

2- Les minéraux isotropes. Observation des minéraux isotropes au microscope polarisant

2.1. Propriétés optiques des minéraux isotropes

Du point de vue optique, les minéraux isotropes sont caractérisés par les propriétés suivantes :

- La lumière qui tombe verticalement sur un minéral isotrope n'est pas réfractée lors de sa traversée du minéral (figure 1).
- La direction de vibration d'un rayon lumineux n'est pas modifiée lors de son passage à travers le minéral (figure 1).
- Dans un minéral isotrope, la lumière se propage à égale vitesse dans toutes les directions, en conséquence l'**indice de réfraction** est **constant** et indépendant de la direction du rayon.

Des substances comme l'eau, le verre, l'air et les minéraux qui cristallisent dans le système **cubique** sont isotropes.

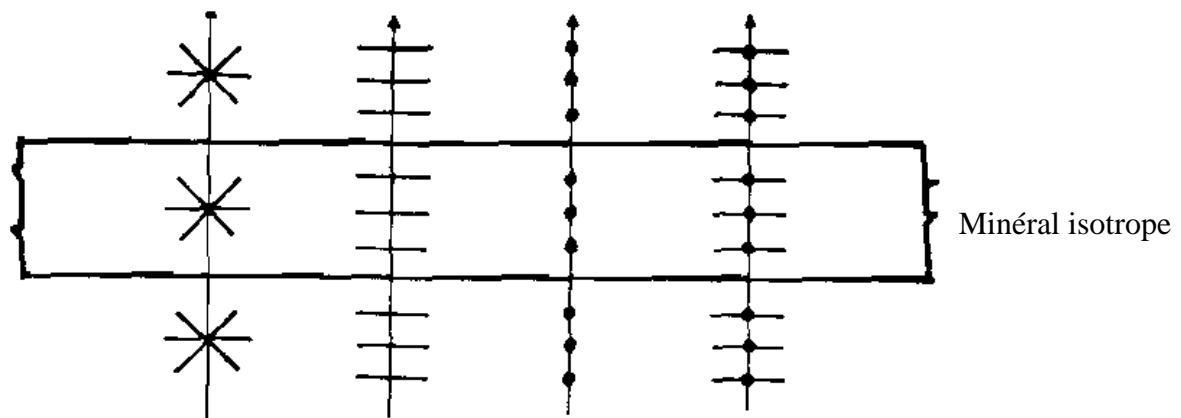


Figure 1 : Passage de la lumière à travers un minéral isotrope.

2.2. Indicatrice isotrope, ou sphère des indices

Considérons une source lumineuse ponctuelle, placée au sein d'un milieu isotrope et considérons divers rayons OA, OA', OA'' émanés de cette source et dirigés dans toutes les directions de l'espace. Au bout de l'unité de temps, les vibrations lumineuses se propageant suivant OA, OA', OA'' ont atteint les points P, P', P'' ... tous situés à une même distance V de O. Si on passe de la notion de vitesse suivant une direction donnée à la notion d'indice suivant une direction donnée ($n=V_{\text{air}}/V_m$), on porte à partir du point O les

longueurs OM , OM' , OM'' égales aux indices correspondant n , n' , n'' ..., qui dans le cas d'un milieu isotrope, sont constants. L'ensemble des points M , M' , M'' vont donc définir une surface, qui est donc une sphère, dite **indicatrice** ou **sphère des indices** (Figure 2).

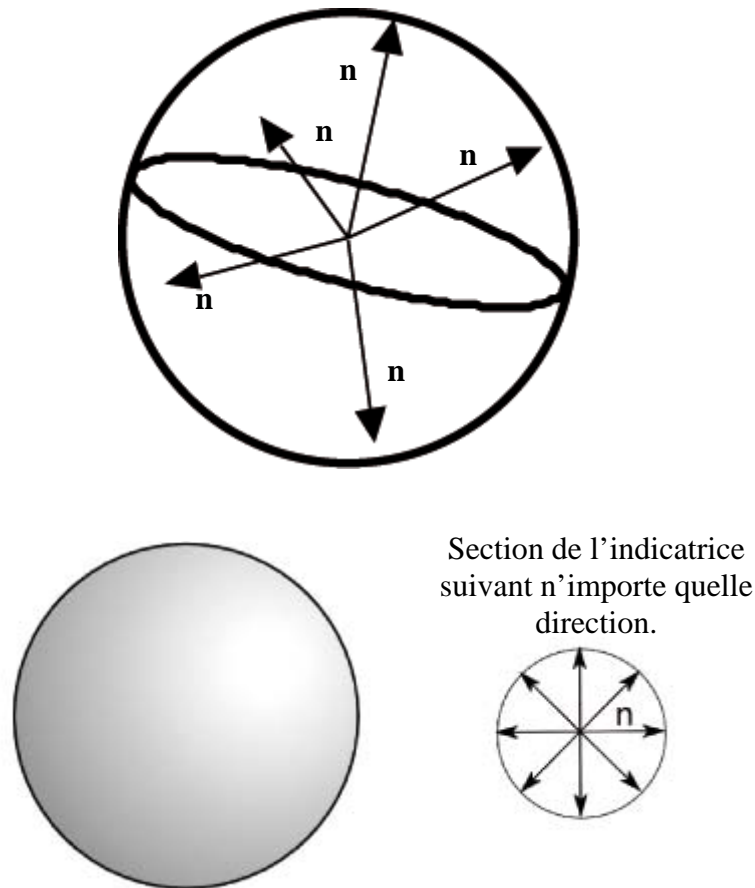


Figure 2 : Indicatrice isotrope ou sphère des indices.

2.3. Les minéraux isotropes observés au microscope polarisant

1- En LPNA, on observera le **relief**, la **forme**, la **couleur** d'absorption du minéral si elle existe, la présence de **clivage**, de **fracture**, d'**inclusions** et l'**altération**.

2- En LPA, le minéral est **éteint** (le champ de l'oculaire est noir). Au cours d'une **rotation complète de la platine** (360°) le minéral reste **obscur**. Ceci reste valable **quelque soit la section** observée d'un minéral isotrope (figure 3).

- Cette propriété des minéraux isotropes en LPA s'explique en se rappelant que la direction de vibration d'un rayon lumineux ne change pas en traversant un milieu isotrope. Le rayon lumineux polarisé suivant la direction E-W du polariseur aura la même polarisation après avoir traversé le minéral et sera donc arrêté par l'analyseur (figure 4).

➤ **Les minéraux isotropes sont étudiés uniquement en lumière polarisée non analysée (lumière naturelle).**

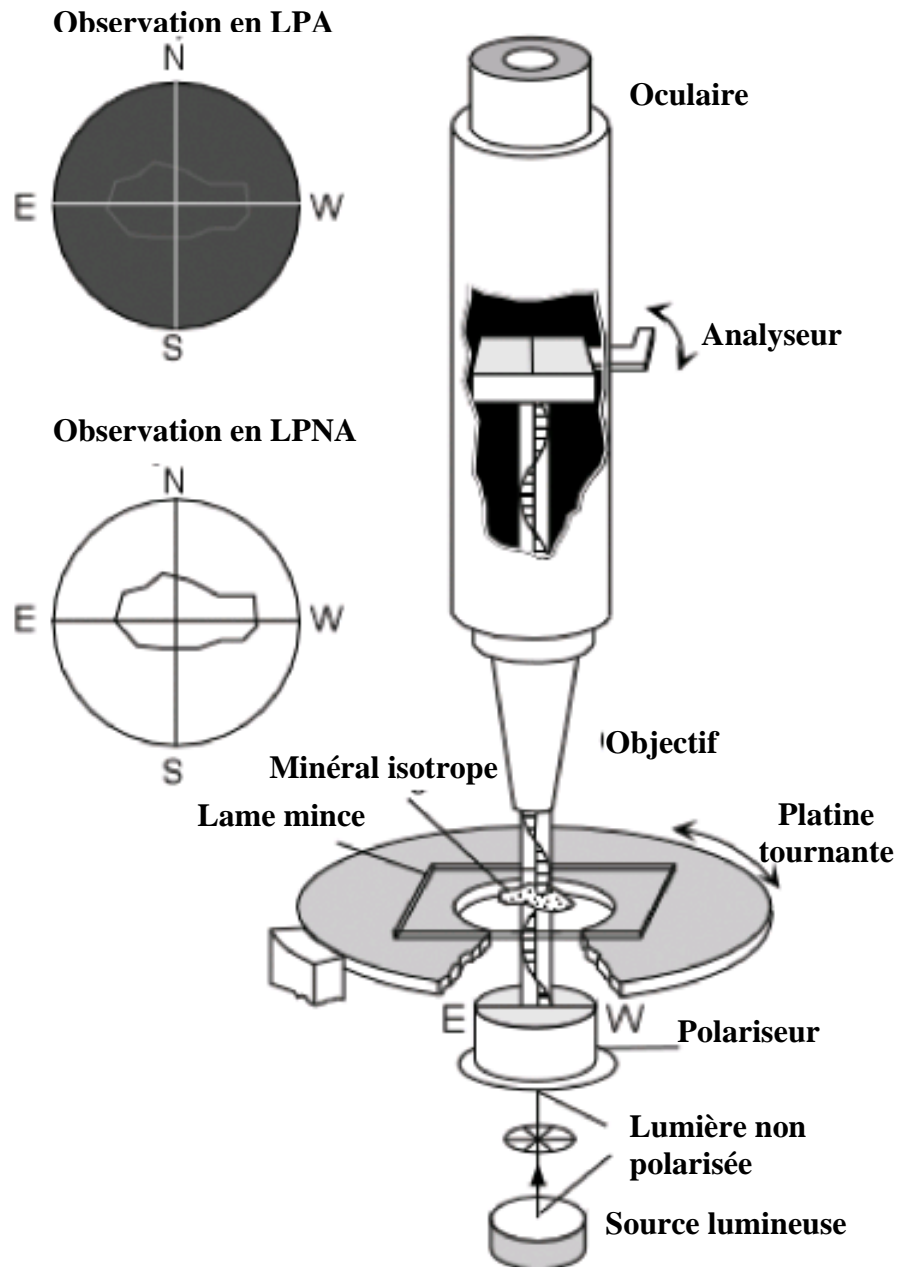


Figure 3 : Observation des minéraux isotropes au microscope polarisant.

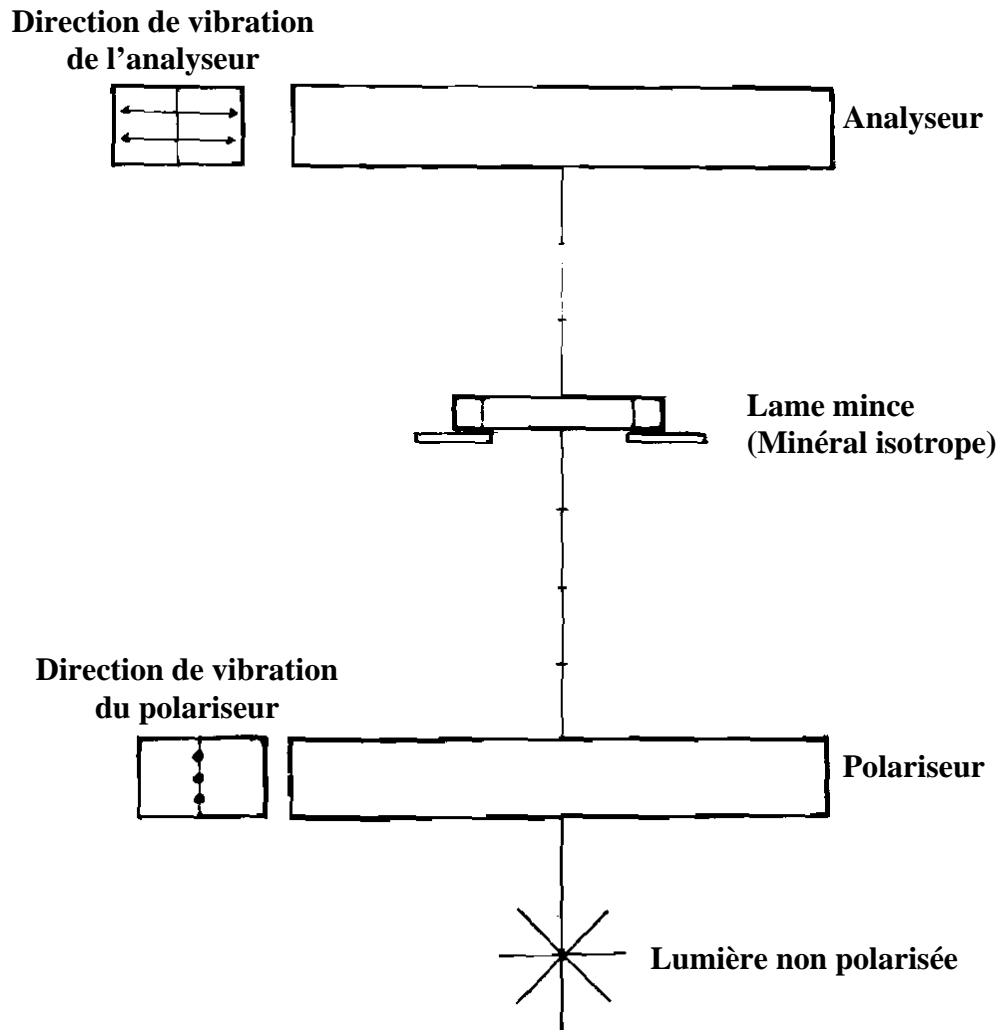


Figure 4 : trajectoire de la lumière dans un microscope polarisant en LPA en traversant un minéral isotrope. La lumière est arrêtée par l'analyseur.

2.4. Observation des minéraux isotropes en LPNA : observation du relief et détermination de l'indice de réfraction

Au microscope, on étudie des minéraux soit en grains baignant dans une huile, soit en plaques minces en contact les uns avec les autres ou avec de l'époxy ou baume du Canada. Quoi qu'il en soit, chacun de ces milieux (minéraux de toutes natures ou matériel de support) possède un ou des indice(s) de réfraction caractéristique(s).

Lorsque nous observons une lame mince, l'indice de réfraction d'un minéral se traduit par ce que l'on appelle le **relief** du grain. **L'importance des ombres le long des bordures de grains — ou relief — indique grossièrement la différence entre les indices de réfraction des milieux en présence.** Ainsi, plus la différence des indices de réfraction entre deux milieux sera grande, plus le relief observé sera fort, le milieu dont l'indice est le plus grand apparaissant en relief positif. De même, plus la différence entre les indices est faible, moins il y a de relief. A la limite, si l'on prend l'exemple d'un grain baignant dans une huile de même indice (compte tenu de la température), le relief est nul et le grain pratiquement invisible. Le

relief est une estimation de la différence entre deux indices de réfraction : c'est donc une **valeur relative**, et non pas une valeur absolue.

Le relief correspond donc à la façon du cristal de "ressortir" par rapport au milieu dans lequel il est monté (ex: résine, indice de réfraction égal à 1,54) (figure 5) :

- Un relief élevé (les espèces avec un fort relief apparaîtront avec un contour épais) indiquera que les indices de réfraction du minéral et de la résine sont très différents.
- Un faible relief indiquera que les indices de réfraction du minéral et de la résine sont proches.
- Pas de relief (le minéral paraît noyé dans la résine, ces contours ne sont pas visibles) indiquera que le minéral et la résine ont le même indice de réfraction.

L'observation du relief indique une différence d'indice de réfraction entre le minéral et son milieu (ou autres minéraux), sans pourtant préciser lequel a le plus fort indice de réfraction. Pour cela, il faut utiliser la méthode de la frange (ou liséré) de Becke.

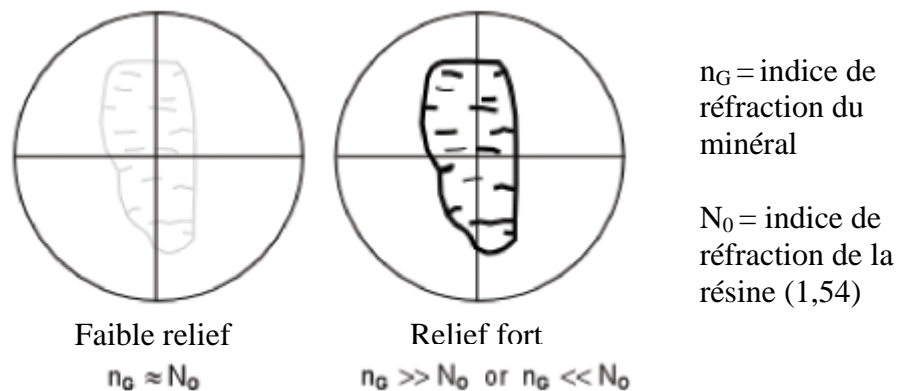


Figure 5 : Relief en LPNA

• Méthode du liséré de Becke

En LPNA, pour la détermination de l'indice de réfraction du minéral en utilisant la méthode du liséré de Becke, on suivra les étapes suivantes :

- Effectuer la mise au point sur le trait de séparation des deux minéraux dont on veut comparer les indices, ou sur le bord de la lame mince si on veut comparer l'indice du minéral à celui du baume.
- Réduire l'ouverture du diaphragme du microscope pour diminuer l'éclairage. Interposer le condenseur sur le trajet des rayons lumineux.
- Faire varier la mise au point jusqu'à ce qu'une fine bande de lumière claire (petit liséré lumineux) apparaisse au contact de la ligne de séparation minéral/minéral ou minéral/résine et parallèlement à celle-ci : c'est **la frange (ou liséré) de Becke**, qui se déplace soit vers l'un, soit vers l'autre des minéraux. Le sens de ce déplacement obéit à la règle suivante :

➤ **Le liseré de Becke se déplace vers le minéral le plus réfringent (d'indice de réfraction le plus élevé) quand on détruit la mise au point en augmentant la distance entre la lame mince et l'objectif (figure 6).**

- Ainsi, en augmentant doucement la distance entre l'objectif et la lame mince, la fine bande de lumière va se déplacer vers le milieu à l'indice de réfraction le plus fort.
- Si IR du minéral 1 = IR de la résine (ou IR du minéral 2), la frange de Becke sera légèrement colorée et apparaîtra dans les deux milieux.

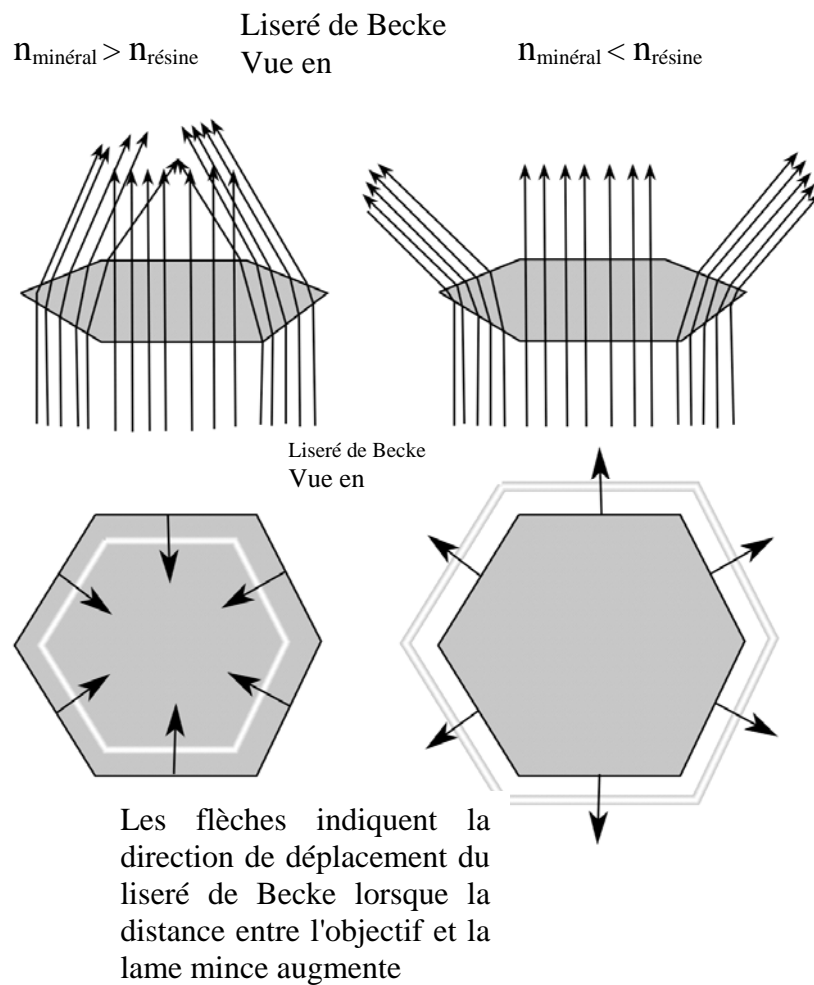


Figure 6 : Sens de déplacement du liseré de Becke en fonction des indices de réfraction du minéral et de la résine.

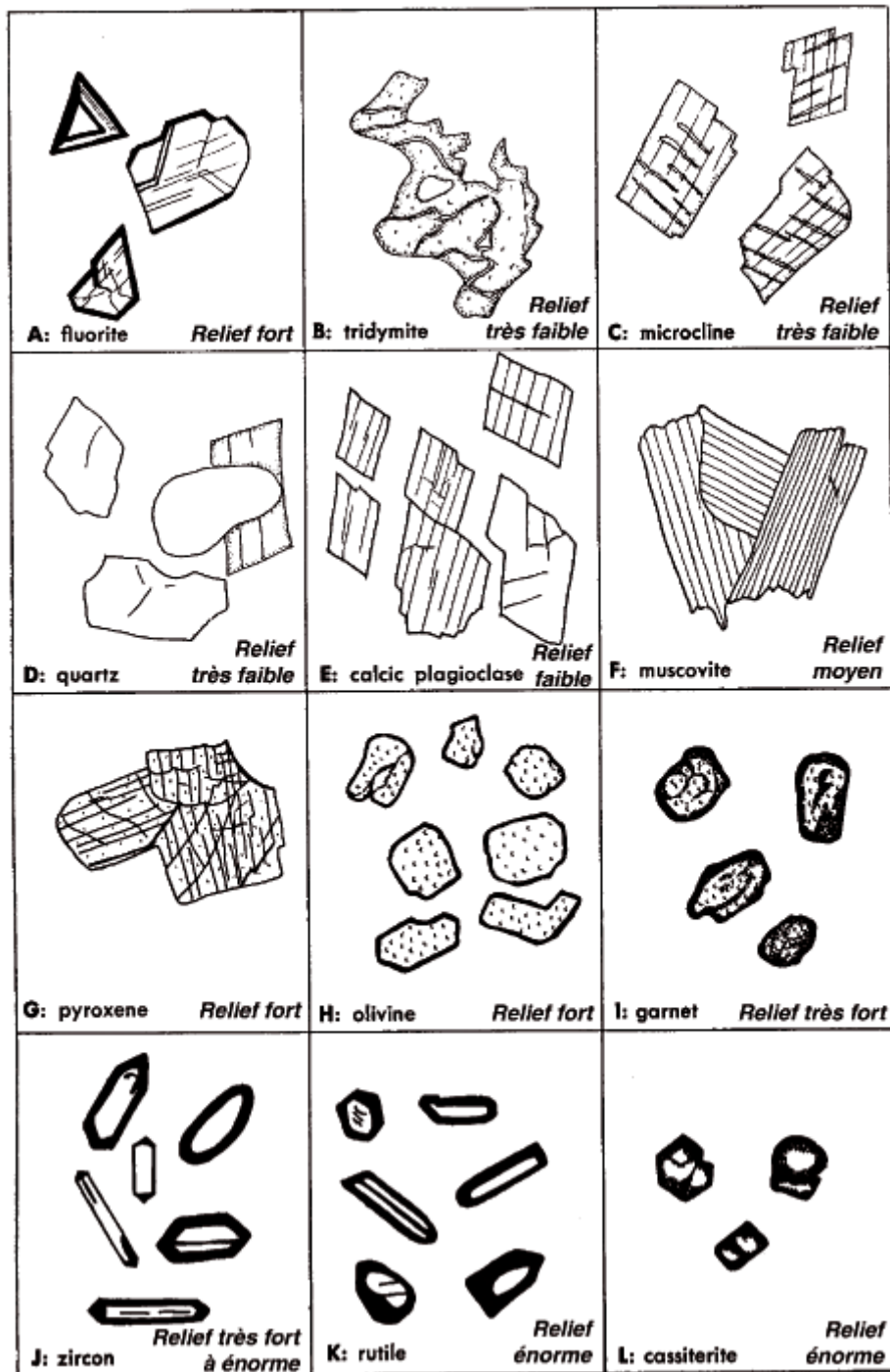


Figure 7 : le relief de certains minéraux noyés dans du baume du Canada (Indice de réfraction : 1,54).

2.5. Autres caractéristiques optiques des minéraux isotropes en LPNA : forme, couleur, clivage, inclusions et altération

- Certains minéraux présentent des formes caractéristiques qui peuvent nous aider à leur identification. Les minéraux qui présentent les mêmes dimensions sont dits équi-granulaire. Si la longueur du minéral est plus grande que sa largeur, on dit qu'il est tabulaire. Si la longueur est encore plus grande, le minéral est aciculaire (figure 8). Les sections minérales à contours géométriques sont dites automorphes ou subautomorphes, celles de forme quelconque caractérisant les minéraux xénomorphes (figure 8).

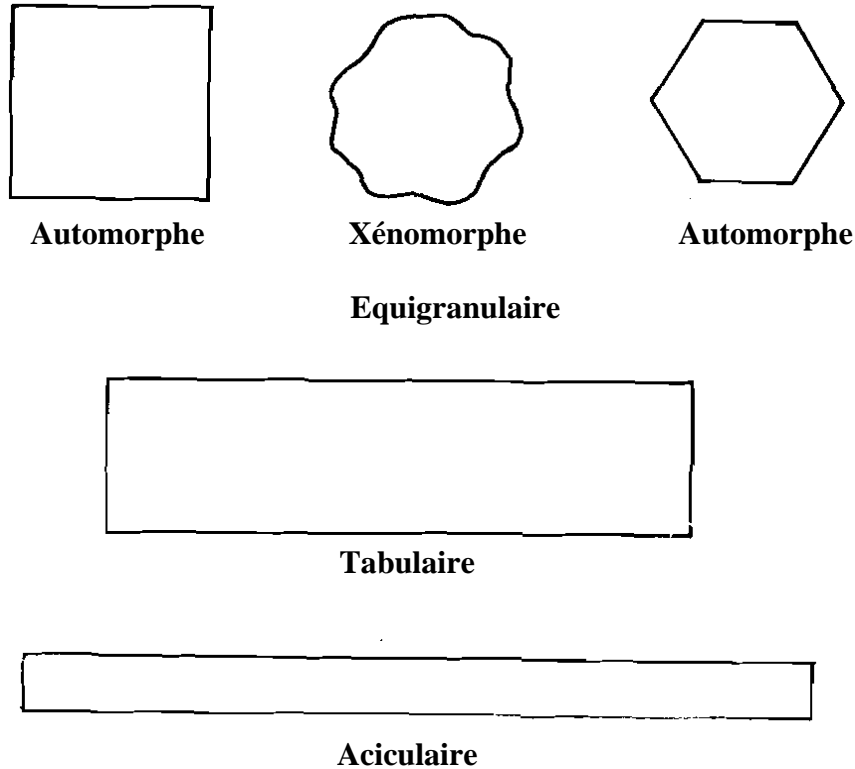


Figure 8 : Quelques formes de minéraux observés au microscope polarisant

- Les minéraux isotropes sont généralement incolores en lames minces. Certains sont parfois colorés comme l'andradite (grenat, marron foncé), l'hercynite (spinnelle, vert foncé), certains types de fluorite (violet ou bleu) et de grenat (rose ou jaune clair).
- Clivage et fracture : certains minéraux présentent en lames minces des plans parallèles appelés : plans de clivage. Certains minéraux ont une ou deux ou même trois familles de plans de clivage orientés différemment. La détermination de l'angle que font les différents plans de clivage peut aider à identifier le minéral. D'autres minéraux présentent des fractures sous forme de plans non parallèles.
- Inclusions et altérations : les inclusions sont des corps étrangers à l'intérieur de la section du minéral. Ces inclusions peuvent être sous forme d'aiguilles, ou d'inclusions liquides ou gazeuses, ou charbonneuses. Beaucoup de minéraux subissent une modification de leurs propriétés physico-chimiques sous l'action des agents atmosphériques et des eaux. Cette altération peut être partielle ou totale. Exemple : transformation du grenat en chlorite.