

Bilan 12- LES APPORTS DE LA SISMOLOGIE DANS LA CONNAISSANCE DE LA TERRE

Grâce à l'étude de la propagation des ondes sismiques de volume (P et S) il est établi dès 1909, que l'enveloppe la plus superficielle du globe, **qualifiée de croûte**, repose sur le **manteau entièrement solide**. Cette connaissance fut un argument majeur contre la théorie de la dérive des continents formulée par Wegener.

A l'époque où Wegener propose son modèle de la dérive des continents (1912), les connaissances relatives à la Terre interne demeurent limitées. Cependant, entre 1909 et 1936, l'étude des ondes sismiques libérés lors des séismes, permet de construire progressivement un modèle de structure interne de la Terre en enveloppes concentriques, qui servira longtemps de référence.

I-UN PREMIER MODELE A TROIS COUCHES

Grâce aux principes de la sismologie un premier modèle de la structure interne de la Terre est construit, il sera ensuite progressivement précisé et affiné.

1-Les principes de la sismologie

Un séisme correspond à une rupture des roches en profondeur, qui libère brutalement de l'énergie sous forme **d'ondes sismiques**. Des stations sismiques réparties à la surface du globe, enregistrent les mouvements du sol, dus à ces ondes: ondes de **volume P et S** seules à se propager à l'intérieur du globe et ondes de surface L.

La vitesse des ondes de volume dépend de la **nature et des propriétés physiques du milieu traversé** et si les ondes P se propagent dans tous les milieux, les ondes S ne se propagent pas dans les liquides ni dans les gaz.

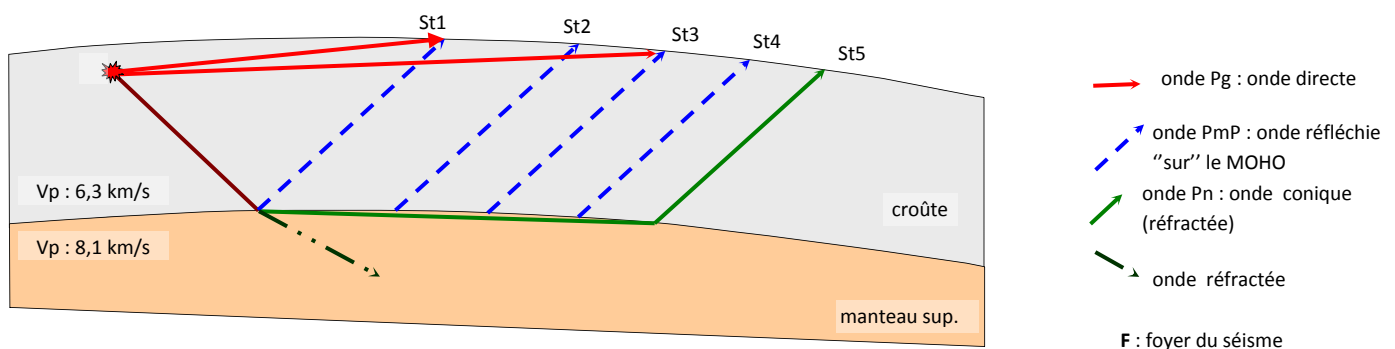
Ainsi, lors de séismes, l'étude du temps d'arrivée des ondes sismiques sur les sismographes, renseigne sur la structure du globe : le milieu est **homogène** si la vitesse des ondes sismiques est **constante**, une variation de la vitesse révèle un changement des conditions du milieu. En particulier, une **brusque variation de vitesse** traduit un **changement important** des caractéristiques du milieu traversé ou **discontinuité**. Dans ce cas, les ondes sont **réfléchies** et **réfractées** comme le seraient les ondes lumineuses dans les mêmes circonstances. L'ensemble des données a permis de délimiter un certain nombre d'enveloppes internes :

2- Un modèle simple à trois couches

a- Les croûtes

Une première **discontinuité** est révélée par l'arrivée dans les stations proches d'un séisme, d'**ondes P retardées** par rapport aux ondes P directes. Ces ondes P retardées s'avèrent être **réfléchies sur le Moho** et ont donc parcouru –à la même vitesse que les ondes directes- une plus grande distance avant d'arriver à la station, **d'où leur retard (voir doc.5 p95)**.

Le MOHO : principe de l'estimation

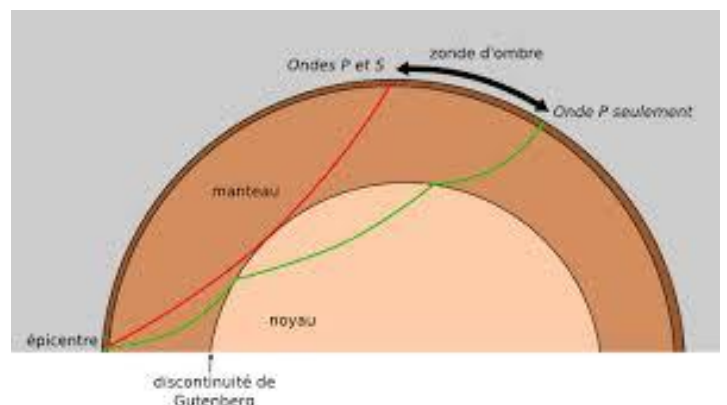


Situé vers **7 Km en moyenne sous les océans** et **30 Km en moyenne sous les continents**, le **Moho** révèle donc la limite entre deux milieux différents, la **croûte** -océanique ou continentale- et le **manteau** sous-jacent.

b- Le manteau

Sous la croûte, la vitesse des ondes de volume augmente globalement avec la profondeur. Vers **2900Km** cette vitesse diminue brutalement, mettent en évidence une nouvelle discontinuité appelée **discontinuité de Gutenberg**; elle correspond à la limite **manteau-noyau externe**.

La présence du noyau est révélée en surface par une **zone d'ombre sismique**, située entre 11 500 à 14 500 Km du foyer du séisme, et dans laquelle les stations sismiques ne reçoivent aucune onde P ou S (voir doc.1 et 2 p 94). Cette zone d'ombre résulte de la déviation des ondes sur l'interface entre deux milieux différents : le **manteau solide** et le **noyau externe liquide** que les ondes S ne peuvent pas traverser.



MISE EN EVIDENCE DU NOYAU

c- Le noyau

L'**accélération** des ondes sismiques P vers **5 100 Km** et la réapparition des ondes S correspond à la **discontinuité de Lehmann** qui traduit un nouveau changement d'état du milieu : le **noyau interne** ou **graine**, est totalement **solide**.

II- DEUX NOUVEAUX CONCEPTS : LITHOSPHERE ASTHENOSPHERE

En 1950 les navires de recherche océanographique (Vema) étudient la propagation des ondes sismiques dans la croûte océanique. Ils confirment l'existence du **Moho** sous les océans et mettent en évidence des **différences d'épaisseur des croûtes** (bilan11) sous les océans et les continents.

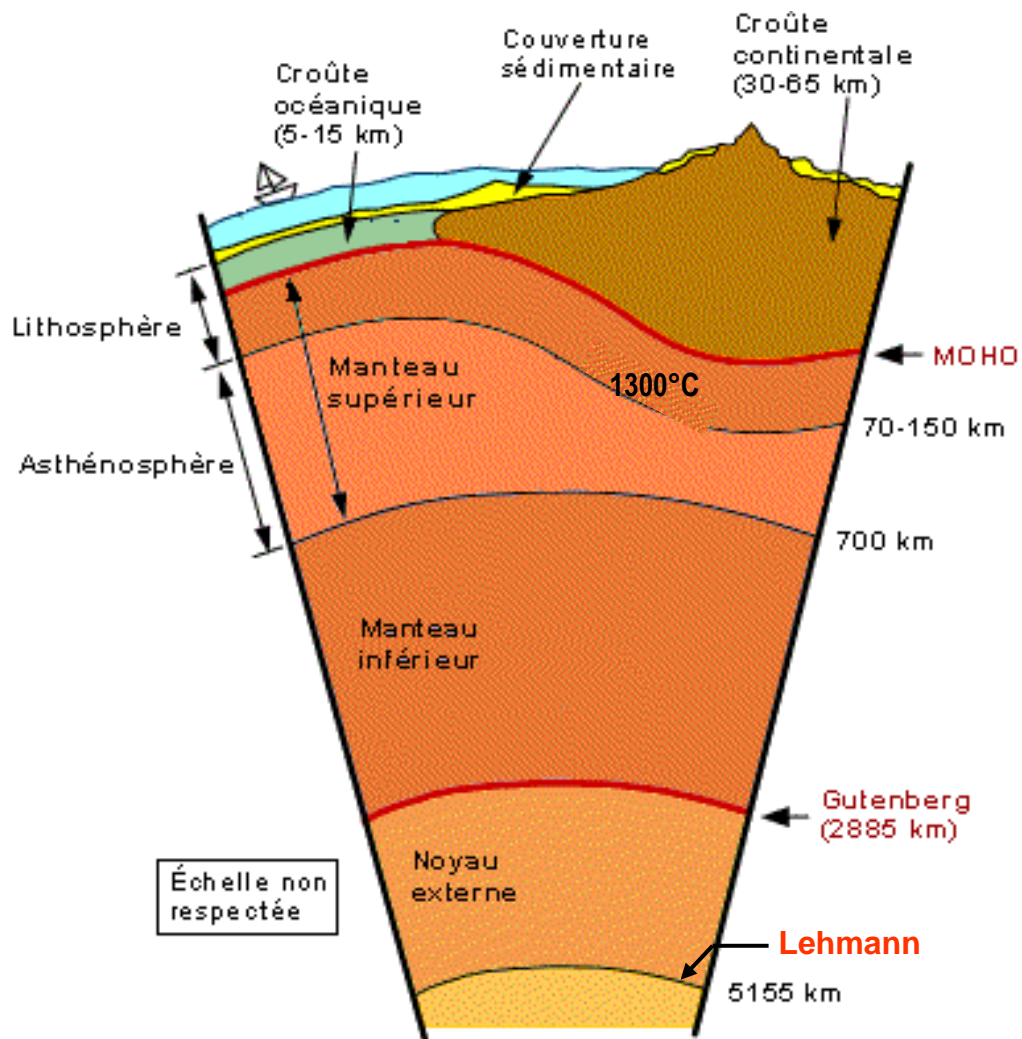
Des variations de vitesse sont également mises en évidence, elles délimitent des enveloppes que l'on nommera plus tard (années 70) **lithosphère** (du grec «litho» = pierre), **LVZ** (low velocity zone) et **asthénosphère** (du grec «astheno» = sans forces), c'est le modèle PREM.

En effet, les géophysiciens distinguent en **surface** de la Terre, une enveloppe **rigide** appelée **lithosphère**. Épaisse en moyenne de **100 à 150 km** (0km sous les dorsales, environ 100 km sous les océans et 150 km sous les continents) elle comprend la **croûte** ainsi qu'une partie du manteau supérieur; appelée le **manteau lithosphérique**. La **limite inférieure de la lithosphère** coïncide avec l'**isotherme¹ 1300°C**.

La modélisation des ondes sismiques en profondeur, indique aussi qu'il existe sous la lithosphère une zone où ces ondes sont ralenties ou irrégulières : l'**asthénosphère**.

L'asthénosphère débute donc au niveau l'isotherme 1300°C, par une zone à **faible vitesse sismique** de quelques kilomètres, la **discontinuité de la LVZ** (voir modèle PREM). La vitesse des ondes y est **atténuée par l'augmentation de température**. L'asthénosphère, s'étend jusqu'au **manteau inférieur** vers **700 km**. A ce niveau les ondes sismiques subissent une nette accélération, en raison d'un changement dans la rigidité de la roche.

Remarque¹ Une isotherme est une ligne imaginaire, qui relie des points de même température. Dans le globe terrestre les isothermes sont grossièrement parallèles entre elles.



LES APPORTS DE LA SISMOLOGIE : un modèle de Terre en couches concentriques (**proportions non respectées en particulier pour les croûtes**)