

# Chapitre 1

## INTRODUCTION A LA GEOLOGIE

### 1) QU'EST CE QUE LA GEOLOGIE

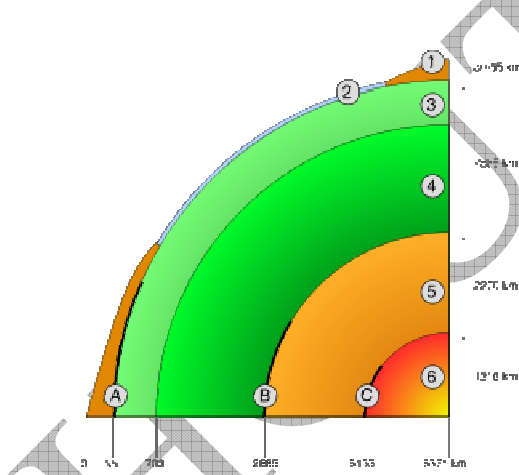
La géologie a pour objectif la reconstitution de l'histoire de la terre depuis ces origines (l'âge des plus anciennes roches connues approche les 4 milliards d'années) jusqu'à nos jours par le biais de l'étude des matériaux constitutifs accessibles à l'observation.

Il s'agit d'une science récente dont les précurseurs furent LEONARD DE VINCI et BERNARD PALISSY aux XV<sup>e</sup> et XVI<sup>e</sup> siècles. Au passage du XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles, HUTTON, WERNER, CUVIER et DARWIN lui donnèrent une nouvelle impulsion en introduisant les notions de plutonisme (distinction entre roches ignées et roches sédimentaires). WEGENER formule l'hypothèse de la dérive des continents au début du XX<sup>e</sup> siècle, mais ce n'est que depuis une trentaine d'années que la tectonique des plaques ou tectonique globale a donné un cadre cohérent à beaucoup d'observations jusque là disparates.

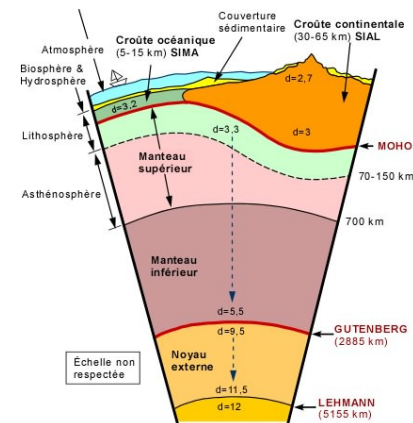
### 2) FORME DE LA TERRE

La terre a pratiquement la forme d'une sphère de 6370 Km de rayon, composée de couches concentriques (la croûte, le manteau, le noyau et la graine) dont la densité  $d$  augmente avec la profondeur de 2,7 à 12,0

La zone la mieux connue est la lithosphère : formée de la croûte et d'une partie du manteau supérieur, épaisse de 70 Km (sous les océans) à 150 KM (sous les continents), elle est considérée comme rigide et découpée en plaques mobiles qui flottent sur l'asthénosphère.



**Figure 1 :** Structure interne de la Terre



**Figure 2 :** Détail de la Lithosphère et de l'asthénosphère

1. Croûte continentale, 2. Croûte océanique, 3. Manteau supérieur, 4. Manteau inférieur, 5. Noyau externe, 6. Noyau interne,  
 A : Discontinuité de Mohorovic. B: Discontinuité de Gutenberg. C: Discontinuité de Lehmann

La **structure interne de la Terre** est répartie en plusieurs enveloppes successives, dont les principales sont la croûte terrestre, le manteau et le noyau. Cette représentation est très simplifiée puisque ces enveloppes peuvent être elles-mêmes décomposées. Pour repérer ces couches, les sismologues utilisent les ondes sismiques, et une loi : *Dès que la vitesse d'une onde sismique change brutalement et de façon importante, c'est qu'il y a changement de milieu, donc de couche.* Cette méthode a permis, par exemple, de déterminer l'état de la matière à des profondeurs que l'homme ne peut atteindre. (Manteau profond - noyau)

Ces couches sont délimitées par les discontinuités comme la Discontinuité de Mohorovic, celle de Gutenberg, nommée d'après le sismologue Beno Gutenberg, ou bien celle de Lehmann.

- Le noyau et graine : riche en fer, nickel (Fe, Ni)
- Manteau : riche en Silice, Magnésium (Si, Mg)
- Croûte terrestre : riche en Silice, Aluminium, Cuivre (Si, Al, Cu)

### 3) STRUCTURE DETAILLEE DE LA TERRE

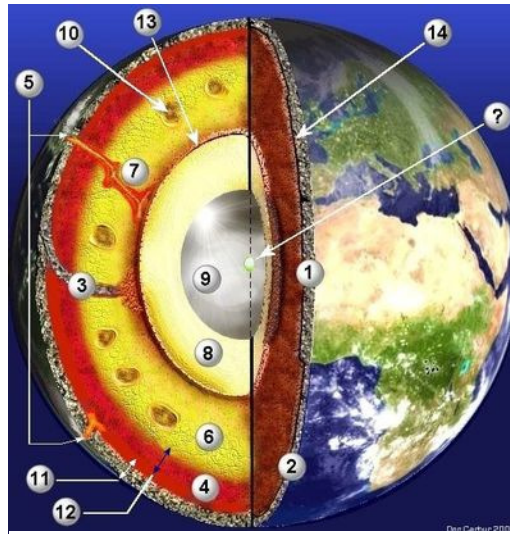


Figure 3 : Structure détaillée de la terre

(1) Croûte continentale solide essentiellement granitique surmontée par endroit de roches sédimentaires. Elle est plus épaisse que la croûte océanique (de 30 km à 100 km sous les massifs montagneux). La croûte ou écorce terrestre représente environ 1,5% du volume terrestre. Elle était anciennement appelée SIAL (silicium + aluminium).

(2) Croûte océanique solide essentiellement composée de roches basaltiques. Relativement fine (environ 5 km). Elle est également appelée SIMA (silicium + magnésium).

(3) Zone de subduction où une plaque s'enfonce parfois jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres dans le manteau.

(4) Manteau supérieur qui est moins visqueux (plus "ductile") que le manteau inférieur car les contraintes physiques qui y règnent le rendent liquide en partie.

(5) Éruptions sur des zones de volcanisme actif. Deux types de volcanismes sont représentés ici, le plus profond des deux est dit « de point chaud ». Il s'agirait de volcans dont le magma proviendrait des profondeurs du manteau proche de la limite avec le noyau liquide. Ces volcans ne seraient donc pas liés aux plaques tectoniques et, ne suivant donc pas les mouvements de l'écorce terrestre, ils seraient donc quasiment immobiles à la surface du globe, et formeraient les archipels d'îles comme celui de tahiti.

(6) Manteau inférieur aux propriétés d'un solide élastique. Le manteau n'est pas liquide comme on pourrait le croire en regardant les coulées de lave de certaines éruptions volcaniques mais il est moins "rigide" que les autres couches. Le manteau représente 84 % du volume terrestre.

(7) Panache de matière plus chaude qui, partant de la limite avec le noyau, fond partiellement en arrivant près de la surface de la Terre et produit le volcanisme de point chaud.

(8) Noyau externe liquide essentiellement composé de fer (environ 80 %) et de nickel plus quelques éléments plus légers. Sa viscosité est proche de celle de l'eau, sa température moyenne atteint 4000 °C et sa densité 10.

(9) Noyau interne solide (ou graine) essentiellement métallique constitué par cristallisation 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. Noyau interne et externe représentent 15 % du volume terrestre.

(10) Cellules de convection du manteau où la matière est en mouvement lent. 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.

(11) Lithosphère : elle est constituée de la croûte (plaques tectoniques) et d'une partie du manteau supérieur. La limite inférieure de la lithosphère se trouve à une profondeur comprise entre 100 et 200 kilomètres

(12) Asthénosphère : c'est la zone inférieure du manteau supérieur (en dessous de la lithosphère)

(13) Discontinuité de Gutenberg : zone de transition manteau / noyau.

(14) Discontinuité de Mohorovicic : zone de transition croûte / manteau (elle est donc incluse dans la lithosphère).

#### 4) DOMAINES DE LA GEOLOGIE

La géologie comprend classiquement trois principaux domaines :

- La Pétrographie : qui s'appuie sur l'étude des minéraux (minéralogie) et des propriétés de l'état cristallin de la matière (cristallographie) pour décrire les roches.
- La Stratigraphie : ou analyse de la succession des couches géologique : elle s'appuie sur la connaissance de la nature des terrains et de leur contenu en fossiles (biostratigraphie).
- La Tectonique : ou l'étude de la déformation de la partie superficielle de la terre

En génie civil, l'étude d'un projet doit passer par la connaissance du terrain qui constitue soit le support (fondation) ou l'enveloppe (tunnel) de l'ouvrage, soit un matériaux constitutifs de celui-ci (granulats enrochements) : comportement mécanique et hydraulique, caractère évolutif (altération). Les phénomènes géodynamiques d'origine interne (sismicité) ou externe (instabilité de pentes, effondrements...) doivent être pris en compte.

#### 5) APPLICATION DE LA GEOLOGIE AU GENIE CIVIL.

##### 5.1) Rôle du géologue

Dans tout projet de génie civil, le géologue intervient, en concertation avec le maître d'œuvres et en liaison avec les différents spécialités (ingénieur de structures, en technique routière, mécanicien des roches ou des sols, etc.), à plusieurs étapes :

- à l'amont des études, dans le choix des sites en fonction des impératifs techniques (liée à la topographie ou à des contraintes structurales) ou économiques, et dans la définition des reconnaissances à effectuer ; à ce niveau il est primordial pour le géologue d'identifier les contraintes majeures liées à la nature des terrains, à la structure, à la morphologie.
- au cours des études géotechniques, dans l'interprétation des résultats, dans leurs interpolations, pour affiner les connaissances et contrôler les hypothèses.
- au cours des travaux, dans la réorientation éventuelle du projet pour cause de résultats non-conformes aux hypothèses de départ, ou si un incident se produit (glissement de terrain, venues d'eau).

##### 5.2) Ce que le technicien attend du géologue.

Le principal souci d'un projeteur est d'adapter au mieux l'ouvrage qu'il conçoit aux conditions géologiques et géotechniques régnant sur le site. Il doit prévoir et déterminer les réactions aux efforts nouveaux qui vont lui être appliqués.

Pour ce faire il attend du géologue qu'il lui fournisse une représentation du terrain reflétant au mieux la réalité géométrique et physique actuelle, accompagnée d'un commentaire soulignant les éventuelles anomalies.

Pour être efficace dans ce domaine, le géologue doit connaître suffisamment les principes des méthodes de calcul ainsi que les particularités techniques des ouvrages. Il doit s'efforcer de réunir le maximum de données géométriques (structure détaillée du site) et de valeurs mesurées représentatives des propriétés physiques, mécaniques, et hydrauliques des matériaux, obtenues par des moyens de reconnaissance appropriés.