Chapitre Premier ( Cours de Géologie )

STRUCTURE ET COMPOSITION DU GLOBE TERRESTRE

**I/ LES PROCEDES D'ETUDE:**

Les méthodes d'auscultation directes sont représentées soit par les forages profonds soit par les puits de mines. A ce jour les profondeurs des forages d'exploration ne dépassent guère 15000 à 20000 mètres. Les puits de mines atteignent rarement les 2000 mètres de profondeur ( ici ils sont représentés par ceux de Diamants de l'Afrique du sud). Ainsi à ce stade l'exploration du globe terrestre ne représente que 0,1 % de son volume.

Les scientifiques ont eu donc recours à des méthodes indirectes qui permettent d'apprécier la composition et la structure des zones internes du globe terrestre.

Plusieurs procédés ont été utilisés qui sont représentés par les méthodes suivantes :

1/ Les méthodes séismiques,

2/ Les méthodes gravimétriques,

3/ / Les méthodes géodésiques,

4/ / Les méthodes astrophysiques,

5// Les méthodes magnétotelluriques.

A/ Les Méthodes Séismiques:

Cette méthode permet après le dépouillement des séismogrammes d'établir une certaine succession de couches qui se distinguent par des élasticités différentes.

A titre d'exemple, quelques valeurs des vitesses (**V**) de propagation des ondes longitudinales en (Km/s) correspondant à différentes (**E**) couches en Km.

V (-; 5,3; 5,5; 5,7; 5,8; 6,1; 6,1; 7,3; 7,6; 8.) →E (1,0; 1,1; 0,6; 3,0; 4,6; 8,6; 9,3; 2,5; 10,5;+ 40 Km.

B/ la Méthode Gravimétriques:

Elle consiste à étudier la répartition de l'intensité de la pesanteur à la surface de la terre . Pour tous les points du globe terrestre on a la formule suivante:

g0 = 978,046( 1+0,005302sin2 ⱷ - 0,000007sin2 2ⱷ) .

ⱷ: la latitude géographique du lieu.

Ainsi g0 augmente au dessus des secteurs constitués par des roches lourdes et diminue au dessus des secteurs constitués par des roches légères. Elle oscille autour d'une certaine valeur théorique qui dépend de la latitude géographique.

ces écartements portent le nom d'anomalie de la pesanteur et sont désignés par le symbole ∆g. L'étude de ∆g permet d'apprécier la structure interne du globe terrestre.

Ainsi grace aux levés gravimétriques effectués sur les continents et les océans, on a pu constater des variations notables de l'anomalie de la pesanteur.

Au dessus des régions montagneuses les anomalies sont négatives alors que celles réalisées sur l'océan Pacifique sont positives.

Ainsi au dessus du pacifique ou on a eau+Basalte +Péridotite la densité atteint 3,2 g/cm3.

Sous les montagnes les roches ont une faible densité.

**2/ LES ENVELLOPES DU GLOBE TERRESTRE**:

Grace à la méthode géophysique (séismologique) surtout on a pu définir les zones suivantes:

1. Une zone de granite: qui est recouvertes par des roches sédimentaires dans l'épaisseur varie et atteint dans certains endroits plusieurs dizaines de kilomètres .

les zones séismiques longitudinales se propagent à une vitesse de 5.5 à 6 km/sec.

1. Unes zone de basalte : la vitesse des ondes longitudinales est de 6.5 km/sec

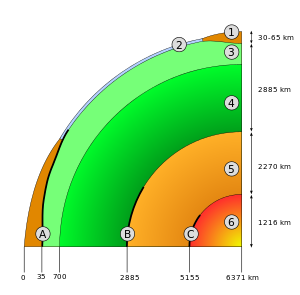
son épaisseur atteint dans les plaines continentales jusqu'à 30 km sous les chaines de montagne elle est de 10 à 15 km. Sous les océans elle est très mince, parfois elle disparait.

1. Les zones granitiques et basaltiques constituent ce qu'on désigne par la terre de SIAL (silice-aluminium).

A une profondeur encore plus grandes , la vitesse atteint 8 km/s ce la ce que dispose les roches ultrabasiques appelées SIMA (silice-magnésium).

Entre ces deux dernières zones ; il ya une discontinuité qui est marquée par des modifications brusques des propriétés élastiques .

Cette surface de discontinuités est appelé surface de MOHOROVICIE .



**Fig.1 : Structure interne de la Terre :**

**1.** [Croûte continentale](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cro%C3%BBte_continentale) **2.** [Croûte océanique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cro%C3%BBte_oc%C3%A9anique) **3.** Manteau supérieur **4.** Manteau inférieur (ou [Mésosphère](https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9sosph%C3%A8re_(manteau))) **5.** [Noyau externe](https://fr.wikipedia.org/wiki/Noyau_externe) **6.** [Noyau interne](https://fr.wikipedia.org/wiki/Noyau_interne) (ou graine terrestre).  
**A.** [Discontinuité de Mohorovičić](https://fr.wikipedia.org/wiki/Moho) **B.** [Discontinuité de Gutenberg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Discontinuit%C3%A9_de_Gutenberg) **C.** [Discontinuité de Lehmann](https://fr.wikipedia.org/wiki/Discontinuit%C3%A9_de_Lehmann)

**3/DENSITE ET PRESSION AU SEIN DE LA TERRE :**

Pour le calcule de la pression exercé à l'intérieur du globe terrestre (pression géostatique) il faut connaitre l'intensité de la pesanteur et la densité des roches à tous les niveaux.

**La densité:**

Elle augmente au fur et à mesure qu'on avance vers le centre de de 2.5 g/cm3

à la surface du globe terrestre elle passe à 3.4 g/cm3 à 100 km de profondeur .

au niveau du noyau elle augmente rapidement et atteint 9.9 à 10 g/cm3 au centre du noyau atteint 11 g/cm3.

Pour ce qui est de la densité de la pesanteur ,elle décroitrait de la surface vers le centre si les couches constituant le globe terrestre avaient le meme spécifiques .comme le noyau est plus dense l'intensité de la pesanteur atteint son maximum à la limite du noyau et diminue jusqu'a zéro au centre

**La pression:**

avec ses donnés nous pouvons calculé la pression exercée par le poids des roches sur un plan de 1cm 2 a l'intérieur du globe terrestre les calcules ont données les chiffres suivant:

1. a la limite inferieur du SIAL (50 km de profondeur ) la pression est de 1300 T/cm2
2. au niveau du noyau elle est de 1,4.106 ATM

au centre du noyau elle est de 3.106 ATM

**4/LES TEMPERATURES A L'INTERIEUR DU GLOBE TERRESTRE :**

Les mesures de températures effectuées dans les forages profonds ont permis d'établir que la température au sein du globe terrestre augmente en fonction de la profondeur, en moyen de 30 tous les 100m .

Le gradient géométrique(1/b): c'est la modification de la température en degré Celsius par unité de longueur .

Le degré géothermique (b): c'est la profondeur en mètres qui correspond à une augmentation de la température de 10

Ces deux paramètres varient d'un endroit à l'autre en fonction des conditions géologiques ou encore suivant l'environnement physico géographique.

exemple : les éléments radioactifs contenu dans les roches dégagent de la chaleur et réchauffent donc la terre .

**5/CONSTITUTION INTERNE DU GLOBE :**

Dans quel état se trouve la matière à l'intérieur du globe terrestre ? Solide ,liquide,gazeux .

L'état gazeux est à éliminé car la température aurait été très grandes pour transformer les minéraux en gaz .

Les roches peuvent se trouver à l'état liquide car elle fondent à 1000-1200 C0 soit à une profondeur de 100 à 130 km .

Les ondes longitudinales et les ondes transversales passent sans obstacle à travers les couches externes se disposent jusqu'à la surface du noyau.

Ainsi toutes les enveloppes de la terre doivent être considérées ,exception du noyau ,comme se trouve à l'état solide .

L'état liquide ne peut être attribuer qu'aux secteurs sujets soit à l'activité volcanique soit à certains autres formes de l'activité magmatique .

**CHAPITRE II ( GEODYNAMIQUE EXTERNE )**

**LES ACTIONS GEOLOGIQUES**

**I/ NOTIONS ESSENTIELLES SUR L'ATMOSPHERE :**

Les processus qui se déroulent à la surface de la terre sont étroitement liés à l'atmosphère qui est une enveloppe gazeuse extérieure aux géosphères. C'est un mélange de divers gaz dont la composition et la proportion varient avec l'altitude.

On distingue dans l'atmosphère en gros quatre couches concentriques (**Fig. 1 et 2** ):

1. La Troposphère : cette couche est en contact avec la Lithosphère, son épaisseur moyenne varie de 10 à 11 Km ( de 17 Km sur l'équateur elle passe à 8 Km sur les pôles.
2. La Stratosphère : elle se divise en stratosphère inférieure et supérieure ou mésosphère, son épaisseur varie de 70 à 80 Km au dessus de la troposphère.
3. La Thermosphère ou l'Ionosphère au dessus de la stratosphère.
4. Enfin l'Hétérosphère qui constitue une de transition de mélange gazeux-diffusion.



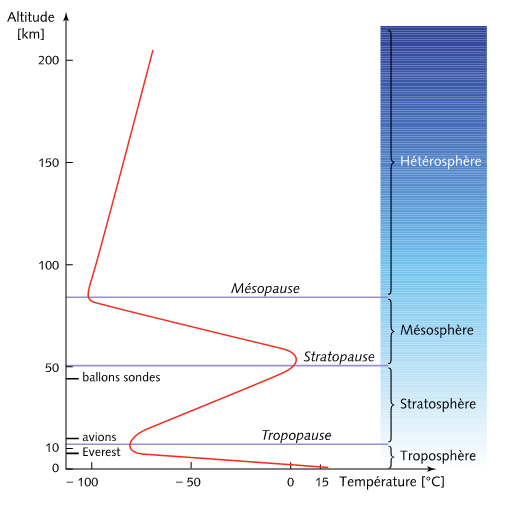
**Figure 1 : Les couches de l'atmosphère**

C'est la troposphère, la couche inférieure de l'atmosphère qui joue le rôle essentiel dans les processus géologiques qui vont se dérouler à la surface du globe terrestre.

La Troposphère se caractérise par une teneur variable en vapeur d'eau, une mobilité des masses d'air dans les sens vertical et horizontal, une décroissance progressive de la température avec l'altitude à raison de 0,5 à 0,6°C par 100 mètres.

Au dessus de l'équateur, à la limite supérieure de la troposphère, la température atteint -80°C. La température des parties supérieures de la troposphère est en moyenne de -50 °C.

L'atmosphère contient de l'oxygène, du gaz carbonique, de l'azote ainsi que des vapeurs d'eau produites par l'évaporation des mers; ces dernières sont à l'origine des précipitations et sont accompagnées par d'une absorption ou d'un dégagement de chaleur participant aux différents phénomènes dynamiques.



**Figure 2 : Températures et altitudes des couches de l'atmosphère**

L'oxygène, l'anhydride carbonique et l'eau sont les agents principaux de l'altération chimique des roches, ils provoquent l'oxydation, l'hydratation, la dissolution et l'hydrolyse phénomènes couramment observés à la surface du globe terrestre.

**B/ LES PROCESSUS D'ALTERATION :**

On appelle altération des roches l'ensemble des phénomènes de désagrégation mécaniques et de décomposition chimique des minéraux et des roches dus aux variations de la température, à l'altération des eaux, de l'oxygène, de l'anhydride carbonique et des organismes.

Les processus d'altération des roches sont classés en deux groupes:

1. **Les processus de désagrégation physiques** :

Il s'agit de la destruction de la cohésion des parties qui constituent les roches. Le mouvement peut se produire au sein de la roche même ( quand il y a changement de volume, on parle de désagrégation thermique) ou à l'extérieur sous l'action mécanique d'agents extérieurs, on parle alors de désagrégation mécanique.

a) Désagrégation thermique: Elle résulte des variations de températures, c'est à dire du réchauffement et du refroidissement illégale des roches . Quand la température varie les grains des minéraux qui constituent la roche se dilatent ou se contractent. La dimension des grains joue un rôle important dans la vitesse des processus de désagrégations qui est d'autant plus rapide quand la taille du grain est importante.

La désagrégation thermique est observée dans presque toutes les zones climatiques, mais elle est particulièrement intense dans les régions ou l'on enregistre des écarts brutaux de température ou l'air est très sec et qui sont presque ou totalement dépourvues de végétation .

L'altération sur place est accélérée par la fissuration des roches.

b)Désagrégations mécaniques: elle est due à l'action des agents extérieurs tel que le gel d'eau ,la croissance des racines de plantes et la cristallisation des sels .

1. **Les actions chimiques**:

plus les roches sont fragmentées par les processus de désagrégations physiques plus les actions chimiques sont intenses .

a) L'altération chimiques :

elle est le résultat de l'interaction des roches qui forment la partie supérieur de la lithosphère avec les éléments actifs de l'atmosphère de l'hydrosphère et de la biosphère.

Les principaux processus sont: l'oxydation ,l'hydratation , la dissolution et l'hydrolyse .

**1) L'oxydation**: l'interaction de l'O2 et de l'eau avec les sulfures formés au milieu réducteur est un exemple caractéristique des phénomènes d'oxydations :

Fe S2+ n O2 + m H2O → FeSO4  + Fe2(SO4)3  + Fe2O3nH2O

Fe S2 : pyrite ; FeSO4: protoxyde de fer instable

Fe2(SO4)3 : sulfate d'oxyde de fer instable; Fe2O3 : limonite oxyde stable.

L'altération chimique en liaison avec l'oxydation n'agit que dans les limites d'extension d'oxygène libre, ou comme on dit souvent de la" couche oxygénique" et est déterminée par la teneur en oxygène du milieu donné appelé potentiel d'oxydoréduction (potentiel REDOX) . ce dernier dépend de la composition des roches de leur porosité, de leur fissurité, de la profondeur du gisement et du régime de circulation des eux et des gaz .

**2) L'hydratation** : elle consiste en l'absorption de l'eau par les minéraux.

exemple de l'hydratation dans les conditions naturelles de l'anhydrite :

Ca SO4 + 2 H2O → CaSO42H2O

anhydrite gypse

et de l'hydratation de l'hématite (Fe2O3) qui ; lors de sa venue en surface , se transforme rapidement en limonite.

Fe2O3 + n H2O → Fe2O3n.H2O

**3) la dissolution et l'hydrolyse :**

la dissolution complète des minéraux par l'eau peut être observée dans les barres de sel, de gypse, dans les calcaires, les dolomies et les marnes. Dans ces roches se forment des cavités et des cavernes karstiques .

L'eau et l'anhydride carbonique participent non seulement au phénomène de dissolution mais à ceux aussi plus complexe de l'hydrolyse .

l'hydrolyse consiste en la décomposition des minéraux et dans l'élimination de certains éléments , elle conduit à un arrangement du réseau cristallin du minéral.

**Ouvrages à consulter :**

**1/ J. AUBOUIN, R. BROUSSE et J. P. LEHMAN : Précis de Géologie, Edition DUNOT Université.**

**2/ L. MONET : : Précis de Géologie, Edition Masson**