



Caractérisation d'un gabbro à mégacristaux de plagioclase

Simon Nadeau

MB 2017-13

Avertissement

Ce document est une copie fidèle du manuscrit soumis par l'auteur, sauf pour une vérification sommaire destinée à assurer une qualité convenable de diffusion.



Université du Québec à Chicoutimi

Caractérisation d'un gabbro à mégacristaux de plagioclase

Automne 2016

***Projet de fin d'étude
(6 GLG 604)***

TABLE DES MATIÈRES

1. INDEX DES ACRONYMES	4
2. INTRODUCTION	5
2.1 PROBLÉMATIQUE	5
2.2 OBJECTIFS	6
3. DESCRIPTION DES LITHOLOGIES	7
3.1 MISE EN CONTEXTE.....	7
<i>Description mégascopique des échantillons étudiés pour ce mémoire.....</i>	<i>7</i>
3.2 AFFLEUREMENT: 15-RP-2135.....	7
3.2.1 Lithologie: 15-RP-2135-A1	9
3.2.2 Lithologie: 15-RP-2135-A2 (-1, -2 et -3).....	10
3.2.3 Lithologie: 15-RP-2135-D.....	12
3.3 AFFLEUREMENT: 15-SN-5119-A	14
3.4 AFFLEUREMENT: 15-SN-5124 (-A1, -A2 ET -A3)	16
3.5 COMPILATION DES ANALYSES EFFECTUÉES SUR LES ÉCHANTILLONS	18
3.6 DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE DES LAMES MINCES	19
3.6.1 <i>Lame mince 15-RP-2135-A1.....</i>	<i>19</i>
3.6.2 <i>Lame mince 15-RP-2135-A2 (-1, -2 et -3).....</i>	<i>20</i>
3.6.3 <i>Lame mince 15-RP-2135-A2-1 et -A2-3.....</i>	<i>21</i>
3.6.4 <i>Lame mince 15-RP-2135-A2-2</i>	<i>23</i>
3.6.5 <i>Lame Mince 15-SN-5119-A</i>	<i>25</i>
3.6.6 <i>Lame Mince 15-RP-2135-D.....</i>	<i>26</i>
<i>Cathodoluminescence.....</i>	<i>28</i>
3.7 ANALYSE DES ÉLÉMENTS MAJEURS.....	33
3.8 ANALYSE DES ÉLÉMENTS DE TERRES RARES	34
<i>Observations de la courbe «roche totale».....</i>	<i>36</i>
<i>Observations des courbes «matrice et plagioclase».....</i>	<i>36</i>
4. DISCUSSION.....	39
4.1 COMPARAISON AVEC UN COMPLEXE CONNU D'ANORTHOSITE ARCHÉENNE: BAD VERMILION LAKE (ONTARIO).....	39
4.2 MÉTAMORPHISME ET DÉFORMATION	41
4.3 RETOUR SUR LES HYPOTHÈSES	43
CONCLUSION.....	45
ANNEXE	46
RÉFÉRENCE	48

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Situation géographique des deux affleurements à l'étude	5
Figure 2: Texture générale du gabbro à mégacristsaux (15-RP-2135-A)	6
Figure 3: Texture de fluage de la matrice et des plagioclases	8
Figure 4: Bordures lobées des mégacristsaux	8
Figure 5: Texture générale de la lithologie 15-RP-2135-A1	9
Figure 6: Aiguilles d'amphibole en bordure d'un mégacristal de plagioclase fracturé	10
Figure 7: Texture générale de la lithologie 15-RP-2135-A2	10
Figure 8: Méga plagioclase montrant une bordure de réaction, des clinozoïsites et des aiguilles d'amphibole	11
Figure 9: Série de lames minces traversant un mégacristal	12
Figure 10: Vue rapprochée de la quartzite avec grenat et biotite	13
Figure 11: Vue générale de 15-RP-2135-D	13
Figure 12: Texture du gabbro mégacristique très déformé	14
Figure 13: Mégacristsaux étirés dans le sens de la schistosité régionale	15
Figure 14: Le fort étirement des mégacristsaux peut être confondu avec un litage	15
Figure 15: Texture générale de l'affleurement 15-SN-5124	16
Figure 16: Échantillon de l'affleurement 15-SN-5124	17
Figure 17: Mégacristal de plagioclase avec grenats	17
Figure 18: Plagioclase fracturé avec grenat, coupe pour lame mince	18
Figure 19: LM 15-RP-2135-A1 (LP)	19
Figure 20: LM 15-RP-2135-A1: Mâcles, clinozoïsite et actinote	20
Figure 21: LM 15-RP-2135-A2-1 (LP)	20
Figure 22: LM 15-RP-2135-A2-2 (LP)	21
Figure 23: LM 15-RP-2135-A2-3 (LP)	21
Figure 24: LM 15-RP-2135-A2-1, Bordure de réaction avec clinozoïsite, actinote et mâcles de plagioclase .	22
Figure 25: LM 15-RP-2135-A2-1, Matrice mafique avec titanite, hornblende, actinote et plagioclase (LN) ..	23
Figure 26: LM 15-RP-2135-A2-2, Petits grains de plagioclases altérés formant le coeur du mégacristal	24
Figure 27: 15-RP-2135-A2-2, Actinote et clinozoïsite	24
Figure 28: 15-SN-5119-A (LP), contact mégacristal / matrice	25
Figure 29: 15-SN-5119-A (LP), Plag. recristallisés et reliques d'HB	26
Figure 30: LM 15-RP-2135-D, montrant la matrice de Qz et Chl, plus l'orientation préférentielle	27
Figure 31: LM 15-RP-2135-D, grenat avec inclusions	27
Figure 32: Cathodoluminescence 15-RP-2135-A2, Coeur d'un mégacristal de plagioclase (Grossissement 5X)	28
.....	28
Figure 33: Cathodoluminescence 15-RP-2135-A2, Bordure de réaction avec clinozoïsite et Act (Grossissement 5X)	29
Figure 34: Cathodoluminescence 15-SN-5119, Contact matrice et plagioclases (Grossissement 5X)	30
Figure 35: Cathodoluminescence 15-SN-5124-A2, Coeur du mégacristal de plagioclase (Grossissement 5X)	31
Figure 36: Cathodoluminescence 15-RP-2135-D, matrice de quartz et phénocrystal de grenat	32
Figure 37: Composition des plagioclases isolés K-Na-Ca	33
Figure 38: Classification théorique des plagioclase	33
Figure 39: Diagramme ETR	35
Figure 40: Diagramme Eu selon Sm	36
Figure 41: Diagramme La selon Lu	37
Figure 42: Diagramme ETR, Roches totales	39
Figure 43: Diagramme ETR, plagioclases VS Matrice	40
Figure 44: Grille pétrogénétique des roches mafiques, situant le métamorphisme du gabbro à mégacristsaux. (Le Na devrait être enlevé de la grille pour représenter le gabbro.)	42
Figure 45: Cette zone de cisaillement (à gauche) montre l'effet de la déformation sur la roche ... (15-RP-2135-A2) qui ressemble alors à celle de l'affleurement 15-SN-5119 (à droite)	43

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Méthodes de caractérisation utilisées pour les échantillons..... 18

1. INDEX DES ACRONYMES

Ab: Albite

Act: Actinote

An: Anorthosite

BVL: Bad Vermilion Lake

ETR: Éléments de terre rares

HB: Hornblende

LM: Lame mince

LN: Lumière naturelle

LP: Lumière polarisée

MERN: Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles

Plag: Plagioclase

Qz: Quartz

Tr: Traces

2. INTRODUCTION



Figure 1: Situation géographique des deux affleurements à l'étude

2.1 PROBLÉMATIQUE

Les travaux de cartographie effectués par le Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) dans la Fosse du Labrador à l'été 2015 ont permis la découverte de deux affleurements de gabbro à mégacristaux de plagioclase. La roche présente une matrice mafique avec des cristaux pluricentimétriques et subautomorphes, montrant une bordure de réaction ainsi qu'une minéralogie zonée (Fig. 2). L'apparence et la description terrain de cette roche ont soulevé bien des questionnements quant à sa pétrographie et sa genèse. La roche qui ressemble le plus à ce gabbro porte le nom d'«anorthosite archéenne», mais on ne peut pas donner ce nom au présent sujet d'étude, en raison de sa faible proportion (< 90%) en plagioclase. Le nom de «gabbro mégacristique» est le plus adapté et le plus sûr selon les informations disponibles. Il existe peu d'étude pétrographique sur ce gabbro à texture particulière. Le présent travail attaque donc cette problématique en apportant une nouvelle caractérisation de cette roche.



Figure 2: Texture générale du gabbro à mégacristaux (15-RP-2135-A)

2.2 OBJECTIFS

L'objectif premier de ce mémoire est de caractériser ce gabbro atypique. Le contexte géologique étant connu, il sera tenté d'apporter une description pétrographique complète de la roche. Ceci sera supporté par une description géochimique des échantillons. L'autre objectif sera de mettre en relation les descriptions des deux affleurements pour voir leurs différences et leurs similitudes.

La première étape est de faire une description mégascopique des échantillons les plus pertinents, qui seront analysés pour ce mémoire. Ensuite, la méthodologie commence par une analyse des lames minces, afin de décrire les minéraux présents et leur agencement. Cette étape aidera d'ailleurs à déterminer si les mégacristaux sont une agglomération de petits cristaux ou s'ils sont uniques. Les interprétations minéralogiques seront confirmées par une comparaison avec des photos de cathodoluminescence. Vient par la suite l'analyse des éléments majeurs, qui sera principalement axé sur la composition des plagioclases, afin de préciser leur nom. L'interprétation se termine avec l'analyse des éléments de terres rares entre les différentes composantes de la roche (cristaux de plagioclases, matrice, roche totale). La partie discussion du travail reprend les informations obtenues pour mettre en relation les affleurements et les ressemblances avec la littérature. Finalement, les

informations rassemblées servent à décrire le métamorphisme et la déformation subis par cette roche.

3. DESCRIPTION DES LITHOLOGIES

3.1 MISE EN CONTEXTE

La roche à l'étude a été trouvée dans le Churchill, à proximité de la faille de chevauchement régionale qui sépare la Fosse du Labrador du reste du Churchill. Cette province géologique est nord du Grenville et se situe entre celle du Supérieur et le Labrador. La Fosse du Labrador est un complexe volcano-sédimentaire montrant des évidences de plusieurs séquences d'ouverture et de fermeture d'océan. Les affleurements ont été répertoriés dans la zone lithotectonique du Rachel-Laporte, un important terrane volcano-sédimentaire formant la partie est de la Fosse du Labrador. Les limites ouest (Supergroupe de Kaniapiskau) et est (Zone noyau) du Rachel-Laporte sont marquées par l'abondance d'intrusions mafiques. Elles se présentent comme des langues de gabbro s'étant infiltrées au travers des sédiments marins. Le tout a subi un métamorphisme au faciès des schistes verts, concordant ainsi avec la présence dominante des amphibolites. Ces dernières sont en contact avec des formations calcaires dolomitiques et les amphibolites possèdent une concentration en carbonates marquée. Le métamorphisme et la déformation régionale (visible par une schistosité régionale constante) se chevauchent dans le temps et ont tous deux influencé les relations pétrographiques des roches observées. Les principaux agencements minéralogiques du gabbro à mégacristaux sont également typiques des ceintures de roches vertes.

DESCRIPTION MÉGASCOPIQUE DES ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS POUR CE MÉMOIRE

15 lames minces polies et 12 analyses géochimiques ont été faites sur les deux sites à l'étude. Ceci était dans l'éventualité où les unités adjacentes seraient elles aussi étudiées, mais le présent mémoire ne traitera que des échantillons les plus importants pour la description du gabbro à mégacristaux.

3.2 AFFLEUREMENT: 15-RP-2135

Cet affleurement est observable sur une surface $> 900 \text{ m}^2$. L'unité qui domine (15-RP-2135-A) est celle à l'étude et elle représente plus de 95 % de la colline formant cet

affleurement. Les lithologies -A1 et -A2 sont très semblables et ne sont différenciées que par leur degré de déformation et d'altération. La roche est formée d'une texture de mégacristaux ou glomérocristaux de plagioclases de 1 à 30 cm de diamètre. Ceux-ci sont de couleur blanche, automorphes à subautomorphes et ils sont contenus dans une matrice mafique. Ils y sont répartis de façon aléatoire, rarement jointifs et de formes variées passant de subarrondis à anguleux, comme d'allongés à sphériques (Fig. 5 et 7).

Certains secteurs montrent des évidences de déformation par des textures de fluage (Fig. 3) et des bordures lobées (Fig. 4).



Figure 3: Texture de fluage de la matrice et des plagioclases



Figure 4: Bordures lobées des mégacristaux

3.2.1 LITHOLOGIE: 15-RP-2135-A1



Figure 5: Texture générale de la lithologie 15-RP-2135-A1

Cette lithologie se différencie de l'autre semblable (-A2), venant du même affleurement, par l'altération plus prononcée et uniforme des mégacristaux de plagioclase (Fig. 5). De plus, les mégacristaux sont plus souvent déformés et/ou fracturés. La bordure de réaction de ces plagioclases est plus ou moins visible. La matrice microgrenue varie en proportion, passant d'un gabbro mélanocrate à une amphibolite. Des aiguilles d'amphiboles millimétriques aciculaires sont visibles dans la matrice et elles sont plus évidentes en bordure des mégacristaux (Fig. 6).



Figure 6: Aiguilles d'amphibole en bordure d'un mégacristal de plagioclase fracturé

3.2.2 LITHOLOGIE: 15-RP-2135-A2 (-1, -2 ET -3)



Figure 7: Texture générale de la lithologie 15-RP-2135-A2

Cette lithologie est l'équivalente de la précédente (-A1), mais ayant subi une déformation et une altération moindre. La matrice mafique est également un gabbro mélanocrate et les aiguilles d'amphiboles millimétriques sont aussi présentes. Les mégacristsaux pluricentimétriques de plagioclase présentent des formes idiomorphes et automorphes (Fig. 7). Il n'est pas possible de dire à l'œil s'ils sont faits d'une agglomération recristallisée de plus petits plagioclases, ou s'ils sont des cristaux uniques. Par contre, une bordure de réaction évidente est visible et des grains d'épidotes transparents millimétriques (clinozoïsite décrite dans les descriptions de lames minces) se retrouvent principalement dans la bordure de réaction (Fig. 8).



Figure 8: Méga plagioclase montrant une bordure de réaction, des clinozoïsites et des aiguilles d'amphibole

Quatre lithologies représentant la roche à l'étude sont utilisées dans le présent travail, mais celle-ci (15-RP-2135-A2) est la plus saine et elle présente les plus beaux mégacristsaux. Une série de trois lames minces traversant un mégacrystal de bord en bord a donc été faites sur cette roche (Fig. 9).

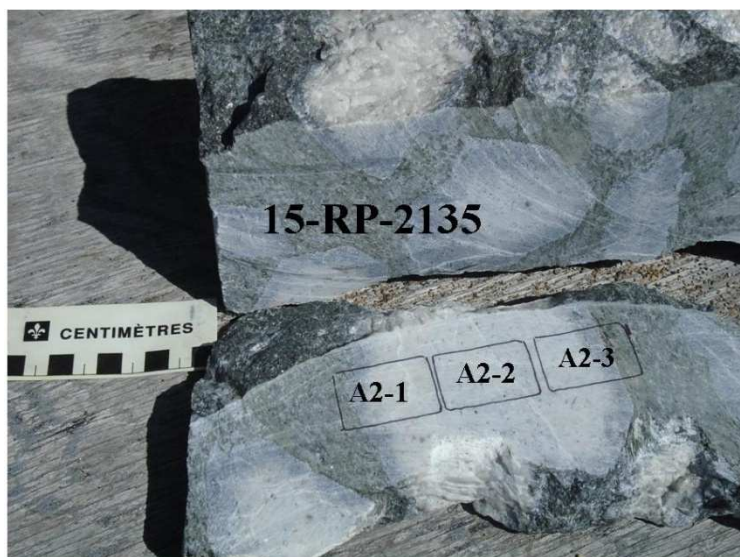


Figure 9: Série de lames minces traversant un mégacristal

3.2.3 LITHOLOGIE: 15-RP-2135-D

Cette lithologie est stratigraphiquement sous jacente au gabbro mégacristique. Elle est séparée de ce dernier par une unité de basalte amphibolitisée et altérée. Elle est felsique et blanchâtre, avec des grains fins de grenat et de biotite (Fig. 10). Sa composante principale est très fine et la roche se désagrège en grattant avec un couteau. Elle semble fortement altérée. L'analyse en laboratoire était alors nécessaire pour déterminer la minéralogie principale de cette roche. Son analyse sert aussi à vérifier une hypothèse émise, comme quoi cette roche aurait pu être de la même composition que les plagioclases mégacristiques de l'autre unité et ainsi rendre plausible un processus de volcanisme bimodal différencié mafique/felsique. La description des lames minces, vue plus loin, permet cependant d'exclure cette hypothèse, car cette roche est une métaquartzite.



Figure 10: Vue rapprochée de la quartzite avec grenat et biotite

La méta-quartzite montre une légère stratification litée (Fig. 11).



Figure 11: Vue générale de 15-RP-2135-D

3.3 AFFLEUREMENT: 15-SN-5119-A



Figure 12: Texture du gabbro mégacristique très déformé

Cet affleurement est situé sur la faille de chevauchement régionale et la grande déformation des roches témoigne d'une mise en place survenue avant le chevauchement. L'affleurement se présente comme une couche d'épaisseur apparente de 9m et de longueur continue, orientée selon la schistosité régionale à 312° et avec un pendage de 58° . Les mégacristaux pluricentimétriques de plagioclases sont tous allongés et même morcelés (Fig. 12 et 13). Ils sont plus altérés que ceux du précédent affleurement (RP-2135). Ils sont blancs laiteux et opaques. Ils sont également plus fragiles. La matrice est mafique, verte/noir très foncée et à grains très fins, parfois microgrenue. Elle semble entièrement composée d'amphiboles, mais il sera nécessaire de se référer aux descriptions de lames minces pour confirmer, étant donné la taille des grains. On retrouve toutefois des aiguilles d'amphiboles fines, millimétriques et aciculaires, habituellement en bordure des plagioclases (Fig. 14).



Figure 13: Mégacristaux étirés dans le sens de la schistosité régionale

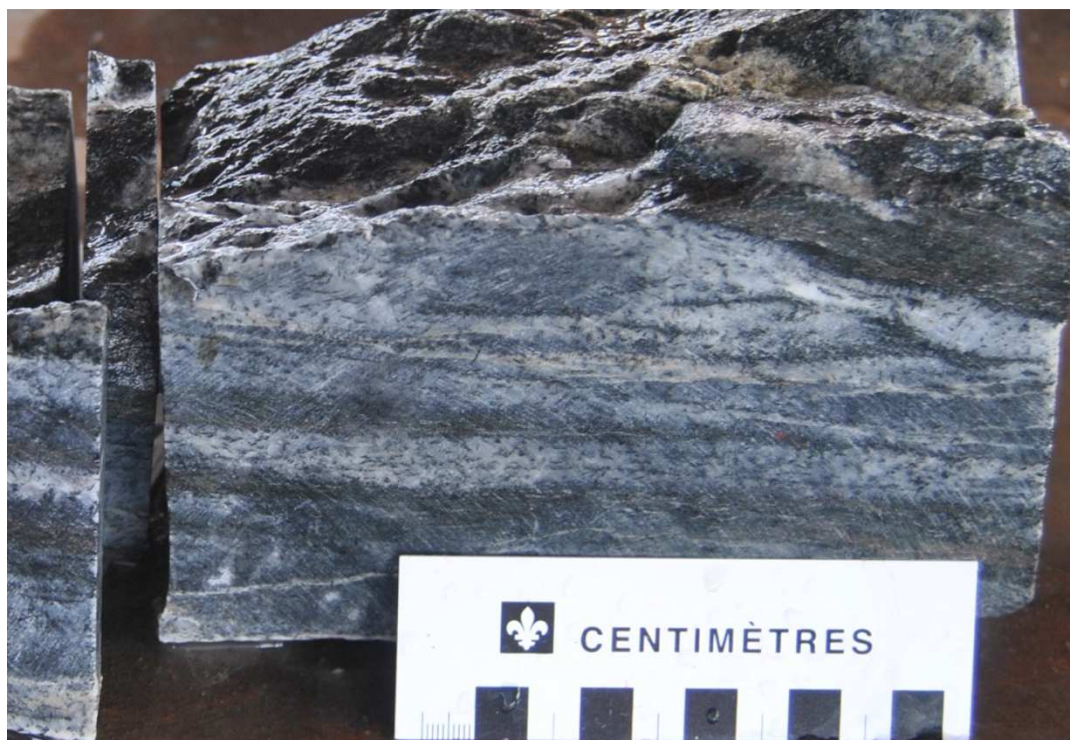


Figure 14: Le fort étirement des mégacristaux peut être confondu avec un litage

3.4 AFFLEUREMENT: 15-SN-5124 (-A1, -A2 ET -A3)

Cet affleurement est situé à une centaine de mètres à l'est du précédent (15-SN-5119). Ils sont séparés, par quelques autres unités lithologiques : un gabbro moucheté et très altéré, des roches calco-silicatées, une dépression recouverte de végétaux (probablement des sédiments en érosion négative), une pegmatite, puis un autre gabbro très altéré et schisteux. La matrice mafique est identique à celle précédemment décrite (SN-5119), qui est composée d'amphibole à grains très fins. D'ailleurs, la principale différence avec l'affleurement précédent est une déformation moins importante. Les mégacristsaux de plagioclases ont en effet une forme subautomorphe (Fig. 15 et 16), ressemblant davantage à l'affleurement 15-RP-2135-A.



Figure 15: Texture générale de l'affleurement 15-SN-5124



Figure 16: Échantillon de l'affleurement 15-SN-5124

Une particularité de cet affleurement concerne cependant la présence de grenat dans les mégacristsaux de plagioclases (Fig. 17 et 18). Le degré de métamorphisme est différent des autres roches décrites.



Figure 17: Mégacristal de plagioclase avec grenats

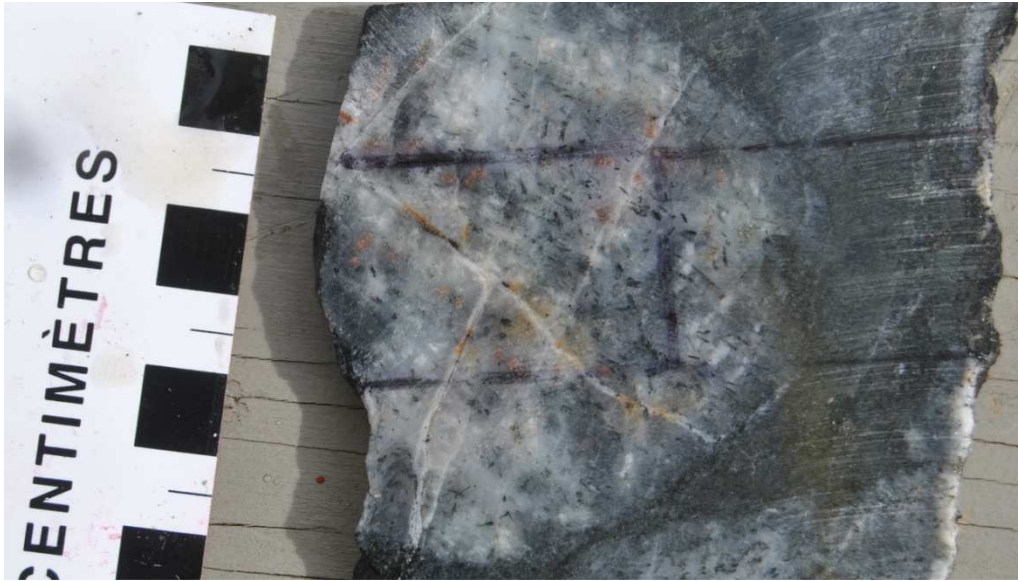


Figure 18: Plagioclase fracturé avec grenat, coupe pour lame mince

3.5 COMPILATION DES ANALYSES EFFECTUÉES SUR LES ÉCHANTILLONS

Les roches précédemment décrites ont été échantillonnées pour faire des analyses géochimiques et des lames minces. Voici ce qui a été fait pour chaque lithologie :

TABLEAU 1: MÉTHODES DE CARACTÉRISATION UTILISÉES POUR LES ÉCHANTILLONS

Lame mince polie	Description	Analyse géochimique	Description
15-RP-2135-A1	Roche totale	15-RP-2135-A1	Roche totale
15-RP-2135-A2-1	Bordure d'un plagioclase	15-RP-2135-A2-1	Plagioclase isolé
15-RP-2135-A2-2	Cœur d'un plagioclase	15-RP-2135-A2-2	Matrice isolée
15-RP-2135-A2-3	Bordure d'un plagioclase	15-RP-2135-A2-3	Roche totale
15-RP-2135-D	Roche uniforme	----	----
15-SN-5119-A	Roche totale	15-SN-5119-A	Roche totale
----	----	15-SN-5124-A1	Plagioclase isolé
----	----	15-SN-5124-A2	Matrice isolée
----	----	15-SN-5124-A3	Roche totale

3.6 DESCRIPTION PÉTROGRAPHIQUE DES LAMES MINCES

3.6.1 LAME MINCE 15-RP-2135-A1

Cette lame présente la matrice mafique (20% de la lame), la bordure de réaction (20% de la lame), puis le mégacristal de plagioclase en allant vers son cœur (60% de la lame) (Fig. 19). La bordure de réaction se différencie par la recristallisation évidente et presque complète des plagioclases et son altération faible en comparaison au cœur du mégacristal. L'altération du plagioclase se démarque bien par sa couleur gris-foncé.

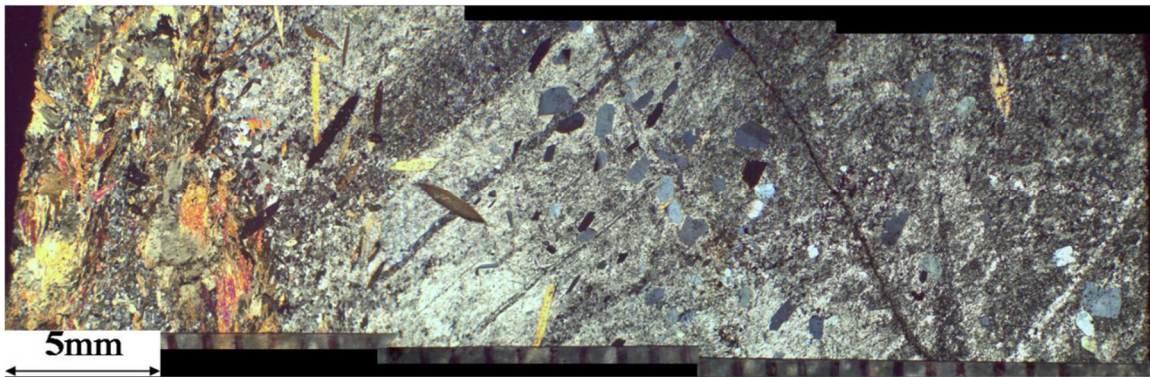


Figure 19: LM 15-RP-2135-A1 (LP)

Minéraux majeurs : Plagioclase (65%), hornblende verte et actinote (25%), clinzoïsite (5%) et chlorite (3%).

Minéraux mineurs : Biotite (1%), titanite (1%) et opaques (traces).

Des mâcles sont visibles par endroits (surtout en bordure du grain). La bordure du mégacristal, en contact avec la matrice mafique, est fortement recristallisée. Les grains de plagioclases sont très fins et difficilement distinguables, alors que les cristaux idiomorphes de clinzoïsite sont évidents (Fig. 20). Le métamorphisme et la déformation se chevauchent dans le temps. Il y a un mélange de hornblende verte/Actinote/chlorite difficile à différencier formant la matrice mafique.

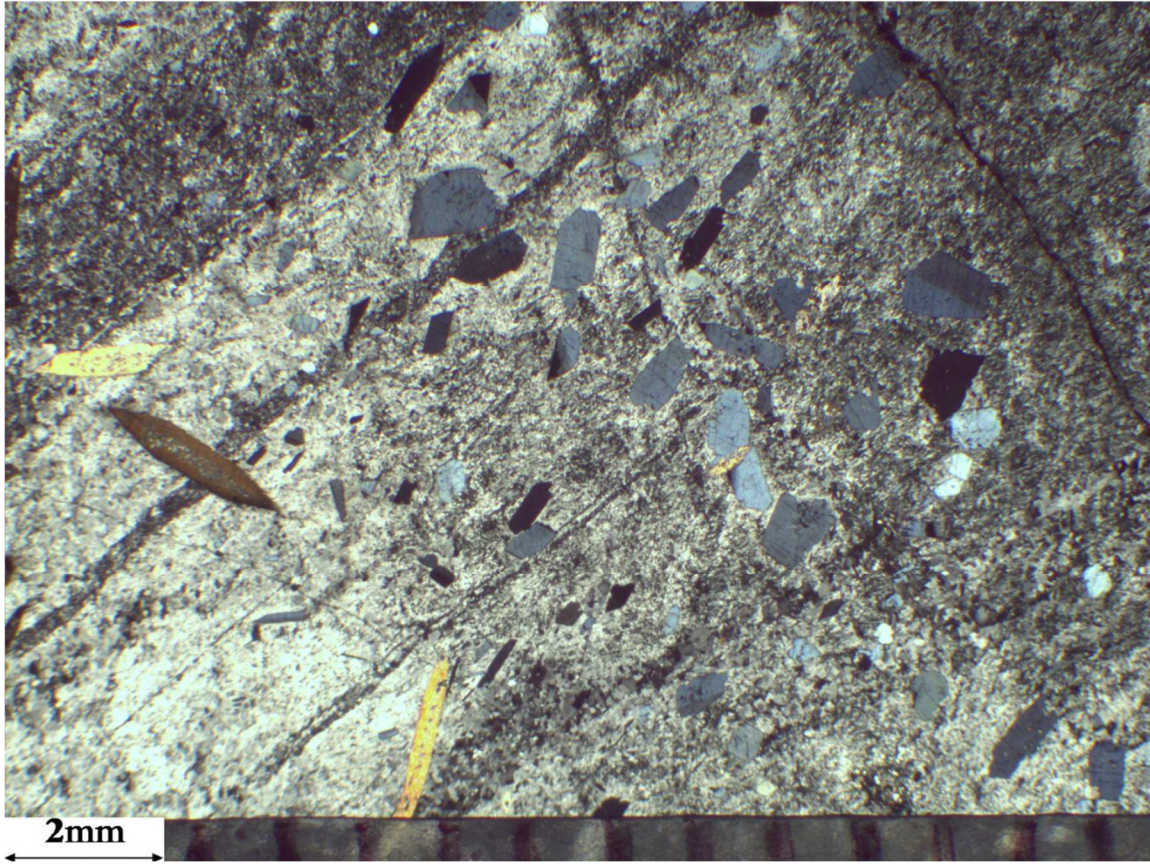


Figure 20: LM 15-RP-2135-A1: Mâcles, clinozoïsite et actinote

3.6.2 LAME MINCE 15-RP-2135-A2 (-1, -2 ET -3)

Rappel : La lame mince A2-1 (Fig. 21) montre le contact entre la matrice et un plagioclase. La lame A2-2 (Fig. 22) est le cœur de ce plagioclase et celle A2-3 (Fig. 23) montre l'autre bordure du mégacristal de plagioclase.

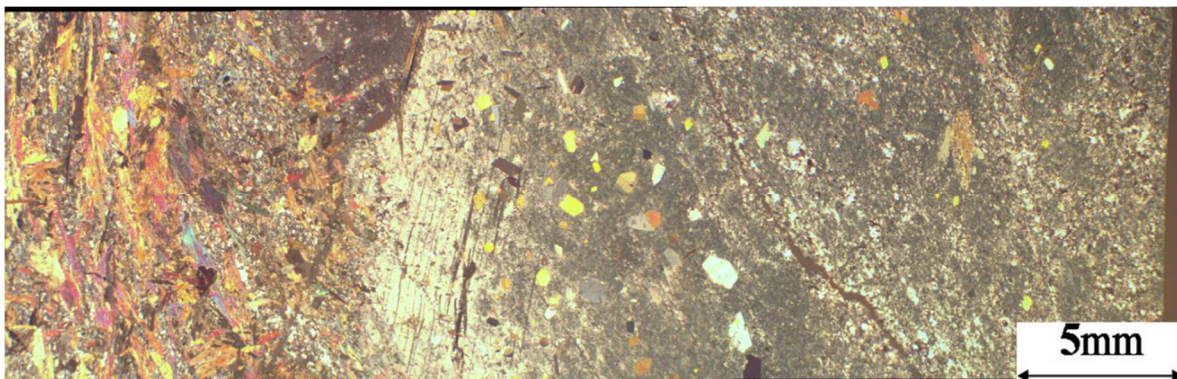


Figure 21: LM 15-RP-2135-A2-1 (LP)

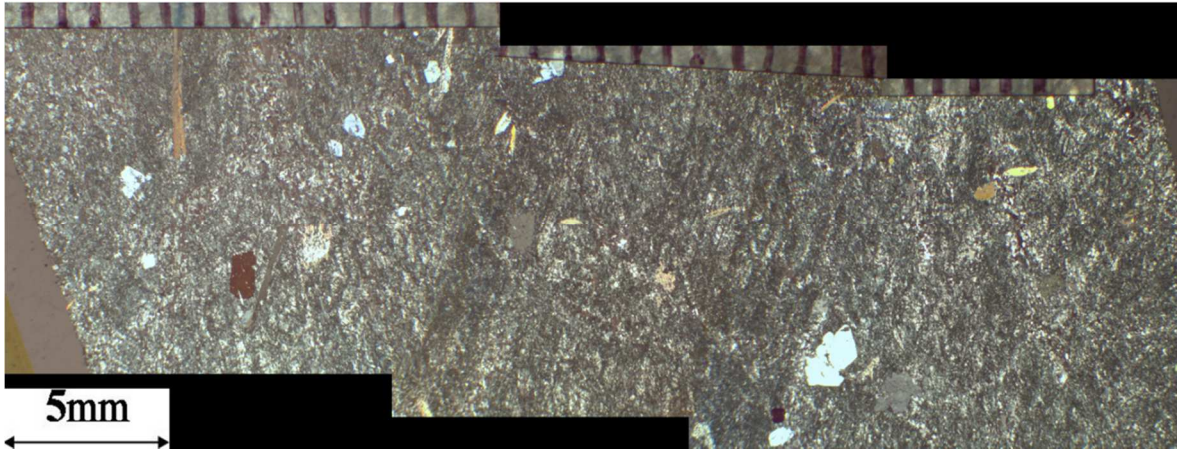


Figure 22: LM 15-RP-2135-A2-2 (LP)

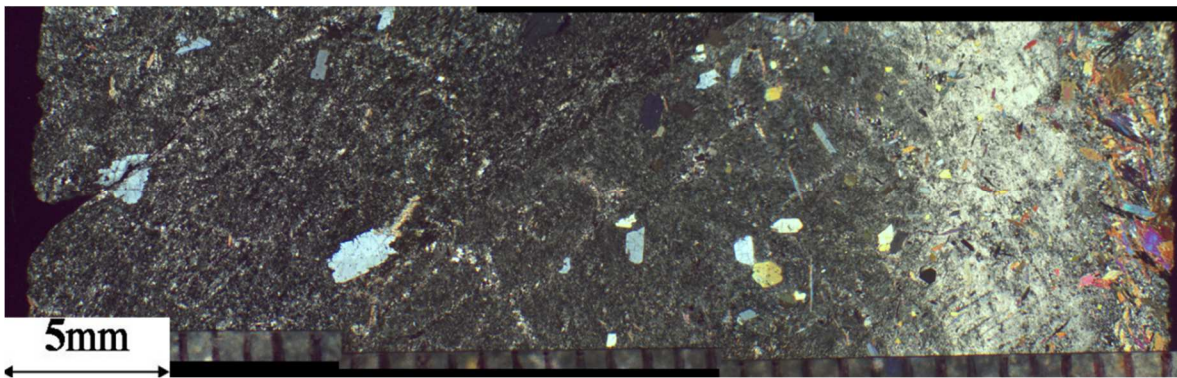


Figure 23: LM 15-RP-2135-A2-3 (LP)

Les lames A2-1 et A2-3 sont très semblables à 15-RP-2135-A1, à la différence que les minéraux sont plus distincts (moins altérés) et légèrement moins déformés. La lame A2-2 met en évidence l'homogénéité du cœur d'un mégacristal de plagioclase.

3.6.3 LAME MINCE 15-RP-2135-A2-1 ET -A2-3

L'assemblage minéralogique est semblable à la lithologie précédente. Les minéraux majeurs sont : Plagioclase (65%), hornblende verte et actinote (25%), clinozoïsite (5%) et chlorite (3%). Les minéraux mineurs sont : Biotite (1%), titanite (1%) et opaques (traces).

Les cristaux de clinozoïsites les mieux cristallisés (Fig. 24) se trouvent dans la bordure de réaction et ils contiennent des inclusions arrondies de plagioclase. Les mâcles sont encore une fois facilement visibles dans cette bordure, mais beaucoup moins en allant vers le centre du plagioclase. L'altération et les très petits grains cachent le fond de la lame.

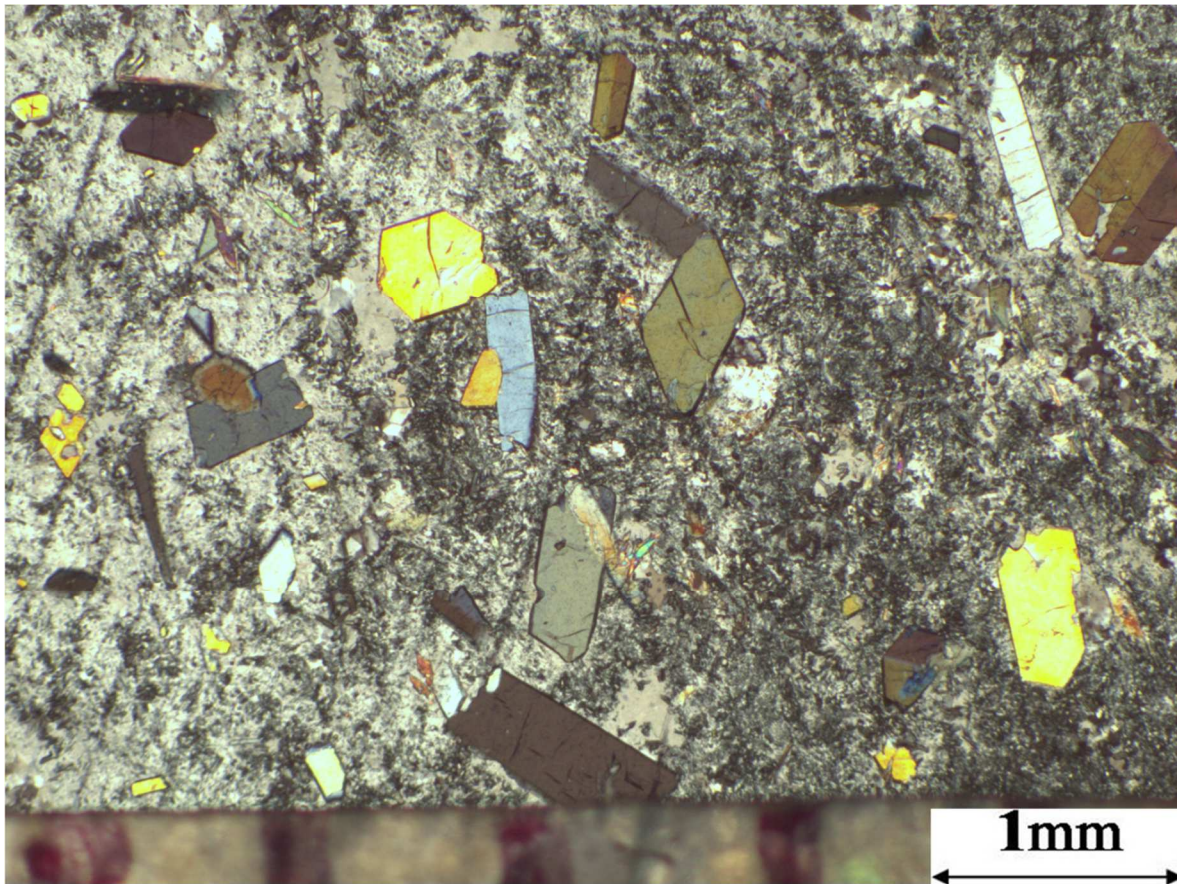


Figure 24: LM 15-RP-2135-A2-1, Bordure de réaction avec clinozoïsite, actinote et mâcles de plagioclase

La hornblende et l'actinote forment un enchevêtrement de cristaux composant la matrice mafique (Fig. 25), ainsi que de belles aiguilles dans le méga-plagioclase en relique (avec inclusions du plagioclase et semble parfois être en altération à la clinozoïsite).

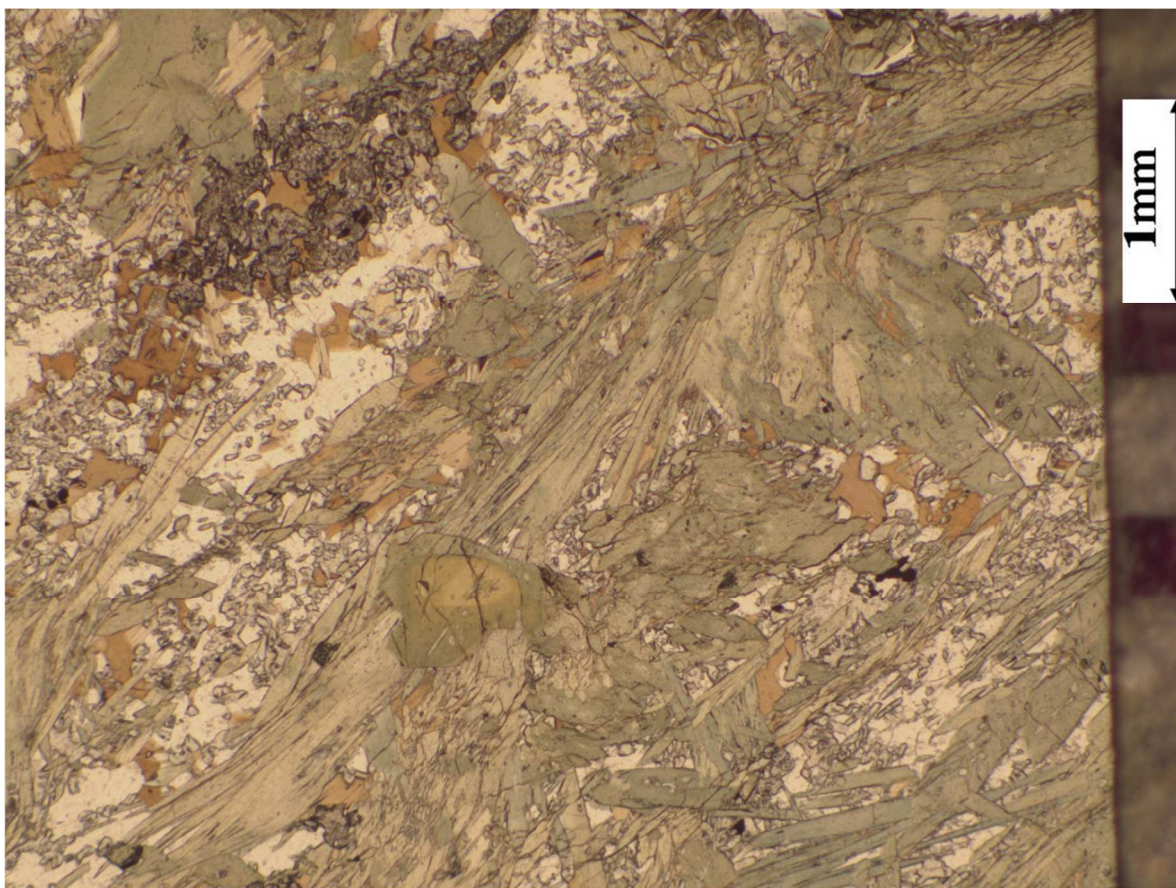


Figure 25: LM 15-RP-2135-A2-1, Matrice mafique avec titanite, hornblende, actinote et plagioclase (LN)

La cristallisation de la hornblende est syn-métamorphique, car on retrouve des cristaux très déformés, alors que d'autres sont parfaitement idiomorphes et aciculaires. Cet épisode de cristallisation est secondaire à celui ayant formé les plagioclases et la clinozoïsite. Les cristaux d'amphiboles les mieux cristallisés se retrouvent dans la bordure de réaction et la matrice. La photo ci-dessus montre aussi la zonation d'une amphibole, prouvant qu'il y avait des conditions changeantes lors de la cristallisation.

3.6.4 LAME MINCE 15-RP-2135-A2-2

Cette lame est le cœur d'un mégacristal de plagioclase (Fig. 26). C'est une minéralogie simple et constante. Les plagioclases sont les premiers minéraux à avoir cristallisé. La clinozoïsite est idiomorphe et contient des inclusions de plagioclase. L'épisode de métamorphisme n'est pas distinguable de l'épisode de déformation et semble être du degré des schistes verts, ayant ainsi permis la cristallisation de l'hornblende. On distingue d'ailleurs des aiguilles d'amphiboles ayant cristallisé tardivement, mais étant non déformées (Fig. 27).

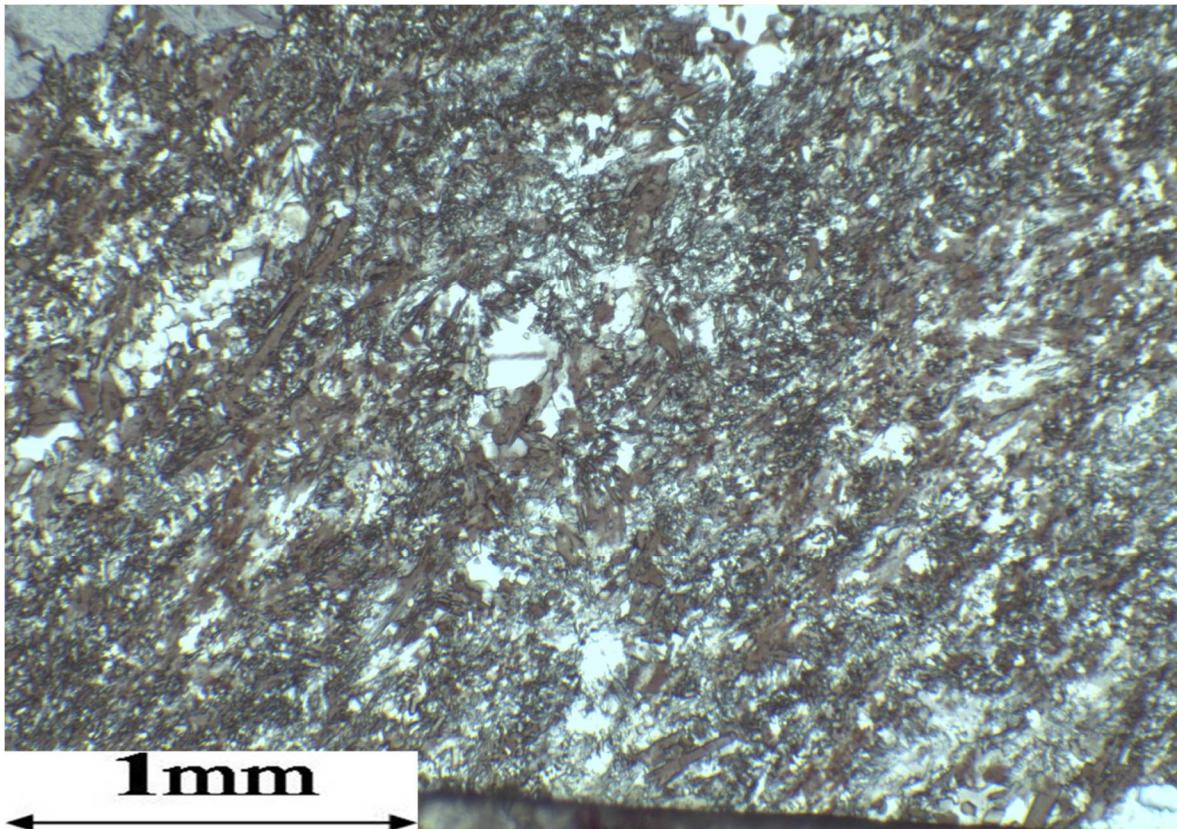


Figure 26: LM 15-RP-2135-A2-2, Petits grains de plagioclases altérés formant le coeur du mégacristal

Minéraux majeurs : Plagioclase (97%), hornblende verte (1%), clinozoisite (2%).

Minéraux mineurs : Chlorite (traces).

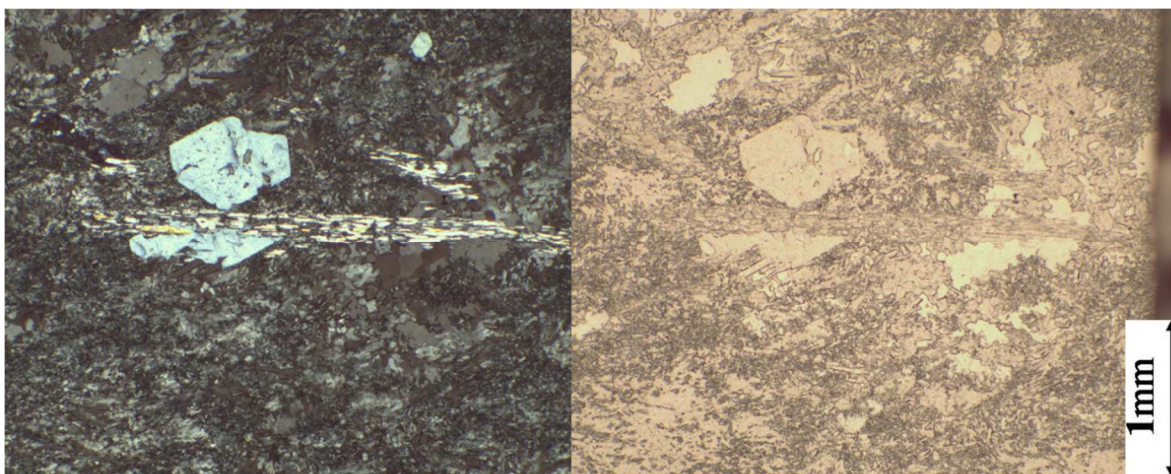


Figure 27: 15-RP-2135-A2-2, Actinote et clinozoisite

L'altération du plagioclase est très forte, à un point tel qu'il est difficile de dire si les mégacristaux sont glomérocristiques d'origine ou si c'est une conséquence de la recristallisation. Ce qui semble être des reliques de mâcles centimétriques peut porter à

croire que le cristal était monocristallin à sa genèse, mais il faut garder en tête que plusieurs épisodes de déformation/métamorphisme ont influencé cette région.

De plus, il semble y avoir des reliques de mâcle de mégacristsaux, mais on ne peut l'affirmer à 100% (Fig. 22).

3.6.5 LAME MINCE 15-SN-5119-A

Rappel : Cette roche est la plus déformée, celle avec les mégacristsaux très étirés.

La lame montre une partie d'un mégacristal de plagioclase en contact avec la matrice (Fig. 28). On voit bien que le mégacristal est en fait composé d'une agglomération de petits plagioclases complètement recristallisés. Ils sont disposés de façon à produire des jonctions triples et ils ne sont pas altérés (Fig. 29). On remarque aussi que la recristallisation n'est pas uniforme.

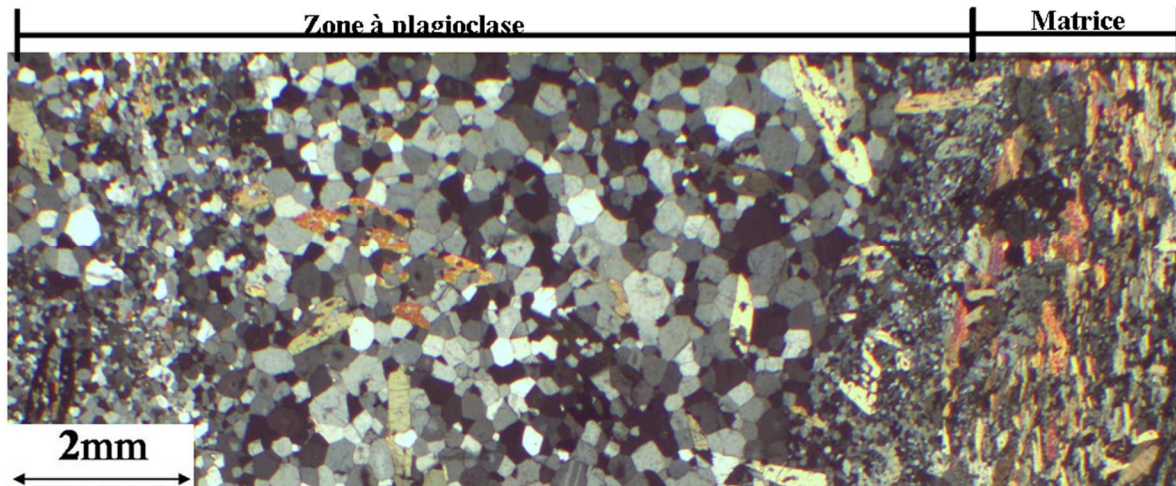


Figure 28: 15-SN-5119-A (LP), contact mégacristal / matrice

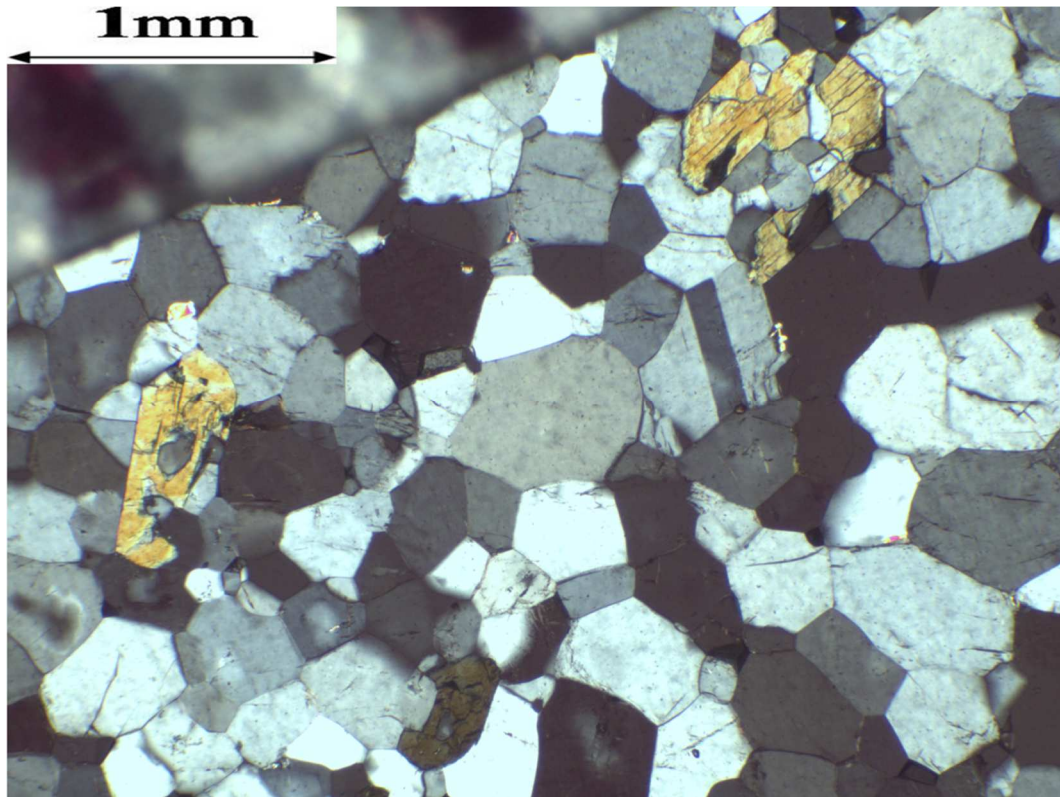


Figure 29: 15-SN-5119-A (LP), Plagioclases recristallisés et reliques d'HB

Minéraux majeurs : Plagioclases (80%), biotite (18%) et hornblende verte (2%).

Minéraux mineurs : Titanite et opaques (Tr).

La matrice est formée d'environ 70% de biotite, 25% de plagioclase et 5% d'hornblende. Toute la lame montre une forte orientation préférentielle liée à la déformation et presque tous les minéraux ont été affectés par cette déformation tardive. Il y a cependant des mégacristaux d'hornblende verte idiomorphes et aciculaires de 2-4 mm dans la zone à plagioclase qui semble venir d'une cristallisation post-déformation.

3.6.6 LAME MINCE 15-RP-2135-D

Rappel : C'est l'unité blanchâtre très altérée sous-jacente à RP-2135-A.

Les grains de quartz présentent deux granulométrie dominantes : 0.1 et 0.03mm. Les grains sont équi-granulaires de façon générale selon les deux grosseurs décrites. Le fond de la lame est occupé par des cristaux xénomorphes de quartz et de plagioclase montrant des jonctions triples, et de la chlorite hypidiomorphe (Fig. 30). Des phénocristaux hypidiomorphes et fracturés de grenat (Fig. 31), ainsi que l'orientation préférentielle des minéraux montrent qu'une déformation tardive a eu lieu.

Minéraux majeurs : Quartz (59%), chlorite (27%), biotite (5%), plagioclase (5%).

Minéraux mineurs : Grenat (2%), muscovite (1%) et opaques (1%).

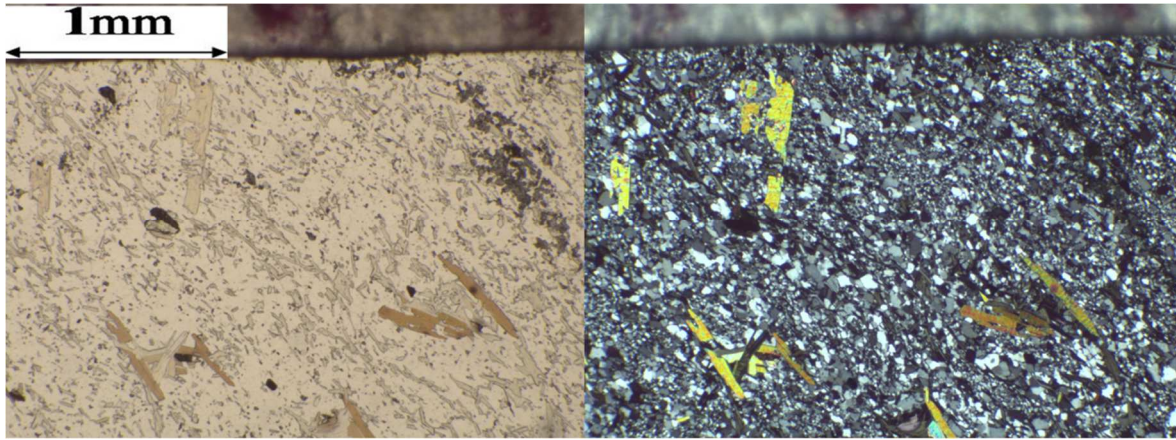


Figure 30: LM 15-RP-2135-D, montrant la matrice de Qz et Chl, plus l'orientation préférentielle

Les textures sont donc : porphyroblastique, granoblastique et granophyrique. Cette roche est difficile à classifier en raison de la complète recristallisation des minéraux principaux. L'agencement Qz+Bt+Chl+Gt laisse cependant penser que c'est une roche pélitique métamorphisée au faciès des schistes verts, entre la zone à Bt et celle à Gt (~450°C).

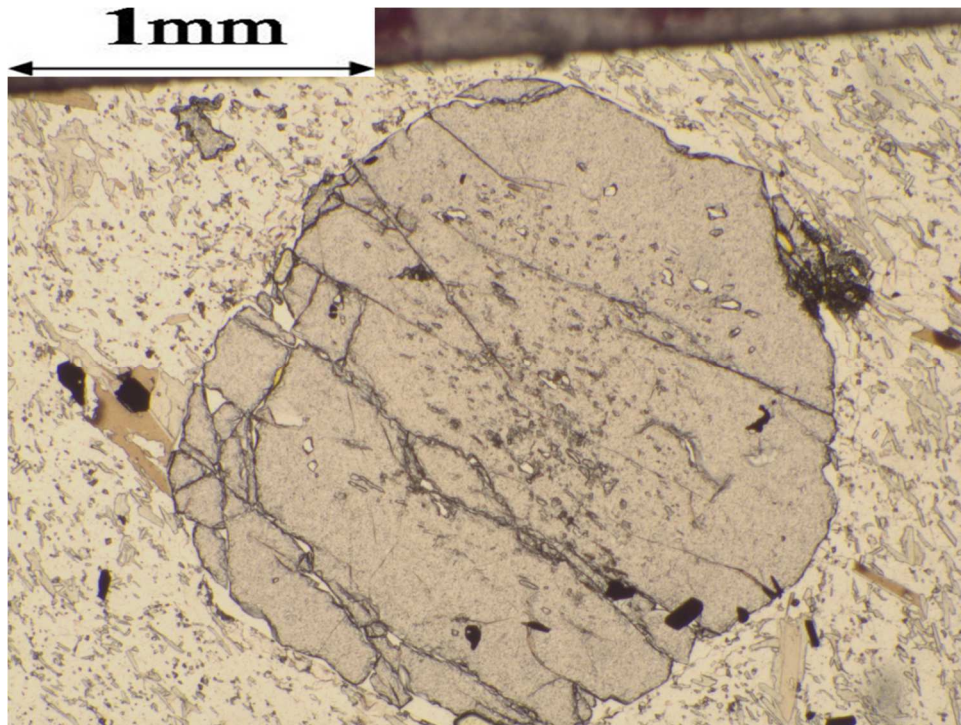


Figure 31: LM 15-RP-2135-D, grenat avec inclusions

CATHODOLUMINESCENCE

L'altération des plagioclases créé des petits grains qui ressemblent à du quartz sur les photos des lames minces et à des baguettes de chlorite. La cathodoluminescence a permis de clarifier ces ambiguïtés et de prouver qu'il n'y a aucun quartz dans les lames du gabbro à mégacristsaux. Les lames ont été analysées tout du long avec cet instrument et il en ressort que les mégacristsaux sont plutôt homogènes. En fait, les lames sont en général toutes assez homogènes, c'est pourquoi seulement quelques photos de cathodoluminescence sont pertinentes à être exposées ici.

Voici les quelques informations importantes à savoir pour comprendre les photos : un minéral avec du fer dans sa composition apparaît noir, le quartz apparaît bleuâtre, les plagioclases paraissent verts et quelques petits minéraux accessoires apparaissent jaune ou rouge. (Les paramètres de réglage du voltage, de l'intensité du courant et les détails sur l'instrument se retrouvent en annexe.)

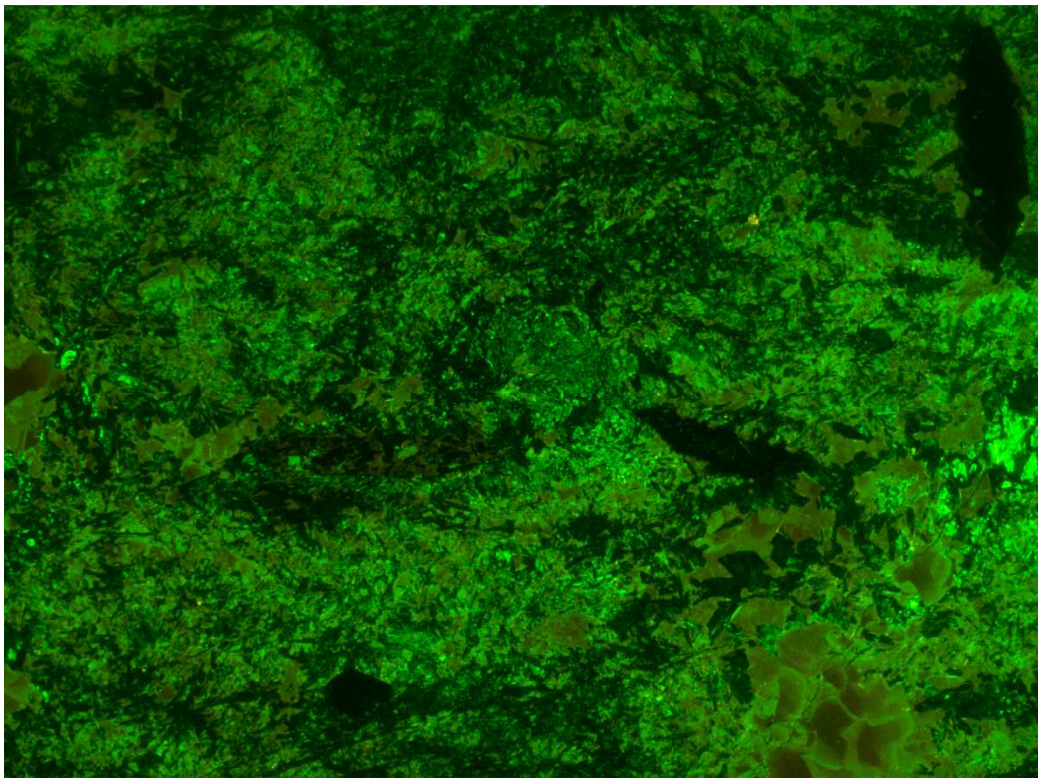


Figure 32: Cathodoluminescence 15-RP-2135-A2, Coeur d'un mégacristal de plagioclase (Grossissement 5X)

Cette photo (Fig. 32) montre bien l'altération intense et homogène du cœur du mégacristal, les actinotes en aiguilles et quelques grains de plagioclases zonés et recristallisés.

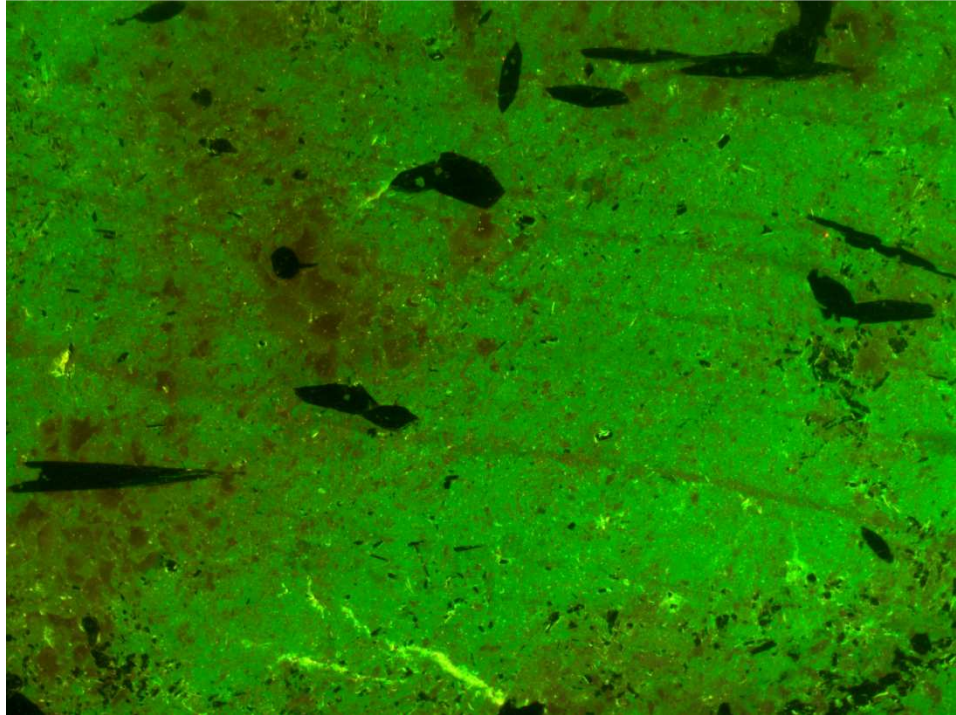


Figure 33: Cathodoluminescence 15-RP-2135-A2, Bordure de réaction avec clinozoïsite et Act (Grossissement 5X)

Cette photo (Fig. 33) montre que la bordure de réaction est composée de plagioclases non altérés et recristallisés en très petits grains. Des mâcles, ou plans de faiblesse, sont aussi distinguables, tout comme des clinozoïsites et des actinotes.

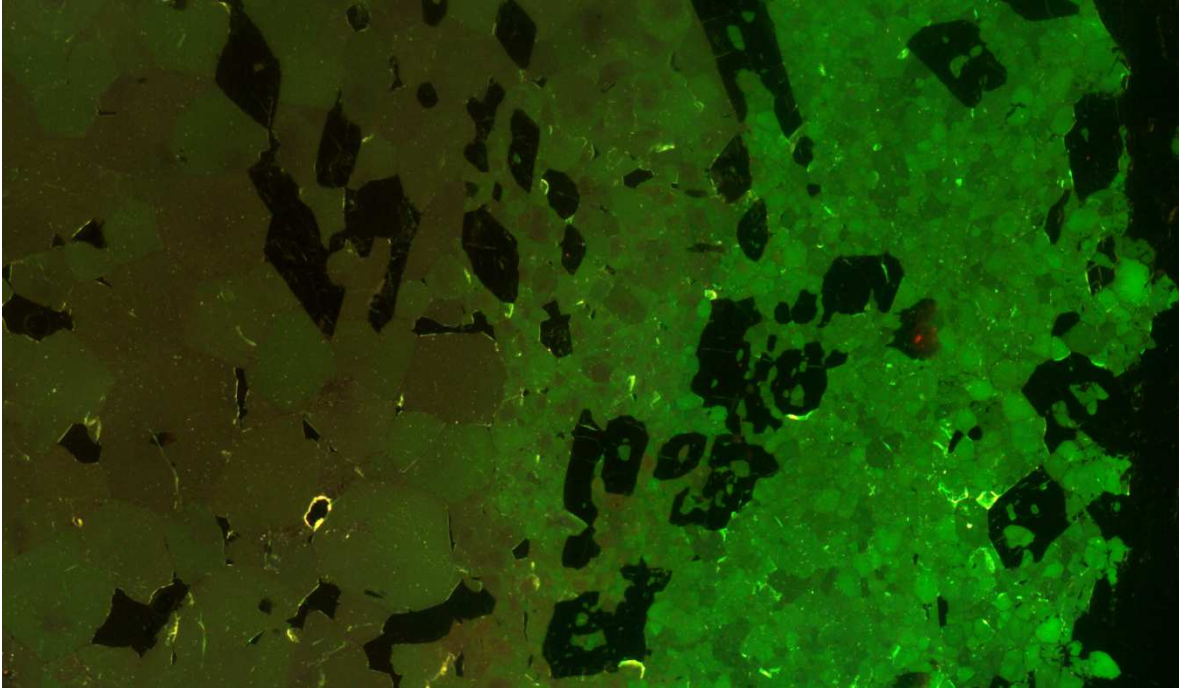


Figure 34: Cathodoluminescence 15-SN-5119, Contact matrice et plagioclases (Grossissement 5X)

La cathodoluminescence permet de mieux distinguer la recrystallisation non uniforme du mégacristal de plagioclase (Fig. 34). Cette lame mince provient de la roche la plus déformée et on voit que tous les petits grains de plagioclase sont recrystallisés et peu altérés.

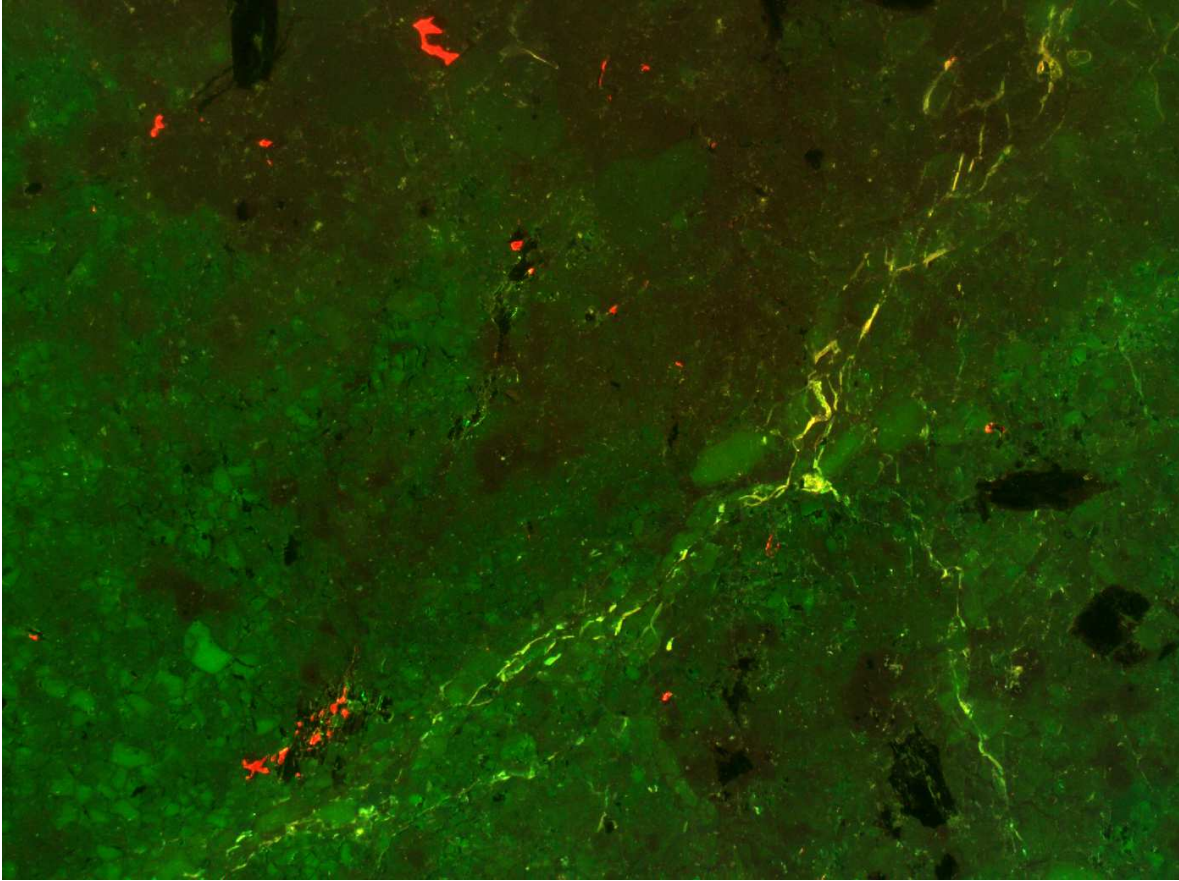


Figure 35: Cathodoluminescence 15-SN-5124-A2, Cœur du mégacristal de plagioclase (Grossissement 5X)

Les minéraux rouges sont des grenats morcelés par la déformation tardive (Fig. 35). Cette lame montre une recristallisation moins complète que la bordure de réaction de RP-2135-A2, mais également une altération moins importante que le cœur de RP-2135-A2. Les conditions ayant affectées le mégacristal de plagioclase étaient donc différentes (en raison de la faille de chevauchement), produisant cet aspect plus chaotique malgré la composition pétrologique similaire.

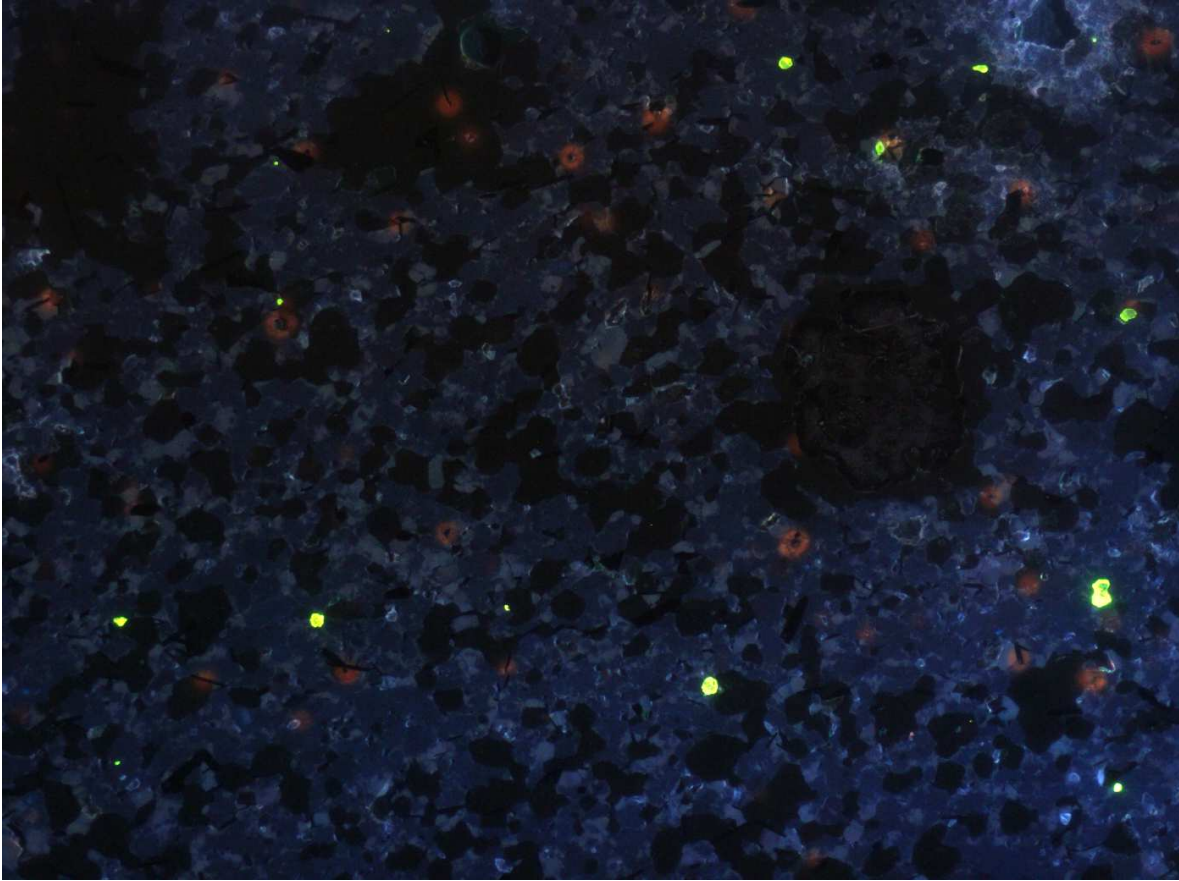


Figure 36: Cathodoluminescence 15-RP-2135-D, matrice de quartz et phénocristal de grenat

Finalement, la lame mince de la métaquartzite se distingue facilement des autres en cathodoluminescence (Fig. 36). Le quartz en bleu est majoritaire et les minéraux noirs sont principalement la chlorite. On remarque ici des minéraux accessoires jaune fluo qui sont des apatites. En raison des paramètres du courant électrique, on voit un phénocristal arrondi de grenat qui apparaît très foncé vu qu'il possède un peu de fer.

3.7 ANALYSE DES ÉLÉMENTS MAJEURS

L'analyse des éléments majeurs vient compléter les interprétations des lames minces. Il est alors intéressant de préciser le nom qui peut être attribuer aux plagioclases selon les trois pôles de solution solide possible à l'aide du diagramme ternaire qui suit :

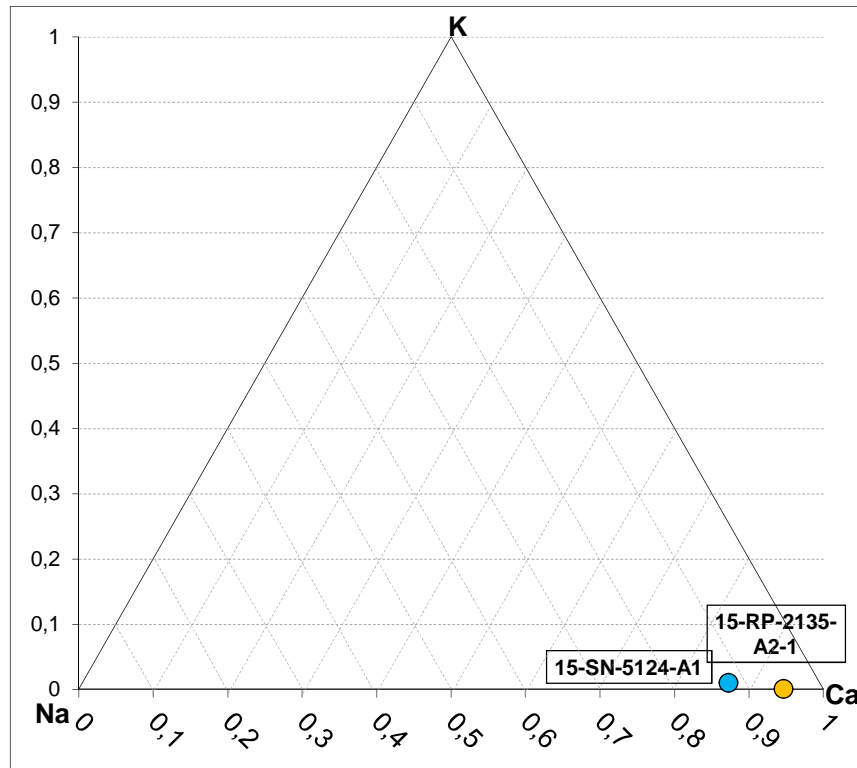


Figure 37: Composition des plagioclases isolés K-Na-Ca

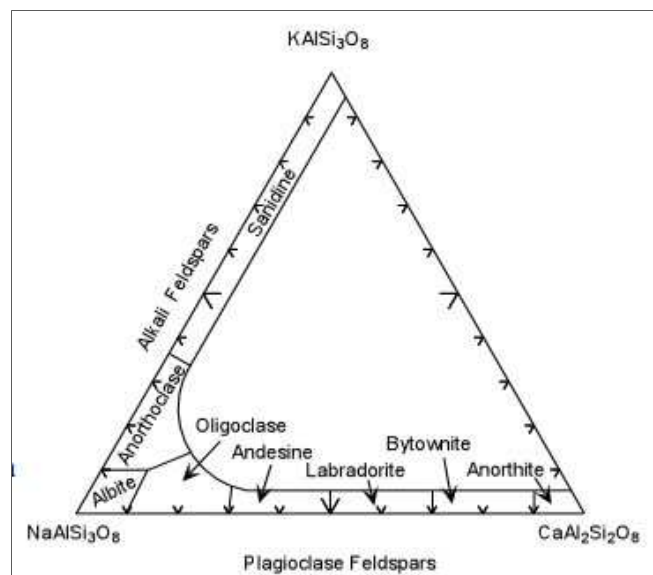


Figure 38: Classification théorique des plagioclase

Ces diagrammes ternaires permettent de dire que les plagioclases de l'échantillon 15-RP-2135-A2, qui est le gabbro le plus sain, sont des anorthites (à 95% An). Les plagioclases de l'échantillon 15-SN-5124-A1 peuvent quant à eux être qualifiés de bytownites (à 87% An).

Un gabbro est une roche mafique et la forte calcicité des plagioclases corréle aussi l'idée d'un magma d'origine mafique.

L'analyse des éléments majeurs vient confirmer l'interprétation des lames minces et des photos de cathodoluminescence concernant le fait que malgré leur forte altération, les mégacristsaux sont des plagioclases.

3.8 ANALYSE DES ÉLÉMENTS DE TERRES RARES

L'analyse des éléments de terres rares permet de voir les liens génétiques entre les composantes des roches et entre les différentes lithologies. On peut aussi voir l'évolution du magma.

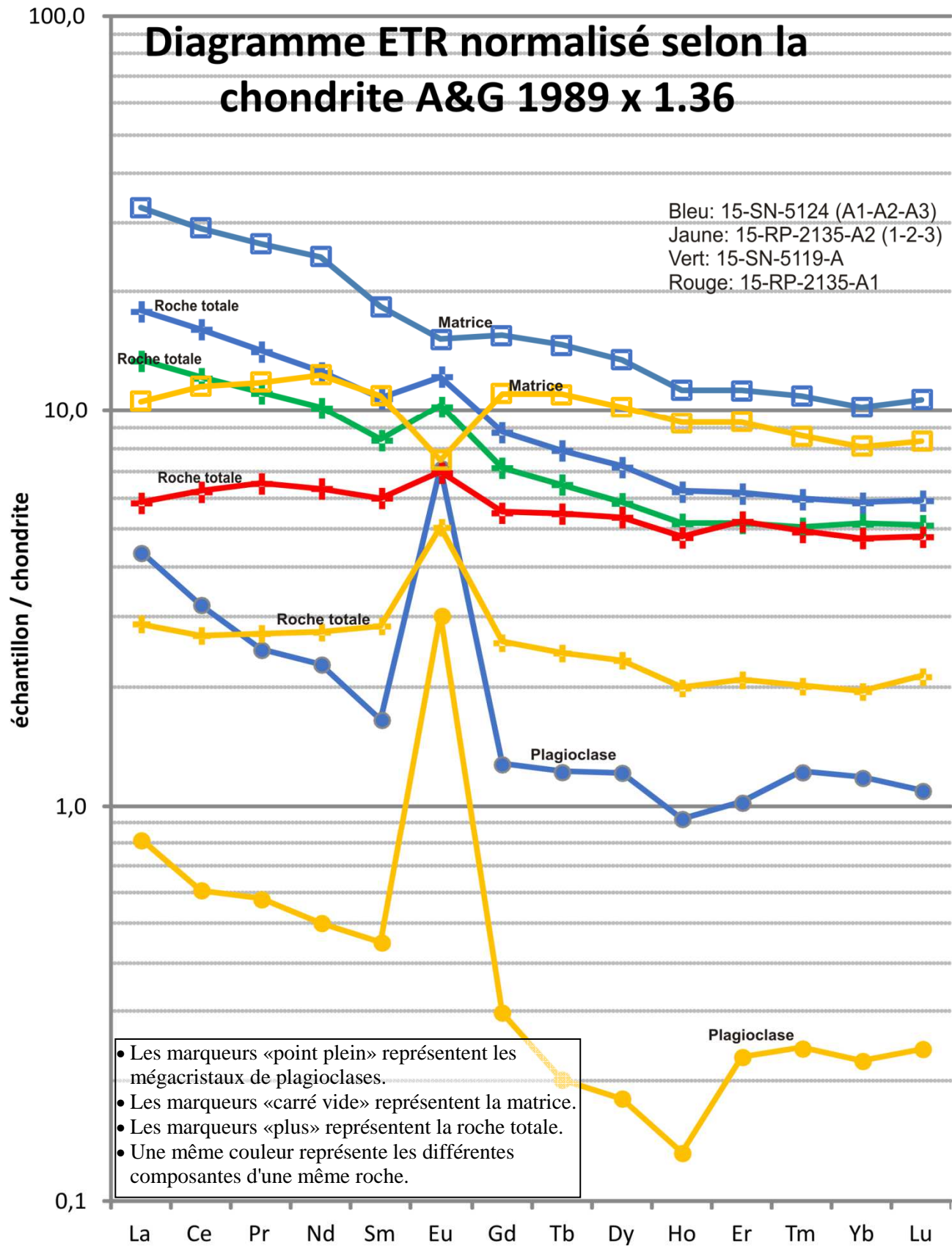


Figure 39: Diagramme ETR

OBSERVATIONS DE LA COURBE « ROCHE TOTALE »

Le graphique de la figure 39 est intéressant parce qu'il met en évidence un enrichissement en Eu pour toutes les roches totales analysées. Ces roches sont toutes supposées issues du gabbro à mégacristsaux, mais ayant subies différentes conditions de métamorphisme. On distingue en conséquence la relation spatiale entre les échantillons d'un même secteur (RP-2135) de ceux de l'autre secteur (SN-5119 et SN-5124), par l'allure générale de la courbe. Cette différence spatiale en lien avec l'allure de la courbe roche totale est due à la matrice, car la forme de la courbe des plagioclases isolés est presque pareille entre les deux secteurs.

OBSERVATIONS DES COURBES « MATRICE ET PLAGIOCLASE »

Le fait que la matrice montre un déficit en Eu alors même que les plagioclases correspondants sont enrichis en cet élément, indique un processus de cristallisation fractionnée. Cette hypothèse est reprise dans la partie discussion. Noter cependant que ce processus pétrogénétique est commun aux plagioclases.

REPRÉSENTATION DE L'EUROPIUM SELON LE SAMARIUM

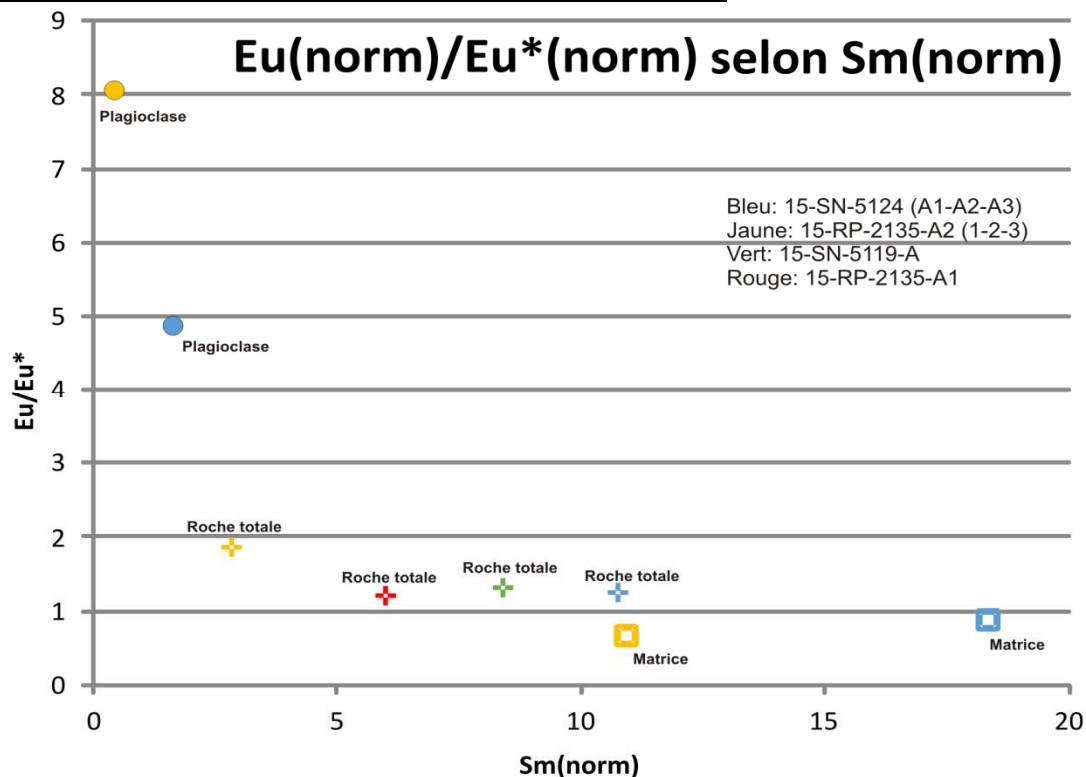


Figure 40: Diagramme Eu selon Sm

Ce graphique (Fig. 40) représente la valeur en Eu relativement à la valeur moyenne des deux autres éléments entourant l'euporium, soit Sm et Gd. Le tout est en valeur normalisé à la chondrite de $1989 \times 1,36$. Ce graphique permet de visualiser plus clairement les mêmes observations que le diagramme ETR précédent en montrant combien de fois Eu est plus élevé que la chondrite normalisée. Il en ressort de plus que :

- L'échantillon le plus sain (15-RP-2135-A2-1) montre la plus forte anomalie positive.
- Les roches totales, présentent toutes une faible anomalie positive en Eu et la roche totale 15-RP-2135-A2 montre encore une anomalie positive plus grande que les autres.

REPRÉSENTATION DU LANTHANE SELON LE LUTÉTIUM

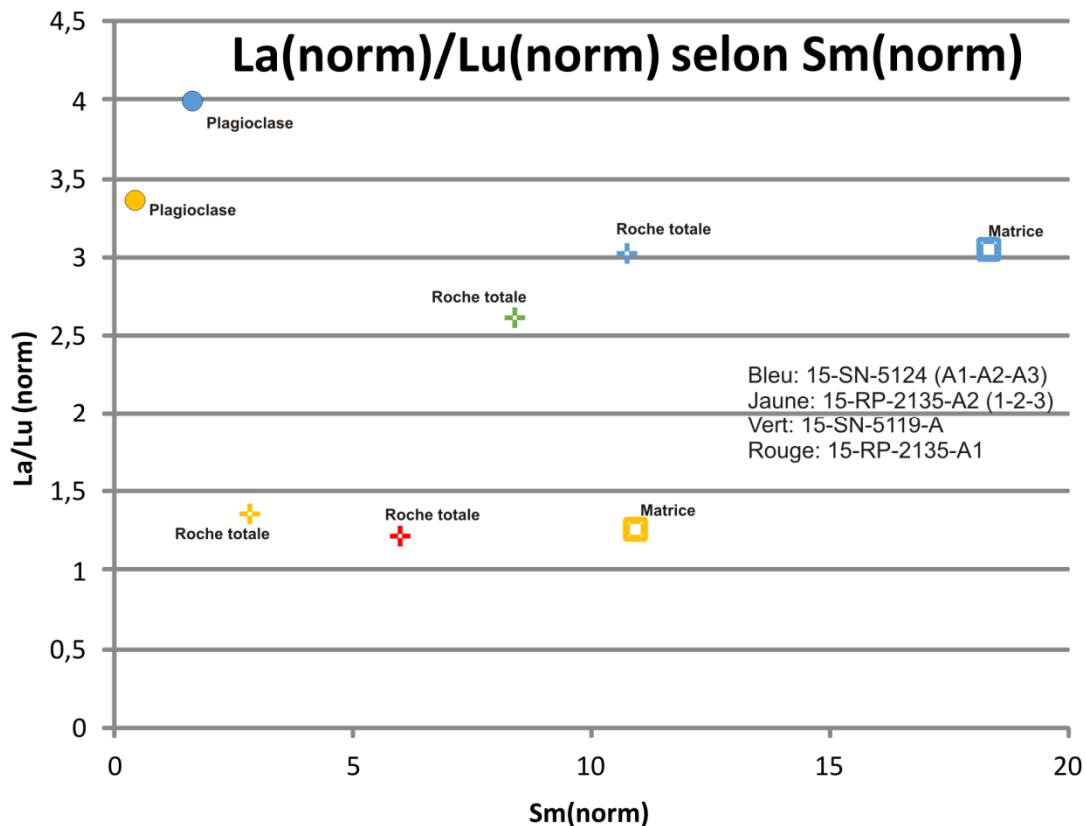


Figure 41: Diagramme La selon Lu

Ce graphique (Fig. 41) représente la tendance générale des éléments de terres rares légers à être en plus grande concentration que ceux lourds.

Il montre premièrement que pour les deux secteurs, les plagioclases montrent une importante préférence pour les ETR légers. Deuxièmement, la matrice et la roche

totale d'un même affleurement montrent une préférence similaire pour les ETR légers, et ce pour les deux secteurs. Troisièmement, on remarque que les deux roches de l'affleurement 15-SN (15-SN-5119-A et 15-SN-5124-A3) montrent une préférence pour les ETR légers bien supérieure à celle que montrent les deux roches de l'affleurement 15-RP (15-RP-2135-A2-3 et 15-RP-2135-A1).

Il aurait été intéressant d'avoir une analyse chimique des plagioclases de l'échantillon 15-SN-5119-A (de façon isolée comme 15-RP-2135), mais la forte déformation a trop étiré les plagioclases pour qu'il soit possible de les isoler avec les instruments qui étaient disponibles.

4. DISCUSSION

4.1 COMPARAISON AVEC UN COMPLEXE CONNU D'ANORTHOSITE ARCHÉENNE : BAD VERMILION LAKE (ONTARIO)

Bad Vermilion Lake en Ontario est un complexe reconnu d'anorthosite archéenne (Ashwal et al. 1983), montrant des mégacristaux de plagioclase et une matrice très semblable au présent sujet d'étude.

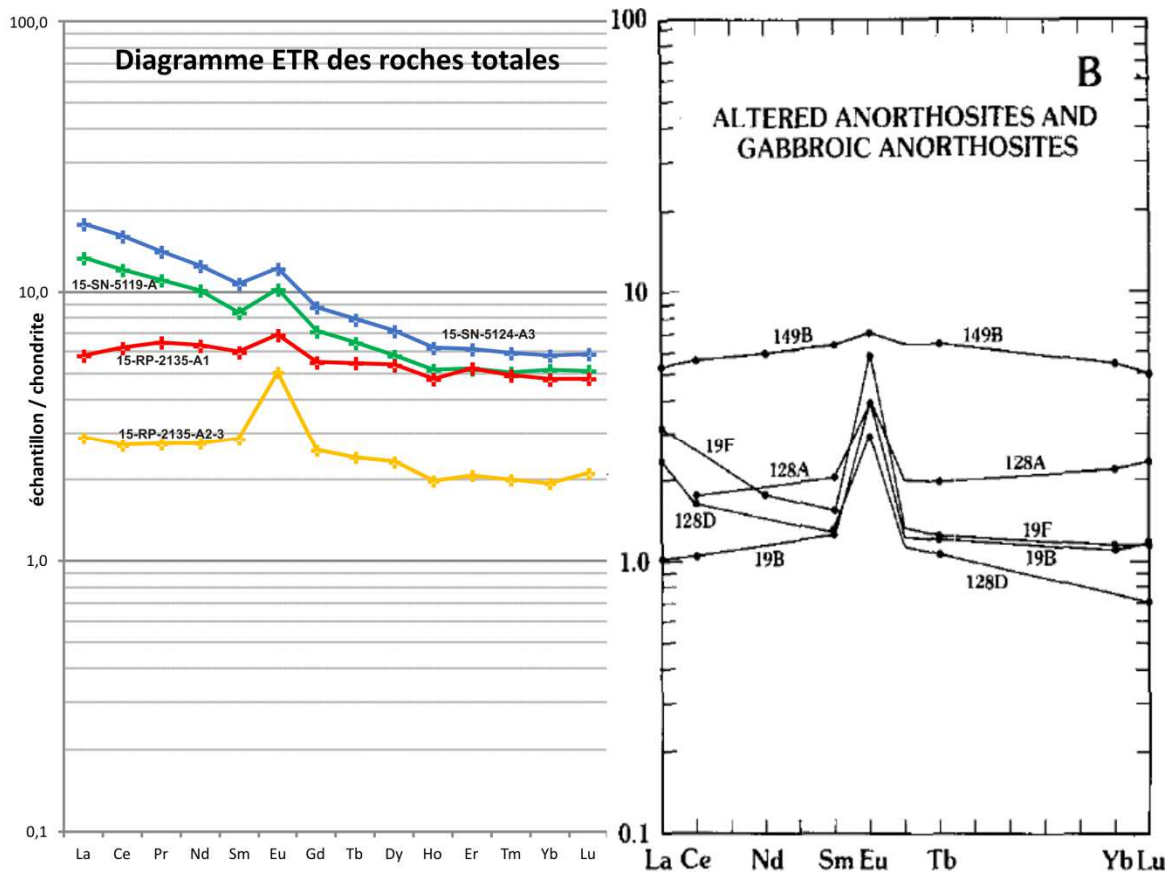


Figure 42: Diagramme ETR, Roches totales

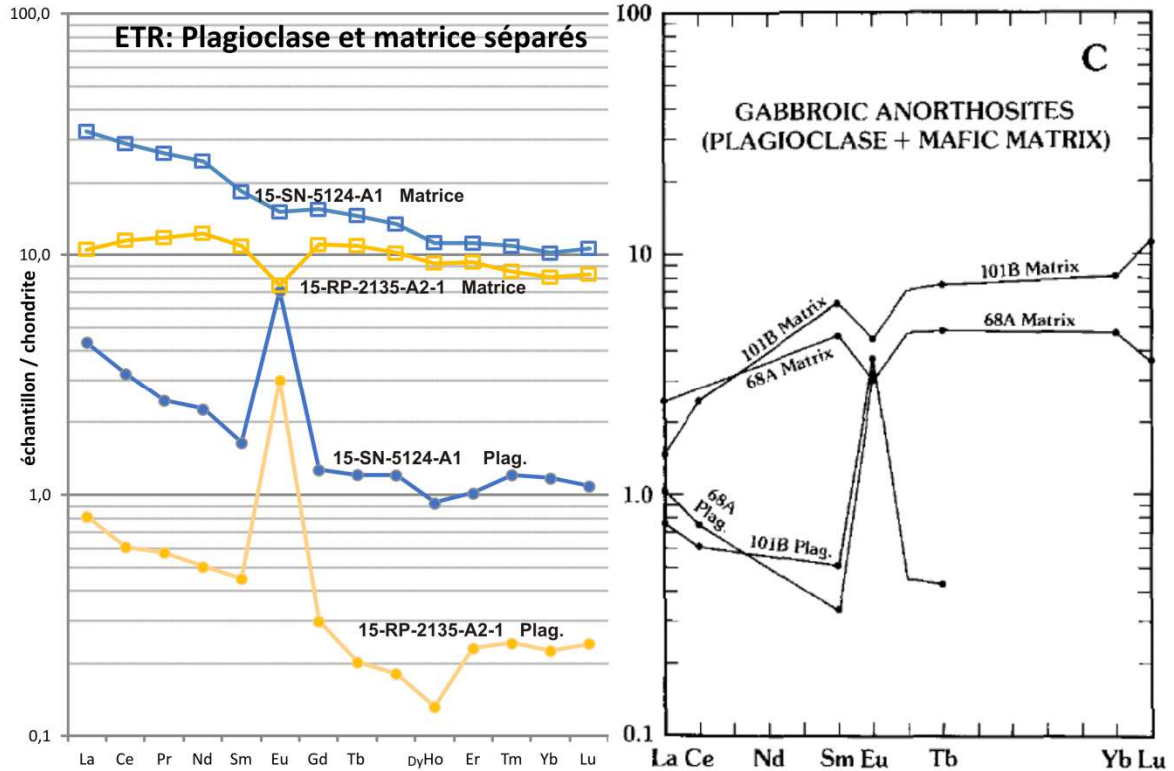


Figure 43: Diagramme ETR, plagioclases VS Matrice

15-RP-2135-A1, qui est le gabbro un peu altéré, ressemble à 149B : Une anorthosite gabbroïque (>10% matrice) avec des plagioclases altérés, de diamètre atteignant 1cm et un matrice mafique à grains fins (Fig. 42).

15-RP-2135-A2, qui est la roche la plus saine, ressemble plus à 68A : Une anorthosite gabbroïque (>10% matrice) avec des plagioclases de 1 à 3cm de diamètre et une matrice mafique composée de Chl- Ép-Qz (Fig. 43).

Cette étude propose deux hypothèses intéressantes à envisager pour le présent projet. La première hypothèse se base sur le fait que la matrice mafique des plagioclases possède une signature chimique des ETR presque pareil à une unité de basalte métavolcanique avec laquelle elle est en contact. Cela permettrait de dire que le complexe anorthositique s'est fait par accumulation de plagioclases dans une chambre magmatique nourrit par une magma mafique. La deuxième hypothèse suppose que la matrice mafique est un liquide résiduel du magma d'origine, après la cristallisation des plagioclases.

Le gabbro à mégacristaux n'est pas une anorthosite actuellement, mais le processus expliqué est applicable dans le présent cas. C'est une hypothèse plausible. De plus, les anorthosites archéennes sont restreintes dans le temps à l'éon en question et ce n'est pas chose prouvée concernant le gabbro étudié.

4.2 MÉTAMORPHISME ET DÉFORMATION

Selon les résultats des analyses ETR, il semble que la déformation, le métamorphisme et/ou l'altération hydrothermale apportent un enrichissement en ETR légers dans la matrice. Ce phénomène est dû au fait que les ETR légers sont moins compatibles que les lourds et restent dans les derniers liquides.

Des évidences de fluage sont facilement identifiables par les bordures lobées des mégacristaux de plagioclases et leur forme étirée. Les minéraux de la matrice montrent également une orientation préférentielle indiquant des mouvements liquides, et ce autant en mégascopique qu'en lame mince (Fig. 3 et 4)

L'assemblage minéralogique commun aux échantillons représentant les roches à mégacristaux (RP-2135-A1, -A2 et SN-5124, SN-5119) est composé plutôt similaire. Les minéraux majeurs sont composés de plagioclase (65%), d'hornblende verte et d'actinote (25%), de clinozoïsite (5%, absente pour SN-5124) et de chlorite (3%). Les minéraux mineurs sont composés de biotite (1%), de titanite (1%) et d'opagues (traces), (en plus de grenat et muscovite pour SN-5124).

Les proportions de ces minéraux varient légèrement entre les échantillons, mais tous indiquent un faciès de métamorphisme au degré des schistes verts supérieur. La grille pétrogénétique des roches mafiques démontre cette affirmation. Cependant, il faut noter que la présence de Na dans cette grille est de trop. Le système ayant formé les roches à l'étude ne possède en effet que très peu de sodium (max 2-3%), autant dans la matrice que les plagioclases. C'est pourquoi l'albite est absente des minéraux obtenus, remplacée par la bytownite et l'anorthite.

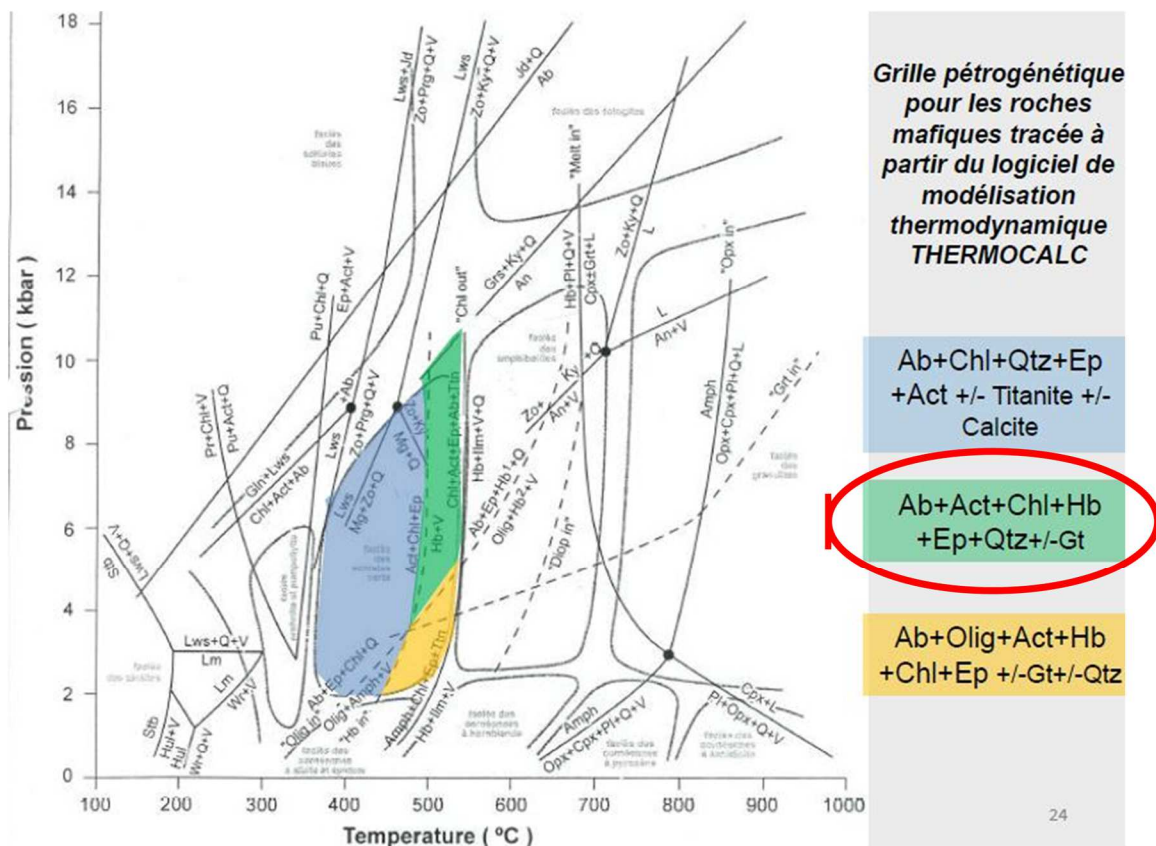


Figure 44: Grille pétrogénétique des roches mafiques, situant le métamorphisme du gabbro à mégacristsaux. (Le Na devrait être enlevé de la grille pour représenter le gabbro.)

L'échantillon 15-SN-5124 semble même avoir subi un métamorphisme un peu plus élevé en raison de l'absence de chlorite et la présence de grenat. Il se situerait à la limite entre les schistes verts et le faciès des amphiboles.

Le peu de sodium présent pourrait même être totalement dû au métamorphisme/hydrothermalisme ayant permis la cristallisation de l'hornblende. C'est en effet le seul minéral de l'assemblage qui admet cet élément dans sa composition chimique.

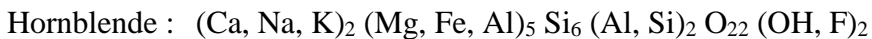




Figure 45: Cette zone de cisaillement (à gauche) montre l'effet de la déformation sur la roche (15-RP-2135-A2) qui ressemble alors à celle de l'affleurement 15-SN-5119 (à droite).

La déformation en lien avec la faille de chevauchement régionale semble être la cause des légères différences entre les deux secteurs où sont cartographiés les gabbros à mégacristaux.

4.3 RETOUR SUR LES HYPOTHÈSES

Au moment de la découverte de ces roches en campagne de cartographie, certaines caractéristiques n'étaient pas possibles de savoir et c'est pourquoi plusieurs hypothèses de formation ont été faites. L'hypothèse d'un gabbro orbiculaire a été rapidement écartée lorsque la minéralogie a été déterminée en lame mince. L'hypothèse de volcanisme bimodal felsique/mafique, comme quoi RP-2135-D aurait été de même composition que les plagioclases, a aussi été écartée (c'est en fait une métaquartzite).

Certaines pistes de solution supplémentaires pourraient être explorées. Par exemple, à savoir s'il pourrait y avoir un lien avec les gabbros à texture gloméroporphyrique cartographiés par le MERN ou si les mégacristaux ne seraient pas des xénolites. Cette dernière idée nécessiterait une étude poussée à la microsonde pour y répondre, afin d'établir des liens génétiques entre les mégacristaux et la matrice. On peut également se demander à quel point l'altération a pu changer la composition originelle de

la roche. En ce sens, il serait possible que cette roche est originellement été une anorthosite, qui aurait subit une forte altération hydrothermale. Les minéraux mafiques et la matrice pourraient être issus d'apports en liquides hydrothermaux, comme certaines anorthosites décrites par LAFRANCESCHINA, M. et BALDE, B. 2016.

Cependant, l'hypothèse de formation qui semble la plus plausible pour le moment est celle de la cristallisation fractionnée à partir d'une chambre magmatique. Elle serait cohérente avec la répartition des ETR entre les composantes de la roche (évolution du magma), les agencements minéralogiques et le fait que les deux secteurs à l'étude montrent une roche similaire. Ensuite, la forte calcicité des plagioclases correspond aussi à un magma d'origine mafique.

Les textures observées ressemblent grandement aux photos des anorthosites archéennes. La calcicité des plagioclases, leur composition des ETR et leur description également. Une datation par zircon a été tentée par la Commission Géologique du Canada en 2015, mais aucun zircon n'a été trouvé. Une autre méthode de datation serait nécessaire pour mieux caractériser ce gabbro.

CONCLUSION

En conclusion, le nom donné à la roche est « Gabbro à mégacristaux de plagioclase », et la description sommaire de cette roche est la suivante : « Roche formée d'une matrice de gabbro mélanocrate amphibolitisée (HB-Act-Bt-Plag-Titanite) et finement grenue, contenant des mégacristaux altérés et pluricentimétriques de plagioclases calciques (87-95% An) recristallisés en petits grains. »

Les multiples épisodes de déformation de la région de la Fosse-du-Labrador rendent difficile l'interprétation de la genèse des mégacristaux. Il y a en effet plusieurs cycles d'ouverture et de fermeture d'océan qui ont affecté la zone lithotectonique du Rachel-Laporte. Certains épisodes de cristallisation ont pu en effacer d'autres. Ce que l'on peut qualifier, c'est le degré du dernier métamorphisme. Les échantillons montrent un métamorphisme final à la limite du faciès des schistes verts supérieur. C'est la présence des minéraux : grenat, hornblende et chlorite qui permet de situer le métamorphisme autour de 480-550°C et de 5 à 9 Kbar. Ceci s'applique aux deux secteurs cartographiés, tout comme leurs agencements minéralogiques semblables et une répartition des ETR presque pareil entre les composantes de la roche. On peut ainsi affirmer que les deux secteurs cartographiés montrant des gabbros à mégacristaux sont fort probablement issus du même processus de genèse.

La roche étudiée possède plusieurs caractéristiques des anorthosites archéennes, mais n'a pas la composition adéquate en plagioclase. Il faudrait maintenant effectuée une datation Sm-Nd pour voir si elle peut faire office de marqueur stratigraphique pour la cartographie.

Finalement, même si la cristallisation fractionnée semble le processus de formation le plus plausible, d'autres possibilités demeurent et prouver le lien pétrogénétique entre la matrice et les mégacristaux pourrait être un projet futur intéressant.

ANNEXE

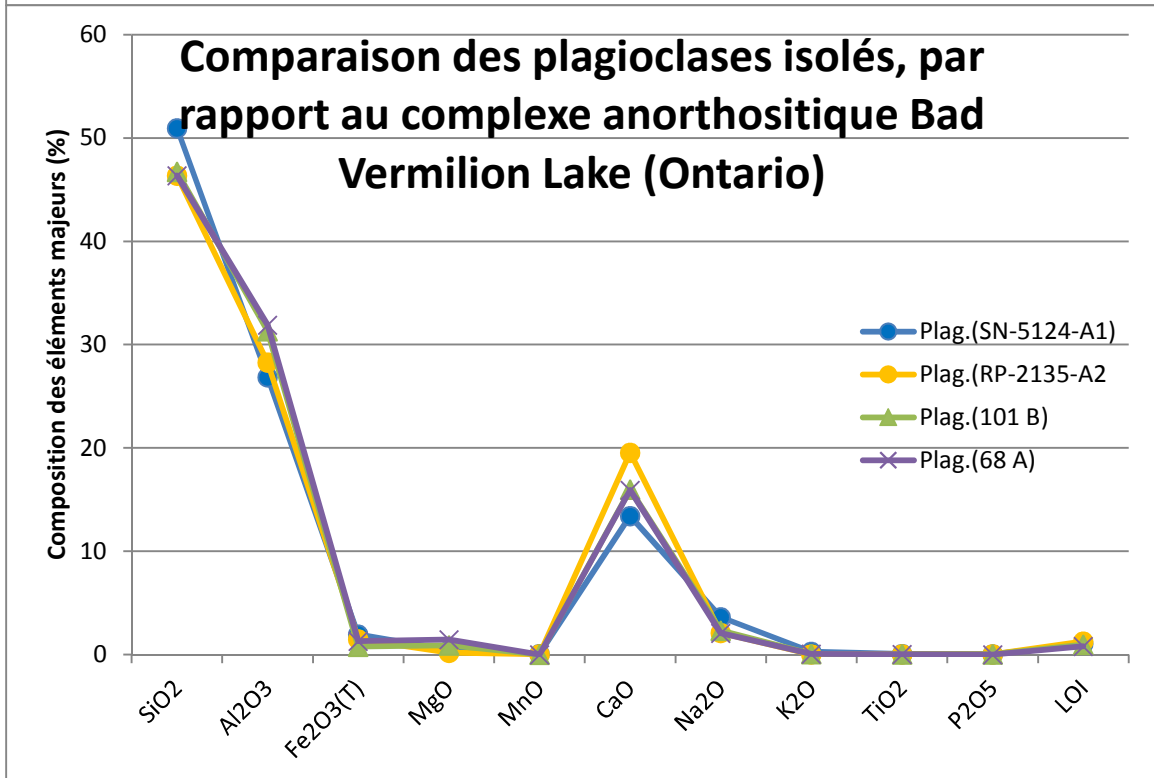
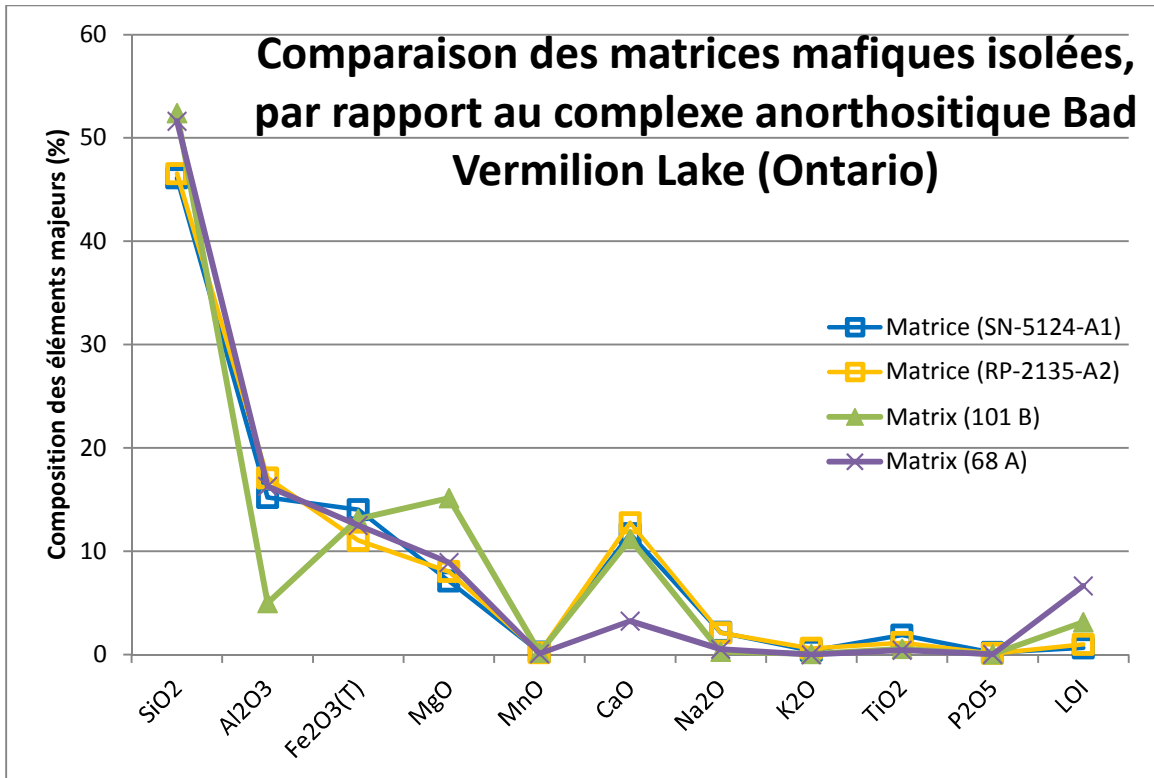
Tableau des analyses des éléments majeurs

En faisant un rapport des éléments : $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ sur le total des éléments majeurs (correspondant ainsi à la composition théorique des plagioclases par rapport à ce qui compose réellement les mégacristaux), les cristaux isolés des deux affleurements 15-SN-5124-A1 et 15-RP-2135-A2-1 donnent respectivement des compositions en plagioclase de 96,4% et 95,2%.

Tableau des analyses des ETR

Tableau des paramétrages de l'instrument de cathodoluminescence pour chaque lame

Fiches de description des lames minces



RÉFÉRENCE

- ASHWAL, Lewis D. 1993. *Anorthosites*. Minerals and Rocks. Édition Springer-Verlag, Berlin, Germany. 422 pages
- ASHWAL, Lewis D. 2010. *The Temporality of Anorthosite*. The Canadian Mineralogist, Vol. 48, pp. 711-728 (2010) DOI: 10.3749/canmin.48.4.711
- ASHWAL, L.D. et al. 1983. *Origin of Archean Anorthosites: Evidence from the Bad Vermilion Lake Anorthosite Complex, Ontario*. Contributions to Mineralogy and Petrology, Édition Springer-Verlag. 82:259-273
- CORRIGAN, David. 2013. *Évolution tectonique et métallogénie de l'Orogène Trans-Hudsonien et implications pour l'exploration minière dans le Grand Nord du Québec*. Présentation diapositive. Ressources Naturelles Canada
- CLARK, Thomas et al. 2004. Le Nickel dans les orogènes de l'Ungava et du Nouveau-Québec. Présentation diapositive. Québec Exploration 2004. Ressources Naturelles, Faune et Parcs
- FOUCAULT, Alain et al. 2012. Dictionnaire de géologie. Dunod
- LAFRANCESCHINA, M. et BALDE, B. 2016. *Projet Mitacs - Chibougamau High Mag Extension*. Rapport de stage. Maîtrise par cumul. 71 pages.
- LAHTI, Seppo, I. 2005. Orbicular rocks in Finland, With contributions by Paula Raivio and Ilkka Laitakari. Geological Survey of Finland. 177 pages, 195 figures and 16 tables. (Consultée le 4 mai 2016)
<http://www.kristallin.de/orbiculite/orbicular_rocks1.htm>
- NADEAU, Simon. 2015. Travail de terrain de descriptions lithologiques et d'échantillonnage. Kuujjuaq, Québec (Photographies)
- SIGÉOM. 2015. Carte interactive. Ministère de l'Énergie et Ressources Naturelles. Site web officiel du gouvernement du Québec