

I. Introduction à la Pétrographie

I.1. Définitions

La pétrographie (du grec *petra*, pierre, et *graphein*, écrire) est une des Sciences de la Terre qui s'intéresse à la description et à la classification des roches.

La pétrogenèse cherche à comprendre les mécanismes de formation des roches.

Pétrographie + pétrogenèse = Pétrologie.

La pétrologie (du grec *logos*, discours, parole) est donc la science qui s'intéresse à la description, classification et interprétation de la genèse des roches.

Une roche est un agrégat naturel de **minéraux**, de **minéraloïdes**, de verre et/ou de matière organique qui compose l'écorce terrestre.

- Le **granite** est une roche magmatique composée principalement des minéraux suivants : feldspaths, quartz et micas.
- Le **calcaire** est une roche sédimentaire composée de fossiles et d'une matrice carbonatée.
- Le **charbon** est une roche sédimentaire composée de matériel végétal lithifié.
- L'**obsidienne** est une roche magmatique composée surtout de verre volcanique.

Un minéral est un solide (*ce n'est pas un liquide, ni un gaz*), naturel (*il se forme sans l'intervention de l'homme*), possédant une composition chimique définie (*exprimée par sa formule chimique*) et une structure atomique ordonnée (*cristal*).

- La glace d'eau se forme naturellement ; elle est solide ; elle possède une composition chimique définie exprimée par sa formule chimique H₂O et possède une structure cristalline. La glace est donc un minéral. Par contre, l'eau liquide n'est pas un minéral, car elle n'est pas solide et ne possède pas une structure cristalline.
- La halite (le sel) se forme naturellement ; elle est solide ; elle possède une composition chimique définie exprimée par sa formule chimique NaCl et possède une structure cristalline. La halite est donc un minéral.
- Le verre peut se former naturellement (les verres volcaniques par exemple) ; c'est un solide ; par contre, sa composition chimique n'est pas définie et ne possède pas une structure cristalline. Le verre n'est donc pas un minéral.

Un **minéraloïde** possède toutes les caractéristiques d'un minéral **sauf la structure atomique ordonnée**.

La Terre est composée de roches. Les roches sont des agrégats de minéraux. Les minéraux sont formés d'atomes.

Les plus anciennes roches de la Terre

La plus vieille roche de notre planète jamais découverte est le *Gneiss* d'Acasta (Territoires du Nord-Ouest, Canada) vieux de 3,95 milliards d'années.

Intérêt de la pétrographie

- Scientifique : les roches sont aux géologues ce que les archives sont aux historiens. Elles nous permettent de reconstituer l'histoire des derniers 4 milliards d'années de la Terre.
- Economique : les matières premières minérales sont toutes extraites des roches. Les matériaux de construction sont pour la plupart à base de roches.
- Technologique : la construction des ouvrages d'art ne peut se réaliser sans une étude géologique des terrains qui se base sur les propriétés physiques et mécaniques des roches. Ces propriétés sont intimement liées à la pétrographie des roches.

I.2. Méthodes d'identification en Pétrographie

I.2.1. Méthodes descriptives

Les méthodes descriptives se basent sur :

- l'identification des minéraux dans les roches ;
- la détermination de la proportion des minéraux dans les roches ;
- la détermination de la structure et la texture des roches.
 - la structure d'une roche désigne l'aspect ou la forme que prend la roche tel qu'on peut l'observer à l'œil nu sur un affleurement rocheux (échelle macroscopique). Exemple : structure litée, massive, rubanée.
 - La texture d'une roche désigne l'agencement, la granulométrie et la forme géométrique des minéraux tel qu'on peut les observer au *microscope polarisant* (échelle microscopique).

La pétrographie est basée sur l'examen des lames minces des roches sous le *microscope polarisant* pour déterminer avec précision les minéraux et leurs proportions dans les roches.

Le *microscope polarisant* (appelé aussi microscope pétrographique) est l'outil de base de la pétrographie. C'est un microscope spécialisé conçu pour déterminer les propriétés optiques des minéraux. Son grossissement peut atteindre 1000x et permet d'identifier les grains des minéraux très petits.

I.2.2. Méthodes géochimiques

Les méthodes géochimiques consistent à déterminer à l'aide de différents instruments analytiques la composition chimique de la roche.

Cette composition chimique servira à classer les roches selon des critères internationaux. Les méthodes géochimiques sont plus fiables que les méthodes descriptives. Par contre, elles sont plus coûteuses et ne permettent pas une identification instantanée des roches sur le terrain, les échantillons doivent être ramenés au laboratoire.

Exemple d'appareillage de mesures utilisées par les méthodes géochimiques : spectromètre de fluorescence X, spectromètre à émission plasma, microsonde électronique.

I.3. Les trois familles de roches

I.3.1. Les roches magmatiques

- Les roches magmatiques proviennent de la cristallisation du magma.
- Le magma est composé de roches en fusion, de cristaux et de gaz dissous.
- Sept groupes de minéraux composent plus de 95 % en volume de toutes les roches magmatiques. Il s'agit de : l'olivine, les pyroxènes, les amphiboles, les feldspaths (plagioclases et feldspaths potassiques), les micas et le quartz.
- Selon la taille des cristaux et le degré de refroidissement du magma, on distingue les roches magmatiques plutoniques et volcaniques.
 - Dans les roches plutoniques, le refroidissement très lent du magma conduit à la formation de gros cristaux bien formés. La texture de la roche est dite phanéritique.
 - Au contraire, le magma qui donne les roches volcaniques refroidit beaucoup plus rapidement. Les cristaux sont beaucoup plus petits et la texture de la roche est dite aphanitique. Parfois, le refroidissement du magma est tellement rapide que la roche volcanique ne possède pas de cristaux. La roche présente alors une texture vitreuse.
- La structure des roches volcaniques peut être litée, ou en coussins (si le magma a refroidi sous l'eau). Les roches plutoniques présentent une structure massive.
- Selon la composition chimique, on distingue les roches felsiques et les roches mafiques.
 - Les roches felsiques sont issues de magmas visqueux riches en silicium (Si) et en aluminium (Al). Les principaux minéraux sont clairs : quartz et feldspaths.
 - Les roches mafiques sont issues de magmas très fluides enrichis en fer (Fe) et en magnésium (Mg). Les principaux minéraux sont foncés : pyroxènes et amphiboles.
- Exemple de roches magmatiques : le **granite** est une roche *plutonique* felsique composé de quartz, de feldspath alcalin et de biotite; le **basalte** est une roche *volcanique* mafique composé de plagioclases, de pyroxènes et d'olivine; le **gabbro** est une roche *plutonique* mafique composé de plagioclases et de pyroxènes (équivalent plutonique du basalte) ; la **rhyolite** est une roche *volcanique* felsique composée de quartz, de feldspath alcalin et de biotite (équivalent volcanique du granite).

I.3.2. Les roches sédimentaires

- Les roches sédimentaires proviennent de l'accumulation et la consolidation de sédiments.
- On classe les roches sédimentaires en trois types : roches détritiques (clastiques), chimiques et biochimiques.
 - Les roches détritiques proviennent de l'accumulation de débris de roches pré-existantes. Exemple : Grès, shale.

- Les roches chimiques proviennent de la précipitation de composés chimiques. Exemple : les évaporites (le sel).
- Les roches biochimiques proviennent de l'accumulation de débris d'origine organique. Exemple : le charbon.
- La formation d'une roche sédimentaire passe par les étapes suivantes :
 - altération (ou météorisation) de la roche mère ;
 - transport du sédiment ;
 - dépôt du sédiment ;
 - compaction et cimentation (lithification ou diagenèse).
- Les roches sédimentaires se caractérisent par une structure litée et par la présence de fossiles.
- Les principaux minéraux des roches sédimentaires sont : la calcite dans les calcaires, la dolomie dans la dolomite, les minéraux argileux (kaolinite, smectite, micas) dans les argiles. La halite, le gypse et la sylvite dans les évaporites. Le quartz et le feldspath dans les roches détritiques (grès).

I.3.3. Les roches métamorphiques

- Ce sont des roches transformées : elles résultent des transformations texturales et minéralogiques que subissent les roches lorsqu'elles sont soumises à des conditions physico-chimiques différentes de celles qui étaient présentes lors de la formation de la roche.
- Les principaux facteurs du métamorphisme sont la température et la pression.
 - La température augmente avec la profondeur et/ou avec la mise en place des roches magmatiques plutoniques ou volcanique.
 - La pression augmente avec la profondeur et de faite des contraintes.
- Les principales textures des roches métamorphiques sont la schistosité et la foliation.
 - la schistosité correspond à un feuilletage plus ou moins serré des roches sous l'influence de contrainte tectonique.
 - la foliation correspond à une différenciation pétrographique entre des lits clairs et des lits sombres (gneiss).
- En fonction de l'élévation de la température et/ou de la pression, on distingue plusieurs types de métamorphisme dont les plus importants sont le métamorphisme de contact et le métamorphisme régional.
 - Le métamorphisme de contact se produit autour d'une intrusion magmatique où les roches sédimentaires se transforment en des roches métamorphiques appelées : cornéennes. Ces roches ont des minéraux qui ne présentent pas d'orientation préférentielle.
 - Le métamorphisme régional est caractérisé par des températures élevées et des pressions fortes. Il est lié à la formation des chaînes de montagnes et donne naissance aux roches cristallophylliennes (roches cristallines ayant des feuilletés riches en phyllites tels que les micas).
- Les plus importantes roches métamorphiques sont :
 - Le marbre, composé essentiellement de calcite et qui résulte de la recristallisation de calcaire ou dolomites.
 - Le quartzite, composé essentiellement de quartz et qui résulte de la recristallisation des grès.
 - Le gneiss qui présente une structure foliée et résulte d'un degré élevé de métamorphisme des argiles, schistes, granites et autres types de roches.

1.4. Le cycle des roches (Figure 1)

- Dans le cycle des roches, le magma occupe une position centrale : il en est le point de départ et le point d'arrivée du cycle.
- La première phase du cycle est constituée par la **crystallisation** du magma, un processus qui conduit à la formation des roches **magmatiques**. Le magma peut cristalliser en surface, et les roches magmatiques formées sont dites : **volcaniques**. Les roches volcaniques sont donc exposées à la surface de la Terre. Si le magma cristallise en profondeur, il donnera des roches **plutoniques**. Les roches plutoniques sont amenées à la surface lors du **soulèvement** et l'**érosion** des terrains par les processus dynamiques de la tectonique des plaques, lors de la formation de chaînes de montagnes par exemple.
- A la surface, les roches magmatiques subissent les processus associés à l'**énergie solaire** - chauffage, refroidissement, vent, pluie - et la circulation d'eau météorique. Ces roches s'altèrent et se décomposent en grains individuels qui sont **transportés** par l'eau, la glace et le vent pour former un dépôt meuble, un **sédiment** (graviers, sables, boues). Ce processus est appelé **sédimentation**. Puis ce sédiment se transforme progressivement en **roche sédimentaire** selon un ensemble de processus qu'on appelle la **diagenèse**. Les roches sédimentaires sont les plus communes à la surface terrestre parce qu'elles forment une couche mince au-dessus de la croûte terrestre.
- L'enfouissement de cette roche sédimentaire (dans les chaînes de montagnes par exemple) implique des changements de la température et de la pression ambiantes. Les roches sédimentaires se transforment alors en **roches métamorphiques**. On appelle **métamorphisme**, le processus de transformation d'une roche sous l'effet de températures et de pressions élevées. Les roches magmatiques peuvent aussi être soumises aux processus du métamorphisme et produire des roches métamorphiques.
- L'érosion des roches métamorphiques et des roches sédimentaires produira aussi des sédiments et éventuellement des roches sédimentaires.
- Le retour au magma par la **fusion** des roches boucle le cycle.

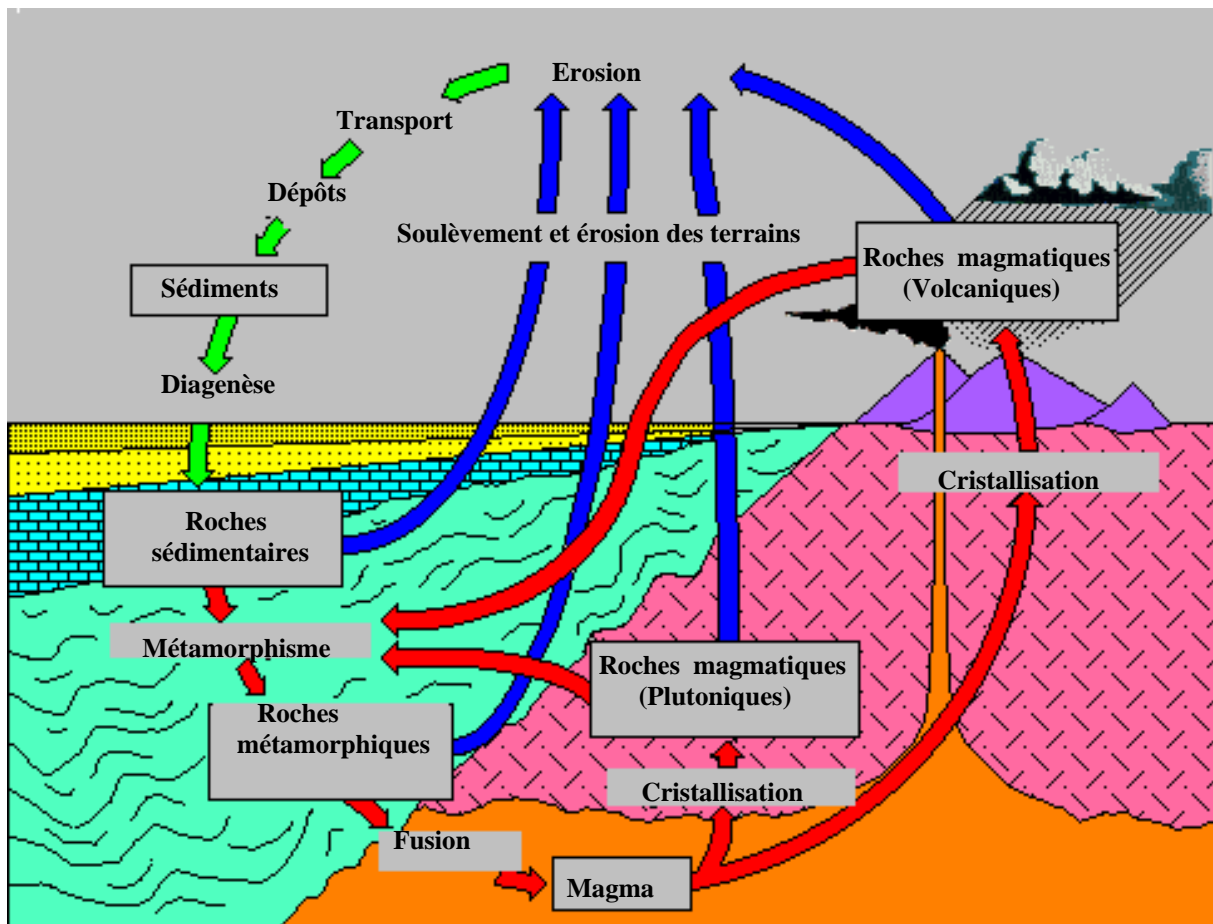


Figure 1 : Le cycle des roches
(d'après www.usgs.gov, modifié)