

STRUCTURE DU GLOBE TERRESTRE

I - Introduction

L'intérieur de la Terre est inaccessible, mais grâce aux données de la géophysique (sismologie, gravimétrie ...), on peut dire que la Terre est hétérogène, car constituée d'une succession de couches aux propriétés physiques différentes. Du centre vers la surface on : le noyau, qui forme 17% du volume terrestre et qui se divise en noyau interne solide et en noyau externe liquide ; puis le manteau, qui constitue le plus gros volume terrestre, 81% et qui se divise en manteau inférieur solide ou mésosphère et en manteau supérieur, principalement plastique, mais dont la partie tout à fait supérieure est solide ; finalement la croûte ou écorce qui compte pour moins de 2% en volume et qui est solide.

Deux discontinuités importantes séparent croûte-manteau-noyau : (1) la discontinuité de Mohorovicic (Moho) qui marque un contraste de densité entre la croûte et le manteau, et (2) la discontinuité de Gutenberg qui marque aussi un contraste important de densité entre le manteau et le noyau.

II- Connaissance du globe terrestre

La terre est une des neuf planètes du système solaire ; elle est âgée de 4,5 milliards années. Sa constitution interne peut être établie par différentes méthodologies :

1 - Par observations directes de sa composition de surface en observant les structures superficielles visibles. Ces observations se limitent à la connaissance très restreinte (quelques milliers de mètres) de notre globe au regard de ses 6 370 Km de rayon.

2 - Par des sondages qui atteignent quelques kilomètres de profondeur (5 à 10 Km).

3 - Par des méthodes géophysiques (sismique-gravité-magnétisme-flux chaleur) qui par des mesures physiques permettent d'interpréter indirectement la structure profonde du globe.

4 - Par des études de météorites- astéroïdes qui, comme la Terre, appartiennent au système solaire et par conséquent sont susceptibles de nous renseigner sur la composition profonde de notre Globe (cf. chapitre 4 : La Terre dans l'Univers). Les chutes de météorites sont fréquentes, mais la plupart tombent au milieu des océans qui représentent les 2/3 de la surface de la Terre. La majeure partie d'entre elles ont des diamètres inférieurs à 10 cm ; celles de plus de 1 Kg ne sont pas rares. Les plus grosses sont exceptionnelles ; la probabilité d'une chute de météorite de plus d'un Km de diamètre est de l'ordre de 100 millions d'années.

III – La structure de la Terre

La Terre est composée de 3 enveloppes concentriques (**Figs.2.1a et 2.1b**) : croûte - manteau - noyau.

A - La croûte

Elle représente 1,5% volume de la Terre. Il faut distinguer 2 types de croûte :

- la croûte continentale, épaisse en moyenne de 35 Km (mais dont l'épaisseur peut atteindre 70 Km sous les chaînes de montagnes).
- la croûte océanique, très mince (6-8km).

1 - Structure de la croûte terrestre

La croûte continentale solide et épaisse montre deux niveaux séparés discrètement sous les chaînes

de montagnes par la discontinuité chimique de Conrad. Cette discontinuité située à 15km de profondeur et non visible partout, sépare la croûte continentale supérieure granitique, surmontée par endroits de roches sédimentaires, de la croûte inférieure dont les propriétés sont celles d'un granite métamorphisé, déshydraté et définissant le faciès granulitique.

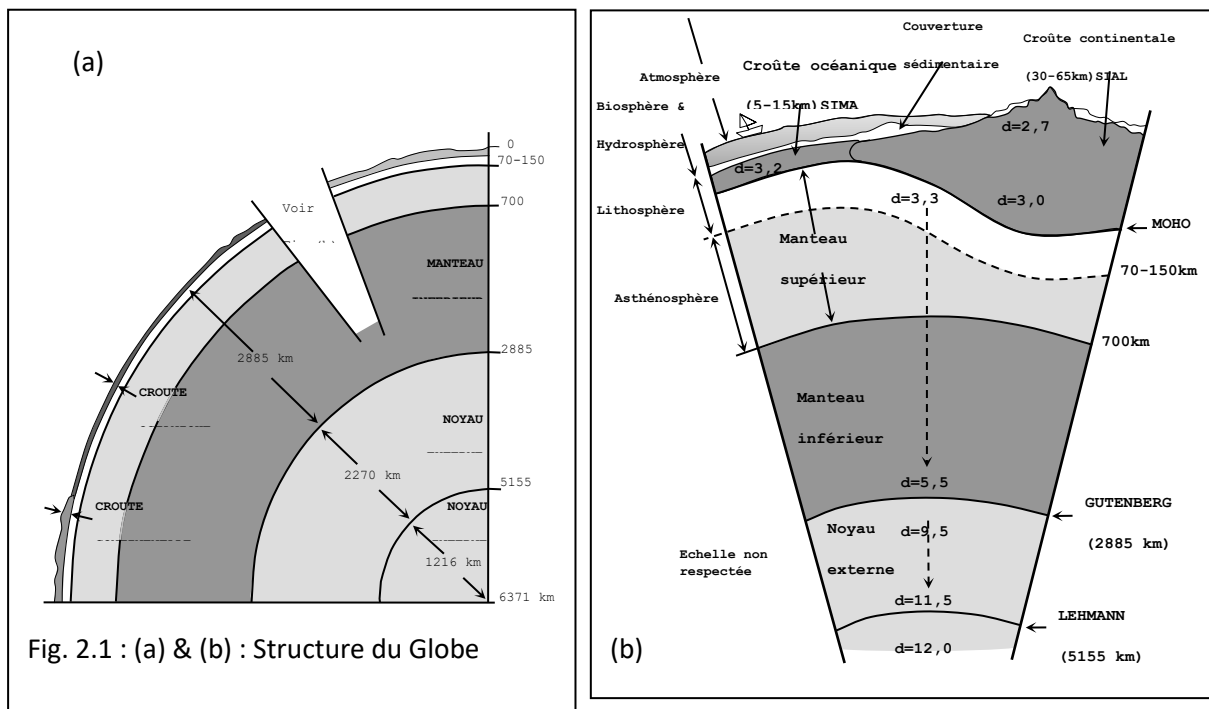


Fig. 2.1 : (a) & (b) : Structure du Globe

2 - Structure de la croûte océanique

La croûte océanique, moins épaisse, a une structure plus uniforme et une composition relativement homogène à travers tous les océans. Elle montre trois niveaux : la couche 1 sédimentaire, la couche 2 faite de basaltes et de filons et la couche 3 composée de gabbros et de péridotites litées. L'épaisseur de la couche sédimentaire augmente en s'éloignant de la dorsale.

Ces deux types de croûte sont différentes quant à la nature des matériaux qui la composent, leurs compositions chimiques, minéralogiques et pétrographiques sont également très distinctes (tab.1-1).

	Croûte continentale	Croûte océanique	Manteau
SiO ₂	60%	49%	44%
Al ₂ O ₃	15%	16%	2%
MgO	3%	7%	37%

Tableau 2-1 : Compositions chimiques comparées des croûtes continentales, des croûtes océaniques et du manteau.

De ce tableau, on remarque que la croûte continentale est riche en silice, alors que les teneurs en silice de la croûte océanique sont plus faibles. Ces deux croûtes sont riches en alumine (Al₂O₃), ce qui du point de vue chimique permettait de les rassembler sous le vocable de SIAL (terme devenu aujourd'hui obsolète).

B - Le manteau

Il représente 82,5 % en volume de la Terre et 74% de sa masse. Son épaisseur est de 2900 Km. A ces profondeurs, la température est voisine de 1300°C et proche de la température de fusion des péridots.

On peut distinguer au sein de ce manteau, deux unités : le manteau supérieur jusqu'à 670 Km et le manteau inférieur de 670 à 2900 km. Le manteau est séparé de la croûte par une discontinuité majeure : la discontinuité physique de Mohorovicic, du nom d'un sismologue Croate (Andrija Mohorovicic, 1857 - 1936) qui l'a découverte au début du XX^e siècle (1909). Cette discontinuité, communément appelée MOHO, est mise en évidence par l'accélération des vitesses des ondes sismiques lors de leur passage croûte - manteau. Elle correspond à un changement de composition des matériaux entre croûte et manteau. Comme la croûte, le manteau est composé de roches solides.

Du point de vue chimique le manteau est siliceux mais comparé aux croûtes, il est relativement peu riche en silice ; il est par contre très riche en magnésium (MgO). Par opposition au SIAL, le manteau, du point de vue chimique peut être dénommé SIMA (pour SILice et MAGnésium) (terme obsolète aujourd'hui). Le manteau supérieur est plus visqueux que le manteau inférieur. Il est formé essentiellement de péridotites (olivine, pyroxène, grenat).

La partie superficielle de la Terre a un comportement **solide cassant**. Cette unité qui comprend la croûte (qu'elle soit continentale ou océanique) et la partie la plus superficielle du manteau supérieur est la **lithosphère (Fig.2.2)**. On peut distinguer selon la nature de la croûte 2 types de lithosphères : une lithosphère continentale dont l'épaisseur moyenne est de l'ordre de 150 à 200 Km, à l'isotherme où les péridotites comme l'olivine approchent de leur point de fusion, et une lithosphère océanique, plus mince (épaisseur de l'ordre de 70 Km). Sous la lithosphère se situe l'**asthénosphère**. Cette unité, constituant la partie la plus profonde du manteau supérieur, a un comportement **solide**, mais **plastique** et **ductile**, c'est à dire qu'elle peut se déformer sans se casser (**fig. 2.2**). Lithosphère et asthénosphère sont séparées par une zone où les vitesses des ondes sismiques P et S sont ralenties (vers 100 Km de profondeur).

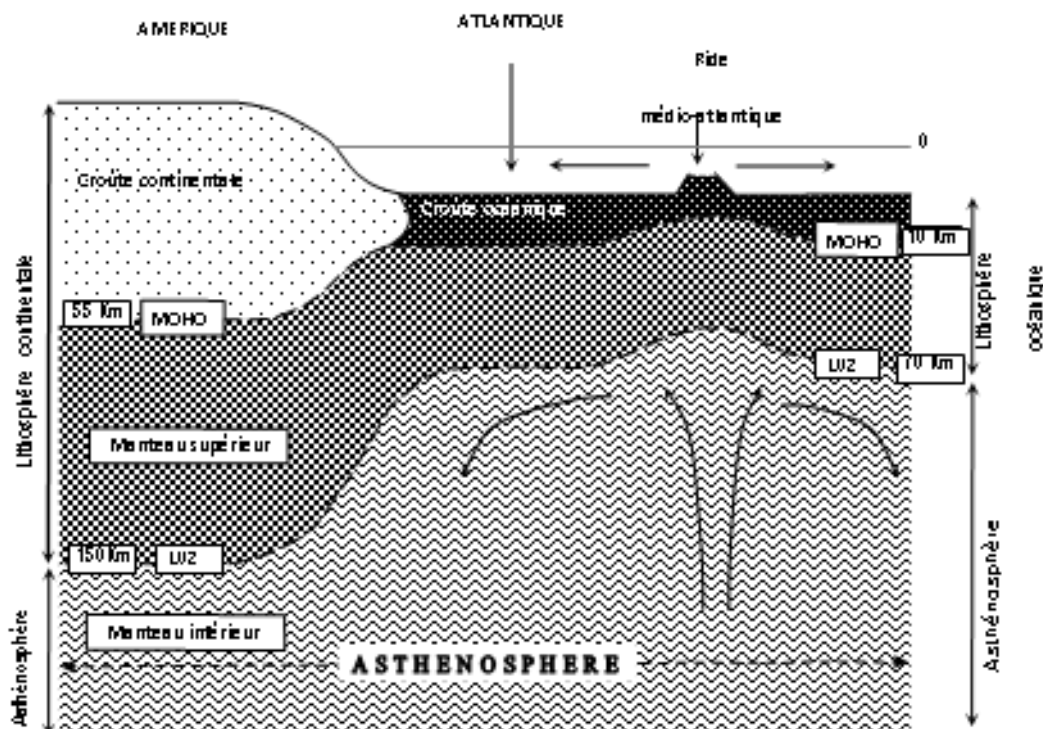


Fig. 2-2 : Structure géodynamique de la croûte et du manteau supérieur

Cette zone à faible vitesse, souvent dénommée **Low Velocity Zone, ou LVZ (Zone à moindre vitesse)**, s'étend de 125-140 Km jusqu'à 235 Km de profondeur. La diminution de la vitesse des ondes sismiques est attribuée à une fusion, très partielle (1%), du matériel mantellique. La LVZ n'est généralement pas présente sous les racines des massifs montagneux de la croûte continentale. La lithosphère rigide est découplée de l'asthénosphère au niveau de la LVZ (**fig. 2.2**). L'asthénosphère est animée en son sein de courants de convection qui permettent à la **plaque lithosphérique** de glisser et de se déplacer sur l'asthénosphère, créant ainsi une dynamique lithosphérique qui est la source de la **Tectonique des Plaques**.

Dans l'enveloppe asthénosphérique, on note des discontinuités marquant un réarrangement minéralogique de l'olivine. Sous l'effet de la pression et de la température, l'olivine, constituant de base du manteau, change de forme minéralogique. Vers 400-410km de profondeur, on note une zone de transition où l'olivine acquiert une structure plus dense, nommée **structure spinelle**. Puis vers 660-670 Km, la structure spinelle passe à la **structure pérovskite** encore plus dense. C'est cette zone de transition qui sépare le manteau supérieur du manteau inférieur.

Le manteau est le siège de courants de convection qui transfèrent la majeure partie de l'énergie calorifique du noyau de la Terre vers la surface. Ces courants provoquent la dérive des continents mais leurs caractéristiques précises (vitesse, amplitude, localisation) sont encore mal connues.

C - Le Noyau

Il représente 16% du globe terrestre. Il est séparé du manteau par une discontinuité mise en évidence en 1914 par le sismologue allemand Beno Gutenberg. La discontinuité physique de Gutenberg se manifeste par un ralentissement des vitesses des ondes sismiques traduisant un changement de composition par rapport au manteau. Le noyau, contrairement à la croûte et au manteau n'est pas silicaté (ou très peu silicaté). On distingue 2 ensembles : le noyau externe et le noyau interne (**Fig. 2.3**).

1 - Le noyau externe

Sa profondeur va de 2900km à 5150 Km. Il a un comportement liquide et est composé principalement de fer (environ 80%), de nickel, de sulfures et un peu de silicium. Sa viscosité est proche de celle de l'eau, sa température moyenne atteint 4000°C et sa densité 10. Cette énorme quantité de métal est certainement agitée (par convection, mais aussi suite aux divers mouvements de rotation et de précession du globe terrestre). Des écoulements de fer liquide peuvent y engendrer des courants électriques qui donnent naissance à des champs magnétiques qui renforcent les courants créant ainsi un effet dynamo en s'entretenant les uns les autres. Le noyau externe est donc à l'origine du champ magnétique terrestre.

2 - Le noyau interne (ou Graine)

Il a un comportement solide (Ni+Fe) et de par sa composition était dénommé NIFE (pour Nickel et FER) (terme obsolète). Il est essentiellement métallique et constitué par sédimentation progressive du noyau externe. La pression le maintient dans un état solide malgré une température supérieure à 5000°C et une densité d'environ 13.

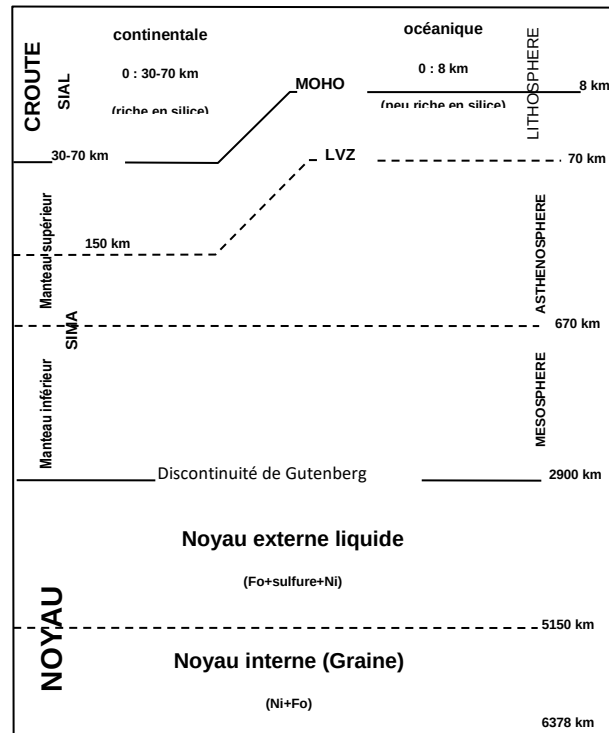


Fig.2.3 : Structure du globe terrestre

