

## INTRODUCTION-GENERALITES

### 1. Définition - Objets (sujets, thèmes) de la géologie

La géologie est une science de la Terre ou globe terrestre. Les **roches** et les **couches** sont le premier objet d'étude de la géologie.

La **Terre** se compose de **plusieurs enveloppes**. De la profondeur à la surface, sur un rayon moyen de 6370 kilomètres, on trouve : **noyau**, **manteau** (ou **asthénosphère**) et **lithosphère** qui englobe la **CROUTE TERRESTRE**.

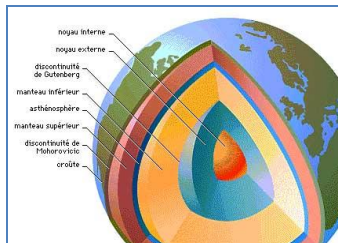
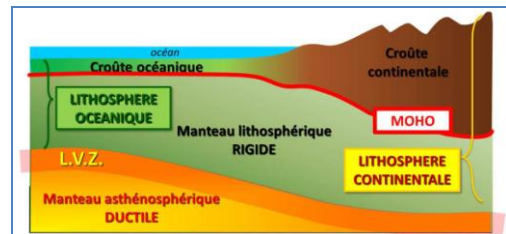


Schéma de la structure de la Terre (La lithosphère englobe la croûte terrestre et une partie du manteau).



Enveloppes de la Terre (à gauche)  
La lithosphère (à droite)

La géologie s'intéresse à l'enveloppe rigide (dure) la plus externe : la LITHOSPHERE (terme à retenir) et directement accessible à l'observation. La géologie est une science d'observation.

Cette lithosphère n'est pas immuable (invariable). Elle se déforme, se casse, se plisse. On dit qu'elle évolue, qu'elle est en mouvement. La géologie étudie également cette évolution au cours des temps passés et à venir.

La géologie suscite, occasionne, un grand intérêt scientifique. De nos jours, elle s'étend à l'étude du **système solaire**, de notre **galaxie** (**la Voie Lactée**) et même de l'ensemble de l'**Univers** ou **Cosmos**. De ce fait la géologie se rattache aux Sciences de la Terre et de l'Univers (STU). (La biologie est une Science de la Nature et du Vivant : SNV).

Elle s'intéresse à l'étude des roches, des minéraux, des fossiles, mais aussi aux ressources naturelles (eaux, minerais, charbon, hydrocarbures, pierres de construction...). La géologie s'intéresse également à l'activité terrestre illustrée par les **tremblements de terre** ou **séismes**, les éruptions volcaniques, les instabilités de terrain (éboulements, glissements).

#### Définition (résumée) de la géologie :

*C'est une science de la Terre. Elle a pour objet d'étude les roches et l'évolution de l'enveloppe la plus externe de la Terre : la lithosphère et plus particulièrement, la croûte terrestre, directement accessible à l'observation.*

*Elle englobe également l'étude du système solaire et de l'univers.*

## 2. Géologie – Biologie : Intérêt l'une pour l'autre

La géologie et la biologie sont toutes deux des sciences de la Nature. (*Définition simple de « Nature » : Ensemble de tout ce qui forme l'Univers sans intervention humaine. Par exemple, les océans, les montagnes, les êtres vivants font partie de la Nature ; les villes, les autoroutes...ne font pas partie de la Nature*).

La *biologie* étudie le monde du Vivant ou organique. La *géologie* s'intéresse au monde inorganique et en premier lieu aux **roches** et à ses composants : **minéraux**, **cristaux**, **fossiles**.

Les fossiles sont des restes d'animaux et de végétaux, donc d'anciens organismes qui ont vécu il y a des millions d'années et qui ont disparu, parfois totalement de nos jours. Exemple le plus connu : les dinosaures.

La **paléontologie**, science qui étudie les fossiles se trouve à la jonction de la biologie et de la géologie.

Un exemple d'une collaboration scientifique biologie/géologie : L'étude d'un oursin fossile (à gauche) qui a vécu il y a 20 millions d'années retrouvée dans une couche géologique. Il est totalement transformé en roche. Il ne reste plus la moindre particule organique.



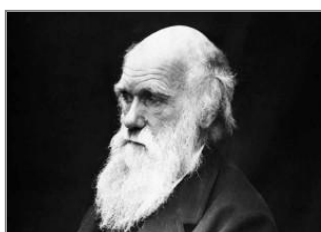
A gauche :  
**Oursin qui a vécu il y a quelques 20 millions d'années**  
A droite :  
**Oursin actuel**



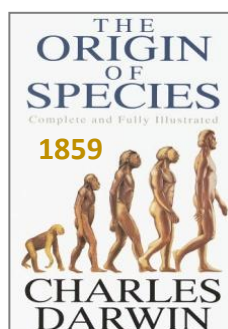
Le biologiste étudie l'organisme actuel qui présente de grandes similitudes avec l'oursin fossile. En donnant le genre, l'espèce et l'environnement, il apporte une aide précieuse au géologue qui va retrouver les conditions géologiques de l'époque (ici une vingtaine de millions d'années). On dit qu'il remonte le temps géologique.

Par ailleurs, les fossiles emprisonnés dans les couches, ou **strates**, permettent de subdiviser le temps. La paléontologie a permis l'élaboration d'une sorte de calendrier géologique dite « Echelle des temps géologiques » ou « Echelle stratigraphique ». Cette dernière représente un outil scientifique indispensable aux géologues.

C'est Charles Darwin (1809-1882) géologue et biologiste anglais, grâce à son concept sur l'origine des espèces, qui a permis l'établissement de cette échelle.



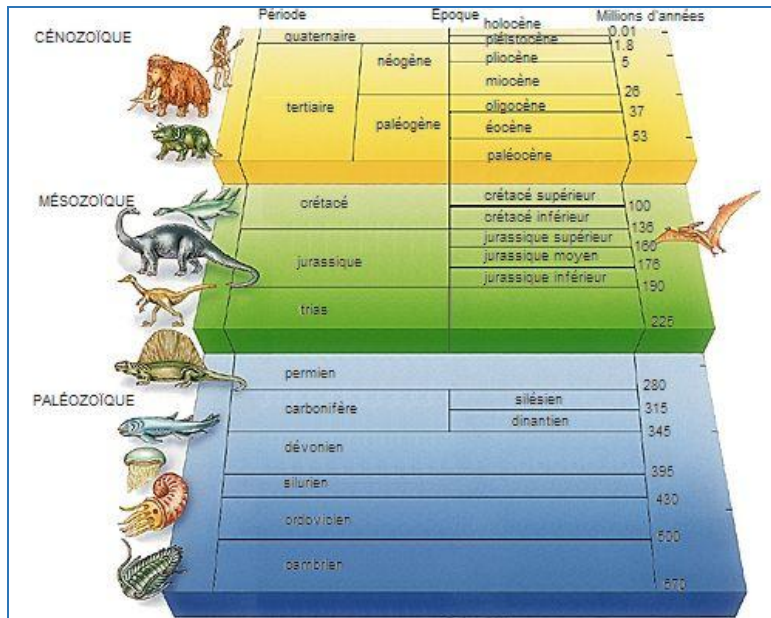
Charles Darwin



Voici une représentation schématique de cette échelle.

Les bandes horizontales colorées représentent un ensemble de couches (ou strates) et aussi du temps géologique. La faune (et en partie la flore) représentée à gauche sont les fossiles qui ont permis l'élaboration de l'échelle.

### Fossiles stratigraphiques et découpage des temps géologiques



On peut également, citer les crises biologiques (au nombre de 5); phénomènes naturels qui se sont déroulés sur 3 milliards d'années (environ) et qui ont entraîné des extinctions massives d'un grand nombre d'espèces animales et végétales. Les grandes subdivisions géologiques sont basées sur les disparitions de ces anciens organismes vivants devenus fossiles.

Actuellement, biologistes, géologues et volcanologues, astronomes, chimistes, physiciens, mathématiciens, géophysiciens et bien d'autres spécialistes, se penchent sur l'état actuel de notre planète et de son devenir.

Des notions de géologie sont nécessaires à ces différentes spécialités.

### 3. Buts de la géologie

#### a. But scientifique

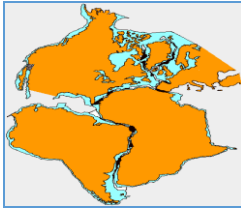
Elle s'applique à reconstituer l'âge et l'histoire de la Terre. Les travaux montrent qu'elle s'est formée il y a 4,6 milliards d'années. Sa surface était constituée de **magma**s (roches fondues + gaz). Leur température diminuait peu à peu ; ce qui permit, la formation de la première croûte terrestre. Le dégazage des magmas (gaz carbonique, oxygène et autres) vont contribuer à la formation de l'atmosphère.



Surface de la Terre, il y a 4,6 milliards d'années, avant l'apparition et le développement du vivant



La découverte du concept (idée) de la **tectonique des plaques** qui montre que les continents portés par des **plaques lithosphériques** sont en mouvement, est un résultat scientifique majeur.



Continents et tectonique des plaques



Phénomènes géologiques liés à la tectonique des plaques : Séismes (effet sur une route goudronnée)  
Eruption volcanique (à droite)

Elle explique la position des régions géographiques sujettes aux séismes et aux éruptions volcaniques. Elle permet d'émettre des hypothèses sur le devenir de la Terre, notamment sur l'agencement des continents dans 50 millions d'années, par exemple.

D'un point de vue biologique, la tectonique des plaques constitue le moteur principal de l'évolution du vivant. Explication : En se déplaçant, les continents se rassemblent ou se morcellent. Les côtes marines s'agrandissent ou disparaissent. Ces variations des aires marines obligent les organismes à s'adapter aux nouvelles conditions environnementales ou à disparaître dans certains cas.



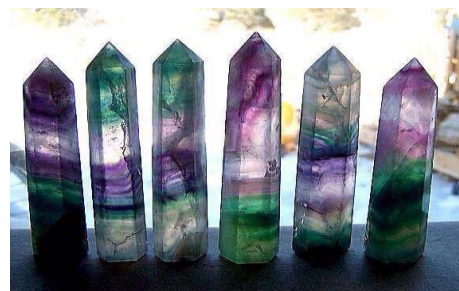
La tectonique des plaques constitue le moteur principal de l'évolution du vivant (illustration réalisée par des enfants).

## b. But économique

La géologie a aussi, un but économique. Les couches profondes sont explorées et exploitées dans le but de découvrir des ressources minérales (eau, charbon, minerais, hydrocarbures, pierres pour la construction dont des roches calcaires pour le béton, certaines roches, comme les argiles pour la médecine et la cosmétique, métaux et pierres précieuses : or, argent, diamant, opale...).



Strate renfermant hydrocarbures (pétrole)



Cristaux de quartz (Ici, pierres précieuses)

#### 4. Les principales disciplines (ou spécialités)

Les objets d'étude de la géologie sont variés. Pour cette raison, il existe différentes spécialités.

- a. **La pétrographie** : Elle a pour but la description et la classification des roches (étude macroscopique). Elle est complétée et affinée par l'étude au microscope polarisant. La volcanologie (ou vulcanologie) est une spécialité de la pétrographie.
- b. **La minéralogie et la cristallographie** : La première s'intéresse aux minéraux (à leur chimisme. Ex : quartz ;  $\text{SiO}_2$ ), la seconde à la forme des cristaux (hexagonale, photo en haut).
- c. **La pétrologie** : Il ne s'agit pas de l'étude du pétrole (lorsque c'est le cas, on parle de géologie pétrolière ou pétrologie), mais de l'étude des roches basée sur la géochimie (chimie des roches). Dans le cas des roches magmatiques ou métamorphiques, des analyses chimiques ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ...) permettent de déterminer leurs conditions de formation (Température, pression, profondeur...).
- d. **La sédimentologie** : Elle a pour but de retrouver les mécanismes de formation des roches sédimentaires. Une roche sédimentaire est formée par accumulation des débris d'autres roches.
- e. **La stratigraphie** : C'est l'étude des strates (ou couches) géologiques. Elle s'applique à retrouver la succession et l'âge des différentes couches.
- f. **La paléontologie** : C'est la science des fossiles. Un fossile est un reste, une trace d'animal ou de végétal disparus, mais dont les traces sont conservées au sein des roches.
- g. **La tectonique ou géologie structurale** : Elle étudie les déformations des couches ou terrains. Elle montre que les roches (magmatiques, métamorphiques et sédimentaires) se cassent (tectonique cassante) et se plissent (tectonique souple) pendant ou après leur formation.
- h. **La géologie appliquée** : Elle regroupe les applications pratiques de certaines branches de la géologie.
  - **La géologie pétrolière** se base sur la stratigraphie, la micropaléontologie, la tectonique, etc.
  - **La métallogénie** (ou gitologie ou encore géologie minière) s'intéresse à la genèse des gites minéraux et à la recherche de substances minérales utiles.
  - **L'hydrogéologie** : c'est l'étude des eaux souterraines. Elle s'intéresse aux nappes d'eau emprisonnées dans des couches et des cavités. Les branches impliquées sont la pétrographie des roches sédimentaires et la stratigraphie.
  - **La géologie marine** : Elle s'intéresse aux milieux marins, aux sédiments des côtes marines. Avec la paléontologie, c'est la branche qui présente le plus d'affinités avec la biologie.
  - **Géologie de l'ingénieur** : c'est la branche qui s'intéresse aux propriétés physiques des roches, afin de tester leur capacité à soutenir des constructions et ouvrages d'art (ponts, barrages, routes...). Cette branche fait souvent appel à la pétrographie, la minéralogie, la tectonique, l'hydrogéologie, la géophysique (autre spécialité des Sciences de la Terre).

## 5. Méthodes d'étude et différentes échelles d'observation en géologie

Les méthodes d'étude sont celles d'une approche scientifique classique, notamment lorsqu'il s'agit de travaux naturalistes. Ces derniers débutent par une étude générale. On dit également à grande échelle d'observation : étude d'une région, d'un gisement. Ils se poursuivent par une étude de détail, ou petite échelle d'observation : étude des roches (utilisation d'un microscope polarisant différent de celui des biologistes), des minéraux, fossiles, des eaux lorsqu'il s'agit d'hydrogéologie ou de géologie marine.

Sur le terrain, le géologue est muni, entre autres, d'un marteau de géologue, d'une boussole (aujourd'hui on utilise le GPS pour se localiser, mais la boussole reste indispensable), de loupes, de cartes topographiques et géologiques (utilisées aussi par les biologistes, géographes, urbanistes, architectes, archéologues...), de sacs d'échantillonnage, de marqueurs indélébiles, de carnets, de crayons de couleur...



Marteau



Boussole



Loupe



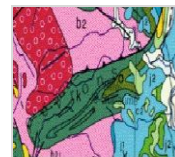
Microscope polarisant



Photo Satellite



Cartes topographique et géologique



Les différents outils, supports et méthodes d'étude se résument comme suit :

- a. **L'observation par satellites :** Elle permet d'étudier de très grandes surfaces, à l'échelle des continents. Les satellites fournissent des photos satellites.
- b. **L'observation par avion :** Elle produit des photos aériennes. L'observation couvre une surface d'un millier de km<sup>2</sup>.
- c. **L'observation régionale :** Elle permet l'étude d'une région d'une superficie du km<sup>2</sup>. C'est la plus courante en géologie. Elle se fait sur la base sur la base de cartes topographiques (voir TD).
- d. **L'observation à l'œil nu :** C'est l'aspect le plus courant de l'observation en Sciences de la Nature. On regarde directement les couches, les roches, les failles, les plis.
- e. **L'observation à la loupe :** Elle permet d'observer le détail d'une roche, par exemple des cristaux de la taille du millimètre.
- f. **L'observation au microscope :** Elle permet d'observer des éléments (cristaux par exemple), de l'ordre du dixième de millimètre.
- g. **Autres appareillages :** Certains appareils comme le diffractomètre aux rayons X (RX) et le MEB (microscope optique à balayage) permettent d'étudier la structure et la composition chimique des minéraux.

.....

Remarque : Les **mots en gras et soulignés** font l'objet d'une explication lors des cours suivants. Il est conseillé de les apprendre et de les mémoriser (les connaître par cœur) dès ce premier cours.