

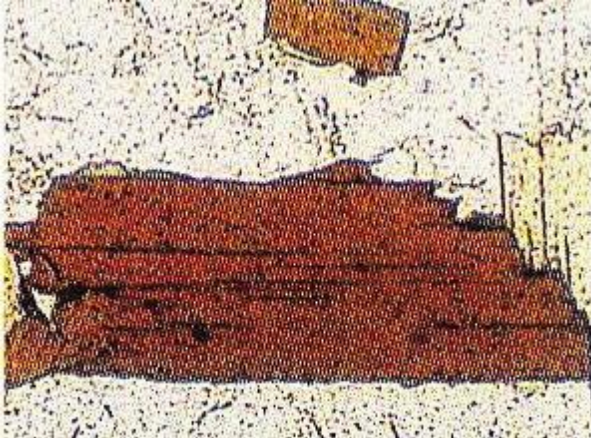
Identification of Rock Minerals under a Polarizing Microscope

II- Essential minerals

1. The Micas

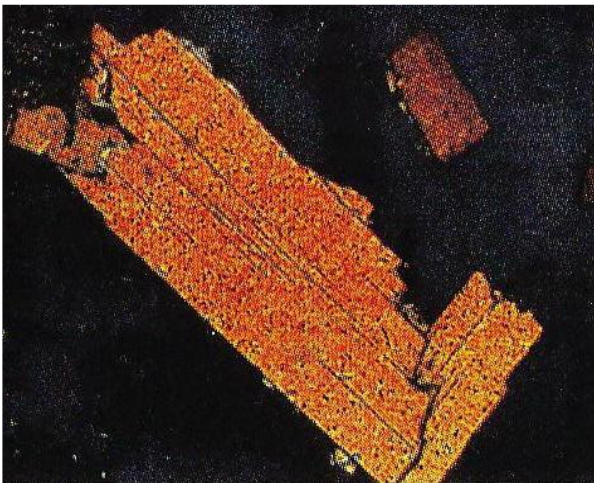
1.1- Black Micas = Biotite $[\text{Si}_3 \text{Al} \text{O}_{10} (\text{OH}, \text{F})_2] \text{K} (\text{Mg}, \text{Fe})_3$

Under the microscope at the lowest magnification



In PPL View (without analyzer)

- Brown color,
- Often elongated shape.
- Color change of the mineral from dark brown to yellow (pleochroic mineral).
- Presence of fine parallel cracks along its length (=cleavages).



In XPL View (with analyzer)

- Dark to brown, sometimes orange, with very sharp edges.
- Perfect cleavage (lamellar flow),
 - Straight extinction,
 - Strong birefringence, but polarization tones are attenuated by the mineral's accentuated natural brown color.
 - Straight extinction.
 - Positive elongation.

1.2- White Micas = Muscovite $[\text{Si}_3 \text{Al} \text{O}_{10} (\text{OH}, \text{F})_2] \text{K Al}_2$ **In PPL View (without analyzer)**

- Colorless mineral.
- Elongated rectangular sections with fine parallel cracks running lengthwise.
- Presence of fine parallel cracks running lengthwise (=cleavages).

**In XPL View (with analyzer)**

- strong birefringence,
- very bright polarization hues (blue, yellow, or green) of the second order,
- right extinction.

2. Pyroxenes

Pyroxenes generally belong to the **monoclinic** system (**clinopyroxene**), sometimes **orthorhombic** (**orthopyroxene**), characterized by two practically orthogonal cleavages (93° or 87°).

- **Clinopyroxenes**

PPL View

- **Form:** Form stubby prisms elongate along the c-axis, basal sections are 4 or 8 sided and show two cleavages at 90° .

Colour and Pleochroism: Usually colourless, gray, pale green or pale brown, darker colours associated with Fe-rich varieties titanaugite is more distinctly coloured from brown/pink to violet.

- **Relief:** High positive.

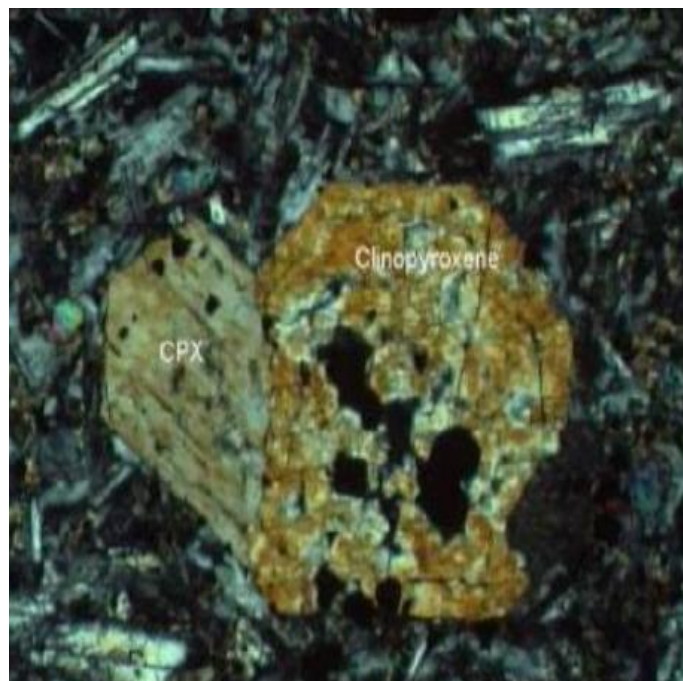
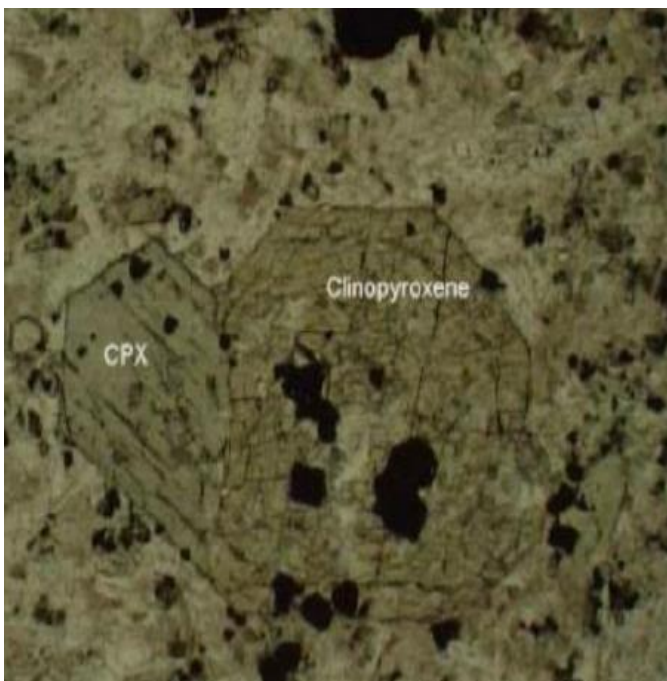
- **Cleavage:** Parallel to $\{110\}$, which intersect at 90° .

XPL view

- **Twinning:** Simple and lamellar twins and composition planes, which in combination may form a herringbone pattern.

- **Distinguishing Features:** Inclined extinction, higher birefringence, 2nd order interference colours, low 2V, optically positive in comparison with opx.

- **Alteration:** Commonly alter to uralite (a light coloured amphibole), or may alter to serpentine, chlorite, biotite, carbonates and /or other silicates



- **Orthopyroxenes:**

- Enstatite
- Hypersthene
- Ferrosilite

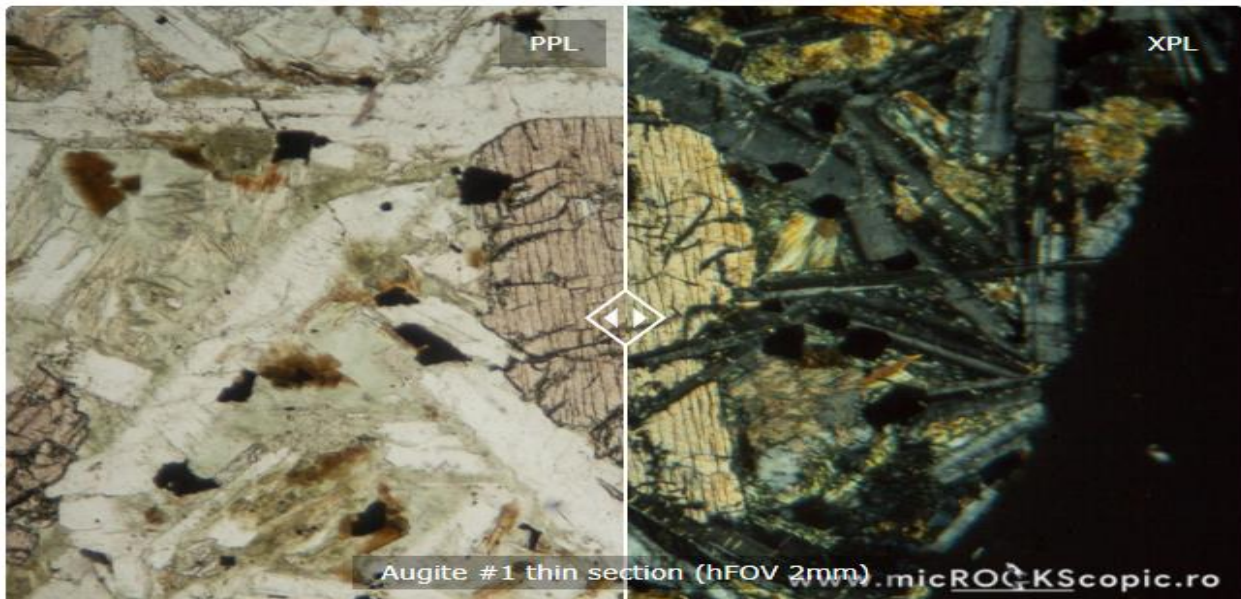
- Characteristics common to *orthorhombic pyroxenes* (Orthopyroxenes)

- Shape:** more or less elongated, squat prisms
- Relief:** strong
- Cleavage:** two suborthogonal cleavages, one additional, fine, regular cleavage
- Birefringence:** fairly weak
- Extinction:** straight
- Deposit:** These are fairly common constituents of silica-deficient rocks (gabbro) and ultrabasic rocks.
- Alteration:** Orthopyroxenes often alter into serpentine.



2.1- Clinopyroxenes

2.1.2 Augite



PPL View

Color: Colorless, pale green, pale brown, green, greenish-yellow

Habit/Form: Crystals are usually stubby prisms elongate along the *c* axis.

Relief: High positive

leochroism: Absent or weak

Cleavage: Good, suborthogonal, irregular

XPL View

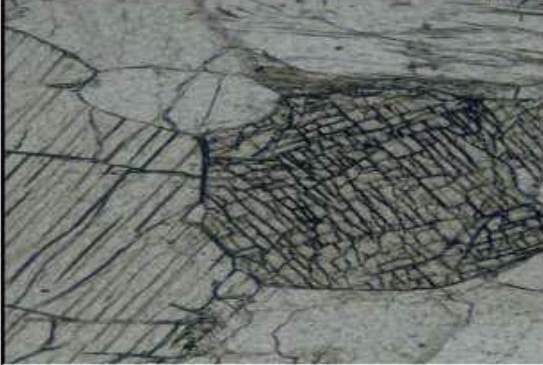
Interference color: Order I-II

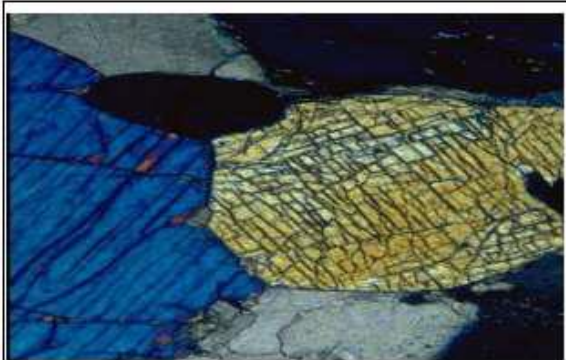
Extinction angle: The maximum extinction angle varies from 35° to 45°.

Twins: Polysynthetic

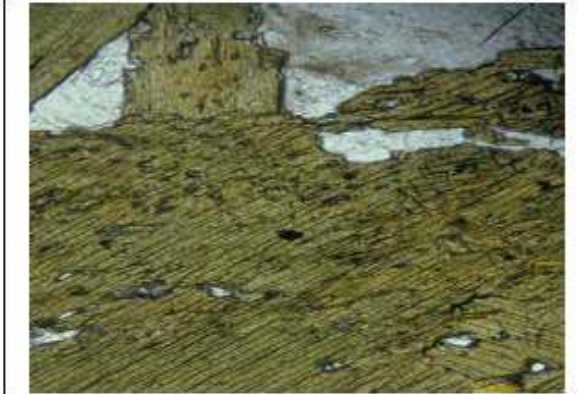
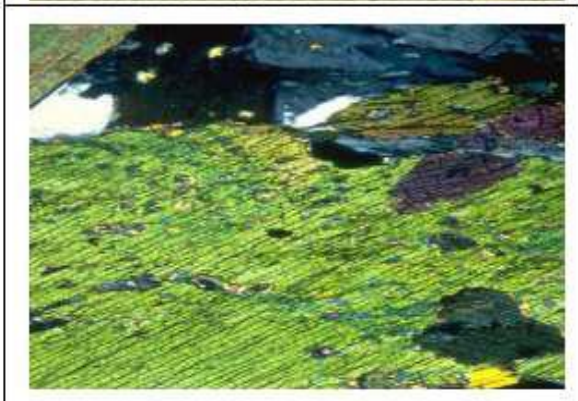
Uniaxial/Biaxial: Biaxial (+)

2.1.2 Diopside

Diopside Ca Mg Si₂O₆	
	<p>LPNA</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Couleur : parfaitement incolore ○ Forme : prisme peu allongé ○ Relief : fort ○ Pléochroisme : non pléochroïque. ○ Clivage : sub orthogonaux, grossiers et irréguliers

	<p>In XPL</p> <p>Interference color: Order II Twins: frequent polysynthetic Extinction: oblique</p>
<p>Que nous apprend-il sur la roche?</p>	<p>Surtout dans les roches métamorphiques.</p>
<p>Altération</p>	<p>Comme l'augite.</p>

2.1.3 Aegyrine

Aegyrine $\text{Na Fe Si}_2\text{O}_6$	
	<p><u>LPNA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Couleur</u> : fortement coloré ○ <u>Forme</u> : en prismes, ou en fibres ○ <u>Relief</u> : très fort ○ <u>Pléochroïsme</u> : très intense Ng : jaune verdâtre clair Np : vert foncé à brunâtre. ○ <u>Clivage</u> : sub orthogonaux, grossiers
	<p><u>LPA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Teintes de polarisation</u> : biréfringence très forte polarise dans les teintes vives du 2^{ème} et 3^{ème} ordre. ○ <u>Macle</u> : fréquente polysynthétique. ○ <u>Extinction</u> oblique

<p>Que nous apprend-il sur la roche?</p>	<p>C'est un minéral très abondant dans les roches riches en Na (ex : granites hyper sodique), dans les syénites, trachytes...ect</p>
<p>Altération</p>	<p>Inaltérable</p>

3. Amphiboles

Amphibole: is a group of inosilicate minerals, Amphiboles are minerals of either igneous or metamorphic origin. Amphiboles are more common in intermediate to felsic igneous rocks than in mafic igneous rocks. because the higher silica and dissolved water content of the more evolved magmas favors formation of amphiboles rather than pyroxenes.

PRINCIPALES AMPHIBOLES			
<u>Actinote</u>	$Ca_2(Mg,Fe)_5 Si_8 O_{22}(OH)_2$	<u>Grünerite</u>	$Fe_7 Si_8 O_{22}(OH)_2$
<u>Anthophyllite</u>	$(Mg,Fe)_7 Si_8 O_{22}(OH)_2$	<u>Hornblende</u>	$(Ca,Na)_{2-3}(Mg,Fe,Al)_5 Si_6 (Si,Al)_2 O_{22}(OH)_2$
<u>Arfvedsonite</u>	$Na_3 Fe_4^{2+} Fe^{3+} Si_8 O_{22}(OH)_2$	<u>Riebeckite</u>	$Na_2 Fe_3^{2+} Fe_2^{3+} Si_8 O_{22}(OH)_2$
<u>Cummingtonite</u>	$Fe_2 Mg_5 Si_8 O_{22}(OH)_2$	<u>Trémolite</u>	$Ca_2 Mg_5 Si_8 O_{22}(OH)_2$
<u>Glaucophane</u>	$Na_2 Mg_3 Al_2 Si_8 O_{22}(OH)_2$		

3.1. Orthorhombic amphibole: Among the orthorhombic amphiboles, one of the most important species is **Anthophyllite**.

Anthophyllite $[Si_4O_{11} OH]_2 (Mg, Fe)_7$	
	<p>LPNA</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Couleur : Incolore ○ Forme : prismes allongés, baguettes en fibres. ○ Relief : moyen ○ Pléochroïsme : n'est pas pléochroïque
	<p>LPA</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Teintes de polarisation : moyenne, polarise dans les teintes de la fin du 1^{er} ordre ○ Macle : absence de macle ○ Extinction : droite
Que nous apprend-il sur la roche?	Présent dans les roches ultrabasiques (péridotites, serpentinites) et dans certains schistes cristallin.
Altérations	Fréquente en talc.

3.2. Monoclinic Amphiboles

Based on their chemical composition, they are divided into three groups:

- A- Calcium and ferromagnesian amphiboles
- B- Intermediate amphiboles
- C- Sodic amphiboles

□ Common Characteristics of Monoclinic Amphiboles

-**Shape:** elongated prisms

-**Relief:** strong


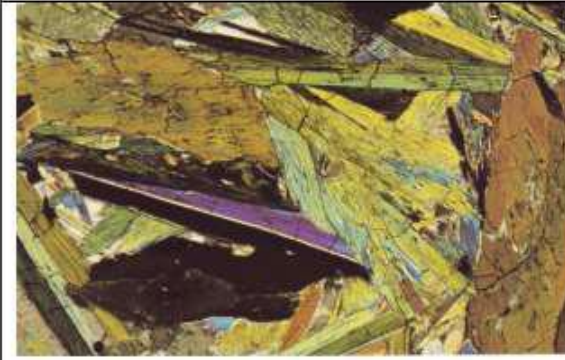
Cleavage: two fine rhomboid cleavages at 120°


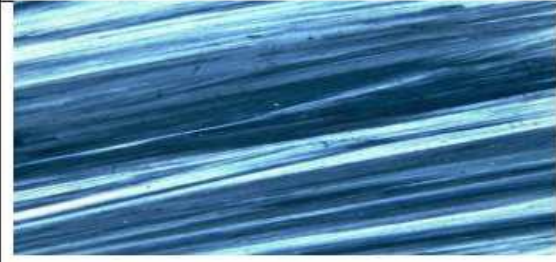
-**Extinction:** oblique

-**Twining:** simple and polysynthetic are common. Deposit: Amphiboles are common in contact metamorphic rocks (hornbeams) and general metamorphic rocks (schists, mica schists, gneisses). They are also common in eruptive rocks.


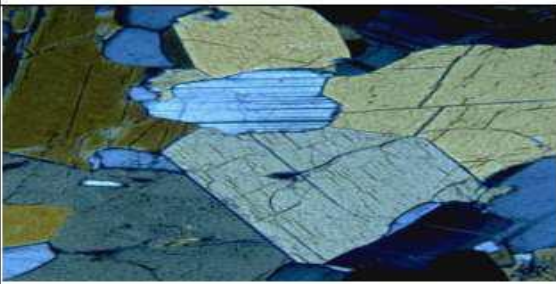
-Alteration: They alter to talc, chlorite, epidote, and calcite depending on their composition.

A. Calcium and ferromagnesian amphiboles:



Actinote $\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	
	<p><u>LPNA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Couleur</u> : coloré ○ <u>Forme</u> : prismes ou baguettes très allongées, souvent fibreuses. ○ <u>Relief</u> : moyen à fort. ○ <u>Pléochroïsme</u> : pléochroïsme net Ng : vert bleu clair ; Np : vert jaunâtre clair à incolore ○ <u>Clivage</u> : deux clivages losangiques fins et réguliers
	<p><u>LPA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Teintes de polarisation</u> : assez forte, teinte de polarisation de la fin du 1^{er} ordre et début du second. ○ <u>Macle</u> : polysynthétiques caractéristique ○ <u>Extinction</u> 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 $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	
	<p><u>LPNA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Comme l'actinote sauf qu'il n'est pas pléochroïque il est incolore
	<p><u>LPA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Comme l'actinote
Que nous apprend-il sur la roche?	Comme l'actinote

B- Intermediate amphiboles

Hornblende verte (commune) $(\text{Ca},\text{Na})_2(\text{Mg},\text{Fe})_4\text{Al}(\text{Si}7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	
	<p><u>LPNA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Couleur</u> : vert plus ou moins intense ○ <u>Forme</u> : Sections allongées, généralement automorphe rectangulaires ou losangiques. ○ <u>Relief</u> : moyen à fort. ○ <u>Pléochroïsme</u> : Pléochroïsme net Ng : vert olive, vert bleu; Np : jaune vert clair, jaune clair, ○ <u>Clivage</u> : deux clivages losangiques fins et réguliers
	<p><u>LPA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Teintes de polarisation</u> : moyenne polarise depuis le jaune du 1er ordre jusqu'au bleu du 2ème ordre. ○ <u>Macles</u> : polysynthétiques fréquente ○ <u>Extinction</u> 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.

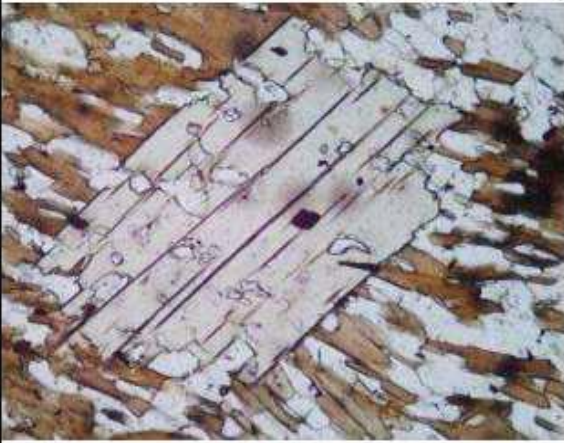
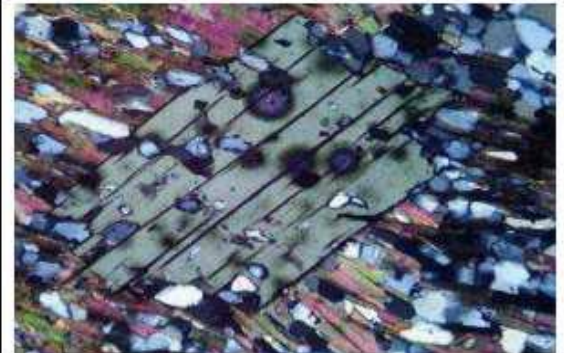
C- Amphibole sodique:

Glaucophane $\text{Na}_2 \text{Mg}_3 \text{Al}_2 [\text{Si}_8 \text{O}_{22}](\text{OH})_2$	
	<p><u>LPNA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Couleur</u> : incolore à bleu lavande ○ <u>Forme</u> : Sections allongées, parfois losangiques. ○ <u>Relief</u> : moyen à fort. ○ <u>Pléochroïsme</u> net, du bleu violacé (Ng) à incolore, jaune pâle (Np) ○ <u>Clivage</u> : Deux Clivages losangiques fins et réguliers
	<p><u>LPA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Teintes de polarisation</u> : assez faible bleu lavande du 1er ordre ○ <u>Macle</u> : absente ○ <u>Extinction</u> : 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.

4. Chlorites:

The **chlorites** are the group of phyllosilicate minerals common in low-grade metamorphic rocks and in altered igneous rocks. Greenschist, formed by metamorphism of basalt or other low-silica volcanic rock, typically contains significant amounts of chlorite.

Chlorite minerals show a wide variety of compositions, in which magnesium, iron, aluminium, and silicon substitute for each other in the crystal structure.



<p>Se sont des phyllosilicates hydratés cristallisant dans le système monoclinique (pseudo-hexagonal).</p>	
<p>Chlorite (Mg, Fe, Al)₃Mg₃[(Si, Al)₄O₁₀(OH)₂](OH)₆</p>	
	<p><u>LPNA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Couleur</u> : incolore à vert ou vert jaunâtre plus ou moins foncé. ○ <u>Forme</u> : les chlorites se présentent le plus souvent comme les micas en section prismatique (Lamelle, allongée) ○ <u>Relief</u> : moyen ○ <u>Pléochroïsme</u> : pléochroïque, incolore à vert-jaune. ○ <u>Clivage</u> : fin et régulier
	<p><u>LPA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Teintes de polarisation</u> : biréfringence faible, teinte de polarisation gris-blanc du 1^{er} ordre ○ <u>Macles</u> : jamais maclé ○ <u>Extinction</u> droite.
<p>Que nous apprend-il sur la roche?</p>	<p>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.</p>
<p>Altérations</p>	<p>Inaltérable</p>

5. Peridots

Peridots, sometimes called **chrysolite**, is a yellow-green transparent variety of olivine. Peridot is one of the few gemstones that occur in only one color.

Peridot can be found in mafic and ultramafic rocks occurring in lava and peridotite xenoliths of the mantle. Peridot is one of only two gems observed to be formed not in Earth's crust, but in the molten rock of the upper mantle. Gem-quality peridot is rare on Earth's surface due to its susceptibility to alteration during its movement from deep within the mantle and weathering at the surface. Peridot has a chemical formula of $(Mg,Fe)_2SiO_4$.

Peridot and **Olivine** are essentially the same mineral, with the word Peridot only being applied to gem quality specimens.

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.