

Les altérations des minéraux des roches magmatiques

INTRODUCTION:

Parmi les nombreuses modalités d'observation possibles avec un tel microscope, on retiendra:

-L'observation lorsque l'analyseur est enlevé, ou observation en **lumière polarisée non analysée** (dite couramment mais abusivement « lumière naturelle »)(**LPNA**).

- L'observation lorsque l'analyseur est en place, ou observation en **lumière polarisée analysée** (dite couramment mais abusivement «lumière polarisée » (**LPA**).

En LPnA	En LPA
- la forme	- les macles
- la couleur	- la teinte de biréfringence
- le relief	- l'angle d'extinction
- le clivage	-
- le pléochroïsme	-

Etude des minéraux en microscope polarisant:

Minéraux cardinaux	Minéraux essentiels	Minéraux accessoires	silicates de métamorphisme
- quartz	- micas	- grenats	- andalousite
- feldspath	- chlorites	- apatite	- sillimanite
- feldspathoïdes	- pyroxènes	- zircon	- disthène
-	- amphiboles	- sphène	- staurotide
-	- péridots	- épidotes	- cordiérite
-	- serpentines	- tourmaline	-
-	-	- calcite	-
-	-	- spinelle	-

I. les minéraux cardinaux:

1. la silice (Quartz): La silice est un tectosilicate qui se présente sous plusieurs formes cristallisées ou amorphes.

• silice anhydre cristallisée : SiO_2

✓ *Quartz α* : cristallise dans le système rhomboédrique à $T573^\circ\text{C}$

✓ *Tridymite*

✓ *Cristobalite*

✓ *Calcédoine (= silice fibreuse)*

• silice hydratée amorphe : $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

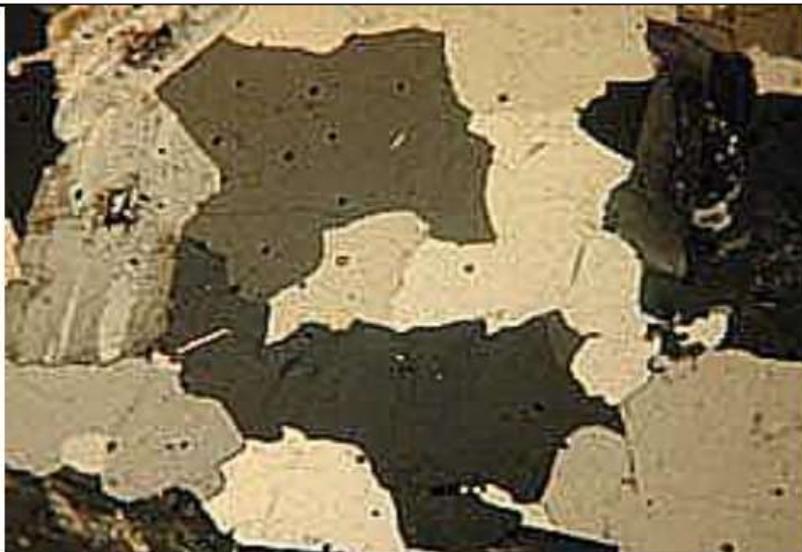
Opale

QUARTZ (SiO_2) : Tectosilicate cristallisant dans le système hexagonal



LPNA

- **Couleur** : parfaitement incolore. Plages toujours claires, limpides, dépourvues de toute altération
- **Forme** : xénomorphe
- **Relief** : nul par définition.
- **Pléochroïsme** : il n'est pas pléochroïque.
- **Clivage** : absent



LPA

- **Teintes de polarisation** : polarise dans les gris clairs et blancs du 1er ordre
- **Macle** : aucune
- **Extinction** droite, parfois roulante (dans les roches métamorphique).

Que nous apprend-il sur la roche?

Le quartz est un minéral extrêmement fréquent, caractéristique des roches acides. Présent dans de nombreuses roches magmatiques, métamorphiques ou sédimentaires.

- Dans les roches à texture grenue, les plages de quartz ont des contours très irréguliers (xénomorphes)

- Dans les roches microgrenues et microlithiques (microgranite, rhyolites, dacites), le quartz se présente très souvent en phénocristaux automorphes à subautomorphes (bipyramide hexagonale)

- Dans les roches métamorphiques, le quartz est généralement xénomorphe. Cependant il présente dans les gneiss des sections arrondies à tendance automorphe enfin le quartz minéral inaltérable se retrouve dans les roches sédimentaires détritiques.

Altérations

Inaltérable...

2. les feldspaths:

Les feldspaths sont des silico-aluminates potassiques, sodiques, ou calciques. Se sont des tectosilicates. Ils sont partagés en deux groupes principaux d'après leur composition chimique.

✓ feldspaths sodi-potassiques (alcalins) K [Si₃AlO₈] :

- l'orthose du système monoclinique (moyenne T),
- la sanidine du système monoclinique (HT),
- le microcline du système triclinique (BT)

✓ feldspaths calco-sodiques (plagioclases) (triclinique) (Na, Ca)(Si,Al)₃O₈

Na [Si ₃ AlO ₈]		
Albite	0-10 % An	An ₀₋₁₀
Oligoclase	10-30 % An	An ₁₀₋₃₀
Andésine	30-50 % An	An ₃₀₋₅₀
Labrador	50-70 % An	An ₅₀₋₇₀
Bytownite	70-90 % An	An ₇₀₋₉₀
Anorthite	90-100 % An	An ₉₀₋₁₀₀
Ca [Si ₂ Al ₂ O ₈]		

} **Plagioclase acide
(Sodique)**

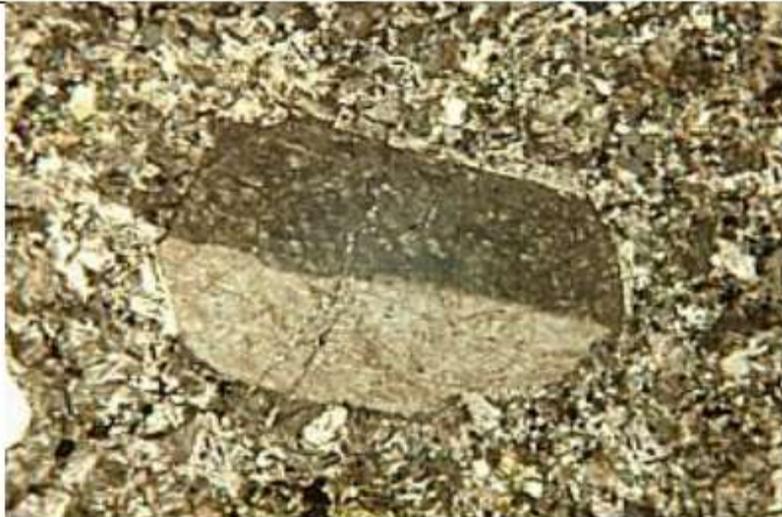
} **Plagioclase basique
(Calcique)**

Orthose



LPNA

- Couleur : Incolore, mais souvent "poussiéreux" (voir photo) avec une légère teinte brune dû à l'altération
- Forme : prisme souvent allongé
- Relief : très faible
- Pléochroïsme : il n'est pas pléochroïque.
- Clivage : peu visible en lame mince.



LPA

- Teintes de polarisation : polarise dans le gris clair du 1er ordre.
- Macle : simple de Carlsbad, très fréquente
- Extinction : oblique

Que nous apprend-il sur la roche?

L'orthose est l'un des minéraux cardinaux servant de base à la classification minéralogique des roches ignées. Elle se rencontre essentiellement dans la famille des granites (avec quartz), des syénites (sans quartz) et des syénites néphéliniques avec feldspathoïdes). La sanidine est un feldspath alcalin de haute température rencontré dans les roches effusives et acides (HT) (ex : rhyolites, trachytes, phonolites). L'orthose est très abondants dans certaines roches métamorphiques ex : gneiss.

Altérations

Il existe deux types d'altérations :

- **la kaolinisation**: altération par lessivage des alcalins (minéraux riche en Na et/ou K) et formation d'argile (kaolinite, montmorillonite). La kaolinite forme de très petites paillettes donnant aux sections une allure trouble.

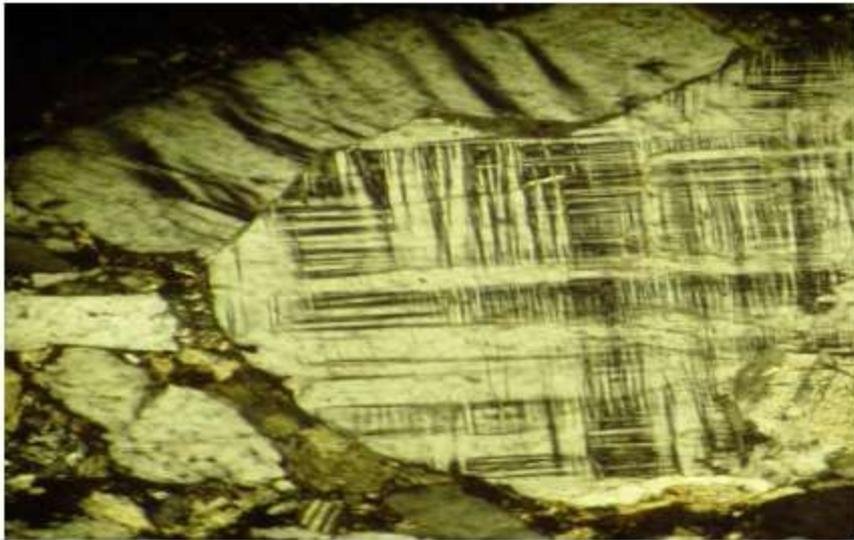
- **La damouritisation** (la séricitisation): ce type d'altération conduit à l'apparition de très fines paillettes de muscovite (damourite : muscovite riche en H₂O) qui se développent selon les clivages et les plans de macle du cristal

Le Microcline



LPNA

- Même caractère que l'orthose



LPA

Les mêmes caractères que l'orthose sauf

- **Macle** : la macle de Carlsbad est fréquente mais l'est moins que l'association des deux macles polysynthétiques orthogonaux qui lui donne un aspect de quadrillage.

Que nous apprend-il sur la roche?

Identique à ceux de l'orthose

Altérations

- Comme l'orthose

Remarque :

-**La sanidine** : du système monoclinique. Elle se présente en baguettes, limpides ou blanchâtres, à nombreuses fissures et craquelures d'origine thermique. Elle est fréquemment maclée Carlsbad, et on la trouve dans des roches magmatiques effusives et acides de haute température (rhyolite p. ex.), et dans certaines roches métamorphiques (sanidinites).

- **Les Perthites** : sont des intercroissances de feldspaths sodique (albite) (filons, taches, veines...etc) dans un feldspath potassique (orthose ou microcline)



Plagioclase



LPNA

- Couleur : Incolore
- Forme : subautomorphe à automorphe (plage rectangulaire)
- Relief : faible,
- Pléochroïsme : absent
- Clivage : deux clivages sub-orthogonaux (fin et régulier)



LPA

- Teintes de polarisation : biréfringence faible polarise dans le gris blanc du 1er ordre, parfois jaune pâle.
- Macle : polysynthétiques caractéristique se présentant sous forme de bandes parallèles donnant un aspect de peau de zèbre.
- Extinction oblique

Que nous apprend-il sur la roche?

Très courants dans les roches éruptives :

- **Les plagioclases sodiques (acides) :**

* albite et oligoclase se rencontrent dans les granites et syénites.

* L'andésine est fréquente dans les diorites et andésites

- **Les plagioclases calciques (basiques) :**
labrador, bytownite existe surtout dans les gabbros.

Les plagioclases sont également fréquents dans les roches métamorphiques et la teneur en Ca croit avec l'intensité du métamorphisme :

- **Les plagioclases sodiques** indiquent un métamorphisme de bas degré

- **Les plagioclases calciques** indiquent un métamorphisme moyen à fort

3. les feldspathoïdes:

Se sont des tectosilicates de structure et de composition voisine de celles des feldspaths, mais par rapport à ceux-ci, ils présentent un déficit de silice.

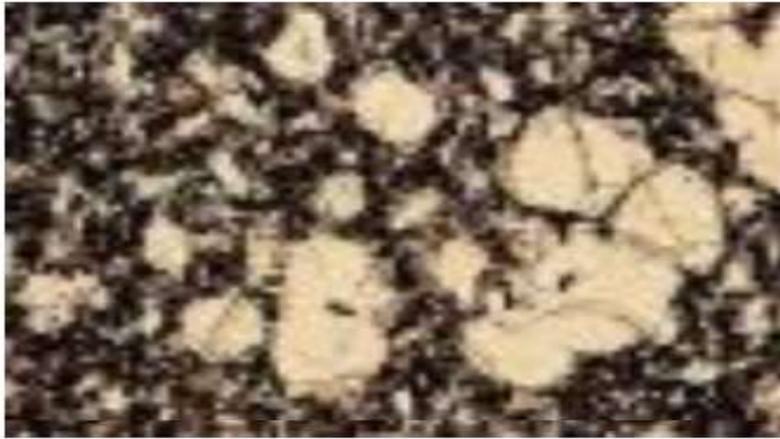
Les feldspathoïdes ne seront donc rencontrés que dans les roches sous-saturées et jamais associées avec du quartz.

D'après leur composition chimique on distingue deux groupes :

-groupe potassique : Leucite

- groupe sodique : Néphéline, Häüyne

Leucite K ($\text{Si}_2 \text{ Al O}_6$) du système quadratique pseudo-cubique à température ordinaire (rigoureusement cubique à partir de 600°C). elle cristallise généralement en trapézoèdre



LPNA

- **Couleur** : Incolore
- **Forme** : section à contour polygonal sub-circulaire
- **Relief** : très faible,
- **Pléochroïsme** : absent.



LPA

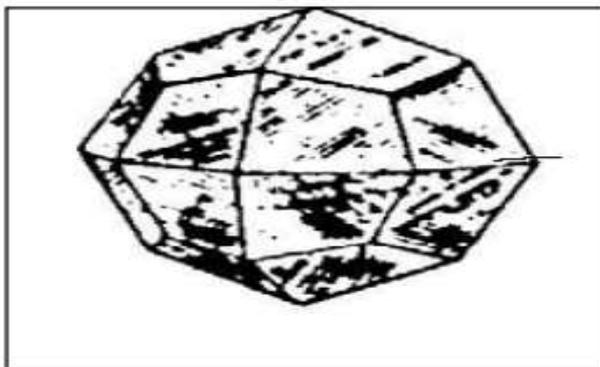
- **Teintes de polarisation** : biréfringence très faible. Les sections sont pratiquement éteintes.
- **Macle** : polysynthétiques difficilement visible en lame mince
- **Extinction** : presque isotrope

Que nous apprend-il sur la roche?

La leucite est un minéral caractéristique des roches à déficit de silice (sous saturées). On la rencontre dans les roches basiques riches en potassium (leucobasanites, leucitites)

Altérations

La leucite s'altère aisément en séricite



Forme habituelle (trapézoèdre) de la leucite

Néphéline $\text{Na}_3 \text{K} (\text{Si}_2 \text{Al O}_4)_4$ du système hexagonal



LPNA

- **Couleur** : Incolore, toutefois, les altérations lui confèrent parfois un aspect trouble
- **Forme** : sections rarement automorphe, sauf dans les roches volcaniques (très petites sections carrées ou hexagonal). En général, plage xénomorphes moulant les autres cristaux.
- **Relief** : faible,
- **Pléochroïsme** : absent.



LPA

- Teintes de polarisation : biréfringence faible. Polarise dans les gris du 1^{er} ordre.
- Macle : pas de macle
- Extinction droite

Que nous apprend-il sur la roche?

La néphéline se rencontre seulement dans les roches sous saturés riches en Na. Rechercher dans les roches à amphiboles ou pyroxènes sodiques (syénites néphéliniques, phonolites)

Altérations

La néphéline se transforme en général, en produits micacés, zéolites (Famille de tectosilicates alumino-silicatés, calciques ou alcalins) et fréquemment en cancrinite (feldspathoïdes incolore à biréfringence variable, parfois élevée)

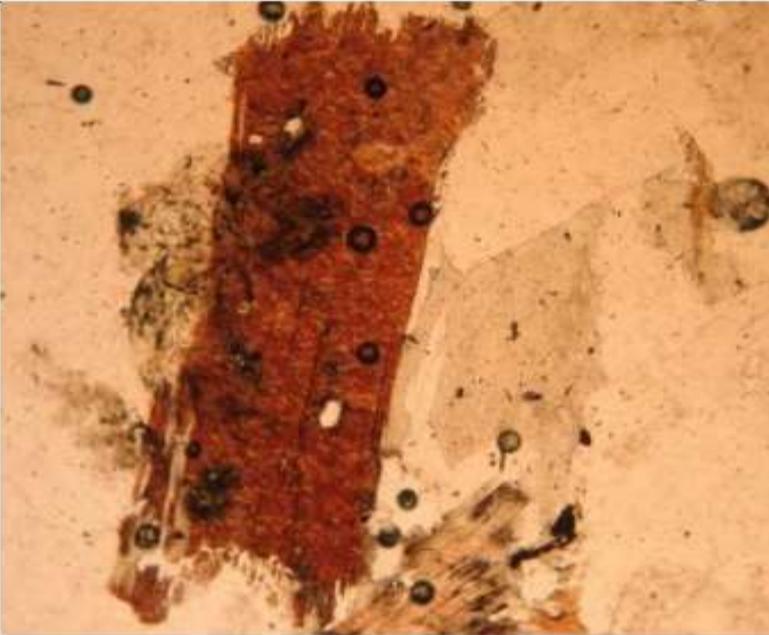
II. les minéraux essentiels:

1 - les micas :

Se sont des phyllosilicates de formule générale $[(\text{Si}_3 \text{AlO}_{10})(\text{OH}, \text{F})_2] \text{R}_7$ dans laquelle R représente les cations : K, Na, Li, Fe^{2+} , Mg, Ti, Al, Fe^{3+} , ect. Leur composition chimique permet de les diviser en trois groupes :

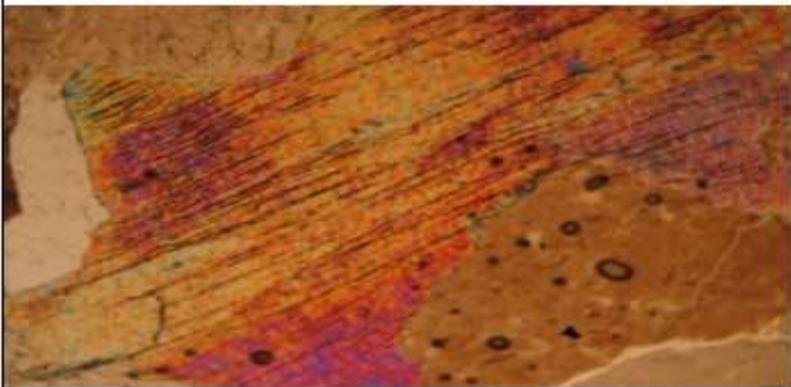
Micas noirs ou ferromagnésiens	Micas blancs ou alumineux	Micas lithinifères
- phlogopite	- Muscovite	- Lépidoite
- Biotite	- Phengite	- Zinnwaldite
- lépidomélane	- paragonite	-
- Annite	-	-

Biotite $[(\text{Si}_3 \text{AlO}_{10})(\text{OH}, \text{F})_2] \text{K} (\text{Mg}, \text{Fe})_3$ du système monoclinique mais sont presque tous pseudo-hexagonal



LPNA

- Couleur : brun foncé
- Forme : automorphe ou subautomorphe
Sous forme de sections allongées, striées par le clivage très fin et régulier, parallèle à l'allongement
- Relief : moyen
- Pléochroïsme : très fortement pléochroïque brun rougeâtre à beige clair.
- Clivage : parfait dans la direction d'allongement du minéral.
- Fréquentes inclusions de zircons.



LPA

- Teintes de polarisation : couleurs vives du second ordre, masquées par sa forte couleur brune.
- Macle : jamais maclé
- Extinction droite.

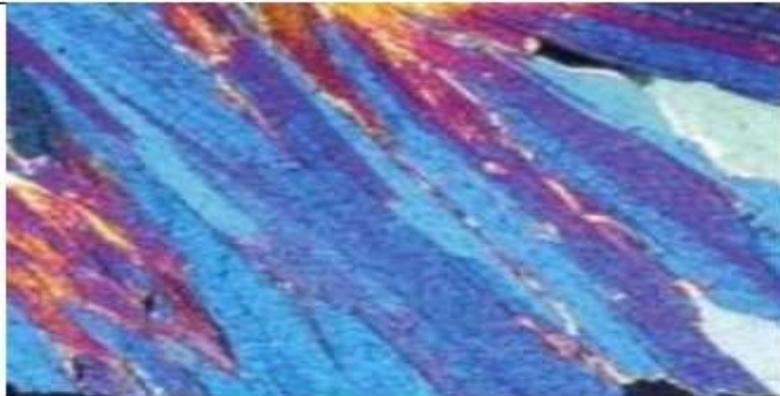
Que nous apprend-il sur la roche?	Minéral souvent présent dans les roches plutoniques acides et intermédiaires surabondant dans certains lamprophyres (Roche magmatique filonienne, microgrenue, caractérisée par l'abondance de mica noir et/ou d'amphibole brune), la biotite est aussi un constituant important des roches métamorphiques (micaschistes, gneiss)
Altérations	La biotite s'altère facilement en chlorite. La chloritisation s'accompagne d'une expulsion du fer qui s'accumule dans les plans de clivage sous forme d'oxydes opaques. Cette transformation s'opère à partir de la bordure et des plans de clivage des cristaux. Le début de la chloritisation se traduit par éclaircissement de la couleur du minéral. Dans un stade avancé, la couleur vire au vert et la biréfringence s'abaisse.

Muscovite $[(\text{Si}_3 \text{AlO}_{10})(\text{OH}, \text{F})_2] \text{K Al}_2$ du système monoclinique mais sont presque tous pseudo-hexagonal



LPNA

- **Couleur** : incolore et limpide, parfois jaunâtre verdâtre
- **Forme** : Forme allongée, section souvent rectangulaire
- **Relief** : moyen
- **Pléochroïsme** : absent
- **Clivage** : fin et régulier dans le sens de la longueur



LPA

- **Teintes de polarisation** : biréfringence forte, teinte de polarisation très vives du 2^{ème} ordre (bleu, jaune, vert, rose...ect)
- **Macles** : jamais maclé
- **Extinction** : droite.

Que nous apprend-il sur la roche?

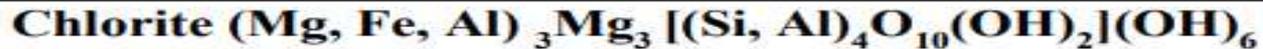
Minéral très commun de nombreuses roches ignées, surtout acides (granite). Elle est très fréquente dans les roches métamorphiques.

Altérations

La muscovite est un minéral particulièrement résistant et ne s'altère donc pas.

2- les chlorites:

Se sont des phyllosilicates hydratés cristallisant dans le système monoclinique (pseudo-hexagonal).



LPNA

- **Couleur** : incolore à vert ou vert jaunâtre plus ou moins foncé.
- **Forme** : les chlorites se présentent le plus souvent comme les micas en section prismatique (Lamelle, allongée)
- **Relief** : moyen
- **Pléochroïsme** : pléochroïque, incolore à vert-jaune.
- **Clivage** : fin et régulier



LPA

- **Teintes de polarisation** : biréfringence faible, teinte de polarisation gris-blanc du 1^{er} ordre
- **Macles** : jamais maclé
- **Extinction** droite.

Que nous apprend-il sur la roche?

Minéral primaire de certaines roches métamorphiques (chloritoschistes) et de certaines roches sédimentaire ferrugineuses. Produit d'altération, donc secondaire de tous les silicates ferromagnésiens (biotite surtout). Les chlorites d'altération présentent toujours des inclusions ferrugineuses (oxydes opaques) disposées le long des clivages.

Altérations

Inaltérable

3 - les pyroxènes:

Se sont des inosilicates anhydres qui cristallisent dans les systèmes orthorhombique (orthopyroxènes) et monoclinique (clinopyroxènes)

3- 1 : les Orthopyroxènes:

- Enstatite
- Hypersthène
- Ferrosilite

❖ Caractères communs aux pyroxènes orthorhombiques (les Orthopyroxènes)

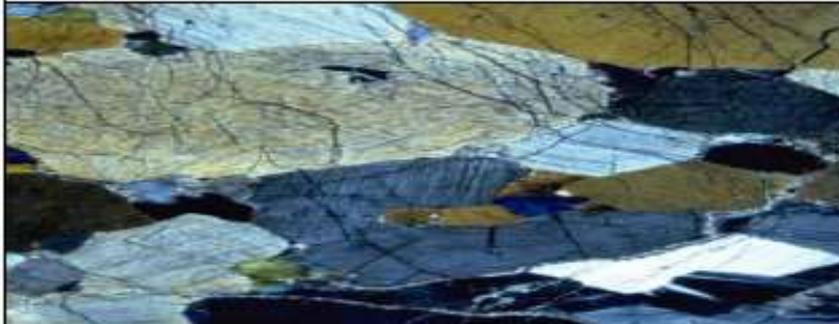
- **Forme** : prismes trapus plus ou moins allongés
 - **Relief** : fort
 - **Clivage** : deux clivages suborthogonaux, un clivage supplémentaire fin et régulier
 - **Biréfringence** : assez faible
-
- **Extinction** : droite
 - **Gisement** : se sont des constituants assez commun des roches à déficit de silice (gabbro), et les roches ultrabasiques.
 - **Altération** : les orthopyroxènes s'altèrent souvent en serpentine.

Hyperstène (Mg, Fe) SiO₃



LPNA

- **Couleur** : faiblement coloré
- **Forme** : prismes trapus plus ou moins allongés
- **Relief** : fort
- **Pléochroïsme** : léger pléochroïsme (Ng : vert clair à gris foncé ; Np : rose saumon).
- **Clivage** : Présence de deux clivages grossiers sub orthogonaux et un clivage supplémentaire fin et régulier



LPA

- **Teintes de polarisation** : moyenne, jaune à oranger du 1^{er} ordre.
- **Macle** : absente
- **Extinction** : droite

Que nous apprend-il sur la roche ?

L'hypersthène se rencontre fréquemment dans les roches ultrabasiques (péridotites) et basiques (gabbro). Dans celles-ci, il est associé à de l'olivine et de l'augite. C'est surtout un minéral caractéristique des faciès profonds du métamorphisme (faciès granulite).

Altération

Les pyroxènes orthorhombiques s'altèrent en serpentine, parfois en ouralite (Mélange d'amphiboles vert pâle (actinote et hornblende) formé par altération (ouralitisation) de certains pyroxènes), rarement en talc

3- 2: les Clinopyroxènes:

a) calcique et ferromagnésiens

- Diopside
- Hédenbergite
- Augite

b) sodique (alcalin)

- Aegyrine
- Jadéite

* caractères communs des pyroxènes monocliniques (les clinopyroxènes)

- **Forme** : prismes peu allongés
- **Relief** : fort
- **Clivage** : deux clivages suborthogonaux grossiers

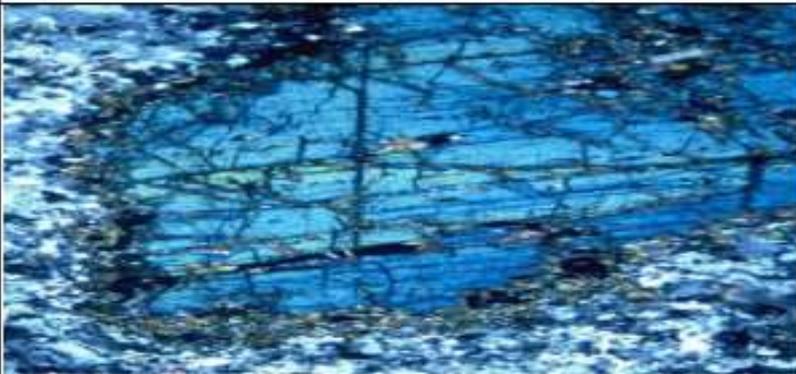
- **Biréfringence** : assez élevé
- **Extinction** : oblique
- **Macle** : polysynthétique fréquente.
- **Gisement** : Les clinopyroxènes sont des minéraux essentiels des roches magmatiques basique et ultrabasiques ainsi que dans les roches métamorphiques.
- **Altération** : les clinopyroxènes peuvent s'altérer en serpentine, chlorite, calcite, et souvent subissent une ouralitisiation (formation de hornblende vert pâle, et d'actinote).

Augite Ca (Fe, Mg, Al)[(Si,Al)O₆]



LPNA

- Couleur : très faiblement colorée jaune brun
- Forme : prisme peu allongé
- Relief : fort
- Pléochroïsme : rarement pléochroïque.
- Clivage : sub orthogonaux, grossiers et irréguliers.



LPA

- Teintes de polarisation : assez élevé polarise dans la fin du 1^{er} ordre et début du second ordre.
- Macle : fréquente polysynthétique.
- Extinction oblique

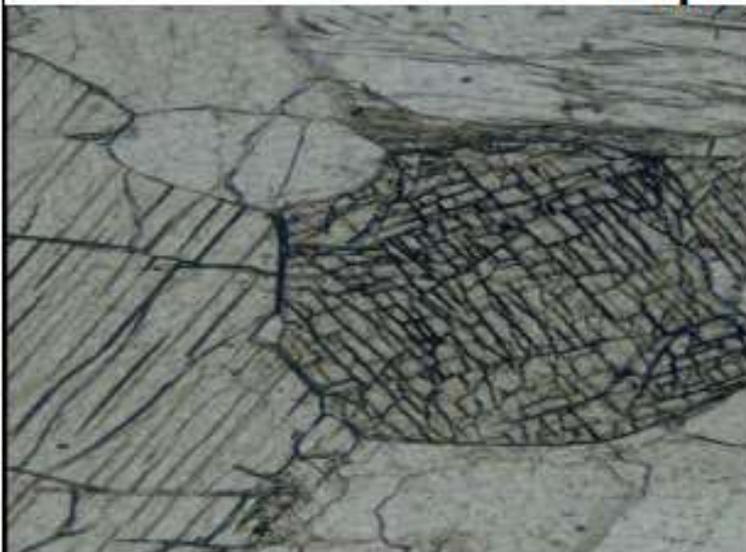
Que nous apprend-il sur la roche?

L'augite est un minéral répandu dans les roches volcanique (basalte, andésite..), également dans les gabbros et les roches ultrabasique; plus rarement dans les granites.

Altération

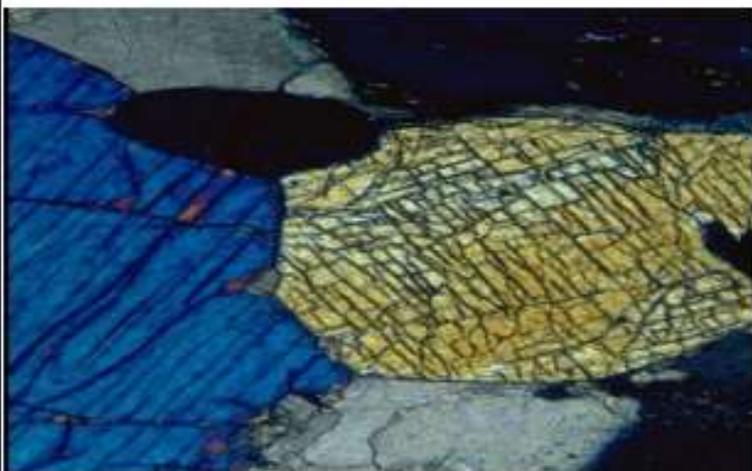
L'ouralitisisation est la transformation la plus fréquente en une variété de hornblende verte ou en actinote (ouralite). Parfois l'augite s'altère en calcite et en chlorite.

Diopside $\text{Ca Mg Si}_2\text{O}_6$



LPNA

- Couleur : parfaitement incolore
- Forme : prisme peu allongé
- Relief : fort
- Pléochroïsme : non pléochroïque.
- Clivage : sub orthogonaux, grossiers et irréguliers



LPA

- Teintes de polarisation : forte biréfringence polarise dans les teintes du mi 2^{ème} ordre.
- Macle : fréquente polysynthétique.
- Extinction oblique

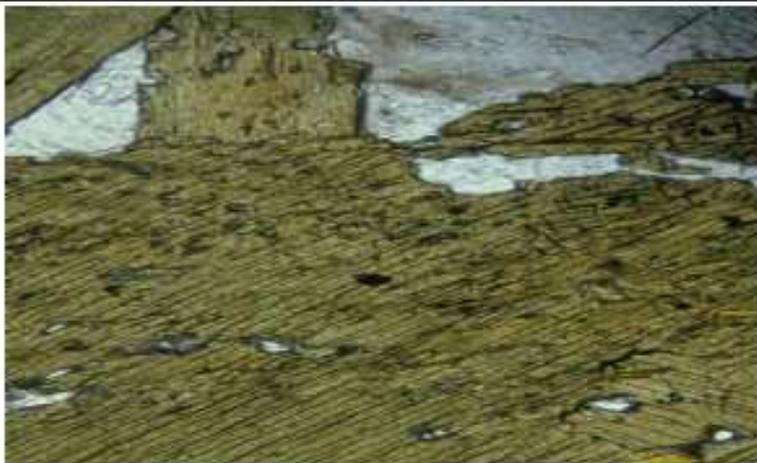
Que nous apprend-il sur la roche?

Surtout dans les roches métamorphiques.

Altération

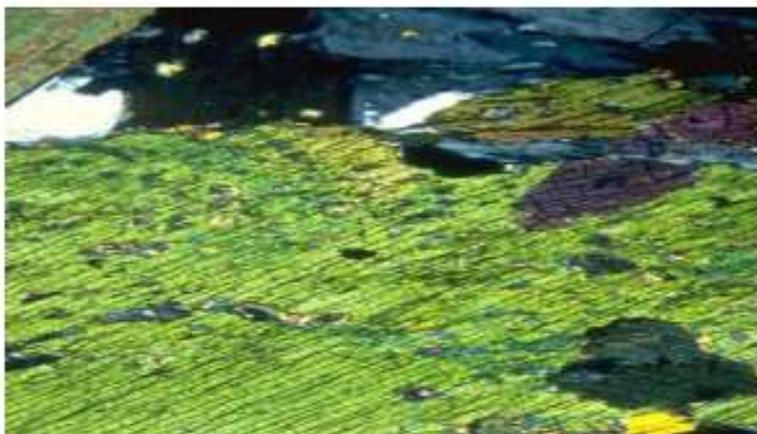
Comme l'augite.

Aegyrine $\text{Na Fe Si}_2\text{O}_6$



LPNA

- Couleur : fortement coloré
- Forme : en prismes, ou en fibres
- Relief : très fort
- Pléochroïsme : très intense Ng : jaune verdâtre clair Np : vert foncé à brunâtre.
- Clivage : sub orthogonaux, grossiers



LPA

- Teintes de polarisation : biréfringence très forte polarise dans les teintes vives du 2^{ème} et 3^{ème} ordre.
- Macle : fréquente polysynthétique.
- Extinction oblique

Que nous apprend-il sur la roche?

C'est un minéral très abondant dans les roches riches en Na (ex : granites hyper sodique), dans les syénites, trachytes...ect

Altération

Inaltérable

4- les Amphiboles:

Se sont des silicates en rubans (Inosilicates) qui cristallisent dans les systèmes orthorhombique et monoclinique.

4- 1: Amphibole orthorhombique: Parmi les amphiboles orthorhombiques, l'une des espèces les plus importantes est l'anthophyllite.

Anthophyllite [Si₄O₁₁ OH]₂ (Mg, Fe)₇	
	<p><u>LPNA</u></p> <ul style="list-style-type: none">○ <u>Couleur</u> : Incolore○ <u>Forme</u> : prismes allongés, baguettes en fibres.○ <u>Relief</u> : moyen○ <u>Pléochroïsme</u> : n'est pas pléochroïque
	<p><u>LPA</u></p> <ul style="list-style-type: none">○ <u>Teintes de polarisation</u> : moyenne, polarise dans les teintes de la fin du 1^{er} ordre○ <u>Macle</u> : absence de macle○ <u>Extinction</u> : droite
Que nous apprend-il sur la roche?	Présent dans les roches ultrabasiques (péridotites, serpentinites) et dans certains schistes cristallin.
Altérations	Fréquente en talc.

4- 2: Amphiboles monocliniques: D'après leur composition chimique, elles sont divisées en trois groupes :

A - amphiboles calciques et ferromagnésiennes B - amphiboles intermédiaires

C - amphiboles sodiques

❖ **Caractères communs des Amphiboles monocliniques**

-*Forme* : prismes allongés

-*Relief* : fort - Clivage : deux clivages losangiques fins à 120°

-*Extinction* : oblique

-*Macle* : simple et polysynthétique fréquentes. - Gisement : Les amphiboles sont communes dans les roches du métamorphisme de contact (cornéennes) et du métamorphisme général (schistes, micaschistes, gneiss). Elles sont fréquentes aussi dans les roches éruptives.

- *Altération* : Leurs altérations se font en talc, chlorite, épidote, calcite suivant la composition.

A. – Amphiboles calciques et ferromagnésiennes:

Actinote $\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$



LPNA

- Couleur : coloré
- Forme : prismes ou baguettes très allongées, souvent fibreuses.
- Relief : moyen à fort.
- Pléochroïsme : pléochroïsme net Ng : vert bleu clair ; Np : vert jaunâtre clair à incolore
- Clivage : deux clivages losangiques fins et réguliers



LPA

- Teintes de polarisation : assez forte, teinte de polarisation de la fin du 1^{er} ordre et début du second.
- Maclé : polysynthétiques caractéristique
- Extinction oblique (11 à 17°)

Que nous apprend-il sur la roche?

C'est un minéral des roches métamorphiques. Ce sont essentiellement des produits les plus fréquents de l'ouralisation.

Altérations

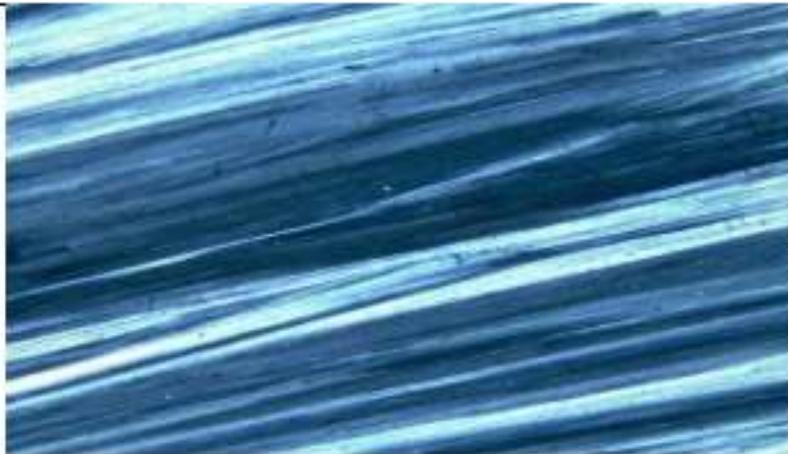
Altération en chlorite, épidote, talc et calcite.

Trémolite $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$



LPNA

- Comme l'actinote sauf qu'il n'est pas pléochroïque il est incolore



LPA

- Comme l'actinote

Que nous apprend-il sur la roche?

Comme l'actinote

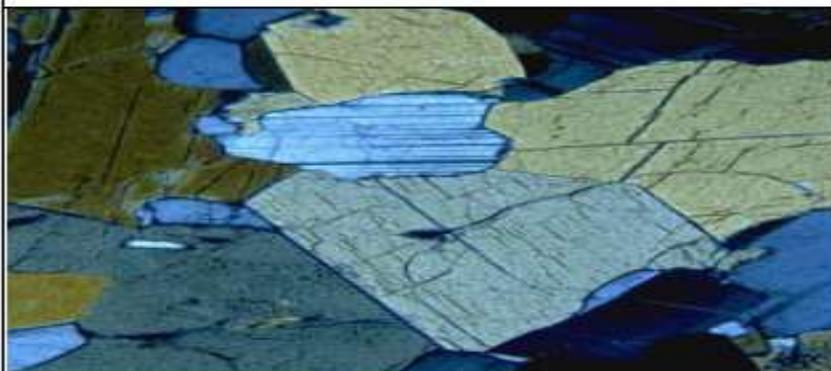
B - Amphiboles intermédiaires :

Hornblende verte (commune) $(Ca,Na)_2(Mg,Fe)_4Al(Si_7Al)O_{22}(OH)_2$



LPNA

- **Couleur** : vert plus ou moins intense
- **Forme** : Sections allongées, généralement automorphe rectangulaires ou losangiques.
- **Relief** : moyen à fort.
- **Pléochroïsme** : Pléochroïsme net Ng : vert olive, vert bleu; Np : jaune vert clair, jaune clair,
- **Clivage** : deux clivages losangiques fins et réguliers



LPA

- **Teintes de polarisation** : moyenne polarise depuis le jaune du 1er ordre jusqu'au bleu du 2ème ordre.
- **Macle** : polysynthétiques fréquente
- **Extinction** oblique (15 à 27 °)

Que nous apprend-il sur la roche?

L'hornblende verte est un minéral ferromagnésien courant dans les roches éruptives riche en CaO (granite calcoalcalin, diorite, syénite). Parfois essentielle dans certaines roches métamorphiques (amphibolites)

Altérations

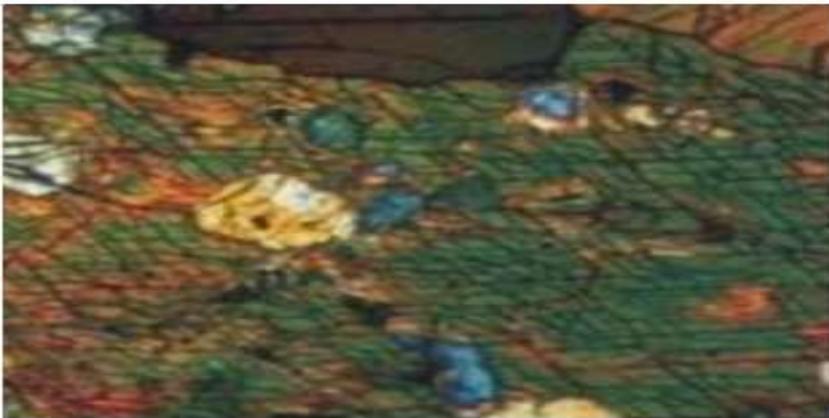
Altération en chlorite, épidote et calcite.

Hornblende brune (basaltique): elle ne diffère, au point de vue composition, de l'hornblende verte que par la présence de O^{2-} et Fe^{3+} en remplacement de (OH) et Al



LPNA

- **Couleur** : brune
- **Forme** : même forme que l'hornblende verte.
- **Relief** : fort.
- **Pléochroïsme** : Pléochroïsme intense dans les bruns Ng : brun foncé à brun rouge ; Np : brun jaune clair à jaunâtre, très proche de celui de la biotite
- **Clivage** : deux clivages losangiques fins et réguliers



LPA

- **Teintes de polarisation** : biréfringence élevée. Teintes de polarisation des 2^{ème} et 3^{ème} ordre masquée par la couleur brune du minéral.
- **Macle** : polysynthétiques fréquente
- **Extinction** oblique (0 à 10°)

Que nous apprend-il sur la roche?

Rencontrée dans les roches volcaniques surtout basiques : andésites, basaltes...ect. Elle s'y présente en cristaux fréquemment entourés d'une bordure opaque d'oxydes de fer. On l'a rencontre également dans les gabbros et les roches ultrabasiques.

Altérations

c- Amphibole sodique:

Glaucophane $\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$



LPNA

- **Couleur** : incolore à bleu lavande
- **Forme** : Sections allongées, parfois losangiques.
- **Relief** : moyen à fort.
- **Pléochroïsme** net, du bleu violacé (Ng) à incolore, jaune pâle (Np)
- **Clivage** : Deux Clivages losangiques fins et réguliers



LPA

- **Teintes de polarisation** : assez faible bleu lavande du 1er ordre
- **Macle** : absente
- **Extinction** : oblique de quelques degrés (5 à 7°).

Que nous apprend-il sur la roche?

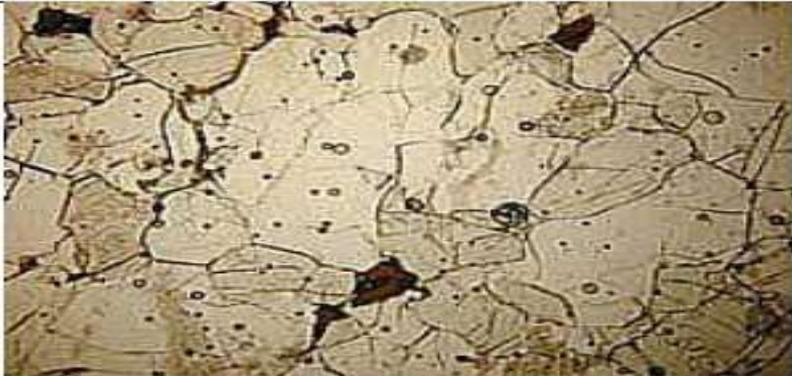
Minéral caractéristique des roches métamorphiques sodiques (il caractérise surtout le métamorphisme régional). On le trouve associé au grenat et à l'épidote.

5. - Les péridots:

Se sont des nésosilicates orthorhombiques de formule générale $[\text{SiO}_4] (\text{Mg}, \text{Fe})_2$ qui forment une série continue dont les deux termes extrêmes sont :

- **Forstérite** $\text{Mg}_2 \text{SiO}_4$
- **Fayalite** $\text{Fe}_2 \text{SiO}_4$

On appelle Olivine les termes intermédiaires $(\text{Mg}, \text{Fe})_2 \text{SiO}_4$. Ce sont les plus fréquentes.

Olivine	
	<p><u>LPNA</u></p> <ul style="list-style-type: none">○ <u>Couleur</u> : incolores et limpides○ <u>Forme</u> : subautomorphe arrondies en général○ <u>Relief</u> : fort○ <u>Pléochroïsme</u> : absent○ <u>Clivage</u> : fin et régulier souvent invisible○ Craquelures fréquentes.
	<p><u>LPA</u></p> <ul style="list-style-type: none">○ <u>Teintes de polarisation</u> : teintes vives du 2^{ème} voire 3^{ème} ordre○ <u>Macle</u> : absente○ <u>Extinction</u> droite.
Que nous apprend-il sur la roche?	L'olivine est un constituant essentiel des péridotites. c'est également un minéral très commun des gabbros, et basaltes.
Altérations	La serpentinitisation : est caractéristique de l'olivine : apparition de paillettes de serpentine polarisant dans les gris.

III – les minéraux accessoires:

III. – 1. – les grenats

Se sont des nésosilicates cristallisant dans le système cubique.

Grenat



LPNA

- **Couleur** : Légèrement grisâtre, voire gris rosé.
- **Forme** : souvent automorphe globuleuse
- **Relief** : fort à très fort.
- **Pléochroïsme** : absent
- **Clivage** : aucun.
- Cassures et craquelures fréquentes.
- Présence d'inclusions de quartz ou micas fréquente.



LPA

- Eteint, c'est à dire entièrement noir

Que nous apprend-il sur la roche?

Les grenats sont caractéristiques des roches métamorphiques. Ils indiquent une pression et une température relativement élevées. le grenat est présent dans certaines roches magmatiques acides (pegmatite, granite)

Altérations

Transformation en chlorite, en biotite