

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed



Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département des Sciences de la Terre

Polycopie -Travaux pratiques

2^{ème} Année Licence

Pétrographie des roches magmatiques (F411)

Réalisé par : **Ratiba KARED**

2022/2023

Remerciements

Tout d'abord et c'est avec un énorme plaisir que je tiens à exprimer ma reconnaissance envers Mme. N. Remaci, professeur à l'Université d'Oran2 Mohamed Ben Ahmed, pour sa précieuse expertise de ce polycopié. Je tiens à la remercier pour le temps qu'elle a consacré à la lecture de ce polycopié avec une grande précision. Ses commentaires éclairés, ses suggestions constructives et son souci du détail ont permis d'enrichir ce polycopié. Son expertise approfondie, ses suggestions avisées et ses photos de minéraux ont permis d'améliorer la qualité et la clarté du contenu de ce manuscrit. Je suis honorée d'avoir pu bénéficier de son expertise. Je tiens également à remercier Mr. A. Seddiki, professeur à l'Université d'Oran2 Mohamed Ben Ahmed, pour ses photos de minéraux, ses conseils et orientations qui ont contribué à rédiger ce polycopié.

Ratiba Kared

Avant-propos

Le présent polycopié de travaux pratiques de pétrographie des roches magmatiques est destiné aux étudiants de deuxième année licence (L2- Semestre 4) ; filière : géologie ; Licence dans le domaine des Sciences de la Terre et de l'Univers. Il est conforme au programme officiel. Il a été rédigé soigneusement dans le but de permettre d'avoir un outil de travail et de référence recouvrant les connaissances qui leur sont demandés. Le contenu de ce manuscrit résume tout ce qu'un étudiant devrait connaître sur le fonctionnement du microscope polarisant et les minéraux constituants des roches magmatiques. Le manuscrit est donc composé de deux grandes parties :

La première partie est consacrée à des généralités, des rappels de notions fondamentales comme la présentation du microscope polarisant, notions d'indices cristallographiques, les lumières du microscope polarisant : étude en lumière naturelle et étude en lumière polarisée-analysée.

La deuxième partie est réservée à l'étude des minéraux au microscope polarisant. Les minéraux cardinaux tels que le quartz et les feldspaths. Les minéraux essentiels : comme l'olivine, les pyroxènes, l'amphiboles, les micas et chlorite. Les minéraux accessoires comme le zircon, l'apatite, le sphène. Ainsi les textures des roches magmatiques sont aussi abordées dans cette partie. En fin la dernière partie de ce manuscrit est réservée à la nomenclature des roches magmatiques à partir de leur minéralogie. On note que chaque minéral est illustré par des images prises au microscope polarisant en lumière naturelle et en lumière polarisée analysée.

Ce polycopié représente une synthèse exhaustive de travaux pratiques que j'ai assurés depuis mon recrutement en 2019 à ce jour au sein de l'Université d'Oran2 Mohamed Ben Ahmed, département des Sciences de la Terre.

En fin, je souhaite vivement que ce manuscrit soit utile et servira de bonne référence non seulement aux étudiants de deuxième année Licence mais aussi à toute personne, intéressée par la pétrographie des roches magmatiques.

Dr. Ratiba KARED

Table des matières

1	Introduction	1
2	Les objectifs de ces travaux pratiques :	2
3	Le microscope polarisant	3
4	Notions d'indices cristallographiques :	5
4.1	Le réseau cristallin	5
4.2	Les nœuds d'un réseau :	5
4.3	La maille cristalline :	5
4.4	Les systèmes cristallins	6
5	Les lumières du microscope polarisant :	6
5.1	Lumière naturelle (L.N.) :	7
5.2	Lumière polarisée analysée (L.P.A.) :	7
6	Fonctionnement du microscope polarisant :	10
6.1	Lumière naturelle (L.N.) :	10
6.2	Lumière polarisée analysée (L.P.A.)	10
7	Les critères d'identification des minéraux au microscope polarisant :	11
7.1	Les critères optiques observées en L.N	11
7.1.1	La forme :	11
7.1.2	Le relief (réfringence) :	11
7.1.3	Les clivages :	11
7.1.4	La couleur et le pléochroïsme :	12
7.1.5	L'altération :	13
7.1.6	Les inclusions :	13
7.2	Critères optiques observées en L.P.A :	13
7.2.1	La biréfringence :	13
7.2.2	Les macles et les zonations :	14
7.2.3	L'extinction :	15
8	Les minéraux cardinaux et essentiels au microscope polarisant :	16
8.1	Le quartz :	16
8.2	Les feldspaths :	17
8.2.1	Le feldspath calco-sodique « le plagioclase » :	17
8.2.2	Le feldspath potassique :	18
8.3	Les feldspathoïdes :	21
8.3.1	La néphéline : $[\text{SiAlO}_4]_4 \text{Na}_3 \text{K}$	21
8.3.1	Leucite : $[\text{Si}_2\text{AlO}_6] \text{K}$	22
	a-Lumière naturelle (L.N.) :	22
8.4	Les Micas :	23
8.4.1	La biotite : $[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2] \text{K}(\text{Fe}, \text{Mg})_3$	23
	a-Lumière naturelle (L.N.) :	23

8.4.2	La muscovite : $[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2] 8\text{KAl}_2$	24
8.5	L'amphibole :	25
8.5.1	La hornblende basaltique : $[(\text{Si}_3\text{AlO}_{11}) (\text{O}, \text{OH})]_2\text{Ca}_2\text{Na} (\text{Mg}, \text{Fe})_4\text{Ti}$	25
8.5.2	La hornblende verte : $[(\text{Si}_3\text{AlO}_{11}) (\text{OH})]_2\text{Ca}_2\text{Na} (\text{Mg}, \text{Fe})_4(\text{Al}, \text{Fe})$	27
8.6	Le pyroxène :	27
8.6.1	L'orthopyroxène : l'hypersthène $[\text{SiO}_2\text{O}_6] \text{Mg}, \text{Fe}$	27
8.6.2	Le clinopyroxène :	28
8.7	Les péridots « l'olivine » : $[\text{SiO}_4] (\text{Mg}, \text{Fe})_2$	30
9	Les minéraux accessoires :	31
9.1	Le zircon :	31
9.2	L'apatite	32
9.3	Le sphène « titanite »	32
9.4	Le grenat : $[\text{Si}_3\text{O}_{12}] \text{Al}_2 (\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Ca})_3$	33
9.5	La tourmaline : $[\text{Si}_6\text{O}_{18} (\text{BO}_3)_3 (\text{OH}, \text{F})_4] \text{NaAl}_8\text{M}_3$	34
9.6	Les épidotes	34
9.6.1	L'allanite (l'orthite) :	36
10	Textures des roches magmatiques :	37
10.1	Rappel sur le mode de formation des roches magmatiques	37
10.2	Texture des roches magmatiques :	38
10.2.1	La texture holocristalline = plutonique (grenue et microgrenue) :	38
10.2.2	La texture hypocristalline (hémicristallines ou microlitiques) :	39
10.2.3	La texture hyaline (texture vitreuse) :	40
11	Nomenclature des roches magmatiques :	41
12	Références bibliographiques	47

1 Introduction

Un minéral est une substance formée naturellement, définie par sa composition chimique et l'agencement de ses atomes selon une périodicité et une symétrie précises qui se reflètent dans le groupe d'espace et dans le système cristallin du minéral. Les minéraux sont généralement solides dans les conditions normales de température et de pression et s'associent pour former les roches constituant la croûte. Les minéraux sont donc les matériaux élémentaires des roches de la croûte terrestre.

Les roches magmatiques résultent de la cristallisation de magmas en surface (volcanisme) ou en profondeur (plutonisme). Les magmas sont eux-mêmes des liquides silicatés, chargés ou non de cristaux et pouvant contenir une phase fluide. Les minéraux essentiels des roches magmatiques appartiennent à la classe des silicates. Il existe 4 types de minéraux qui sont :

- Les minéraux cardinaux comme le quartz, les feldspaths alcalins (K-Na), les feldspaths plagioclases calco-sodiques (Na- Ca), et feldspathoïdes (néphéline et leucite), sur lesquels reposent les classifications des roches magmatiques ;
- Les minéraux essentiels tels que les micas (biotite et muscovite), l'amphiboles (hornblende brune et hornblende verte), les pyroxènes (orthopyroxène et clinopyroxène) et l'olivines. Ces minéraux permettent de préciser les classifications des roches magmatiques ;
- Les minéraux accessoires tels que l'apatite, le zircon, le sphène, le spinelle, l'épidote, les oxydes de Fe ou Ti...etc. Ces minéraux représentent moins de 1% de la composition totale de la roche.

Il est à noter que la taille, la forme et l'association de ces minéraux peuvent déterminer les textures des roches magmatiques. De plus la composition minéralogique est utilisée pour classifier et nommer les roches magmatiques.

2 Les objectifs de ces travaux pratiques :

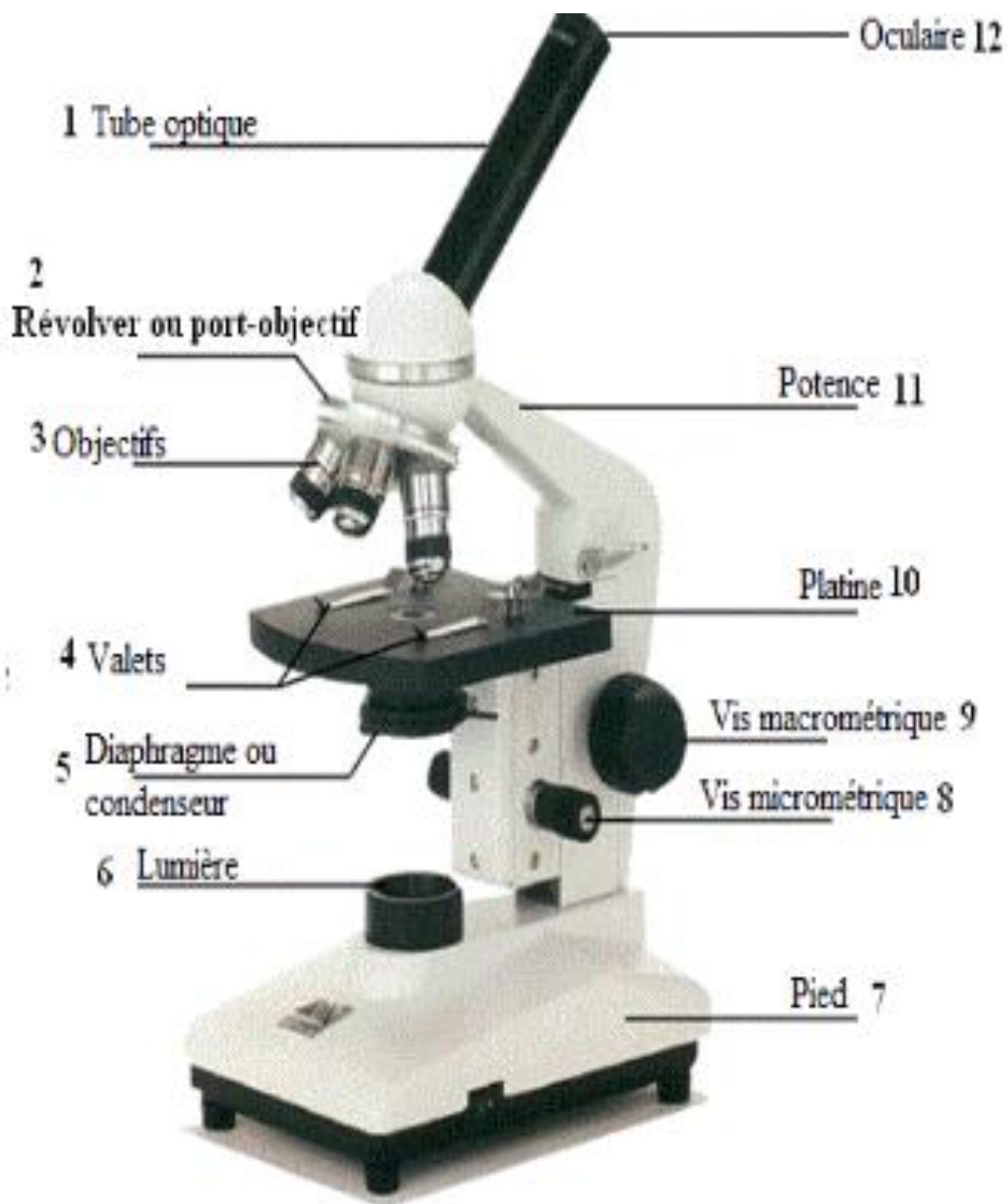
A l'issue de ces travaux pratiques l'étudiant sera capable de :

- Utiliser le microscope polarisant pour étudier les minéraux constituant les roches.
- Examiner des lames minces au microscope polarisant.
- Identifier les minéraux des roches magmatiques au microscope polarisant.
- Différencier entre les minéraux cardinaux, les minéraux essentiels et les minéraux accessoires en lumière naturelle et en lumière polarisée analysée.
- Identifier les textures des roches magmatiques
- Nommer les roches magmatiques à partir de leur minéralogie.
- Produire des rapports pétrographiques des minéraux et des roches.

3 Le microscope polarisant

Le microscope polarisant est spécialement adapté aux études pétrographiques. Celles-ci permettent d'identifier des minéraux de roche et consistent à observer des lames minces polies, à faces parallèles, de roches taillées à l'épaisseur de 30 micromètres. Un microscope polarisant diffère d'un microscope ordinaire par l'existence de deux petits disques de polaroid : l'analyseur et le polariseur, et d'une platine tournante centrée sur l'axe optique.

Voici ci-dessous les parties d'un microscope polarisant et leur rôle :



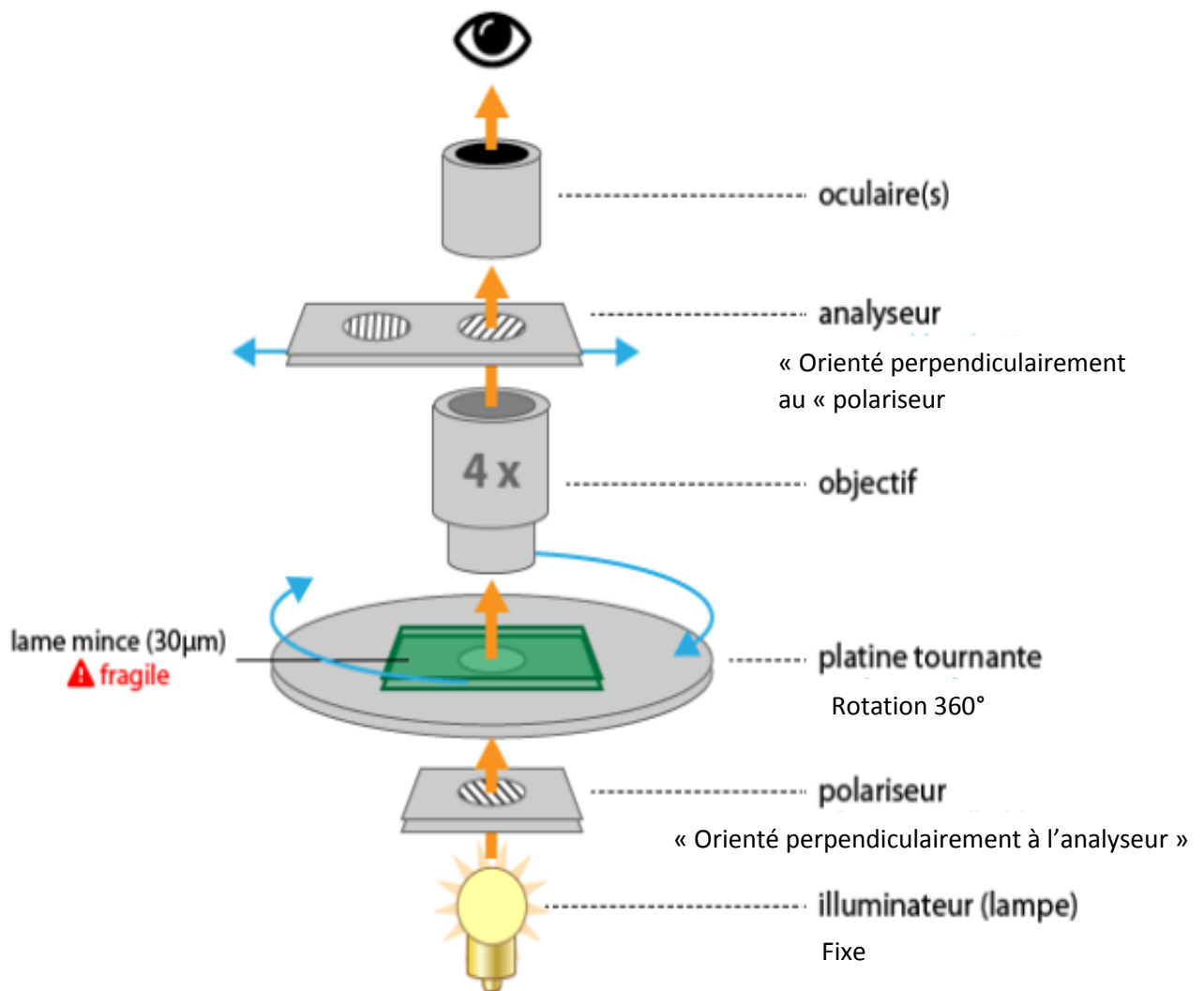


Fig. 01 : Photo d'un microscope polarisant.

1. **Tube optique** : contient de nombreux miroir qui permettent à l'image à se rendre à l'oculaire.
2. **Révoluer ou port-objectif** : soutient les objectifs et permet la rotation de ceux-ci.
3. **Objectifs** : transmet l'agrandissement de l'image.
4. **Valets** : permet de stabiliser la lame.
5. **Diaphragme ou condenseur** : permet d'ajuster la quantité de lumière émise.
6. **Lumière** : émet la source lumineuse afin de pouvoir observer l'image.
7. **Pied** : soutient le microscope
8. **Vis micrométrique** : permet d'ajuster l'image précisément.

9. Vis macrométrique : permet d'ajuster l'image rapidement.

10. Platine : permet de déposer et soutenir la lame qui contient l'objet observé.

11. Potence : permet le transport du microscope.

12. Oculaire : permet de transmettre l'image-objet en l'agrandissant de 10X au total.

4 Notions d'indices cristallographiques :

La cristallographie est la science des cristaux. Elle concerne la forme extérieure, la structure interne, la croissance et les propriétés physiques des cristaux. Elle détermine l'organisation des atomes dans la matière pour en comprendre et en utiliser les propriétés. La matière peut exister sous trois états : L'état gazeux, l'état liquide et l'état solide. L'état solide peut exister sous deux états différents qui sont : l'état désordonné caractérisé par une structure non ordonnée c'est le cas des systèmes amorphes, par exemple les verres et l'état ordonné caractérisé par une structure ordonnée correspond aux solides cristallins.

Un solide cristallin est constitué par un grand nombre de particules (ions, atomes, molécules) situés en des points précis de l'espace.

4.1 Le réseau cristallin

Un réseau périodique est constitué par un ensemble de motifs identiques disposés de façon périodique dans une direction (réseau monodimensionnel) un plan (réseau bidimensionnel) ou un espace (tridimensionnel). Un réseau cristallin est constitué par un arrangement triplement périodique de particules dans trois directions de l'espace.

4.2 Les nœuds d'un réseau :

Les points du réseau où se trouvent les particules sont appelés nœuds du réseau.

4.3 La maille cristalline :

On appelle maille la structure géométrique la plus simple qui par translation dans les trois directions de l'espace, permet de générer le réseau cristallin dans son ensemble. La maille est généralement un parallélépipède, définie par les trois longueurs a , b , c et par les trois angles α , β , γ . a , b et c constituent les paramètres de la maille.

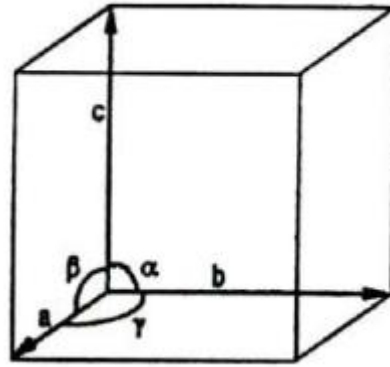


Fig. 02 : Schéma d'une maille cristalline.

4.4 Les systèmes cristallins

La description d'un cristal se fait en utilisant un système de trois axes de coordonnées caractérisé par les longueurs a , b , c des vecteurs directeurs des axes et par les angles α , β , γ que font ces axes entre eux. Ces axes décrivent les arêtes de la maille. L'origine des axes est prise sur un nœud du réseau. Selon la symétrie de la maille cristalline, il existe sept systèmes cristallins de base définis par :

Tableau 01 : Les 7 systèmes cristallins

Système	Longueurs des vecteurs directeurs des axes	Angles entre les axes
Cubique	$a=b=c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$
Quadratique ou tétragonal	$a=b \neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$
Orthorhombique	$a \neq b \neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$
Monoclinique	$a \neq b \neq c$	$\alpha=\gamma=90^\circ \quad \beta \neq 90^\circ$
Triclinique	$a \neq b \neq c$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$
Hexagonal	$a=b \neq c$	$\alpha=\beta=90^\circ \quad \gamma=120^\circ$
Rhomboédrique	$a=b=c$	$\alpha=\beta=\gamma \neq 90^\circ$

5 Les lumières du microscope polarisant :

La lumière est à la fois un phénomène ondulatoire (onde électromagnétique) et corpusculaire (photons). La lumière traverse de manière rectiligne un milieu transparent homogène. En tant qu'onde électromagnétique, elle vibre dans tous les plans perpendiculaires

à sa direction de propagation. On peut, grâce à un filtre optique appelé polariseur, contraindre l'onde lumineuse à ne vibrer que dans un seul plan. La lumière obtenue est alors appelée lumière naturelle (LN) ou lumière polarisée non analysée (LPNA). En ajoutant à la suite un second filtre appelé analyseur, sans lame mince entre les deux, on observe que la lumière émise à la source ne nous parvient plus. Cela s'explique par le fait que l'analyseur est placé à 90° du polariseur (les polariseurs sont "croisés"), donc que l'unique plan de vibration de la LPNA n'est pas celui que laisse passer l'analyseur. Lorsque les ondes lumineuses sont produites, elles vibrent dans deux directions différentes qui sont généralement perpendiculaires l'une à l'autre. Si la lumière produite se déplace dans plus d'une direction, elle est généralement appelée "lumière non polarisée". Les ondes lumineuses qui se déplacent dans une seule direction sont appelées "lumière polarisée".

5.1 Lumière naturelle (L.N.) :

Une plaque de polaroïd qui polarise la lumière c'est-à-dire ne la laisse passer que dans un seul plan alors que la lumière émise par une source lumineuse vibre dans toutes les directions. On a alors une Lumière Polarisée (Lumière Polarisée Non Analysée LPNA)

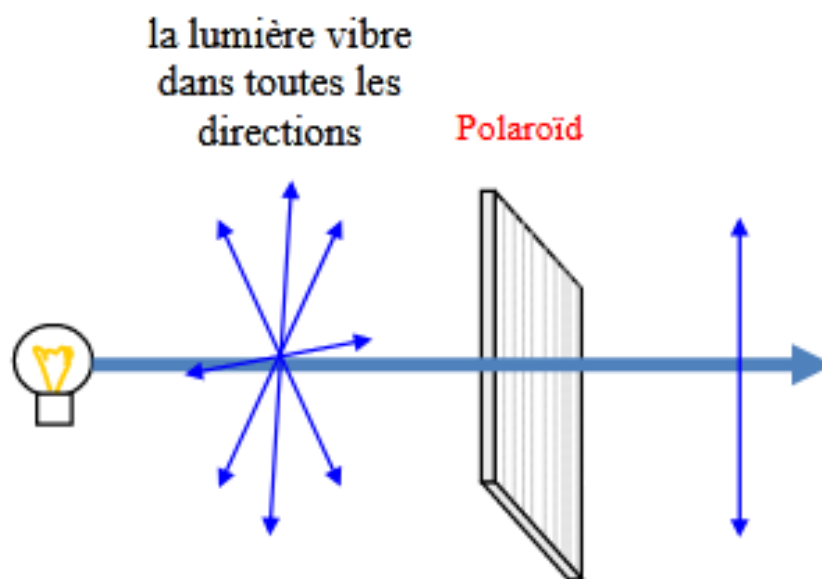


Fig. 03 : Lumière polarisée non analysée (L.N.).

5.2 Lumière polarisée analysée (L.P.A.) :

Si le polariseur et l'analyseur sont croisés, l'analyseur arrête totalement les vibrations que le polariseur avait laissé passer. C'est dans cette configuration que se fera l'observation avec polariseur et analyseur. La lumière est dite Polarisée Analysée (LPA). Le polariseur est

utilisé pour sélectionner le plan polarisé à partir de la source de lumière naturelle ou la lumière non polarisée.

Le polariseur fonctionne avec la source de lumière et l'échantillon observé. La lumière polarisée est alors convertie en lumière du plan polarisé avant de toucher l'échantillon observé. La lumière polarisée va tomber sur l'échantillon pour générer deux ondes lumineuses différentes qui sont perpendiculaires l'une à l'autre. Ces ondes lumineuses vont traverser le spécimen en différentes phases. Elles seront ensuite combinées par les mécanismes d'interférence destructifs et constructifs grâce à l'utilisation de l'analyseur. Enfin, une image à haut contraste sera générée.

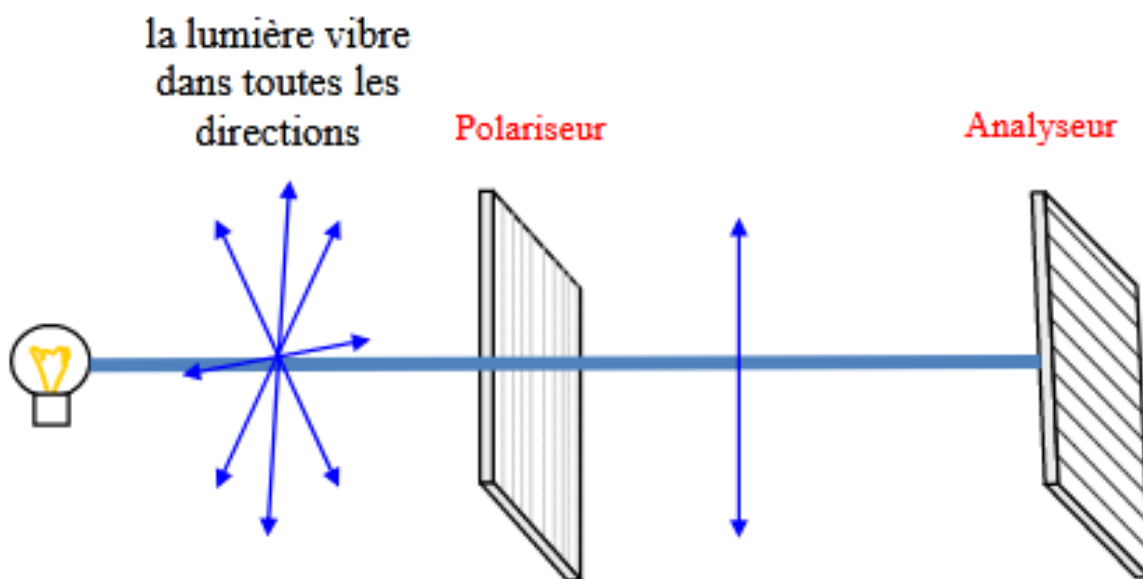


Fig. 04 : Lumière polarisée analysée (L.P.A.).

Les minéraux des lames minces vont pour certains agir eux-mêmes comme des polaroïds, mais pas tous de la même manière. En fonction de la transformation subie par la lumière, c'est-à-dire de ce que l'on verra, on pourra identifier les minéraux. L'observation pourra se faire selon deux modes, successivement : en LPNA (sans l'analyseur) et en LPA (avec l'analyseur).

✚ **Remarque :**

En plaçant une lame mince de roche entre le polariseur et l'analyseur, la lumière nous parvient à nouveau et l'on peut voir des formes colorées apparaître, ce sont les minéraux. Cette lumière ayant traversant les 2 filtres, on parle de *lumière polarisée analysée (L.P.A.)*.

Les minéraux opaques, comme les oxydes, ne laissent pas passer la lumière, ils agissent comme un filtre absorbant toutes les longueurs d'ondes de la lumière visible ; il est donc normal qu'on ne les distingue pas au microscope, en *LPA* comme en *L.P.N.A.*

Les minéraux translucides et transparents, qui laissent passer la lumière (un peu ou totalement), agissent comme des systèmes optiques capables de réfracter la lumière, c'est-à-dire de modifier sa trajectoire à l'interface air-minéral. On pourra alors les voir à nouveau au microscope, à condition que la lame soit suffisamment mince pour laisser passer la lumière.

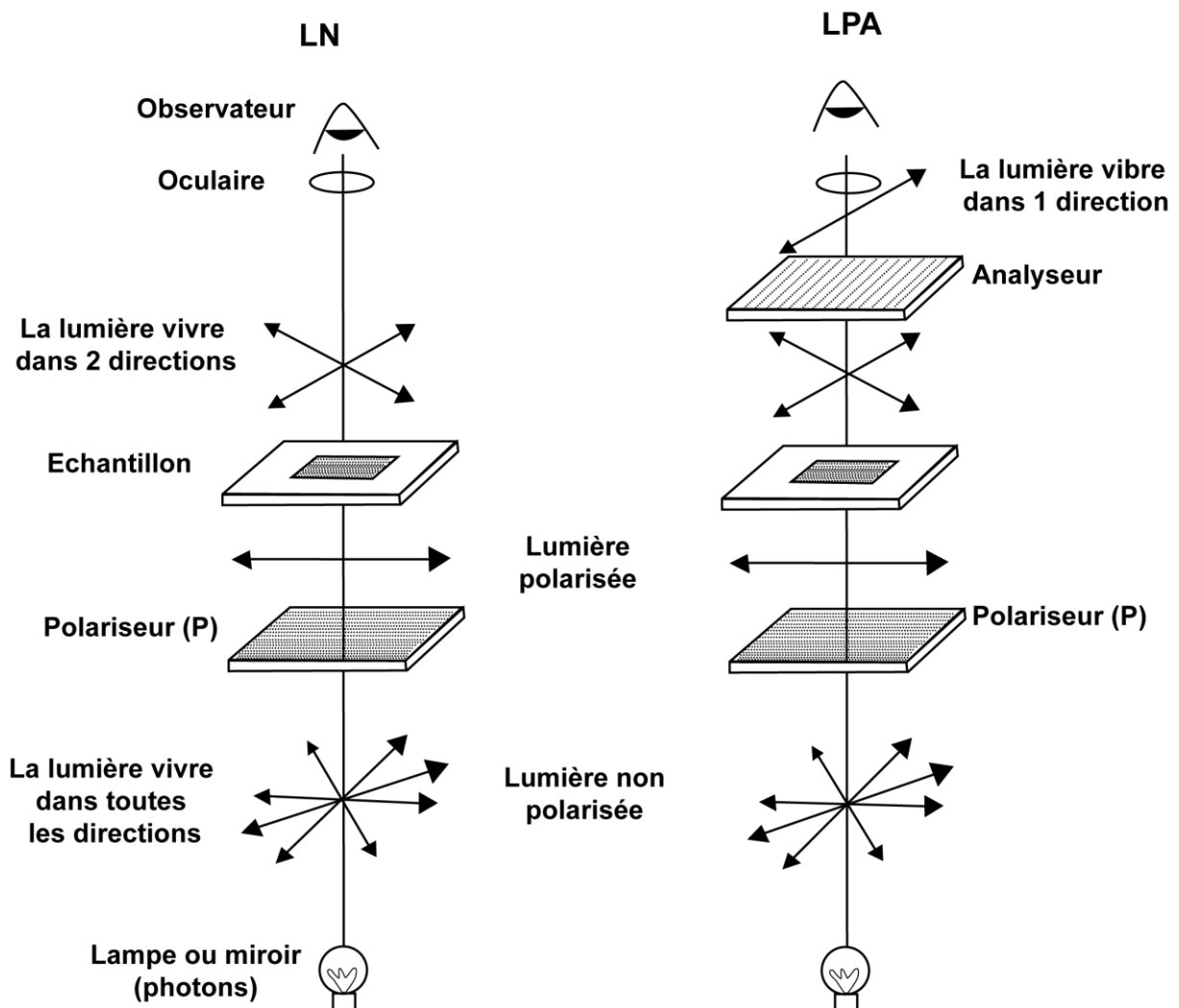


Fig. 05 : Illustration des deux modes de l'observation (en L.N. et L.P.A.) au microscope polarisant.

6 Fonctionnement du microscope polarisant :


6.1 Lumière naturelle (L.N.) :

Pour examiner les lames minces au microscope polarisant en lumière naturelle il faut suivre les étapes suivantes :

- Après avoir allumé le microscope, assurez-vous que le polariseur n'est pas placé sur le bloc lampe.
- Placer la lame mince de roches sur la platine du microscope, la lame mince doit être positionnée sur la face supérieure.
- La maintenir à l'aide des valets de fixation.
- Débuter l'observation avec l'objectif de plus gros grossissement (pour pouvoir voir tout le champ de la lame mince) ; monter la platine le plus haut possible au moyen de la vis macro métrique ; la lame mince ne doit pas toucher l'objectif.
- Observer la lame mince à travers l'oculaire et faire descendre la platine jusqu'à avoir une parfaite netteté.
- Passer au grossissement inférieure en faisant pivoter d'un cran la tourelle. Refaire la mise au point (en regardant dans l'oculaire) à l'aide de la vis micrométrique.
- Dès que l'on ajoute le polariseur sur le trajet optique on observe l'apparition des phénomènes comme le pléochroïsme qui n'existe pas en lumière naturelle. On travaille alors en lumière "polarisée, non analysée" (LPNA).

6.2 Lumière polarisée analysée (L.P.A.)

Le deuxième filtre, nommé analyseur va composer avec la lumière incidente polarisée par le premier polariseur. Avant d'observer les minéraux d'une lame mince de roche, il faut positionner l'analyseur et le polariseur à 90° afin d'obtenir l'extinction en faisant tourner le polariseur. Dans cette position croisée, aucune onde ne passe. Une fois cette opération accomplie, vous pouvez observer votre lame. En faisant tourner la platine, on obtient des teintes de polarisation caractéristiques d'un minéral donné (sauf pour les minéraux cubiques isotopes qui restent éteints). La "coloration" change, passant d'un "maxi" à une "extinction" quatre fois par tour. D'où l'intérêt de disposer d'une "platine tournante" Les couleurs dépendent de l'épaisseur de la lame (puisque c'est la traversée du minéral qui introduit un retard entre les rayons). La coloration n'est pas fixe pour un minéral donné. Elle dépend de la direction de l'axe optique du minéral considéré. On doit donc considérer une couleur "maximale".

 **Remarque :** Les critères de l'utilisation du microscope polarisant sont résumés ci-dessous :

- Réalisation des réglages (éclairage, diaphragme, condenseur ...).
- Utilisation des objectifs (ordre croissant des grossissements, choix adapté, mise au point).
- Utilisation du dispositif de polarisation (analyseur, platine tournante).
- Recherche puis centrage de la région la plus favorable de la lame mince.
- Remise du microscope dans l'état initial : "prêt à l'emploi".

7 Les critères d'identification des minéraux au microscope polarisant :

Le minéral a plusieurs propriétés optiques qu'on peut observer au microscope polarisant en lumière naturelle (L.N) et en lumière polarisée et analysée dite lumière polarisée analysée (L.P.A).

7.1 Les critères optiques observées en L.N

7.1.1 La forme :

Les sections d'un minéral en lame mince présentent des formes qui constituent le premier critère de reconnaissance et qui donnent des indications sur l'ordre de cristallisation et/ou la vitesse de cristallisation des différents minéraux d'une roche.

On distingue des cristaux :

- **Automorphes** : à section géométrique et régulière.
- **Subautomorphes** : à section géométrique partiellement régulière.
- **Xénomorphes** : de section irrégulière.

7.1.2 Le relief (réfringence) :

C'est l'épaisseur du contour, qui traduit la différence de réfraction entre deux espèces. C'est l'impression de relief qui est observée sur le contour du minéral. Lorsque l'impression du relief est très bien vu on parle d'un **relief fort**, si cette impression est très peu ressentie, on parle du **relief faible**. On peut aussi avoir un **relief moyen**.

7.1.3 Les clivages :

De nombreux minéraux se fragmentent ou se clivent suivant certains plans. En lame mince, les clivages peuvent être visibles sous forme d'un ensemble de lignes foncées, parallèles, rectilignes. Les clivages se matérialisent par des traces rectilignes parallèles entre elles et plus

ou moins continues. Lorsque le minéral ne dispose que d'un seul plan de clivage, comme par exemple la biotite, les sections basales sont parallèles au plan de clivage. Lorsque le minéral présente deux clivages (comme l'augite et l'amphibole) les sections basales comportent les traces des deux familles de clivages. Ceux-ci se regroupent selon un angle caractéristique du minéral (90° pour les augites et 120° pour les amphiboles). Les sections longitudinales ne montrent-elles qu'un seul plan de clivage.

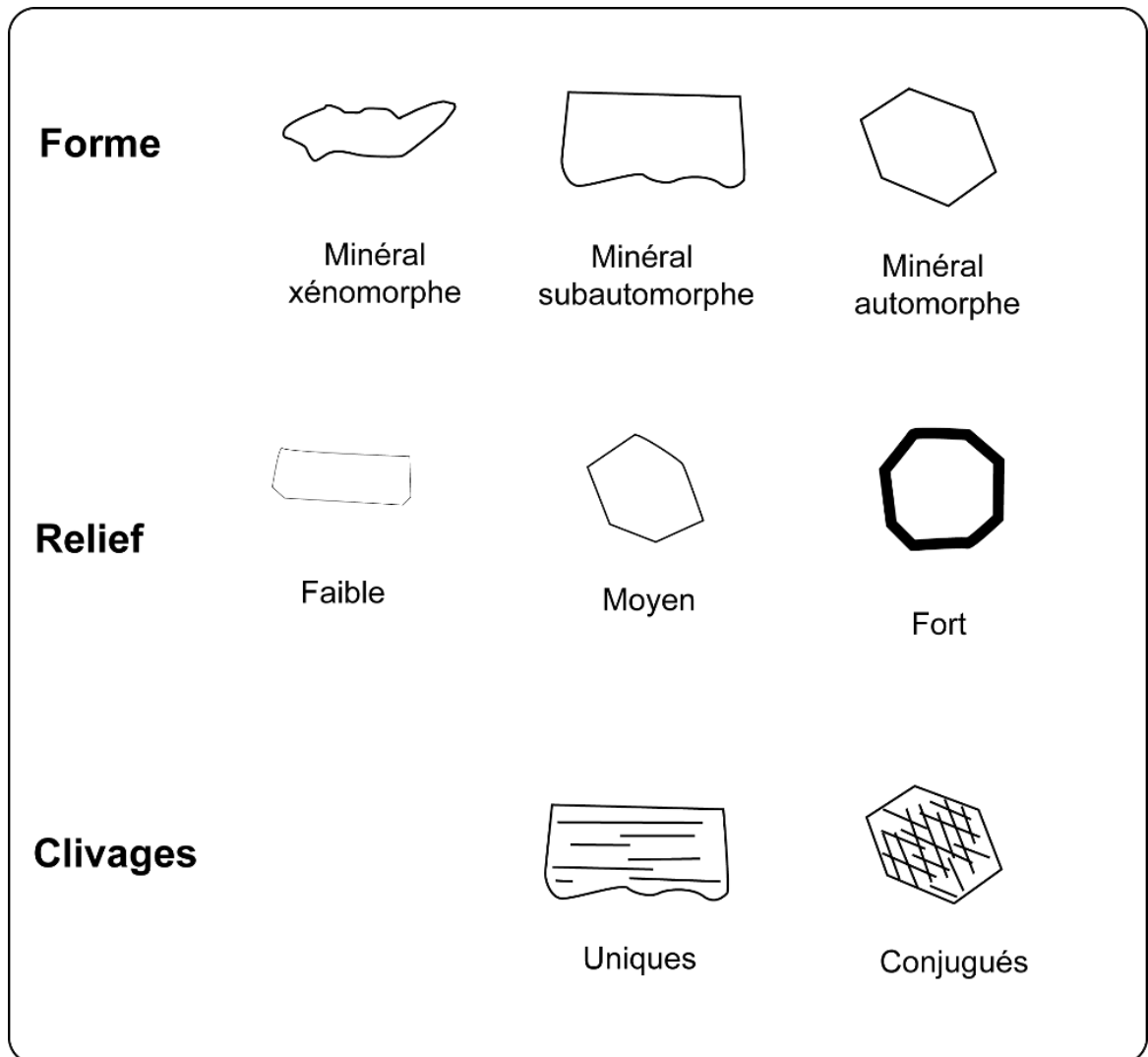


Fig. 06 : Quelques critères de reconnaissance des minéraux en L.N. (formes, reliefs et clivages).

7.1.4 La couleur et le pléochroïsme :

Le pléochroïsme est un phénomène de variation (ou changement de couleurs) d'un minéral suivant ses indices principaux. Ce changement de teinte est observé lorsqu'on fait tourner la platine de 90° à chaque fois. La teinte change lors d'une rotation de 90° car les minéraux absorbent la lumière polarisée de manière différente selon leur orientation. Ils peuvent

ainsi être identifiés. C'est donc l'absorption de certaines longueurs d'onde de la lumière blanche. Certains minéraux fréquents sont facilement reconnaissables grâce à leur couleur (ex : la biotite est brune). Les minéraux parfaitement noirs sont des minéraux opaques.

7.1.5 L'altération :

C'est la transformation qui affecte une espèce minérale lorsque cette dernière se retrouve dans des conditions différentes de celles où elle s'est formée. Cette transformation s'effectue de la périphérie du minéral vers son centre et également à la faveur des plans de discontinuité (comme par exemple : clivage ou cassure). C'est une caractéristique fréquente de certains minéraux.

7.1.6 Les inclusions :

Ce sont des individus cristallins inclus dans une section minérale qui peuvent servir à déterminer et comprendre l'ordre de cristallisation des minéraux. Les inclusions sont nombreuses et variées, tant par leur forme que par leur nature (solide, liquide ou gazeuse). Leur étude permet aussi d'apprécier la température critique des solutions mères et des conditions physiques au moment de la cristallisation

7.2 Critères optiques observés en L.P.A :

7.2.1 La biréfringence :

La biréfringence est liée à l'interaction entre lumière et matière cristalline. Elle fait apparaître des teintes de différents ordres qui sont très utiles pour la reconnaissance des minéraux au microscope. La teinte de polarisation : si le cristal situé dans la lame mince ne dévie pas la lumière issue du polariseur alors l'analyseur arrête la lumière : le minéral apparaîtra noir. Dans les autres cas, lorsque la structure cristalline dévie la lumière issue du polariseur, l'analyseur laisse passer des lumières colorées appelées lumières de polarisation. Ces dernières dépendent de la structure cristalline de chaque minéral et permettent de les identifier. L'intensité des couleurs varie lorsqu'on fait tourner la platine (pour une rotation complète on observe quatre positions d'intensité maximale et quatre positions dites d'extinction).

La teinte du minéral en LPA sera donc définie comme sa teinte de biréfringence maximum, positionnée sur une échelle de biréfringence. Selon l'échelle de Newton (**Fig.07**), un minéral polarise dans les teintes du premier, second ou troisième ordre...

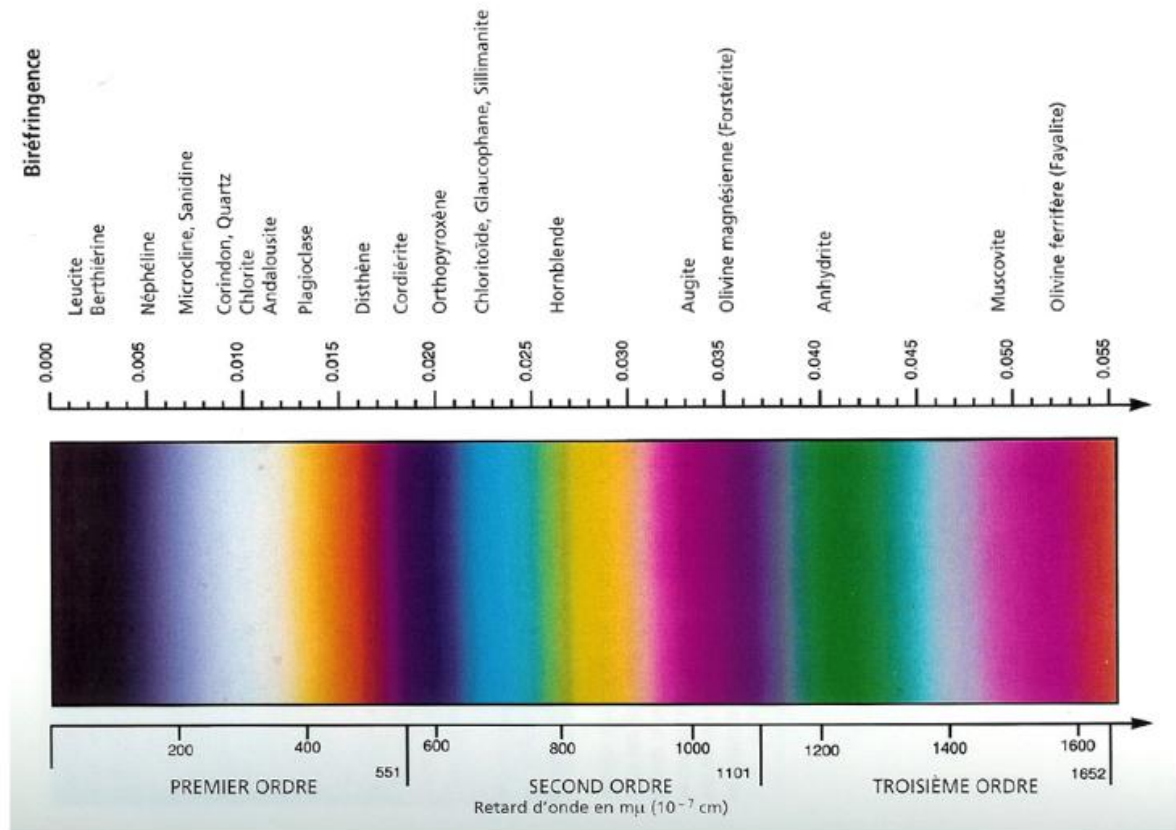
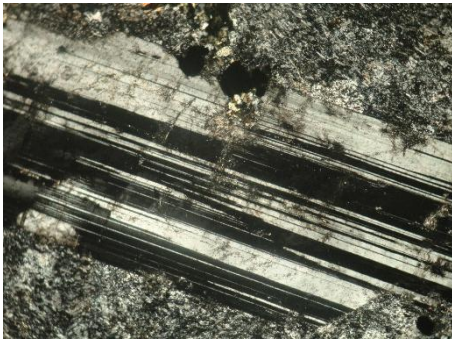


Fig. 07 : Echelle des teintes de biréfringence des minéraux (échelle chromatique de Newton).

7.2.2 Les macles et les zonations :

Une macle correspond à une association de cristaux de même espèce selon des lois géométriques précises liées aux éléments de symétrie de l'espèce considérée. Certains minéraux forment lors de leur croissance des macles. Ce sont deux ou plusieurs cristaux du même minéral (individus), accolés mais orientés différemment. C'est-à-dire quand un cristal présente deux parties (ou plus) avec des orientations différentes, on qualifie ce phénomène de macle. Une zonation se définit comme un changement observé entre le cœur et la périphérie d'un cristal, comme illustré dans la figure 08.

*a-Macle polysynthétiques**b-Macle de Carlsbad**c-Macle en sablier dans un basalte**d-Zonation dans un plagioclase**Fig. 08 : Quelques illustrations de macles et zonation.*

7.2.3 L'extinction :

Il est facile de mesurer l'angle d'extinction lorsque le minéral présente un repère cristallographique (comme par exemple : face cristalline, clivage ou plan de macle). Il faut savoir que toute section minérale présente 4 extinctions totales lors d'une rotation de la platine de 360°. Il est aidé de mesurer l'angle que fait ce plan cristallographique du minéral (celui en position éteinte) avec le fil du réticule N-S ; s'il l'angle est 0° on parle d'extinction droite ; si l'angle est supérieur à 0° et inférieure à 45°, on parle d'extinction oblique ; on lit donc l'angle sur le limbe gradué de la platine rotative.

Remarque : Mesure de l'angle de l'extinction :

- Choisir une section avec un repère géométrique net ;
- L'amener suivant la direction N-S ;
 - ✓ Section éteinte $\alpha = 0$
 - ✓ Section éclairée. Tourner la platine jusqu'à l'extinction de la section et lire α sur la platine.

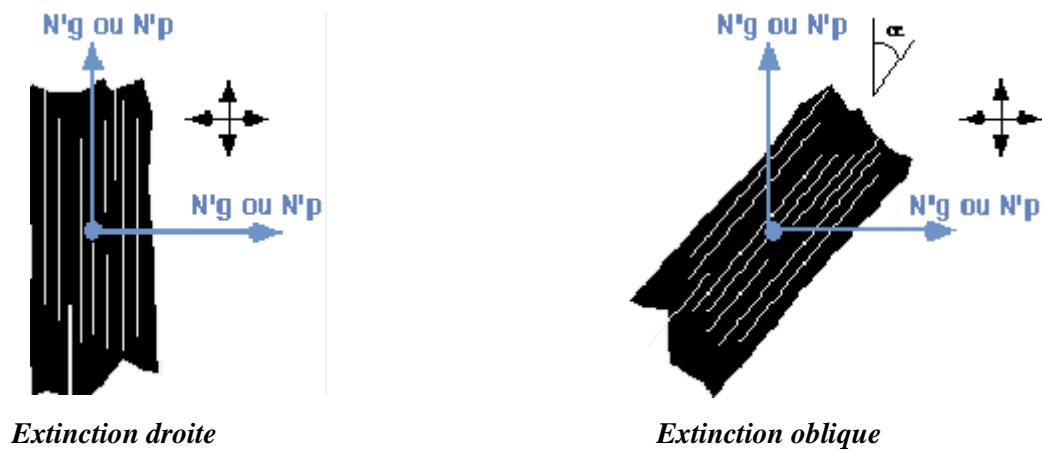


Fig. 09 : Schéma montrant l'extinction.

8 Les minéraux cardinaux et essentiels au microscope polarisant :

8.1 Le quartz :

Le quartz est un tectosilicate de composition chimique SiO_2 . C'est un minéral abondant dans les roches, notamment dans les granites.

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Sa forme est xénomorphe (car il cristallise le dernier) au sein de roches à texture grenue.
- Incolore, toujours limpide, jamais altéré.
- Pas de clivages. Cassures assez fréquentes.
- Relief faible.
- Inclusions fréquentes qui peuvent s'arranger suivant des alignements.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A) :

- Biréfringence faible, au maximum teintes dans les gris clairs et blancs du 1^{er} ordre.
- Extinction roulante.
- Jamais de macles.

Caractères distinctifs :

Limpidité et absence de clivage.

Transformations :

Inaltérable.

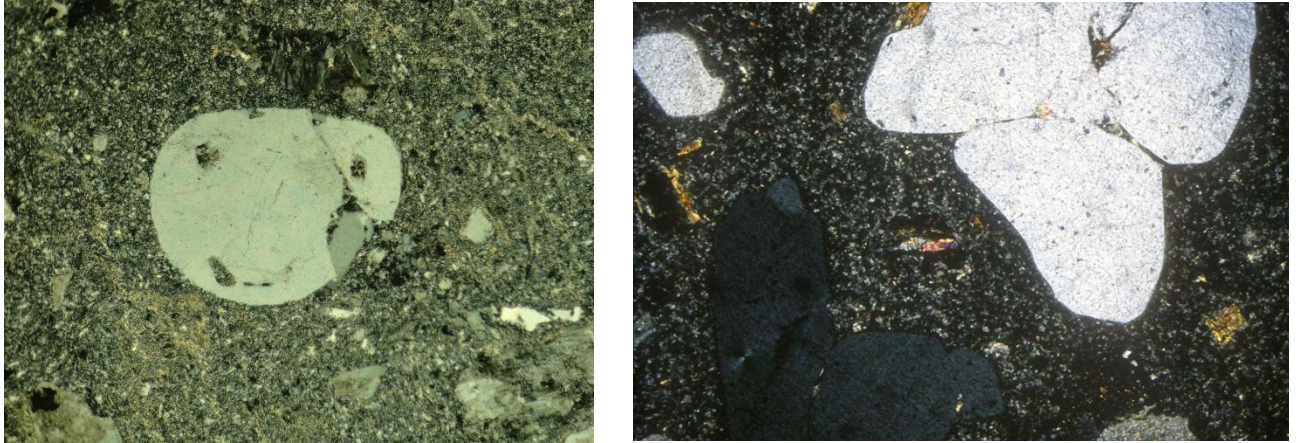


Fig.10 : Cristaux de quartz corrodés dans une rhyolite en L.P.A.



Fig.11 : Cristaux de quartz montrant l'extinction onduleuse dans un granite en L.P.A.

8.2 Les feldspaths :

8.2.1 Le feldspath calco-sodique « le plagioclase » :

Solution solide entre un pôle sodique « albite » et un pôle calcique « anorthite ».

L'albite $\text{Si}_3\text{AlO}_8\text{Na}$.

L'anorthite $\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8\text{Ca}$.

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Sa forme est sub-automorphe.
- Incolore.
- Les clivages sont peu visibles.
- Relief très faible.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A) :

- Biréfringence faible.
- Teintes blanches à gris-jaune du premier ordre.
- Macles polysynthétiques.

Transformations : Se transforme en séricite.

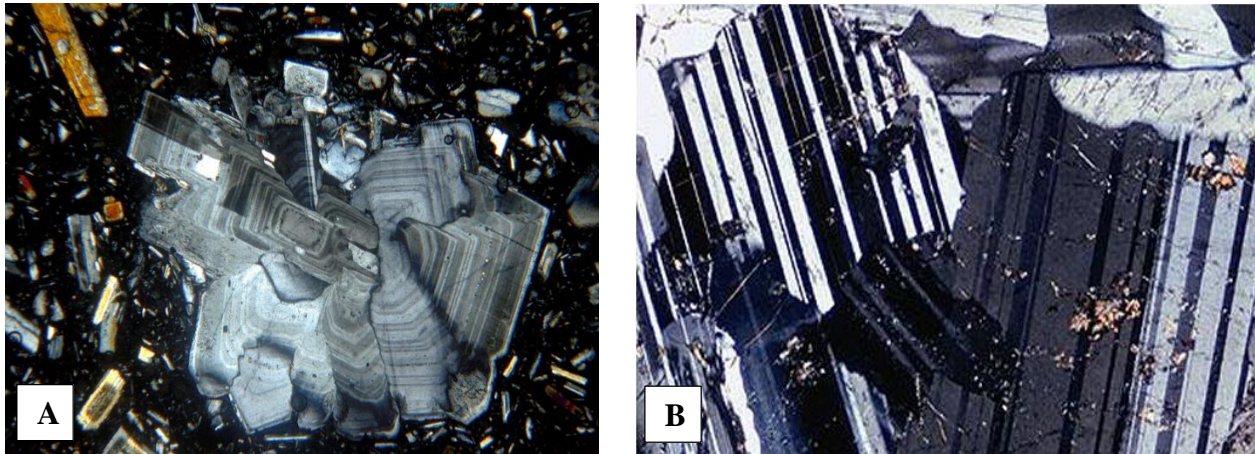


Fig.12 : A : Cristaux de plagioclase présentant des figures d'accolement de type synneusis dans une andésite. B : cristaux de plagioclase montrant les macles polysynthétiques dans un granite en L.P.A.

8.2.2 Le feldspath potassique :

Les feldspaths potassiques correspondent à un groupe de minéraux (orthose, sanidine et microcline) de même composition chimique, se distinguant uniquement par leurs structures cristallines.

- **L'orthose** : monoclinique ($\text{Si}_3\text{AlO}_8\text{K}$)
- **La sanidine** : monoclinique ($\text{Si}_3\text{AlO}_8(\text{K},\text{Na})$)
- **Le microcline** : triclinique ($\text{Si}_3\text{AlO}_8\text{K}$)

8.2.2.1 Orthose et microcline : $\text{Si}_3\text{AlO}_8\text{K}$

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Sa forme est sub-automorphe.
- Incolore mais d'aspect souvent trouble.
- Les clivages sont souvent difficiles à voir.
- Relief faible.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A.) :

- Biréfringence faible, teintes gris-blanc du premier ordre.

- Macles très fréquentes : simple (Carlsbad) ou multiple (polysynthétiques) mais beaucoup plus fine que pour les plagioclases.
- Perthites très fréquentes : il s'agit d'exsolution de feldspath sodique (albite) dans le feldspath potassique. Il en existe plusieurs types morphologiques, qui forment des réseaux indépendants des macles.

Transformations : Se transforme en séricite et kaolinite

Très petites paillettes de minéraux argileux (kaolinite) donnant aux sections un aspect trouble. La kaolinisation s'accompagne parfois d'une couleur brun-rouge claire, qui est dûe à des oxydes de fer.

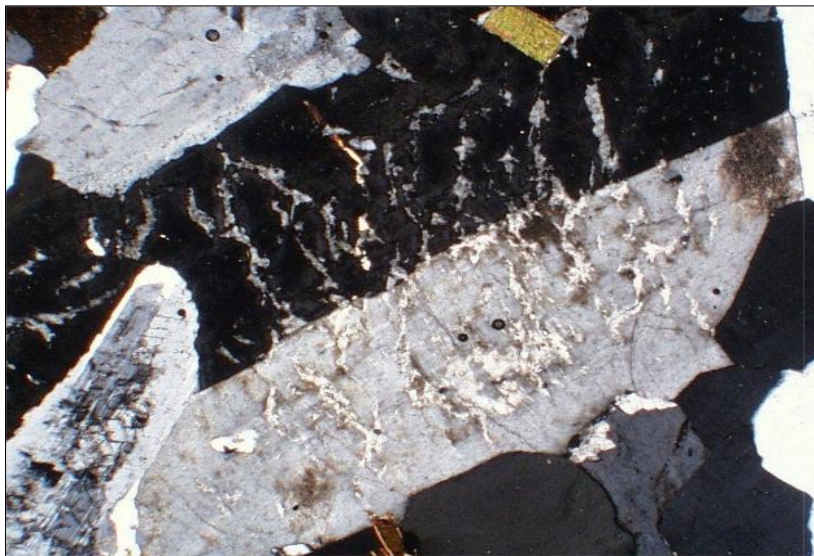


Fig.13 : Cristal d'orthose perthitique maclé carlsbad en L.P.A.

Remarque : La perthite est un nom donné à l'association d'un feldspath riche en potassium et d'un feldspath riche en sodium lorsque le matériel hôte est un feldspath potassique. Cependant, lorsque le matériel hôte est un plagioclase, on utilise le terme antiperthite, et lorsque les phases sodiques et potassique sont en quantité à peu près égales, on utilise le terme mésoperthite

8.2.2.2 La sanidine : $Si_3AlO_8(K,Na)$

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Phénocristaux automorphes ou sub-automorphes ou petites baguettes rectangulaires allongées (microlithes) dans la mésostase.
- Incolore et limpide.
- Clivage non visible, sections très souvent craquelées.

- Relief faible.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A) :

- Biréfringence faible (gris claire).
- Extinction oblique (angle maximum 9°).
- Macles simples très fréquentes (carlsbad).
- Zoning possible en bordure des cristaux.

Caractères distinctifs :

Beaucoup moins altérable que l'orthose généralement très limpide.

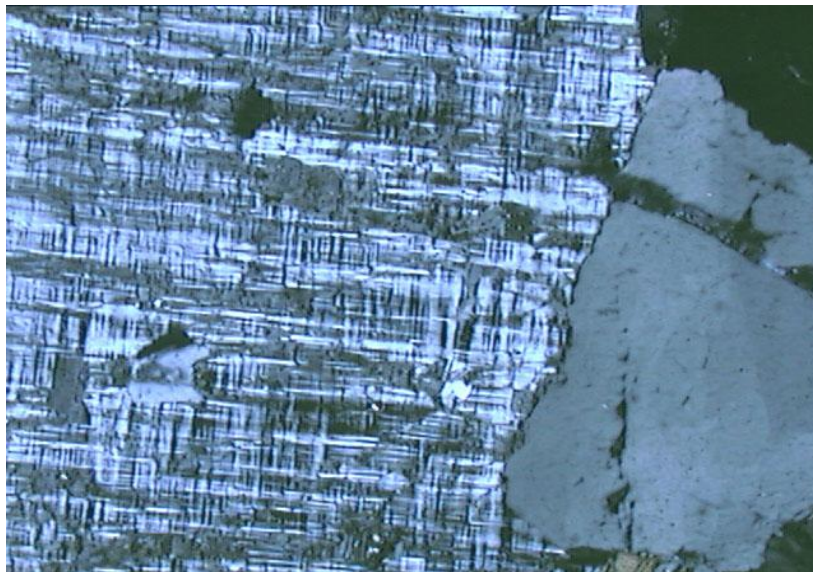


Fig.14 : Cristal de microcline quadrillée dans un granite en L.P.A.

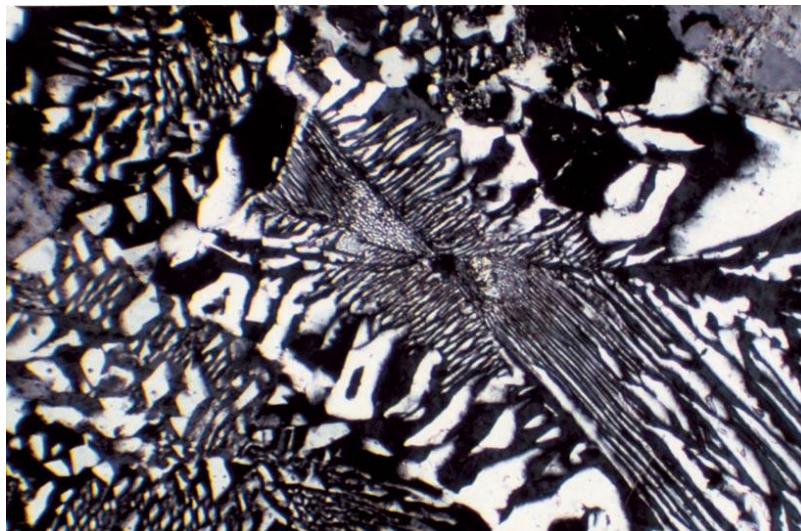


Fig.15 : Association de quartz et feldspath dans un granophyre (structure eutectique) en L.P.A.



Fig.16 : Cristal de sanidine dans une phonolite.

8.3 Les feldspathoïdes :

Les feldspathoïdes sont des tectosilicates de structure et de composition voisines de celles des feldspaths. Ils en diffèrent toutefois par un déficit relatif en silice et par leurs systèmes cristallins plus riches en éléments de symétrie.

8.3.1 La néphéline : $[\text{SiAlO}_4]_4 \text{Na}_3 \text{K}$

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Cristaux xénomorphes dans les roches grenues, et en phénocristaux sub-automorphes (section rectangulaire ou hexagonale) dans les laves.
- Parfois incolore et limpide (comme le quartz), parfois nuageuse (comme les feldspaths altérés)
- Clivages peu nets, uniquement visible en fait sur les sections altérées.
- Relief faible

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A.) :

- Biréfringence faible (teinte maximale gris sombre du 1^{er} ordre).
- Extinction droite sur les sections automorphes allongées. Cependant, les sections de forme hexagonale sont toujours éteintes (section cyclique).

Caractères distinctifs : Forme clivage et extinction.

Transformations : Souvent comme les feldspaths, en produit micacés de type damourite plus rarement en produits spéciaux à biréfringence élevée (teintes vives du 2^{ème} ordre).

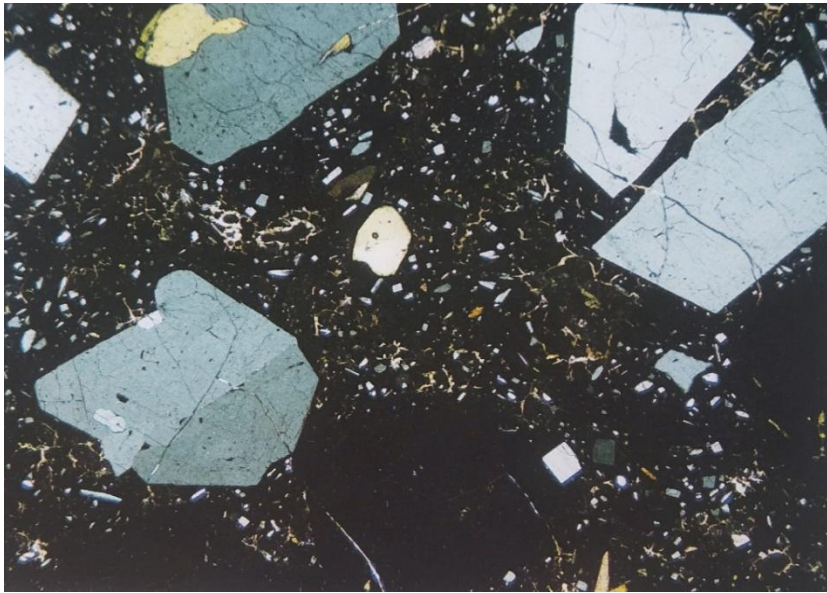


Fig.17 : Cristaux de néphéline dans une phonolite.

8.3.1 Leucite : $[\text{Si}_2\text{AlO}_6]\text{K}$

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Généralement automorphe, sections globuleuses, octogonales.
- Relief faible.
- Incolore.
- Inclusions orientées fréquentes.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A.) :

- Biréfringence très faible (presque isotrope).
- Macles polysynthétiques difficilement visibles.

Caractères distinctifs : Forme, macles, très faible biréfringence.

Transformation : Se transforme aisément en analcime, néphéline, feldspath, kaolin ou séricite.

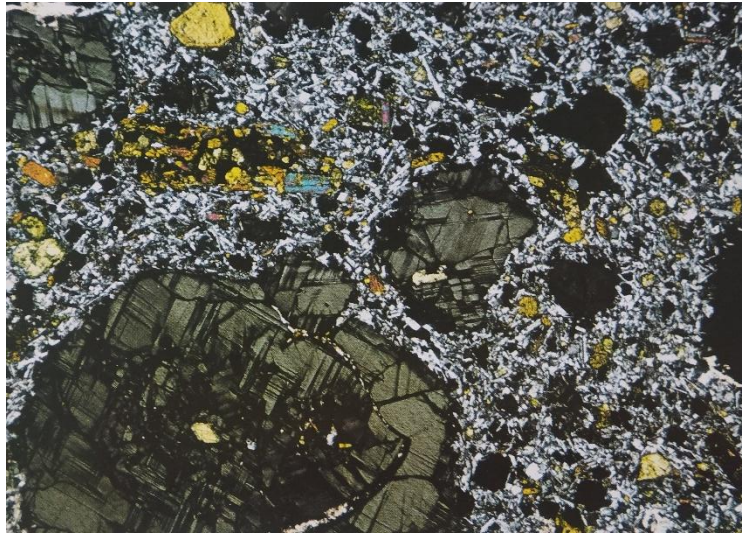


Fig.18 : Cristal de leucite dans une leucitophyre.

8.4 Les Micas :

Les micas font partie du groupe des phyllosilicates. Ce sont des minéraux non hydratés. On distingue principalement deux sous-groupes : le mica noir (la biotite) et le mica blanc (la muscovite).

8.4.1 La biotite : $[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2] \text{K}(\text{Fe}, \text{Mg})_3$

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Forte coloration (brun rougeâtre, brun foncé presque noir, brun-vert sombre)
- Pléochroïsme très net, direct brun rouge foncé à jaune clair dans les sections orthogonales au plan de clivage.
- Les sections allongées (non basales) présentent de clivage unique.
- Relief moyen.
- Inclusions fréquentes, notamment de zircon (petits grains avec auréole très sombre) et d'apatite.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A.) :

- Biréfringence moyenne.
- Teintes du deuxième et troisième ordre.
- Extinction droite.
- Absence de macle.

Caractères distinctifs : Pléochroïsme, sections basales sans clivages ni pléochroïsme et inclusions fréquentes de zircon (entouré d'une auréole pléochroïque foncée), d'apatite, de sphène.

Transformations : Se transforme facilement en chlorite, avec accumulation d'opakes dans les clivages.

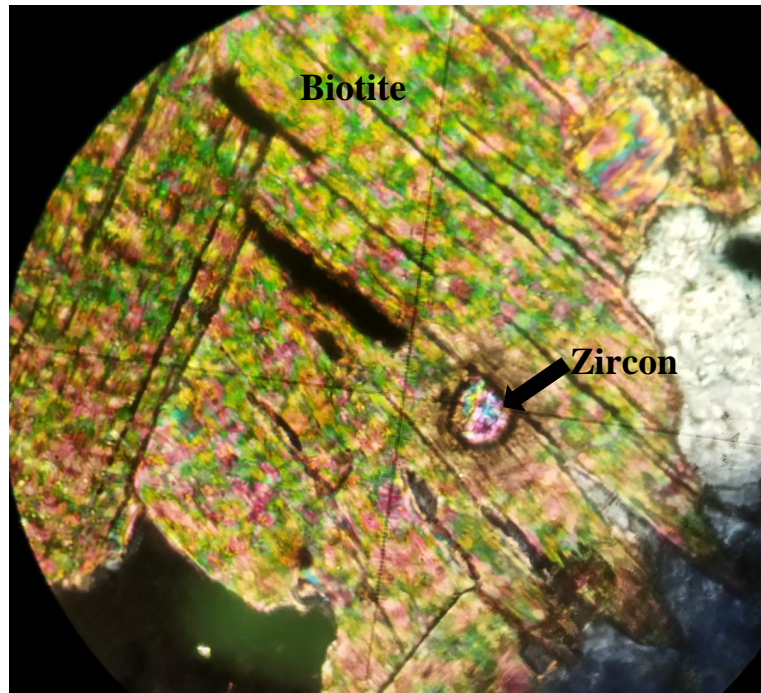


Fig.19 : Cristal de biotite contenant une inclusion de zircon dans un granite en L.P.A.

8.4.2 La muscovite : $[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2] 8\text{KAl}_2$

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Petites baguettes allongées.
- Sections incolores et limpides.
- Les sections allongées (non basales) présentent des clivages très marqués.
- Relief moyen.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A.) :

- Biréfringence forte (teintes vives et pures du deuxième ordre).
- Extinction droite.
- Absence de macle.

Caractères distinctifs : Clivages, teintes en L.N. et L.P.A.

Transformations :

Très altérable en argile.

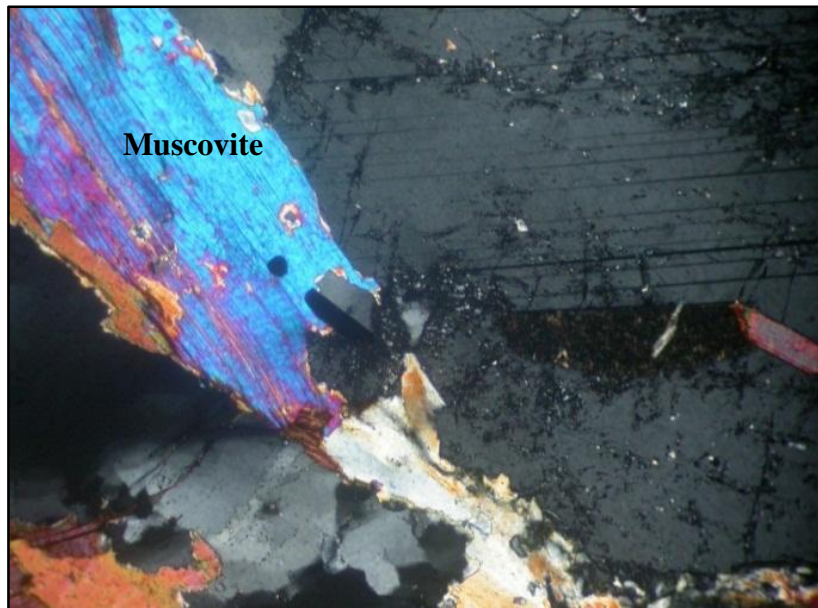


Fig.20 : Grande section de muscovite (à teintes de biréfringence très vives du 2^{ème} ordre) dans un granite.

8.5 L'amphibole :

Les amphiboles font partie du groupe d'inosilicates. Ce sont des minéraux hydratés qui cristallisent dans le système orthorhombique ou monoclinique. Les amphiboles décrites ici sont principalement : la hornblende basaltique (hornblende brune) et la hornblende verte.

8.5.1 La hornblende basaltique : $[(\text{Si}_3\text{AlO}_{11}) (\text{O}, \text{OH})]_2\text{Ca}_2\text{Na} (\text{Mg}, \text{Fe})_4\text{Ti}$ **a-Lumière naturelle (L.N.) :**

- Les sections basales sont losangiques et cristallisent en prisme ou baguettes. Souvent avec une bordure de granule opaques.
- Brun à noir, pléochroïque.
- Deux clivages à 120° en section basales. Parallèles sur les sections allongées.
- Relief fort.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A.) :

- Biréfringence forte (teintes du deuxième et troisième ordre).
- Extinction oblique (0 à 10°).

Caractères distinctifs :

Clivages, pléochroïsme et angle d'extinction.

Transformations :

Elle peut se transformer en talc, serpentine, chlorite et épidote.

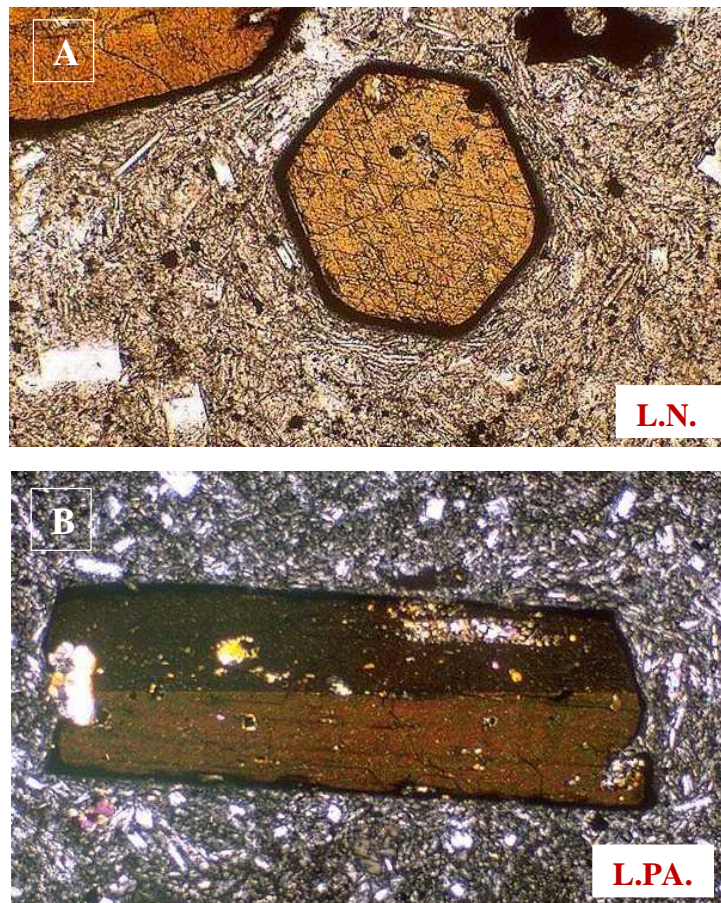


Fig.21 : A : Une section basale d'une hornblende basaltique ; B une section allongée d'une hornblende basaltique dans un trachyte. Les deux sections sont entourées d'une bordure opaque d'oxydes de fer.

8.5.2 La hornblende verte : $[(\text{Si}_3\text{AlO}_{11}) (\text{OH})_2\text{Ca}_2\text{Na} (\text{Mg}, \text{Fe})_4(\text{Al}, \text{Fe})$

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Sections basales losangiques ou longitudinales en longs prismes.
- Vert jaune à vert olive, pléochroïque.
- Deux clivages à 120° en section basales.
- Relief moyen.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A.) :

- Teintes jaunes du 1er ordre à bleu du 2^{ème} ordre.
- Extinction oblique : 15° à 27°
- Macle fréquente de type h^1 .

Caractères distinctifs : Clivages, pléochroïsme et angle d'extinction.

Transformations : Elle peut se transformer en calcite, chlorite et épidote.

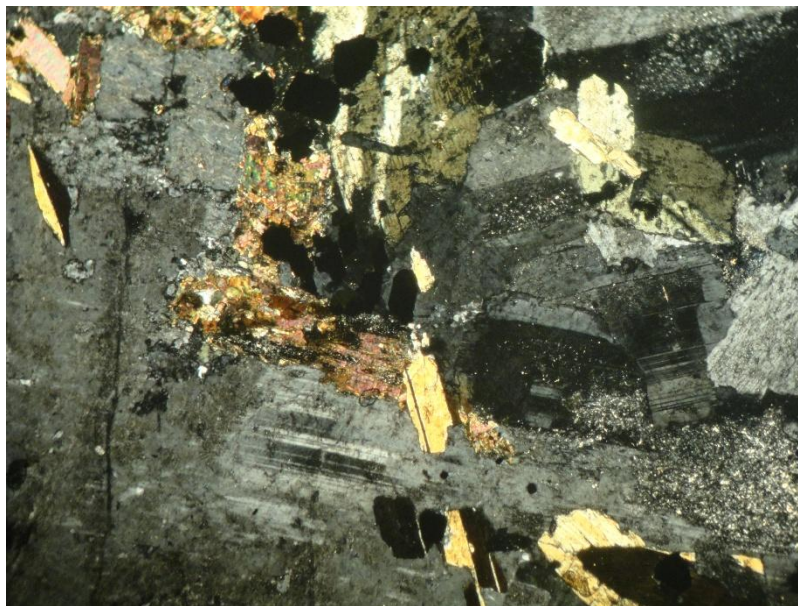


Fig.22 : Sections de hornblende verte dans un granite.

8.6 Le pyroxène :

Les pyroxènes apparaissent essentiellement dans les roches pauvres en silice.

8.6.1 L'orthopyroxène : l'hypersthène $[\text{SiO}_2\text{O}_6] \text{Mg}, \text{Fe}$

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Souvent automorphes, sections basales ou longitudinales fréquentes

- Gris vert à gris rose, pléochroïque.
- Deux clivages sub-orthogonaux très marqués dans les sections basales.
- Relief fort.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A) :

- Biréfringence faible. Teintes de polarisation dans les blancs et jaunes orangés du 1^{er} ordre.
- Extinction droite pour les sections longitudinales des prismes.
- Exsolution de clinopyroxène assez fréquentes (fines lamelles polarisent dans les teintes du 2^{ème} ordre).

Caractères distinctifs :

Clivages, pléochroïsme et angle d'extinction.

Transformations : Serpentine.



Fig.23 : Cristal d'hypersthène en L.P.A.

8.6.2 Le clinopyroxène :

- *L'Augite* $[(Si, Al)_2O_6] (Ca, Mg, Fe, Al)_2$

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Sections basales sont automorphes octogonales, les sections allongées sont rectangulaires.
- Incolore à faiblement coloré (beige à rose parfois verdâtre).
- Pléochroïsme direct assez net.
- Relief fort.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A) :

- Biréfringence forte ; teintes maximale : bleu « début du 2^{ème} ordre » pour l'augite et rouge « fin du 2^{ème} ordre » pour l'augite aegyrinique.
- Extinction oblique 30 à 40°.
- Macle en sablier et h¹ fréquente. Zonation fréquente : bandes concentriques respectivement de teinte bleu-nuit et brun-rouge cuivré.

➤ *Le Diopside [Si₂O₆] Ca (Mg, Fe)*

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Sections basales sont automorphes octogonales, les sections allongées sont rectangulaires.
- Incolore à vert-pâle
- Relief fort.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A) :

- Biréfringence forte. Teinte maximale : jaune du 2^{ème} ordre.
- Extinction oblique 45°.

Caractères distinctifs :

Clivages, pléochroïsme et angle d'extinction.

Transformations :

Calcite ou épidote.

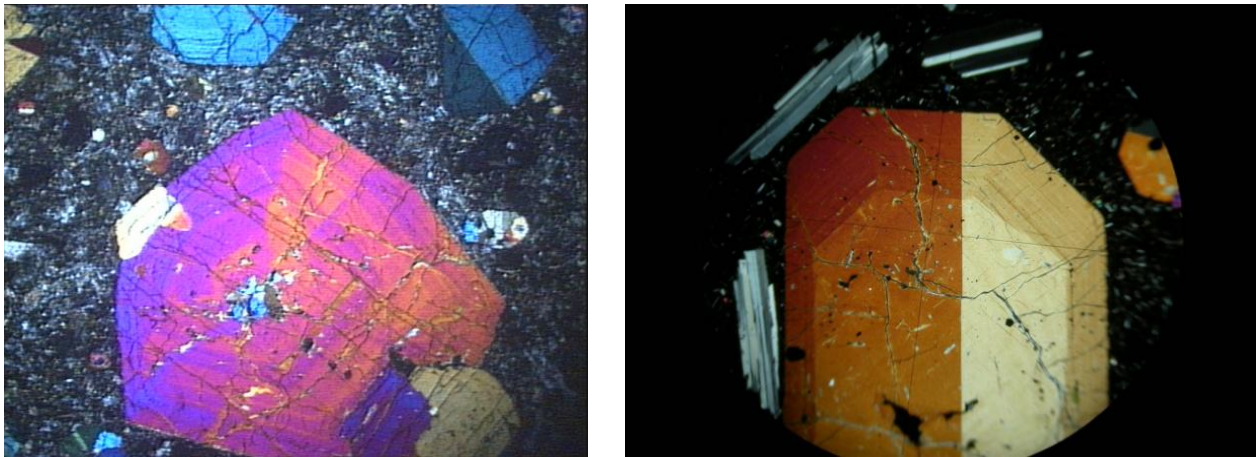


Fig.24 : Phénocristaux de clinopyroxène zoné et maclé h^1 dans un basalte.

8.7 Les péridots « l'olivine » : $[\text{SiO}_4] (\text{Mg}, \text{Fe})_2$

Les péridots sont des nésosilicates qui constituent une série isomorphe qui va de la forserite (SiO_4Mg_2) à la fayalite (SiO_4Fe_2). C'est le composant essentiel des roches du manteau supérieur.

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Automorphe dans les laves ; le plus souvent xénomorphe dans les autres roches.
- Parfaitement incolore et limpide.
- Un seul clivage, mais il est rarement visible. Craquelures très fréquentes en revanche.
- Relief très fort.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A.) :

- Biréfringence forte, teintes vives (bleu, rose, vert, jaune vif) début du 3^{ème} ordre.
- Extinction droite.

Caractères distinctifs :

Craquelures fréquentes. Se distingue des clinopyroxènes par l'absence de clivages.

Transformations : Serpentine et iddengsite.

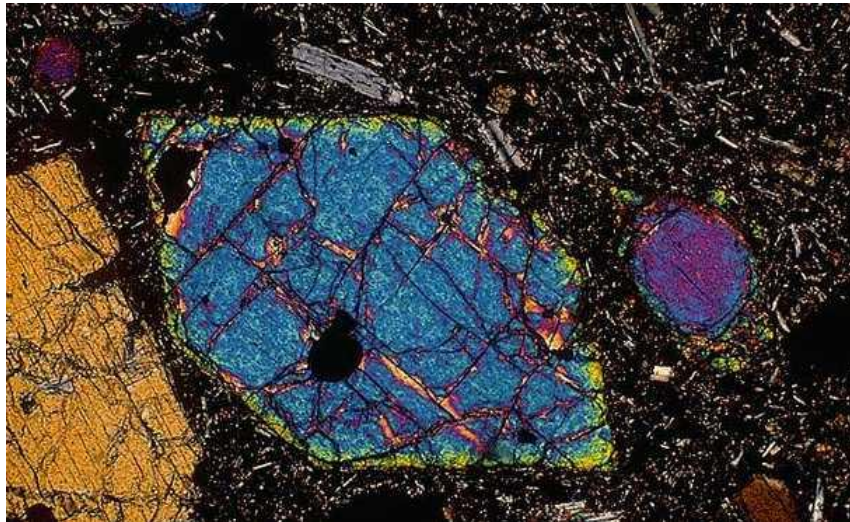


Fig.25 : Cristal d'olivine dans un basalte.

9 Les minéraux accessoires :

9.1 Le zircon :

Le zircon est un minéral du groupe des nésosilicates, c'est un silicate de zirconium naturel. Sa formule chimique est : $(\text{SiO}_4)\text{Zr}$. Ce minéral contient de l'Uranium dont la désintégration radioactive est à l'origine d'auréoles brunes (souvent appelées halo pléochroïque) affectant la biotite.

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Minuscules prismes automorphes ou grains arrondis souvent en inclusion dans d'autres minéraux.
- Incolore, souvent entourés d'auréoles pléochroïques brunâtres dans les cristaux de biotites et d'amphiboles.
- Réfringence très forte.
- Clivages indistincts, craquelures.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A) :

- Biréfringence très forte, teintes vives début du 3^{ème} ordre.
- Extinction droite des sections allongées.

Caractères distinctifs : Il se trouve fréquemment en inclusion dans les cristaux de biotite avec souvent un halo pléochroïque.

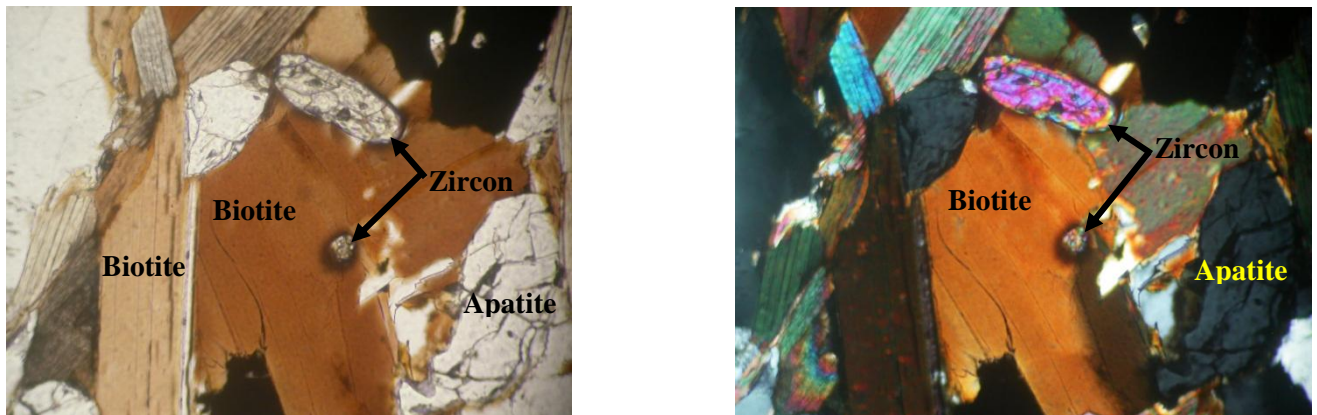


Fig.26 : Cristaux de zircon et d'apatite dans un granite.

9.2 L'apatite

L'apatite est un minéral désignant des phosphates de calcium de composition assez variable, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{Cl}, \text{F})$.

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Cristaux souvent sous forme de prismes trapus ou subautomorphes.
- Incolores, sections bien limpides.
- Réfringence assez élevée.
- Clivages indistincts.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A) :

- Biréfringence très faible, gris bleuté du 1^{er} ordre.
- Extinction droite pour les sections allongées.

9.3 Le sphène « titanite »

Le sphène « ou titanite » fait partie de la famille des néosilicates de calcium et de titane, de formule chimique : $\text{SiO}_4\text{O CaTi}$.

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Cristaux en forme de forme losangique.
- Incolores ou coloré en brun, pléochroïque.

- Relief très fort.
- Clivages indistincts, souvent craquelé.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A) :

- Biréfringence forte, ordres supérieurs.
- Extinction oblique sur le plan de macle.
- Macles fréquentes (h^1 et chapeau de gendarme).



Fig.27 : Cristaux losangiques de sphène.

9.4 Le grenat : $[\text{Si}_3\text{O}_{12}] \text{Al}_2(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Ca})_3$

Les grenats communs constituent une solution qui fait intervenir trois pôles principaux : l'almandin $[\text{Si}_3\text{O}_{12}] \text{Al}_2 \text{Fe}_3$, le grossulaire $[\text{Si}_3\text{O}_{12}] \text{Al}_2 \text{Ca}_3$ et le pyrope $[\text{Si}_3\text{O}_{12}] \text{Al}_2 \text{Mg}_3$.

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Sections sub-circulaire.
- Pas de clivage ; plages souvent craquelées traversées par des cassures.
- Incolore ou très légèrement teinté en gris-rosé ou orangé clair.
- Relief très fort.
- Inclusions très fréquentes (quart, micas, opaques).

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A) :

- Biréfringence nulle. Section toujours éteinte.

Altération : Transformation assez fréquente en chlorite ou en biotite.

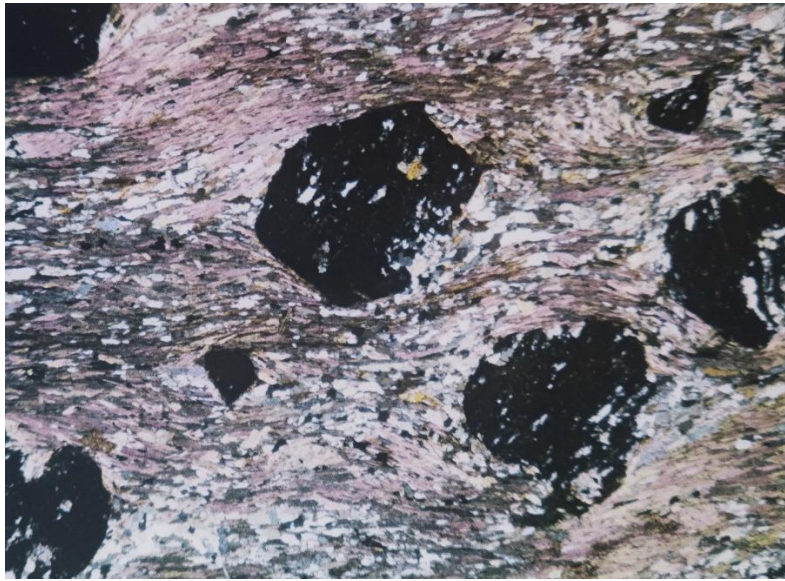


Fig.28 : Cristaux de grenant dans un micaschiste à grenant.

9.5 La tourmaline : $[\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{BO}_3)_3(\text{OH}, \text{F})_4] \text{NaAl}_8\text{M}_3$

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Sections transversales souvent zonées de de couleur brun, verdâtre, aune ou bleu.
- Pléochroïsme inverse très net.
- Relief fort.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A.) :

- Biréfringence faible mais croissante selon les teneurs en fer (teintes du 2^{ème} et 3^{ème} ordre)
- Extinction droite des sections allongées.

Caractères distinctifs : Forme et zonage des sections basales, pléochroïsme inverse.

9.6 Les épidotes

Il s'agit d'une vaste famille de sorosilicates cristallisant dans le système orthorhombique ou monoclinique. On distingue : la zoïsite, la clinozoïsite, la pistachite, la piedmontite et l'allanite (épidote riche en terres rares). Es épidotes cristallisent le plus souvent sous forme de petits grains imbriqués, rarement automorphes, présentant une ou deux clivages. Le relief est toujours fort.

La pistachite est la variété la plus commune. Zoïsite, clinozoïsite et pistachite sont des minéraux qui se développent aux dépens des plagioclases et des amphiboles calciques lors de l'altération hydrothermale des roches magmatiques.

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- Sections rarement automorphes, cristaux prismatiques allongés, parfois en agrégats ou masses fibreuses.
- Jaunes à verdâtre, pléochroïsme marqué allant du jaune pâle ou vert jaune.
- Clivage facile.
- Relief fort.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A.) :

- Teintes de biréfringence fin du 1^{er} ordre –début du 2^{ème} ordre. La teinte varie à l'intérieur d'une même section ce qui donne le « manteau d'arlequin » caractéristique de ce minéral.
- Extinction oblique (30°) déterminable le plus souvent.

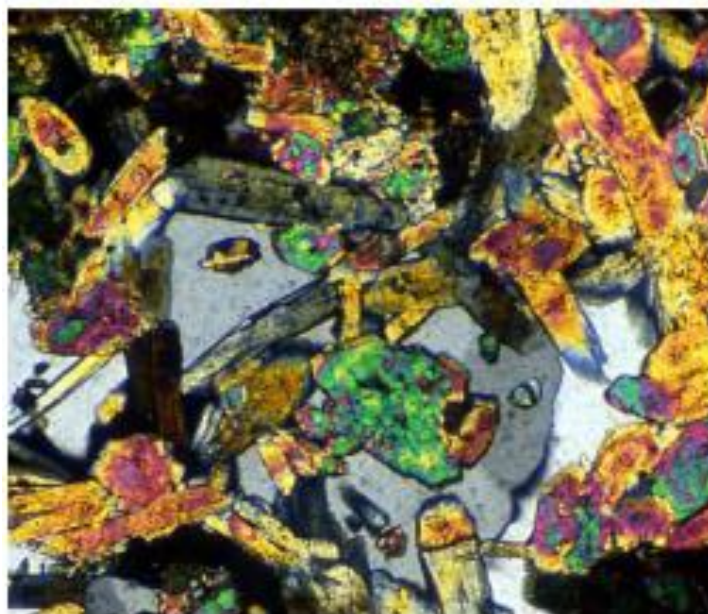


Fig.29 : Cristaux d'épidote en L.P.A.

9.6.1 L'allanite (l'orthite) :

a-Lumière naturelle (L.N.) :

- L'allanite se présente en tablettes épaisses, parfois en aiguilles.
- Incolore à fortement colorée (brune, noire, ou brun-jaune) avec pléochroïsme plus ou moins net
- Relief fort, craquelures fréquentes.

b-Lumière polarisée analysée (L.P.A) :

- Biréfringence variable

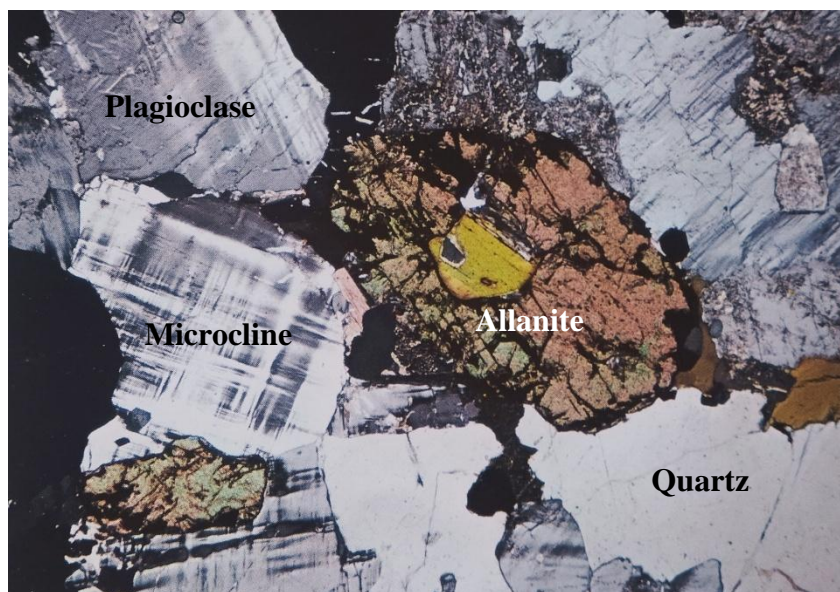


Fig.30 : Cristal d'allanite dans un granite.

10 Textures des roches magmatiques :

10.1 Rappel sur le mode de formation des roches magmatiques

Les roches magmatiques résultent de la solidification (cristallisation, refroidissement) d'un magma. Le magma est un bain silicaté fondu, constitué d'une phase liquide, d'une phase solide (cristaux) et d'une phase gazeuse. Selon le mode de refroidissement du magma, on distingue deux grands types de roches magmatiques qui sont les roches plutoniques et les roches volcaniques.

Une roche plutonique se forme lorsque le magma refroidit lentement dans les profondeurs de la croûte terrestre (à l'inverse d'une roche volcanique) (**Fig. 31**), ce qui leur confère une texture grenue.

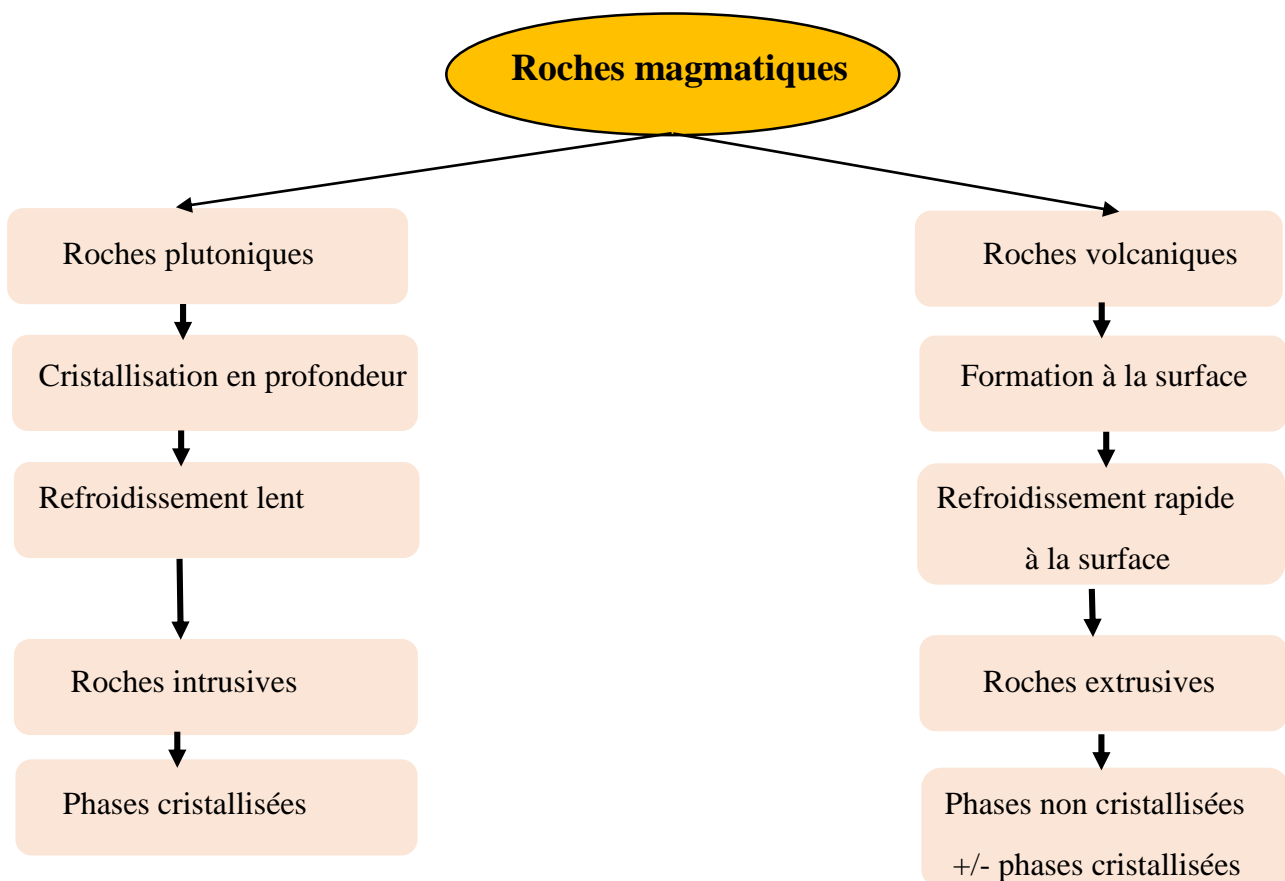


Fig.31 : Schéma illustrant le mode de formation des roches magmatiques.

10.2 Texture des roches magmatiques :

La texture d'une roche caractérise l'arrangement des cristaux entre eux à l'échelle de la roche, de la lame mince ou même à une échelle plus fine. Plus le temps de refroidissement est lent, plus les cristaux auront le temps de se développer. Ainsi les magmas qui refroidissent en profondeur, lentement, donnent des roches riches en gros cristaux. La taille et l'abondance de ces cristaux déterminent des textures différentes. On distingue trois grands groupes fondamentaux qui sont :

10.2.1 La texture holocristalline = plutonique (grenue et microgrenue) :

Les phénocristaux sont visibles à l'œil nu (texture grenue caractéristique des roches magmatiques plutoniques à refroidissement lent) ou au microscope (texture microgrenue, caractéristique des roches magmatiques filoniennes) dans une roche entièrement cristallisée. Pour la texture grenue on peut distinguer les textures suivantes :

- ✓ **Texture grenue équante** : les cristaux sont de même taille (de l'ordre du mm ou du cm).
- ✓ **Texture grenue à tendance porphyroïde** : Il y a de gros et de petits cristaux. Exemple des cristaux de plagioclase ou feldspath potassique millimétrique ou centimétrique dans un granite.
- ✓ **Texture poecilitique** : Un minéral de grande taille englobant de nombreux petits cristaux automorphes d'un autre minéral.
- ✓ **Texture aplitique** : Cristaux finement grenue avec de grande taille, dépassant parfois le centimètre.
- ✓ **Texture pegmatitique** : Il n'y a que des gros cristaux.
- ✓ **Texture coronitique** : texture réactionnelle entre minéraux différents formant une couronne.
- ✓ **Texture graphique** : variété de la texture pegmatitique où la cristallisation simultanée du quartz et de feldspath alcalin se manifeste par une disposition régulière de plages de quartz, isolées et cunéiformes, mais formant un cristal unique au sein du feldspath.
- ✓ **Texture myrmékitique** : gouttelettes de quartz en inclusion dans le plagioclase.
- ✓ **Texture symplectique** : association intime de cristaux vermiculaires.
- ✓ **Texture monzonitique (poecilitique)** : orthose automorphe de grande taille incluant des plagioclases automorphes de plus petite taille (monzonites et granites calco-alcalins).

- ✓ *Texture perthitique et texture antiperthitique* : exsolution d'albite dans du feldspath potassique ou exsolution de feldspath potassique dans le plagioclase.
- ✓ *Texture rapakivi et texture antirapakivi* : feldspath potassique auréolé de plagioclases ou disposition inverse.
- ✓ *Textures-en synneusis* : texture particulière d'accolement de cristaux de plagioclase présentant des zonalités non superposables (cœur).
- ✓ *Texture foyaitique* : baguettes de feldspaths enchevêtrées.
- ✓ *Texture agpaïtique* : feldspaths enchevêtrés avec minéraux ferro-magnésiens présentant un développement tardif.

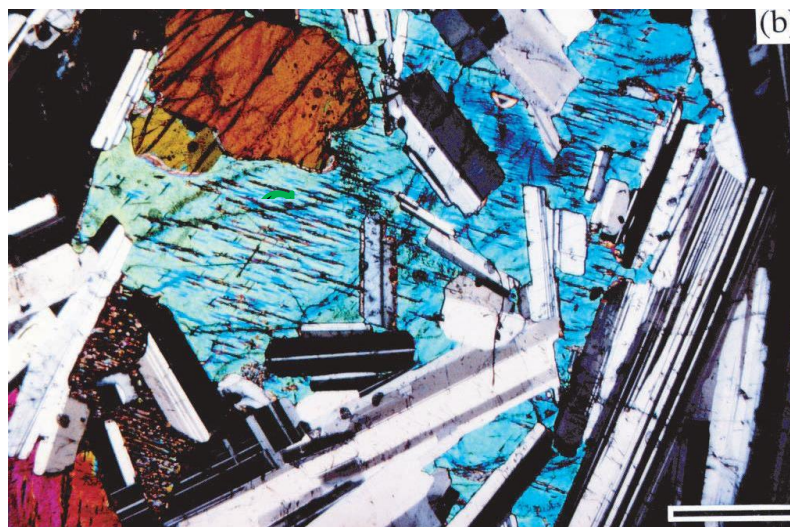


Fig. 32 : Olivine et plagioclase automorphes (en phase cumulus) et Cpx en phase intercumulus dans un gabbro.

10.2.2 La texture hypocristalline (hémicristallines ou microlitiques) :

La roche n'est pas entièrement cristallisée. On trouve quelques gros cristaux, beaucoup de petits invisibles à l'œil nu qui sont contenus dans un verre. Le verre correspond à la phase liquide d'un magma ayant solidifié très rapidement sans pouvoir former des cristaux. Les roches possédant cette texture se sont généralement formées près de la surface terrestre. On peut distinguer les textures suivantes :

- ✓ *Texture microlitique aphanitique* : les aphanites contiennent des microlites et des microcristaux flottant dans une mésostase vitreuse, cas de l'éruption de magmas à température très haute.
- ✓ *Texture microlitique porphyrique* : cristaux automorphes de grande taille (phénocristaux) enrobés dans une mésostase aphanitique, caractéristique de la

cristallisation des phénocristaux dans la chambre magmatique, de la cristallisation des microlites lors de la montée et l'émission du magma et de la prise en masse du verre lors du refroidissement rapide du magma en surface.

- ✓ **Texture dendritique** : cristaux plumeux, arborescents, en boucle de ceinture, etc. rencontrés surtout dans les laves basaltiques sous-marines très magnésiennes (basaltes picritiques, boninites, komatiites).
- ✓ **Texture perlitique** : verre sillonné de fissures courbes délimitant des perles plus ou moins sphériques.
- ✓ **Texture variolitique** : cristallisation fibroradiée de minéraux (plagioclase, clinopyroxène) en amas sphériques (varioles) juxtaposés ou isolés dans une mésostase plus fine.
- ✓ **Texture sphérolitique** : verre partiellement recristallisé sous forme d'agrégats sphériques de minéraux fibroradiés (sphérolites).

10.2.3 La texture hyaline (texture vitreuse) :

Aucun cristal n'est visible. Il s'agit d'une texture acristalline ou vitreuse. Elle est plus rare et ne contient ni phénocristaux, ni microlites. **Exemples** : les obsidiennes et les pierres ponce.


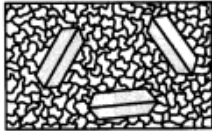
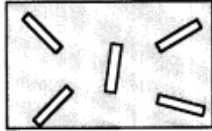
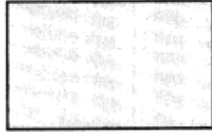
type de structure		caractéristiques de la cristallisation	type de roche
grenue		cristallisation complète	plutonique
microgrenue		cristallisation complète (deux phases successives de cristallisation)	plutonique filonienne
microlitique		cristallisation incomplète (présence d'une phase vitreuse)	volcanique
vitreuse		absence de cristallisation	volcanique

Fig. 33 : Illustration des textures des roches magmatiques avec les caractéristiques de cristallisation.

11 Nomenclature des roches magmatiques :

Pour la nomenclature des roches magmatiques on peut utiliser le diagramme QAPF d'Albert Streckeisen (1976). Ce diagramme met l'accent sur la classification des roches magmatiques (roches plutoniques et volcaniques). Les roches y sont classées selon leur composition minéralogique et en fonction de leur teneur en quatre minéraux distincts : le quartz (Q), les feldspaths alcalins (A), les plagioclases (P) et les feldspathoïdes (F). Pour cela il faut suivre les étapes suivantes :

-Déterminer le type de la roche (plutonique, volcanique...) en se basant sur sa texture et les différents minéraux qui constituent cette roche. Il faut observer tous les minéraux constituant de la roche avec la description de chaque phase minérale.

-Examiner la lame mince de roche en lumière naturelle et en lumière polarisée analysée en faisant un balayage de toute la lame mince.

-Estimer le pourcentage de l'abondance des minéraux (surtout les minéraux cardinaux et essentiels ; quartz, feldspath potassique, plagioclase et feldspathoïde). On note que pour les pourcentages on peut utiliser des abaques de pourcentages, ou le compteur de points QAPF.

-Calculer les pourcentages des minéraux présents dans la roche en faisant la règle de trois sachant que on ne prend que les minéraux cardinaux et la somme des trois minéraux cardinaux est égale à 100 %. Feldspathoïde

-Placer les points des pourcentages calculés des minéraux dans les diagrammes dédiés (selon le type de la roche), voir les figures ci-dessous (**Fig. 35 & Fig. 36**) pour obtenir le nom de la roche.

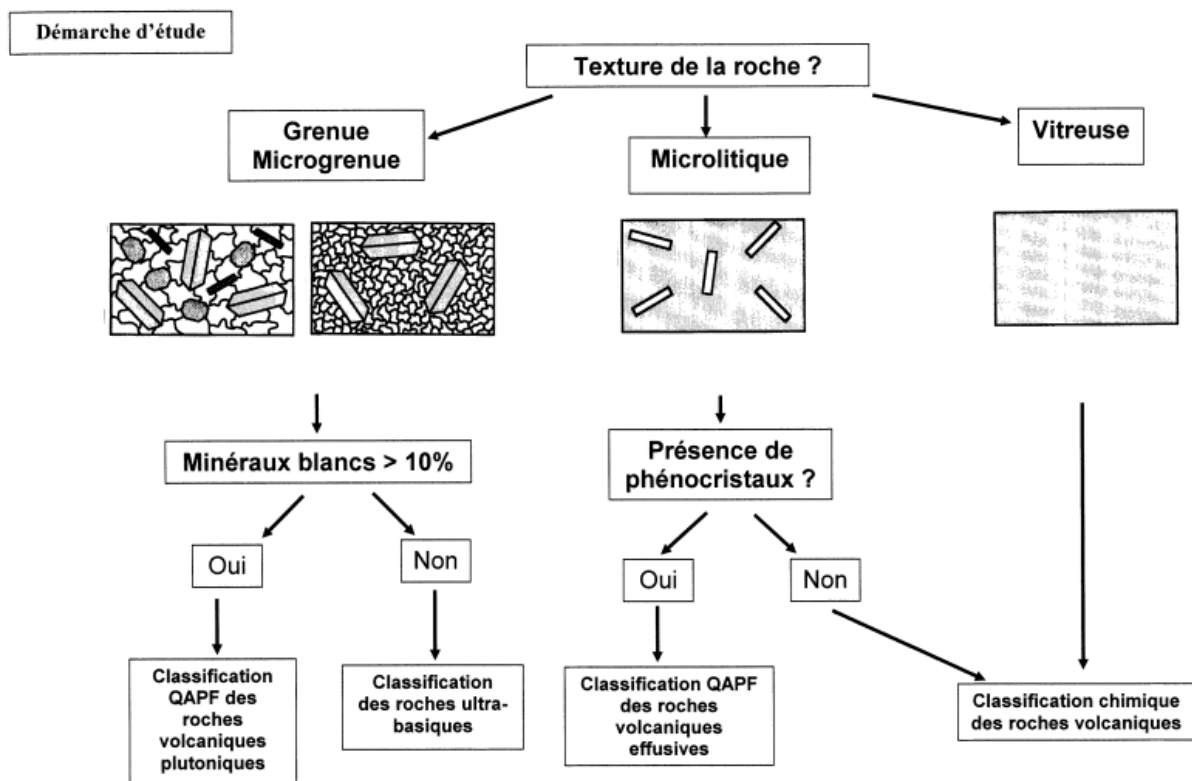


Fig. 34 : Démarches d'étude d'une roche magmatique.

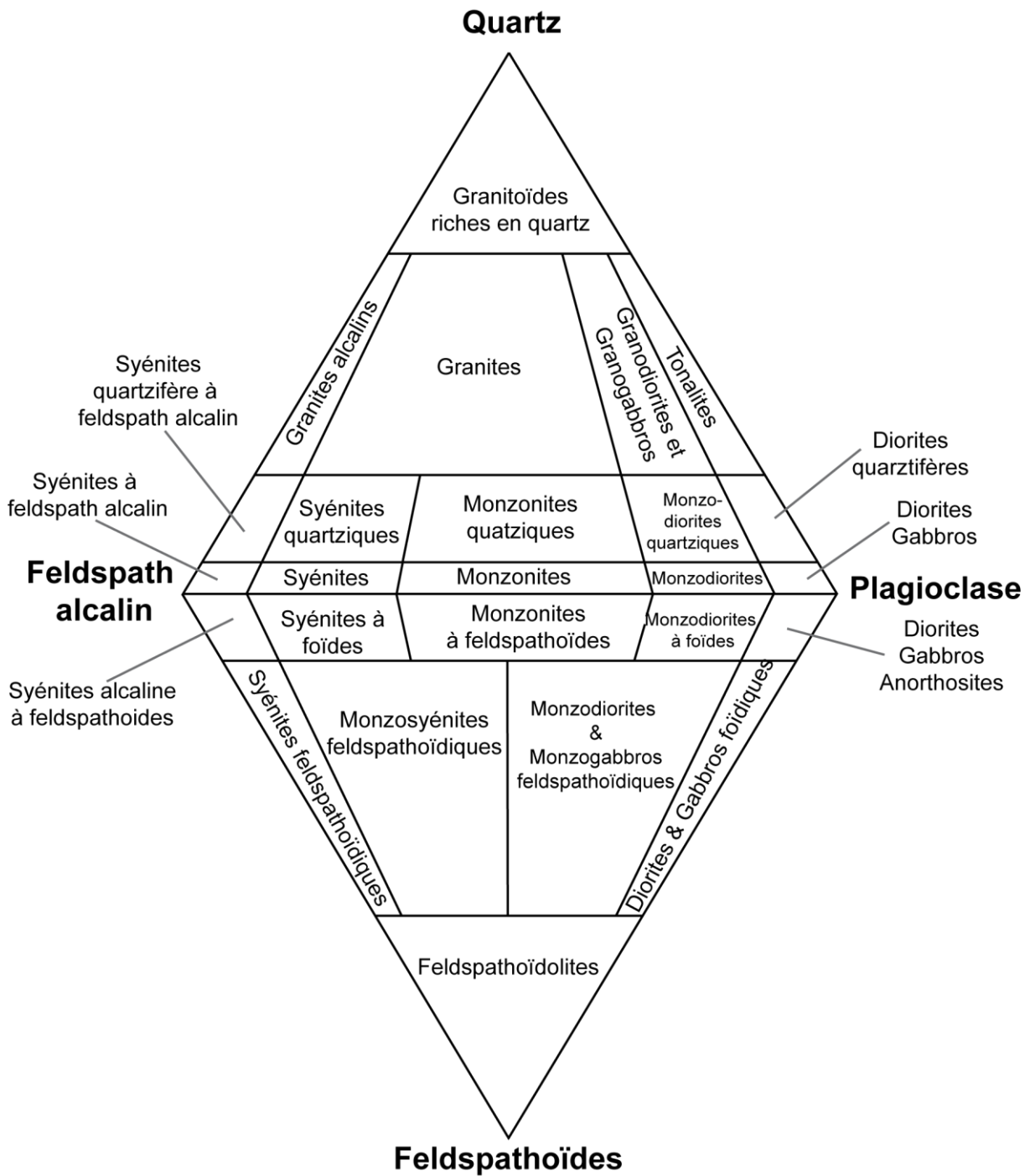


Fig. 35 : Diagramme de Streckeisen (1976) pour les roches plutoniques.

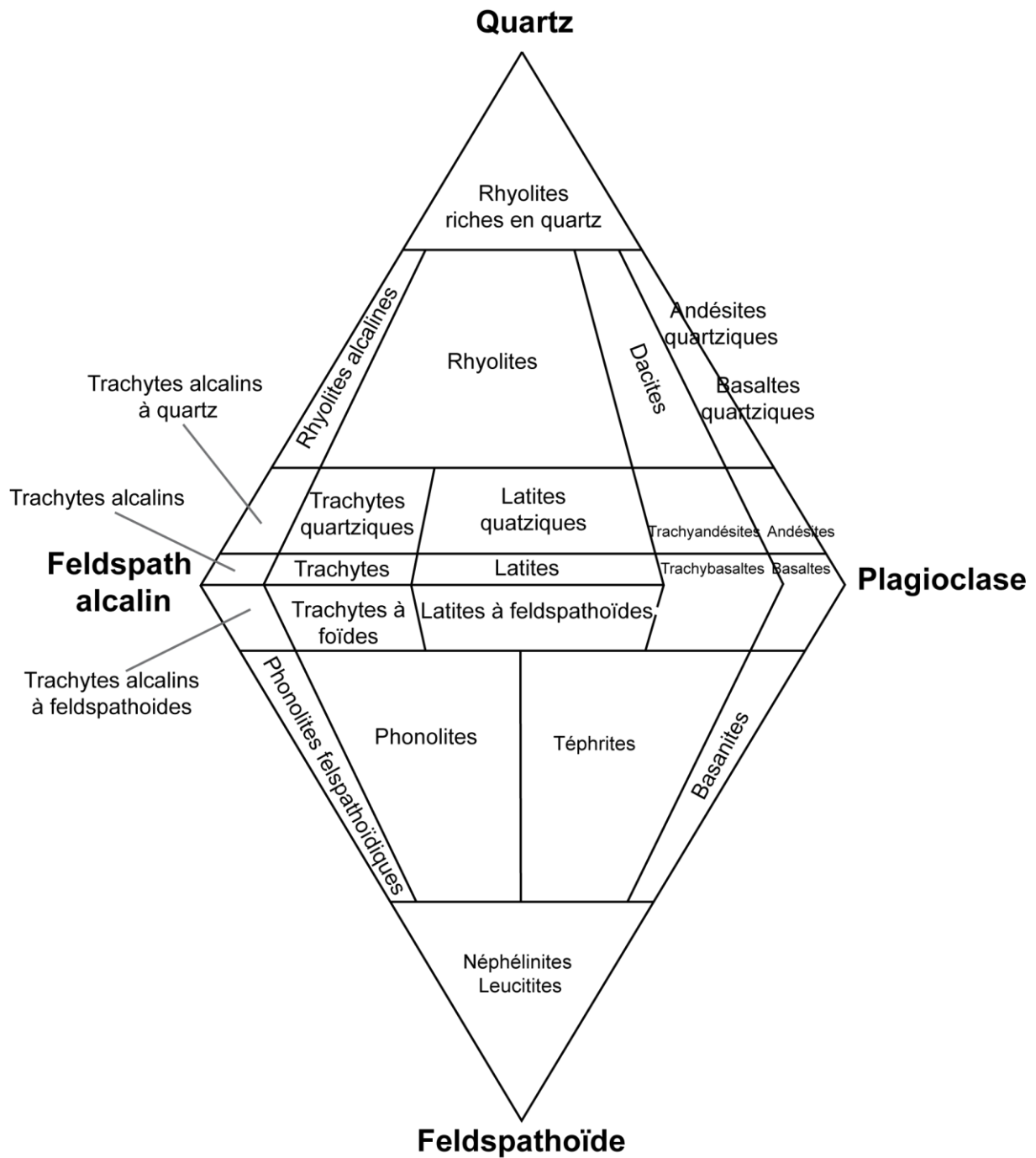


Fig. 36 : Diagramme de Streckeisen 1976 pour les roches volcaniques.

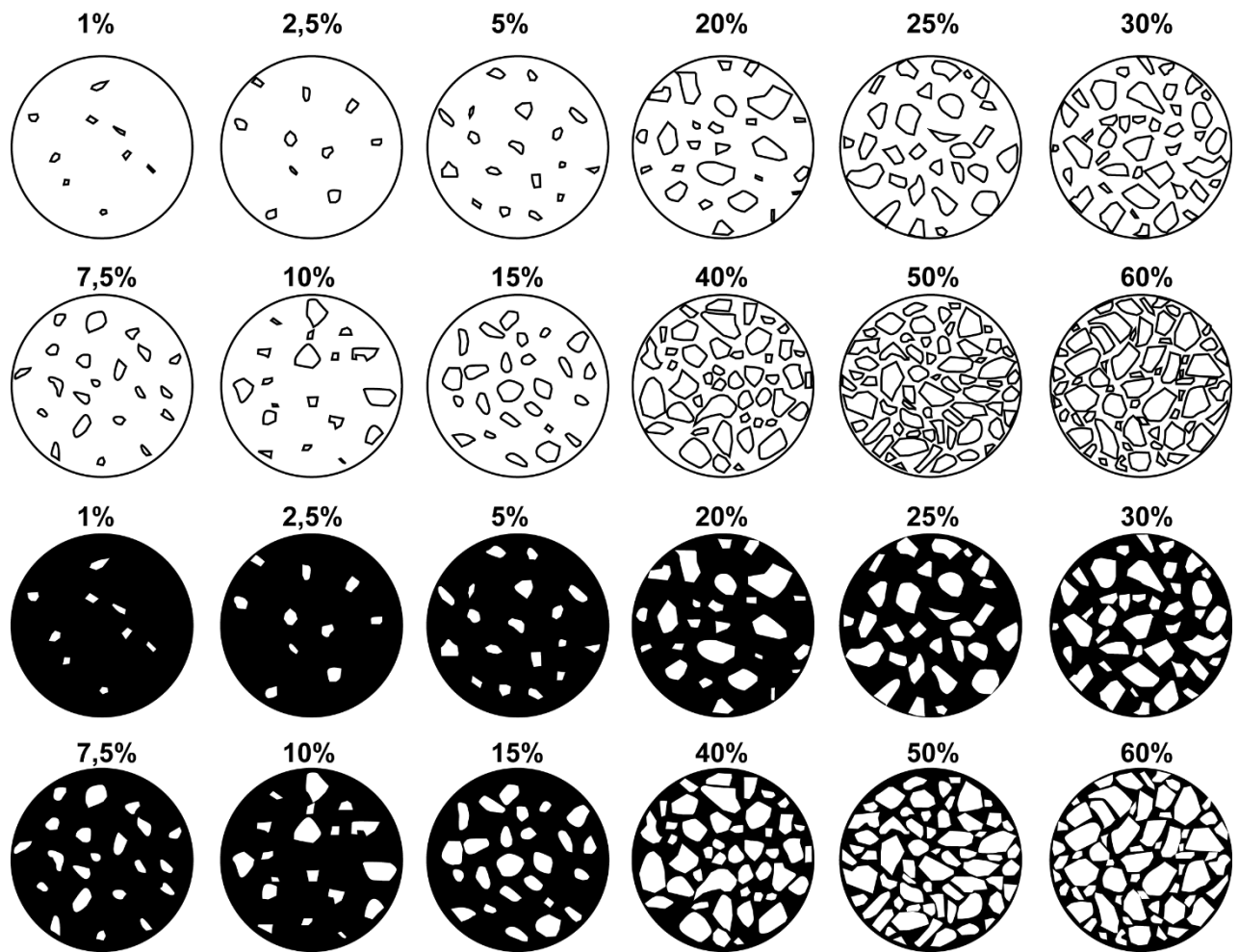


Fig. 37 : Illustration des abaques de pourcentages pour estimer le pourcentage des minéraux (Flugel, 1982).

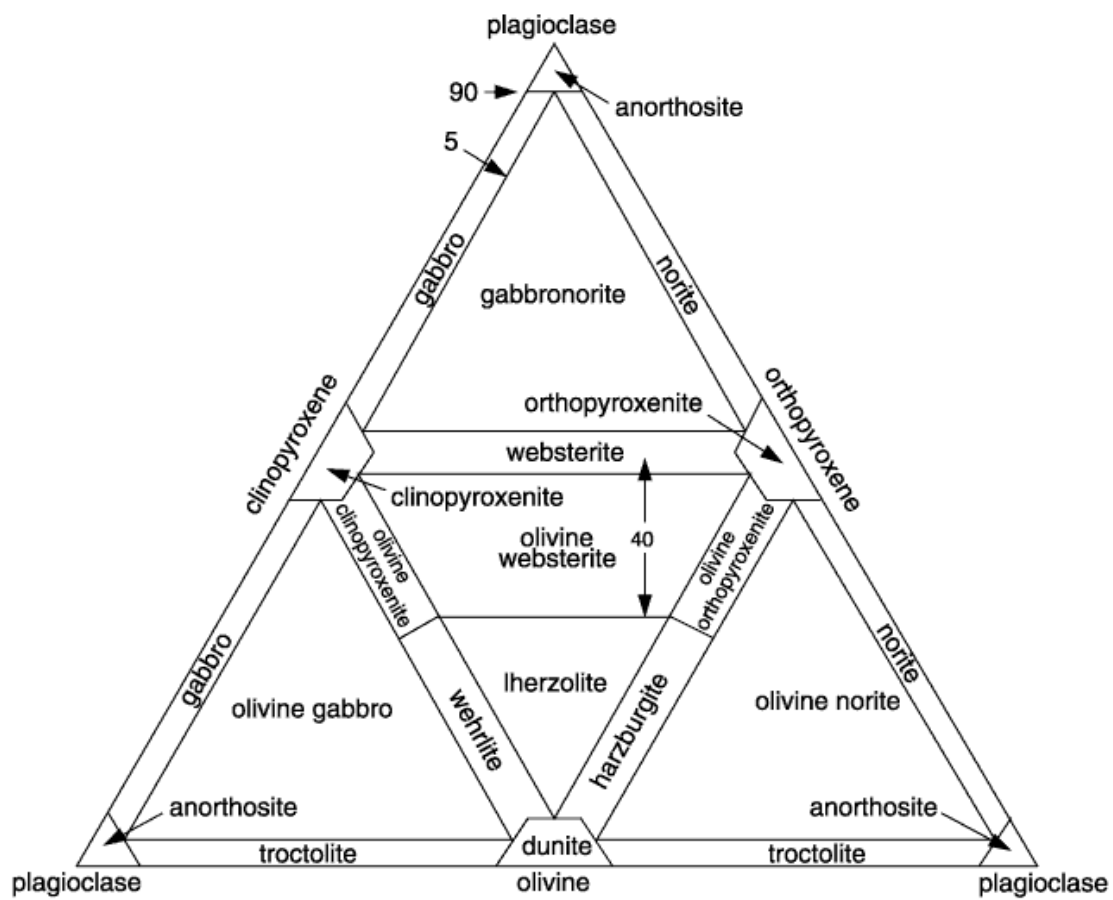


Fig. 38 : Diagrammes des roches ultrabasiques.

12 Références bibliographiques

La description de ces travaux pratiques est inspirée du travail d'enseignement fourni par :

-M. N. Perdrial de l'Université Louis Pasteur Strasbourg.

-M. Bertrand Moine de l'Université Clermont auvergne, Clermont Ferrand.

-Marcel Roubault (198) : Détermination des minéraux des roches au microscope polarisant
4^{ème} édition

Photos extraites de :

-Mme. N. Remaci

-Mr. A. Seddiki

-MacKenzie W. S. and Guilford C., (1993) – Atlas de pétrographie. Minéraux de roches observées en lames minces. Ed. Masson, 104 p.

- <http://les.mineraux.free.fr/dossier-mineralo/lamemince/lamesminces.htm>, page consultée le : 15/09/2022 à 14 :30.

-[https://fr.wikipedia.org/wiki/Texture_\(p%C3%A9trographie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Texture_(p%C3%A9trographie)), page consultée le 18/09/2022 à 14 : 00.

-http://www.lave-volcans.com/fiches_science_2.html. Page consultée le 20/09/2022 à 15 :15.

-<https://laboroches.weebly.com/le-microscope-polarisant.html>. Page consultée le 29/09/2022 à 15 :30.