

Sciences de la Terre

BCPST

Lycée Fénelon

Gilles FURELAUD

Petit Guide des Roches à l'usage des BCPST



Sommaire

L'identification des roches magmatiques.....	2
L'identification macroscopique des minéraux silicatés	3
L'identification des roches sédimentaires	4
<i>Péridotite</i>	5
<i>Gabbro</i>	6
<i>Basalte</i>	7
<i>Granodiorite</i>	8
<i>Andésite</i>	9
<i>Granite</i>	10
<i>Rhyolite</i>	11
<i>Trachyte</i>	12
<i>Calcaires</i>	13
<i>Grès</i>	14
<i>Argilites et Marnes</i>	15
<i>Conglomérats</i>	16
<i>Sables</i>	16
<i>Beauxite</i>	17
<i>Houille</i>	17
<i>Halite</i>	18
<i>Gypse</i>	18
<i>Schistes</i>	19
<i>Micaschistes</i>	20
<i>Gneiss</i>	21

péridotite	gabbro	basalte	diorite	andésite	trachyte	rhyolite	granite
Π	Γ	β	Δ	α	τ	ρ	γ

Abréviations
usuelles

olivine	pyroxènes	plagioclases	quartz	orthose	Amphiboles (hornblende etc ...)
Ol	Px	PL F _{Na-Ca}	Qz	F _K	Amph

rappels

L'identification des roches magmatiques



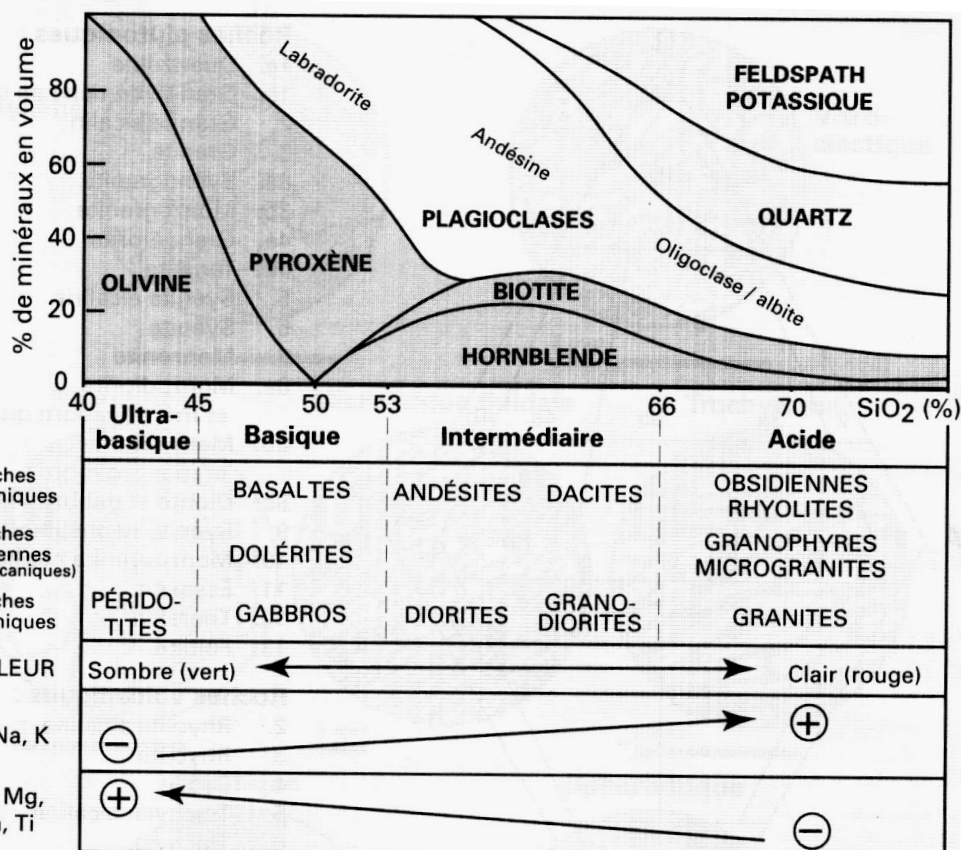
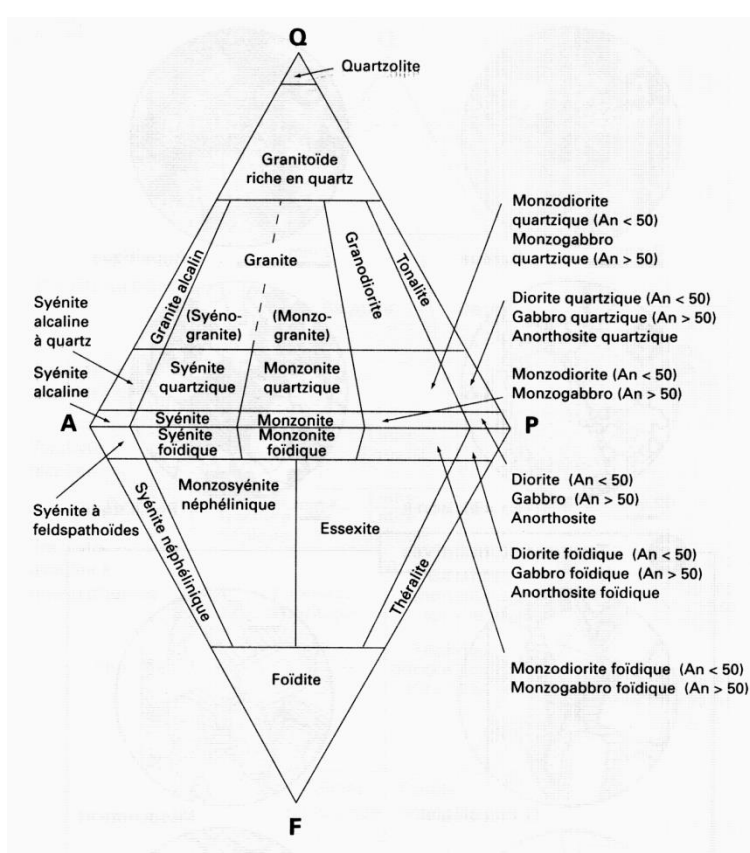
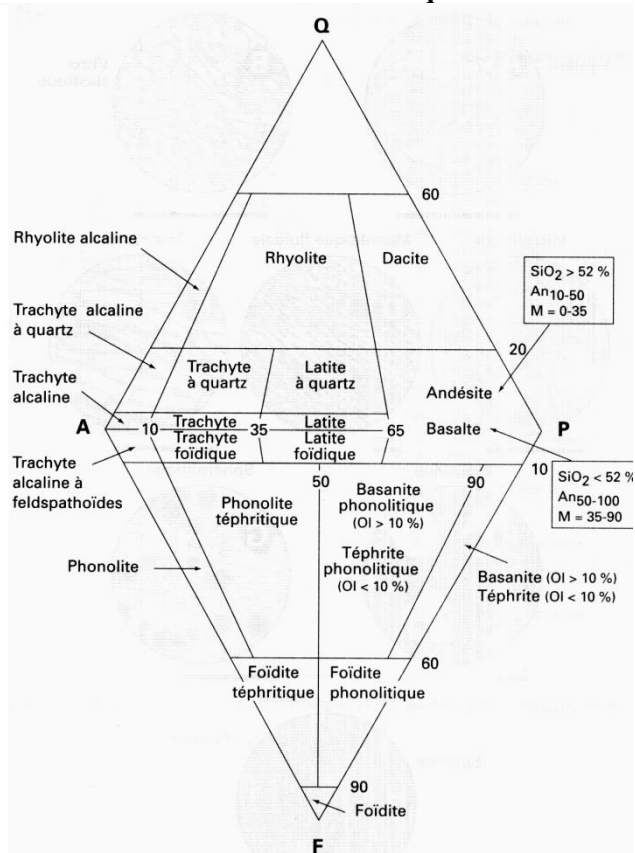
Diagramme de Streckeisen

Teneurs **relatives** en quartz (Q), feldspath alcalins (A ; orthose) et feldspaths calco-sodiques (P ; plagioclases)

F : teneur en feldspathoïdes (jamais de coexistence de quartz et de feldspathoïdes)

Pour les roches volcaniques

pour les roches plutoniques



Teneur en Silice SiO₂ (%)
(appréciable en particulier par l'importance du **quartz** et des **feldspaths**)

Ultrabasiques
(pas de Quartz)

45 ——— **Basiques**

52 ——— Intermédiaires
(saturées)

66 ——— **Acides**
(saturées)
(> 10% de quartz)

Couleur foncée
(% de minéraux ferro-magnésiens, sombres : **pyroxènes, biotite, amphiboles**)

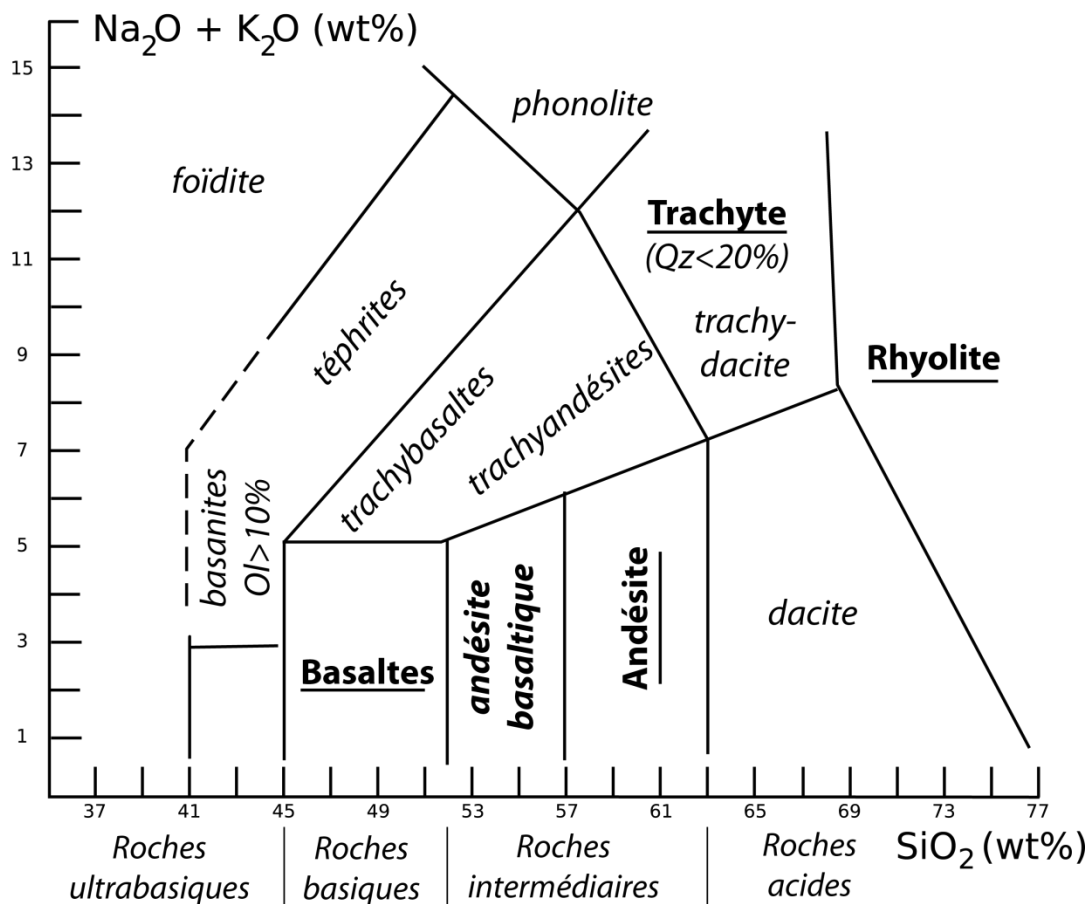
35 % ——— **Leucocrates**
(claires)

65 % ——— **Mésocrates**

Mélanocrates
(sombres)

Diagramme TAS (Total Alkalies Silica) simplifié

Classification **chimique** des **roches volcaniques** : selon la position de la roche dans un diagramme Teneur massique en **Alcalins** (Sodium Na_2O et Potassium K_2O) en fonction de la Teneur massique en **Silicium** (SiO_2)



Roches au programme de BCPST.
Roches pour information

Dans les dénominations internationales :

☆ Basanites, téphrites : roches sous-saturées en silice (pauvres en silice)

U (undersaturated)

☆ Trachybasaltes, trachyandésites, trachytes, trachydacites : roches saturées en silice

S (saturated)

Ces roches sont subdivisées selon leur richesse en Na ou K en roches de dénominations plus précise.

☆ Andésites basaltiques, andésites, dacites : roches sursaturées en silice
O (overstured)

rappels

L'identification macroscopique des minéraux silicatés



minéral	Formule et famille	couleur	Trait	éclat	dureté	clivage	forme	remarques
Olivine	$(\text{Mg,Fe})\text{SiO}_4$ Nésosilicate	Vert à jaune-brun	blanc	Vitreux, gras	6,5-7	imparfait	granulaire	Vert et translucide
Amphibole	$(\text{Na,Ca})_{2,3}(\text{Fe,Mg})_4\text{Al}_{0,2}\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ Inosilicate	Bleu, vert, noir	Gris-vert / gris-bleu	vitreux	5-6,5	2 à 120°	Agrégats, plus ou moins allongés	Variables mais plutôt foncés
Pyroxène	$(\text{Mg,Fe,Al,Ca})(\text{Si,Al})\text{O}_3$ Inosilicate	Vert à noir	blanc	vitreux	5-7	2 à 90°	prismatique	Foncés, contours nets
Micas Blanc (muscovite)	$\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH,F})_2$ Phyllosilicate	Incolore	Blanc	Blanc	2-3	//	Feuilleté	Brillant blanc
Micas noir (biotite)	$\text{K}(\text{Fe,Mg})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH,F})_2$ Phyllosilicate	noir	blanc	métallique	2-3	//	Feuilleté	Brillant noir
Feldspath potassique (orthose)	KAlSi_3O_8 Tectosilicate	Blanc à rose	blanc	nacré	6-6,5	(2)	Prismatique	Mat ; macle de Carlsbad
Feldspaths plagioclases	$\text{NaSi}_3\text{AlO}_8 \rightarrow \text{CaSi}_2\text{Al}_2\text{O}_8$ Albite Anorthite Tectosilicate	Blanc (clair) à gris-vert-bleu	blanc	Vitreux, nacré	6-6,5	(2)	Prismatique	Souvent allongé ; macles répétées
Quartz	SiO_2 Tectosilicate	Incolore-blanc-gris etc.	blanc	Gras, vitreux	7	aucun	Agrégats granuleux	« gros sel »

Mg,Fe : Olivine, Amphiboles, Pyroxènes, Biotite
Al : (Amphiboles) Pyroxènes, Micas, Feldspaths
Na : Amphiboles, Plagioclases

OH (hydratés) : Amphiboles, Muscovite, Biotite
Ca : Amphiboles, Pyroxènes, Plagioclases
K : Micas, Feldspaths potassiques

rappels

L'identification des roches sédimentaires



Composition chimique & minéralogique

- Roches **silicatées** (riches en argiles, qui sont des phyllosilicates)
- Roches **siliceuses** (riches en silice SiO_2)
- Roches **carbonatées** (riches en carbonate de calcium CaCO_3)
- Roches **carbonées** (dérivées de matière organique)
- Roches **salines**

Mode de formation

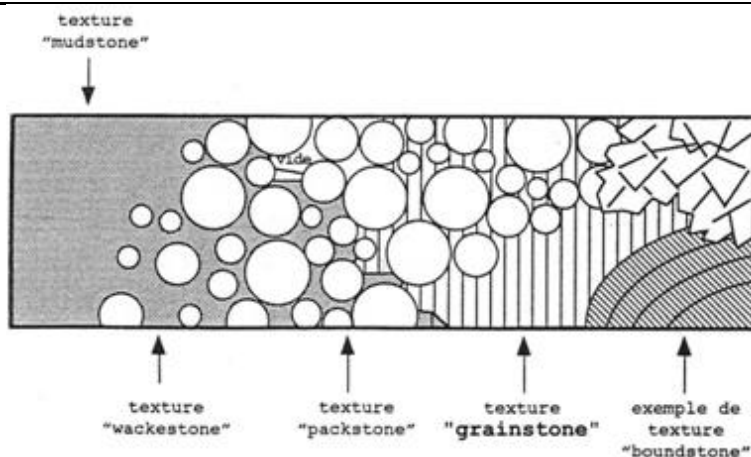
- Roches **détritiques ou terrigène** (dépôts de fragments de roches érodées après transport ; souvent siliceuses ou silicatées)
- Roches « **chimiques** » (précipitation d'éléments chimiques ; exemple : les évaporites)
- Roches **biogènes** (issues de l'activité des êtres vivants) :
 - ⇒ Roches issues du dépôt d'éléments vivants (squelettes, coquilles...), ou de précipitations dues à des êtres vivants : roches **carbonatées** (parfois **siliceuses**)
 - ⇒ Roches issues de l'évolution de la matière organique : roches **carbonées**

Constituants possibles d'une roche sédimentaire :

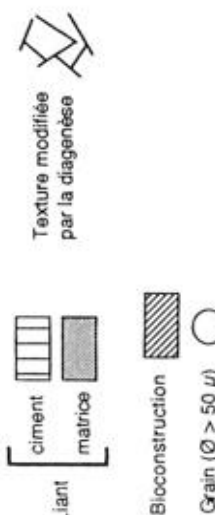
- Les **grains** : issus d'un dépôt, grossiers, par convention de taille $>50\text{-}60\text{ }\mu\text{m}$. = **éléments figurés**.
- La **matrice** : débris très fins issus aussi d'un dépôt.
- Le **ciment** : précipité chimique ou biochimique, qui peut en particulier se former lors de la diagénèse entre les grains.

Classification granulométrique des roches détritiques terrigènes

taille de grains (mm)	dénomination granulométriques des grains	nom général	roches meubles	roches cohérentes (grains pris dans une matrice ou un ciment)
$> 2\text{ mm}$	blocs galets granules	RUDITES (à grains grossiers)	blocs galets graviers	conglomérats : - brèche (grains anguleux) - poudingues (grains arrondis)
$0,0625 < T < 2$ ($1/16 < T < 2$)	sable grossier sable sable fin	ARENITES (à grains moyens)	sables	Grès
$T < 0,0625$ ($62,5\text{ }\mu\text{m}$) ($T < 1/16$)	limon grossier à très fin	LUTITES (à grains fins)	silts , boues, vases	Siltites = Pélites
	argile		argiles , boues et vases argileuses	argilites



Calcaires : classification de Dunham



Constituants cimentés pendant la sédimentation : NON				OUI
Boue carbonatée présente : OUI		NON		
Grains non jointifs		Grains jointifs		
$<10\%$ grains	$>10\%$ grains			
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Calcaire construit

Grains carbonatés (dans les calcaires) : natures

Oolithes : sphériques, moins de 2 mm de diamètre → milieu de mer chaude peu profonde agitée

Bioclastes : débris d'origine biologique → coquilles calcifiées (mollusques en particulier) ; informations paléogéographiques par principe d'actualisme

Microfossiles : tests calcifiés (ou siliceux dans les roches siliceuses) de foraminifères (dont Nummulithes, d'une taille millimétrique) ou d'algues unicellulaires → informations paléogéographiques par principe d'actualisme

Principe d'actualisme : on suppose que les observations menées actuellement étaient valables à l'époque considérée. Ainsi si une espèce vit actuellement dans un milieu précis, on suppose qu'un organisme semblable vivait dans le même type de milieu.

Roches mantelliques

 π PéridotiteMinéraux :

Olivine, Pyroxènes

Couleur(s) :

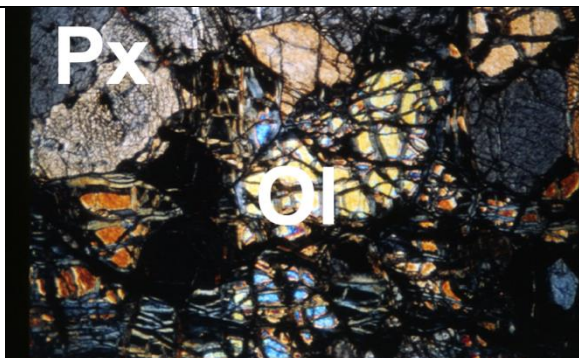
Mélanocrate ; vert à noir

Éléments chimiques :

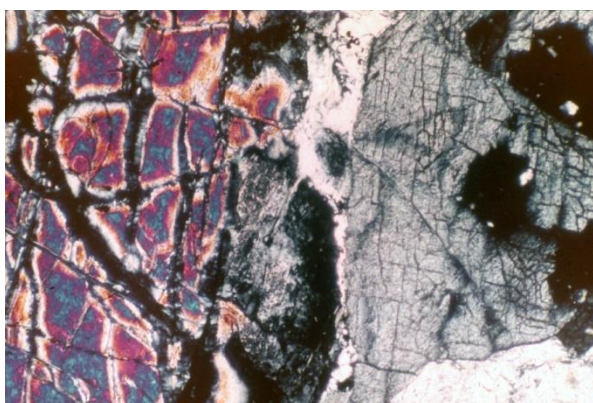
Riche en FeO, MgO. Présence d'Al, Ca...

Texture **grenue**.

Roche **ultrabasique**, composée essentiellement d'olivines (donnant une **coloration verte**) et de pyroxènes (Ol + Px > 90%). Possibilité de transformation métamorphique des olivines en serpentine (→ serpentinite).



Péridotite en LPA



Péridotite en LPA (fort grossissement)
Olivine à gauche, pyroxène à droite



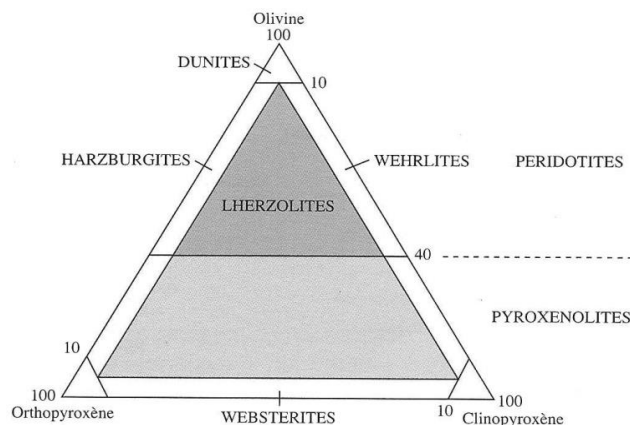
Enclave de péridotite dans un basalte ; vue macroscopique



Péridotite formée presque uniquement d'olivine vue à la loupe binoculaire

De manière rigoureuse, les roches ferromagnésiennes sont variées, et classées en fonction de leurs proportions d'olivine, d'orthopyroxènes et de clinopyroxènes (cf. *diagramme ci-dessous*).

Les péridotites s.s. sont les roches riches en olivine, et les pyroxénolites celles où l'olivine est minoritaire (hors-programme BCPST). BCPST : seules Harzburgite et Lherzolites sont à connaître (mais pas à savoir reconnaître).

**Que nous apprend cette roche ?**

La péridotite est **la** roche mantellique, dans son acception la plus large. Le manteau supérieur est composé de **Lherzolite** ; la **Harzburgite** est de la péridotite « appauvrie », résidu de la fusion partielle de la Lherzolite.

En profondeur, la péridotite évolue (cf. cours sur la structure minéralogique du manteau) : l'olivine (forme α) passe sous forme spinelle (β puis γ) puis pérovskite.

On peut trouver de la péridotite dans différents contextes :

- **Enclaves** mantelliques, remontées par des magmas basaltiques. Elles témoignent alors de l'origine mantellique du magma.
- Affleurements, en particulier dans les **ophiolites**, où elles montrent que la base de la croûte océanique est composée de Harzburgite.

Dans tous les cas, cette roche nous renseigne sur la composition du manteau terrestre.

Toute fusion partielle du manteau, donnant un magma, se réalise **à partir de péridotite**.

Roches magmatiques

Γ Gabbro

Minéraux :

Plagioclases, Pyroxènes, associés à de l'olivine ou des amphiboles. *Absence d'orthose.*

Couleur(s) :

Mélanocrate à mésocrate ; l'altération conduit à une teinte verdâtre

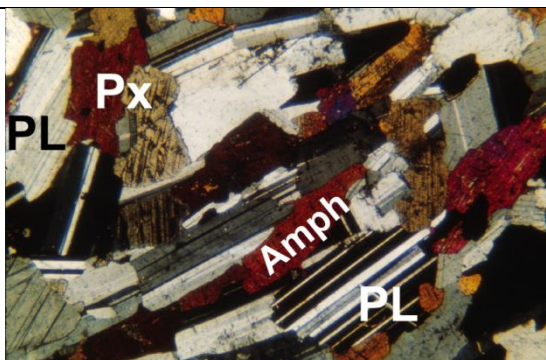
Eléments chimiques :

Riche en **FeO, MgO, CaO, Al₂O₃**

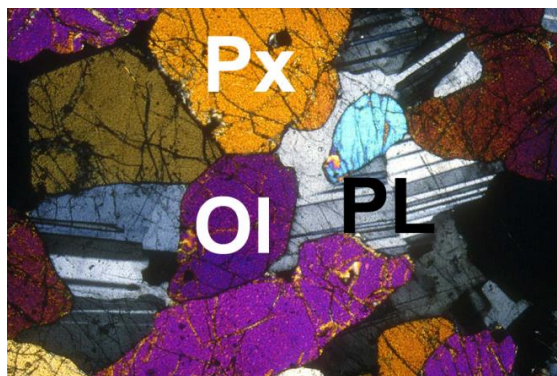
Texture **grenue**.

Roche **basique** : moins de Si, Fe, Mg que dans la péridotite, mais plus de Ca et Al. Possibilité, très rare, de présence d'un peu de quartz.

Mélange de minéraux **sombres** (Px, Ol, Amph) **ferromagnésiens** et de **Plagioclases clairs** (majoritairement de l'anorthite, pôle **calcique** des plagioclases).



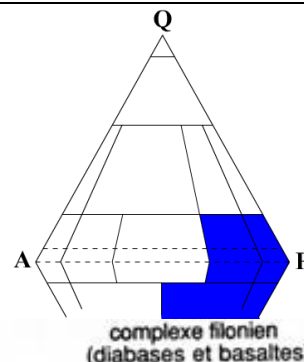
Gabbro à amphibole en LPA



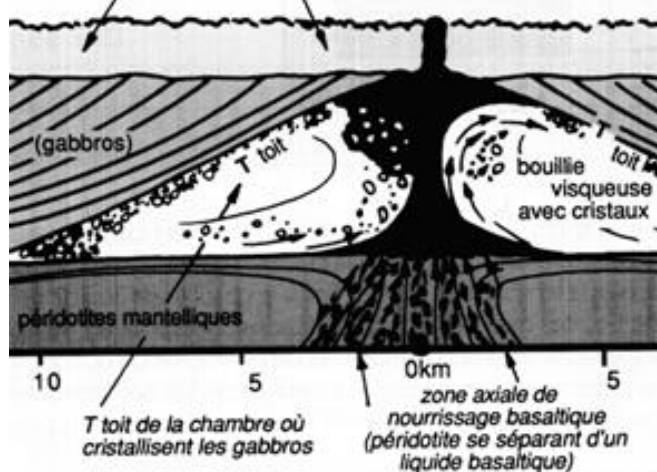
Gabbro à olivine en LPA



Echantillons de gabbros en vue macroscopique



Place des gabbros (et des monzogabbros, roches proches) dans le diagramme de Streckeisen.



La cristallisation du magma au niveau d'une dorsale rapide conduit à la formation de gabbros lités

Que nous apprend cette roche ?

Les gabbros ont la même composition chimique que les basaltes : ces deux types de roches sont issues du même magma, seule la vitesse de cristallisation différant.

Un gabbro montre donc qu'il y a eu fusion partielle, suivie d'une **cristallisation lente** : en profondeur, permettant l'obtention d'une roche holocristalline.

Les gabbros témoignent donc du fonctionnement d'une dorsale océanique.

Roches **plutoniques**, les gabbros forment l'essentiel de la **croûte océanique**.

Trouver un gabbro sur le terrain montre donc que l'on est face à une **lithosphère océanique** : soit au fond des océans (visible grâce à des failles transformantes en particulier), soit au niveau d'une **ophiolite** (ex. : **métagabbros du massif du Chenaillet dans les Alpes**).

Roche magmatique

 β BasalteMinéraux :

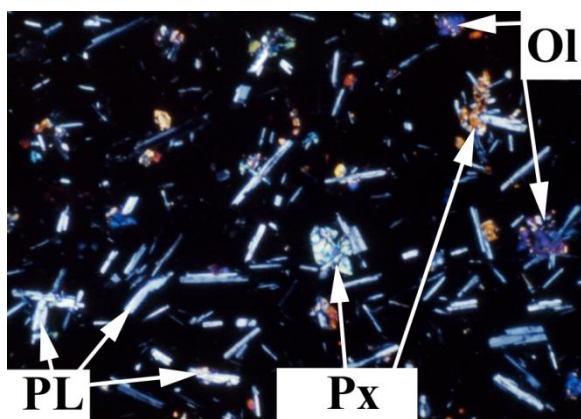
Pyroxènes, Plagioclases, Olivine

Couleur(s) :

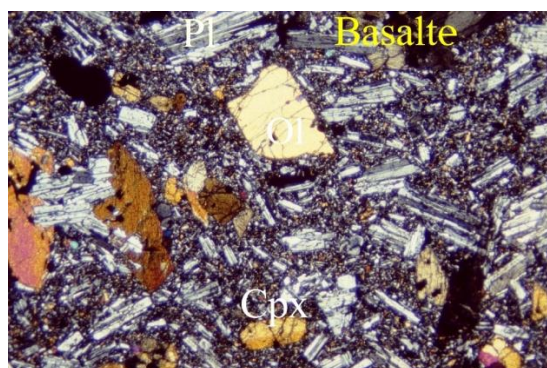
Mélanocrate (parfois à tendance mésocrate)

Eléments chimiques :Riche en FeO, MgO, CaO, Al₂O₃Texture **microlithique**.Roche **basique**. Cf. fiche « gabbro ».

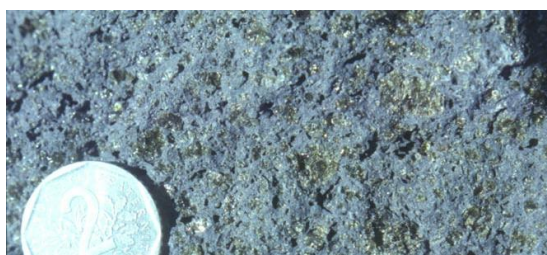
Phénocristaux : souvent des pyroxènes et/ de l'olivine (basalte à pyroxène ; à olivine) ; parfois des plagioclases (basalte demi-deuil). Les microlithes sont en général des plagioclases.



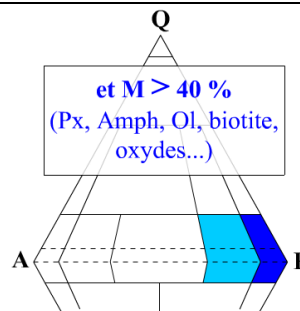
Basalte tholéiitique de pillow-lava en LPA



Basalte en LPA

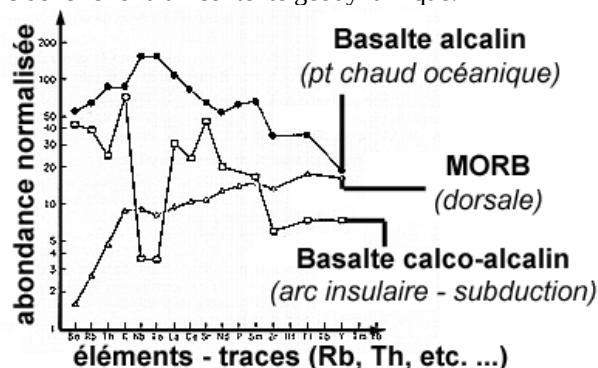


Basalte à olivine ; vue macroscopique

Basalte demi-deuil ; vue macroscopique
Phénocristaux de plagioclases

Place des basaltes (et des trachybasaltes, roches proches) dans le diagramme de Streckeisen. (M : minéraux ferro-magnésiens)

L'analyse de la composition chimique en éléments traces permet de resituer un basalte dans une série magmatique, et donc de le relier à un contexte géodynamique.

**Que nous apprend cette roche ?**

Les basaltes ont la même composition chimique que les gabbros : ces deux types de roches sont issues du même magma, seule la vitesse de cristallisation différant.

Un basalte montre donc qu'il y a eu fusion partielle, suivie d'une **cristallisation rapide** : en surface ou à faible profondeur, permettant l'obtention d'une roche microlithique.Les premiers minéraux à cristalliser (cf. séries de Bowen) sont bien visibles (**phénocristaux**) et se sont formés dans la chambre magmatique. Les autres minéraux n'ont eu que peu (les **microlithes**) ou pas (le **verre**) le temps de cristalliser.La fusion partielle peut avoir **différentes origines** : un basalte doit donc toujours être (si possible...) **relié à un contexte géodynamique** : dorsale océanique, subduction, point chaud. La présence d'**inclusions** est fréquente : fragments de la roche mère du magma, ou parfois fragments de l'encaissant arrachés lors de la remontée du magma ou d'une explosion phréatomagmatique.Les laves basaltiques sont **très fluides**, permettant la formation de coulées et de projections (bombes). En milieu sous-marin : formation de **pillow-lava** (basaltes en coussins).

Roche magmatique



Granodiorite

Pas au programme – « proche » de la Diorite

Minéraux :

Plagioclases, Biotite, Orthose ($F_K < PL$), Quartz, Pyroxène, Amphiboles (peu ou pas de muscovite)

Couleur(s) :

Mésococrate à leucocrate (peu de ferro-magnésiens)

Eléments chimiques :

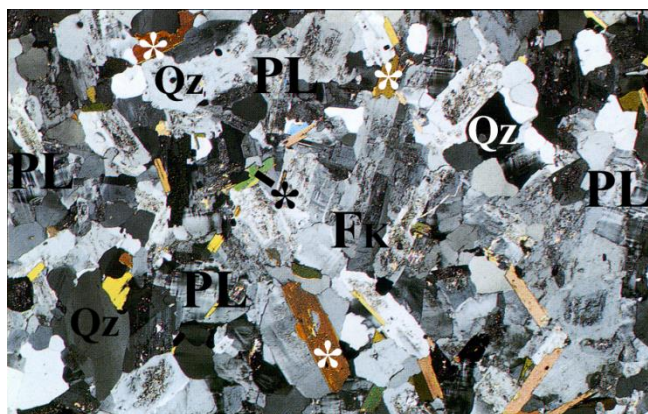
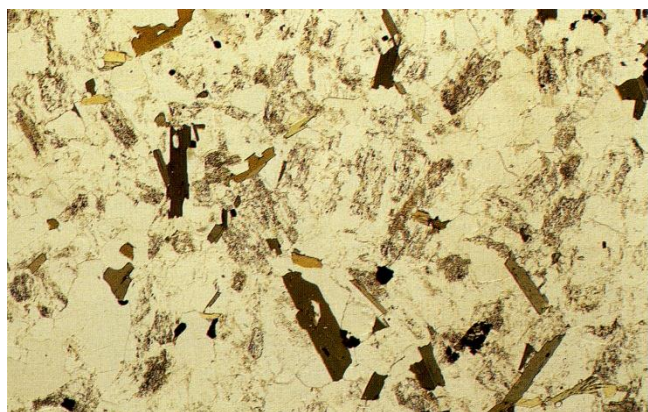
SiO_2 et Al_2O_3 .

Présence de CaO , Na_2O , K_2O . Peu de FeO , MgO

Texture **grenue**.

Roche **acide**, avec présence de quartz ; peu de ferro-magnésiens présents.

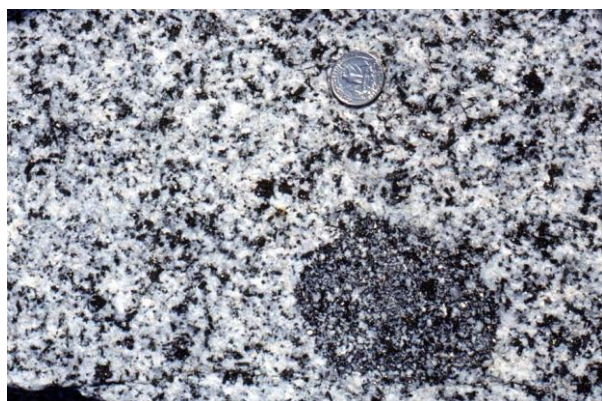
Roche proche du granite, mais les **plagioclases** (= calco-sodiques) sont **majoritaires** par rapport à l'orthose (= potassique) **au sein des feldspaths** (> 66% des feldspaths).



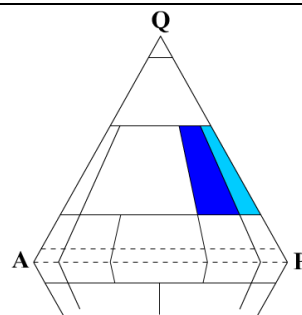
Granodiorite en LPNA (haut) et en LPA (bas)

* : muscovite (micas noir), repérable par ses fins clivages parallèles et sa teinte foncée en lumière « naturelle » (LPNA)

Noter la surabondance de plagioclases par rapport à l'orthose (F_K)



Granodiorite en vue macroscopique



Place des granodiorites (et des diorites, roches proches) dans le diagramme de Streckeisen.

Comparaison entre la composition chimique d'un granite et d'une granodiorite :

% en poids d'oxydes	Granite		Granodiorite
SiO_2	<u>73,86</u>	>	<u>66,88</u>
TiO_2	0,20		0,57
Al_2O_3	<u>13,75</u>	=	<u>15,66</u>
Fe_2O_3	0,78	<	1,33
FeO	1,13	<	2,59
MnO	0,05		0,07
MgO	0,26	<	1,57
CaO	0,72	<	<u>3,56</u>
Na_2O	3,51	=	3,84
K_2O	<u>5,13</u>	>	3,07
H_2O	0,47		0,65
P_2O_5	0,14		0,21

Que nous apprend cette roche ?

Les granodiorites sont des roches plutoniques, formées par la **crystallisation lente** d'un magma, en profondeur. Il s'agit de roches proches des granites, mais moins acides (donc moins de quartz, peu d'orthose et pas de muscovite).

Les granodiorites sont des roches plus rares que les granites. On les trouve en particulier au niveau des **subductions océan-continent** : ces roches se forment alors à partir de magmas calco-alcalins différenciés (équivalent volcanique, dans la **série calco-alcaline** : les **dacites** [pour information]).

Roche magmatique

 α AndésiteMinéraux :

Plagioclases, Biotite, Pyroxène, Amphiboles

Couleur(s) :

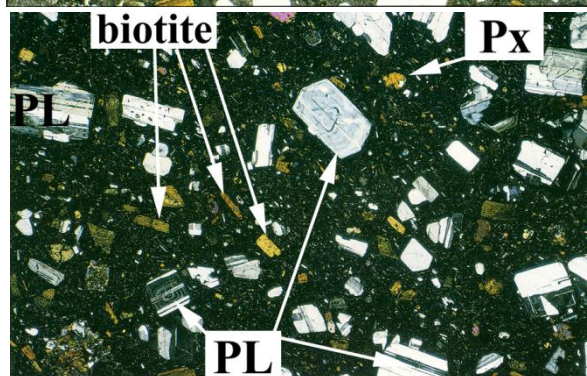
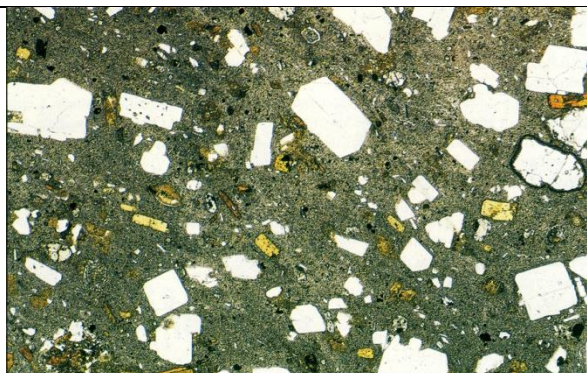
Mésocrate (gris foncé)

Éléments chimiques :

SiO₂, Al₂O₃, FeO, MgO, CaO

Texture **microlithique**.

Roche saturée, **intermédiaire** (entre 52 et 66 % de silice). Lorsque les phénocristaux sont peu visibles, on pourrait la confondre avec un basalte, mais elle est d'une teinte plus claire (tout en restant plus foncée qu'une rhyolite ou une trachyte).

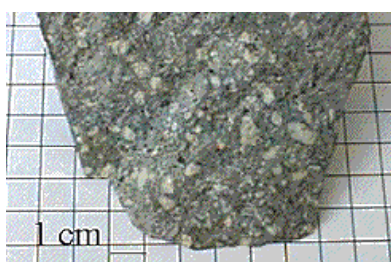


Une andésite en LPNA (en haut) et en LPA (en bas).

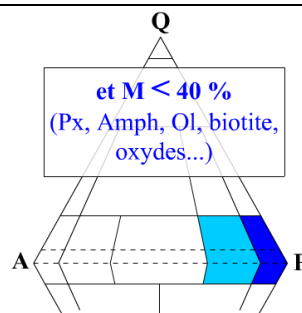
On observe en particulier des **plagioclases zonés**, caractéristiques d'un **refroidissement rapide** (cf. cours magmatisme).



Une autre andésite en LPA. On observe des **plagioclases** (macles répétées assez peu nettes), quelques **pyroxènes**.



Andésite en vue macroscopique.



Place des andésites (et des **trachyandésites**, roches proches) dans le diagramme de Streckeisen. (M : minéraux ferro-magnésiens)



Comparaison entre un basalte (à gauche, gris foncé), une andésite (au centre, gris clair) et un trachyte (à droite, très clair) (une rhyolite aurait une teinte similaire à celle de la trachyte, ou teinté de rouge mais sans minéraux noirs)

Que nous apprend cette roche ?

Une andésite montre donc qu'il y a eu fusion partielle, suivie d'une **crystallisation rapide** : en surface ou à faible profondeur, permettant l'obtention d'une roche microlithique.

Les andésites font partie de la **série calco-alcaline**, où elles représentent un terme moyen. On les trouve ainsi souvent dans des contextes de **subduction** (océan-continent et océan-océan), à une distance moyenne de la fosse de subduction. Nombre de volcans de la cordillère des Andes présentent un magmatisme andésitique.

Les laves andésitiques sont moins fluides que les laves basaltiques, sans être autant pâteuses que les magmas trachytiques ou rhyolitiques.

Roche magmatique

 γ GraniteMinéraux :

Quartz, Orthose, Plagioclases, Biotite et/ou
Muscovite, Amphiboles. (**PAS** d'olivine)

Couleur(s) :

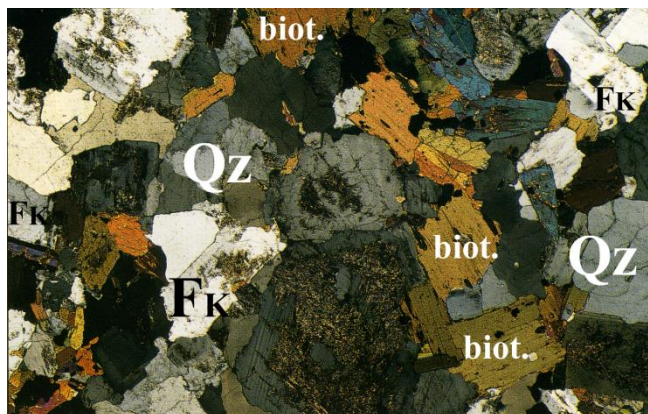
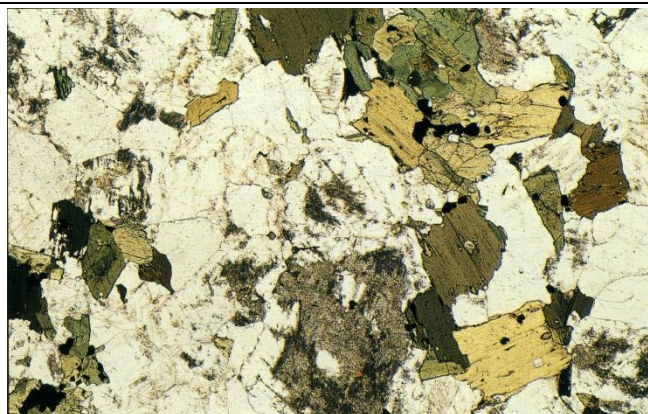
Leucocrate (teinte rose possible)

Eléments chimiques :

SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O

Texture **grenue**.

Roche **sursaturée**, très riche en silice. Cette richesse permet la formation de quartz, sous forme de cristaux xénomorphes (car cristallisant en dernier). Les granites sont caractérisés par l'abondance de feldspaths alcalins (orthose) et la présence fréquente de micas (si présence de biotite et de muscovite, on parle de « granite à deux micas »).



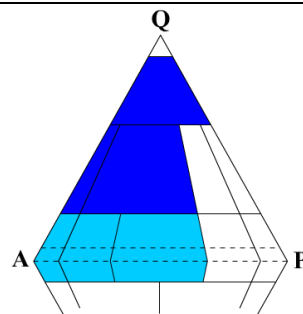
Un granite en LPNA (en haut) et en LPA (en bas)
biot. = biotite (micas noir)



Granite rose en vue macroscopique



Détail d'un granite (à la loupe)



Place des granites (et des syénites et monzonites, roches proches) dans le diagramme de Streckeisen.

Cf. fiche « granodiorite » pour un exemple de composition chimique d'un granite

Que nous apprend cette roche ?

Granites, syénites, monzonites et tous leurs intermédiaires sont regroupés sous le terme général de **granitoïdes**. Ces roches constituent l'essentiel de la croûte continentale.

Il s'agit donc de roches extrêmement **communes**, mais aussi **très variables** : la composition des feldspaths peut ainsi conduire à des teintes diverses (gris clair, gris foncé, rose voir presque rouge...) ; si les cristaux d'orthose sont très gros, on parle de pegmatites ; si le grain est très fin (cristaux < 2mm), on parle de microgranite.

L'altération des granites conduit à des chaos granitiques en milieu tempéré, et à des latérites en milieu tropical (cf. cours Sédimentation).

Les granites sont des roches plutoniques, donc obtenues suite au **refroidissement lent**, en profondeur, d'un **magma acide** (riche en silice).

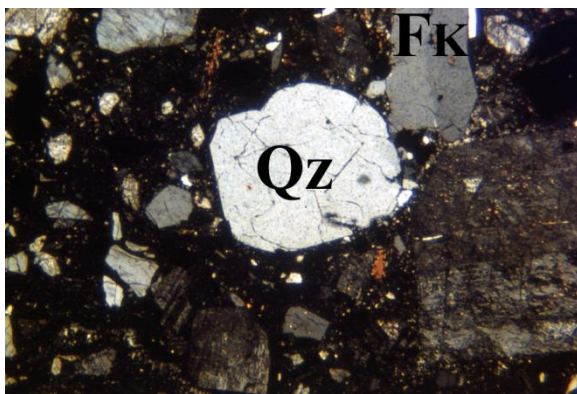
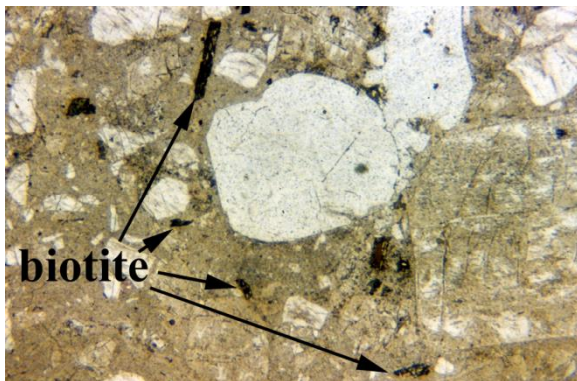
Ce magma peut en particulier avoir pour origine la **fusion partielle des roches de la croûte continentale** au sein des **chaînes de collision**, en profondeur, sous l'effet des fortes pressions et températures. Ainsi, la majorité des granites aujourd'hui à l'affleurement correspondent aux racines d'anciennes chaînes de montagne, et ont été **ramenés à la surface par l'érosion** de ces chaînes : en France, on trouve ainsi de nombreux granites dans les massifs anciens (Massif Armoricain, Vosges et Massif Central en particulier).

Ces granites sont nommés **granites d'anatexie** (avec parfois des zones partiellement fondues seulement). Les **granites intrusifs** correspondent, eux, à un pluton granitique (poche de magma ayant amorcé une remontée vers la surface) : ils sont bordés d'un métamorphisme de contact (de haute température).

Roche magmatique

 ρ RhyoliteMinéraux :Idem granite. **Phénocristaux de Quartz**Couleur(s) :**Leucocrate** (blanche, ou rouge)Eléments chimiques : SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O Texture **microlithique**.

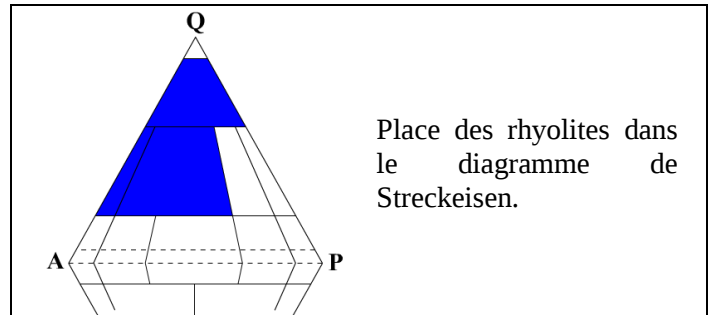
Roche **sursaturée**, très riche en silice. Cette richesse permet la formation de cristaux de quartz automorphes : l'association « roche microlithique » et « phénocristaux de quartz » permet de déterminer une rhyolite sans erreur possible.



Rhyolite en LPNA (en haut) et en LPA (en bas)



Rhyolite en vue macroscopique.
Noter la présence de nombreux cristaux de quartz automorphes.



Place des rhyolites dans le diagramme de Streckeisen.

Que nous apprend cette roche ?

Une rhyolite montre donc qu'il y a eu fusion partielle, suivie d'une **cristallisation rapide** : en surface ou à faible profondeur, permettant l'obtention d'une roche microlithique.

Les rhyolites sont le terme ultime (= le plus différencié) de la **série calco-alcaline**. On les trouve ainsi souvent dans des contextes de **subduction** océan-continent, à une distance importante de la fosse de subduction. Les magmas rhyolites étant des magmas évolués, cette évolution est souvent accompagnée d'une contamination du magma par la croûte continentale.

Des rhyolites peuvent aussi être trouvées dans d'autres contextes magmatiques (rifts continentaux, îles intra-océaniques), suite à l'évolution et/ou la contamination de magmas basaltiques.

Les magmas rhyolitiques sont très pâteux, et conduisent donc à un volcanisme explosif. Cette propriété de ces magmas explique que la majorité des magmas rhyolitiques cristallisent en profondeur (donnant alors des granites) et parviennent rarement en surface.

En France, on trouve un volcanisme rhyolitique au niveau du massif de l'Esterel (fait assez rare pour qu'il vaille la peine d'être connu...).

Roche magmatique

 τ TrachyteMinéraux :

Plagioclases, Biotite, Pyroxène, Amphiboles

Couleur(s) :

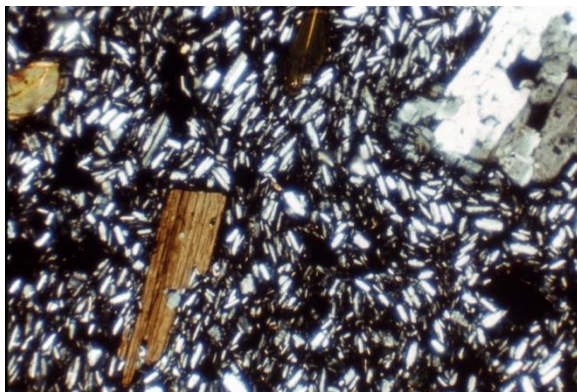
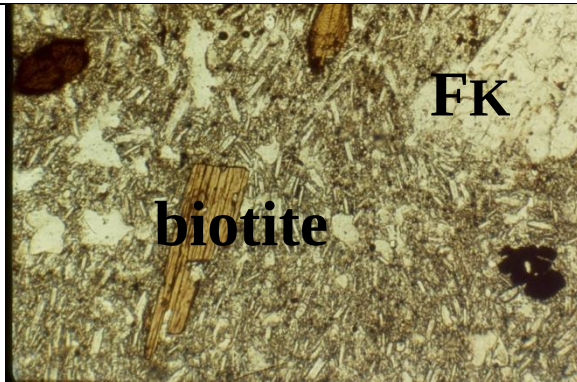
Mésococrate mais **mésostase claire**

Éléments chimiques :

SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O

Texture **microlithique**.

Roche **saturée**, très riche en silice, d'où une mésostase claire. Toutefois, il y a souvent peu voir pas de quartz cristallisé, mais quelques cristaux foncés, ce qui permet de distinguer un trachyte d'une rhyolite. Les plagioclases sont plutôt calciques.

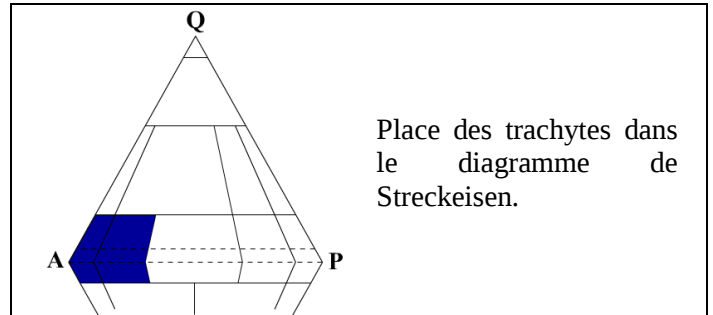


Trachyte calco-alkalin en LPNA (en haut)
et en LPA (en bas)



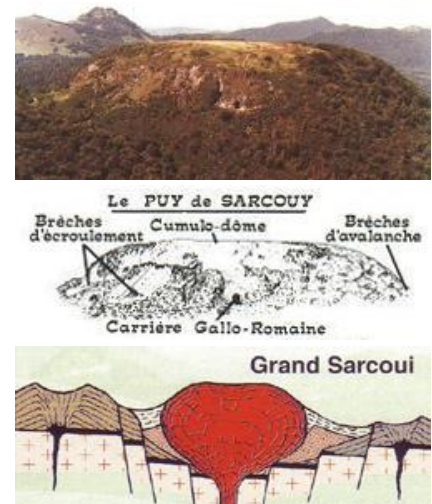
Trachyte en vue macroscopique.

Cristaux : Feldspath potassique, quelques paillettes de biotite



Place des trachytes dans
le diagramme de
Streckeisen.

Un exemple de dôme trachytique : le
Grand Sarcouy (chaîne des Puys)



Que nous apprend cette roche ?

Un trachyte montre donc qu'il y a eu fusion partielle, suivie d'une **cristallisation rapide** : en surface ou à faible profondeur, permettant l'obtention d'une roche microlithique.

Les rhyolites sont un terme différencié de la **série - alcaline**. On les trouve ainsi souvent dans des contextes de **rift intracontinental**. Les magmas trachytiques étant des magmas évolués, cette évolution est souvent accompagnée d'une contamination du magma par la croûte continentale.

Les magmas trachytiques sont très pâteux, et conduisent donc à un volcanisme explosif. On observe la formation de dômes, et non de cônes..

En France, on trouve en particulier des dômes de trachyte dans la chaîne des Puys. Le terme local de « domite » est ainsi souvent employé pour désigner cette roche dans cette région.

Roche sédimentaires
détritique *et/ou* biogène *et/ou* chimique
océan / mer / lac

Calcaires



Minéraux :

Carbonate de Calcium CaCO_3 : **calcite** ou aragonite
(Ca,Mg) CO_3 : dolomite

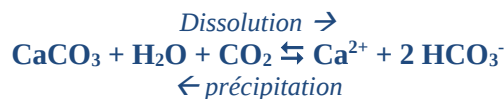
Couleur(s) :

Roches claires

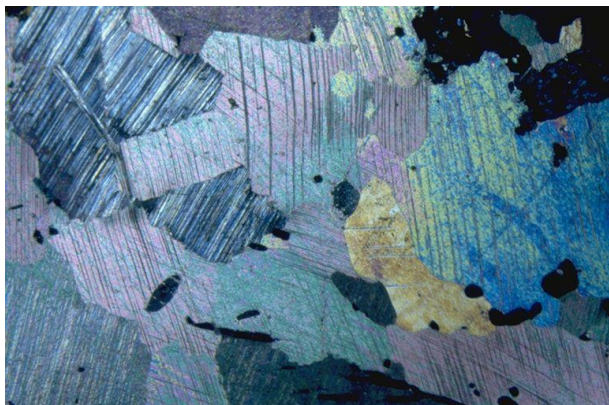
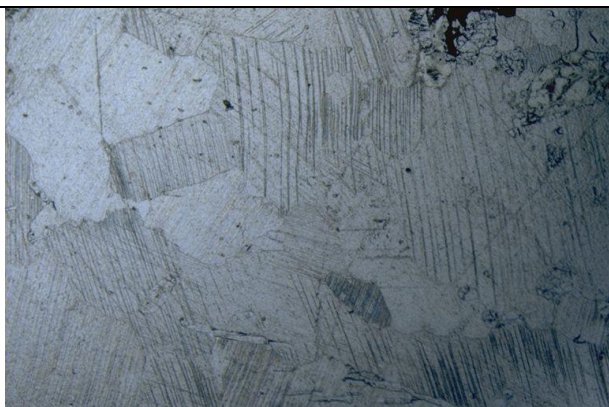
Réaction à l'acide chlorhydrique dilué :

Effervescence à froid si présence de CaCO_3
Pas ou peu d'effervescence si dolomite

Equilibre des carbonates :



La précipitation chimique des carbonates conduit à la formation de **calcite**. Nombre d'organismes vivant peuvent réaliser une précipitation biologique des carbonates, en général sous forme **d'aragonite** : cette forme, moins stable, est souvent transformée en calcite après le dépôt.



Calcite en LPNA (en haut) et en LPA (en bas)



Calcaire nummulitique
(mer chaude ; âge nummulitique = paléocène + éocène + oligocène, soit le début du cénozoïque ; 65 à 23 Ma)



Calcaire oolithique
(mer chaude et agitée ; milieu récifal tropical)



Coccolithes (MEB ; chaque élément mesure environ 1 μm)

Les calcaires sont très variables, en fonction des éléments les ayant formés.

Calcaire oolithique : petites sphères de 0,5 à 2 mm (les oolithes) formées marin chaud et agité, peu profond.

Calcaire corallien : calcaires massifs formés par des coraux à squelette calcaire ; milieu récifal. Certains récifs ont été formés (en particulier au crétacé) par des mollusques particuliers, les rudistes : calcaires à rudistes.

Calcaire coquillier : accumulation de coquilles, en général au niveau d'une plate-forme continentale ;

Calcaire à foraminifères : accumulation de tests de foraminifères (unicellulaires à squelette calcaire).

Craie : accumulation de coccolithes (nanofossiles ; plaques calcaires formant la paroi des coccolithophoridés, algues unicellulaires).

Que nous apprend cette roche ?

Les calcaires sont le plus souvent des roches détritiques, formées par l'accumulation de débris. Une matrice calcique permet de consolider l'ensemble.

La nature du calcaire (cf. ci-dessus) permet de **reconstituer le paléo-environnement**, c'est-à-dire les conditions qui régnaient au moment et au lieu de dépôt du sédiment ayant donné la roche (on utilise ainsi le **principe d'actualisme** : si actuellement un certain type de conditions conduisent à la présence de certaines espèces, par exemple, alors si on trouve des espèces du même type dans une roche on suppose que les conditions régnant à l'époque sont les mêmes que celles du milieu de vie actuel de l'organisme).

Les calcaires sont des roches se formant en **milieu aquatique**. Dans la majorité des cas, il s'agit de **mers épicontinentales** (= au-dessus d'une plate-forme continentale), mais on peut aussi trouver des calcaires de la croûte **océanique** (dans une chaîne de montagne et/ou au niveau de prismes d'accrétion), ou des calcaires **lacustres**.

Les carbonates deviennent solubles dans l'eau à grande profondeur : au-delà de la CCD (profondeur de compensation des carbonates, actuellement vers 4000 à 5000m). Un calcaire est donc une roche qui s'est formée obligatoirement à une **profondeur inférieure à la CCD**.

Roche sédimentaires
détritique
continent / marges continentales

Grès



Définition :

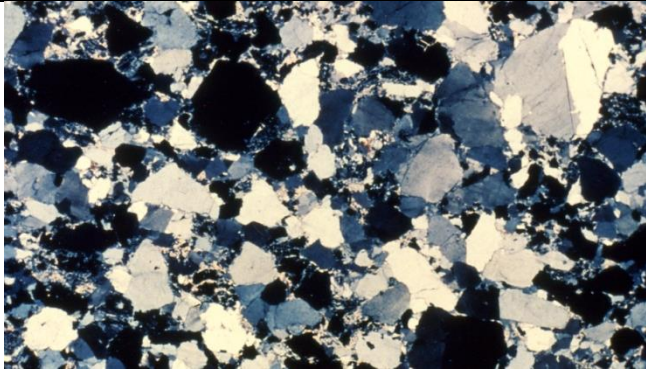
Roche détritique formée d'éléments d'une taille comprise entre $1/16^{\text{ème}}$ de mm et 2 mm, consolidée.

Réaction à l'acide chlorhydrique dilué :

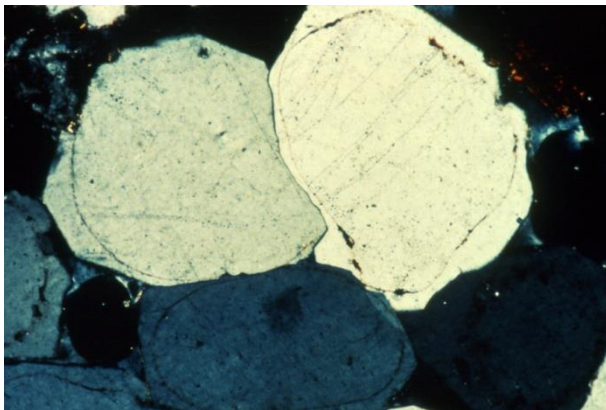
Pas d'effervescence (sauf si matrice calcaire : possibilité d'effervescence très faible)

Les grès les plus courants sont formés de **grains de quartz** (car ces cristaux sont résistants) : on parle alors de grès quartzeux. *Dans le cas d'une matrice siliceuse, on parle alors de grès quartzite.*

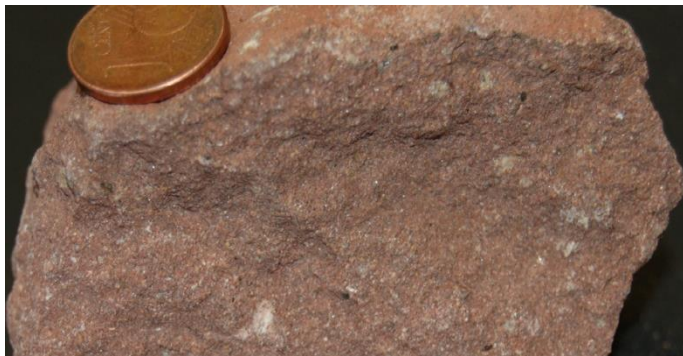
Plus rarement, on peut trouver des grès micas (grès psammitique), ou des feldspaths (grès arkosique), des coquilles (grès coquillier).



Grès à matrice argileuse en LPA



Grès (quartzite) à gros grains de quartz en LPA



Echantillon de grès en vue macroscopique



Grès (psammitique) à grains fins en LPA

Comme d'autres roches sédimentaires, les grès sont formés de grains (= **éléments figurés**), réunis entre eux par une **matrice** (fins débris) ou un **ciment** (précipité chimique).

Les **éléments figurés** peuvent être, du plus courant au plus rare :



Quartz (gris, peu brillant)
Muscovite (très brillant, blanc)
Feldspaths (mats)
Biotite (très brillant, noir)
Pyroxène, Olivine...

Le **ciment** ou la **matrice** peut être déterminé facilement par sa couleur et sa réaction à l'HCl dilué :

Effervescence à l'acide ?	
OUI	NON
Ciment carbonaté	Couleur ?
	Clair : siliceux (SiO ₂)
	Rose : siliceux + ferrugineux (Fer)
	Brun – violet : ferrugineux
	Gris – noir : argile

Que nous apprend cette roche ?

Le grès apparaît comme un **sable** dont les éléments figurés (les grains) sont **reliés entre eux**, formant une roche cohérente.

Il s'agit donc d'une roche détritique, formée suite à **l'altération de roches continentales**, au transport des grains issus de cette altération, et finalement à leur sédimentation.

L'observation de grès indique donc l'existence d'une érosion en domaine continental à proximité du lieu du dépôt. Comme pour un sable, l'observation des grains renseigne sur la nature de la (ou des) roche(s) érodée(s).

La présence de grès permet donc, en général, de supposer l'existence de zones continentales en cours d'érosion (le grès peut d'ailleurs se former lui-même en domaine continental). Il s'agit donc d'une roche marquant plutôt une régression marine (au contraire des calcaires, plutôt caractéristiques, en général, d'une transgression marine).

Roche sédimentaires
détritique
continents / océans

Argilites et Marnes



Minéraux :

Argiles (phyllosilicates)
(pour une marne : + carbonates)

Réaction à l'acide chlorhydrique dilué :

Non. (sauf si la roche est une marne)

Les argilites sont des roches détritiques formées de très petits éléments (moins de $1/16^{\text{ème}}$ de mm). Ces éléments sont en général des minéraux silicatés de la famille des argiles (on nomme ainsi souvent ces roches des argiles).

Dans le cas des marnes, il s'agit d'un mélange d'argiles et de carbonates.



Exemples d'argilites vues en LPA



Echantillon d'argilite; vue macroscopique

Elle présente des propriétés particulières vis à vis de l'eau :

- A l'état sec, elle a une **très grande affinité pour l'eau** (→ l'argile « happe à la langue » : **formation d'une pâte avec l'eau**) : cette propriété est due aux infimes espaces que se trouvent entre les particules argileuses mais aussi surtout aux caractères chargés des feuillets qui retiennent les molécules d'eau.
- A l'état hydraté, l'argile **devient imperméable** (→ elle constitue souvent la base d'une nappe phréatique ou couche toit dans la migration verticale des hydrocarbures ou de tout fluide souterrain) et **plastique** (→ elle se comporte comme un matériel malléable et déformable) → **elle est à l'origine de "couches savon" entraînant des glissements de terrain.**

Que nous apprend cette roche ?

Les argiles sont des minéraux formés par l'**altération des silicates**. La présence d'argiles montre donc l'existence de roches (métamorphiques ou magmatiques) silicatées, qui ont été altérées. Il est à noter que la très petite taille des argiles permet un transport à très grande distance, donc il n'est pas possible de conclure sur une éventuelle proximité de la zone en cours d'érosion (au contraire des grès, par exemple) !

Les différents minéraux argileux ne sont pas distinguables à notre niveau, mais quand on les connaît, il est alors possible d'avoir des informations sur le milieu où s'est déroulé l'altération.

En prenant l'exemple de l'orthose $[KAlSi_3O_8]$; rapport $Si/Al = 3$, dans le cas de l'altération d'un granite (cf. *cours sédimentation*), on observe ainsi que l'on peut obtenir les argiles suivantes :

- **Illite** (ou smectite) : argile Te-Oc-Te ; processus de **bisiallisation** $[Si/Al = 2]$ en climat **tempéré**.
- **Kaolinite** : argile Te-Oc ; processus de **monosiallisation** $[Si/Al = 1]$ en climat **tropical humide**.
- En climat tropical humide, l'altération de la kaolinite conduit à la formation d'une cuirasse latéritique de gibbsite $Al(OH)_3$ et d'oxyde de fer $Fe(OH)_3$ et de kaolinite.

Dans les paysages, argiles et marnes donnent des reliefs « mous », modelés par l'eau.

Roche sédimentaires
détritique / parfois tectonique
Continents / marges continentales

Conglomérats



Rudite = roche détritique formée d'éléments d'une taille supérieure à 2 mm (graviers, galets, blocs) **consolidés**.

Brèche : les éléments sont anguleux.
Poudingue : les éléments sont arrondis.

Les conglomérats, de manière générale, montrent qu'une altération a lieu, produisant des fragments rocheux de tailles diverses.



Brèche en vue macroscopique



Poudingue en vue macroscopique

Que nous apprend cette roche ?

Dans le cas d'une **brèche**, les fragments ne sont pas arrondis, ce qui montre une absence de transport. Il y a donc deux possibilités :

- Soit les éléments n'ont pas été transportés car trop gros ou absence d'un fluide avec une force suffisante (cf. diagramme de Hjulström, cours sédimentation).
- Soit les éléments n'avaient « pas de raison d'être déplacés » : dans ce dernier cas, il s'agit de **brèches tectoniques**, produites par le mouvement d'une faille par exemple.

Dans le cas d'un **poudingue**, les fragments, arrondis, ont été brassés par un fluide. Ces formations sont caractéristiques des **bordures de massifs montagneux**, montrant l'altération de ces massifs (et donc le fait que l'orogénèse a conduit à la surrection de montagnes) ; les fragments arrachés aux reliefs sont transportés par les torrents, et « abandonnés » dans les bassins entourant la chaîne montagneuse.

Exemple : poudingues de Palassous, formations situées en bordure des Pyrénées.

Roche sédimentaires
détritique
continents / marges continentales

Sables



Arénite = roche détritique formée d'éléments d'une taille comprise entre 1/16^{ème} de mm et 2 mm, **non consolidée**.

Un sable consolidé est un grès. Les sables sont donc les sédiments pouvant donner des grès.

Etude granulométrique

En **tamiser** un sable dans des tamis (placés avec la maille la plus grosse en haut, jusqu'à la maille la plus petite en bas), on peut déterminer les tailles de grains d'un sable.

Le **mode** est le diamètre le plus fréquent des grains.

Le mode renseigne sur l'**éloignement** par rapport à la source des grains (= la roche érodée) : plus elle est éloignée, plus le mode est petit.

Nombre de sables présentent une répartition bimodale (ou plus) : ceci montre un **mélange** de grains issus de deux sources (ou plus).

Etude exoscopique

L'étude des grains au MEB permet d'observer des traces renseignant sur « l'histoire » de ces grains.

Observation des grains

L'aspect général des grains **quartz** permet de renseigner sur le mode de transport des grains :

- **Non Usés** : peu de transport
- **Emoussés Luisants** : transport aquatique [grains transparents à arêtes émoussées]
- **Ronds Mats** : transport éolien (vent) [grains opaques et rond]

Le sable étant une roche détritique, les grains sont issus soit d'organismes vivants, soit de roches altérées et érodées. → **raisonnement logique !!!**

Les éléments minéraux peuvent donc permettre d'émettre des hypothèses sur la ou les roches initiales (par exemple, la présence d'orthose suggère un granite, la présence d'olivine des basaltes...).

Les débris d'organismes vivants renseignent sur le milieu (par exemple, coquilles de mollusques bivalves, etc.)

Roche sédimentaires

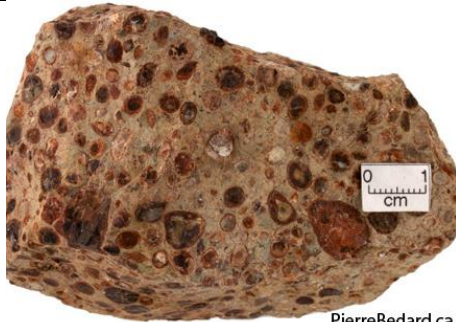
Détritique altérée
Continents / tropical humide

Bauxite

Couleur : rougeâtre en général

La **texture** générale de la roche est variable : massive ou tachetée car comprenant alors des inclusions sous forme de « boules » pouvant dépasser 2 mm de diamètres, en général alumineuses et ferrugineuses.

Composition chimique : roche riche en Aluminium (et en Fer). L'aluminium est en particulier présent sous forme de Gibbsite $\text{Al}(\text{OH})_3$. D'autres cristallisations sont possibles, dont le Corindon Al_2O_3 . Le fer est souvent présent sous forme de Goethite $\text{FeO}(\text{OH})$ ou d'hématite Fe_2O_3 .



PierreBedard.ca

Bauxite en vue macroscopique

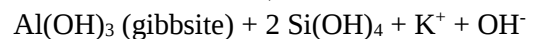


Affleurement de bauxite (Australie)

Que nous apprend cette roche ?

La Bauxite est une roche formée suite à l'**altération en milieu tropical humide** de l'**orthose** : il peut s'agir de l'altération d'un granite (ou roche proche), d'un grès de type Arkose (quartz + feldspaths)...

Il s'agit d'une **hydrolyse totale** de l'orthose, réalisée en présence d'eau et de températures élevées, donc en milieu tropical humide :



On obtient alors une **cuirasse latéritique**, riche en oxydes de Fer et d'Aluminium. Ces formations sont exploitées depuis la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle comme minerais d'Aluminium (avec possibilité d'extraire en même temps un peu de Fer).

La bauxite est donc une **roche latéritique**.

Roche sédimentaires

détritique
continental lacustre/lagunaire

Houille

Roche **carbonée**, comprenant entre 75% et 90% de Carbone. Couleur **noire**, liée à la présence importante de Carbone.

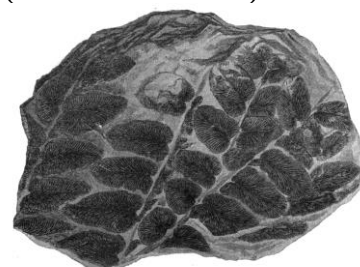
Possibilité de présence de fossiles, correspondant aux végétaux à l'origine des dépôts sédimentaires ayant conduit à la formation de la Houille.

Les Houilles se forment dans des conditions particulières, marquées par une sédimentation de débris végétaux dépassant les possibilités de dégradation de cette matière. Il s'agit de plaines deltaïques, correspondant à des milieux lagunaires ou lacustres proches des côtes. Dans ces conditions où le courant est très faible, les débris de végétaux s'accumulent sur place et sont ainsi enfouis, ce qui permet une augmentation de la pression et de la température, à l'origine d'une élimination des matières volatiles (O, H, N : H_2O , CO_2 , CH_4 , N_2).

Des gisements importants ont été formés au Carbonifère (époque marquant le fort développement des premières forêts terrestres), mais on trouve des Houilles à toutes les époques du secondaire et du tertiaire, ainsi qu'au Permien.

Roche désignée en langage courant sous le terme de « **charbon** », qui regroupe en réalité les Houilles, mais aussi des roches moins riches en Carbone : les lignites (65-75%), souvent riches en fossiles végétaux, et les tourbes (55-65%) dans lesquelles on trouve souvent des végétaux encore à l'état de débris.

Les formes les plus carbonées de Houille sont les **Anthracites** (90-93% de Carbone).



Empreinte de laurier (Laurus) sur un schiste houiller du juras du Morbihan (Sérenterie ardennes, A.E. Bouquard, 1884, collection géologique, Fonds de l'Institut d'Études de la Terre de la France)

Roche sédimentairesSaline (éaporitique)
lagunaire**Halite****Formule : NaCl**

Le terme désigne aussi bien la roche que le minéral formant la roche.

Exploité pour la cuisine et pour l'industrie, soit dans des mines soit dans des marais salants.

Roche saline formée par la précipitation de chlorure de sodium, avec présence possible d'Iode, Brome, Fluor, Fer, Oxygène, Silicium.

Incolore de manière naturelle. Les impuretés peuvent donner une coloration rose, grise, rougeâtre, etc.

Goût salé.



Halite en vue macroscopique. Noter la cristallisation cubique du NaCl.

Que nous apprend cette roche ?

La Halite se forme par évaporation d'une eau salée, en général en milieu lagunaire. Elle se trouve ainsi initialement sous forme de lits massifs (exploités depuis l'antiquité dans des mines).

Une migration de la Halite peut se réaliser à partir de ces lits, ce qui donne des dômes de sels (qui peuvent servir de réservoirs d'hydrocarbures et sont donc intensément prospectés).

La Halite fait partie des **halogénures**, groupe de roches comprenant aussi la Sylvite (KCl), la Fluorine (CaF₂), etc.

Roche sédimentairesSaline (éaporitique)
lagunaire**Gypse****Formule : CaSO₄.2H₂O**

Le terme désigne aussi bien la roche que le minéral formant la roche.

Exploité afin de fabriquer du plâtre (par chauffage).

Un gypse est un sulfate de cuivre hydraté.

Il est souvent associé aux dépôts d'halogénures (dont la Halite).

CaSO₄ = Anhydrite (sulfate de cuivre anhydre).



Gypse en fer de lance



Rose des sables

Que nous apprend cette roche ?

Le Gypse se forme en **milieu lagunaire** : lagunes cotières, lacs salés et mers intérieures s'asséchant. La précipitation du Gypse précède celle de la Halite, ce qui conduit à des formations géologiques montrant des lits alternés de Gypse et de Halite (= bassin s'asséchant périodiquement).

La précipitation de Gypse (comme pour la Halite) nécessite donc des conditions **sèches** et de préférence **chaudes**.

On peut retenir quatre types de Gypses :

- Gypse **fibreux** : fibres parallèles ; formé dans des fissures ou au contact de l'Anhydrite.
- Gypse **saccharoïde** : masses granulaires compactes.
- Gypse **fer-de-lance** : **macle** de deux grands cristaux lenticulaires ; une ligne médiane bien visible à l'œil nu marque la macle (séparation des deux cristaux).
- Gypse « **rose des sables** » : formation par évaporation d'eau infiltrée sur des grains de quartz ; formation principalement en milieu **désertique** (mais possible en climat tempéré).

Roche métamorphiques

Schistes

Pas au programme



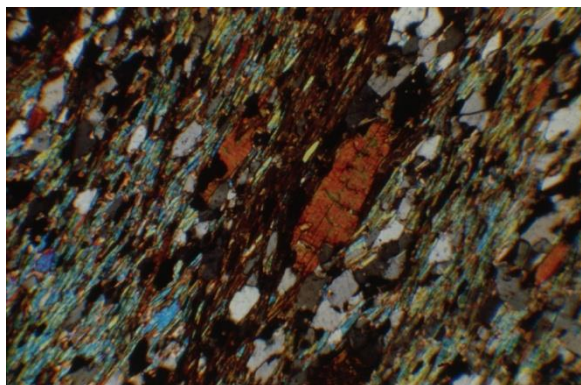
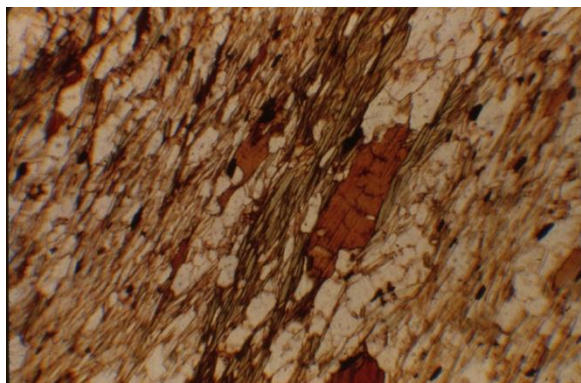
Roche présentant un **feuilletage** (= minéraux organisés en feuillets séparés).

Minéraux variables, mais on retrouve en général du quartz et des micas.

Roche souvent d'une **couleur** plutôt foncée.

On peut distinguer une très grande variété de schistes. *Pour information : les calcschistes sont issus du métamorphisme des calcaires ; les chloritoschistes présentent de la chlorite ; etc.*

Les **schistes ardoisiers** se caractérisent par des feuillets facilement débitables, d'épaisseurs régulières (*utilisation par l'Homme pour la couverture des toits : les ardoises*).



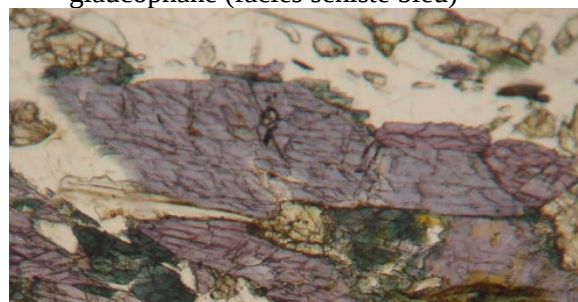
Schiste en LPNA (en haut) et en LPA (en bas).
On observe un gros cristal de chlorite (une amphibole) au centre, ainsi que des micas blancs (muscovite) et noirs (biotite).



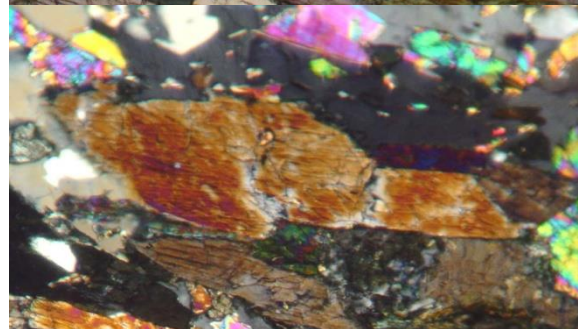
Schistosité d'un gabbro, observé en vue macroscopique

Un exemple de minéral du métamorphisme : le glaucophane (faciès schiste bleu)

LPNA



LPA



Que nous apprend cette roche ?

Roche **métamorphique** : sous l'effet de la température et de la pression, les minéraux ont été modifiés, et on recristallisés selon des flans orientés, formant un feuilletage.

Les plans de feuilletage n'ont aucun lien avec les éventuelles stratifications de la roche initiale, avant le métamorphisme.

La présence d'un schiste montre qu'un **métamorphisme régional** a affecté la région. Ceci est la trace d'une orogénèse (formation d'une chaîne de montagne), ou d'une subduction.

Les caractéristiques précises du métamorphisme régional (faciès métamorphique précis, fonction des conditions de pression et température – cf. cours métamorphisme en BCPST2) peuvent être déterminées par l'observation précise des minéraux présents. *La reconnaissance de ces minéraux n'est pas au programme de BCPST, mais cette information peut être donnée en complément d'un échantillon.*

Roche métamorphiques

Micaschistes



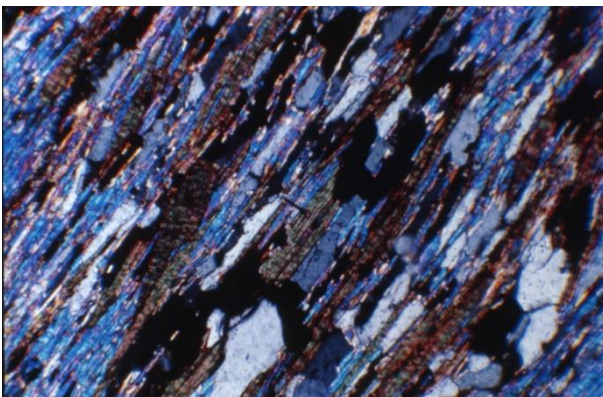
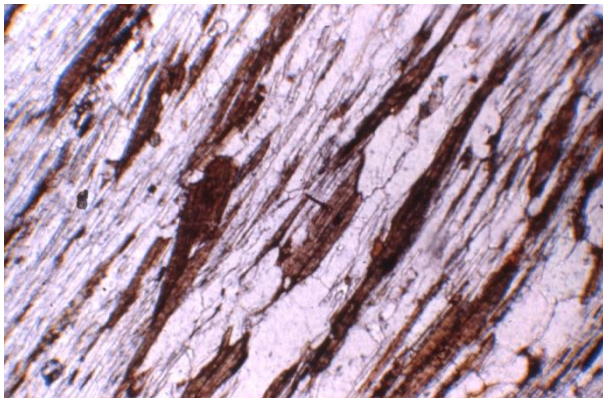
Roche présentant un **feuilletage** (= minéraux organisés en feuillets séparés).

Minéraux : importance des micas (biotite et muscovite), qui représentent l'essentiel des plans de schistosité.

Roche souvent d'une **couleur** plutôt foncée.

Par rapport aux schistes, les micaschistes présentent une **schistosité plus grossière**, avec souvent des minéraux d'une taille assez importante (= visibles à l'œil nu).

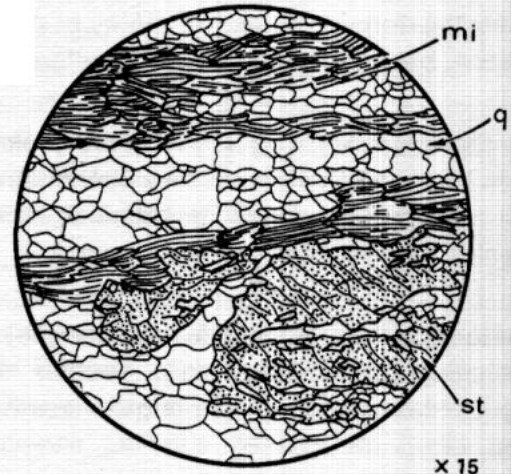
D'un point de vue minéralogique, il y a de nombreux quartz, mais qui sont difficiles à observer à l'œil nu ou à la loupe...



Micaschiste en LPNA (en haut) et en LPA (en bas)
L'essentiel des minéraux présents ici sont des micas ;
noter l'orientation identique de tous les minéraux

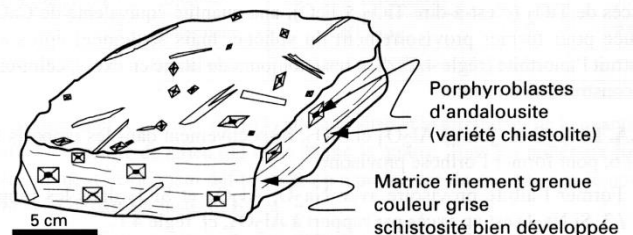


Micaschiste en vue macroscopique



micaschiste

Vu en lame mince – mi : mica – q : quartz granoblastique – st : staurotide en porphyroblast à inclusions de quartz (d'après J. Jung ; V. aussi fr à grenat hélicitique).



Que nous apprend cette roche ?

Roche **métamorphique** : sous l'effet de la température et de la pression, les minéraux ont été modifiés, et on recristallisés selon des flans orientés, formant un feuilletage.

Les plans de feuilletage n'ont aucun lien avec les éventuelles stratifications de la roche initiale, avant le métamorphisme.

La présence d'un schiste montre qu'un **métamorphisme régional** a affecté la région. Ceci est la trace d'une orogénèse (formation d'une chaîne de montagne), ou d'une subduction.

On considère en général que le métamorphisme subi par un micaschiste est plus important que celui subi par un schiste.

Roche métamorphiques

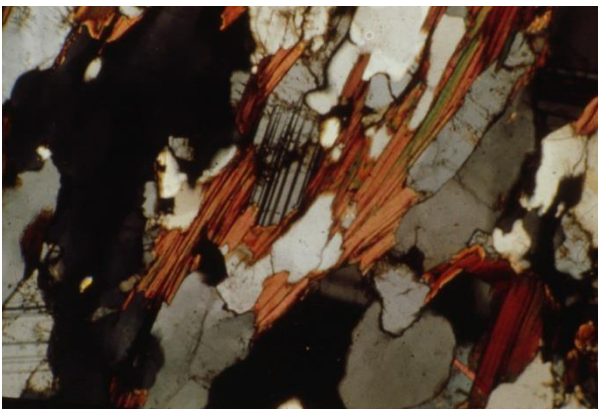
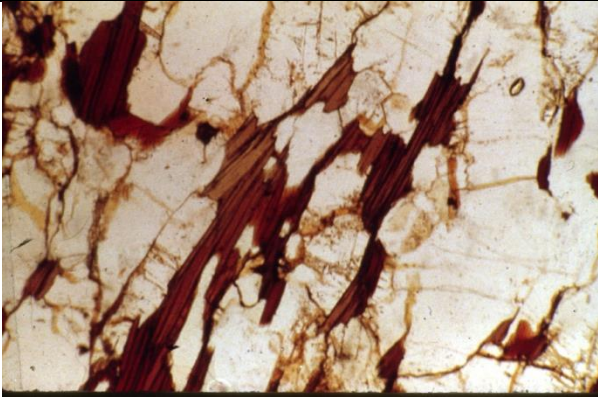
Gneiss



Roche présentant une **foliation** (= minéraux regroupés en lits), mais pas un feuilletage (pas de feuillets débitables) → on observe une **alternance**

- de **lits clairs** : quartz et feldspaths abondants
- et de **lits sombres** : micas (blancs et noirs) abondants

Une variété très commune de gneiss est représenté par les **gneiss œillés**, qui possèdent des zones noduleuses allongées (formées soit par de grands cristaux de feldspaths déformés, soit par un assemblage de quartz et de feldspaths).



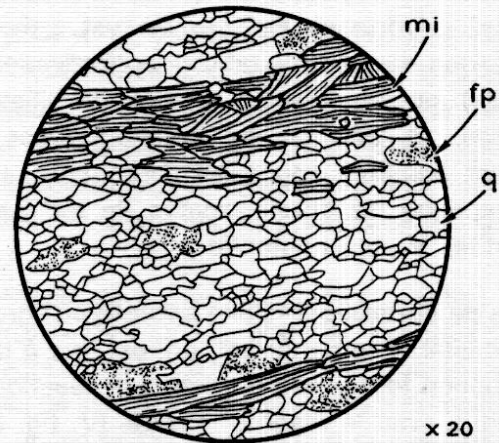
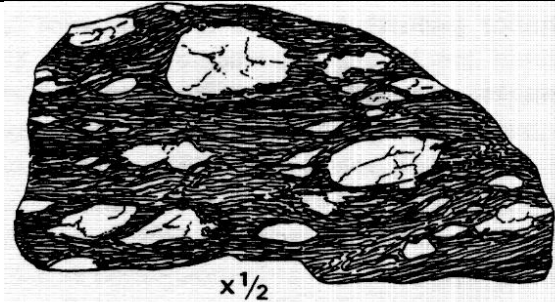
Gneiss à biotite en LPNA (en haut) et en LPA (en bas)



Gneiss œillé en vue macroscopique



Gneiss en vue macroscopique



gneiss

Échantillon de gneiss œillé : foliation marquée par d'abondants micas noirs, et yeux blancs quartzofeldspathiques. Au-dessous, vue en lame mince d'un gneiss fin – fp : feldspath potassique – mi : micas blancs et noirs – q : quartz granoblastique (d'après J. Jung).

Que nous apprend cette roche ?

Roche **métamorphique**, formée sous l'effet de la pression et de la température.

Comme les schistes, les gneiss montrent qu'un **métamorphisme régional** a affecté la région.

Les gneiss se forment souvent à partir de granites : l'observation des déformations au niveau des gros cristaux de feldspath permet de déterminer les axes des contraintes principales subies par la roche (cf. *rhéologie de la lithosphère*).