

## Chapitre II : Structure

La création et la répartition des reliefs étant contrôlés au premier ordre par la structure géologique, la géologie joue un rôle prépondérant dans la formation des paysages. La création d'un paysage résulte donc de processus climatiques et géologiques. Ces derniers sont influencés par :

**Stratigraphie** : différences des types de roches, âge et agencement des roches. Exemples : granites, calcaire, sable, etc..

**Lithologie** : résistance relative des roches par rapport à l'érosion, perméabilité.

**Tectonique** : propriété mécanique des roches (aptitude à la déformation).

### La structure du globe terrestre

La **planète Terre**, élément du système solaire, est âgée d'environ 4,5 milliards d'années. Elle se présente comme une sphère d'environ 6 370 km de rayon, légèrement aplatie aux pôles. Sa densité moyenne est de 5,5 g/cm<sup>3</sup>. Elle est beaucoup plus élevée en profondeur qu'en surface. Il existe, à l'intérieur de la terre, de nombreuses discontinuités mises en évidence par l'étude des ondes sismiques.

Autour de la Terre se trouve une enveloppe liquide discontinue (**hydrosphère**) et une enveloppe gazeuse (**atmosphère**). Les **océans** occupent **71 %** de la surface terrestre, les **continents**, **29 %**.

### La structure interne de la Terre

L'intérieur de la Terre est constitué d'une succession de couches de propriétés physiques différentes: au centre, le noyau, qui forme 17% du volume terrestre et qui se divise en noyau interne solide et noyau externe liquide; puis, le manteau, qui constitue le gros du volume terrestre, 81%, et qui se divise en manteau inférieur solide et 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 (fig.03). Elles ont été mises en évidence par les variations de propagation des ondes sismiques.

La **croûte terrestre** est l'enveloppe interne la plus superficielle du globe terrestre. C'est une couche solide mais de nature différente selon qu'elle forme les fonds des océans ou les continents. Son épaisseur est en moyenne de 30 Km. On reconnaît deux types de **croûte terrestre**: la croûte océanique et la croûte continentale.

La **croûte océanique** (7 à 10 km en moyenne), celle qui en gros se situe sous les océans, elle est constituée de deux couches principales :

- ✓ Une couche de sédiments, de moins de 500m d'épaisseur, caractérisée par une densité comprise entre 1.9 et 2.3 ;
- ✓ Une couche formée principalement de roches basaltiques de densité 3,2 et qu'on nomme aussi SIMA (silicium-magnésium) ;

Cette croûte est relativement jeune puisque créée par la tectonique des plaques actuelles.

La **croûte continentale** (35 km en moyenne, jusqu'à 70 km sous les chaînes de montagnes), comme son nom l'indique elle se situe sous les continents. Elle est plus épaisse et moins dense, sa densité varie entre 2,7 à 3 et qu'on nomme SIAL (silicium-aluminium).

Sa structure est très complexe et on y distingue deux couches principales :

- ✓ Une couche de sédiments associés parfois à des roches volcaniques. Cette couche est caractérisée par une densité comprise entre 2 et 2.5 ;
- ✓ Une couche de composition complexe, composée essentiellement par des roches granitiques. Sa densité moyenne est de 2.7 ;

Cette croûte porte les roches les plus vieilles sur Terre au-delà des 4 milliards d'année.

Le **manteau terrestre** majoritairement solide, est le moteur responsable de l'activité tectonique de la planète. Il se divise en deux grandes entités : le **manteau supérieur** et le **manteau inférieur**. Le manteau terrestre est plus basique que la croûte, il renferme moins de silice ( $\text{SiO}_2$ ) et le Fe et le Mg sont très abondants. Il est constitué par des roches ultrabasiques, ces roches sont principalement des **péridotites** (roches vertes pauvres en silice mais riches en fer et magnésium surtout).

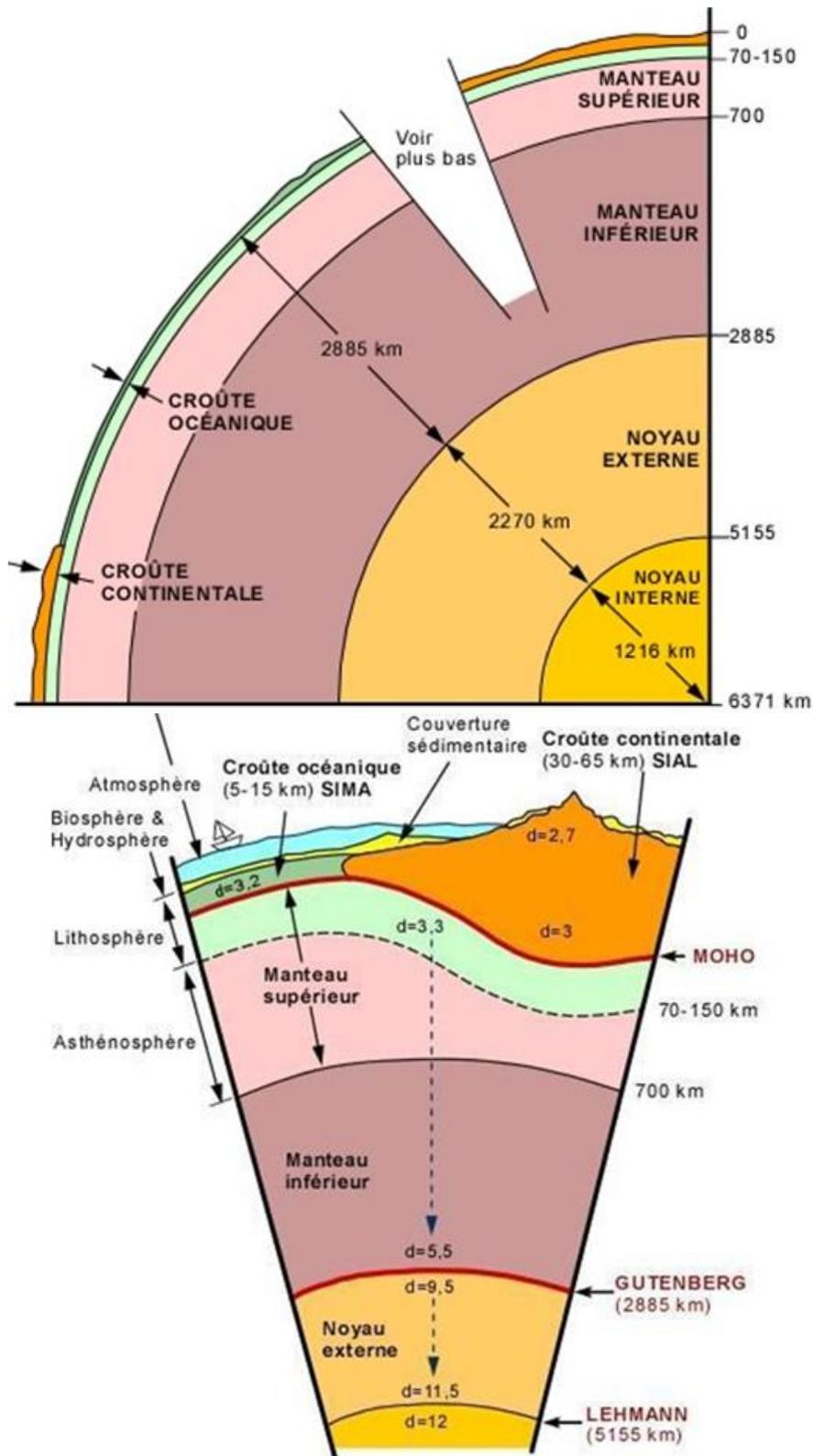
Le manteau supérieur est constitué par deux couches : la **lithosphère** et l'**asthénosphère**. La lithosphère est une couche rigide et froide, formée par la croûte terrestre et la partie superficielle du manteau supérieur, tandis que l'asthénosphère est une couche moins rigide (plastique) et beaucoup plus déformable. Le manteau inférieur représente 66% du manteau terrestre. Il est la partie plus visqueuse du manteau, avec une épaisseur d'environ 2100 km.

Le **noyau terrestre** est la couche la plus profonde et la plus dense, il se trouve au centre de la Terre. Il est composé d'un alliage métallique de fer (Fe) essentiellement et nickel (Ni) (presque 90% de fer). Ce noyau est divisé en un **noyau externe liquide**, qui s'étend de -2900Km jusqu'à -5100Km et un **noyau interne solide** également appelé **graine**.

- ✓ **Noyau externe** est principalement composé de fer, mélangé avec de nickel et de quelques autres éléments métalliques, à cause de sa température très élevée (elle atteint les  $4000^\circ\text{C}$ ), ces métaux sont en continuelle fusion et ils sont animés par des cellules de convection qui engendrent des courants électriques donnant eux-mêmes naissance à ce champ magnétique qu'on appelle le champ magnétique terrestre.
- ✓ **Noyau interne** correspond au centre de la Terre, il est solide et sa température peut atteindre les  $5000^\circ\text{C}$ .

Trois discontinuités majeures séparent croûte, manteau et noyau: la **discontinuité de Mohorovicic (MOHO)** qui marque un contraste de densité entre la croûte terrestre et le

manteau, la **discontinuité de Gutenberg** qui marque aussi un contraste important de densité entre le manteau et le noyau, et la **discontinuité de Lehmann** discontinuité sépare noyau interne et noyau externe.



**Figure .01.** Une représentation de la structure interne du globe terrestre

## Les différents types de roches

Les **roches** sont des matériaux naturels généralement solides et formés, essentiellement ou en totalité, par un assemblage de minéraux, comportant parfois des fossiles (notamment dans les roches sédimentaires), du verre résultant du refroidissement rapide d'un liquide (volcanisme) ou des agrégats d'autres roches. Les roches peuvent être formées d'une seule espèce minérale (roches monominérales) ou de plusieurs (roches polyminérales).

On classe habituellement les roches selon leur origine. On différencie :

- ✓ Les roches **exogènes** (ayant pris naissance à la surface du globe) : les *roches sédimentaires*
- ✓ Les roches **endogènes** (ayant pris naissance à l'intérieur du globe) : les **roches magmatiques** (refroidissement et cristallisation d'un magma) et les **roches métamorphiques** (transformation par la température et la pression de roches existantes).

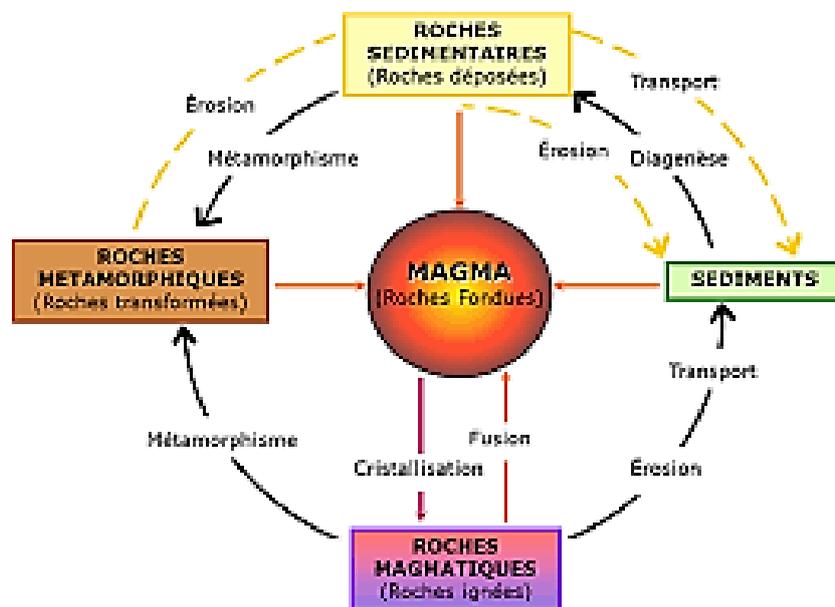


Fig.02. cycle des roches.

## Les roches sédimentaires

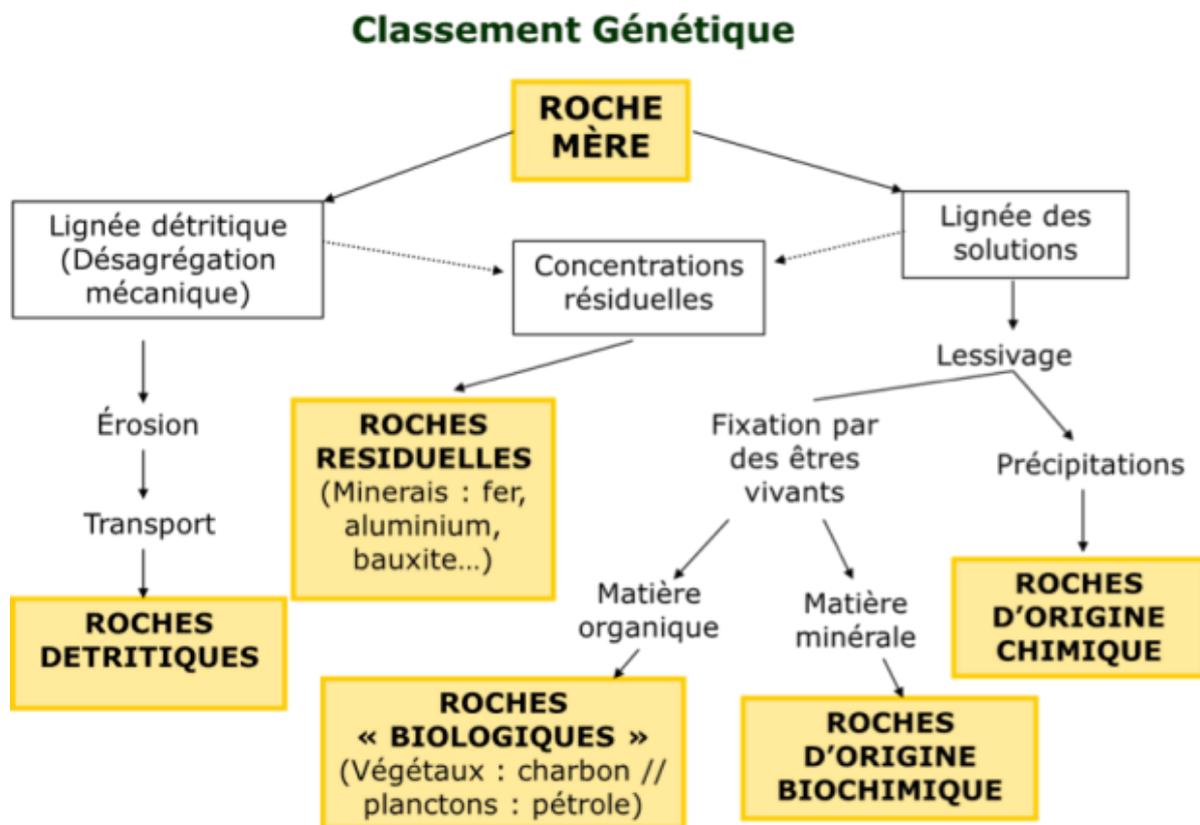
Les **roches sédimentaires** prennent naissance à la surface de la Terre au fond de l'eau ou sur le continent dans un milieu généralement aqueux. Elles sont ainsi qualifiées de **roches exogènes** par opposition aux **roches endogènes** (les roches métamorphiques et les roches magmatiques) qui ont une origine profonde. Les **roches sédimentaires** ne représentent que 5 % de la croûte terrestre. Elles se rencontrent sous forme de roches meubles (sables, graviers, limons...) ou consolidées (argiles, calcaires, gypse...). Elles forment 75 % de la surface des continents et probablement une proportion encore plus grande de la surface des fonds océaniques.

Les roches sédimentaires qu'elles soient meubles ou consolidées présentent fréquemment (1) une **stratification** matérialisée par une alternance de strates (couches=strates) superposées et (2) peuvent contenir des restes et/ou des empreintes d'animaux et/ou végétaux (**fossiles**).

Les roches-mères sont altérées par des agents physiques, chimiques et biologiques, ce qui produit des particules sédimentaires (**altération** et **érosion**). Les particules sont ensuite transportées par l'eau, la glace, le vent ou la gravité vers un lieu d'accumulation (**transport**). L'accumulation des particules (**sédimentation**) donne un sédiment qui est progressivement recouvert par d'autres sédiments et se transforme peu à peu en roche sédimentaire (sous l'effet de plusieurs processus qu'on appelle **diagenèse**).

Il est possible de classer les roches sédimentaires en trois grandes classes génétiques (fig.03) :

- les **roches détritiques** (altération de roches préexistantes **exemple** : sable),
- les **roches chimiques** (précipitation de substances minérales dans l'eau **exemple** : calcaire)
- les **roches biochimiques** (l'intervention des êtres-vivants : restes végétaux ou animaux **exemple** : calcaire bioclastique)
- les **roches organiques** (proviennent de l'accumulation des matières organiques végétales et/ou animales dans un milieu confiné **exemple** : pétrole).



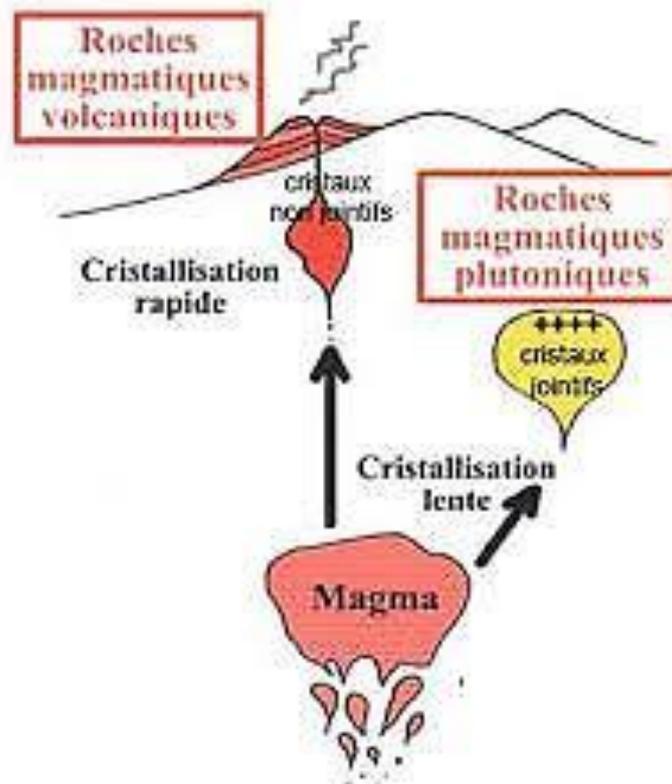
**Fig.03.** Classification génétique des roches sédimentaires

## Les roches magmatiques

Les **roches magmatiques** proviennent de la consolidation (la solidification) d'un magma issu de la profondeur par cristallisation. De ce fait, les roches magmatiques sont qualifiées de **roches endogènes**. Le mode de refroidissement des magmas constitue l'un des principaux critères de classification des roches magmatiques.

Un **magma** est un mélange plus ou moins visqueux de liquides, de solides et de gaz. Ces magmas dérivent de la fusion de matériaux mantelliques (roches du manteau) ou crustaux (roches de la croûte). Le refroidissement des magmas peut se faire soit à la surface de la terre donnant lieu aux roches magmatiques extrusives (éruptives ou volcaniques) soit en profondeur aboutissant à l'individualisation des roches magmatiques intrusives (plutoniques ou filoniennes) (fig.04).

- **Les roches plutoniques (ou intrusives):** Elles sont **entièrement cristallisées** suite à un refroidissement lent dans les profondeurs. Elles sont caractérisées par la présence de cristaux visibles à l'œil nu, on dit que la roche est grenue **exemple** : granite, constituent le type le plus fréquent.
- **Les roches volcaniques (ou éruptives) :** Elles sont **compactes**, contenant ou non des **cristaux** visibles à l'œil nu, dans une **pâte vitreuse (amorphe)**. Elles sont issues d'un magma qui se refroidit rapidement à la surface de la croûte terrestre **exemple** : basalte.



**Fig.04.** formation des roches magmatiques

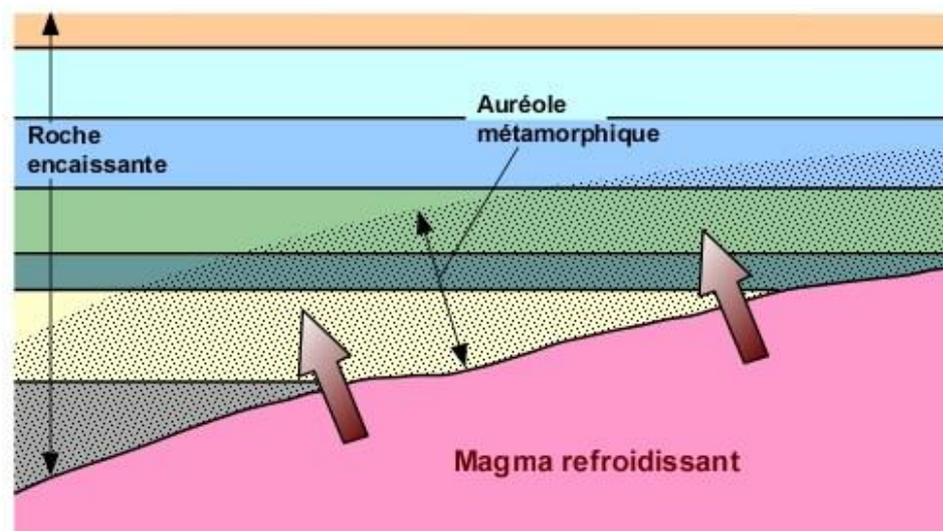
## Les roches métamorphiques

Les **roches métamorphiques** sont des roches formées par la **recristallisation** et généralement la **déformation** de roches sédimentaires, de roches magmatiques ou de roches métamorphiques déjà formées sous l'effet de la **température** et de la **pression** qui augmentent avec la profondeur dans la croûte terrestre **exemple** : gneiss.

Le **métamorphisme** consiste en une **modification minéralogique et structurale** des roches **à l'état solide**. Il peut avoir lieu lors de l'enfouissement de roches en profondeur (de 5 à 50 km), à la suite de mouvements de l'écorce terrestre (**métamorphisme général**), ou bien lors de la remontée d'un magma qui va modifier les terrains qui sont autour de lui (**métamorphisme de contact**) (fig.05).

Les principales catégories de roches métamorphiques sont les suivantes :

- Les quartzites : une roche très dure issue du grès soumis à des températures et des pressions extrêmes.
- L'ardoise : c'est une roche à grains très fins, de couleur foncée, qui était à l'origine un schiste.
- Le gneiss, le schiste et micaschiste : ce sont des roches grenues formées à partir d'argililes, d'ardoise, de grès ou de granite.
- Le marbre : c'est une roche douce, lisse, de différentes couleurs qui se forme à partir de roches calcaires qui ont été soumises à des températures et des pressions extrêmes.



**Fig.05.** métamorphisme de contact et formation des roches métamorphiques.