

# Notions de géologie

## Constitution des sols

---

### 0 – Rappels

La géologie (de géo = terre, logos = science, discours) est la science qui s'intéresse à la planète Terre, aux roches qui la composent, aux phénomènes, internes et externes qui l'affectent, ainsi qu'à son histoire. Elle permet aux hommes de découvrir les substances minérales dont ils ont besoin pour leurs multiples activités, mais aussi de prévoir et de comprendre certaines catastrophes naturelles que nous verrons plus tard dans le programme : glissements de terrain, séismes, volcanismes, Tsunami. Par extension, elle est également utilisée pour parler de la composition des autres planètes et satellites (Lune (Terre), Europe, Ganymède (Jupiter), Titan (Saturne), Triton (Neptune) du système solaire des astéroïdes, des comètes, et si on l'en explore un jour des exo planètes.



*Exemple de relief ardéchois*  
industrielles ou agricoles.

- Les éléments qui constituent un paysage sont nombreux : relief, végétation, cours d'eau, affleurements. Certains sont d'origine naturelle, d'autres sont dus aux activités de l'Homme.

- Un relief se caractérise par la présence de montagnes, de collines, de falaises, mais aussi de plateaux, de plaines ou de vallées dans lesquelles coulent des cours d'eau. Les affleurements de roches renseignent sur la nature du sous-sol.

- L'implantation humaine se manifeste par la présence d'habitations groupées ou isolées, de routes, d'activités

### 1 – Quelques notions de géologie

#### 1.1 – Différence entre sols et roches

Du point de vue géologique, le mot « roches » englobe à la fois :

- les roches massives (cohérentes et peu déformables (granits, grès),
- les roches meubles (sables)
- les roches plastiques (argiles)
- les roches liquides (pétrole)

Les matériaux constituant la croûte terrestre se divisent en deux grandes familles :

- les roches (silices, calcaire, feldspath, ...) qui sont des matériaux durs et ne peuvent être cassés qu'avec de très gros efforts mécaniques.
- les sols, au contraire, sont des mélanges d'éléments minéraux qui peuvent se décomposer en éléments de dimensions plus ou moins grandes sans efforts importants.

Ils viennent d'actions chimiques (oxydation), physiques (variation de température, gel), ou mécaniques (érosion, vagues, ...) des roches ; ainsi qu'une couche superficielle d'humus ou matière organique en décomposition grâce à des êtres vivants nommés

décomposeurs (cf. cours de 6<sup>ème</sup>)

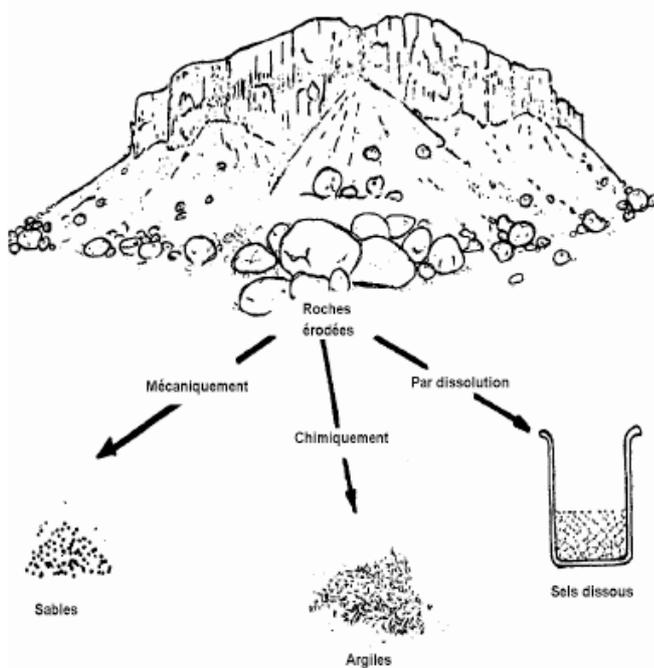
Le refroidissement de la Terre a occasionné des mouvements, qui ont créé des montagnes, des canyons et tout le relief qui a évolué au cours du temps (l'âge de la Terre est d'environ 4 milliards d'années).

### 1.3 - La formation des roches (au sens géologique) :

Remontant à trois cents millions d'années environ, les temps géologiques sont divisés en 4 ères :

- Primaire,
- Secondaire,
- Tertiaire
- Quaternaire

Ces ères sont elles-mêmes divisées en périodes et en étages. A chaque étage correspond des gisements ou des roches caractéristiques ; on peut donc définir (par carottage ou au vu d'un affleurement ou d'une carrière) chaque couche d'une coupe géologique.



*Exemple d'affleurement*

L'action des agents atmosphériques (pluie, vent, gel) a provoqué la fracturation des roches primitives. Cette désagrégation a produit des sables ou des boues qui se sont accumulées en couches ou strates sous forme de sédiments ; ceci a donné lieu à la formation de roches sédimentaires meubles (sables, argiles, loess), ou agglomérées (grès, molasses).



*Exemple de roche sédimentaire*

Ainsi on distingue 3 grandes classes de roches :

- Roches magmatiques (80% du volume de la terre)
  - Intrusives : solidifié à l'intérieur de l'écorce terrestre
  - Effusives : solidifié à la surface de la terre
- Roches sédimentaires (95% de la surface de la terre)  
Résultent des dépôts organiques, de l'altération de la roche mère, de l'érosion d'actions chimiques et physiques.

- Meubles : cailloutis, sable, limon, vase
- Consolidé : conglomérat, grés, argile, calcaire

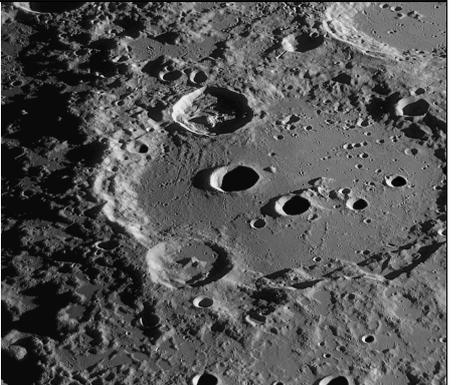
➤ Roches métamorphiques : Roches magmatiques ou sédimentaires transformées ultérieurement par des actions physiques ou chimiques telles que compression, échauffement, apport magmatique.

Exemple de métamorphisme :

- Argile => Phyllade (ex : ardoise)
- Calcaire => Marbre

## 2- Constitution des sols

Les sols sont constitués en général de trois phases : une phase solide, liquide et gazeuse. Les propriétés globales du sol dépendent des propriétés de chacune de ces phases mais aussi de leurs proportions respectives.

		
Érosion liée au vent et à la pluie		Érosion glaciaire
		
Érosion marine	Érosion liée à un cours d'eau	Érosion Lunaire
		
Érosion liée au vent	Érosion liée à un cours d'eau	Érosion marine

### 2.1 – la phase solide

La phase solide est constituée de particules minérales de différentes tailles, dont l'assemblage

constitue le squelette du sol. Les particules solides proviennent de l'altération physique ou chimique d'une roche appelée roche mère (voir § 1, ci dessus). Les plus gros éléments (tel les sables ou les graviers) proviennent d'une désagrégation mécanique (diamètre  $>2\mu\text{m}$ ) ; les plus petits éléments (les argiles) proviennent d'une altération chimique superposée à une désagrégation mécanique. Suivant leur dimension « d », les particules constitutives d'un sol, peuvent être classées :

d (diamètre)	Type de roche	
$d < 0,2\mu\text{m}$	Ultra-argiles	Sols pulvérulents
$0,2\mu\text{m} < d < 2\mu\text{m}$	Argiles	
$2\mu\text{m} < d < 20\mu\text{m}$	Limons et Silts	
$20\mu\text{m} < d < 200\mu\text{m}$	Sable fin	Sols cohérents
$200\mu\text{m} < d < 2\text{mm}$	Sable grossier	
$2\text{mm} < d < 20\text{mm}$	Gravier	
$20\text{mm} < d < 200\text{mm}$	Cailloux	
$d > 200\text{mm}$	Enrochements	

(Les limons se situant entre les deux  $2\mu\text{m} < d < 20\mu\text{m}$ , sont constitués d'éléments fins issus de la désagrégation mécanique des roches et de particules d'argiles).

Les sols pulvérulents :

Du fait qu'ils ont une faible activité de surface et qu'ils sont électriquement neutres, les actions entre les particules des sols pulvérulents (tels que le sable), sont généralement purement mécaniques. Ces particules sont soumises aux forces de pesanteur et aux forces de frottement grain à grain (réactions de contact). De ce fait, il n'y a pas de "collage" entre les grains si le sol est sec ou au contraire saturé d'eau (un sol pulvérulent coule entre les doigts).

Dans le cas des sols humides (non saturés), des ménisques d'eau se forment entre les grains et créent des tensions capillaires qui tendent à rapprocher les grains entre eux; ceci donne une certaine cohésion au sol (ex: cas des châteaux de sable).

Les sols pulvérulents se distinguent par la taille des particules, leur distribution, leur forme, leur angularité. On montre que la stabilité de ces sols augmente avec le nombre de contacts entre les grains : une granulométrie étalée est plus stable qu'une granulométrie serrée.

Les argiles :

Les argiles sont constituées de particules très fines. Le passage de la roche mère à l'argile s'est fait par dissolution chimique sous l'action de l'eau, combinaison chimique et recristallisation.

Les particules argileuses se présentent sous la forme de plaquettes très fines (quelques angströms d'épaisseur pour environ  $1\mu\text{m}$  de largeur), de plus chaque plaquette est chargée électriquement, ce qui à pour effet en présence d'eau de provoquer la formation d'une couche d'eau adsorbée à leur surface.

Remarque : effets colloïdaux

Il existe des argiles dont l'indice des vides (rapport entre le volume des vides et le volume des grains) peut atteindre 4 et plus, ce qui revient à dire qu'il existe des sols stables qui contiennent plus de vide que de matière solide. Ces sols ont donc des structures lâches où les particules sont suffisamment liées pour assurer la stabilité. Les forces de liaisons sont des forces de surface essentiellement d'origine électrique. Contrairement aux sols pulvérulents les particules minérales des argiles sont très fines et très aplaties, d'où une plus grande surface par rapport au volume; ceci explique que les forces de surface soient prépondérantes par rapport aux forces de pesanteur.

## 2.2 – La phase liquide

En général la phase liquide est constituée par de l'eau qui contient des ions en solution. Cette eau peut se présenter sous différentes formes:

- eau libre (eau qui peut circuler librement au travers des vides d'un sol : eau de la nappe aquifère)
- eau capillaire (eau "aspirée" par les interstices les plus fins du sol)
- eau adsorbée (pellicule d'eau fixée à la surface des particules argileuses par attraction électrostatique) : cette eau a les mêmes propriétés chimiques que l'eau libre, mais ses propriétés physiques sont modifiées (viscosité accrue). L'eau adsorbée est capitale dans le comportement des argiles.
- eau de constitution (faisant partie de la composition de l'édifice cristallin des particules de sol); il faut un étuvage à 300°C pour la déplacer.

#### Remarques importantes :

- eau libre, capillaire et adsorbée sont regroupées sous le nom d'eau interstitielle.
- pour les sols pulvérulents l'eau se rencontre essentiellement sous forme d'eau libre et d'eau capillaire
- suivant la quantité d'eau libre et d'eau liée dans une argile, celle-ci sera dans un état liquide, plastique ou solide

#### 2.3 – La phase gazeuse

La phase gazeuse est constituée d'air, et correspond à tous les vides qui ne sont pas remplis d'eau.

Suivant les cas, on a :

- un sol sec : les vides sont entièrement remplis d'air,
- un sol saturé : les vides sont entièrement remplis d'eau,
- un sol partiellement saturé : situation intermédiaire dans laquelle l'eau se trouve concentrée aux points de contact entre les grains par des forces de capillarité; les vides restants sont remplis par un mélange d'air, de vapeur d'eau et de gaz divers

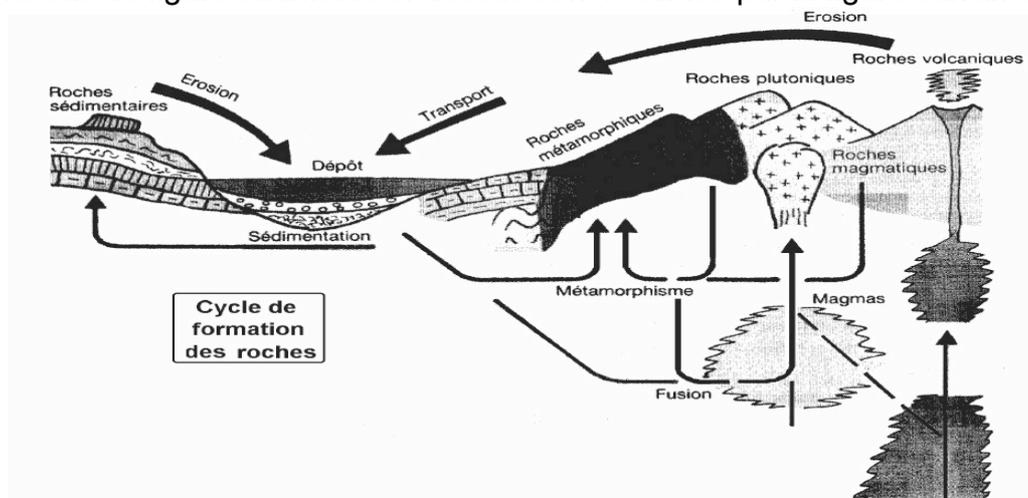
Par la suite, des mouvements et des plissements de l'écorce terrestre ont modifié l'ordonnement de ces couches jusqu'à leur donner leur aspect actuel.

Les fleuves et glaciers ont entraîné les roches désagrégées pour former les alluvions fluviales ou glaciaires.

Par ailleurs, les dépôts organiques accumulés au fond des mers (coquillages), se sont transformés pour constituer les roches calcaires.

Enfin, sous diverses actions (volcaniques, sismiques, ...), les roches internes sont remontées vers la surface. Le refroidissement des roches magmatiques s'est produit soit en profondeur : roches intrusives, de manière plus ou moins lente, avec cristallisation (granits ou diorites), soit en surface entraînant la formation de roches volcaniques, ou effusives (basaltes, pouzzolanes). Ces actions ont également provoqué une modification physique ou chimique de roches sédimentaires ou d'anciennes roches magmatiques, pour former les roches métamorphiques (gneiss, schistes, et marbres).

Les différents cas de figure énumérés ci-dessus sont résumés par la figure suivante :





*Exemple d'enrochement (Vallée de l'Eure)*