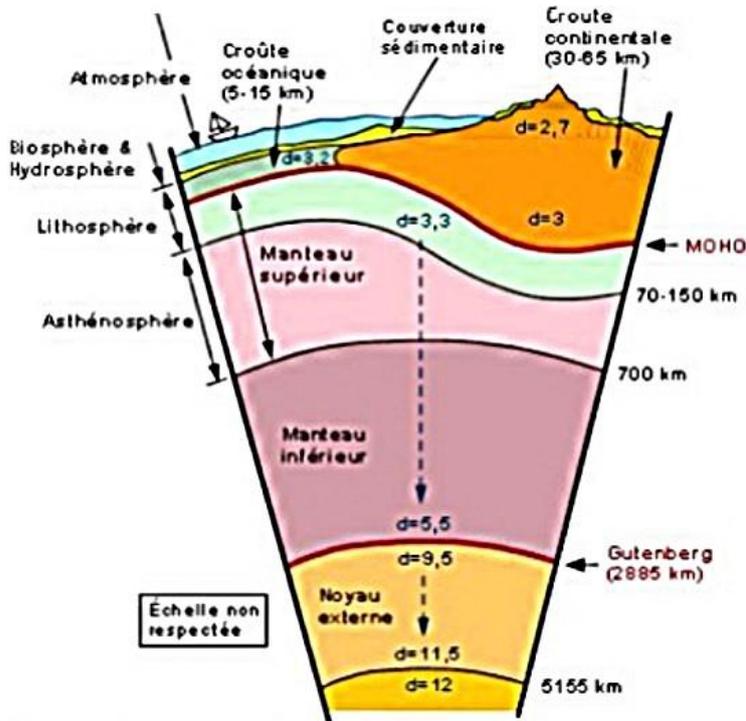


## 1. Structure de la Terre

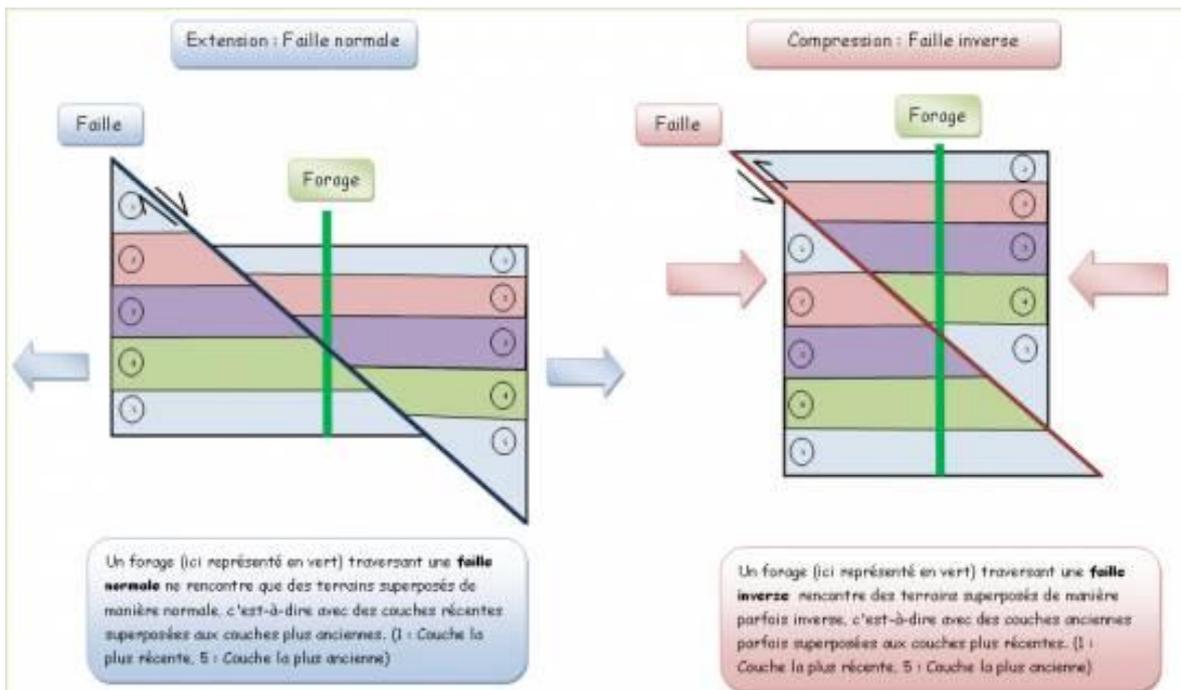
### a. structure et plaques



- Croûte + manteau lithosphérique = lithosphère rigide et cassante.
- Entre manteau lithosphérique et manteau asthénosphérique (zone à environ 100 km) : zone LVZ (isotherme 1300°C). Après cette zone : asthénosphère (manteau sup), roches moins rigides (ductiles), qui se déforment sans casser.
- Manteau inférieur : roches rigides
- Noyau : noyau externe (liquide) et interne (solide)

- **Plaque lithosphérique** : Les plaques tectoniques ou plaques lithosphériques sont des fragments de la lithosphère (croûte + manteau sup) qui résultent de son découpage à la manière d'un puzzle par un système de failles, de dorsales, de rifts et de fosses de subduction. Les plaques lithosphériques, entraînées par les courants de convection qui animent le manteau, se déplacent de quelques centimètres par an dans des directions différentes, ce qui entraîne la formation de zones de divergence, de subduction et de collision.

### b. Faille normale/inverse



#### Concrètement :

**Faille normale** : les deux compartiments s'écartent (divergence), un compartiment descend par rapport à l'autre.  
**Faille inverse** : les deux compartiments se rapprochent (convergence), un compartiment monte par rapport à l'autre.

## **2. Roches de la croûte et du manteau.**

Des **éléments chimiques** (Oxygène, Silicium, Aluminium...) qui peuvent s'associer pour former des assemblages : les **minéraux**. Les minéraux forment des édifices géométriques : les **cristaux**. Les cristaux peuvent s'associer entre eux pour former des **roches**.

La répartition bimodale des altitudes à la surface du globe montre que les roches des fonds océaniques sont différentes des roches des plateaux continentaux.

- **Roches magmatiques** : issues du magma.
  - Volcaniques : refroidissement rapide dans cheminées volcanique. Structure héli (semi) cristalline, microlithique. Existence de macro(phéno)cristaux + microcristaux (microlithes)+ pâte non cristallisée : verre. (basalte, rhyolite, andésite)
  - Plutonique : refroidissement très lent dans les plutons. Structure holocristalline (grenue). Existence de phénocristaux jointifs. (granite, granodiorite, gabbro)
  
- **Roches métamorphiques** : roches transformées à l'état solide, suivant des conditions de pression, de température et d'hydratation particulières. (métagabbro, gneiss, tous les schistes). *Attention : les schistes ne sont pas obligatoirement des métagabbros ; il existe des schistes résultant du métamorphisme de certaines roches sédimentaires.*
  
- **Roches sédimentaires** : roches issues de dépôt de sédiments compactés présence d'eau obligatoire.
  - D'origine détritique : l'érosion transporte des particules de roches, qui finissent par se déposer puis se compacter (marnes, grès, argiles...)
  - D'origine organique : des animaux marins tombent au fond de la mer, et leurs tests (coquilles) s'accumulent pour former des roches sédimentaires de plusieurs dizaines de mètres de hauteur. Ces animaux font souvent parti du plancton, ils sont microscopiques (calcaire, diatomite)

### ➤ **Croûte continentale** :

Socle granitique (Si et O + Na, K). Principaux minéraux : Quartz, mica et feldspath alcalin (orthose). Rhyolite (volc), andésite (volc), granodiorite, et toutes les roches sédimentaires, métamorphisées ou pas.

### ➤ **Croûte océanique** :

Basalte (volcanique) et gabbro (plutonique) ont la même composition minéralogique : Minéraux silicatés (Si et O) riches en Fe, Mg. Principaux minéraux : feldspath plagioclases, pyroxène et olivine.

Roches sédimentaires marines (surtout calcaires).

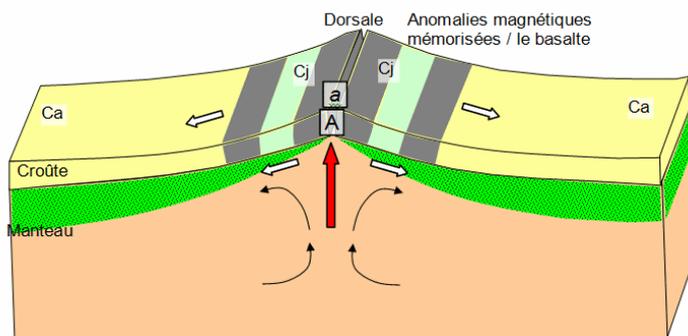
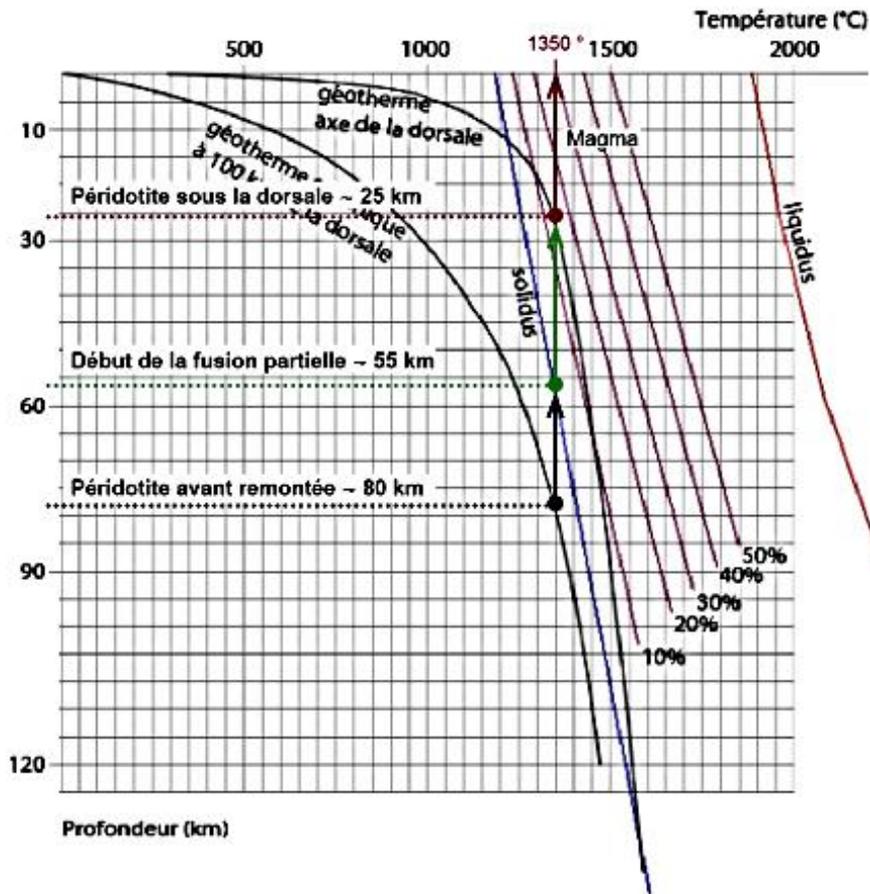
### ➤ **Manteau** :

Péridotite, roche grenue constituée de minéraux ferromagnésiens (Fe, Mg) : olivine et pyroxène.

### 3. Tectonique des plaques

#### 3.1 L'expansion océanique

**Le fonctionnement de la dorsale :** Au niveau des dorsales, le flux géothermique témoigne d'une zone anormalement chaude jusqu'à 250 km de profondeur. Cette anomalie confirmée par la vitesse des ondes sismiques traduit la **remontée par convection de la péridotite asthénosphérique solide et ductile**. Lors de cette remontée la péridotite du manteau subit une baisse de pression qui provoque son début de fusion à partir de 80 Km de profondeur. Vers 20Km le taux de fusion est de 15% et le magma obtenu s'injecte dans la lithosphère et parfois s'accumule dans une chambre magmatique



Cj : croûte jeune  
 Ca : croûte ancienne  
 A : production de croûte  
 a : acquisition de l'aimantation du moment

↑ Montée de matériel mantellique générateur de basalte et de ....

⇨ Mouvement de la croûte (en fait de la lithosphère)

↻ Mouvements convectifs dans le manteau (Holmes - 1928-1945-/Hess 1960)

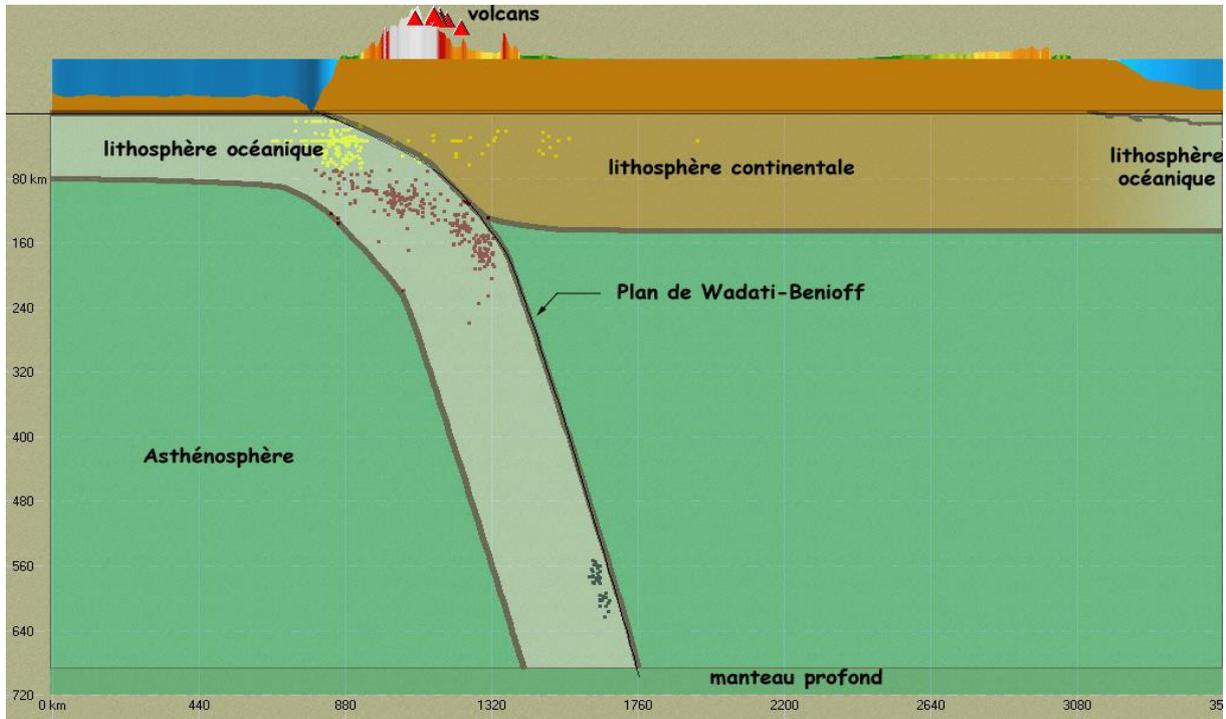
### 3.2 la subduction

Enfoncement d'une plaque océanique dans le manteau, face à une autre plaque océanique plus jeune ou à une plaque continentale, la première est dite subduite et la deuxième est dite chevauchante.

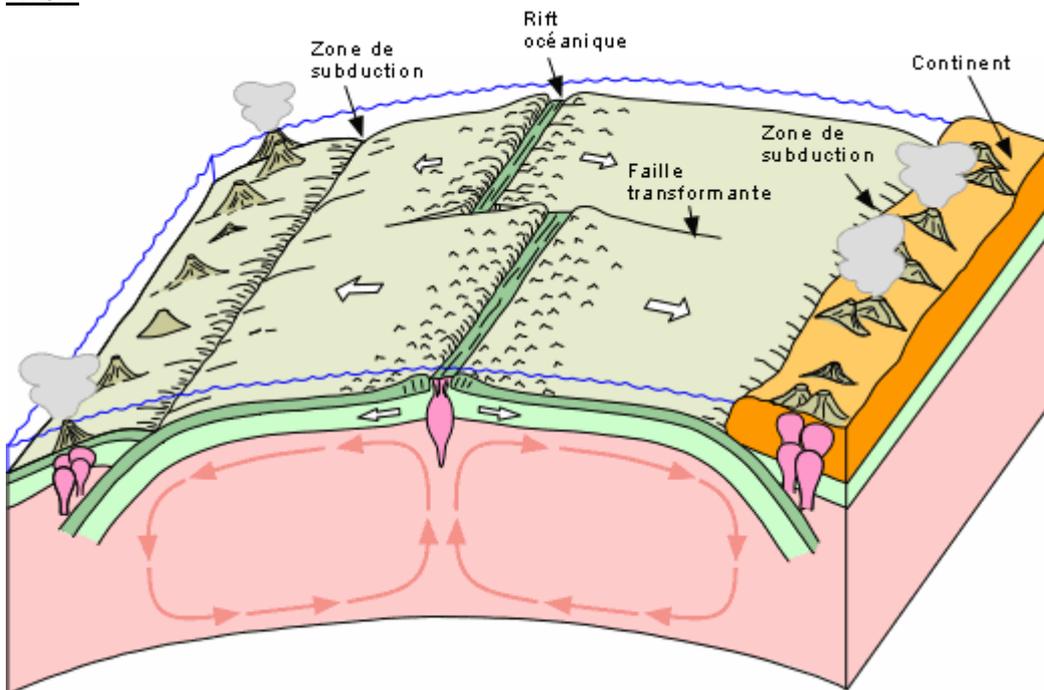
Les zones de subductions sont caractérisées par une double anomalie thermique, une activité volcanique intense de type explosif (volcanisme andésitique) et une importante activité sismique.

Au niveau de ces zones, les foyers sismiques nombreux sont disposés suivant un plan incliné (Plan de Wadati Benioff) qui plonge sous la fosse océanique et la plaque chevauchante.

Répartition des séismes avec la profondeur : le Plan de Béniouff



### Bilan



#### 4. Techniques utilisées en géologie

##### Observation d'un paysage

Voir le cours de cinquième (description, notion d'affleurement....)

##### Observation de roches

- A l'œil nu : couleur, structure, cohérence, porosité, perméabilité..... utilisation de l'acide (roches sédimentaires détritiques ou organiques)
- Au niveau microscopique : utilisation du microscope polarisant. Un microscope polarisant permet grâce à la présence de deux polariseurs, de révéler certaines propriétés des minéraux permettant de les identifier. L'un est situé sous la lame ; il est nommé polariseur. L'autre est placé au dessus de la lame ; il est nommé analyseur. Lorsque l'on place l'analyseur et le polariseur parallèles l'un à l'autre, la lumière traverse les deux et vibre dans un seul sens. Si l'on place les plans du polariseur et de l'analyseur perpendiculaires l'un à l'autre en faisant tourner la platine, la lumière traverse le polariseur, ne conserve qu'un plan de vibration. Une fois polarisée ainsi, la lumière ne peut traverser l'analyseur. Sans lame, aucune lumière n'arrive à l'œil de l'observateur. On place une lame (section de minéral) entre polariseur et analyseur. La lumière polarisée traverse l'échantillon dans lequel elle est déviée. A la sortie de l'échantillon, elle vibre à nouveau dans plusieurs directions. En faisant tourner la platine, on change la position des polariseurs et on passe de phases d'extinction à des phases éclairées. Il peut y avoir plusieurs extinctions en réalisant une rotation de 360° (on parle de minéraux biréfringents s'il y a deux extinctions. Il y aura donc alternance d'angles "éteint" et d'angle "éclairés"). L'angle de déviation de la lumière par les cristaux dépend de la structure cristalline spécifique à chaque minéral. On parle d'angle de réfringence. Enfin, si un minéral ne dévie pas le plan d'ondulation de la lumière, il sera "éteint" en lumière analysée.

On commence **toujours** par observer sans analyseur.

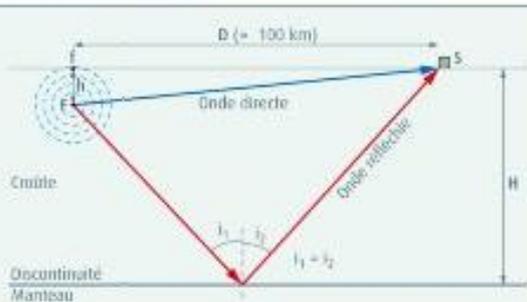
On peut déterminer un minéral grâce à sa(ses) couleurs en lumière analysée ou non, grâce aux mâcles et aux clivages. Attention : la couleur du minéral n'est pas obligatoirement celle présentée sur la planche de reconnaissance.

L'étude au microscope permet aussi de préciser les conditions de formation d'une roche (structure grenue...)

**Propagation des ondes sismiques** : 3 types d'ondes P, S et L : utilisation des ondes P et S (ondes profondes), dont la vitesse varie avec la nature ou l'état ( rigide , visqueux) des milieux traversés : on peut ainsi connaître la structure profonde du globe et mettre en évidence les discontinuités physiques ou chimiques : ex Moho ( croûte /manteau ) , Gutenberg ( manteau/ noyau externe)



Le 8 octobre 1909, un séisme localisé à 40 kilomètres de profondeur se produit au sud de Zagreb (dans l'actuelle Croatie). Andrija Mohorovicic, géophysicien croate, observe les sismogrammes fournis par ses instruments. Les styles zigzaguent : voici les ondes P, puis les ondes S, puis... de nouveau des ondes P et de nouveau des ondes S. Les ondes se sont dédoublées. Ses appareils sont pourtant parfaitement réglés. Les deux trains d'ondes P successifs observés sont en fait partis du même lieu, en même temps, et ils circulent à la même vitesse. Leur décalage ne s'explique que par un trajet différent : les ondes se sont réfléchies sur une surface de discontinuité. Cette discontinuité (dite de Mohorovicic ou « Moho ») sépare la croûte terrestre du manteau sous-jacent.



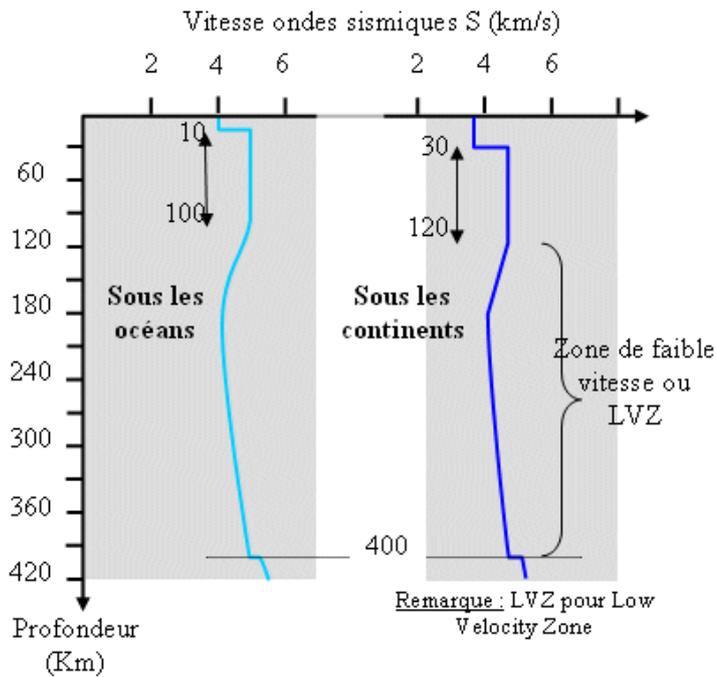
$D (= 100 \text{ km})$   
Onde directe  
Onde réfléchiée  
 $i_1 = i_2$   
 $r_1 = r_2$   
Crûte  
Océanité  
Manteau  
H  
h

f : foyer sismique	D : distance épicentre-sismographe
f : épicentre	S : sismographe
h : profondeur du séisme	H : profondeur de la discontinuité

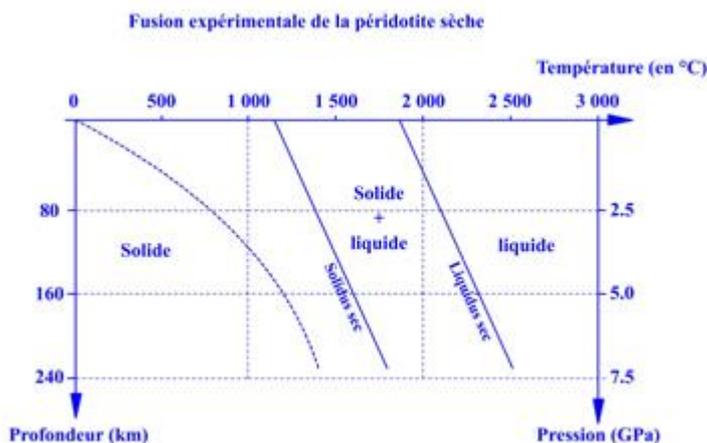
▲ L'interprétation des observations sismiques d'A. Mohorovicic.

**Les observations sismiques d'Andrija Mohorovicic en 1909.**

Exemple d'utilisation de l'étude de la propagation des ondes sismiques : la délimitation de la croute et du manteau au niveau océanique ou continentale ( localisation du MOHO , de l'asthénosphère ...)



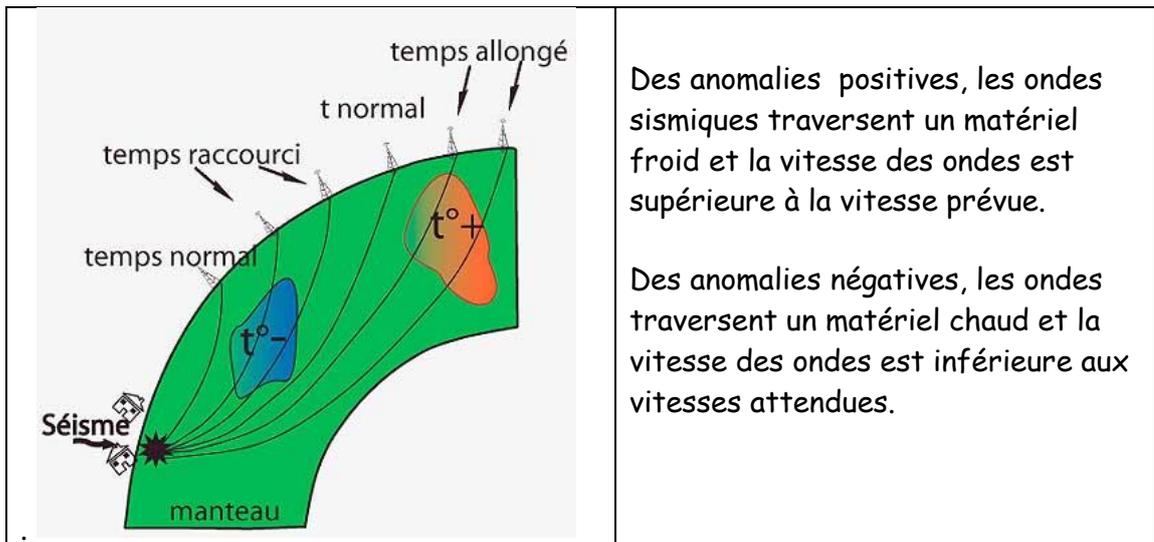
### Diagramme pression température



On peut expérimentalement recréer en laboratoire les conditions de pression/température et hydratation qui existent dans la nature. On peut ainsi créer des diagrammes P/T. Le schéma ci-dessus (vu en première) vous présente la fusion expérimentale de la péridotite sèche (non hydratée), et permet d'expliquer la création de magma au niveau des dorsales océaniques. On peut utiliser de tels diagrammes afin de comprendre les conditions nécessaires au métamorphisme.

## Tomographie sismique

**Les ondes sismiques sont plus rapides dans un matériau froid.** Cela signifie que les anomalies négatives de vitesse correspondent à une zone chaude.



## GPS et mesure directe des mouvements

Le géopositionnement par satellite (GPS) est utilisé dans le domaine de la tectonique des plaques : il repose sur l'existence au sol de balises dont la position en longitude, latitude et altitude est mesurée en permanence grâce à un ensemble de satellites

