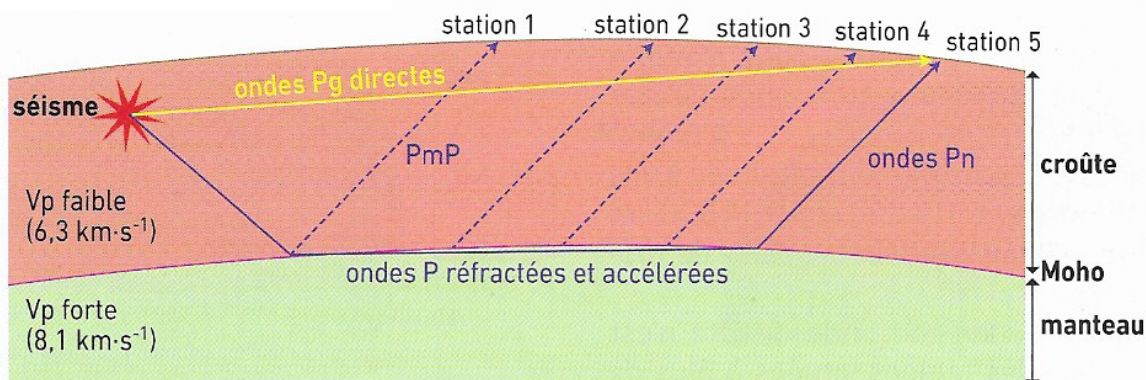
Des ondes réfléchies retardées PmP sont par ailleurs enregistrées.



Distance foyer-station : 107 km

**A** Sismogramme avec enregistrement des ondes réfractées Pn.

ondes PmP : ondes réfléchies sur le Moho

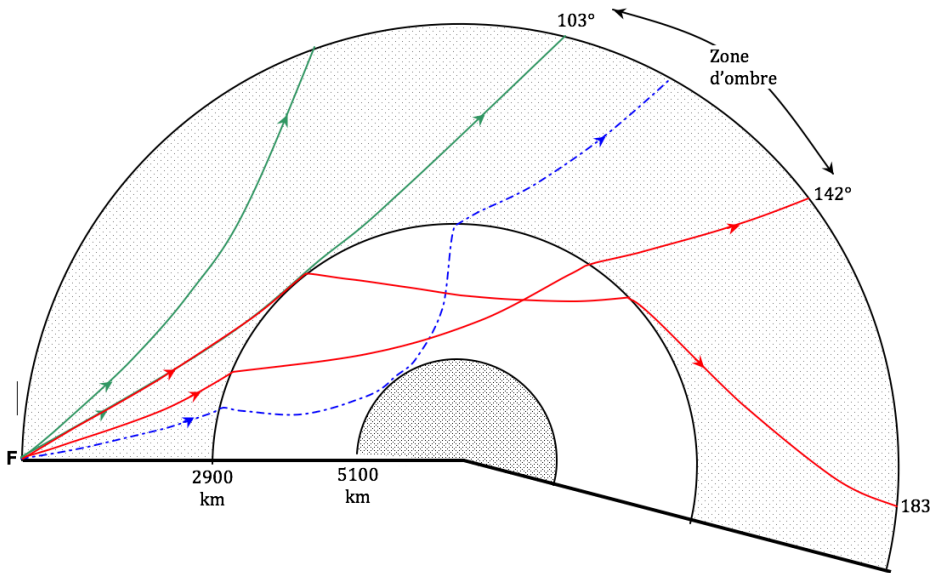


### C. La mise en évidence d'enveloppes terrestres profondes

En 1912, le sismologue allemand **Gutenberg** met en évidence une « zone d'ombre sismique ». Cette zone correspond à l'absence systématique d'enregistrement d'ondes sismiques dans les stations situées entre 11500 km et 14500 km de distance d'un épicentre (soit une distance angulaire de 105° à 143°). En 1923, Gutenberg déduit de toutes ces données que la terre est solide jusqu'à cette discontinuité (dite discontinuité de Gutenberg) qu'il situe à 2900 km de profondeur : elle constituerait la limite d'une couche externe avec le noyau terrestre.

En 1936, Inge **Lehmann**, sismologue danoise, découvre que la zone d'ombre sismique n'est pas entièrement muette : on y observe l'arrivée d'onde P tardives que Lehmann explique par une autre discontinuité au sein du noyau qui réfléchit les ondes P en partie et transforme les ondes P réfractées en ondes S. Cette discontinuité est située à environ 5100 km et est aujourd'hui appelée « discontinuité de Lehmann » et sépare le noyau externe du noyau interne.

#### Mise en évidence des discontinuités de Gutenberg et Lehmann (Ondes P représentées)



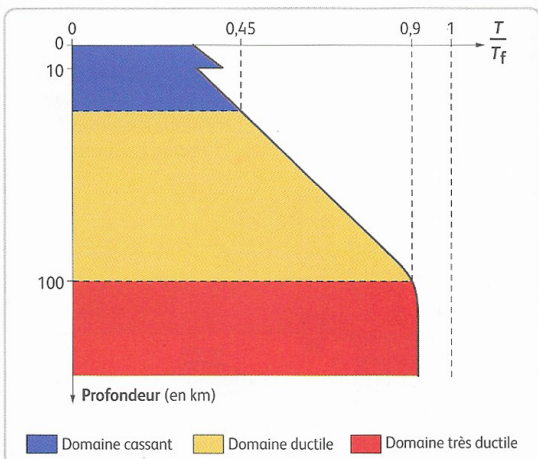
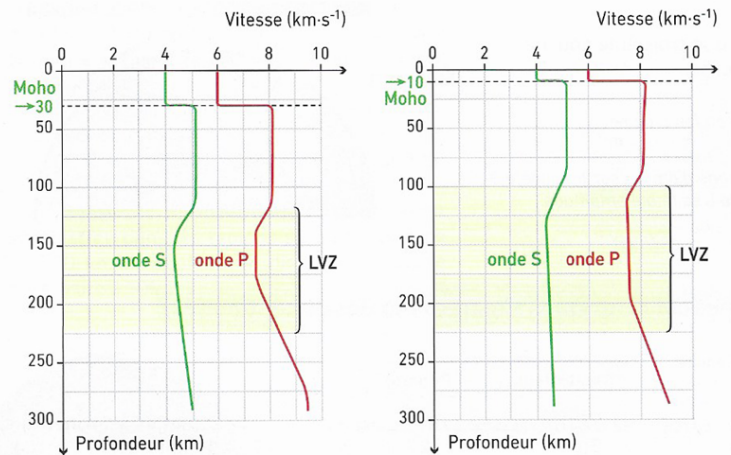
- Zone d'ombre entre 103° et 142° : l'onde qui arrive à 103° est tangente à la discontinuité ; l'onde immédiatement plus profonde se réfracte 2 fois et apparaît à 183°.
- Les ondes suivantes se réfractent à des distances angulaires comprises entre 142° et 183°.
- Cependant des ondes faibles et tardives arrivent dans la zone d'ombre, elles résultent d'une réflexion sur la discontinuité de **Lehmann**

**Vert** : Ondes P directes  
**Rouge** : Ondes P réfractées à 2900 km  
**Bleu** : Ondes P tardives

Ondes S issues de la réfraction des ondes P à 5100 km non représentées.

### D. La distinction entre la lithosphère et l'asthénosphère

L'analyse des variations de la vitesse des ondes sismiques montre l'existence d'une couche appelée LVZ : *Low Velocity Zone*. Expliquez pourquoi l'on peut considérer qu'elle marque le passage d'une discontinuité que vous situerez.



#### f Déformation des roches en fonction de la profondeur.

T = température des roches  
 Tf = température de début de fusion des roches  
 Plus T/Tf tend vers 1, plus la roche est déformable.

Matériaux	Viscosité (en Pa.s)
Lithosphère	10 <sup>21</sup> à 10 <sup>22</sup>
LVZ	10 <sup>18</sup> à 10 <sup>19</sup>
Glace à 0 °C	10 <sup>11</sup>
Huile d'olive à 20 °C	1
Eau liquide	10 <sup>-2</sup>

#### g Propriétés mécaniques de quelques matériaux.

Un matériau est ductile s'il se déforme sans se casser. Le caractère déformable d'un corps peut se quantifier en calculant sa viscosité (plus la viscosité est faible, plus la déformation ductile/plastique est facile).