

Structure interne de la Terre : modèle physique chimique et minéralogique

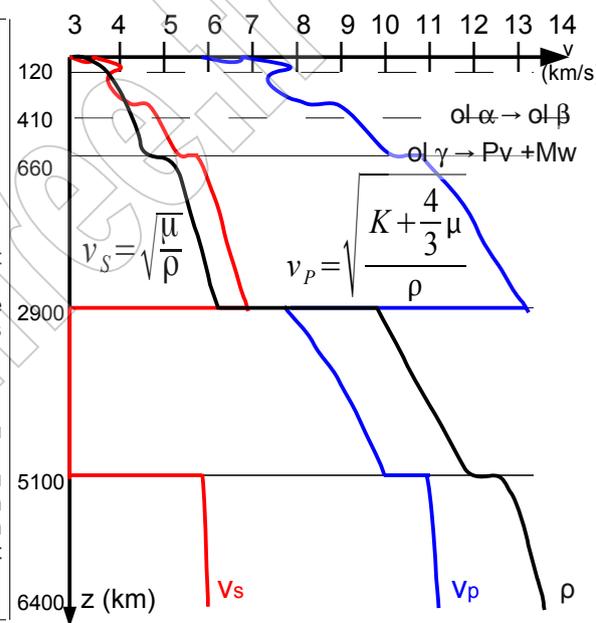


Le géotherme

Le géotherme, c'est à dire la variation de température à l'intérieur du globe peut-être connu grâce à certains points d'ancrages: ●

- la gradient géothermique dans la croute est connu (mines) [~20-30°C/km]
 - la température à la LVZ est connue (géotherme tangent au solidus des péridotites à cette profondeur)
 - Passage ol γ → Pv + Mw à 660km
 - Passage perovskite → post-perovskite
 - Solidification du fer à l'interface noyau externe-graine.
- Pour le reste, on superpose dans le manteau non lithosphérique et le noyau externe un gradient de convection (0,3°/km et 0,55°/km dans le noyau externe). Dans la couche D" et la graine, on utilise un profil de diffusion.
- Le flux de chaleur total de la Terre vaut 46TW

Vitesse des ondes sismiques dans la Terre



Les ondes de compression (P) et de cisaillement (S) ont une vitesse qui augmente avec la profondeur dans le manteau lié aux **changement de paramètres physiques** des matériaux. Bien que l'augmentation de la profondeur se traduise par une augmentation de densité, située au dénominateur dans la vitesse des ondes sismiques, l'incompressibilité (K) et le module de cisaillement (μ) augmentant plus vite fait que **la vitesse augmente avec la profondeur**.

Les discontinuités sismiques témoignent de changements des propriétés physiques (410km, 660km, 5150km) et/ou chimiques (Moho, Gutenberg). La limite noyau-manteau peut être définie par l'**augmentation brusque de densité**. De plus, on y observe une chute brutale de vitesse des ondes sismiques : les ondes de cisaillement (S) disparaissent entre 2900km et 5100km dans le noyau externe indiquant un état liquide. Les ondes de compression (P) peuvent par contre se propager dans un milieu liquide et l'augmentation de pression avec la profondeur est une nouvelle fois à l'origine de l'accélération des ondes P. A l'interface avec la graine, les ondes P produisent des nouvelles ondes S.

La profondeur des transitions de phases varie avec la température à cause de la **pente de Clapeyron**. La transition ol γ → Pv + Mw est donc plus basse dans les zones de subductions (d'où la stagnation à 660km : ρ_{olγ} < ρ_{Pv}) et plus haute dans les zones de point chaud.

La CED

Chauffage au Laser infra-rouge. On a T par la loi du corps noir

Observée par **Gutenberg** (1912), la **zone d'ombre** permet d'estimer la profondeur du noyau (2900km). **Lehmann** (1936) explique que les ondes P de faible amplitude observées dans la zone d'ombre sont liées à une discontinuité à l'intérieur du noyau. Un noyau externe à faible vitesse sismique entoure un noyau interne à plus forte vitesse.

La cellule à enclumes de diamants (CED) profite de la dureté du diamant ainsi que de sa transparence à de nombreuses longueurs d'onde

Fluorescence du rubis = indicateur de pression

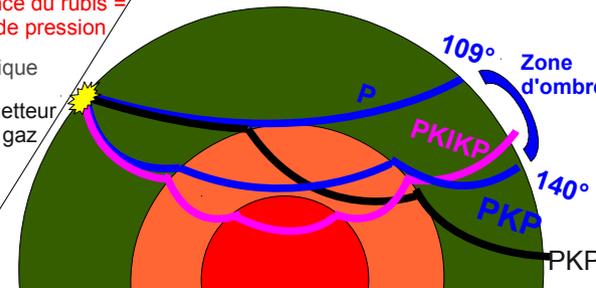
Joint métallique

Milieu transmetteur de pression : gaz parfait ou sel

Echantillon

Diamant

Diffraction des rayons X : information sur la structure cristalline



Les **données sismiques** couplées à des expériences en haute pression (**cellule à enclumes de diamants**) permettent d'avoir une idée précise de la structure minéralogique de la Terre.

Le **moment d'inertie**, la **densité moyenne de la Terre**, les **données sismiques (Birch)** et les **études géochimiques** proposent un noyau terrestre composé très majoritairement de fer.

Les **nodules mantelliques** dans des kimberlites et les **inclusions** dans les diamants ◆ confortent les modèles du manteau ; l'existence d'un champ magnétique terrestre celle d'un noyau de métal en mouvement.

Enfin, l'existence de météorites analogues aux enveloppes terrestres confirme modèle actuel.

La convection mantellique a pour origine un refroidissement par le haut et une production de chaleur par radioactivité. Celle du noyau est d'origine thermo-chimique et est à l'origine du champ magnétique