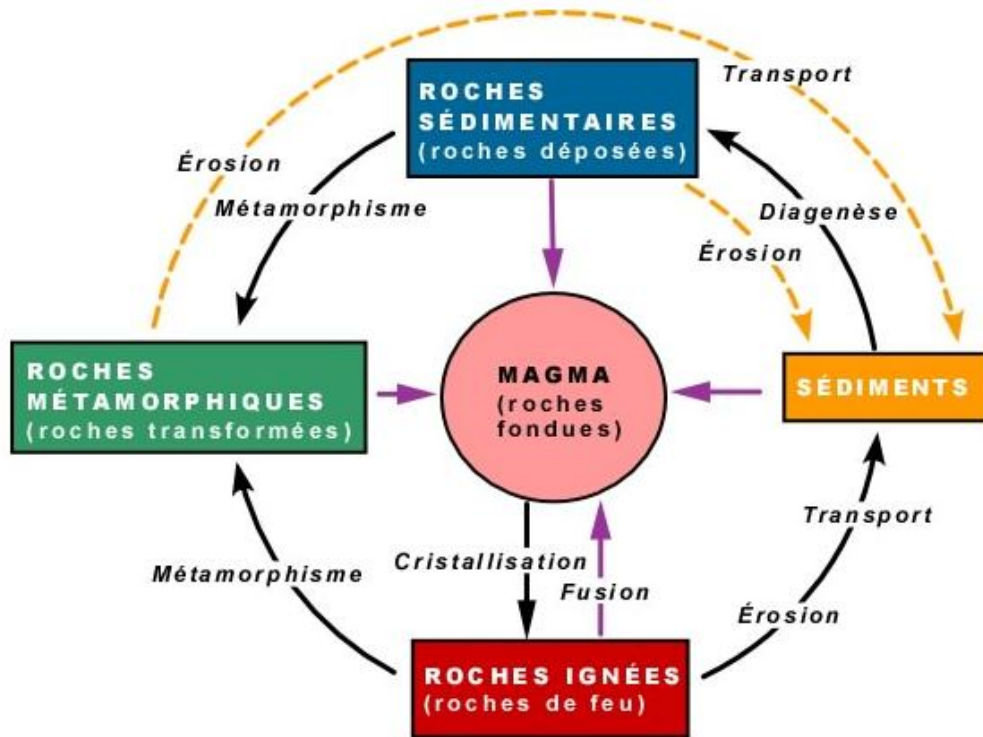


III. DU MINERAL A LA ROCHE

Trois grands types de roches forment la croûte terrestre : ignées, sédimentaires et métamorphiques. Le schéma qui suit présente, en un coup d'œil, ces trois grands types, ainsi que les processus qui conduisent à leur formation.



On parlera également de roches endogènes et exogènes :

III.1. LES ROCHES ENDOGENES :

Ces sont les roches qui se forment dans les grandes profondeurs de la terre. Ce type de roches englobe essentiellement les roches ignées, et les roches métamorphiques.

III.1.1. Les roches ignées (magmatiques) :

Appelées également les roches magmatiques, 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.

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.

III.1.1.1. 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".

III.1.1.2. 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 péridots) 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	NaAl Si ₃ O ₈
	anorthite	CaAl ₂ Si ₂ O ₈
feldspathoïdes	leucite	KAl Si ₂ O ₆
	néphéline	(Na,K)AlSi ₄ O ₄
micas	muscovite	KAl ₂ (Al Si 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
péridots	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.

III.1.1.3. 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).

Si le magma refroidit en profondeur (où la température ambiante est assez élevée), le refroidissement va être lent, les minéraux vont croître. La roche obtenue sera **une roche magmatique "plutonique" avec une texture grenue (ex: granite, gabbro).**

Si le magma arrive en surface ou très proche de la surface, son refroidissement est beaucoup plus rapide car la température ambiante est plus faible. **La roche obtenue sera une roche magmatique "volcanique", dont la texture sera en générale microgrenue ou vitreuse.**

III.1.1.4. Classes des roches magmatiques :

On classe généralement les roches et les magmas en fonction de leur teneur en Si:

- **Roches (magma) acide** = $\text{SiO}_2 > 65\%$ (ex: le **granite**), (le magma a subi une forte différenciation)
- **Roches intermédiaires** = $52\% < \text{SiO}_2 < 65\%$
- **Roches basiques (mafique)** = $45\% < \text{SiO}_2 < 52\%$: (ex: le **basalte**)
- **Roches ultrabasiques (ultramafique)** = $\text{SiO}_2 < 45\%$ (ex: la **péridotite** du manteau)

III.1.1. Les roches métamorphiques (**Transformantes**) :

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.

III.1.1.1. Le métamorphisme :

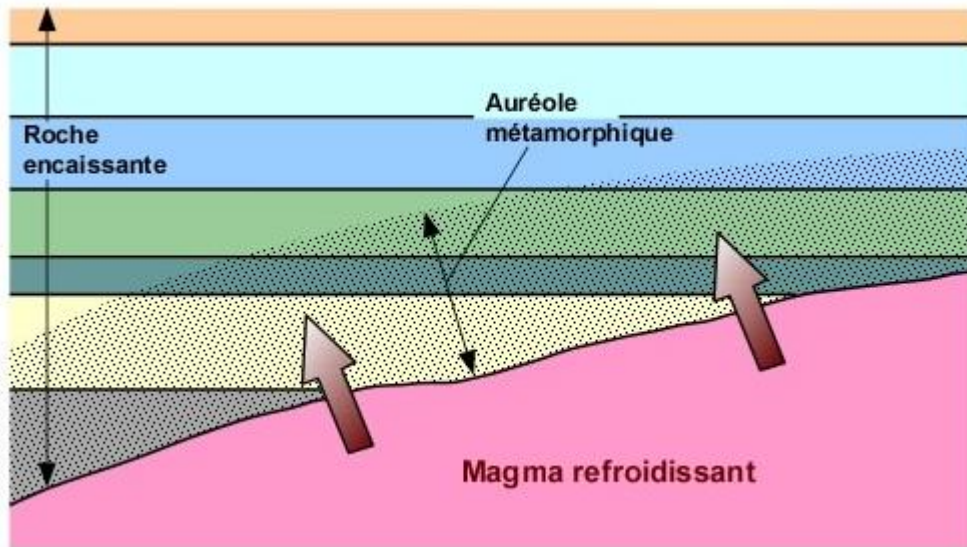
Les roches métamorphiques les plus connues sont les gneiss et les schistes (ardoise) C'est le réajustement physico-chimique des éléments, qui entraîne une variation parfois importante de leur composition minéralogique (cristallisation de nouveaux minéraux, dits néoformés) et de leur aspect (acquisition 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

III.1.1.2. 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 et cuisson de 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.

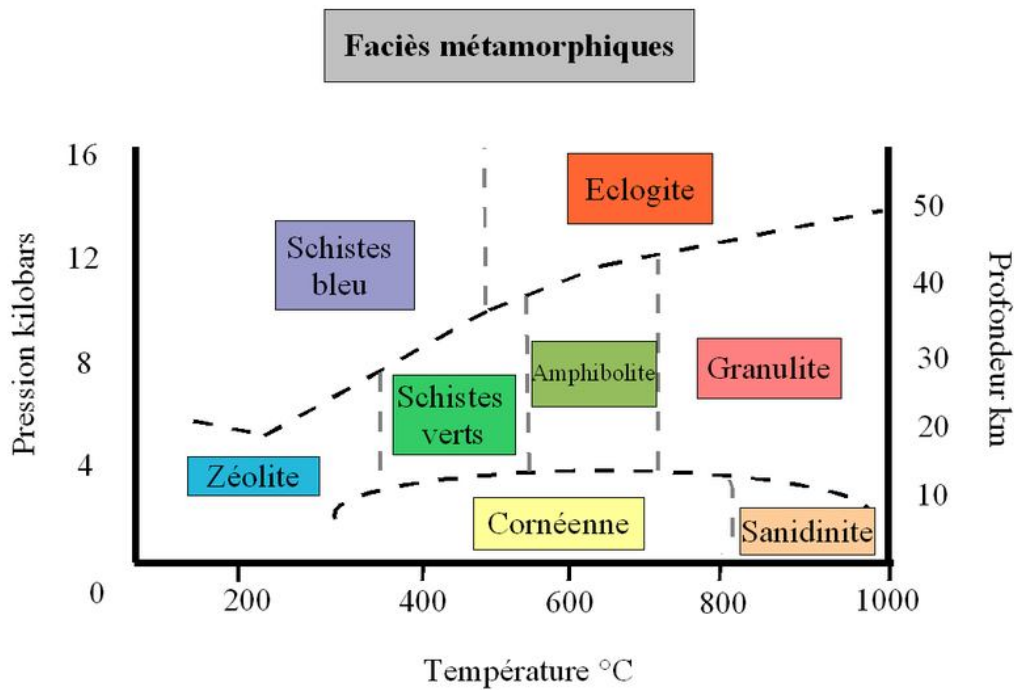
Le métamorphisme régional produit trois grandes transformations :

- Une déformation souvent très poussée de la roche ;
- Un développement de minéraux dits métamorphiques ;
- Un développement de la foliation métamorphique.

Dans ce dernier cas, les cristaux ou les particules d'une roche ignée ou sédimentaire seront aplatis, étirés par la pression sous des températures élevées et viendront s'aligner dans des plans de foliations ; c'est la foliation métamorphique caractéristique de ce type de métamorphisme.

III.1.1.3. Le nom des roches métamorphiques :

La plupart 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, 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.



III.1. LES ROCHES EXOGENES :

Ce sont des roches formées à la surface de la Terre, représentées principalement par les roches sédimentaires :

III.1.1. Les roches sédimentaires :

Ce sont des roches exogènes, c'est à dire formées à la surface de la Terre et qui représentent 5% en volume de la croûte et en couvrent 75% de la surface. Les roches sédimentaires sont la conséquence de l'endurcissement de sédiments accumulés en milieu lacustre et marin.

III.1.1.1. Définition d'un sédiment :

Les sédiments sont les débris formés par des processus de l'érosion qui inlassablement (tirelessly) attaquent et détruisent les terres émergées. Au sens large, cela comprend aussi les sédiments formés par des processus chimiques et biologiques à partir de matériel en solution dans les lacs et les océans.

Elles se sont formées par l'accumulation de débris ou par précipitation au sein des eaux. Elles sont toujours disposées en couches. La roche sédimentaire la plus fréquemment rencontrée est le **calcaire**. On connaît également les **argiles** et les **marnes** (mélange calcaire et argile).

III.1.1.2. Genèse des roches sédimentaires :

La genèse des roches sédimentaires se fait selon les Processus suivant : altération, transport, sédimentation, diagenèse.

1. Altération :

a. Mécanique : désagrégation mécanique (gel/dégel, racines des végétaux)

b. Chimique : les minéraux en déséquilibre avec les conditions atmosphériques sont facilement attaqués (Minéraux de haute température ; exp: Feldspaths attaqués par les eaux de pluies et transformés en minéraux des argiles (phyllosilicates) pour former des boues)

c. Biochimique : des végétaux se nourrissent en puisant directement dans les minéraux des roches

Ces 3 mécanismes => particules de toutes tailles.

2. Transport :

Agents de transport : vent, glace, eau

Suivant mode et énergie du transport => souvent stratifications planaires ou obliques avec granoclassement gravitaire fréquent.

3. Sédimentation :

Tout le matériel transporté s'accumule dans un **bassin sédimentaire** sous forme de couches successives dont la composition, la taille des particules, la couleur, etc., varient dans le temps => **stratifications**.

4. Diagenèse :

Ensemble des processus chimiques et mécaniques qui affectent un dépôt sédimentaire après sa formation (déshydratation, enfouissement, compaction, dissolutions, recristallisations, néoformations, **cimentation**)

B. Les principales roches sédimentaires :

Suivant leur mode de formation, on distingue trois grandes catégories de roches sédimentaires :

1. Les roches détritiques : provenant de l'accumulation des débris de roches préexistantes (conglomérats, grés, sables, silts)

2. Les roches organogènes : formées par l'accumulation des restes d'animaux ou de plantes, principalement à squelette calcaire (le [charbon](#), le [pétrole](#), le [calcaire](#), la [craie](#))

3. Les roches biochimiques : issues de la précipitation de substances chimiques en solution dans l'eau des lacs ou des océans (le [sel](#) « Halite » ou le [gypse](#)).

C. Critères d'identification des roches sédimentaires :

1. Stratification : les roches sédimentaires sont presque toutes litées et souvent très poreuses.

2. Contenu fossilifère : présence de substances ou d'objets liés au monde vivant (parties dures d'animaux, empreintes de plantes, perforations, traces de broutage ou de locomotion)