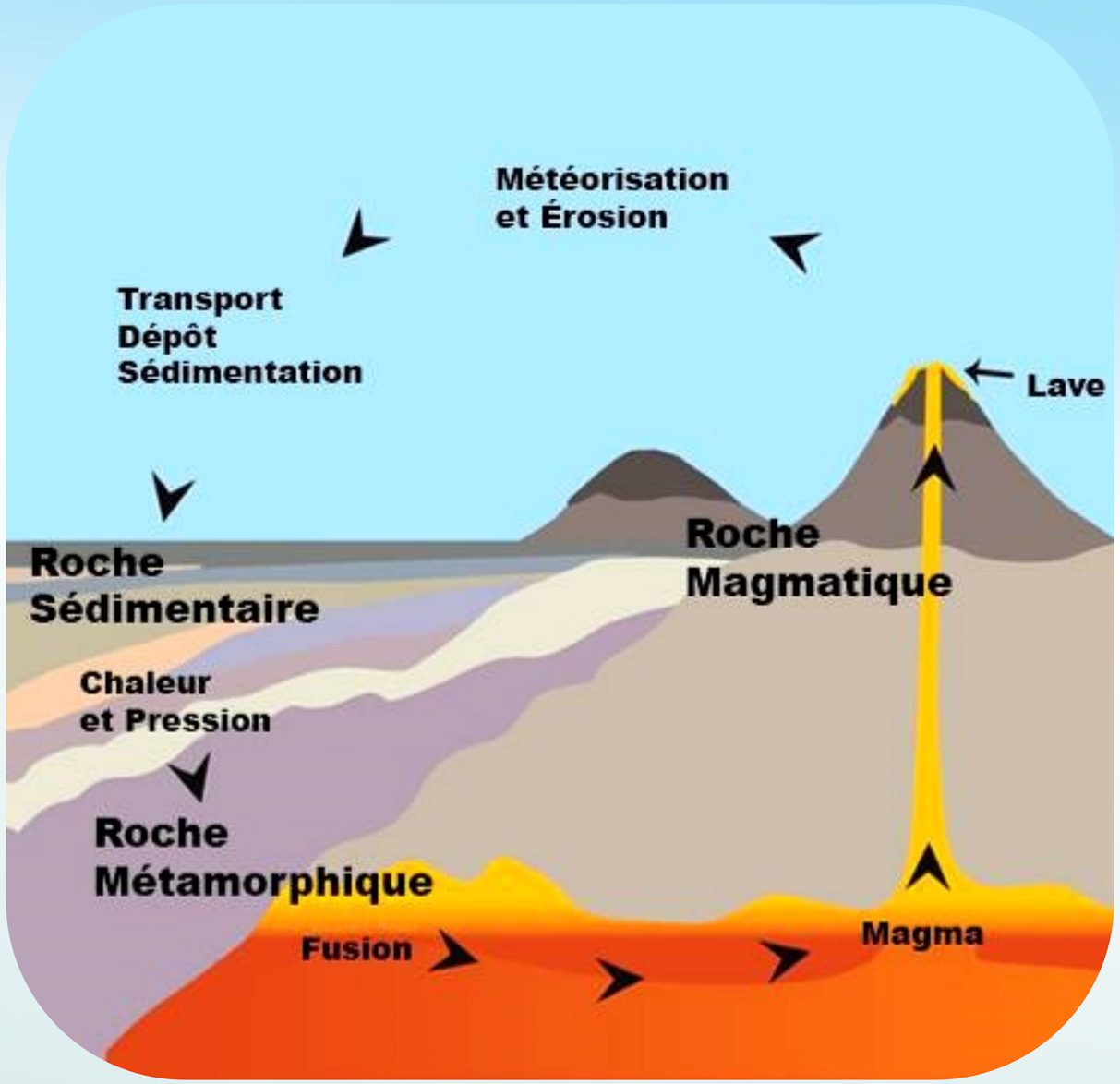


Club Minéraux Fossiles

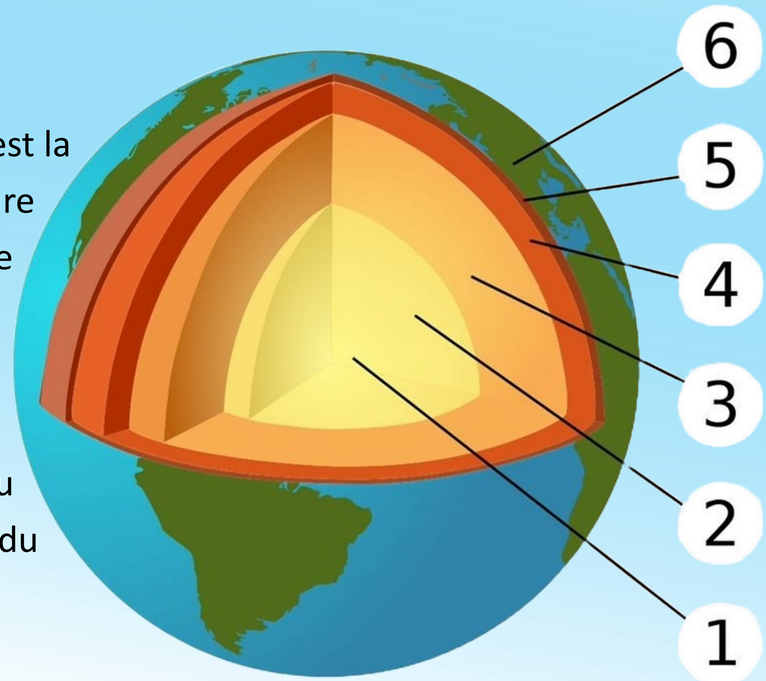
Sciences de la Terre et de la Nature

L'ORIGINE des ROCHES



LA CROÛTE TERRESTRE

La Terre est constituée de cinq couches que l'on peut rassembler en trois structures principales :



Le noyau, (interne et externe)

Situé au centre de la Terre, il occupe 17% de la planète. Formé de fer mélangé à un peu de nickel, c'est la partie la plus chaude du globe. Le noyau interne **(1)** est l'élément le plus dense, et sa température peut dépasser 6000°. Son épaisseur est estimée à 1200 km. Quant au noyau externe **(2)**, il a une forme liquide à cause de sa température de 3800°. Cette couche est animée par des cellules de convection qui créent des courants électriques donnant naissance au champ magnétique terrestre.

Le manteau,

Il est constitué à la fois de roches solides (sous la croûte terrestre) et de roches en fusion (proches du noyau). Moins chaud que le centre de la Terre, il atteint tout de même les 1000° et représente 81% du volume de la planète. On distingue le manteau inférieur **(3)**, qui est la partie la plus visqueuse, car formée de roches en fusion (magma), et qui entoure le noyau; et le manteau supérieur **(4)** qui est essentiellement solide. Il est situé directement sous la croûte terrestre, et son épaisseur varie entre 550 et 700 km.

La croûte terrestre (5 et 6)

C'est la partie la plus externe de la structure concentrique de la géosphère, la partie solide. C'est celle que l'on connaît le mieux car c'est là que les humains, la faune et la flore évoluent. Elle est relativement mince, avec une épaisseur qui varie de 5 km sur le fond de l'océan, jusqu'à 70 km dans les zones montagneuses actives des continents et ne représente que 2% du volume de la planète.

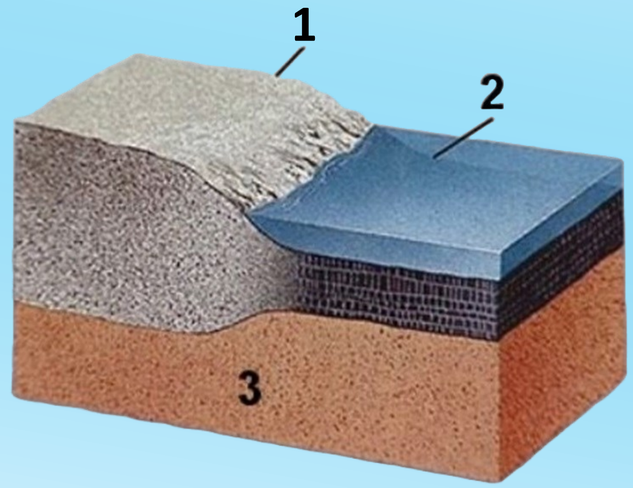
Elle se divise en deux parties superposées :

6) La croûte continentale qui correspond aux continents émergés que l'on connaît. Elle est essentiellement granitique et sa surface est de 75%.

Quant à son épaisseur, elle est variable en fonction des reliefs qui la constituent. (15 km sous les plaines, 70 km sous les chaînes des hautes montagnes).

Outre des sédiments dans les bassins et des roches volcaniques reliées à un passé tectonique, l'essentiel de la croûte continentale est composé de longues ceintures déformées, composées de roches **sédimentaires**, de roches **magmatiques** et de roches **métamorphiques** riches en éléments légers (silicium, aluminium, potassium, etc...) Sa densité moyenne est de 2,3. Huit éléments constituent à eux seuls près de 99% de la masse de la croûte: oxygène (46,6%), silicium (27,7%), aluminium (8,1%), fer (5%), calcium (3,6%), sodium (2,8%), potassium (2,6%) et magnésium (2,1%).

LA CROÛTE TERRESTRE



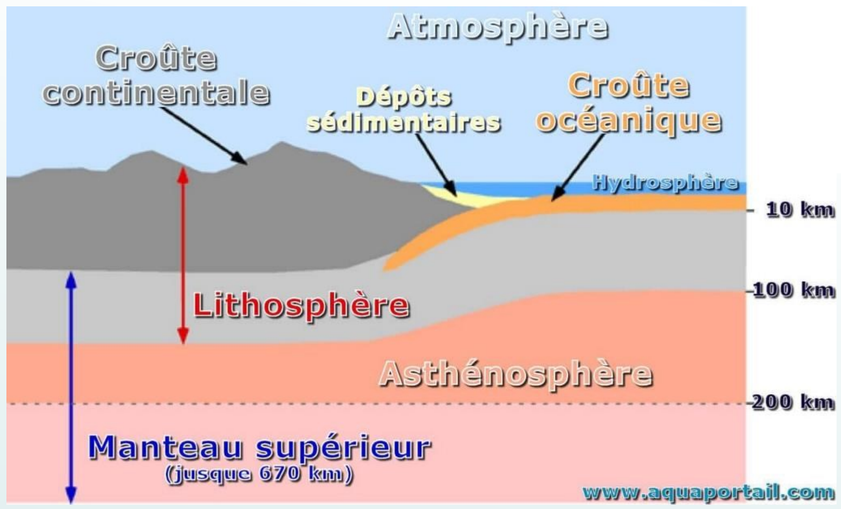
5) La croûte océanique qui correspond au fond des océans et qui a une épaisseur d'environ 10 km.

En profondeur, elle peut atteindre les 1000°. Elle est constituée de roches basaltiques et est plus dense que la croûte continentale.(2,9 contre 2,7).

Elle se forme au niveau des dorsales océaniques, lesquelles émettent des laves basaltiques de structure microlitique, qui, en se refroidissant, forment le plancher des océans.

Elle a une durée d'existence ne dépassant pas 220 millions d'années, au terme de laquelle elle plonge dans un manteau terrestre au niveau des fosses de subduction avant d'y être recyclée. Au dessous des basaltes, on trouve des gabbros de même composition chimique, mais de structure grenue.

Croquis ci-contre : Schéma simplifié de la croûte terrestre 1 croûte continentale, **2** croûte océanique, **3** manteau supérieur



La lithosphère est une partie solide et rigide de l'enveloppe extérieure des planètes comme la Terre, une zone proche de la surface en terme géologique, composée de la croûte terrestre et du manteau supérieur. La lithosphère, rigide comme de la pierre, surplombe l'asthénosphère. Elle comprend la croûte et le manteau supérieur, lesquels constituent la couche extérieure dure et rigide de la Terre. Elle intervient dans la formation d'un rift (fossé d'effondrement).

L'asthénosphère est la partie moyenne du manteau supérieur située sous la lithosphère et s'étendant d'environ 100 à 670 km de profondeur. Elle comporte la LVZ (Low Velocity Zone) située entre 100 et 200 km de profondeur dans laquelle on note une diminution de la vitesse des ondes sismiques.

Les plaques tectoniques sont l'un des éléments principaux de la croûte océanique puisque c'est leur mouvement qui la produit. Elles bougent à 2500 m au fond des océans. Lorsqu'elles s'écartent, elles créent des failles qui sont comblées par du magma, formant des dorsales océaniques.

Ces chaînes montagneuses sous-marines peuvent atteindre 1000 à 2000 km de largeur et s'étendent sur une longueur totale de 64000 km.

Certains de ces sommets affleurent à la surface de l'eau et forment des îles. C'est par ce phénomène que l'Islande et l'archipel des Açores sont nés.

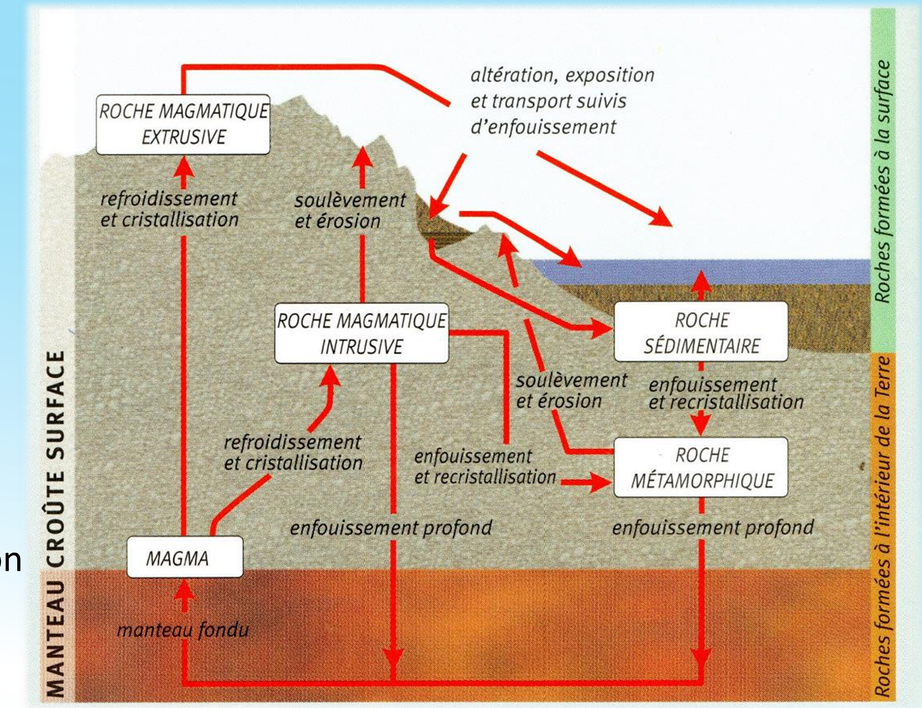
Les différents types de mouvements tectoniques sont l'éloignement de deux plaques, la collision entre deux plaques ou le frottement de deux plaques. (La collision peut également avoir lieu entre une plaque océanique et une plaque continentale)

FORMATION des ROCHES - CYCLE DES ROCHES

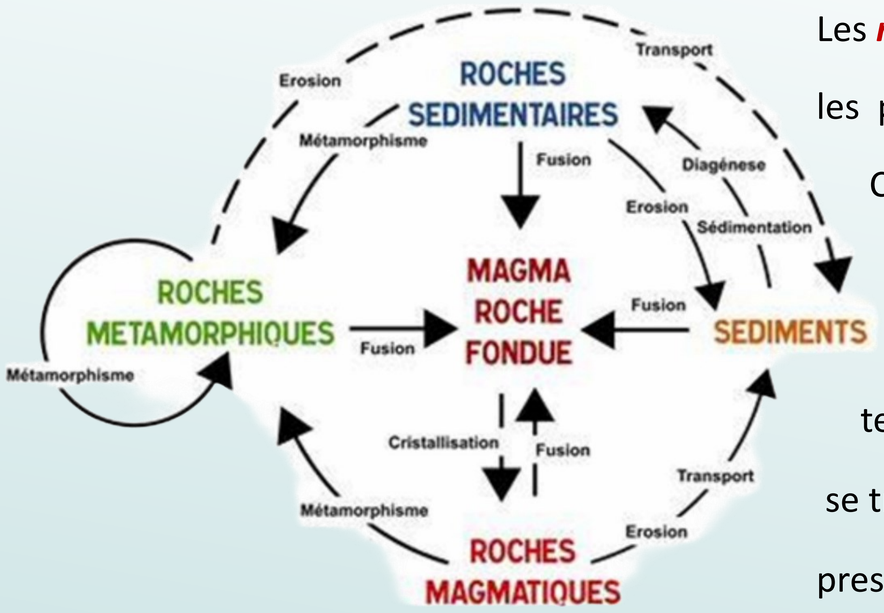
Une roche est un agrégat naturel de **minéraux.**

On distingue trois grandes familles de roches **:**

- **les roches magmatiques**, formées par la cristallisation du magma ;
- **les roches sédimentaires** qui proviennent de l'accumulation et de la consolidation de sédiments ;
- **les roches métamorphiques** qui résultent des transformations que subissent les roches lorsqu'elles sont soumises à des conditions de température et/ou de pression différentes de celles qui étaient présentes lors de la formation de la roche.



Ces trois grandes familles de roches sont liées entre elles à la surface de la Terre par le **cycle des roches**.



Les ***roches magmatiques*** formées par la cristallisation du magma subissent à la surface de la Terre les processus d'érosion qui conduisent à la formation et le dépôt de sédiments.

Ces derniers s'accumulent et subissent des processus physico-chimiques qui conduisent à la formation des ***roches sédimentaires***.

Les roches magmatiques et sédimentaires peuvent être soumises à des conditions de température et/ou de pression différentes de celles qui prévalaient lors de leur formation, et se transforment en ***roches métamorphiques***. Enfin, les conditions de température et de pression peuvent conduire à la fusion des roches métamorphiques et la formation de magmas.

TYPES DE ROCHES

Roches magmatiques

Elles résultent de la solidification (cristallisation, refroidissement) d'un magma.

Le magma est un bain silicaté fondu, constitué d'une phase liquide (la plus importante), d'une phase solide (cristaux) et d'une phase gazeuse (0,1- 3%).

Selon le mode de refroidissement du magma, il existe deux types de roches magmatiques :

- ***Les roches plutoniques*** formées par le *refroidissement lent du magma en profondeur*.

Le magma aura le temps de bien cristalliser, et la roche possédera de gros minéraux visibles à l'œil nu.

- ***Les roches volcaniques*** formées par le *refroidissement rapide du magma en surface*.

Roches sédimentaires

Elles sont des roches exogènes (c'est-à-dire formées à la surface de la Terre) qui représentent 5 % en volume de la croûte terrestre.

Elles sont très répandues à la surface (plus de 75 % de la surface) sous forme de couches recouvrant les roches métamorphiques et magmatiques.

Les roches sédimentaires ont une grande importance du point de vue économique : le pétrole, le gaz, le charbon, l'uranium, les matériaux de construction sont d'origine sédimentaire. Elles ont aussi une importance scientifique : c'est le seul type de roches contenant des fossiles.

Les roches sédimentaires se forment à partir de sédiments.

Roches métamorphiques

Du grec méta (changement) et morphe (forme), le métamorphisme désigne la transformation d'une roche à l'état solide avec formation de nouveaux minéraux et/ou acquisition de nouvelles textures et structures sous l'effet de conditions de température et de pression différentes de celles où elle s'est formée. Le métamorphisme peut affecter :

- des roches sédimentaires, on parlera dans ce cas de roches paramétamorphiques ; des roches magmatiques, on parlera de roches ortho-métamorphiques ; des roches métamorphiques, on parlera dans ce cas de roches poly-métamorphiques.

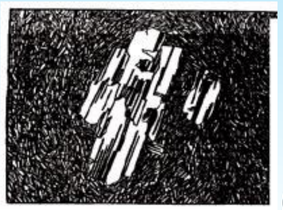
La limite inférieure du métamorphisme correspond à une température de 200°C et une pression de 300 MPa (3000 atmosphères ou 3 kb).

Au-dessous de cette limite, c'est le domaine de la diagenèse. La limite supérieure du métamorphisme correspond à la fusion partielle de la roche.

Si la roche entre en fusion, on retourne dans le domaine du magmatisme.

ROCHES MAGMATIQUES - STRUCTURE


(a)


(b)


(d)

La texture ou structure d'une roche magmatique est le terme utilisé pour décrire les dimensions, la forme et l'arrangement entre minéraux dans les roches magmatiques.

Les principales textures sont les suivantes :

a - Texture ***grenue ou phanéritique*** : concerne les roches magmatiques dont les minéraux sont visibles à l'œil nu (de grandes tailles). Cas des roches plutoniques.

b - Texture ***microlithique ou aphanitique*** : concerne les roches magmatiques qui ne montrent pas de cristaux visibles à l'œil nu. Cas des roches volcaniques.

c - Texture ***vitreuse*** : concerne les roches magmatiques qui sont entièrement ou en grande partie constituées de verre. Cas des roches magmatiques qui ont refroidi très rapidement (en général sous l'eau).

d - Texture ***porphyrique*** : concerne les roches magmatiques qui possèdent de gros minéraux (phénocristaux) au milieu d'une texture aphanitique/vitreuse. Cas des roches magmatiques ayant subi deux temps de refroidissement (lent puis rapide).

Les différents types de magmas sont déterminés par leurs compositions chimiques, températures, teneurs en gaz et viscosité (résistance à l'écoulement).

On distingue trois grands types de magmas :

4.1- Les magmas basiques ou basaltiques : 45-55 % Si O_2, riche en Fe, Mg, Ca, pauvre en K, Na. La température de ces magmas : 1000 – 1200°C. Pauvres en gaz et peu visqueux.

4.2- Les magmas intermédiaires ou andésitiques : 55-65 % Si O_2, intermédiaire en Fe, Mg, Ca, K, Na. La température de ces magmas : 800 – 1000°C. Teneurs en gaz et viscosité intermédiaire.

4.3- Les magmas acides ou rhyolitiques : 65-75 % Si O_2, pauvre en Fe, Mg, Ca, riche en K, Na. La température de ces magmas : 600 – 800°C. Riches en gaz et très visqueux.

Environ 80% des magmas émis par les volcans sont basaltiques, et les magmas andésitiques et rhyolitiques représentent ~10% chacun du total.

Différence entre magma et lave : la lave est le liquide séparé du gaz (magma dégazé).

ROCHES MAGMATIQUES

LES ROCHES PLUTONIQUES, LES ROCHES EXTRUSIVES ou VOLCANIQUES

Les roches plutoniques sont formées par un refroidissement lent du magma en profondeur. Le magma a le temps de bien cristalliser, et la roche possède de gros minéraux visibles à l'œil nu (structure à grains, granite).

Les roches volcaniques sont formées par un refroidissement rapide du magma en surface. Les minéraux n'ont pas le temps de bien cristalliser. Les roches volcaniques sont donc caractérisées par la présence de minéraux invisibles à l'œil nu (structure microlithique).

CLASSIFICATION

		Acide	Intermédiaire	Basique	Ultrabasique
Texture	Plutonique	Granite	Diorite	Gabbro	Péridotite
	Volcanique	Rhyolite	Andésite	Basalte	
	Vitreuse	Obsidienne			

Une classification simplifiée des roches magmatiques est basée sur la texture (volcanique ou plutonique), la composition chimique et la minéralogie.

Pour la composition chimique, les roches magmatiques sont essentiellement composées d'oxygène et de silicium (ces deux éléments forment plus de 70% de la composition chimique des roches magmatiques) exprimées sous forme de pourcentage en silice ($Si O_2$).

On distingue ainsi :

· les roches **acides** : $Si O_2 > 65$ %. Exemple : granite. · les roches **intermédiaires** : $52\ \% < Si O_2 < 65\ \%$. Exemple : andésite.

· les roches **basiques** : $45\ \% < Si O_2 < 52\ \%$. Exemple : basalte. · les roches **ultrabasiques** : $Si O_2 < 45\ \%$. Exemple : péridotite.

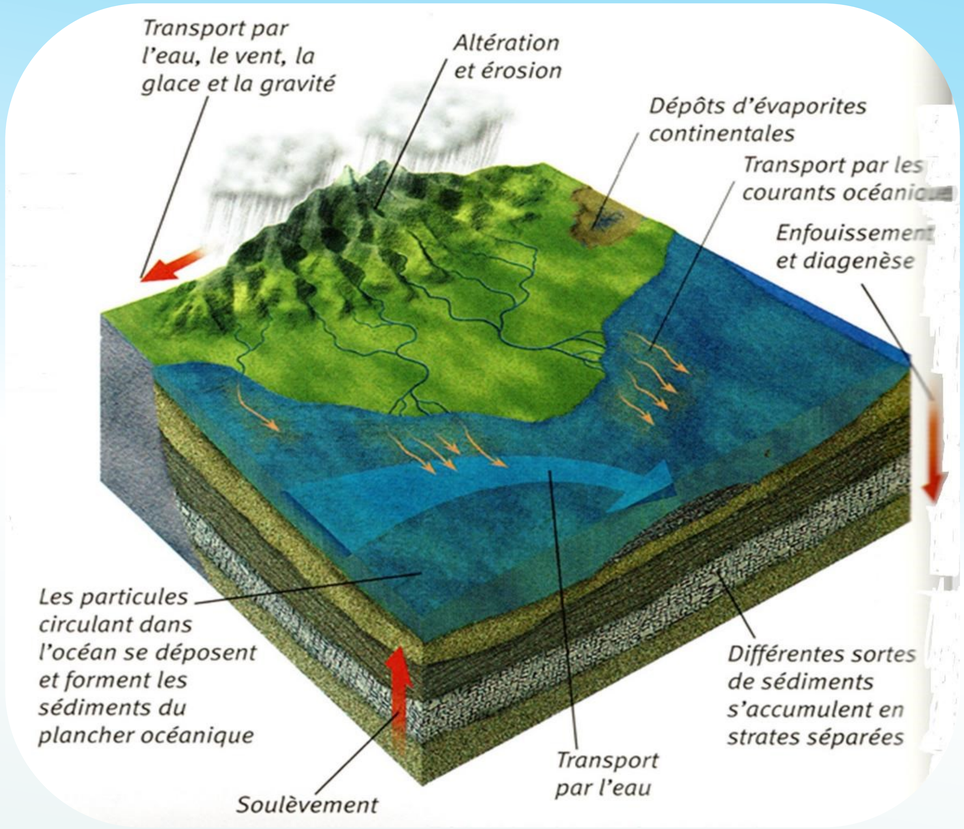
Pour la minéralogie, les roches magmatiques sont surtout composées de quartz, de feldspaths (alcalins et plagioclases), d'olivine, de pyroxènes, d'amphiboles et de micas.

Les granites et basaltes forment 90 % des roches magmatiques de la croûte terrestre. Les granites sont les roches caractéristiques de la croûte continentale. Les basaltes caractérisent la croûte océanique (soit 70 % de la croûte terrestre).

Les magmas acides sont très visqueux. Ils auront donc tendance à cristalliser en profondeur, d'où la formation d'une roche plutonique (granite). Les roches volcaniques acides (rhyolites) sont donc rares.

Au contraire, les magmas basiques sont peu visqueux, ils auront donc tendance à remonter en surface et cristalliser donnant une roche volcanique (le basalte). Les gabbros (roches plutoniques basiques) sont donc rares.

ROCHES SÉDIMENTAIRES



La formation des roches sédimentaire passe par plusieurs étapes :

a. L'érosion : c'est le processus de destruction de roches préexistantes.

On distingue deux types d'érosion :

· L'érosion physique ou mécanique : désagrégation des roches en petits morceaux par des processus physique ou mécanique.

· L'érosion chimique : dissolution des éléments chimiques par les eaux qui conduit à la décomposition des roches ou des minéraux.

Les agents de l'érosion sont : les eaux, le vent, le gel, la température.

b. Le transport : les sédiments issus de l'érosion peuvent être transportés sur de grande distance par le vent, ou par les eaux dans les fleuves, rivières ou courants océaniques.

c. Le dépôt : lorsque la vitesse de l'agent de transport devient faible pour continuer à transporter les sédiments, ces derniers se déposent. Le dépôt se fait dans des bassins de sédimentation, le plus souvent au fond des mers.

Les roches sédimentaires sont des roches **exogènes** (*formées à la surface de la Terre*) qui représentent 5 % en volume de la croûte terrestre.

Elles sont très répandues à la surface (elles couvrent 75 % de la surface) sous forme de couches recouvrant les roches métamorphiques et magmatiques.

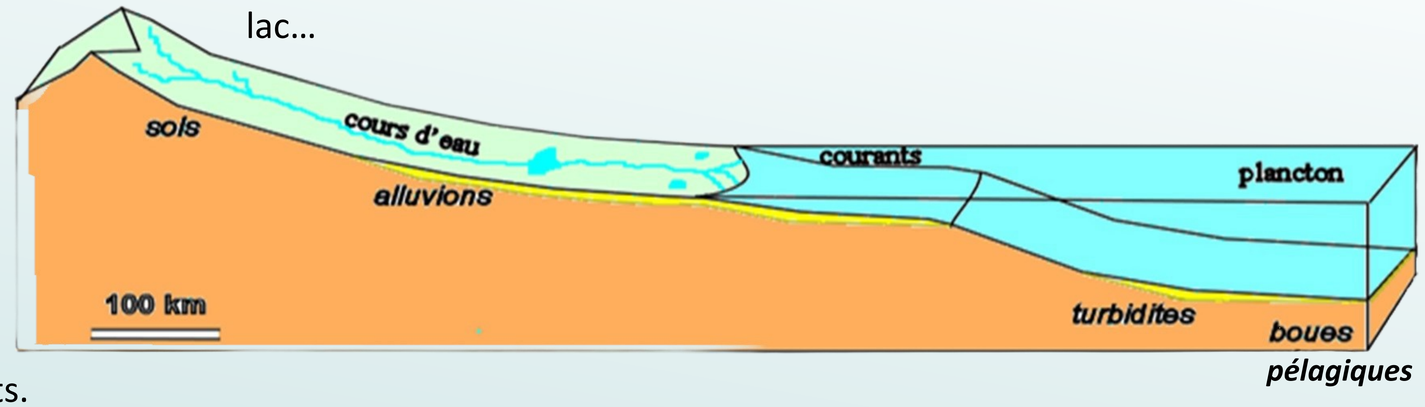
Les roches sédimentaires ont une grande importance du point de vue **économique** : le pétrole, le gaz, le charbon, l'uranium, les matériaux de construction sont d'origine sédimentaire.

Elles ont aussi une importance **scientifique :**
c'est le seul type de roches contenant des fossiles.

Les roches sédimentaires se forment à partir de sédiments.

PRINCIPAUX MILIEUX DE SEDIMENTATION

continentaux	**intermédiaires**			**marins**	
montagne	estuaire				
piedmont	delta				
plaine	lagune	plage	plate-forme	talus	bassin
lac…					



L'ORIGINE DES ROCHES

ROCHES SÉDIMENTAIRES

Les roches sédimentaires sont des roches exogènes (formées à la surface de la Terre) qui représentent 5 % en volume de la croûte terrestre.
Elles sont très répandues à la surface (75 % de la surface) sous forme de couches recouvrant les roches métamorphiques et magmatiques.

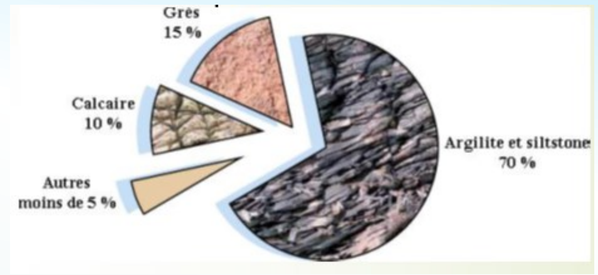
LES DIFFERENTS TYPES DE SÉDIMENTATION

Les rivières, océans, vents et eaux de pluies ont la capacité de transporter les particules issues de la désagrégation (destruction) des roches par érosion. Ces matériaux sont composés de fragments de roches et de minéraux. Lorsque l'énergie de transport n'est plus assez forte pour déplacer ces particules, ces dernières se déposent : c'est le processus de sédimentation. Ce type de sédimentation est appelé : ***sédimentation détritique*** *ou* ***clastique*****.**
Un autre type de dépôt sédimentaire se produit lorsque les matériaux sont dissous dans l'eau et précipitent.
Ce type de sédimentation est dénommé : ***sédimentation chimique ou biochimique.***
Un troisième processus peut se produire lorsque les organismes vivants extraient les ions dissous dans l'eau pour former des coquilles et des os.
Ce type de sédimentation est appelé : ***sédimentation biogénique ou biologique*****.**
Ainsi, il existe trois grands types de roches sédimentaires : roches d'origine détritiques, chimiques et biogéniques.

LES ROCHES DÉTRITIQUES ou CLASTIQUES

Les roches sédimentaires détritiques se forment à partir de roches préexistantes et sont constituées de fragments de roches et de minéraux. Elles représentent 85 % des roches sédimentaires présentes à la surface de la Terre.
La classification des roches détritiques se fait sur la taille des particules (granulométrie).

Nom de la particule	Taille de la particule	Nom du sédiment	Classe	Nom de la roche solide
Blocs	> 256 mm	Graviers	Rudites	Conglomérats (poudingues
Gros cailloux	64-256 mm	Graviers	Rudites	avec particules arrondies,
Petits cailloux	2-64 mm	Graviers	Rudites	sinon brèches)
Sable	1/16-2 mm	Sables	Arénites	Grès
Silt	1/256-1/16 mm	Silts	Lutites	Siltites
Argile	< 1/256 mm	Argiles	(Pélites)	Argilites

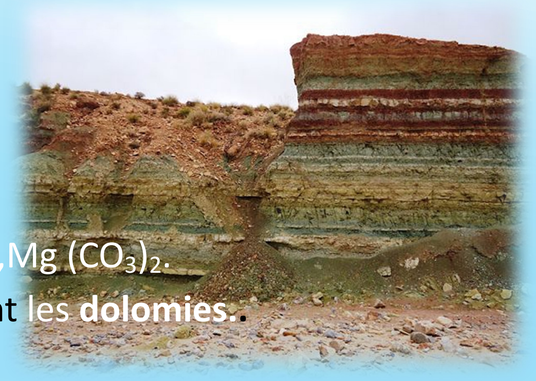


Abondance relative des différents types de roches sédimentaires

LES ROCHES CHIMIQUES / BIOCHIMIQUES

Les roches sédimentaires d'origine chimique sont formées à partir de la précipitation ou la cristallisation de substances (ions ou sels minéraux) dissoutes dans l'eau. Les plantes et les animaux peuvent extraire les substances dissoutes dans l'eau pour constituer leurs tests ou leurs os et ce sont leurs restes qui constituent les roches sédimentaires d'origine biochimique.
Les roches sédimentaires d'origine chimique et biochimique sont classées d'après leur composition chimique.

ROCHES SÉDIMENTAIRES



Les roches carbonatées sont formées essentiellement de calcite ($Ca\ CO_3$), d'aragonite ($Ca\ CO_3$) ou de dolomite $Ca,Mg\ (CO_3)_2$.
Les roches carbonatées riches en calcite (ou aragonite) sont appelées **calcaires,** alors que celles riches en dolomite forment les **dolomies.**
Les calcaires constituent plus de 10 % des roches sédimentaires.

L'eau de mer contient une grande quantité de carbonate de calcium ($Ca\ CO_3$) dissoute. De nombreux organismes utilisent ce carbonate de calcium pour former leurs squelettes et autres parties dures de leurs corps. Quand ces organismes meurent, les courants marins brisent ces fragments en petits morceaux appelés sédiments bioclastiques. La roche formée par la lithification de ces sédiments est appelée **calcaire bioclastique**, ce qui indique que cette roche s'est formée par des processus biologique et clastique. D'autres calcaires et les dolomies résultent de la précipitation directe de carbonates (origine chimique) : **dolomies primaires, stalactites, stalagmites, calcaires lithographiques, travertins.**

On différencie calcaires et dolomies par le test de l'acide. Les calcaires font effervescences alors que les dolomies ne le font pas. Les dolomies contiennent toujours un certain pourcentage de calcite et vice-versa (les calcaires contiennent aussi un certain pourcentage de dolomite). Si la roche contient plus de 50 % de dolomites, c'est une dolomie. Si elle contient plus de 50 % de calcite, c'est un calcaire.

Les roches siliceuses se forment par précipitation de la silice (SiO2) dans des eaux saturées (origine chimique) ou par extraction de la silice de l'eau de mer par des organismes pour constituer leurs tests qui par accumulation et lithification donneront des roches dures (origine biochimique).
Ces roches sont essentiellement formées d'opale (silice hydratée) et de calcédoine. Le terme **chert** est utilisé pour désigner l'ensemble des roches siliceuses d'origine chimique ou biochimique.

Les principales roches siliceuses d'origine biochimique sont : les **radiolarites** formées par les tests de radiolaires (zooplancton marin) et les **diatomites** formées par l'accumulation de tests de diatomées (algues siliceuses).
La principale roche siliceuse d'origine chimique est le **silex**, accident siliceux en milieu calcaire. C'est une roche qui a été utilisée comme outils (flèches, haches, pour allumer le feu) par les hommes préhistoriques.

Les roches salines ou évaporites. Il s'agit d'un groupe de minéraux d'origine chimique, qui précipitent suite à des concentrations par évaporation intense, généralement dans des eaux peu profondes ou des lacs salés dans des milieux désertiques. Les principales roches évaporitiques sont :
le **gypse** ($Ca\ SO_4\ 2H_2O$) et l'anhydrite ($Ca\ SO_4$), le **sel gemme** ou **halite** (Na Cl) et le sel de potasse ou **sylvite** (KCl).

Les roches carbonées sont des roches constituées essentiellement de composés du carbone organique. La roche formée par accumulation des restes de plantes est **le charbon.** Les phytoplanctons microscopiques et bactéries sont les sources principales de matière organique contenue dans le sédiment. La transformation des composés organiques dans les sédiments forme les hydrocarbures (**pétrole** et **gaz naturel**).

Les roches phosphatées ou ferrifères. Les roches phosphatées (phosphate) sont essentiellement d'origine organique (dents et os d'animaux) et sont constituées d'apatite.

ROCHES MÉTAMORPHIQUES

Le métamorphisme a lieu quand une roche existante (protolithe) est soumise à des pressions ou des températures très différentes de celles ou 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. Il existe trois modes de formation des roches métamorphiques :

Métamorphisme dynamique,

Les forces tectoniques appliquent des pressions aux roches sédimentaires, et les transforment par métamorphisme dynamique. Des plis et plans de clivage se forment alors.

de contact ou métamorphisme thermique

Une grande intrusion de roche magmatique comme le granite dégage de la chaleur dans les roches encaissantes, en modifiant leur minéralogie. On parle alors de métamorphisme de contact.

et régional.

De l'argile litée au gneiss. Cette séquence illustre comment une argile litée peut être métamorphosée sous la chaleur et la pression. Des pressions assez réduites suffisent à transformer l'argile en ardoise. L'augmentation de la température et de la pression crée de la phyllite puis du schiste. Enfin, à chaleur et pression extrêmes le gneiss se forme.



GNEISS OEILLÉ

L'almandin, un grenat riche en fer, se rencontre souvent dans les roches métamorphiques comme le gneiss. Le grenat peut former des lentilles ovoïdes (1 à 5 cm de long).

Quand la température et la pression sont assez faibles on parle de métamorphisme faible et lorsqu'elles sont élevées, il s'agit de métamorphisme fort. Selon le degrés de métamorphisme, les assemblages des minéraux des roches sont affectés différemment selon la part relative des pressions et des températures dans le processus. Dans un métamorphisme faible, les composants de l'assemblage minéral existant sont simplement redistribués . Ainsi l'almandin riche en fer et la biotite magnésique peuvent être métamorphosés en pyrope riche en magnésium et en biotite ferreuse. Le fer de l'almandin migre vers la biotite et magnésium de cette dernière rejoint le grenat (pyrope). Dans d'autres réactions à plus fortes températures et pressions, la biotite et le grenat disparaissent, leurs composés chimiques se combinent avec d'autres, présents dans la roche, pour créer un ensemble entièrement nouveau de minéraux ou de liquides. Certaines réactions métamorphiques dépendent davantage de la pression que de la température.

Par exemple, lors de l 'apparition de hautes pressions en zones de subduction, l'albite s'altère en jadéite et en quartz. La jadéite plus dense que l'albite révèle la compaction des atomes sous la pression.

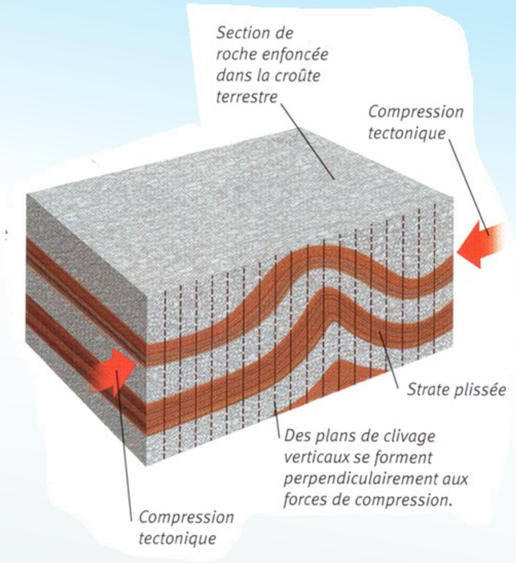
La quantité de réactions possibles rencontrées chez les roches métamorphiques dépend de la complexité chimique et minéralogique de la croûte terrestre.



ROCHES MÉTAMORPHIQUES

Métamorphisme dynamique

Le métamorphisme peut être le résultat de mouvements à grande échelle dans l'écorce terrestre, surtout le long des plans de failles et à la marge des continents ou les plaques tectoniques entrent en collision.

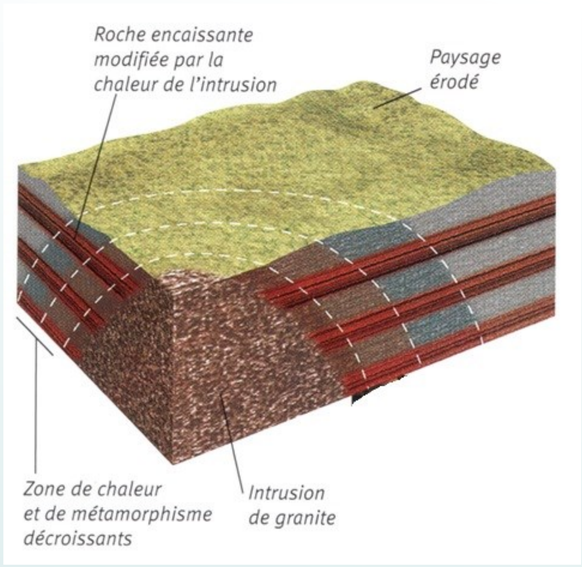


Les masses rocheuses sont broyées à mesure que de grandes pressions interviennent.

Les déformations mécaniques qui en résultent, sous faible modification de température, sont nommées métamorphisme dynamique. Les roches produites par ces mécanismes sont à grains anguleux plus ou moins fins, voire en poudre. Si la température augmente un peu une foliation (alignement de minéraux) se développe.

Métamorphisme de contact ou thermique

Le métamorphisme de contact a surtout lieu par augmentation de température sans que la pression soit déterminante. La chaleur des intrusions altère les roches environnantes en créant une auréole de roche métamorphique. Du fait que les roches les plus proches d'une intrusion sont davantage chaude que les roches les plus éloignées, elles ont des caractéristiques différentes. De sorte que le gradient de températures crée des zones concentriques de roches métamorphiques distinctes. Les nouveaux minéraux dus au métamorphisme de contact sont corrélés à la composition des roches hôtes.



Ainsi un minéral contenant de l'aluminium, comme du feldspath dans du grés à arkose, est transformé en micas et grenats.

Mais quand les minéraux sont présents, de l'hornblende, de l'épidote et du diopside se forment.

Métamorphisme régional

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. Parmi les roches métamorphique régionales importantes, on compte l'ardoise, les schistes et les gneiss. Selon la température et la pression et la durée pendant laquelle ces roches y ont été soumises, on obtient l'une ou l'autre de ces roches. Les ardoises sont produites dans des zones de températures et pressions assez peu élevées. Les schistes sont formés dans des sites ou ces paramètres sont intermédiaires.

ROCHES MÉTAMORPHIQUES

T = température
Po = Pression Orientée
Pl = Pression lithostatique
Fl = Fluides
D = Degré de métamorphisme

Type	Description	Effets	Exemples de roches et minéraux rencontrés	Conditions de formation				
				T	P o	P l	Fl	D
Contact	Forte augmentation de la température autour des intrusions magmatiques. Il se forme une auréole métamorphique autour de celle-ci qui variera en épaisseur en fonction de la masse intrusive. Son développement ne dépasse pas quelques kilomètres	Transformation de la roche encaissante d'autant plus importante que l'on se rapproche de la masse intrusive ; Malgré une forte recristallisation de la roche avec apparition de nouveaux minéraux celle-ci ne présente pas d'orientation	Cornéennes qui sont des roches à grains fins	***				*
Enfouissement	Métamorphisme se produisant en profondeur (> 7 Km) à la base d'épaisses couches sédimentaires au niveau des géosynclinaux. Il peut se produire sur de grandes étendues et précède le métamorphisme régional.	Transformations minéralogiques sans changement structural	Marbre Ardoise Zéolithes, minéraux hydratés	*		***	*	***
Régional	Métamorphisme de fort degré caractéristique des chaines de montagnes	Roches subissant une augmentation de la température et de la pression ; les contraintes sont orientées ; la roche présente donc toujours un aspect folié	Ardoises Micaschistes Schistes, Gneiss Pyroxène, Grenat Feldspath	***	***	***	*	***
Cataclastique	Intéresse de faibles volumes de roches le long des surfaces de failles	Minéraux orientés (peu visible) brèchification	Mylonites Brèches tectoniques	*	**			
Hydrothermal	Dû à la circulation de fluides qui apportent des éléments chimiques	Changement dans la composition chimique des minéraux (métasomatisme)	Skarns Nombreux minéraux	*			***	**
Impactite	Se produit dans les lieux de chute de grosses météorites	Choc intense produisant des minéraux de haute pression à la surface de la Terre	Shatter cônes Quartz choqués Stishovite, Coésite, Diamant	***	***			

ROCHES MÉTAMORPHIQUES

La dénomination et la classification des roches métamorphiques se fait en fonction de leur structure, de leur composition minéralogique, de leur mode formation et de leur protolithe (roche originelle).

Quatre facteurs principaux jouent sur le métamorphisme et vont être à l'origine de la classification de ces roches.

La température : Elle augmente avec la profondeur d'environ 30°C par Kilomètre mais aussi à proximité et au contact des roches intrusives (Magma) comme c'est le cas dans le **métamorphisme de contact**.

La pression : Elle s'exerce de deux façons : D'une part en fonction de la profondeur d'enfouissement de la roche (1 kbar à 4 km de profondeur, 5 kbar à 10 km, 10 kbar à 30 km) ; c'est la pression lithostatique qui s'exerce de façon homogène. D'autre part, lors de l'orogénèse de massif montagneux ou à proximité des zones à forte activité tectonique de fortes contraintes et de fortes pressions vont s'exercer de façon orientée (effet de pincement); ces pressions ou contraintes orientées vont provoquer sur la roche une orientation des minéraux selon des plans définis et lui donner un aspect feuilleté (Schistosité ou Foliation). La pression est importante dans le **métamorphisme d'enfouissement** (pression lithostatique) et dans le **métamorphisme régional** (Pression orientée).

Les Fluides : C'est principalement l'eau à plus ou moins haute température et chargée de sels minéraux dissous qui va remplir les interstices de la roche et favoriser sa transformation grâce à sa capacité à échanger des éléments en solution. C'est le facteur principal du **métamorphisme Hydrothermal**.

Le temps : La plupart des réactions métamorphiques demandent des millions d'années pour être complètes et la constance des conditions de métamorphisme (température, pression) va favoriser, comme pour les roches magmatiques, la formation de plus gros cristaux, de plus gros grains. C'est le cas dans les gneiss œillés. A l'inverse, la chute de grosses météorites provoque un **métamorphisme de choc ou d'impact** avec une pression soudaine très forte liée à une température élevée durant un laps de temps court.

En fonction du degré de métamorphisme :

C'est le terme utilisé pour décrire les conditions de température et de pression sous lesquelles la roche s'est formée. Il entre en compte dans la classification des roches métamorphiques puisqu'il va déterminer l'existence, l'organisation des minéraux et leurs différents assemblages au sein de la roche et donc son aspect.

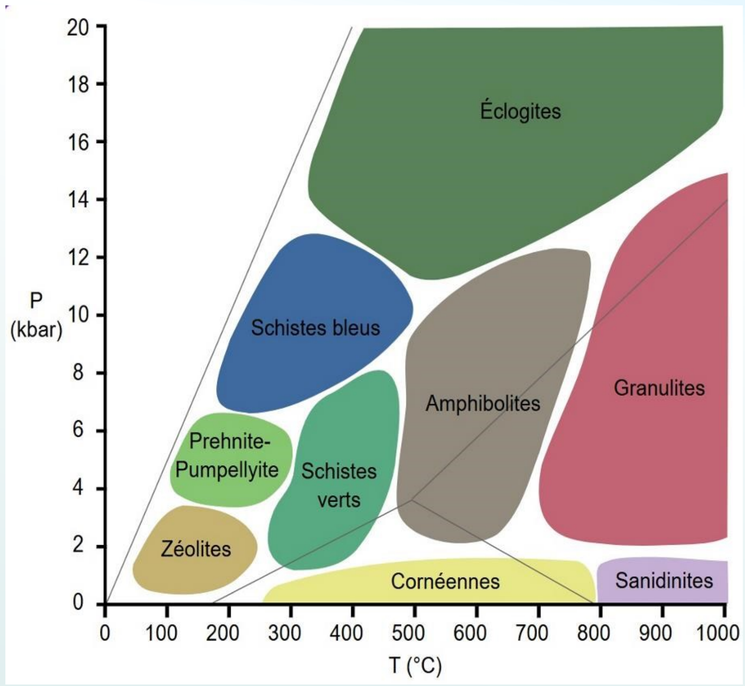


Diagramme des faciès métamorphiques

MÉTÉORITES

Une météorite est une roche issue de l'espace interplanétaire qui est arrivée naturellement sur Terre.
Si elle est dans l'espace et n'a donc pas encore traversé l'atmosphère,
on la nomme "météoroïde" ou "astéroïde" (si elle est grosse).

Météorite, météoroïde et météore : quelle différence ?

Le terme **météore** désigne tout **phénomène lumineux** dans l'atmosphère. Ce mot est très général puisqu'il peut être utilisé pour n'importe quel phénomène atmosphérique, même pour un arc-en-ciel ! Le plus souvent, on l'utilise pour désigner spécifiquement le phénomène lumineux dû à la traversée dans l'atmosphère d'un **météoroïde**.

Les **météoroïdes** traversent cette couche atmosphérique à une vitesse allant de 11 à 72 kilomètres par seconde. Largement supersoniques (1), ils créent une onde de choc dans l'atmosphère. L'air environnant est porté à plusieurs milliers de degrés Celsius, et brille, d'où le météore. En effet, la surface du météoroïde ainsi chauffée entre en **fusion**, ce qui produit de la lumière. La matière fondue peut être perdue voire vaporisée.
Ainsi, les météoroïdes maigrissent et finissent parfois par perdre un vingtième de leur masse d'origine.
Cette perte de masse est nommée "l'**ablation**".
L'air comprimé freine le météoroïde durant sa courte chute (de quelques secondes) mais ne l'arrête pas car la pesanteur l'attire vers le sol !
En revanche, comme la vitesse n'est plus supersonique, le chauffage s'arrête et la couche superficielle, encore en fusion, se fige de façon très subite. C'est la formation de la **croûte de fusion**. Celle-ci est très fine puisqu'elle fait rarement plus d'un millimètre, étant donné que la chaleur n'a pas eu le temps de pénétrer loin dans la partie non ablatée. Cette croûte, souvent noire, est un marqueur qui permet de reconnaitre une **météorite** : d'aspect vitreux, elle se forme lors de l'entrée dans l'atmosphère des **météoroïdes**.

Au contact de la surface terrestre, le météoroïde devient enfin (dans le langage) une **météorite**.

MÉTÉORITES

Les différents types de météorites :



Les chondrites, des témoins des débuts du système solaire

Les météorites dites "**chondrites**" doivent leur nom à l'existence de **petites billes minérales** qui n'existent pas dans les roches terrestres : ce sont les chondres. Appelées également "météorites primitives", les chondrites proviennent de corps du système solaire formés tardivement. Elles représentent **86 % des météorites** et contiennent des roches qui font partie des plus anciennes du système solaire, car celles-ci ont échappé à la fusion ainsi qu'à la différenciation et n'ont donc quasiment pas évolué depuis leur création. Elles ont permis d'estimer l'âge du système solaire. Majoritairement constituées de silicates mais comportant aussi des grains métalliques, elles se répartissent en **plusieurs groupes principaux** selon leur composition :

les chondrites ordinaires, les chondrites à enstatite, les chondrites carbonées, inchangées depuis… la création du Soleil !

À l'**origine** de l'existence des météorites se trouve un **tas de poussières** regroupé de façon si dense que de petits grains ont commencé à former des masses, voire des planètes ! Sans savoir quelle est l'origine des chondres, on suppose que ces billes rondes se sont agglomérées en un corps plus massif appelé "**corps parent**", puis ont formé des météorites. Les chondres résultent de la solidification de gouttelettes fondues lors d'événements brefs de haute température encore mystérieux. D'autres composants des chondrites sont les **inclusions réfractaires**. Ces dernières seraient les plus anciens solides du système solaire. Sans compter quelques grains (dits présolaires) formés avant le Soleil, et issus d'anciennes étoiles. Ils se reconnaissent par leurs **compositions isotopiques très différentes** des roches formées dans le système solaire, et témoignent ainsi des **réactions nucléaires propres à chaque étoile**.

L'ORIGINE DES ROCHES

MÉTÉORITES



Les météorites différenciées :

Certaines météorites n'ont pas de chondres, et cela s'explique par la **différenciation**. En effet, leurs corps parents ont subi une **fusion partielle** : le métal, plus dense, s'est décanté en leur centre, formant un noyau métallique, entouré d'un manteau d'une croûte pierreuses. D'où la distinction entre deux grandes catégories de météorites différenciées :

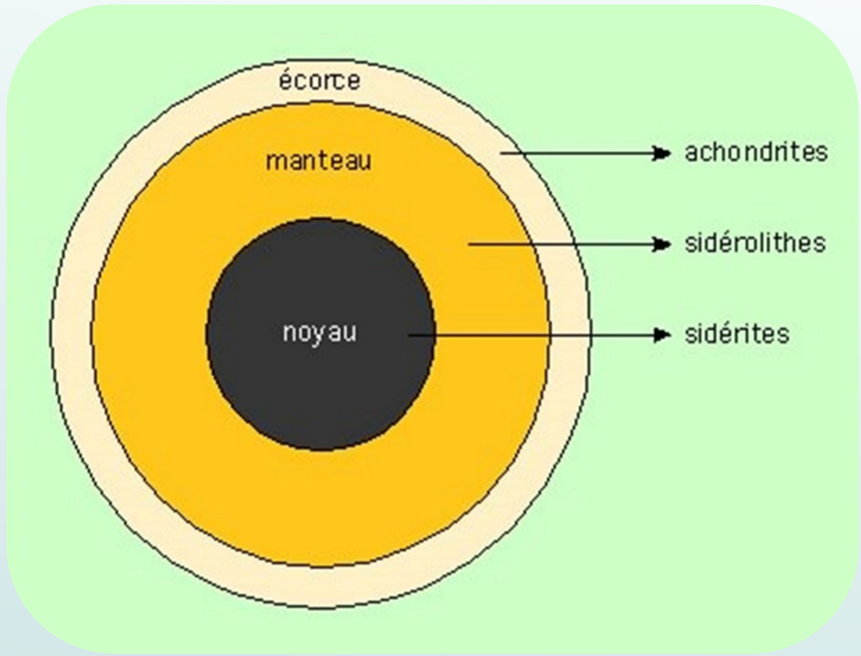
Les sidérites : ce sont des météorites différenciées essentiellement composées **de fer et de nickel**.

C'est la même composition que les grains métalliques des chondrites. Si nous pouvions échantillonner le centre de la Terre, c'est aussi cette même composition fer-nickel que nous analyserions !

Les achondrites : ces météorites différenciées sont **pierreuses**. Elles doivent leur nom à la disparition des chondres pendant la différenciation.

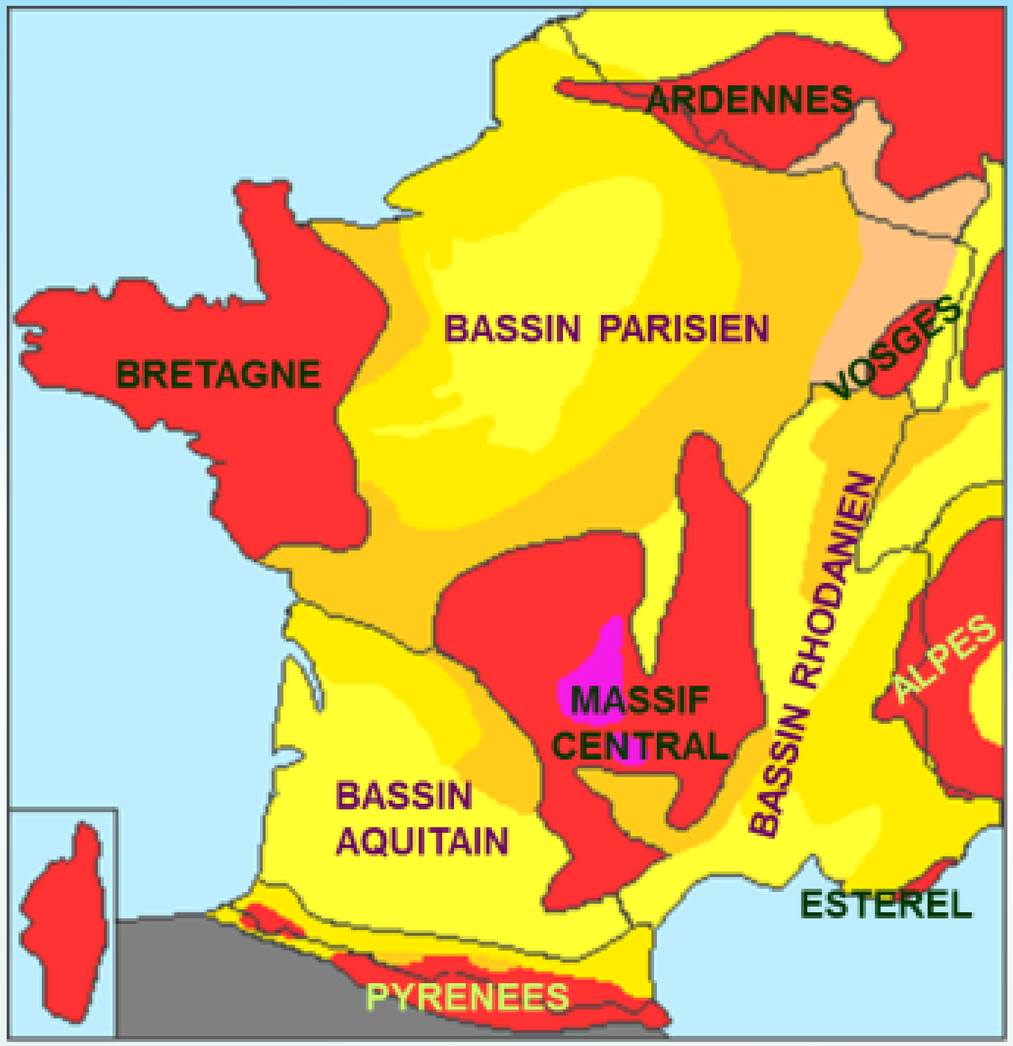
Ces météorites sont plus difficiles à distinguer des roches terrestres. En effet, on peut considérer ces dernières comme des achondrites puisqu'elles ne représentent que les premières dizaines de kilomètres de la Terre – c'est-à-dire les roches ne contenant pas de métal.

C'est dans cette catégorie que l'on trouve quelques météorites lunaires et martiennes, très rares au vu de la difficulté d'arracher des pierres de la gravité de la Lune ou de Mars (ces pierres ne se détachent que par des chocs avec de gros astéroïdes).



météorite	*nom générique*	*composition*	*type*	*provenance*
différenciées		métalliques	**2** sidérites	noyau
		mixtes	sidérolithes	manteau profond
		pierreuses	achondrites	manteau sup. et écorce
non différenciées	aérolithes		**1** chondrites	petits corps

L’ORIGINE DES ROCHES





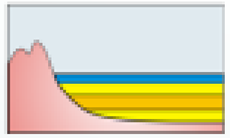
Roches magmatiques et métamorphiques







Roches sédimentaires



Sources :

Roche — Wikipédia (wikipedia.org)

Roches et minéraux du monde *(Ronald L.Bonewitz)*

ROCHES (Classification) - Roches sédimentaires - Encyclopædia Universalis

Quels sont les différents types de roches ? (futura-sciences.com)

Introduction à la géologie des ressources minérales - Répartition des familles de roches (unit.eu)

Cycle des roches - Géodiversité.NET (geodiversite.net)

https://www.mnhn.fr/fr/qu-est-ce-qu-une-meteorite

+ diverses revues, documentations et images sélectionnées sur le Web.

Remerciements :

Je remercie tous ceux qui ont contribué à l’élaboration de ce projet. 2024, particulièrement Alain , Denis, Jean-François, Jean-Marie.

Le Président CMFSTN.