

# Géologie de la région du lac Varin (22F/10)

André Gobeil<sup>1</sup>, Martin Simard<sup>1</sup>, Thomas Clark<sup>1</sup>, Claude Hébert<sup>1</sup>, Alain Leclair<sup>1</sup>

RP 2006-01

**Mots-clés** : Grenville, anorthosite, ilménite, magnétite, apatite

## Résumé

La région du lac Varin (22F/10) est située à environ 65 km au NW de Baie-Comeau. Elle est limitée par les latitudes 49° 30' et 49° 45' et les longitudes 68° 30' et 69° 00' et fait partie des bassins versants des rivières aux Outardes et Manicouagan. Les roches de la région, d'âge Protérozoïque, appartiennent à la Ceinture allochtone polycyclique de la Province de Grenville. Elles ont été regroupées en deux grandes unités principales.

La *Suite plutonique de Varin*, au sud, est constituée principalement d'intrusions massives à gneissiques composées de granite et de monzonite quartzifère mégacrystiques. La *Suite anorthositique de Vallant*, au nord, est composée principalement d'anorthosite, de leucotroctolite, de leuconorite, de troctolite, de gabbronorite et de monzonite à olivine. Le litage et la foliation magmatique sont communs dans la plupart de ces faciès. Tous les faciès ont subi une recrystallisation qui s'intensifie vers le nord.

Les roches de la région ont été affectées par deux phases de plissement. La première phase a produit des plis P1 associés à la foliation régionale F1 qui affecte la majorité des roches. La seconde phase est responsable des plis P2 qui affecte la foliation F1. Cette phase est particulièrement bien développée dans les granitoïdes de la Suite plutonique de Varin. Dans le nord de la carte, des cisaillements E-W à SE-NW semblent reliés à une zone de déformation majeure localisée au delà de la limite nord de la région. Nous attribuons cette zone au chevauchement des roches de la Suite anorthositique de Vallant vers le nord, sur l'unité de gneiss. Dans le secteur SE, le contact entre la Suite plutonique de Varin et la Suite anorthositique de Vallant est marqué par une série de failles normales ductiles à pendage abrupt vers le nord. Ces failles témoignent d'un épisode de déformation en extension qui a succédé à un épisode en compression à laquelle nous attribuons deux phases de plissement et le chevauchement vers le nord. Enfin, des failles cassantes tardives constituent le dernier épisode structural de la région.

Les suites de Vallant et de Varin se sont mises en place à des conditions de pression et de température élevées. La recrystallisation granoblastique de l'orthopyroxène suggère que les conditions de température et de pression équivalentes à celles du faciès des granulites se soient poursuivies après la formation de l'orthopyroxène primaire. Par contre, la présence de couronnes de réaction entre l'olivine ou l'orthopyroxène et le plagioclase et entre les oxydes et le plagioclase suggère que ces phases ont été en déséquilibre durant une certaine période après leur formation. Des phénomènes de rétro-métamorphisme équivalent au faciès des amphibolites et à celui des schistes verts ont affecté respectivement les roches localisées dans le nord de la région et le long des failles cassantes.

Le potentiel économique de la région réside surtout dans les concentrations d'oxydes (Fe-Ti-V) et d'oxydes-apatite (Fe-Ti-V-P) localisées dans les roches de la Suite anorthositique de Vallant. La région recèle également un potentiel pour la pierre architecturale. Quelques minéralisations sulfurées ont aussi été observées dans les anorthosites et quelques sites anormaux en ETR ont été trouvés dans les granitoïdes de la Suite plutonique de Varin. Les minéralisations en oxydes ont été classées en trois types. Un premier type consiste en des minéralisations de Fe-Ti-P-V dans les gabbronorites, les mangérites, les péridotites et les nelsonites. Les analyses provenant de plusieurs sites ont donné les teneurs suivantes (moyenne entre parenthèses) : 15,6 à 62,1 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> total (44,3 %), 3,8 à 19,1 % TiO<sub>2</sub> (12,2 %), 203 à 1055 ppm V (691 ppm), et 0,7 à 10,7 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (5,49 %). Le deuxième type est composé de minéralisations de Fe-Ti-V dans les dunites, les péridotites, les troctolites, les leucotroctolites et les leuconorites. Les analyses provenant de plusieurs sites ont donné les teneurs suivantes (moyenne entre parenthèses) : 17,3 à 64,5 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> total (43,1 %), 6,6 % à 21,7 % TiO<sub>2</sub> (11,5 %), 239 à 2915 ppm V (1440 ppm), 0,01 à 0,35 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0,08 %). Le troisième type comprend des minéralisations en Fe-Ti-V-P-ETR dans une zone de faille. Le meilleur résultat analytique a livré des teneurs de 30,7 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 18,8 % TiO<sub>2</sub> et 913 ppm V.

L'anorthosite iridescente de la Suite anorthositique de Vallant, le granite ocellé rosâtre ou verdâtre de la Suite plutonique de Varin et le granite tardif (I1B) constituent des cibles d'intérêt pour la recherche de la pierre architecturale. Plusieurs sites intéressants ont été répertoriés mais la qualité et l'étendue de la ressource restent à déterminer.



## LOCALISATION ET ACCÈS

---

La région du lac Varin (22F/10) est située à environ 65 km au NW de Baie-Comeau. Elle est limitée par les latitudes 49° 30' et 49° 45' et les longitudes 68° 30' et 69° 00' et fait partie des bassins versants des rivières aux Outardes et Manicouagan. La route pavée 389 et la route gravelée R09101 sont les deux voies principales qui permettent d'y accéder. Les routes secondaires menant aux barrages Outardes 3 et 4 et Manic 3, les nombreux chemins forestiers ainsi que les réservoirs, les rivières et les lacs fournissent un excellent accès à tous les secteurs de la région (figure 1).

## STRATIGRAPHIE

---

Les roches de la région, d'âge Protérozoïque, appartiennent à la Ceinture allochtone polycyclique de la Province de Grenville (Rivers *et al.*, 1989). Elles ont été groupées en deux grandes unités principales :

La *Suite plutonique de Varin*, au sud, est constituée principalement de granite et de monzonite quartzifère, d'aspect massif à gneissique, qui possèdent généralement une texture porphyroïde. La *Suite anorthositique de Vallant*, au nord, est composée principalement d'anorthosite, de leucotroctolite, de leuconorite, de troctolite, de gabbronorite et de monzonite à olivine.

La région comprend aussi des intrusions tardives et des dykes de composition granitique, monzonitique, gabbronitique, gabbroïque et dioritique ainsi que des lentilles de gneiss tonalitique, qui n'ont pas été assignés à des unités stratigraphiques formelles.

### Suite plutonique de Varin (VAR)

La Suite plutonique de Varin couvre le tiers sud de la région cartographiée. Elle est composée principalement de granite et de monzonite quartzifère généralement porphyroïdes et de granulométrie moyenne à grossière. La Suite plutonique de Varin a été subdivisée en trois unités : 1) l'unité VAR1, la plus répandue, est constituée d'un faciès rosé à biotite-hornblende; 2) l'unité VAR2, localisée dans la moitié est de la région, est composée d'un faciès verdâtre à orthopyroxène interprété comme un équivalent charnockitique de l'unité VAR1; et 3) l'unité VAR3, concentrée dans le coin SW de la carte, est constituée de roches gneissiques interprétées comme un équivalent déformé et métamorphisé des roches des unités VAR1 et VAR2. Le passage graduel du faciès rosé au faciès verdâtre à orthopyroxène et l'omniprésence des textures mésoperthitiques indiquent que les roches intrusives de la Suite plutonique de Varin se sont formées à haute température.

Le granite et la monzonite quartzifère de l'unité VAR1 sont des roches porphyroïdes d'aspect massif, foliées ou ocellées, rosées ou blanchâtres en surface altérée et rosées en

surface fraîche. Ces roches sont composées de phénocristaux centimétriques d'orthose mésoperthitique ou plus rarement de microcline et de plagioclase ( $\sim An_{27}$ ) contenus dans une matrice plus fine constituée de quartz, d'orthose mésoperthitique, de plagioclase, de hornblende et de biotite.

Le granite et la monzonite quartzifère de l'unité VAR2 présentent une minéralogie semblable au granite ou à la monzonite quartzifère de l'unité VAR1 mais à laquelle s'ajoute l'orthopyroxène. Les roches de l'unité VAR2 sont verdâtres en surface fraîche et rosées en surface altérée. Elles sont caractérisées par la présence d'une croûte d'altération brunâtre d'épaisseur décimétrique.

Le gneiss granitique ou monzonitique à texture porphyroclastique de l'unité VAR3 semble provenir de la déformation et du métamorphisme des roches granitoïdes des deux unités précédentes. Cette assertion s'appuie sur l'observation en affleurement d'un passage graduel entre les faciès non déformés des unités VAR1 et VAR2 et le faciès gneissique de l'unité VAR3 ainsi que sur la présence de porphyroclastes de feldspath potassique ocellé ou très étiré dans les faciès gneissiques. La présence de mobilisat rosé ou grisâtre confère à la roche son aspect gneissique.

### Suite anorthositique de Vallant (VAL)

La Suite anorthositique de Vallant forme une masse d'environ 125 km de longueur sur 10 km de largeur qui s'étend à partir de la rivière aux Outardes, à l'ouest, jusqu'à la rive nord du Saint-Laurent entre les villages de Franklin et de Godbout, à l'est (figure 1). Cette suite couvre les deux tiers nord de la région cartographiée selon une direction plus ou moins E-W.

### Anorthosite et anorthosite mégacrastique (VAL1 et VAL2)

L'anorthosite (VAL1) est une roche de granulométrie moyenne à grossière composée de plus de 90 % de plagioclase ( $An_{\sim 60}$ ) et de moins de 10 % de minéraux ferromagnésiens (pyroxène ou olivine) et d'oxydes de fer et de titane. L'anorthosite a subi une recristallisation importante dans la partie nord de la région (figure 2) qui affecte sa couleur et sa texture. L'anorthosite non recristallisée est caractérisée par une texture ignée primaire bien préservée et une couleur noire à gris violacé. Lorsqu'elle est recristallisée, l'anorthosite possède une couleur grisâtre à blanchâtre et une texture qui varie de porphyroclastique à granoblastique. L'olivine et le pyroxène sont alors transformés en hornblende et en biotite.

Dans le coin NW de la région, un faciès d'anorthosite mégacrastique (VAL2) possédant des cristaux de plagioclase pouvant atteindre 60 cm d'arête forme une masse d'environ 3 km de diamètre qui affleure sur les rives de la partie sud du réservoir Outardes 4. Cette masse intrusive contient des enclaves d'anorthosite similaire à celle de l'unité VAL1 et de leuconorite semblable à celle de l'unité VAL4 suggérant

une mise en place polyphasée des roches de la Suite anorthositique de Vallant.

### **Leucotroctolite - troctolite (VAL3)**

La leucotroctolite et la troctolite sont des roches à granulométrie moyenne à grossière, massives, litées ou foliées qui possèdent une texture coronitique souvent très spectaculaire (photo 1). Ces roches sont principalement composées de plagioclase. Elles renferment aussi entre 10 et 25 % de minéraux mafiques représentés par l'olivine, un peu d'orthopyroxène, de clinopyroxène et des oxydes de titane et de fer. Les couronnes sont le produit d'une réaction entre l'olivine ou l'orthopyroxène magmatique et le plagioclase ou encore, entre les oxydes et le plagioclase. Généralement, l'olivine est séparée du plagioclase par une couronne double constituée d'orthopyroxène lamellaire (texture en peigne) en contact avec l'olivine et d'un mélange amphibole-spinelle formant une texture symplectique en contact avec le plagioclase. Les minéraux opaques sont séparés du plagioclase par des couronnes simples de biotite rouge ou de hornblende brune ou verdâtre ou encore, par des couronnes plus complexes composées de biotite et de hornblende avec ou sans symplectites de spinelle.

### **Leuconorite (VAL4)**

La leuconorite est une roche massive, litée ou foliée, de granulométrie moyenne à grossière. Elle est particulièrement abondante dans la partie nord de la région ainsi que dans le centre-est où elle se trouve en contact de faille avec les roches intrusives de la Suite plutonique de Varin. Dans le secteur centre-est, la leuconorite est constituée principalement d'orthopyroxène, de plagioclase, de biotite, de hornblende et d'oxydes de fer et de titane. L'orthopyroxène se présente sous deux formes : en gros cristaux d'origine magmatique ou en amas polycristallins remplis, par endroits, de symplectites d'oxydes de fer. Ces amas représentent des cristaux d'olivine complètement remplacée par l'orthopyroxène lors de la réaction résultant du déséquilibre physico-chimique entre l'olivine et le plagioclase. La présence de ces olivines transformées en orthopyroxène suggère que les leuconorites de ce secteur soient probablement d'anciennes leucotroctolites. Ces roches renferment des couronnes semblables à celles observées dans les leucotroctolites de l'unité VAL3, entre l'orthopyroxène et le plagioclase et entre les oxydes et le plagioclase.

Dans la partie nord de la région, les leuconorites montrent une foliation ou une gneissosité, qui s'accroît graduellement vers le nord. Les leuconorites de ce secteur ont subi le même phénomène de recristallisation qui a affecté les anorthosites de l'unité VAL1. Cette recristallisation se manifeste par la présence de textures porphyroclastiques et granoblastiques, par une couleur plus pâle de la roche et par une rétro-morphose complète de l'orthopyroxène en hornblende verte et en biotite brune ou verte, elle-même parfois remplacée par l'épidote.

### **Troctolite (VAL5)**

La troctolite est concentrée dans le secteur de la rivière aux Outardes. Elle est à grain fin, de couleur brunâtre en surface altérée et verdâtre en surface fraîche, montrant un litage ou une foliation d'origine magmatique. Elle est composée de plagioclase ( $An_{\sim 62}$ ; 70 %), d'olivine jaunâtre de la composition d'une forstérite (30 %), et d'un peu d'orthopyroxène, de clinopyroxène, de hornblende brune et d'oxydes de fer. Les couronnes sont absentes ou peu développées, ce qui la distingue de la troctolite franchement coronitique de l'unité VAL3.

### **Troctolite - dunite - péridotite - magnétite (VAL6)**

L'assemblage troctolite - dunite - péridotite à magnétite et ilménite - magnétite à ilménite, olivine et plagioclase caractérise l'unité VAL6. Cet assemblage lithologique forme des lentilles de faible dimension concentrées dans le centre de la région, juste au sud-est de la masse de gabbronorite de l'unité VAL7. Ces roches sont de granulométrie moyenne à très grossière. La nomenclature utilisée pour nommer ces roches magmatiques à minéraux oxydés est celle de Sharma *et al.* (1996), basée sur leur teneur en oxydes. La troctolite de cette unité est coronitique. Elle est identique aux troctolites observées dans les autres unités de la Suite anorthositique de Vallant. La dunite et la péridotite sont composées d'olivine (>40 %), de magnétite, d'ilménite et de spinelle (<50 % d'oxydes). La magnétite à ilménite est composée d'oxyde de fer (>50 %), d'olivine et de spinelle et d'un peu de micas et d'amphibole.

### **Gabbronorite (VAL7)**

L'unité VAL7 est constituée d'une seule grosse masse de gabbronorite localisée dans la partie centrale de la région et qui recoupe les faciès précoces de la Suite anorthositique de Vallant. Nous incluons cette intrusion dans la Suite anorthositique de Vallant en raison de l'association spatiale des deux entités, de leurs affinités magmatiques et de la similarité des minéralisations en fer, titane et phosphate qu'elles contiennent.

Cette masse possède une forte susceptibilité magnétique. Elle est constituée de gabbronorite à magnétite, ilménite et apatite, d'aspect massif et de couleur brunâtre. On y observe, par endroits, une foliation magmatique définie par l'alignement des plagioclases. La roche est composée de clinopyroxène, d'orthopyroxène, de plagioclase ( $An_{\sim 40}$ ), de biotite brun-rouge, de hornblende brune, d'apatite et d'oxydes de fer et de titane. L'intrusion comprend également un peu de magnétite à ilménite, apatite, plagioclase, pyroxènes, hornblende et spinelle ainsi que de la nelsonite riche en fer, titane et phosphore. Les données géochimiques disponibles permettent d'associer à cette intrusion plusieurs dykes tardifs. Ces dykes de composition gabbronoritique, gabbroïque ou dioritique sont riches en apatite. Ils recourent les différents assemblages lithologiques des suites de Vallant et de Varin.

## Monzonite à olivine (VAL8)

La monzonite à olivine que nous associons à la famille des roches charnockitiques forme une frange qui marque la bordure ouest de la Suite anorthositique de Vallant, dans la partie ouest de la région. Elle est massive à foliée, verdâtre en surface fraîche et brunâtre en surface altérée et possède une croûte d'altération profonde brun-rouille. Cette roche, caractérisée par l'absence d'orthopyroxène, contient jusqu'à 15% d'olivine ferrière (fayalite). En plus de l'olivine, elle contient du feldspath potassique mésoperthitique, du plagioclase, du clinopyroxène et un peu de minéraux opaques, de biotite et de hornblende brune. Les minéraux accessoires sont le zircon, l'apatite, l'allanite et le sphène. Le litage primaire, généralement bien développé, est défini par des lits centimétriques à métriques, gris pâle, qui alternent avec des lits centimétriques à décimétriques, gris foncé, riches en minéraux ferromagnésiens. À certains endroits, le passage est graduel entre la monzonite à olivine et la leuconorite de l'unité VAL4. Il est marqué par l'apparition de plagioclase antiperthitique et d'orthopyroxène à lamelle de clinopyroxène (*pigeonite inversée*) dans la leuconorite.

## Recristallisation des anorthosites

Tous les faciès de la Suite anorthositique de Vallant sont recristallisés à divers degrés. Toutefois, l'anorthosite constitue la lithologie la plus favorable pour l'étude de la recristallisation régionale en raison, entre autres, de sa composition homogène. Dans l'anorthosite, l'intensité de la déformation se traduit par une recristallisation plus ou moins intense des cristaux de plagioclase. Les textures observées dans les anorthosites ont donc servi de référence pour produire une carte de distribution du degré de recristallisation à l'échelle régionale (voir figure 2 et photos 2 à 6). La figure 2 montre une augmentation du taux de recristallisation du plagioclase du sud vers le nord. La recristallisation régionale atteint son paroxysme le long du contact entre l'anorthosite et les gneiss localisés au nord, à l'extérieur de la carte. Les leuconorites de la Suite anorthositique de Vallant ont été affectées par le même phénomène de recristallisation régionale que les anorthosites.

Sur le terrain, ce phénomène de recristallisation se traduit par une modification de la couleur et de la texture des anorthosites et des leuconorites. Les roches non recristallisées (degré 1) possèdent une texture ignée primaire bien préservée et une couleur foncée, noirâtre ou gris violacé. Les roches affectées par une recristallisation moyenne (degré 2) ont une couleur gris moyen et une texture porphyroclastique caractérisée par la présence de clastes centimétriques, anguleux et irréguliers constitués de plagioclase gris foncé contenus dans une matrice de plagioclase blanchâtre de granulométrie nettement plus fine. Les roches entièrement recristallisées (degré 3) ont une couleur beige à blanche et possèdent une texture granoblastique bien développée constituée d'une mosaïque de petits grains polygonaux de plagioclase. Dans

les zones de degré 2 et 3, les pyroxènes contenus dans les leuconorites ont été remplacés par la hornblende et la biotite, suggérant que, durant leur recristallisation, ces roches aient également subi un rétro-métamorphisme qui a transformé les silicates anhydres en silicates hydratés.

## Unités lithologiques

### Gneiss tonalitique

Le gneiss tonalitique forme des lentilles de petite dimension localisées principalement dans la partie sud-est de la carte, au sud et au nord-ouest du lac Brulé ainsi qu'à l'ouest du lac Varin. Ces lentilles de gneiss ont été observées dans le granite et la monzonite quartzifère des unités VAR1 et VAR2. Elles pourraient représenter des enclaves provenant d'un socle tonalitique ancien.

### Diorite - diorite à hypersthène (I2Qa) et gabbronorite - norite (I3Qa)

Les assemblages lithologiques diorite - diorite à hypersthène (I2Qa) et gabbronorite - norite (I3Qa) se présentent sous forme de masses de dimension restreinte ou de dykes qui recoupent les roches de la Suite anorthositique de Vallant et de la Suite plutonique de Varin. Le premier assemblage lithologique (I2Qa) est dominé par des roches de composition dioritique, non ou peu recristallisées, dans lesquelles les pyroxènes sont frais ou légèrement amphibolitisés. Cette unité contient aussi un peu de gabbronorite et de gabbro. Les roches de cette unité possèdent localement une texture en mortier. Le deuxième assemblage lithologique (I3Qa) est dominé par des roches de composition gabbronoritique, à texture granoblastique, dans lesquelles les pyroxènes sont partiellement ou totalement transformés en hornblende et en biotite. Cet assemblage lithologique comprend aussi, en moindre quantité, de la diorite et de la diorite à hypersthène. Les roches de ces deux assemblages (I2Qa et I3Qa) ont généralement une granulométrie fine. Elles sont composées de clinopyroxène, d'orthopyroxène, de plagioclase, de hornblende, de biotite et de quantités variables d'oxydes de fer et d'apatite. Les faciès les plus évolués, de composition dioritique et mangéritique, contiennent un peu de quartz, de feldspath mésoperthitique et de plagioclase antiperthitique.

Il est probable que la recristallisation et la rétro-morphose des pyroxènes observés dans les roches de l'assemblage I3Qa soient reliés au même phénomène responsable de la recristallisation des roches de la Suite anorthositique de Vallant. Dans le centre est de la région, la présence des nombreuses failles normales marquent approximativement le contact entre la Suite anorthositique de Vallant et la Suite plutonique de Varin. Il est probable que ces failles aient joué un rôle important dans les phénomènes d'altération et de recristallisation des roches de l'assemblage I3Qa de ce secteur. Mentionnons également que certaines des intrusions ou dykes des assemblages I2Qa et I3Qa pourraient être reliés

à la mise en place du gabbronorite de l'unité Val7 de la Suite anorthositique de Vallant.

### **Granite (I1B) et monzonite quartzifère (I2E)**

Dans la partie nord de la région, les roches de la Suite anorthositique de Vallant sont recoupées par des intrusions tardives de granite massif (I1B) et de monzonite quartzifère (I2E) massive ou foliée. Le granite est constitué d'une masse principale, localisée dans le centre nord de la région et de quelques petites intrusions satellites de faible dimension ainsi que par plusieurs injections et dykes. Quant à la monzonite quartzifère, elle forme une seule masse dans le coin NE de la carte. Le lien génétique entre le granite et la monzonite quartzifère est incertain. Ces roches ont une granulométrie moyenne à grossière et possèdent une susceptibilité magnétique élevée produite par la présence d'une petite quantité de magnétite disséminée. Le granite est composé de microcline, d'un peu d'orthose mésoperthitique et de plagioclase. Il renferme moins de 5 % de minéraux ferromagnésiens représentés par la biotite, la hornblende et les opaques. La monzonite quartzifère est composée de phénocristaux de microcline et de plagioclase et contient un peu de clinopyroxène partiellement transformé en hornblende. Les minéraux accessoires de ces deux lithologies sont représentés par le zircon, l'apatite, l'allanite, le sphène et la magnétite.

## **Géologie structurale**

### **Structures primaires**

Un litage primaire et une foliation magmatique ont été observés à plusieurs endroits dans les assemblages lithologiques de la Suite anorthositique de Vallant. Les structures primaires sont mises en évidence par l'alternance de lithologies de composition différente, par des changements graduels de composition ou de granulométrie à l'intérieur d'une même lithologie ou par l'orientation préférentielle des cristaux de plagioclase. Le litage est bien développé dans les monzonite à olivine de l'unité VAL8 en raison de la présence de nombreux lits riches en minéraux ferromagnésiens plus foncés. La foliation magmatique est très commune dans les anorthosites.

### **Structures secondaires**

Les roches de la région ont subi au moins une phase de déformation importante (D1) responsable du développement de la foliation régionale (F1) et de la production des plis P1 qui affectent les structures primaires. Les plis P1, généralement difficiles à observer, sont bien exposés en bordure de chemin, dans la partie nord de la route 389.

À l'exception de quelques intrusions et dykes tardifs, toutes les roches de la région contiennent une foliation F1 plus ou moins bien développée. À l'intérieur de la Suite anorthositique de Vallant, la foliation est définie par l'allongement

des cristaux ou des agrégats de minéraux ferromagnésiens. Cette foliation a un pendage abrupt et son intensité varie graduellement de faible à forte en se déplaçant du sud vers le nord. À l'intérieur de la Suite plutonique de Varin, la foliation F1 est marquée par l'étirement des phénocristaux de feldspaths, par l'alignement des minéraux mafiques ou, dans les faciès plus déformés, par l'étirement des grains de quartz.

La foliation F1 a été affectée par une phase de déformation D2 qui est à l'origine des plis de deuxième phase (P2). Dans le secteur sud-est de la région, à l'intérieur des roches intrusives de la Suite plutonique de Varin, les plis P2 sont particulièrement bien développés. Ce secteur a également été affecté par une phase de déformation subséquente comme en témoigne la courbure des axes de plis P2. De plus, le patron structural de ce secteur semble en partie contrôlé par les nombreuses failles normales qui marquent le contact entre les roches de la Suite plutonique de Varin et les roches de la Suite anorthositique de Vallant.

### **Zones de cisaillement ductile à mouvement indéterminé**

Dans la partie nord de la région, des zones de cisaillement ductile recoupent les roches de la Suite anorthositique de Vallant. Ces zones sont orientées SE à E-W et affectent les roches sur plusieurs centaines de mètres de largeur. À l'intérieur des zones de cisaillement, la déformation se manifeste par la présence de gneiss droits ou de structures mylonitiques. Le sens du mouvement le long de ces structures est difficile à établir en raison de la rareté des indicateurs cinématiques. Les zones de cisaillement ductile observées dans la région semblent reliées au même événement qui est à l'origine d'une zone de déformation majeure, orientée E-W, localisés au-delà de la limite nord de la carte et qui marque le contact entre la Suite anorthositique de Vallant et une unité de gneiss.

### **Failles ductiles à mouvement normal**

Une série de failles ductiles à pendage abrupt vers le nord marque le contact entre la Suite anorthositique de Vallant et les granites de la Suite plutonique de Varin. Il s'agit de plusieurs failles successives, d'épaisseur métrique à décimétrique, représentées par des roches fortement foliées et par des gneiss droits témoignant d'une déformation ductile intense. La présence de linéations subverticales et d'indicateurs cinématiques indiquent un mouvement normal nous permettant de déduire que le contact entre les deux suites est formé d'une série de blocs qui ont glissé vers le nord. L'effet de ces failles est bien visible sur les affleurements localisés le long de la route 389 et le long de la route qui mène à la centrale Outardes 3. L'effet de ces failles est aussi observé sur les rives de la rivière aux Outardes, au nord du barrage Outardes 3 ainsi que sur les rives du lac Noémi. Mentionnons également que ces failles ont été affectées

par un épisode de déformation tardive, le même épisode responsable de la courbure des axes de plis P2 dans le secteur sud-est de la région.

Dans la partie sud-est de la région, la présence des failles normales indique que ce secteur a été soumis à au moins deux régimes successifs de contraintes, l'un en compression, responsable du plissement, et l'autre en extension qui a produit les failles normales.

### **Failles cassantes**

Les failles cassantes ont été observées dans les secteurs SE et NW de la région. Ce sont des structures tardives, orientées NE à NNE, communément soulignées par la présence d'éléments physiographiques linéaires. Sur le terrain, l'effet de ces failles est visible sur quelques dizaines de mètres et se manifeste par la présence de cataclases accompagnées d'une forte altération hydrothermale. Cette altération témoigne de la circulation de fluides le long des plans des failles. Dans le secteur SE, l'altération reliée aux structures cassantes est principalement hématitique, ce qui confère une couleur rouge brique aux granitoïdes de la Suite plutonique de Varin recoupés par ces failles. L'altération hématitique est accompagnée d'une quantité plus ou moins importante d'épidote, de chlorite et de séricite. De plus, les roches localisées le long de ces failles contiennent des petits grains de pyrite et sont injectées par de nombreuses veinules de quartz. Dans la partie NW de la région, les roches de la Suite anorthositique de Vallant, affectées par les failles cassantes, sont intensément séricitisées et localement albitisées. Ces altérations forment des plages irrégulières ou des veinules blanchâtres dont l'orientation est parallèle à la cassure principale.

## **MÉTAMORPHISME**

---

Les roches mafiques de la Suite anorthositique de Vallant contiennent de l'orthopyroxène suggérant une mise en place à des conditions de pression et de température élevées. De plus, la présence de couronnes de réaction entre l'olivine ou l'orthopyroxène et le plagioclase et entre les oxydes et le plagioclase indique que ces assemblages de minéraux se sont trouvés dans des conditions de déséquilibres physico-chimiques pendant une certaine période de temps durant le processus de mise en place. Les roches intrusives de la Suite plutonique de Varin se sont aussi mises en place dans des conditions de pression et de température élevées comme en témoignent la présence de l'orthopyroxène et l'abondance de l'orthose mésoperthitique observées dans ces roches. L'observation d'orthopyroxène granoblastique à plusieurs endroits dans la région suggère que les conditions de température et de pression équivalentes à celles du faciès des granulites se soient poursuivies après la cristallisation de l'orthopyroxène.

Dans la Suite anorthositique de Vallant, la transformation des pyroxènes en hornblende verte et biotite brune dans les anorthosites et les leuconorites implique un métamorphisme rétrograde sous des conditions équivalentes au faciès des amphibolites. La présence sporadique de l'assemblage hornblende et grenat indique des conditions locales de métamorphisme au faciès moyen des amphibolites. L'assemblage hornblende-clinopyroxène-plagioclase et la présence de sphène métamorphique en partie transformé en rutile suggèrent des conditions de métamorphisme au faciès supérieur des amphibolites.

Les roches localisées au voisinage des failles cassantes ont subi une altération hydrothermale marquée par la transformation de la biotite en chlorite et des plagioclases en saussurite et en séricite. Ces transformations minéralogiques semblent liées à la circulation de fluides hydrothermaux comme le suggèrent la forte hématitisation des roches, la présence d'un peu de pyrite et les nombreuses injections de quartz secondaire. Finalement, les transformations de l'olivine en iddingsite ou en serpentine et de l'orthopyroxène en iddingsite, observées dans plusieurs roches intrusives, sont associées à la circulation de fluides hydrothermaux lors du refroidissement de ces intrusions.

## **GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE**

---

Le potentiel économique de la région réside surtout dans les concentrations d'oxydes (Fe-Ti-V) et d'oxydes-apatite (Fe-Ti-V-P) localisées à l'intérieur de la Suite anorthositique de Vallant. La région recèle aussi des secteurs propices à l'exploration de la pierre architecturale. Ces sites se trouvent dans des granitoïdes des suites de Varin, de Vallant et le granite tardif. Enfin, quelques minéralisations sulfurées ont été observées dans les roches mafiques et ultramafiques ainsi que dans les anorthosites. Les sites d'intérêt économique les plus importants sont discutés ci-dessous. Ils sont identifiés, entre parenthèses dans le texte, par un numéro de site et par leurs coordonnées UTM NAD 83 de la zone 19. Les numéros des sites sont indiqués sur la carte géologique qui accompagne ce rapport alors que les coordonnées UTM permettent de retracer l'information dans la base de données du SIGEOM (système d'information géominère à référence spatiale du Québec).

### **Type 1 : Ni-Cu dans les roches mafiques-ultramafiques**

Quelques minéralisations sulfurées de Ni-Cu ont été observées dans les roches mafiques et ultramafiques de la région. La minéralisation la plus importante est située sur une petite île à environ 4 km à l'ouest du barrage Outardes 3 (site 1 : 515278 m E, 5491045 m N). Cette minéralisation se trouve dans des dykes d'orthopyroxénite qui recoupent un mégagabbro à olivine coronitique. Ces dykes ont moins de

1 m de largeur et forment un réseau irrégulier. Les données analytiques suggèrent que les sulfures (5 à 7 %), pauvres en métaux usuels (< 1,5 % Cu + Ni, les résultats recalculés à 100 % de sulfures) et précieux, sont d'origine magmatique et proviennent d'un magma évolué.

## **Type 2 : Cu dans l'anorthosite**

Dans la partie nord-ouest de la région, deux zones sulfurées d'environ 30 m de largeur ont été trouvées dans les anorthosites (labradorite et andésine) complètement recristallisées (degré 3, figure 2) et pauvres en minéraux mafiques (< 5%). La première zone (site 2 : 510470 m E, 5508438 m N) est visible sur le mur est d'une carrière. L'autre zone, situé à 1,3 km au sud, est localisée en bordure de la route de Micoua (510796 m N, 5507033 m E).

Les sulfures forment jusqu'à 5 % de la roche et se présentent en grains disséminés de 1 à 5 mm et en amas de forme irrégulière atteignant 2 cm de diamètre. Il s'agit principalement de pyrrhotite avec, en moindre quantité, de la chalcopyrite, de la pyrite et de la pentlandite. Les sulfures sont associés à la hornblende granoblastique suggérant qu'ils étaient présents lors de la recristallisation de l'anorthosite. Ces sulfures pourraient donc être d'origine magmatique.

Le meilleur résultat obtenu à partir d'échantillons choisis provenant de ces indices a donné 0,21 % Cu et 0,07 % Ni avec des valeurs très faibles en métaux précieux. Les caractéristiques chimiques de ce type de gîte suggèrent que les sulfures soient associés à un magma évolué (petit rapport Ni/Cu), que l'enrichissement des sulfures en métaux usuels est modéré et que les sulfures sont très appauvris en EGP.

## **Type 3 : Fe-Ti-P-V dans les gabbronorites, les mangérites, les péridotites et les nelsonites**

Le gabbronorite de l'unité VAL7 contient une minéralisation en oxydes et en apatite disséminés dans la roche ou concentrés dans des niveaux centimétriques à métriques (nelsonites avec moins de 10 % de silicates). Le meilleur site mis au jour lors de nos travaux (site 3 : 520965 m E, 5501362 m N) correspond à un lit de nelsonite d'au moins un mètre d'épaisseur composé d'environ 80 % de minéraux oxydés (magnétite et ilménite homogène) et de 13 % d'apatite. Un échantillon choisi a livré des teneurs de 56,98 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> total, 12,88 % TiO<sub>2</sub>, 5,69 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,11 % V et 322 ppm La + Ce + Nd. Cette intrusion représente une excellente cible pour la recherche de gîtes de Fe-Ti-P-V.

Un affleurement de mangérite foliée situé sur la rive est du lac Varin (531280 m E, 5485418 m N) contient environ 7 % d'ilménite + magnétite et 4 % d'apatite disséminées. Un échantillon choisi a donné 11,75 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> total, 2,17 % TiO<sub>2</sub>, 1,52 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 47 ppm V et 530 ppm La + Ce + Nd. Des similitudes compositionnelles suggèrent un lien génétique entre cette mangérite à oxydes et apatite et l'intrusion de gabbronorite à oxydes et apatite de l'unité VAL7. La mangérite, quoique plus évoluée que le gabbronorite, pourrait

correspondre à un dyke ou un filon-couche injecté dans les granitoïdes de la Suite de Varin.

Deux indices de Fe-Ti-P-V sont situés sur une île et sur la rive ouest de la rivière aux Outardes, près de l'embouchure de la rivière Chevalier, dans la partie NW de la région. Sur l'île (site 4 : 506095 m E, 5500228 m N), la minéralisation correspond à un lit stratiforme ou un dyke sub-vertical de nelsonite à olivine, de 5 m de largeur et de direction NE-SW. Cette unité est encaissée dans des leuconorites, des anorthosites à orthopyroxène et des pegmatites mafiques. La nelsonite à olivine est constituée principalement d'un mélange d'ilménite et de magnétite (50 %) auquel est associé un peu de spinelle vert (hercynite) et dans lequel baignent des cristaux d'apatite (25 %) de 1 mm à 2 cm de dimension. La roche contient également 25 % de cristaux d'olivine centimétriques. La deuxième zone minéralisée (505957 m E, 5500247 m N), localisée sur la rive de la rivière aux Outardes correspond à des dykes de nelsonite et de nelsonite à olivine de 2 à 60 cm d'épaisseur qui recoupent, selon des directions variables, des leuconorites et des anorthosites peu recristallisées. Dans ces roches enrichies en oxydes, la grande variation dans les proportions des minéraux (olivine, apatite et oxydes) pourrait être expliquée par un mélange mécanique de cristaux d'apatite et d'olivine cumulus et d'un liquide oxydé. La meilleure analyse, obtenue dans la nelsonite, a donné des teneurs de 51,46 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> total, 18,02 % TiO<sub>2</sub>, 10,7 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,09 % V et 269 ppm La + Ce + Nd.

L'analyse de sept échantillons choisis provenant de plusieurs zones minéralisées de type Fe-Ti-P-V (site 3 : 520965 m E, 5501362 m N; 512870 m E, 5497511 m N; 534590 m E, 5507598 m N; 506095 m E, 5500228 m N [2 éch.]; 505958 m E, 5500247 m N; 519655 m E, 5500479 m N) a donné les teneurs suivantes (teneur moyenne entre parenthèses) : 15,6 à 62,1 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> total (44,3 %), 3,8 à 19,1 % TiO<sub>2</sub> (12,2 %), 203 à 1055 ppm V (691 ppm), et 0,7 à 10,7 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (5,49 %). Ces roches sont pauvres en éléments compatibles et riches en éléments incompatibles, tels les ETR légers (219 ppm La + Ce + Nd en moyenne), Y, Nb, Zr et Ba, suggérant que les gîtes riches en apatite sont associés à des magmas relativement évolués.

## **Type 4 : Fe-Ti-V dans les dunités, les péridotites, les troctolites, les leucotroctolites et les leuconorites**

Plusieurs gîtes de fer-titane semi-massif à massif ont été identifiés dans la partie centrale de la région, le long de la route donnant accès à la ZEC de Varin. Certains d'entre eux ont déjà fait l'objet de travaux d'exploration pour évaluer leur potentiel en fer-titane (Boyer, 1966). Ces gîtes sont formés d'horizons décimétriques constitués de dunite, de dunite à plagioclase, de troctolite et de péridotite qui renferment entre 5 et 50 % de minéraux oxydés (magnétite et ilménite). À l'intérieur de ces unités, on observe des niveaux plus riches en oxydes (> 50 %) de 10 cm à 8 m d'épaisseur. Les roches provenant des niveaux enrichis composées majoritairement d'oxydes contiennent aussi des cristaux d'olivine

cumulus avec ou sans plagioclases interstitiels. Des textures coronitiques entre l'olivine et le plagioclase ou entre les oxydes et le plagioclase sont omniprésentes, aussi bien dans les horizons porteurs que dans les niveaux enrichis.

L'analyse de 11 échantillons choisis provenant de différents gîtes riches en oxydes et pauvres en apatite (site 5 : 520421 m E, 5498457 m N; 523594 m E, 5494347 m N; 536376 m E, 5505037 m N [hors-carte]; 526539 m E, 5497205 m N; 526577 m E, 5497186 m N; 522251 m E, 5499730 m N; 521694 m E, 5499219 m N [3 éch.]; 520593 m E, 5498619 m N [2 éch.]) a donné les teneurs suivantes (teneur moyenne entre parenthèses) : 17,3 à 64,5 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  total (43,1 %), 6,6 % à 21,7 %  $\text{TiO}_2$  (11,5 %), 239 à 2915 ppm V (1440 ppm), 0,01 à 0,35 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0,08 %). Les roches provenant de ces gîtes sont relativement riches en V, en  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (0,23 %  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  en moyenne) et en Ni (456 ppm en moyenne) et sont pauvres en ETR légers (8,0 ppm La + Ce + Nd en moyenne), si on les compare à celles provenant des gîtes de Fe-Ti-P-V dans le gabbronorite décrit précédemment (type 3). Ces résultats analytiques suggèrent que les magmas associés aux gîtes de Fe-Ti-V riches en oxydes et pauvres en apatite (type 4) étaient plus primitifs que ceux associés aux gîtes de type 3.

### **Type 5 : Fe-Ti-V-P-ETR dans une zone de faille**

Un important indice d'ilménite est situé dans la partie SW de la région, près du barrage de rétention des eaux du complexe hydroélectrique Outardes 3 (site 6 : 514884 m E, 5490319 m N). La zone minéralisée est à l'intérieur d'une zone de faille qui sépare la Suite anorthositique de Vallant de la Suite plutonique de Varin. La minéralisation, visible sur une largeur d'environ 75 m, est associée à des bandes centimétriques à métriques de gneiss et de schistes rubanés de composition ultramafique et mafique. Les faciès mélanocrates, de composition ultramafique, sont composés principalement d'orthopyroxène, de hornblende, de pargasite, d'olivine, de biotite, de hercynite, d'ilménite et de magnétite. Le plagioclase y est absent ou peu abondant. Les faciès mésocrates sont de composition mafique et composés de plagioclase (près de 50 %), de hornblende et de biotite. Ils peuvent également contenir du grenat et de l'apatite. L'ilménite est l'oxyde le plus abondant. Sa proportion est variable et peut atteindre plus de 50 pour cents dans certains niveaux d'épaisseur centimétrique à décimétrique. Certaines bandes métriques sont également enrichies en magnétite. Le meilleur résultat analytique a donné des teneurs de 30,7 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 18,8 %  $\text{TiO}_2$  et 913 ppm V.

Localement, une altération hydrothermale a produit un enrichissement en potassium, phosphore (jusqu'à 1,38 %), terres rares légères (jusqu'à 475 ppm La + Ce + Nd), barium et strontium. Au nord du barrage, des leuconorites coronitiques moins déformées, localisées à l'extérieur de la zone de déformation minéralisée, contiennent également quelques niveaux décimétriques fortement enrichis en ilménite.

## **Type 6 : ETR dans les granites**

Plusieurs sites d'intérêt correspondent à un enrichissement en ETR des granitoïdes de la Suite plutonique de Varin. Sur les rives du lac Varin, des granites à feldspath alcalin (microcline et albite), des monzogranites et des monzonites quartzifères contiennent des minéraux accessoires, porteurs d'éléments des terres rares légères, telles l'allanite et la monazite (531113 m E, 5485050 m N; 531019 m E, 5484826 m N; 530849 m E, 5487200 m N). Certains échantillons ont livré des teneurs atteignant 528 ppm La + Ce + Nd.

### **Pierre architecturale**

La région recèle au moins trois types de roches possédant un potentiel intéressant pour la pierre architecturale. Ce sont : (1) l'anorthosite iridescente, (2) le granite et la monzonite ocellés rosâtres et (3) le granite et la monzonite ocellés verdâtres. Les différents sites répertoriés au cours du levé sont ponctuels et la qualité ainsi que l'étendue de la ressource restent à déterminer.

Parmi les six localités répertoriées pour l'anorthosite iridescente (site 7 : 524287 m E, 5503464 m N; 523971 m E, 5505139 m N; 509249 m E, 5501539 m N; 513097 m E, 5497503 m N; 513060 m E, 5505541 m N; 516667 m E, 5509861 m N), le site 7 semble particulièrement intéressant. L'anorthosite y est fraîche, massive et peu fracturée. La Suite plutonique de Varin offre un potentiel pour la pierre architecturale dans les roches granitiques. Le granite et la monzonite porphyriques rosâtres, d'aspect massif ou ocellé (site 8 : 531455 m E, 5486227 m N, site 9 : 529002 m E, 5494240 m N et les environs immédiats) ainsi que leurs équivalents charnockitiques verdâtres (site 10 : 519539 m E, 5588157 m N) sont particulièrement intéressants en raison de leur couleur et de leur texture. Le granite massif (unité I1B) de la partie centrale nord de la carte (site 11 : 511100 m E, 5508875 m N) apparaît également comme une cible intéressante pour la pierre architecturale.

## **CONCLUSION**

Ce rapport présente les résultats d'un projet de cartographie géologique effectué au cours de l'été 2004 dans les bassins versants des rivières aux Outardes et Manicouagan, au nord de Baie-Comeau. Ces travaux ont permis de dresser la carte géologique du feuillet SNRC 22F/10 (lac Varin) à l'échelle de 1 : 50 000.

Toutes les roches appartiennent à la Ceinture allochtone polycyclique de la Province géologique de Grenville. La région est constituée presque exclusivement de roches ignées appartenant à la Suite anorthositique de Vallant et à la Suite plutonique de Varin. La Suite anorthositique de Vallant est composée d'anorthosite, de leucotroctolite, de leuconorite, de troctolite, de gabbronorite et de monzonite à

olivine alors que la Suite plutonique de Varin est constituée de granite et de monzonite quartzifères porphyriques. Les roches contiennent une minéralogie caractéristique d'une mise en place dans des conditions de pressions et de températures élevées correspondant au faciès des granulites. Les roches de la région ont été soumises à un régime de déformation en compression. La déformation a généré des plis de première et de deuxième phase. Dans le nord de la région, ce même épisode de déformation a produit une série de zones cisaillements associées à un grand chevauchement vers le nord. L'effet de cette déformation a été enregistré par les roches de la Suite anorthositique de Vallant qui ont subi une recristallisation et une rétomorphose dont l'intensité s'accroît du sud vers le nord. La zone de contact entre la Suite anorthositique de Vallant et la Suite plutonique de Varin correspond à un réseau de failles ductiles à mouvement normal témoignant d'un régime de déformation en extension. Cet épisode de déformation en extension est postérieur à l'épisode de déformation en compression responsable du plissement régional et du chevauchement vers le nord.

Le potentiel économique de la région est mis en évidence par la présence de plusieurs minéralisations importantes de

fer, de titane et de phosphore associées aux roches de la Suite anorthositique de Vallant. Par ailleurs, les granitoïdes de la Suite plutonique de Varin offrent un bon potentiel pour la pierre architecturale.

## RÉFÉRENCES

---

- THÉRIAULT, R., 2002 – Carte géologique du Québec - Édition 2002. Ministère des Ressources naturelles, Québec; DV 2002-06, 1 carte à l'échelle de 1/2 000 000.
- BOYER, L. (Société d'exploration minérale Tremblay et St-Germain), 1966 – Rapport des travaux effectués en 1965. Rapport statutaire déposé au ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; GM 17513.
- RIVERS, T. – MARTIGNOLE, J. – GOWER, C. – DAVIDSON, T., 1989 – New tectonic divisions of the Grenville Province Southeast Canadian Shield. *Tectonics*; volume 8, number 1, pages 63-84.
- SHARMA, K. N. M., 1996 – Légende générale de la carte géologique - édition revue et augmentée. Ministère des Ressources naturelles, Québec; MB 96-28, 89 pages.

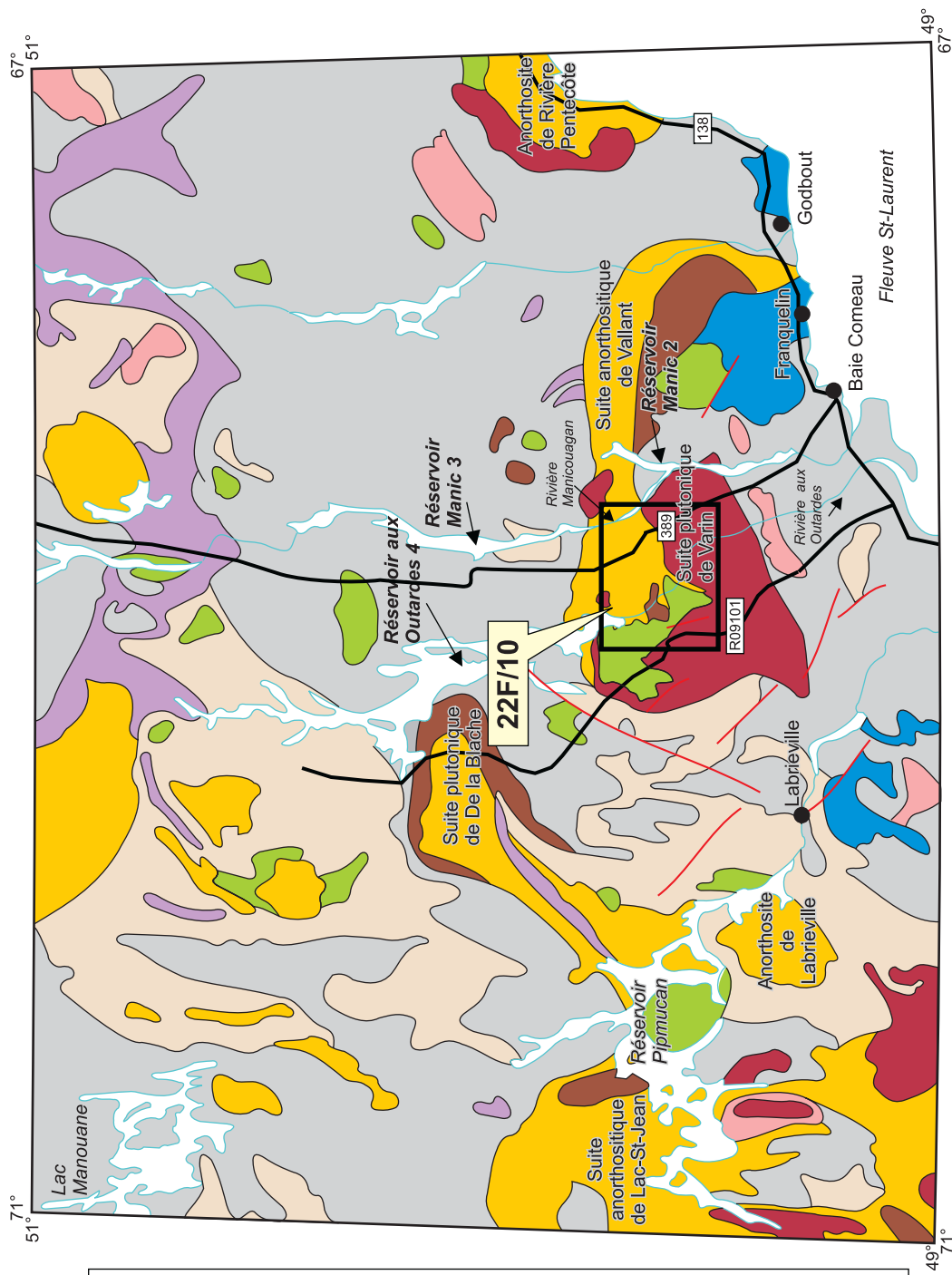
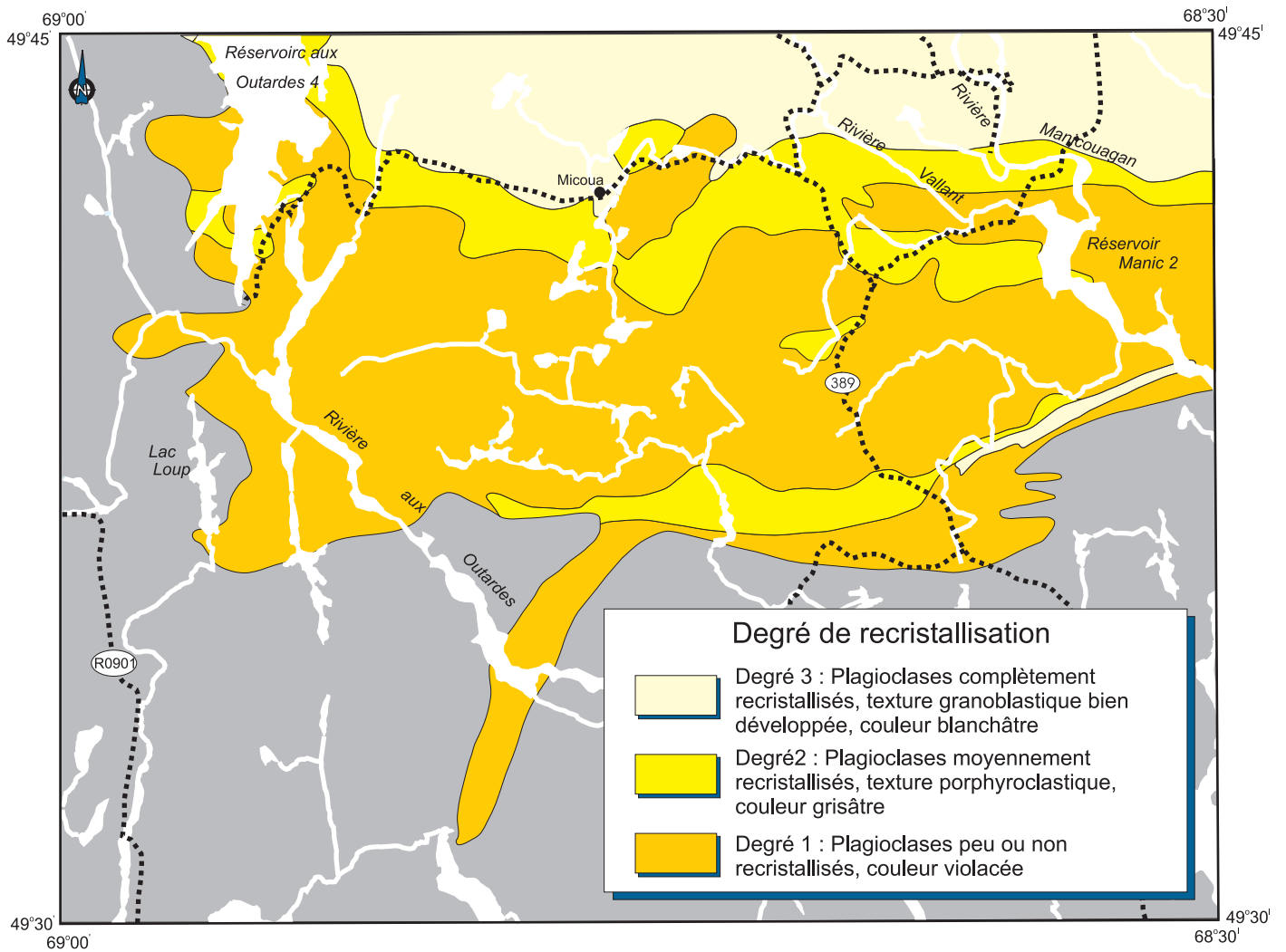


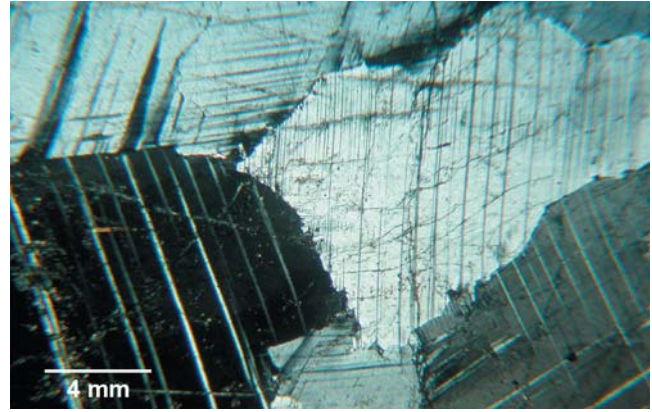
Figure 1 - Localisation de la région du lac Varin (SNRC 22F/10). Fond géologique modifié à partir de la carte géologique du Québec (Thériault, 2002).



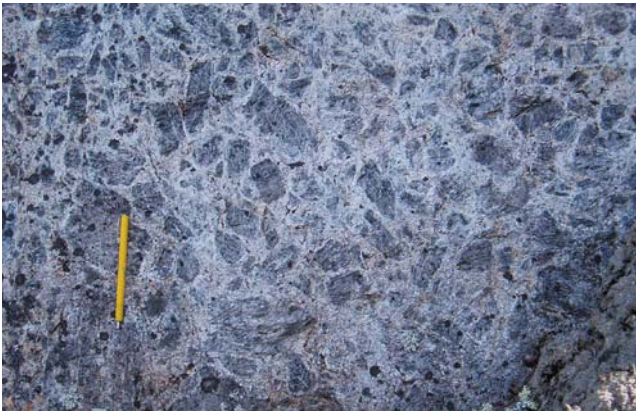
**Figure 2** - Répartition du degré de recristallisation dans les anorthosites de la Suite anorthositique de Varin.



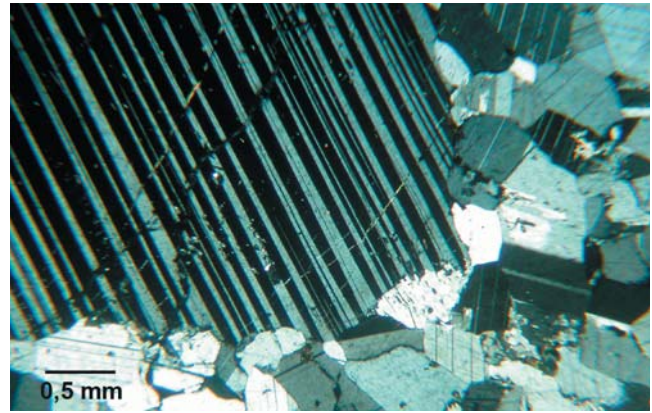
**Photo 1** - Leucotroctolite montrant de minces couronnes d'orthopyroxène (OX) et d'amphibole avec symplectites de spinelle (AM) entre l'olivine (OV) et le plagioclase (PG).



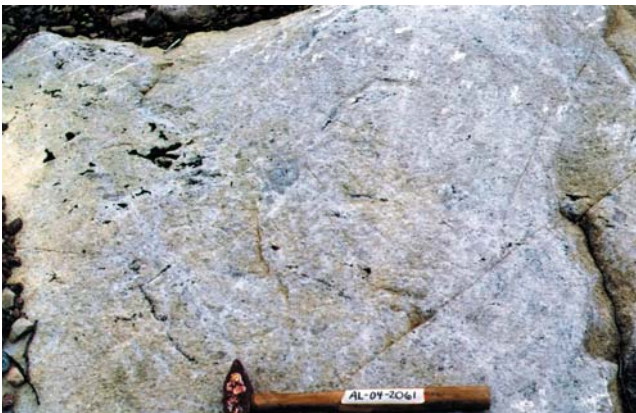
**Photo 2** - Lame mince montrant les cristaux de plagioclase dans l'anorthosite non recristallisée (degré 1).



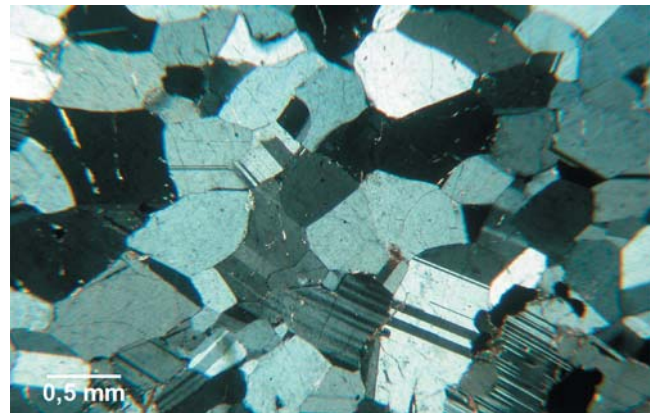
**Photo 3** - Anorthosite grisâtre partiellement recristallisée à texture porphyroclastique (degré 2). Les cristaux de plagioclase magmatique, de couleur grise, baignent dans une matrice blanchâtre composée de petits grains granoblastiques de plagioclase d'origine métamorphique.



**Photo 4** - Lame mince montrant la texture porphyroclastique définie par les cristaux de plagioclase baignant dans une matrice formée de petits grains granoblastiques de plagioclase (degré 2).



**Photo 5** - Anorthosite blanchâtre à texture granoblastique complètement recristallisée (degré 3).



**Photo 6** - Lame mince montrant la texture granoblastique caractérisant l'anorthosite complètement recristallisée (degré 3).