

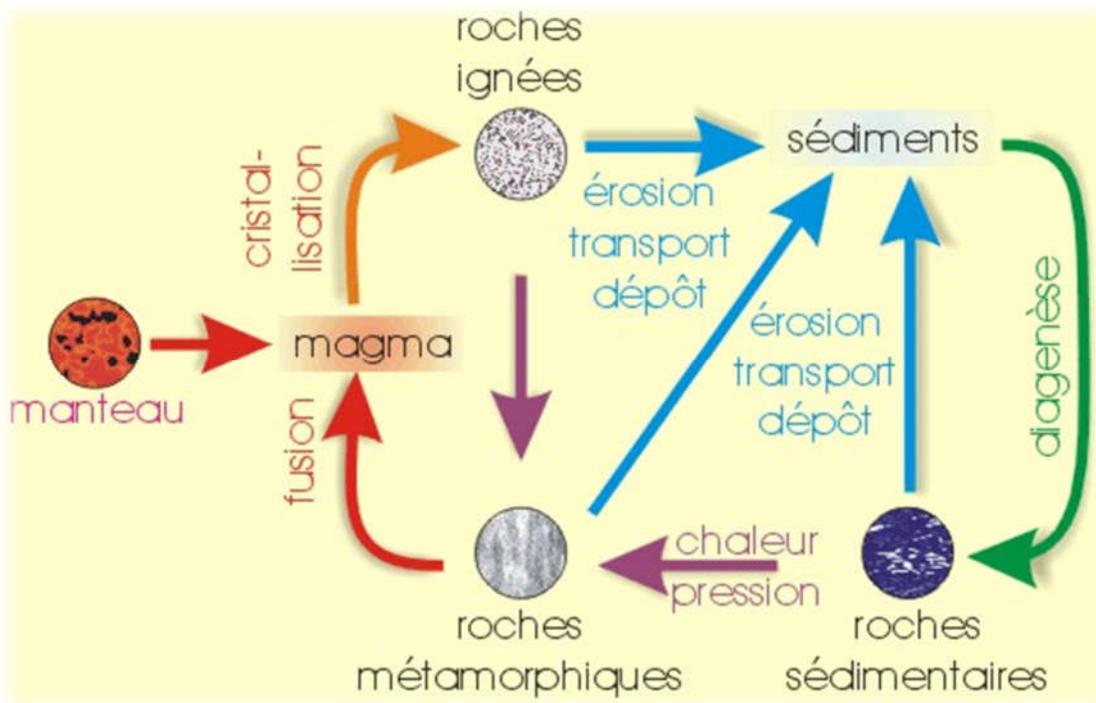
LES ROCHES

La roche est un matériau constitutif de l'écorce terrestre, formé en général d'un assemblage de minéraux et présentant une certaine homogénéité statistique, le plus souvent dur et cohérent (pierre, caillou), parfois plastique (ex. argile), ou meuble (ex. sable), à la limite liquide (ex. huile) ou gazeux. La classification est complexe, car basée sur un grand nombre de critères : les principaux groupes, sont :

Roche exogène, formée à la surface de l'écorce terrestre comme les roches sédimentaires

Roche endogène, formée au moins en partie à l'intérieur du globe, à des températures et à des pressions supérieures à celles régnant à la surface.

On distingue trois classes, les magmatiques, les sédimentaires et les métamorphiques. Chacune d'elles est divisée en groupes et types surtout fondés sur leur texture et la composition minérale.



Le cycle des roches

La relation entre les trois types peut se figurer dans ce qu'on appelle le cycle des roches. Les roches magmatiques se forment quand le magma remonte et se refroidit. Elles sont extrusives quand un volcan les a expulsées, intrusives lorsqu'elles se solidifient en profondeur. L'altération et l'érosion produisent des roches sédimentaires qui à leur tour, se muent en métamorphiques quand la température et/ou les pressions changent.

1. Les roches magmatiques

Appelées également les roches ignées, elles se sont formées par solidification de matières fondues émanées de l'intérieur de la Terre. À moins de 20 kilomètres de profondeur, on trouve déjà des températures dépassant les 1400°C, à cette température, les matériaux qui forment le manteau fondent et se transforment en masse visqueuse. On appelle cette masse visqueuse le **magma**. C'est de là que vient le nom de roches magmatiques ou roches de feu. À cause de certains mouvements de convection et des différences de pressions, le magma remonte à la surface en certains endroits. En remontant, il refroidit et se durcit. Au moment où le magma se solidifie, il y a formation de cristaux, donnant naissance à une masse solide de roches cristallines. Ce sont les roches magmatiques ou ignées. Elles composent près de 90 % de la croûte terrestre.

1.1. Le magma :

Un magma peut être défini comme étant un bain naturel de silicates en fusion qui peuvent contenir des cristaux ou des fragments de roches en suspension. Il se caractérise par sa composition qui est essentiellement silicatée, une température élevée de l'ordre de 1200 à 1500°C, et également une viscosité suffisante pour couler. On peut également trouver des oxydes, des sulfures, des gaz (surtout le CO₂), de la vapeur d'eau.

1.2. Bases de la formation des roches magmatiques :

Deux processus principaux sont à la base de la formation des roches magmatiques il s'agit de :

a. Fusion partielle :

Lorsqu'un matériau rocheux fond, la fusion n'est que très rarement totale (sauf parfois lors d'une fusion de la croûte continentale dans des conditions particulières). Dans la plupart des cas, la fusion n'est que partielle et dépasse rarement 30%. Or cette fusion partielle est inadéquate. Sachant que le liquide obtenu n'a pas la même composition que la roche de départ. Ceci est dû aux associations de minéraux de natures différentes qui forment la roche. Tous les minéraux ne fondent pas à la même température et les éléments chimiques vont avoir des comportements différents lors de la fusion.

B/ Cristallisation fractionnée :

La différence de comportement des éléments chimiques observés lors de la fusion partielle est également observée lorsque le magma cristallise en refroidissant. Lors de sa remontée vers la surface, un magma peut séjourner plus ou moins longtemps dans des chambres magmatiques où il va progressivement refroidir et commencer à cristalliser. Les premiers minéraux qui vont se former sont des minéraux ferromagnésien (Fe+Mg). Donc le liquide magmatique va progressivement s'appauvrir en Fe et Mg, et inversement progressivement s'enrichir en Si et Al. C'est ce qu'on appelle "la différenciation magmatique".

1.3. Les minéraux constitutifs des roches éruptives :

Une demi-douzaine de familles de minéraux constitue à elles seules la totalité des roches magmatiques. Parmi ces familles, on distingue d'une part, celles du quartz, des feldspaths et des feldspathoïdes qui sont des minéraux de couleur claire, et d'autre part, les minéraux ferromagnésiens (micas, pyroxènes, amphiboles et périclites) qui sont comme leur nom l'indique, des silicates de fer et de magnésium et dont les couleurs sombres vont du vert foncé jusqu'au noir. Tous ces minéraux sont des silicates.

Principaux minéraux des roches éruptives		
Famille	minéral	formule chimique
silice	quartz	SiO ₂
feldspaths	orthose	KAlSi ₃ O ₈
	albite	NaAlSi ₃ O ₈
	anorthite	CaAl ₂ Si ₂ O ₈
feldspathoïdes	leucite	KAlSi ₂ O ₆
	néphéline	(Na,K)AlSi ₃ O ₄
micas	muscovite	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂
	biotite	K(Fe,Mg) ₃ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂
amphiboles	actinote	Ca ₂ (Mg,Fe) ₅ (Si ₄ O ₁₁) ₂ (OH) ₂
	hornblende	(Ca,Na) ₂ (Mg,Fe,Al) ₅ (AlSi ₃ O ₁₁) ₂ (OH) ₂
pyroxènes	bronzite	(Mg,Fe) ₂ Si ₂ O ₆
	augite	Ca(Fe,Mg,Al)(Si,Al) ₂ O ₆
périclites	olivine	(Mg,Fe) ₂ SiO ₄

La teneur en silice est de 100% pour le quartz. Elle diminue ensuite progressivement en allant vers le bas du tableau. La couleur devient aussi de plus en plus foncée.

1.4. La classification des roches magmatiques :

La quantité de silice est utilisée pour la classification.

Les roches acides > 65% de silice

Les roches intermédiaires 55% à 65% de silice

Les roches basiques 45 % à 55%

Les roches ultrabasiques < 45%

Les principales roches magmatiques sont :

1.4.1. Les roches intrusives (plutoniques)

Un type de roche ignée forme quand le magma refroidit et se solidifie sous l'écorce terrestre (Ex. granite, gabbro). C'est-à-dire que la cristallisation s'effectue avant que le magma atteigne la surface. La cristallisation dans ce type de roche est lente et les cristaux prennent leurs temps à se développer.

Les roches intrusives plutoniques se solidifient dans les profondeurs de la terre et sont caractérisées par de gros cristaux.

1.4.2. Les roches extrusives (volcaniques) :

Les principales roches de cette catégorie sont les basaltes, l'obsidienne, la rhyolite le trachyte et l'andésite. Toutes se constituent d'ordinaire à partir de lave- le terme d'un magma qui s'est écoulé à la surface, sur terre comme sous la mer. D'autres roches extrusives comme le tuf et la ponce sont issues d'éruptions volcaniques.

Au contraire des roches intrusives la cristallisation de ces roches s'effectue rapidement, les cristaux n'auront pas assez du temps pour se développer de ce fait les cristaux constituant les roches extrusives sont petits et généralement on ne peut pas les distinguer par l'œil nu.

Entre ces deux types, on trouve deux types intermédiaires qui sont les roches **périplutoniques (hypoabyssales)** et les roches **hypovolcaniques**.

1.5. Modes de gisement des roches magmatiques :

A partir d'un même magma, la texture (présence ou non de minéraux visibles à l'œil nu) de la roche obtenue dépend de la vitesse de refroidissement. Plus le refroidissement sera lent, plus les minéraux vont croître. Si, en revanche, la vitesse de refroidissement est importante, les minéraux n'ont pas le temps de se former, ils vont être microscopiques. Si la vitesse de refroidissement est extrême (lors de la rencontre d'un magma et de l'eau), aucun minéral cristallin n'apparaît, et la roche prend une structure dite "vitreuse" (ex: obsidienne).

On va ainsi distinguer :

- **les roches à texture grenue** : où tous les minéraux sont visibles à l'œil nu et ont une taille millimétrique,
- **les roches à texture microgrenue**: où l'on observe quelques minéraux visibles à l'œil nu mais l'essentiel de la roche est formé de minéraux parfaitement visibles au microscope.
- **les roches à texture vitreuse**: où il y a quelques cristaux mais l'essentiel de la roche est formé d'un verre (structure non ordonnée des atomes à la différence des cristaux).

2. Les roches métamorphiques :

Les roches métamorphiques sont produites par la transformation de roches sédimentaires, d'autres roches métamorphiques ou de roches ignées, sous l'influence de divers facteurs tels que la température et/ou la pression. Les roches métamorphiques les plus connues sont les gneiss et les schistes.

3.1. Le métamorphisme

C'est le réajustement physico-chimique des éléments, qui entraîne une variation parfois importante de leur composition minéralogique (cristallisation de nouveaux minéraux, dits néoformés) et de leur aspect (acquisition de textures et de structures particulières). Selon la nature de la roche de départ on distingue :

- le para-métamorphisme : c'est une roche sédimentaire qui est métamorphisée
- l'ortho-métamorphisme : c'est une roche magmatique qui est métamorphisée
- le poly-métamorphisme : c'est une roche métamorphique qui est métamorphisée

Le métamorphisme a lieu quand une roche existante (protolithe) est soumise à des pressions ou des températures très différentes de celles où elles se sont formées. Ainsi, atomes et molécules se réorganisent en nouveaux minéraux, tandis que la roche est encore à l'état solide, sans qu'il y ait de fusion. Le résultat de cette transformation est nommé roche métamorphique.

3.2. Les facteurs du métamorphisme :

a- La température qui augmente avec la profondeur et/ou avec la mise en place de roches magmatiques plutoniques ou volcaniques ;

b- La pression qui, elle aussi, augmente avec la profondeur (pression statique), mais qui en outre peut augmenter du fait de la tectonique (pressions orientées). Cela permet, pour une température donnée la cristallisation de certains minéraux, et très souvent leur orientation selon des plans définis.

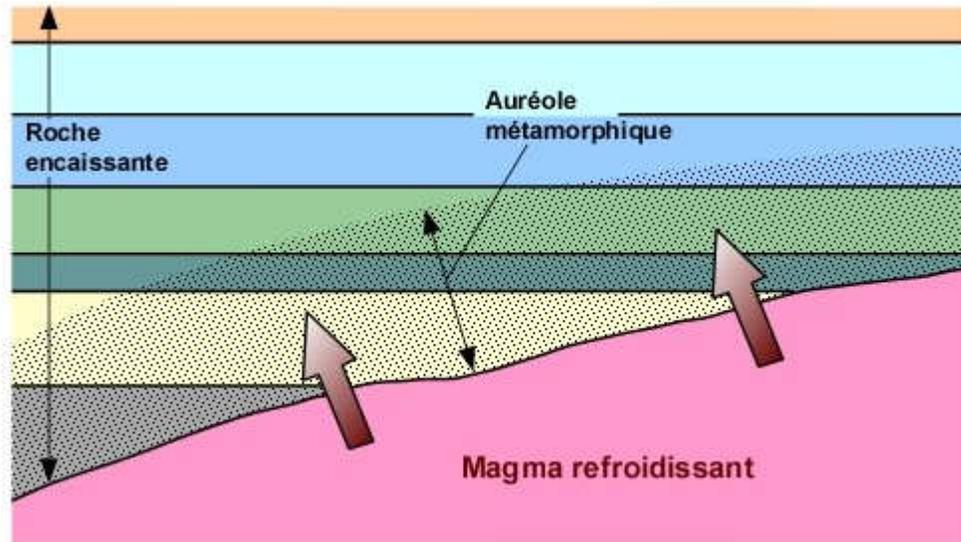
c- Les apports chimiques (dans certains cas), on dit alors que le métamorphisme est **allochimique**, la composition originelle des roches ayant été modifiée par des apports, et des départs d'éléments, tels Si, Al, Na, K, etc. Ce métamorphisme allochimique est d'extension limitée.

Le plus souvent, et en particulier pour les roches du métamorphisme général, on a un métamorphisme topochimique, c'est-à-dire qu'à l'échelle de l'échantillon et de la formation, la composition originelle des roches n'a pas été modifiée.

3.3. Les différents types de métamorphisme :

a-Le métamorphisme de contact :

Le métamorphisme de contact est celui qui se produit dans la roche encaissante au contact d'intrusifs. Lorsque le magma encore très chaud est introduit dans une séquence de roches froides, il y a transfert de chaleur à la roche encaissante aux bordures. Les minéraux de cette roche sont transformés par la chaleur et on obtient une roche métamorphique. On appelle cette bordure transformée, une auréole métamorphique. Sa largeur sera fonction de la dimension de la masse intrusive, de quelques millimètres à plusieurs centaines de mètres, allant même à quelques kilomètres dans le cas des très grands intrusifs



b-Le métamorphisme régional :

Le métamorphisme régional est celui qui affecte de grandes régions. Il est à la fois contrôlé par des augmentations importantes de pression et de température. C'est le métamorphisme des racines de chaînes de montagnes.

La formation de roches issues du métamorphisme régional est associée à la surrection des montagnes due à la collision des plaques lithosphériques. Ce phénomène augmente la température et la pression sur des surfaces pouvant atteindre des milliers de kilomètres carrés, et produisant un métamorphisme étendu.

c-Le métamorphisme de choc.

Le métamorphisme de choc est celui produit par la chute d'une météorite à la surface de la planète. Le choc engendre des températures et des pressions énormément élevées qui transforment les minéraux de la roche choquée, des températures et des pressions qui sont bien au-delà de celles atteintes dans le métamorphisme régional.

2.4.Classification des roches métamorphiques :

Le gros des roches métamorphiques (en volume) provient du métamorphisme régional. Selon le degré de métamorphisme régional, il se développe une suite bien spécifique de minéraux. Ces minéraux deviennent donc, pour une roche métamorphique donnée, des indicateurs du degré de métamorphisme qu'a subit la roche. A partir des assemblages minéralogiques (faciès), on peut établir le niveau des pressions et des températures à la quelles a été soumise la roche, et ainsi évaluer sa profondeur d'enfouissement dans les racines d'une chaîne de montagne.

-un faciès minéral est défini par l'association de certains caractérisant le chimisme d'une roche et le degré de métamorphisme qu'elle a subi.

Les principaux faciès minéraux, sont les suivants :

-a. faciès à zéolites : avec un sous-faciès à heulandite ou à analcime + quartz et un autre, de degré plus élevé, à laumontite + quartz ;

-b. faciès à prehnite et à pumpellyite : avec ces minéraux, du quartz et apparition possible de l'épidote ;

- c. **faciès des schistes verts** à chlorite, muscovite, amphibole (trémolite, actinote), plagioclases acides et à la limite supérieure apparition de biotite ;
- d. **faciès des schistes à glaucophane - lawsonite** (schistes bleus) avec des sous-faciès à pumpellyite vers la limite inférieure, à jadéite et quartz à P plus élevée ;
- e. **faciès des amphibolites** à hornblende verte, avec épidote et albite dans le sous-faciès inférieur, ou avec plagioclase plus basique ($An > 20$) dans le sous-faciès supérieur ; les micas sont stables et c'est la zone de P-T où se situe le point triple des silicates d'alumine (andalousite, sillimanite, disthène) ;
- f. **faciès des granulites** avec orthopyroxène, plagioclase basique et grenat (almandin - pyrope), et suivant les cas disthène ou sillimanite ;
- g. **faciès des éclogites** avec omphacite et grenat (almandin - pyrope) ;
- h. **faciès des cornéennes** qui suivant la température contiennent albite et épidote, ou hornblende verte, ou pyroxène et grenat ;
- i. **faciès des sanidinites** avec feldspaths sanidine et albite.

