

MINÉRALOGIE OPTIQUE ET MICROSCOPE POLARISANT

En géologie, les épreuves du concours vous proposeront l'analyse de clichés de lames minces de roches observées au microscope polarisant. Mais qu'est-ce qu'un microscope polarisant et à quoi correspondent les couleurs et les teintes que l'on peut voir ?

Ce qui suit a pour objectif de vous permettre de comprendre la nature de ce que vous regardez. **Ce n'est pas à mémoriser** et cela ne vous sera pas demandé au concours excepté, sans doute, aux concours ENS et G2E.

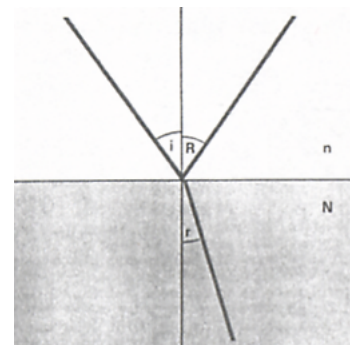
I. UN PEU D'OPTIQUE POUR COMPRENDRE

A travers les milieux transparents, les rayons lumineux se propagent suivant une direction rectiligne selon la relation de Fresnel qui relie la longueur d'onde de la vibration à sa vitesse dans le milieu et sa période : $\lambda = V.T$.

A l'interface entre deux milieux, le rayon lumineux incident subit des réflexions et des réfractions conformément à la loi de Descartes : $n \sin i = N \sin r$ avec n et N les indices de réfraction, $i = R$, $i =$ angle de d'incidence, $R =$ angle de réflexion et $r =$ angle de réfraction.

L'indice d'un milieu est égal au rapport C/V avec C la vitesse de la lumière dans le vide et V la vitesse de la lumière dans le milieu considéré. L'indice de l'air = 1 et celui de l'eau = 1,33.

Les minéraux présents dans une lame mince présentent des indices différents. Le comportement de la lumière y sera donc différent aussi. Cette propriété permet de distinguer les minéraux grâce à l'utilisation du microscope polarisant.



II. LE MICROSCOPE POLARISANT

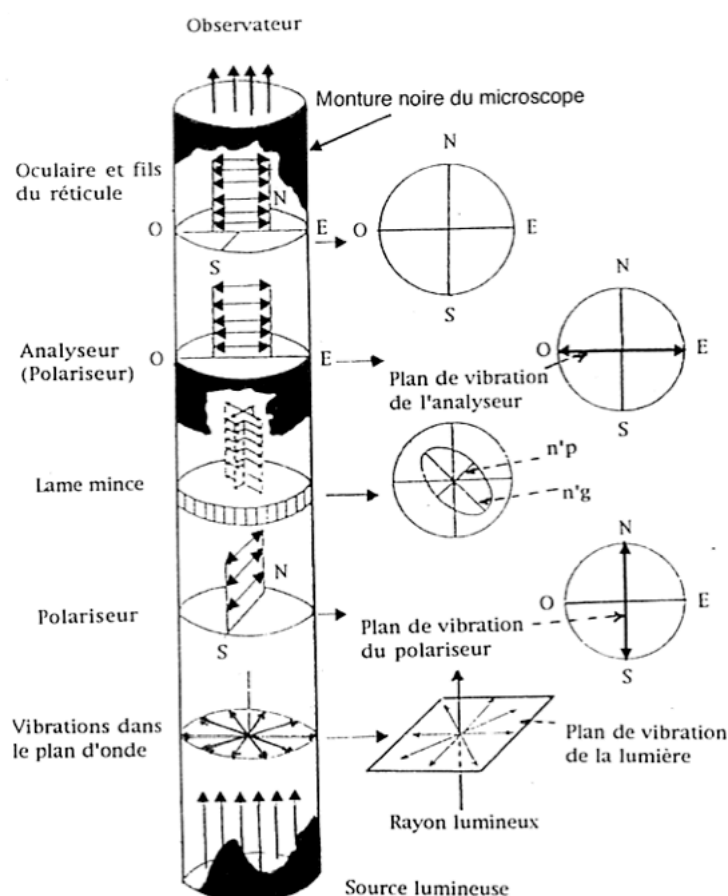
L'observation des minéraux se fait à partir de **lames minces** de 0,03 mm d'épaisseur que l'on observe au microscope polarisant équipé d'une platine tournante et de deux filtres polarisants.

A 30 μm d'épaisseur, tous les minéraux (sauf oxydes et sulfures) sont transparents. Les filtres polarisants sont disposés de telle sorte que les directions de polarisation soient mutuellement perpendiculaires et parallèles aux fils du réticule de l'oculaire. Le filtre situé sous la platine est le **polariseur**, celui situé au-dessus l'**analyseur**. Le plan de polarisation de l'analyseur peut tourner de 360°.

L'analyseur peut être écarté du trajet lumineux : la lame de roche est alors observée en **LPNA** (Lumière Polarisée Non Analysée) ou lumière naturelle par abus de langage (à éviter). Lorsque l'analyseur est en place, la lame de roche est alors observée en **LPA** (Lumière Polarisée Analysée).

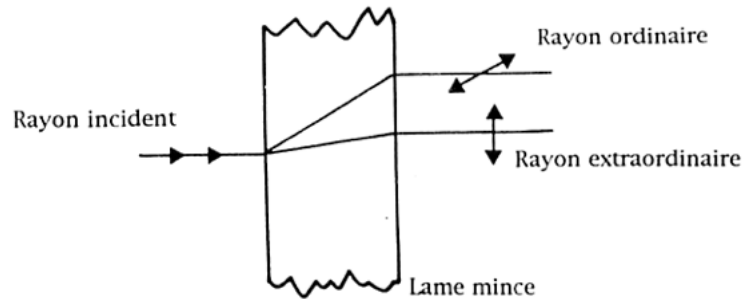
La lumière ordinaire (lumière blanche) est formée d'ondes vibrant dans toutes les directions alors que la lumière polarisée est constituée d'ondes ne vibrant que dans un seul plan appelé **plan de polarisation**.

Quand les deux plans de polarisation des deux polaroïds sont à 90° (= axes croisés) et qu'il n'y a pas de lame, le champ est éteint. L'œil de l'observateur ne reçoit aucune lumière. Si on **interpose un échantillon**, certains cristaux sont noirs, d'autres sont éclairés.



Dans le premier cas, la LPNA n'est pas déviée alors que dans le deuxième cas, la LPNA est déviée. En faisant tourner l'analyseur de 360° , les cristaux sont alternativement éteints et allumés **4 fois**. On observe alors des **teintes de polarisation** qui sont caractéristiques des minéraux présents dans la roche.

Le principe de cette observation est la **biréfringence** des cristaux. Ces derniers sont en majorité **anisotropes** c'est à dire que lorsqu'ils reçoivent un rayon lumineux incident, ils renvoient deux rayons **réfractés polarisés**, qui se propagent dans la même direction mais à des vitesses différentes.



III. CLIVAGE

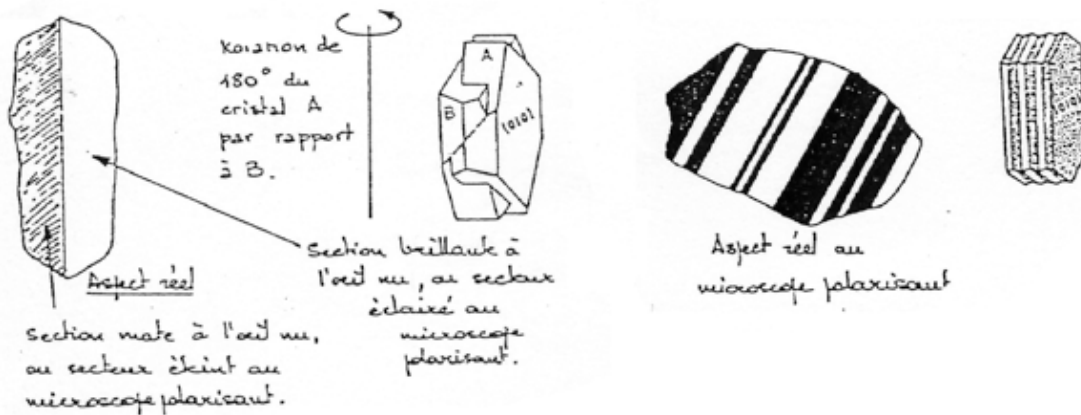
De nombreux cristaux se fragmentent ou se clivent selon des plans dont la disposition est déterminée par la structure atomique des minéraux. Entre les plans de clivage, la liaison atomique est faible par rapport à celle située à l'intérieur du plan. La présence ou l'absence de clivage peuvent constituer des critères de détermination.

Les cristaux de mica peuvent être séparés facilement en plusieurs feuillets car leur clivage est parfait selon un plan déterminé. Dans les cristaux coupés perpendiculairement au plan de clivage, les clivages sont visibles sous forme de lignes foncées, rectilignes et parallèles. Lorsque le cristal est coupé presque parallèlement au plan de clivage, les clivages ne sont pas visibles.

Certains minéraux ont des clivages parallèles à plusieurs plans et l'angle formé par deux plans de clivage peut être caractéristique. Ainsi dans le groupe des pyroxènes, les deux plans de clivage forment un angle de 90° alors que chez les amphiboles, les clivages se recoupent en formant un angle de 120° . Sur les clichés, les limites du cristal sont parallèles aux deux plans de clivage.

IV. MACLE ET ZONATION

De nombreux minéraux forment des macles. Ce sont des cristaux du même minéral dans lequel les orientations des deux parties (ou davantage) sont liées. Lorsque la macle est répétée plusieurs fois, les cristaux présentent une macle polysynthétique ou multiple. Les macles les plus fréquentes sont celles des feldspaths.



Macle de Carlsbad de l'orthose

Macle polysynthétique de feldspaths plagioclases

La zonation décrit les changements survenant entre le cœur et la périphérie d'un cristal. On peut l'observer par un changement de biréfringence, une variation de l'angle d'extinction (25, manteau) ou un changement de couleur d'absorption entre les parties internes et externes d'un cristal. Elle indique habituellement un changement de composition du cristal, indiquant un changement de composition du fluide à partir duquel le cristal s'est développé. De nombreux minéraux n'ont pas une composition chimique fixe mais ils appartiennent à des séries de solution solide ; lorsqu'un cristal grossit, sa couche externe n'a pas la même composition que celle sur laquelle elle s'est déposée C'est le cas des cristaux zonés de feldspath plagioclase lors d'une cristallisation fractionnée.

Au concours Agro-Veto, les **noms des minéraux sont donnés. Vous n'avez donc pas à connaître** le tableau ci-dessous qui peut toutefois être utile pour celles et ceux **qui présenteront les ENS et G2E**.

Le tableau ci-dessous permet une détermination rapide des principaux minéraux dont les noms sont donnés au concours Agro-Veto.

COULEUR LPNA	FORME	TEINTE LPA	RELIEF	CLIVAGES	MACLES	MINERAUX
Incolore	Irrégulière	Pastels	Faible	Fins, lozangiques	-	CALCITE CaCO ₃
Incolore	Rectangulaire	Gris	Faible	Peu net	Polysynthétique Albite	F.PLAGIOCLASE Na[AlSi ₃ O ₈] Anorthite Ca[Al ₂ Si ₂ O ₈]
Incolore	Rectangulaire	Gris	Faible	Peu net	Carlsbad	ORTHOSE K[AlSi ₃ O ₈]
Incolore	Quelconque (xénomorphe)	Gris clair	Nul	-	-	QUARTZ SiO ₂
Incolore	Lamelles	Rouge -Bleu	moyen	Net Longitudinal	-	MUSCOVITE K Al ₂ [AlSi ₃ O ₁₀ (OH) ₂]
Brune (pléochroïsme)	Lamelles	Brun	moyen	Net Longitudinal	-	BIOTITE K (Fe Mg) [AlSi ₃ O ₁₀ (OH) ₂]
Vertes à Brunes	Allongée ou lozangique	Bleu - jaune	Fort	2 à 124°	-	AMPHIBOLES [Si ₄ O ₁₁ (OH)] ⁷⁻
Jaunes, roses,	Allongée ou polygonale	Gris ou orangé	Fort	2 à 90°	-	PYROXENES [Si ₂ O ₆] ⁴⁻
Incolore	Quelconque	Rouge Bleu	Fort	Craquelures	-	OLIVINE [SiO ₄] ⁴⁺