

PETROGRAPHIE

Les roches magmatiques et métamorphiques :

(Roches endogènes)

3 - La pétrographie

Définition - Les trois familles de roches

La pétrographie est la science qui étudie les roches.

Les roches sont classées en fonction de leur milieu de formation et du matériau qui est à leur origine. On distingue :

- Les roches magmatiques ou ignées (*ignis* = feu) et anciennement roches éruptives
- Les roches métamorphiques
- Les roches sédimentaires

A. Les roches magmatiques

Définition : magma – formation du magma

Ce sont des roches issues du refroidissement, ou cristallisation, d'un **magma**.

Un magma est un mot d'origine grecque signifiant « pâte ». En géologie il désigne un matériau plastique et chaud dont la température varie entre 700 et 1200°C. Il s'agit, plus précisément, d'une pâte *silicatée* visqueuse* contenant des gaz**.

*Visqueuse : état entre liquide et solide ; qui a une consistance pâteuse; qui s'écoule lentement.

**Les gaz sont représentés par : eau (H₂O) ; gaz carbonique (CO₂) ; anhydride sulfureux (SO₂) ; acide chlorhydrique (HCl), hydrogène (H₂), sulfure d'hydrogène (H₂S) et le soufre (S₂). Ils jouent un rôle très important dans le volcanisme (ensemble des manifestations liées aux volcans).

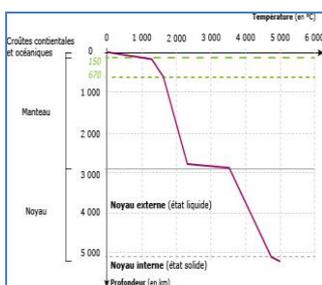
Lors des éruptions volcaniques H₂O s'associe à SO₂ selon l'équation : $SO_2 + H_2O + 1/2 O_2 = H_2SO_4$ qui est de l'acide sulfurique (vitriol) qui peut retomber dans le voisinage des volcans. On parle de pluies acides.

Comment et où se forment les magmas ?

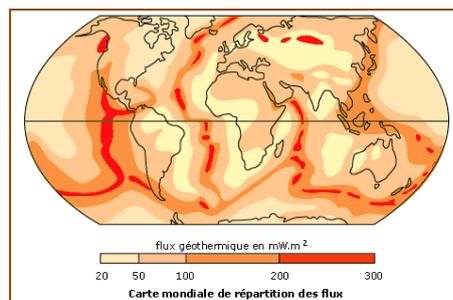
Le magma résulte de la fusion de roches situées en profondeur. Cette transformation se fait, essentiellement, sous l'effet de l'augmentation de la température.

Au sein de la Terre, la température augmente naturellement avec la profondeur. En moyenne, cette augmentation est de 1°C tous les 33 mètres. On parle de gradient géothermique.

A la surface de la Terre le flux de chaleur le plus important se trouve au niveau des limites de plaques lithosphériques. Elles sont de ce fait les lieux privilégiés de la formation des magmas.



-La température du noyau interne correspond est de 5.000°C.



-La dissipation de l'énergie interne (bandes rouges) du globe au flux géothermique (répartition de la chaleur).

L'origine principale du flux géothermique (transfert de chaleur) provient de la désintégration des substances radioactives contenues dans les roches. Ces substances sont l'uranium ²³⁸U, ²³⁵U, le potassium ⁴⁰K et le thorium ²³²Th.

Niveau de mise en place du magma

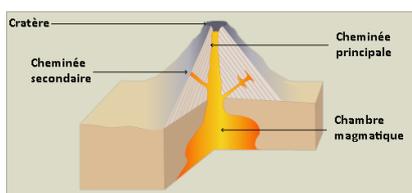
Le magma peut refroidir et se solidifier en profondeur et les masses magmatiques forment des plutons ; on parle de **roches plutoniques** (ou intrusives, qui rentrent par force).

Le magma peut remonter jusqu'à la surface et former des volcans. On parle de **roches volcaniques** dites « extrusives » ou « effusives » ou encore laves ou roches d'épanchement.

a. Les roches volcaniques

Le magma formé en profondeur emprunte de grandes fractures de l'écorce terrestre (failles lithosphériques) pour remonter à la surface et former des édifices appelés volcans.

Le magma qui s'écoule forme les laves dont la température atteint 1200°C.



Coupe verticale d'un volcan



Vésuve (Italie)



Localisation du Vésuve

Au contact de l'air, les laves se consolident rapidement pour former des roches volcaniques. De ce fait, les cristaux silicatés n'ont pas le temps de se former aux dépens de toute la lave. On dit que la cristallisation est incomplète. Ainsi les roches volcaniques comme *le basalte* ou la *rhyolite* montrent peu ou pas de minéraux visibles à l'œil nu. Le magma qui cristallise rapidement forme ce qu'on appelle du verre volcanique.



Basalte (roche noirâtre, d=2,9) : échantillon et lame mince



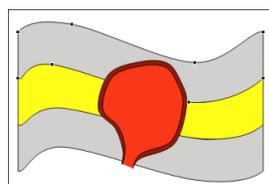
Rhyolite (roche blanchâtre, d=2,7)

b. Les roches plutoniques

Un pluton : c'est une masse de magma qui s'est solidifiée en profondeur.

Dans la formation de ces roches, le magma reste au sein de la croûte terrestre. Ainsi protégé, il refroidit et cristallise lentement et entièrement. Les cristaux sont souvent gros et bien visibles à l'œil nu. On dit que la roche est **grenue**. Exemple : le granite.

(Pluton et Vulcain, étaient les dieux qui régnaient sur l'Enfer dans la mythologie romaine et/ou grecque qui pensaient que l'enfer se trouvait au centre de la Terre).



Magma (en rouge) formant un pluton



Pluton granitique (affleurant)



Granite



Gabbro

c- La cristallisation des magmas

La cristallisation d'un magma donne naissance à des **silicates** dont les principaux sont :

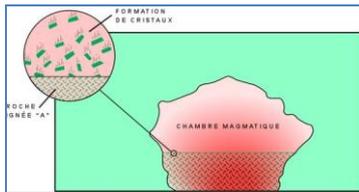
Les péridots, les pyroxènes, les amphiboles, les micas (biotite), les feldspaths (orthose et plagioclases) et enfin le quartz.

On classe les roches en fonction de leur composition minéralogique et de leur texture.

Texture d'une roche : En pétrographie, la texture (parfois appelée structure) d'une roche caractérise l'arrangement des cristaux entre eux. Elle fait intervenir la taille des cristaux. Lorsque ces derniers sont visibles à l'œil nu (ou à la loupe), on parle de textures macrocristallines. Lorsque les cristaux ne sont visibles qu'en lame mince (microscope), on parle de texture microcristallines. Lorsque les cristaux sont inexistant, car ils n'ont pas eu le temps de cristalliser dans la chambre magmatique, on parle de textures vitreuses (présence du verre volcanique).

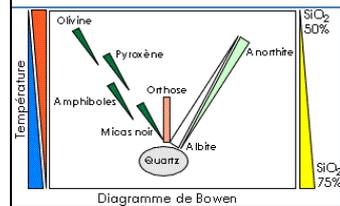
La texture dépend de la profondeur de mise en place du magma. Dans les roches plutoniques, les textures sont macrocristallines ou grenues. Dans les roches volcaniques, les textures sont microcristallines (microlitiques) et vitreuses.

Les silicates se forment dans une masse de magma : chambre magmatique



Dans une chambre magmatique, les silicates se forment progressivement. Les minéraux de haute température se forment en premier (olivines, pyroxène, amphiboles). En refroidissant, le magma permet la cristallisation des minéraux, de plus faible température (feldspaths et quartz).

Les silicates cristallisent suivant un ordre donné : Début : Olivine. Fin : quartz



d- Classification des roches magmatiques

Les roches magmatiques sont classées en fonction de leur texture et de leurs minéraux.

On peut les disposer suivant un tableau à double entrée : les minéraux silicatés sont placés horizontalement et les textures verticalement.

Le quartz, de formule SiO_2 , est le minéral le plus abondant de la croûte terrestre. Les classifications pétrographiques sont fondées, essentiellement sur la présence et l'abondance du quartz. En seconde position viennent les feldspaths (orthose et plagioclases).

Minéraux \ Textures (vertical)	Présence de quartz	Sans quartz
		Avec : Orthose + plagioclases
Macrocristallines (en profondeur)	Nom de la roche : Granite	Nom de la roche : Gabbro
Microcristallines ou vitreuses (en surface)	Nom de la roche : Rhyolite	Nom de la roche : Basalte

B. Les roches métamorphiques

a- Définition d'une roche métamorphique et du métamorphisme

Une roche métamorphique résulte de la transformation minéralogique, texturale et parfois chimique d'une autre roche. On remarque de ce fait que, contrairement à une roche magmatique qui résulte d'un matériau visqueux, une roche métamorphique résulte d'une roche déjà consolidée.

Le métamorphisme est un phénomène géologique qui représente l'ensemble des transformations d'une roche sous l'effet de températures et/ou de pressions élevées.

b- Les facteurs du métamorphisme

Les deux facteurs physiques qui interviennent dans le métamorphisme sont la température et la pression lithostatique.

La température : C'est le facteur principal qui augmente, soit avec la profondeur (gradient géothermique), soit avec la mise en place d'une intrusion magmatique au sein des roches de la lithosphère.

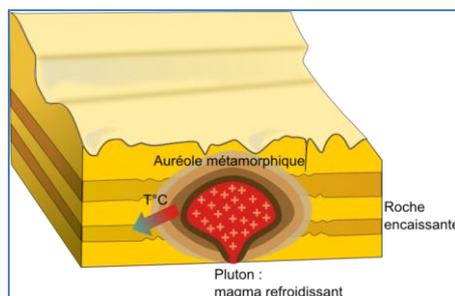
La pression : Elle, aussi augmente avec la profondeur. On parle de pression lithostatique, car elle est produite par le poids des terrains (de la lithosphère).

c- Les types de métamorphisme

En fonction de la température et de la pression, on distingue deux grands types de métamorphisme: le métamorphisme de contact et le métamorphisme régional.

Un troisième type est plus restreint : le métamorphisme de choc ou d'impact météoritique.

- **Le métamorphisme de contact** : Il se produit lorsqu'une masse magmatique encore très chaude, s'introduit dans des couches sédimentaires (ou autres) froides. Il y a un transfert de chaleur et cuisson des roches encaissantes au contact du magma. La masse magmatique, qui en se refroidissant va former un pluton, est entourée par une couronne (auréole) de roches métamorphiques.



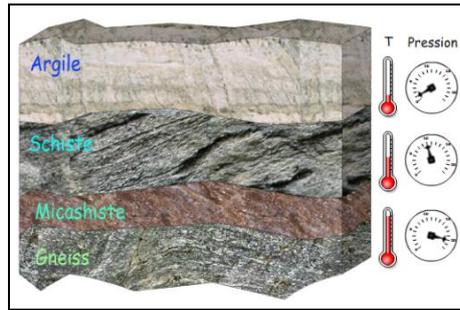
Le métamorphisme de contact est localisé au contact de plutons. Les roches de ce type de métamorphisme ont de ce fait subi une forte cuisson.

Dans ce type de métamorphisme, c'est la **température** qui joue le rôle principal dans la transformation des roches. On peut, par exemple, avoir de jolis marbres lorsque les terrains traversés ou encaissant l'intrusion magmatique sont des calcaires (roches sédimentaires riches en calcite).

- **Le métamorphisme général ou régional** : C'est le métamorphisme qui affecte de grandes régions de la lithosphère. Il est à la fois contrôlé par des **augmentations importantes de pression et de température**.

Dans ce type, l'ensemble des roches est métamorphisé sur de grandes épaisseurs. C'est le cas de séries sédimentaires, par exemple, épaisses de plusieurs kilomètres. La base se trouvant enfouie à plusieurs kilomètres de profondeur, va rencontrer des pressions et de températures élevées qui vont engendrer un métamorphisme : c'est le métamorphisme des racines de chaînes de montagnes.

Dans le schéma ci-dessous, la couche supérieure est argileuse, de nature encore sédimentaire. Les couches métamorphiques (Schistes, micaschistes, gneiss) apparaissent en profondeur.



Le métamorphisme régional ou général est lié aux conditions de pression et de température.

Les roches les plus fréquentes sont les schistes ; les micashistes et les gneiss.

d- Les grands groupes de roches métamorphiques

Une roche métamorphique provient de la transformation d'une autre roche. Suivant la nature originelle de la roche, on distingue :

Les roches orthométamorphiques qui proviennent de la transformation des roches magmatiques.

Les roches paramétamorphiques qui proviennent des roches sédimentaires.

Les roches polymétamorphiques qui proviennent des roches métamorphiques.

e- Les textures des roches métamorphiques

Les roches métamorphiques résultent de la *transformation à l'état solide* de roches préexistantes, ce qui les distingue radicalement des roches éruptives formées par cristallisation d'un liquide silicaté, le magma.

Elles peuvent contenir les mêmes minéraux silicatés, mais s'en distinguent par leurs textures, notamment celles issues du métamorphisme régional.

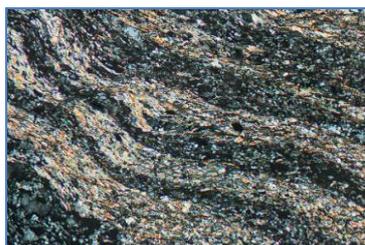
Dans ces roches, les textures sont très caractéristiques et déterminées par la disposition des minéraux qui les composent. Sous l'effet de la pression lithostatique (poids des roches sus-jacentes), il en résulte des textures dites orientées. Ces pressions engendrent la dissolution des anciens minéraux et la cristallisation de nouveaux minéraux.

Les textures les plus fréquentes sont la schistosité et la foliation.

- La schistosité, ou feuilletage, est un débit de la roche en feuillets de même composition pétrographique et caractérise un métamorphisme de faible intensité et affecte généralement les roches argileuses (grain fin).
- La foliation est marquée par une orientation des minéraux visibles à l'œil nu ainsi que par un litage qui résulte de l'alternance de minéraux qui diffèrent par leur nature et par leur couleur. Dans ces roches, on observe des lits clairs formés par des feldspaths et du quartz ; des lits sombres formés le plus souvent par des biotites.

Les roches métamorphiques sont souvent caractérisées par un fort plissement des couches. Les roches de métamorphisme de contact restent massives, sans texture orientées.

Schistosité (microscope)



Foliation



f- Quelques exemples de roches métamorphiques

Les roches métamorphiques les plus fréquentes sont :

- les gneiss (constituées de quartz, feldspaths, micas). Ils proviennent généralement d'anciens granites à gros cristaux de feldspaths.
- les schistes (roches de métamorphisme général et de contact qui contiennent du quartz et des micas). Ils proviennent généralement d'anciennes roches argileuses.
- les marbres : roches métamorphiques qui proviennent, généralement, de la transformation d'un calcaire.



Gneiss rubané



Gneiss œillé



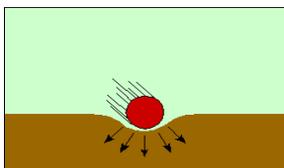
Marbre métamorphique

Enfin, les roches magmatiques et métamorphiques ont une origine liée à des phénomènes géologiques qui se déroulent en profondeur, au sein de la croûte terrestre. Elles sont également dénommées **ROCHES ENDOGENES**. Contrairement aux roches sédimentaires qui se forment à la surface de la Terre dénommées également **ROCHES EXOGENES**.

(Endogène : Intérieur - Exogène : extérieur)

Pour culture générale, on peut citer un type de métamorphisme :

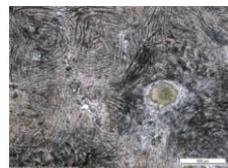
- **Le métamorphisme de choc.** Le métamorphisme de choc est celui produit par la chute d'une météorite à la surface de la planète. Le choc engendre des températures et des pressions énormément élevées qui transforment les minéraux de la roche choquées, des températures et des pressions qui sont bien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



Chute d'une météorite



Meteor Crater



Impactite



quartz choqué

- Meteor Crater est un cratère d'impact d'une météorite (Arizona, USA, 1,5 km de diamètre)
- Une impactite est une roche terrestre résultant de l'impact d'une météorite.
- Le quartz choqué est un quartz qui a subi une pression très importante pendant un temps relativement court. Le quartz prend l'apparence de lamelles très caractéristiques.