

RG 2019-01

Géologie de la région du lac de Villaret (SNRC 33F01 et 33F08), municipalité d'Eeyou Istchee Baie-James

Joséphine Gigon, Jean Goutier et Myriam Côté-Roberge



Paysage visible de l'affleurement 2015-JG-2563 (33F08) constitué de granite
à feldspath alcalin pegmatitique

2020

Québec 

DOCUMENT PUBLIÉ PAR LA DIRECTION GÉNÉRALE DE GÉOLOGIE QUÉBEC

Direction générale

Jean-Yves Labbé, par intérim

Bureau de la connaissance géoscientifique du Québec

Andrea Amortegui

Direction de l'information géologique du Québec

Jean-Yves Labbé

Direction de la promotion et du soutien aux opérations

Robert Thériault, géo., par intérim

Auteurs

Joséphine Gigon, ing. junior, Jean Goutier, géo., Myriam Côté-Roberge, géo. stag.

Lecture critique

François Huot, géo., Ph. D.

Édition

Claude Dion, ing.

Assistance technique

Pierre-Thomas Poulin et Kathleen O'Brien

Graphisme

André Tremblay

Géologie de la région du lac de Villaret (SNRC 33F01 et 33F08), municipalité d'Eeyou Istchee Baie-James

Joséphine Gigon¹, Jean Goutier² et Myriam Côté-Roberge³

RG 2019-01

Résumé

La région du lac de Villaret (feuilles SNRC 33F01 et 33F08) a été cartographiée à l'échelle 1/50 000. Le socle rocheux de la région est composé de roches métasédimentaires et intrusives néoarchéennes des sous-provinces de La Grande et d'Opinaca, d'intrusions felsiques et ultramafiques présentes dans ces deux sous-provinces et de dykes de diabase paléoprotérozoïques, le tout surmonté de dépôts meubles quaternaires. Les roches de la Sous-province de La Grande appartiennent à l'unité Alg13 (granodiorite et tonalite foliées) du Complexe de Langelier, tandis que la Sous-province d'Opinaca est composée de wacke, de paragneiss plus ou moins migmatitisés et d'intrusions diverses. La région est divisée en huit unités stratigraphiques et lithodémiques, dont deux nouvelles unités (Gneiss de Marjoulet et Suite de Lablois), et en trois unités lithologiques. Le Gneiss de Marjoulet se situe à l'intérieur du Complexe de Laguiche, tandis que la Suite de Lablois regroupe une série d'intrusions ultramafiques distribuées sur une distance E-W de plus de 380 km qui s'injectent à la fois dans le La Grande et l'Opinaca. Ces intrusions sont formées principalement de métawebstérite à olivine avec ou sans phlogopite.

La distribution des minéraux métamorphiques et du pourcentage de mobilisat permet de tracer des isogrades métamorphiques qui démontrent un accroissement du métamorphisme du NNW vers le SSE, passant du faciès des schistes verts au faciès supérieur des amphibolites.

Les roches de la Sous-province de La Grande sont chevauchées sur les unités de l'Opinaca. Cette dernière est déformée en une succession de synformes et d'antiformes qui, vers le sud, deviennent de plus en plus serrées avec des flancs plus abrupts. De plus, de grandes zones de cisaillement E-W à NE ont été tracées à partir de la carte du gradient vertical du champ magnétique résiduel, de la carte du *tilt angle* magnétique et des variations d'orientation des éléments structuraux.

Des roches riches en sulfures et en graphite associées à des zones d'altération potassique ou calcosilicatée définissent une nouvelle unité du Complexe de Laguiche, dans le coin SE du feuillet 33F08. Un nouvel indice de cuivre d'une teneur de 5920 ppm Cu (Iléosud) a été mis au jour dans ces roches.

1 - Unité de recherche et de service en technologie minérale (URSTM)

2 - Géologie Québec (MERN)

3 - Université Laval (ULaval)

Table des matières

INTRODUCTION	5
Localisation et accès.....	5
Objectifs du projet.....	5
Méthode de travail.....	5
Travaux antérieurs.....	5
Remerciements.....	6
CONTEXTE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL.....	6
Contact nord entre les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca.....	8
STRATIGRAPHIE.....	8
Néoarchéen.....	9
Sous-province de La Grande	9
Complexe de Langelier (Algl3).....	9
Sous-province d'Opinaca	9
Complexe de Laguiche (nAlgi)	9
Suite de Féron (nAfer)	12
Gneiss de Marjoulet (nAigma, nouvelle unité).....	12
Roches intrusives présentes à la fois dans les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca	12
Suite de Bezier (nAbez).....	12
Suite de Lablois (nAslb, nouvelle unité).....	13
Suite granitique du Vieux Comptoir (nAvcr).....	13
Unités lithologiques néoarchéennes.....	14
Intrusions felsiques.....	14
Granite (IIB).....	14
Granodiorite (IIC).....	14
Tonalite et granodiorite (IIDa).....	14
Paléoprotérozoïque.....	14
Dykes du Lac Esprit (pPesp1).....	14
Quaternaire.....	15
LITHOGÉOCHIMIE.....	15
Méthode de travail.....	15
Résultats.....	15
Roches métasédimentaires.....	15
Intrusions felsiques.....	16
Dykes de diabase paléoprotérozoïques	19
MÉTAMORPHISME RÉGIONAL.....	20
Paragenèse et assemblages minéralogiques	20
Carte du métamorphisme régional.....	20
Évènements de métamorphisme	20
GÉOLOGIE STRUCTURALE.....	22
Éléments structuraux et mode de présentation.....	22
Domaines structuraux.....	22
Discussion	25

GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE	25
Échantillons prélevés.....	25
Indice cuprifère Iléosud.....	26
CONCLUSION.....	27
RÉFÉRENCES	28
ANNEXE : TABLEAUX.....	31
ANNEXE : PHOTOGRAPHIES	35
HORS TEXTE : GÉOLOGIE LAC DE VILLARET RG 2019-01-C01	

INTRODUCTION

Localisation et accès

Le territoire cartographié durant l'été 2015 correspond aux feuillets SNRC 33F01 (Lac de Villaret) et 33F08 (Lac de Vaulx) et couvre une superficie de 1856 km² (figure 1) dans la municipalité d'Eeyou Istchee Baie-James. Il est limité par les longitudes 76° 30' et 76° W et les latitudes 53° et 53° 30' N. Le campement était localisé sur la route qui mène aux résidences Sakami d'Hydro-Québec, à 1,3 km de l'intersection de la route Transtaïga (km 100). On y accède en empruntant la route de la Baie-James (route 109), puis la route Transtaïga en direction de Caniapiscau (situé à 430 km à l'est du camp).

Objectifs du projet

Ce levé à l'échelle du 1/50 000 s'inscrit dans un projet visant à compléter la cartographie géologique du contact nord entre les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca (feuillets 33F, 33G, 33H et une partie de 23E). Le coin NE du feuillet 33F08 comprend le contact entre ces deux sous-provinces, lequel représente un métallotecte aurifère majeur reconnu à l'échelle régionale.

Méthode de travail

L'hélicoptère a été privilégié pour le transport des équipes sur le terrain, sauf pour les secteurs situés en bordure de la route Transtaïga accessibles en camion. Les traverses, d'une longueur d'environ 6 km, sont espacées d'à peu près 3 km. La distance entre les sites d'observation était de l'ordre de 250 m ou moins lorsque la géologie était plus complexe. La méthode du « saut de mouton » en hélicoptère a parfois été employée dans les secteurs où les affleurements étaient plus dispersés, comme dans le nord du feuillet 33F08 qui est couvert en grande partie de tourbières. Vingt-neuf affleurements avaient été décrits par les équipes du Ministère lors des campagnes antérieures de 1998 et 1999. En 2015 et en 2016, ce nombre s'est élevé respectivement à 1415 et 48 affleurements. De plus, 270 descriptions d'affleurements provenant des travaux statutaires ont été compilées dans le SIGÉOM. Une sélection de 147 échantillons de roches intrusives felsiques et intermédiaires ont fait l'objet de colorations; 22 échantillons ont été envoyés pour des analyses partielles et 173 pour des analyses complètes. Un total de 201 lames minces, dont 52 lames polies, ont été étudiées. En 2015 et 2016, six échantillons ont été prélevés pour des datations isotopiques U-Pb réalisées au GEOTOP : une granodiorite mylonitisée localisée au contact entre les deux sous-provinces (33F08); deux conglomérats polygéniques du Complexe de Laguiche (33F09 et 33F02); deux granites associés à la Suite granitique du Vieux Comptoir (33F02 et 33F09) et un gneiss du Complexe de Laguiche

(33F01). Le détail de ces datations a été publié dans deux rapports traitant de la géochronologie (David, 2018a et 2018b). De plus, des analyses à la microsonde électronique, une étude minéralogique automatisée (SEM-MLA), des calculs de thermobarométrie, ainsi que des travaux de géochronologie sur des zircons, des monazites et des grenats ont été réalisés dans le cadre d'une maîtrise à l'Université Laval sur le métamorphisme et la géologie structurale de la région du lac de Villaret (Côté-Roberge *et al.*, 2016, 2018; Côté-Roberge, 2018).

Travaux antérieurs

En plus des travaux de cartographie du roc, des travaux de géochimie de sédiments de fond de lac et d'échantillonnage de till ont été réalisés par différentes entreprises et par le Ministère à partir des années 1970. De plus, des levés géophysiques aéroportés commandés par le Ministère entre 2007 et 2010 ont couvert une grande superficie de la municipalité d'Eeyou Istchee Baie-James (D'Amours, 2011).

Dans les années 1950, la Commission géologique du Canada réalise les premiers travaux systématiques de cartographie géologique de la région à l'échelle 1/506 880 (Eade *et al.*, 1957; Eade, 1966). En 1973, dans le cadre d'une campagne d'exploration pour l'uranium et les métaux usuels, Atkins *et al.* (1973) effectuent des relevés géophysiques dans la partie NW du feuillet 33F08. Cette même année, une vaste étude réalisée par Tremblay et Marleau (1973) a permis de compiler les informations concernant la géologie et les minéralisations de la Baie-James et d'interpréter les données aéromagnétiques régionales. Atkins *et al.* (1974) entreprennent une campagne d'échantillonnage et deux forages dans le NW du feuillet 33F08 afin de vérifier des anomalies géophysiques pouvant être éventuellement reliées à la présence de conglomérats uranifères. Cette même année, Sharma (1974, 1977) cartographie une bande de 10 km par 33 km dans la partie nord de 33F08 lors d'une campagne de cartographie générale des feuillets adjacents. Par la suite, le groupe minier SES mène plusieurs campagnes d'exploration pour l'uranium (Fouques et Schumacher, 1979) qui conduisent à la découverte d'indices d'uranium et de thorium (G 530, Roma, Marjolet et Rivière Meechishgosheesh; Giroux, 1975).

Aucune exploration minière n'a été réalisée dans les feuillets 33F01 et 33F08 au cours des 20 années suivantes. Il faut attendre la compilation et l'interprétation géologique de Gauthier (1996) touchant l'ensemble du feuillet 33F pour voir une reprise de l'exploration dans le secteur. Ces travaux comprenaient notamment une étude de télédétection qui a mis en évidence la présence de grands linéaments. Dans les années 2000, l'exploration connaît un nouveau regain. Lavoie (2003) cible des anomalies en or dans les sédiments de fond de lac dans les feuillets 33F01 et 33F08, mais sans parvenir à en trouver la source. Dans le cadre du projet Star Lake (feuillet 33F01), Ressources Everton entreprend entre 2005 et 2006 une campagne de cartographie et d'échantil-

lonnage de sédiments de fond de lac, du till, de blocs et d'affleurements (Boudreault et Allou, 2006; Charbonneau, 2007). En 2006 et 2007, le projet Laguiche de Mines Virginia touche un large territoire couvrant notamment le secteur d'étude. L'objectif de ce projet était l'évaluation du potentiel aurifère d'un secteur fortement métamorphisé caractérisé par plusieurs anomalies en As, Au ou Mo dans les sédiments de fond de lac (Turgeon et Oswald, 2007). Eloro Resources s'intéresse aux minéralisations d'uranium et de thorium du feuillet 33F08 (Bourgoin, 2007). En 2007, NQ Exploration réalise des travaux de prospection lithogéochimique et d'échantillonnage de till pour les minéralisations aurifères sur la propriété Sakami (feuillet 33F08; Charbonneau, 2008), suivis en 2008 d'une campagne d'échantillonnage pour l'uranium, les terres rares, l'or, l'argent et les métaux usuels sur la propriété Start Lake au sud (feuillet 33F01; Lamothe, 2009). Enfin, Lemelin (2014) effectue un peu de prospection en ciblant certains minéraux indicateurs (pyrope et diopside chromifère) et les roches ultramafiques.

La majorité des feuillets adjacents ont été cartographiés à l'échelle 1/50 000 par le Ministère. Les feuillets à l'est et au nord ont été visités en 1998 et 1999 (33F02 et 33F07, Goutier et al., 2000; 33F09, Goutier et al., 2001a) et ceux à l'est et au sud en 2000 et en 2006 respectivement (33G05, Goutier et al., 2002; 33C16, Bandyayera et Fliszar, 2007). Par ailleurs, Simard et Gosselin, (1999) ont cartographié les feuillets 33B, 33G03, 33G04, 33G05 et 33G06 à l'échelle 1/250 000 en 1997. En 2016, les feuillets 33F02, 33G04 et 33G05 ont été cartographiés de nouveau au 1/50 000 par une équipe du Ministère (Goutier et al., 2017a; Goutier, 2018b), ce qui a entraîné des modifications à la carte, notamment par l'ajout de zones de cisaillement. Ces changements sont apparents lorsque l'on compare la carte de 2015 publiée par Goutier et Gigon (2015) et celle de ce rapport (carte hors texte).

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les géologues Adina Bogatu et Roman Hanes, ainsi que les étudiants Mélanie Beaudette, Philippe Drouin, Maude Lagacé-Charette, Julien Leconte et Maxine Roy pour leur efficacité et leur motivation tout au long de la campagne de terrain. Nos remerciements vont aussi aux cuisiniers Ginette Gosselin et Frédéric Tremblay, aux hommes de camp Francis Cantin et Julien Lamoureux et aux pilotes d'hélicoptère et aux mécaniciens de la compagnie Hélicoptères Whapchiwem grâce à qui notre travail de cartographie a pu s'effectuer dans les meilleures conditions.

Nous tenons aussi à souligner la qualité du travail de Kathleen O'Brien et Pierre-Thomas Poulin pour la réalisation des cartes. Enfin, merci à François Huot pour les commentaires et les améliorations suggérées lors de la lecture critique du manuscrit ainsi qu'à Claude Dion pour ses efforts soutenus dans l'amélioration de la qualité de ce rapport.

CONTEXTE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

La région cartographiée est située dans la portion centrale de la Province géologique du Supérieur qui constitue le plus vaste craton archéen du monde. Cette province comprend des roches de nature très variée, datées entre ~4,0 et 2,57 Ga, qui ont été affectées par plusieurs orogènes archéennes. La région du lac de Villaret se trouve au contact entre les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca (figure 1). Cette région comprend également des dykes de diabase paléopro-térozoïques, ainsi qu'une couverture de sédiments meubles quaternaires.

La Sous-province de La Grande représente un ensemble volcano-plutonique (Card et Ciesielski, 1986) composé d'un socle tonalitique ancien aussi vieux que 3452 Ma (33F03, Davis et al., 2015), de plusieurs séquences volcano-sédimentaires sous-marines d'âge mésoarchéen à néoarchéen et de multiples intrusions felsiques à ultramafiques. Par endroits, cet ensemble est recouvert en discordance par des unités conglomératiques archéennes (Formation d'Ekomiak) et des unités sédimentaires paléopro-térozoïques (Formation de Sakami). Les unités de la Sous-province de La Grande sont comparables à celles du *Northern Superior Superterrane* et du domaine d'Oxford-Stull du nord-ouest ontarien (Stott et al., 2010).

La Sous-province d'Opinaca forme un ensemble métasédimentaire et plutonique (Card et Ciesielski, 1986) comparable aux sous-provinces d'English River et de Quetico en Ontario. Dans la région à l'étude, l'Opinaca est constituée principalement de paragneiss à biotite injectés de multiples intrusions de composition felsique (communément pegmatitique) à ultramafique. Ces paragneiss proviennent du métamorphisme et de la déformation d'une importante séquence de wacke arkosique. Le degré de migmatitisation des roches métasédimentaires varie en fonction de la localisation géographique et de la présence de grands plis. Le Pluton de la Frégate, daté à 2710,4 ± 2,4 Ma (Augland et al., 2016), coupe les paragneiss dans le feuillet 33G02. Le dépôt des wackes dont dérivent ces paragneiss est donc en partie contemporain de certaines unités de la Sous-province de La Grande, contrairement à ce que semblaient indiquer les observations effectuées précédemment dans le feuillet 33F (Goutier et al., 2001a).

Dans la région des feuillets 33F, 33G et 33H, le métamorphisme néoarchéen croît de l'WNW vers l'ESE, du faciès des schistes verts au faciès des granulites. Les travaux de Côté-Roberge (2018) ont permis d'identifier deux épisodes de métamorphisme à 2670 et 2645 Ma. Les roches sont déformées de façon ductile. La présence de noyaux anciens mésoarchéens et de plutons néoarchéens produit un arrangement structural en dômes et en bassins dans les roches de la Sous-province de La Grande, sauf dans les zones cisillées qui sont généralement associées aux unités d'amphibolite. La Sous-province d'Opinaca présente un style structural

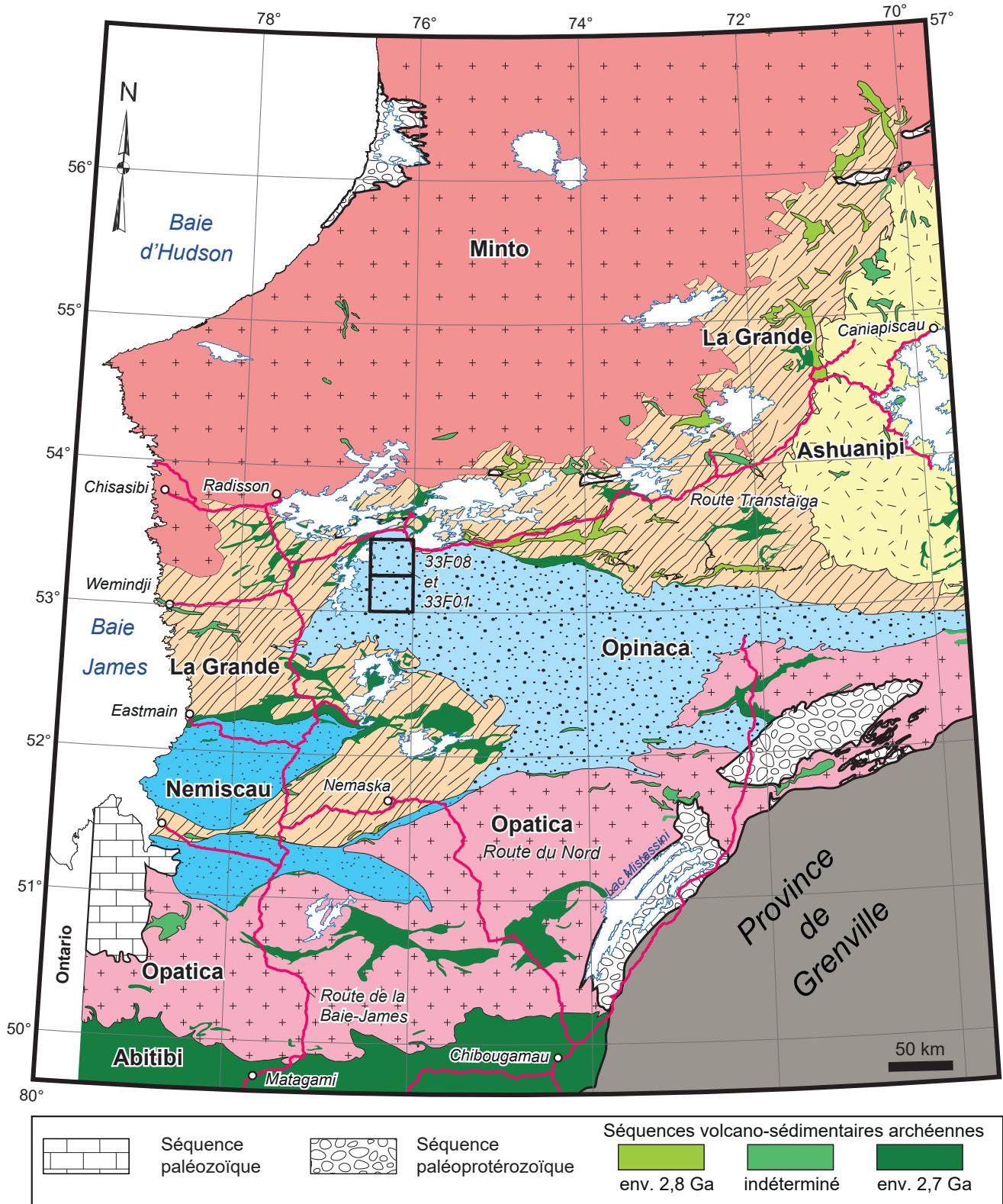


FIGURE 1 - Carte des sous-provinces géologiques de la municipalité d'Eeyou Istchee Baie-James. Modifiée de Thériault et Beauséjour (2012) et des cartes du SIGÉOM des feuillets 33A, 33F, 33G, 33H et 23E.

différent caractérisé par une série de grandes synformes et antiformes à traces axiales orientées ENE à ESE et à plongement vers l'ENE qui affectent à la fois les intrusions et les paragneiss. Dans les feuillets 33F02 et 33F07, certains plis plongent vers l'ouest.

L'inventaire minéral de la région est dominé par les minéralisations aurifères archéennes. On y trouve aussi des minéralisations de cuivre, de zinc, de fer, de molybdène, de nickel, de chrome, d'éléments du groupe du platine et de lithium (voir la carte interactive du SIGÉOM). Les dépôts paléoprotérozoïques comprennent des minéralisations d'uranium, de thorium, de cuivre et d'argent.

Contact nord entre les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca

Le contact nord entre les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca correspond à un changement lithologique et non à un changement abrupt du degré de métamorphisme (Goutier *et al.*, 2017b). La portion au nord de ce contact se distingue principalement par des ensembles volcano-sédimentaires et tonalitiques (La Grande), tandis que la portion sud est caractérisée par des roches métasédimentaires et des intrusions de composition intermédiaire ou felsique (Opinaca), plus rarement ultramafique. Ces différences se reflètent sur les cartes du gradient vertical du champ magnétique résiduel et du *tilt angle* magnétique qui présente un signal plus contrasté du côté nord.

À plusieurs endroits, le contact entre les deux sous-provinces est constitué par une zone de cisaillement inclinée vers le NW ou vers le nord. Cette zone de contact est facile à identifier lorsque les amphibolites du La Grande chevauchent les paragneiss de l'Opinaca. Ce contact peut être net, comme à l'indice Quentin (33H04, voir la photo de la page 9 dans Goutier, 2018a). Dans le feuillet 33F, la structure de cette zone de cisaillement est plus complexe (photo de la page couverture du rapport de Goutier *et al.*, 2000) en raison de la présence de nombreuses imbrications et d'injections felsiques. En plusieurs endroits, la zone de contact est injectée par des intrusions métriques à kilométriques présentant des degrés variables de déformation : tonalites de la Suite de Joubert; roches ultramafiques de la Suite de Lablois; granodiorites de la Suite de Richardie; monzodiorite quartzifère et granodiorite de la Suite de Bezier et granites de la Suite granitique du Vieux Comptoir. Les datations des suites de Richardie (2693 ± 5 Ma; Davis *et al.*, 2018) et de Bezier ($2712,3 \pm 5,6$ Ma; David, 2019) indiquent que la juxtaposition entre ces deux sous-provinces a commencé avant ~ 2710 Ma.

Dans certains cas, la limite entre les sous-provinces est plus difficile à tracer, notamment lorsque les unités sédimentaires du La Grande sont en contact avec les roches métasédimentaires de l'Opinaca. Les unités sédimentaires du La Grande, comme les formations de Marbot (feuillets 33G07, 33G08 et 33H05) et de la Rivière Salomon (feuillets

33H et 23E), se distinguent de celles de l'Opinaca par la présence plus marquée de formations de fer et de conglomérats polygéniques.

STRATIGRAPHIE

La stratigraphie de la région est basée sur les travaux de cartographie du Ministère réalisés entre 1997 et 2014 dans les terrains adjacents (Simard et Gosselin, 1999; Goutier *et al.*, 2000; Goutier *et al.*, 2001a; Goutier *et al.*, 2002; Bandyayera et Fliszár, 2007; Gigon et Goutier, 2017), ainsi que nos travaux de terrain des étés 2015 et 2016. Les limites des ères de l'Archéen et du Protérozoïque correspondent à celles établies par l'*International Commission on Stratigraphy* (Cohen *et al.*, 2015) soit de 3200 à 2800 Ma pour le Mésoarchéen, de 2800 à 2500 Ma pour le Néoarchéen et de 2500 à 1600 Ma pour le Paléoprotérozoïque.

Les points marquants dans l'évolution géologique de la région se résument comme suit :

1. mise en place d'une intrusion de composition tonalitique à granodioritique du Complexe de Langelier au Néoarchéen (2797 Ma);
2. début de la sédimentation du bassin de Laguiche, avant 2710 Ma;
3. mise en place d'une monzodiorite quartzifère de la Suite de Bezier dans les sous-provinces d'Opinaca et de La Grande (2712 Ma);
4. mise en place des intrusions vers 2689 Ma qui seront transformées en Gneiss de Marjoulet et des premiers granites de la Suite granitique du Vieux Comptoir vers 2687 Ma;
5. transformation des wackes en paragneiss, métatexites et diatexites vers 2670 Ma; injection d'intrusions felsiques parallèlement à la foliation principale dans la Sous-province d'Opinaca;
6. mise en place des intrusions ultramafiques de la Suite de Lablois, probablement entre 2670 et 2645 Ma, mais clairement avant 2619 Ma;
7. mise en place des intrusions plus alcalines de l'unité nAvcr2 de la Suite granitique du Vieux Comptoir entre 2640 à 2613 Ma;
8. injection des dykes de diabase du Lac Esprit (2069 Ma);
9. dépôt de la couverture de sédiments quaternaires.

La région présente huit unités stratigraphiques et lithodémiques dont deux (Gneiss de Marjoulet et Suite de Lablois) sont définies pour la première fois dans ce rapport. De plus, quelques intrusions archéennes n'ont pas été assignées à une unité stratigraphique particulière, soit en raison de leur petite taille, soit par manque d'informations permettant de les corréler à des intrusions plus importantes. Elles sont donc décrites comme des unités lithologiques (I1B, I1C, I1Da) à la suite des unités stratigraphiques.

Néoarchéen

Sous-province de La Grande

La Sous-province de La Grande n'est présente que dans le coin NE du feuillet 33F08 (figure 2 et carte hors texte). Elle est représentée par une intrusion de composition tonalitique à granodioritique du Complexe de Langelier, lequel est en contact tectonique avec les paragneiss du Complexe de Laguiche de la Sous-province d'Opinaca.

Complexe de Langelier (Algl3)

Le Complexe de Langelier a été défini à la suite des travaux de cartographie géologique dans les feuillets 33F (Goutier *et al.*, 1998a, 1998b, 1999a et 1999b), en particulier dans le feuillet 33F03 (Goutier *et al.*, 1999b). Il est composé principalement de quatre unités : ensemble de gneiss (Algl1), diorite (Algl2), tonalite et granodiorite (Algl3), ainsi qu'un ensemble mixte (Algl).

Une intrusion de composition tonalitique à granodioritique à biotite avec ou sans hornblende affleure dans le coin NE du feuillet 33F08 (figure 2; carte hors texte). Les premières interprétations associaient cette roche aux Intrusions de Duncan (Goutier *et al.*, 2001a, 2001b; Goutier et Gigon, 2015) datées de 2716 à 2708 Ma (Goutier *et al.*, 1998a, 1999a; Davis *et al.*, 2005). Une datation isotopique U-Pb à 2796,5 ± 5,3 Ma (affleurement 2015-MC-1185, David, 2018a) a toutefois permis d'associer ces roches à l'unité Algl3 du Complexe de Langelier datée à 2794 ± 2 et 2788 ± 4 Ma dans le feuillet 33F (Goutier *et al.*, 1999b).

Une zone de cisaillement sépare cette roche des paragneiss et du wacke métamorphisé de la Sous-province d'Opinaca. Le contact avec une intrusion de monzodiorite quartzifère de la Suite de Bezier, localisée plus au sud, n'a pas été observé, mais le contraste de susceptibilité magnétique permet de tracer la limite entre les deux unités.

L'intrusion de composition tonalitique à granodioritique présente une patine et une cassure fraîche grise à blanchâtre (photo 1). La roche, de granulométrie fine à moyenne, est généralement foliée. Elle contient de 1 à 10 % de biotite, associée ou non à la hornblende, et est localement accompagnée de magnétite, d'épidote, de muscovite et de grenat comme phases accessoires. Au contact avec les roches du Laguiche, la roche présente une foliation mylonitique et une forte linéation minérale (photo 2). Sur de nombreux affleurements, la roche est coupée par des injections centimétriques à décimétriques peu ou pas déformées de granite à grain moyen à pegmatitique contenant 1 % ou moins de biotite.

Sous-province d'Opinaca

La Sous-province d'Opinaca couvre la majeure partie de la région étudiée. Elle est constituée des roches métasédimentaires du Complexe de Laguiche et des différentes intrusions qui s'y injectent.

Complexe de Laguiche (nAlgi)

Ce grand ensemble de roches métasédimentaires avait déjà été reconnu par Eade *et al.* (1957) et Eade (1966). Au cours des 40 dernières années, la nomenclature concernant les roches métasédimentaires migmatitisées de la Sous-province d'Opinaca a été modifiée à plusieurs reprises. Franconi (1978) avait au départ regroupé cet ensemble sous l'appellation « Groupe de Rossignol », tandis que Fouques et Schumacher (1979) lui ont donné le nom de « Série de Laguiche ». Plus tard, Gauthier *et al.* (1997) ont introduit le terme de « Groupe de Rossignol-Laguiche » pour désigner les roches métasédimentaires de la partie nord de la Sous-province d'Opinaca. Simard et Gosselin (1999) et Goutier *et al.* (2000) ont modifié cette appellation en « Groupe de Laguiche ». Par la suite, Bandyayera et Fliszár (2007), utilisant une approche plus conforme au Code stratigraphique nord-américain (Ministère de l'Énergie et des Ressources, 1986), ont proposé l'appellation « Complexe de Laguiche » pour désigner toute la séquence métasédimentaire de la Sous-province d'Opinaca ainsi que la composante métamorphique très importante. Soulignons que le lac Laguiche se trouve dans le feuillet 33F01 (figure 2; carte hors texte).

Le Complexe de Laguiche constitue l'unité dominante du secteur d'étude. La région du lac de Villaret est située à la jonction des unités cartographiées précédemment à l'échelle 1/250 000 plus à l'est (Simard et Gosselin, 1999) et au 1/50 000 à l'ouest (Goutier *et al.*, 2000) et au sud (Bandyayera et Fliszár, 2007). Le Complexe de Laguiche est composé de dix-neuf unités dont six sont présentes dans les feuillets 33F01 et 33F08 : les paragneiss plus ou moins migmatitisés (unités nAlgi2a, nAlgi3a et nAlgi4a), l'amphibolite à hornblende avec ou sans diopside et biotite, foliée et granoblastique (nAlgi5), le wacke métamorphisé à biotite-chlorite folié (nAlgi7, nouvelle unité) et l'ensemble de paragneiss dérivé de wacke, de paragneiss à magnétite, de niveaux de paragneiss altéré et cisailé et de schiste à graphite et sulfures (nAlgi8, nouvelle unité).

Le Pluton de la Frégate (2710,4 ± 2,4 Ma; Augland *et al.*, 2016) et l'intrusion principale de la Suite de Bezier (2712,3 ± 5,8 Ma; David, 2019) sont intrusifs dans le Complexe de Laguiche. Ceci indique que les sédiments dont dérivent les paragneiss se sont déposés avant 2710 Ma. L'âge des deux événements métamorphiques (2670 et 2645 Ma; David *et al.*, 2011 et Côté-Roberge, 2018) qui affectent ces roches métasédimentaires doit être pris en compte dans l'évolution du complexe qui est défini par son caractère à la fois sédimentaire, métamorphique et igné.

Les unités nAlgi2a, nAlgi3a et nAlgi4a sont définies en fonction du pourcentage de mobilisat observé en affleurement. L'unité nAlgi2a correspond aux paragneiss à biotite dérivés de wacke (photo 3) présentant un pourcentage de mobilisat de 10 % ou moins. L'unité nAlgi3a est formée de métatexite issue de paragneiss (photo 4) avec un pourcentage de mobilisat compris entre 10 et 50 %. L'unité nAlgi4a regroupe les diatexites de paragneiss contenant plus de

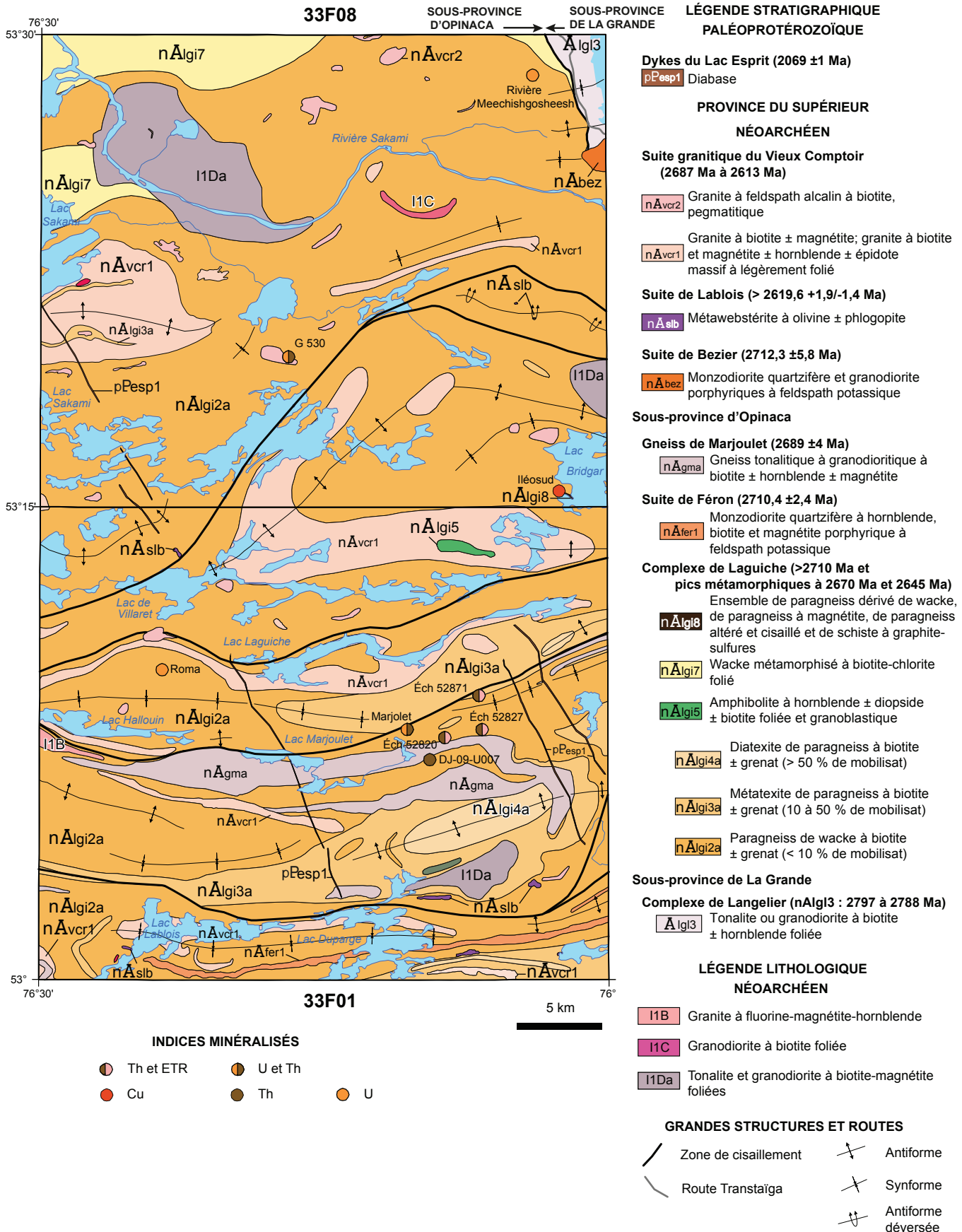


FIGURE 2 - Géologie simplifiée de la région du lac de Villaret (33F01 et 33F08). Voir la carte hors texte pour plus de détails.

50 % de mobilisat (photo 5). La structure granoblastique du paléosome est caractéristique de ces trois unités, le métamorphisme ayant effacé les structures sédimentaires primaires. La roche est constituée de plagioclase (7 à 50 %), de quartz (15 à 64 %) et de biotite (15 à 30 %), ce qui lui donne une cassure fraîche poivre et sel et une surface d'altération brune. Le contenu en feldspath potassique dans les paragneiss est relativement faible et ne dépasse pas 6 % (Côté-Roberge *et al.*, 2018).

L'alignement des feuillets de biotite souligne la foliation. La hornblende a été observée dans les roches d'une cinquantaine d'affleurements. Contrairement à d'autres secteurs de l'Opinaca, le grenat est rarement observé dans la région d'étude (seulement 37 affleurements parmi les 855 observations de paragneiss, de métatexite et de diatexite). Une dizaine d'affleurements présentent des niveaux décimétriques à métriques plus riches en muscovite contenant des porphyroblastes centimétriques de cordiérite, de sillimanite ou de staurotite (33F09). La présence de ces minéraux permet de tracer les isogrades métamorphiques (voir la section traitant du métamorphisme). La tourmaline, le rutile, le zircon, la monazite, l'apatite, l'allanite, la pyrite, la pyrrhotite, la magnétite, l'ilménite et le diopside sont aussi observés en lames minces. L'altération et le métamorphisme rétrograde se manifestent par l'apparition de la chlorite, de l'épidote et des carbonates.

Le mobilisat se présente sous la forme de niveaux millimétriques à centimétriques blancs, de composition quartzofeldspathique. Ces niveaux disposés parallèlement à la gneissosité sont plissés par endroits et montrent des épontes plus riches en biotite. Les roches métasédimentaires présentent généralement une granulométrie fine à moyenne, mais les observations de terrain indiquent que la granulométrie augmente avec le degré de fusion partielle. Les travaux de Morfin *et al.* (2013 et 2014) et de Morfin (2014) détaillent les processus de migmatitisation et d'injection. Les intrusions sont communes au sein de ces trois unités et peuvent représenter la lithologie dominante des affleurements, mais la plupart sont d'étendue décamétrique et n'apparaissent pas sur la carte. L'unité nAlgi2a est dominante dans le feuillet 33F08 et fait progressivement place vers le sud aux deux autres unités avec l'augmentation de la proportion de mobilisat (voir la section traitant du métamorphisme).

L'unité nAlgi5 est une amphibolite à hornblende, avec ou sans diopside et biotite, foliée et granoblastique. Cette amphibolite pourrait correspondre à des roches intrusives métamorphosées de composition intermédiaire à mafique mises en place au sein des roches métasédimentaires. La hornblende est le minéral ferromagnésien principal (40 à 80 %). On observe également du sphène (1 %), du diopside (1 à 5 %), des sulfures (1 %) et, très localement, de la biotite. L'amphibolite a une couleur vert moyen à vert foncé en surface fraîche, tandis que la patine est plus grisâtre. Elle est peu foliée, à grain fin et granoblastique. Un rubanement de composition est visible et consiste en niveaux riches en

minéraux mafiques alternant avec des niveaux plus riches en plagioclase (photo 6).

Le wacke métamorphosé à biotite-chlorite et folié (nAlgi7) était auparavant intégré à l'unité Alu1 du Groupe de Laguiche, tout comme les paragneiss. Cette nouvelle unité a été instaurée afin de mettre en évidence la présence de roches métasédimentaires moins métamorphosées. Elle est localisée au nord du feuillet 33F08 et affleure peu dans la région étudiée (figure 2; carte hors texte). Le wacke est à grain fin, légèrement folié et homogène. À la différence des paragneiss, certaines structures sédimentaires, comme le granoclassement et les laminations parallèles, sont préservées (photo 7, feuillet 33F09). Cependant, dans le secteur à l'étude, aucune de ces structures n'a été observée. La cassure fraîche verdâtre associée à la présence de chlorite est un autre indice qui permet de différencier le wacke métamorphosé des paragneiss. De même, la patine brun grisâtre est légèrement plus claire que celle des paragneiss. Le wacke est composé de plagioclase, de quartz, de biotite et de chlorite fine associés à moins de 1 % de pyrite. La présence de carbonates et d'épidote est plus commune dans le wacke que dans les autres unités du Laguiche.

Une nouvelle unité (nAlgi8) a été définie dans le coin SE du feuillet 33F08 (figure 2; carte hors texte). Elle forme une bande d'une longueur de 3 km et d'une largeur de 200 m. Son extension vers l'est, sous le lac Bridgar (feuillet 33F08), est déduite de la carte du gradient vertical du champ magnétique résiduel. Cette unité est composée d'un ensemble particulier de paragneiss à biotite dérivé de wacke, de paragneiss à magnétite, de niveaux de paragneiss altéré et cisailé et de schiste dérivé de mudstone à graphite et sulfures. Ces roches sont foliées et certaines sont cisailées. On note un faible pourcentage de mobilisat. Les roches de cette unité se distinguent par l'abondance de pyrrhotite, de graphite et d'amphibole. La présence de pyrrhotite dans certains niveaux centimétriques explique en partie la forte susceptibilité magnétique de cette unité. Le schiste à graphite et sulfures (pyrrhotite, pyrite, avec ou sans chalcopryrite) dérivé de mudstone est à grain fin et de couleur plus sombre que les paragneiss. Il forme des niveaux de 25 à 75 cm entre le paragneiss à biotite et le paragneiss métasomaté (figure 9). Plusieurs injections centimétriques à métriques de granite à feldspath alcalin coupent cette séquence. Ce granite contient de la biotite (1 %), de la tourmaline (1 à 8 %) et de la muscovite (2 %) avec localement jusqu'à 5 % de pyrrhotite et de pyrite disséminées et des traces de chalcopryrite.

L'unité nAlgi8 se distingue aussi par un niveau d'altération plus prononcé que les autres unités du Laguiche. Ce phénomène se manifeste par la présence de niveaux centimétriques à décimétriques, concordants et discordants, composés de hornblende, de diopside, de quartz, de plagioclase, de microcline, de sulfures (pyrite, pyrrhotite et chalcopryrite), de grenat et de calcite. Ces roches altérées constituent l'unité encaissante de l'indice Iléosud. Une description plus détaillée de cet indice se trouve dans la section sur la géologie économique.

Suite de Féron (nAfer)

La Suite de Féron a été définie lors des travaux de cartographie géologique de 2012 dans les feuillets 33G01, 33G02 et 33H04 (Goutier *et al.*, en préparation; voir aussi la fiche de cette unité dans le lexique stratigraphique [<http://gq.mines.gouv.qc.ca/lexique-stratigraphique/province-du-superieur/suite-de-feron/>]). Elle est composée de lithologies de composition intermédiaire (nAfer, nAfer1 et nAfer2).

Dans la région étudiée, la Suite de Féron est composée d'un ensemble de monzodiorite quartzifère et de diorite caractérisé par la présence de hornblende, de biotite et de magnétite. Cet ensemble forme une bande de 28 km de longueur et de quelques centaines de mètres de largeur injectée dans les paragneiss du Complexe de Laguiche dans la partie sud de feuillet 33F01 (figure 2; carte hors texte). Cette bande se prolonge vers l'est sur une quinzaine de kilomètres dans le feuillet adjacent 33G04 où elle définit un pli (Goutier, 2018b). Les roches de cette bande ont été associées à la Suite de Féron en raison des similitudes lithologiques qu'elles partagent avec l'unité de référence.

La roche foliée est à grain fin à moyen. En plus du plagioclase, du feldspath potassique et du quartz, elle contient de la hornblende (5 à 15 %), de la biotite (5 à 15 %) et de la magnétite (1 %). Sa cassure fraîche est gris rosé et sa patine est un peu plus foncée.

Gneiss de Marjoulet (nAgma, nouvelle unité)

Une unité de gneiss tonalitique à granodioritique à biotite, avec ou sans hornblende et magnétite, a été observée dans la partie centrale du feuillet 33F01 où elle forme une bande d'une trentaine de kilomètres de long avec une épaisseur apparente variant de 400 m à près de 3 km (figure 2; carte hors texte). Cette unité est encaissée dans les roches métasédimentaires du Complexe de Laguiche et est conforme au grain structural et aux grands plissements. Elle se démarque des roches environnantes par sa plus forte susceptibilité magnétique.

Nous assignons ici ce gneiss à une nouvelle unité, le Gneiss de Marjoulet (nAgma). Le secteur à l'ouest du lac Marjoulet (figure 2; carte hors texte) expose un grand nombre d'affleurements représentatifs. Il s'agit également de l'endroit où l'unité est la plus épaisse. L'un des affleurements de ce secteur (2016-JG-2856, feuillet 33F01) a été échantillonné pour une datation isotopique U-Pb qui a permis d'obtenir un âge de 2689 ± 4 Ma (David, 2018b).

Le Gneiss de Marjoulet se distingue des roches métasédimentaires du Complexe de Laguiche par la nature du protolite tonalitique à granodioritique, une patine plus pâle et la présence de niveaux dioritiques. La patine des roches du Marjoulet est blanc grisâtre à rosée, alors que les roches métasédimentaires du Complexe de Laguiche possèdent typiquement une patine brune. Le gneiss est très hétérogène en raison des variations de composition, de l'abondance

de schlierens et des occurrences de niveaux dioritiques et d'injections felsiques. La granulométrie varie de fine à moyenne. La foliation est soulignée par les schlierens de biotite, alors que le rubanement est défini par des bandes centimétriques plus felsiques alternant avec des bandes plus riches en minéraux ferromagnésiens (photo 8). Ce rubanement est couramment plissé. Le pourcentage de minéraux mafiques est très variable. La biotite compte pour 2 à 10 % du total, sauf dans les gneiss tonalitiques où elle peut atteindre 25 %. La magnétite (<1 %) et la hornblende (<8 %) sont aussi présentes. Des niveaux et des enclaves centimétriques à métriques de diorite, d'amphibolite, de paragneiss ou de roche ultramafique sont aussi observés. Ces niveaux et enclaves peuvent représenter jusqu'à 50 % de l'affleurement (photo 9). Le Gneiss de Marjoulet contient également un important volume d'injections tonalitiques à granitiques qui peuvent constituer jusqu'à 75 % de l'affleurement. Ces injections d'épaisseur centimétrique à métrique, à grain fin à moyen, sont faiblement à modérément déformées. Elles sont généralement concordantes à la foliation, mais peuvent la couper à angle faible. On trouve aussi des injections centimétriques à métriques de granite à feldspath alcalin de la Suite granitique du Vieux Comptoir (unité nAvcr2) qui peuvent représenter près de 85 % de l'affleurement. Elles se distinguent par leur granulométrie très grossière et une relation angulaire plus marquée avec le rubanement des gneiss.

Roches intrusives présentes à la fois dans les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca

Plusieurs unités de roches intrusives sont présentes à la fois dans les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca. Elles se sont mises en place pendant ou après la juxtaposition de ces deux sous-provinces. Il s'agit des suites de Bezier et de Lablois, ainsi que de la Suite granitique du Vieux Comptoir.

Suite de Bezier (nAbez)

Le lithodème « Pluton de Bezier » a été introduit par Goutier *et al.* (2001b) dans la région de la colline Bezier (feuillet 33G12) pour décrire un pluton de granodiorite à monzodiorite quartzifère, porphyrique à phénocristaux de feldspath potassique. Par la suite, ce nom a été donné par Goutier *et al.* (2002) à quelques intrusions de composition et de structure similaires reconnues dans les feuillets adjacents (feuillets 33G05, 33G06 et 33G11). Plus tard, le lithodème « Pluton de Bezier » a été élevé au rang de suite (« Suite de Bezier ») puisque cet ensemble regroupe plusieurs plutons de composition similaire dans les feuillets 33F, 33G et 33H (Bandyayera *et al.*, 2013). La terminaison occidentale de l'intrusion originale été observée dans la partie NE du feuillet 33F08. Cette masse intrusive a été délimitée grâce à sa forte signature magnétique et aux évidences de terrain (affleurements).

Un âge de 2674 ± 12 Ma avait été obtenu pour un pluton localisé au sud du Groupe de Guyer dans le feuillet 33G06 (échantillon LE-132, St. Seymour *et al.*, 1989) dont les caractéristiques lithologiques sont similaires à celles de la Suite de Bezier. Nous avons tenté en 2014 de retrouver le site d'échantillonnage à partir des coordonnées mentionnées dans l'article (où les coordonnées N et W sont inversés), ainsi que celles obtenues en géoréférençant la figure de localisation de cette même référence. Toutefois, aucun affleurement n'a été observé dans un rayon de 600 m autour de ces coordonnées. Un nouvel échantillon a donc été prélevé plus à l'ouest dans l'intrusion type de la Suite de Bezier (affleurement 2014-JG-2088, feuillet 33F05). La nouvelle datation isotopique U-Pb a donné un âge de cristallisation de $2712,3 \pm 5,8$ Ma (David, 2019).

La portion de l'intrusion type de la Suite de Bezier exposée dans le secteur d'étude est formée de monzodiorite quartzifère et de granodiorite, porphyriques à grain fin et moyen contenant de la biotite (3 à 15 %), de la hornblende (4 à 55 %), de la magnétite (1 %) et des traces de sphène en cristaux millimétriques. Les phénocristaux de feldspath potassique ont une dimension qui varie de 0,5 mm à 1 cm, atteignant localement 5 cm, et représentent environ 3 % de la roche (photo 10). La cassure fraîche est rose pâle à verdâtre, alors que la patine est grise. La déformation modérée est marquée par le développement d'une foliation et d'une linéation. Localement, une diorite quartzifère est aussi présente.

Suite de Lablois (nAslb, nouvelle unité)

La Suite de Lablois (nAslb) est une nouvelle unité néoarchéenne qui regroupe un ensemble d'intrusions ultramafiques de petite dimension (< 2 km²), métamorphisées et localisées principalement dans la Sous-province d'Opinaca, mais aussi dans la Sous-province de La Grande (ex. feuillets 23E04 et 33H01 à 33H03). Son nom est associé au lac Lablois, dans le sud du feuillet 33F01, puisque l'une de ces intrusions affleure du côté ouest de ce lac (figure 2; carte hors texte). Cette suite a été définie à la suite des travaux de cartographie de 2015 dans le feuillet 33F01, de la visite des affleurements de l'Intrusion ultramafique de Giard (feuillet 33B13) en 2015, ainsi que des résultats des projets de fin d'études de Chartier-Montreuil (2013) et de Grzela (2014). Ces intrusions partagent plusieurs caractéristiques structurales, pétrographiques et géochimiques distinctes. En plusieurs endroits, elles sont clairement coupées par des dykes appartenant à la Suite granitique du Vieux Comptoir. Cette observation est cohérente avec la datation isotopique U-Pb d'une injection felsique coupant l'Intrusion ultramafique de Giard qui a donné un âge de $2619,6 \pm 1,9/-1,4$ Ma (David *et al.*, 2011).

Ces intrusions sont reconnues sur une distance E-W de près de 380 km dans les feuillets 33F02 à 23E03, ainsi que dans les feuillets 33B13 et 33B14. Elles sont communément localisées à proximité de zones de cisaillement. Ces roches

correspondent aux intrusions ultramafiques de types 2.1 et 2.2 identifiées par Grzela (2014). Elles possèdent généralement une signature magnétique positive, mais certaines intrusions de petite dimension n'ont pas de signature particulière sur les levés régionaux. On trouve deux intrusions de la Suite de Lablois dans le feuillet 33F08 et six dans le feuillet 33F01 (figure 2; carte hors texte).

Les intrusions de la Suite de Lablois de la région du lac de Villaret sont principalement formées de métawebstérite à olivine. Elles se présentent sous la forme de petites intrusions ovales de 180 m à près de 2 km de longueur. Les plus grandes se trouvent dans le coin SE du feuillet 33F01 (figure 2; carte hors texte). Cette unité affleure sous la forme de buttes arrondies de quelques mètres de hauteur. Les affleurements présentent couramment une surface rugueuse avec une patine brune à verdâtre et une cassure fraîche brune, vert foncé ou noire. Dans la région, la roche à grain fin ou moyen est massive ou légèrement foliée. Dans certains cas, la surface irrégulière est associée à la présence de porphyroblastes d'orthopyroxène (1 cm en moyenne; photo 11) en relief positif ou en relief négatif lorsqu'ils sont érodés (photo 12). La Suite de Lablois se distingue par la présence de phlogopite qui forme des paillettes atteignant 0,5 cm de longueur bien visibles en affleurements et en lames minces. La composition de ce mica a été déterminée à la microsonde lors du projet de fin d'études de Chartier-Montreuil (2013). L'abondance de la phlogopite se reflète par les teneurs élevées en K₂O de ces roches (tableau 4).

En lames minces, on observe une transition entre la métawebstérite à olivine et les intrusions ultramafiques complètement métamorphisées avec une minéralogie primaire presque totalement remplacée par un assemblage de trémolite et d'anthophyllite. Dans ces deux variétés de roches, la serpentine, le talc, la chlorite et les carbonates remplacent à divers degrés les pyroxènes, l'olivine, les amphiboles et la phlogopite. La magnétite et la chromite sont disséminées ou en veinules irrégulières. Du spinelle vert a été observé dans un seul échantillon de la région d'étude (feuillet 33F01, échantillon 15-JJ-3113-A1), mais ce minéral est plus commun dans les intrusions de Lablois plus à l'est.

Suite granitique du Vieux Comptoir (nAvc)

Le Granite du Vieux Comptoir a été défini par Goutier *et al.* (1999b) lors de la cartographie des feuillets 33F03 et 33F04 pour décrire des intrusions de granite coupant la majorité des lithologies et des structures régionales, notamment le contact entre les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca. Les intrusions de granite rosé à grain moyen à pegmatitique rencontrées dans le secteur du lac du Vieux Comptoir (feuillets 33C13 et 33C14), datées à $2618 \pm 18/-13$ Ma (Goutier *et al.*, 1999b) et les corps de granite pegmatitique à feldspath alcalin blanc contenant couramment de la tourmaline, dont l'un daté à 2618 ± 2 Ma (Goutier *et al.*, 2000), ont été associés à cette unité en raison de leurs âges similaires. Les travaux de géochronologie indiquent que ces granites

se sont probablement formés durant une période de 74 Ma (2687 à 2613 Ma, Goutier *et al.*, 1999b, 2000; Bogatu et Huot, 2016; David, 2018a, 2018b, 2019). En 2018, ces granites ont été divisés en quatre unités et regroupés sous le nom de Suite granitique du Vieux Comptoir dans le Lexique stratigraphique du Québec (<http://gq.mines.gouv.qc.ca/lexique-stratigraphique/province-du-superieur/suite-granitique-du-vieux-comptoir/>).

Les grandes masses kilométriques de granite blanc à rosé, à grain moyen à pegmatitique (photo 13) sont associées à l'unité nAvcr1 (figure 2; carte hors texte). Ce granite contient de la biotite associée ou non à la magnétite, à la hornblende ou à l'épidote. Il est massif à légèrement folié à l'échelle des échantillons. La carte montre qu'elles sont plissées par endroits (figure 2; carte hors texte).

L'unité nAvcr2 est composée d'un granite à feldspath alcalin à biotite, avec ou sans muscovite, grenat et tourmaline. Ce granite forme de petits plutons de 200 m à 2 km de diamètre formant des collines, ainsi que des dykes coupant les granites de l'unité nAvcr1, mais également toutes les unités archéennes des sous-provinces de La Grande et d'Opinaca. La forme des intrusions a été tracée à partir des photos aériennes. Le granite est massif et non déformé. La cassure fraîche est blanche à rose pâle, alors que la patine est typiquement blanche. Les cristaux de feldspath potassique (orthose, microcline et, plus rarement, amazonite) mesurent jusqu'à 30 cm et montrent communément une structure graphique. Le plagioclase est de composition albitique. La biotite en cristaux centimétriques constitue de 1 à 5 % de la roche. On observe localement de la muscovite (<2 %), du grenat (<2 %), de la tourmaline (<2 %) et de l'apatite (<1 %) (photo 14), ainsi que de la pyrrhotite, de la pyrite et de la chalcopryrite dans le secteur de l'indice Iléosud (feuillelet 33F08; affleurement 2015-JJ-3236). Le granite contient localement des enclaves décimétriques à métriques de paragneiss.

Unités lithologiques néoarchéennes

Des intrusions felsiques à intermédiaires ont été cartographiées dans la région, mais n'ont pas été associées à des unités lithodémiques particulières. Elles sont identifiées comme des unités lithologiques.

Intrusions felsiques

Granite (I1B)

Une unité de granite (I1B) a été reconnue dans le feuillelet 33F02 à l'ouest. Son extension orientale a été extrapolée dans le feuillelet 33F01 à partir de sa forte signature magnétique (figure 2; carte hors texte). Ce granite à grain moyen et peu déformé se distingue par la présence de fluorine, de magnétite et de hornblende. La biotite et l'hématite sont observées localement. Sa patine est blanchâtre et sa cassure fraîche est rose à orangée.

Granodiorite (I1C)

Une intrusion de granodiorite à biotite, de 300 m de largeur par 5 km de longueur, s'injecte dans les paragneiss du Complexe de Laguiche dans le feuillelet 33F08 (figure 2; carte hors texte). Sa forme a été tracée en suivant une bande de faible susceptibilité magnétique. La granodiorite est faiblement foliée. Elle présente une cassure fraîche beige et une patine gris pâle. La granulométrie est fine à moyenne. La biotite (3 à 10 %) est localement altérée en chlorite.

Tonalite et granodiorite (I1Da)

Des tonalites et des granodiorites à biotite et magnétite légèrement à bien foliées forment un pluton de 5 km de diamètre et quelques intrusions de plus petite taille dans le feuillelet 33F08 (figure 2; carte hors texte). La couleur en cassure fraîche dépend du degré d'altération de la biotite en chlorite, mais est généralement grise, avec une patine légèrement plus foncée. La roche à grain fin ou moyen (photo 15) contient de la biotite (3 à 12 %), altérée en chlorite, et de la magnétite (1 à 3 %). La hornblende (<8 %), l'épidote (<1 %), le grenat (<1 %), la pyrite (<1 %) et la muscovite (<1 %) sont localement présents. Cette unité est injectée par endroits par des dykes de granite à feldspath alcalin. Les enclaves centimétriques à décimétriques de tonalite à hornblende, d'amphibolite ou de paragneiss sont rares.

Paléoprotérozoïque

Les dykes mafiques paléoprotérozoïques ont été assignés aux Dykes du Lac Esprit (2069 ± 1 Ma, Hamilton *et al.*, 2001; Buchan *et al.*, 2007) en raison de leur orientation NNW, de leur géochimie et de leur âge. Les autres essaïms de dykes de diabase d'orientation similaire (Mistassini et Shpogan) n'ont pas été reconnus dans les feuillelets cartographiés.

Dykes du Lac Esprit (pPesp1)

Ces dykes de diabase, caractérisés par une forte susceptibilité magnétique, sont bien visibles sur les cartes du gradient vertical du champ magnétique résiduel (D'Amours, 2011), ce qui a permis de les tracer sur les cartes. Leur position a ensuite été validée sur le terrain. Certains dykes sont aussi visibles sur les photos aériennes. Leur orientation NNW et leur composition géochimique permettent de les différencier des autres essaïms de dykes mafiques (voir la section traitant de la géochimie). Leur épaisseur maximale est d'environ 100 m (photo 16) et le pendage est abrupt. Ces dykes de gabbronorite sont vert foncé en cassure fraîche et bruns en surface altérée. Ils sont magnétiques, massifs et homogènes, à grain moyen au centre du dyke et à grain très fin en bordure. Ils sont composés de plagioclase couramment damouritisé, d'augite, d'orthopyroxène communément ouralitisé et de magnétite. La pyrite et la pyrrhotite à grain fin sont présentes, mais en faible proportion (<1 %).

Quaternaire

La région est en partie couverte par des dépôts quaternaires. Ces sédiments ne sont pas représentés sur la carte géologique, car il existe ici et là des fenêtres qui permettent d'observer la roche sous-jacente. Les forages dans le NW du feuillet 33F08 indiquent des épaisseurs de dépôts meubles de près de 40 m (Atkins *et al.*, 1974). L'abondance de grands affleurements de granitoïdes nous a permis de mesurer de nombreuses stries glaciaires avec des orientations comprises entre 240° et 276°. Au centre du feuillet 33F01, les lacs sont tous allongés dans une même direction qui coïncide aussi avec l'orientation des drumlins et des traînées morainiques visibles sur les images satellitaires et les photos aériennes. Cette orientation est clairement liée au dernier épisode glaciaire. Sur deux affleurements, deux directions de stries glaciaires ont été observées (214° et 242°, 242° et 310°), mais la chronologie relative n'a pu être établie. Cependant, le réseau de stries orientées à 310° pourrait correspondre à une direction du transport glaciaire plus ancienne vers le NW (Veillette, 1995).

LITHOGÉOCHIMIE

Méthode de travail

Les échantillons de roches prélevés en 2015 et 2016 (173 analyses complètes et 22 analyses partielles) par les équipes du Ministère dans la région d'étude et les feuillets adjacents ont été analysés par Activation Laboratories (Actlabs) d'Ancaster en Ontario. Tous les échantillons ont été analysés pour les éléments majeurs, mineurs et en traces : Ag, Ba, Be, Bi, Co, Cs, Ga, Ge, Hf, In, Pb, Sn, Ta, Th, Tl, V, U, W et les terres rares par spectrométrie de masse (ICP-MS) ou spectrométrie d'émission optique (ICP-OES) par torche au plasma à la suite d'une fusion au métaborate et tétraborate de lithium; As, Au, Br, Cr, Fe, Ir, Na, Sb, Sc et Se par activation neutronique (INAA); Cd, Cu, Mo, Ni, S, Zn par ICP-OES à la suite d'une digestion totale par quatre acides à chaud. Le soufre a été analysé par la méthode infrarouge. Les roches ultramafiques et certaines lithologies ont été analysées pour le FeO par titrage et les métaux précieux (Au, Pt et Pd) par pyroanalyse-ICP-MS (ensemble 1C-EXP2 d'Actlabs). Tous les résultats d'analyses sont disponibles dans le SIGÉOM. Les résultats ont été traités à l'aide des logiciels LithoModèleur et GCDkit. Les diagrammes présentés aux figures 3 à 6 permettent de classer les roches et de déterminer les affinités géochimiques et les environnements tectoniques.

Résultats

Roches métasédimentaires

Les compositions des roches métasédimentaires du Complexe de Laguiche du secteur cartographié (wacke, paragneiss, métatexite et diatexite, mylonite et roches métasomatisées associées aux roches métasédimentaires) sont présentées sur les différents diagrammes de la figure 3. Dans le cas des métatexites et des diatexites, seules les parties les plus homogènes du paléosome ont été analysées. À titre de comparaison, ces graphiques présentent également la composition des conglomérats et des wackes échantillonnés lors de la campagne de terrain de 2015 au sud du contact La Grande-Opinaca, dans le feuillet 33F09.

Le diagramme $Al_2O_3-(CaO^*+Na_2O)-K_2O$ de Nesbitt (2003, figure 3a) permet d'estimer la composition de la source des sédiments. La majorité des échantillons se trouve dans les champs des tonalites et des granodiorites, ce qui indique que les roches métasédimentaires dérivent de l'érosion de ces deux lithologies. Ceci est confirmé par la pétrographie des wackes moins métamorphisés. La faible dispersion des données vers le pôle alumineux démontre une altération peu intense.

Sur le diagramme binaire de la figure 3b, on note que la concentration de K_2O diminue avec l'augmentation du SiO_2 , ce qui s'explique par les variations du pourcentage de biotite dans les roches métasédimentaires. Un contenu en biotite plus important serait associé à l'abondance de minéraux argileux dans le protolite sédimentaire ou par un degré de fusion partielle plus avancé. Étant donné le faible degré de fusion partielle observé dans les paragneiss, la composition initiale des sédiments constitue probablement le facteur principal qui joue sur la quantité de biotite. Les deux échantillons métasomatisés de l'indice Iléosud sont très pauvres en K_2O en raison de l'absence de biotite ou de feldspath potassique dans ces niveaux altérés riches en hornblende et en diopside. Par contre, deux échantillons provenant du secteur de l'affleurement 2015-JJ-3233 (tableaux 3 et 6, no unique 2015062401 et 2015062491) montrent les teneurs les plus élevées en K_2O , probablement en raison d'une altération en microcline et en séricite. Cet affleurement est situé à 115 m au nord de l'indice Iléosud.

Les spectres multiéléments normalisés au manteau primitif illustrent les similitudes entre les wackes métamorphisés et les paragneiss dérivés de wacke (figure 3c). Les roches mylonitisées présentent des spectres semblables qui diffèrent légèrement des roches précédentes. Ces différences s'expliquent peut-être par la circulation de fluides dans ces zones très déformées qui entraînerait une modification de la composition des roches métasédimentaires. Les diatexites (figure 3d) ont des spectres très variables en raison de la présence de mobilisat en quantité plus ou moins importante. Les deux échantillons métasomatisés prélevés à proximité de l'indice Iléosud ont des spectres plus plats que les autres roches métasédimentaires, alors que les zones métasomati-

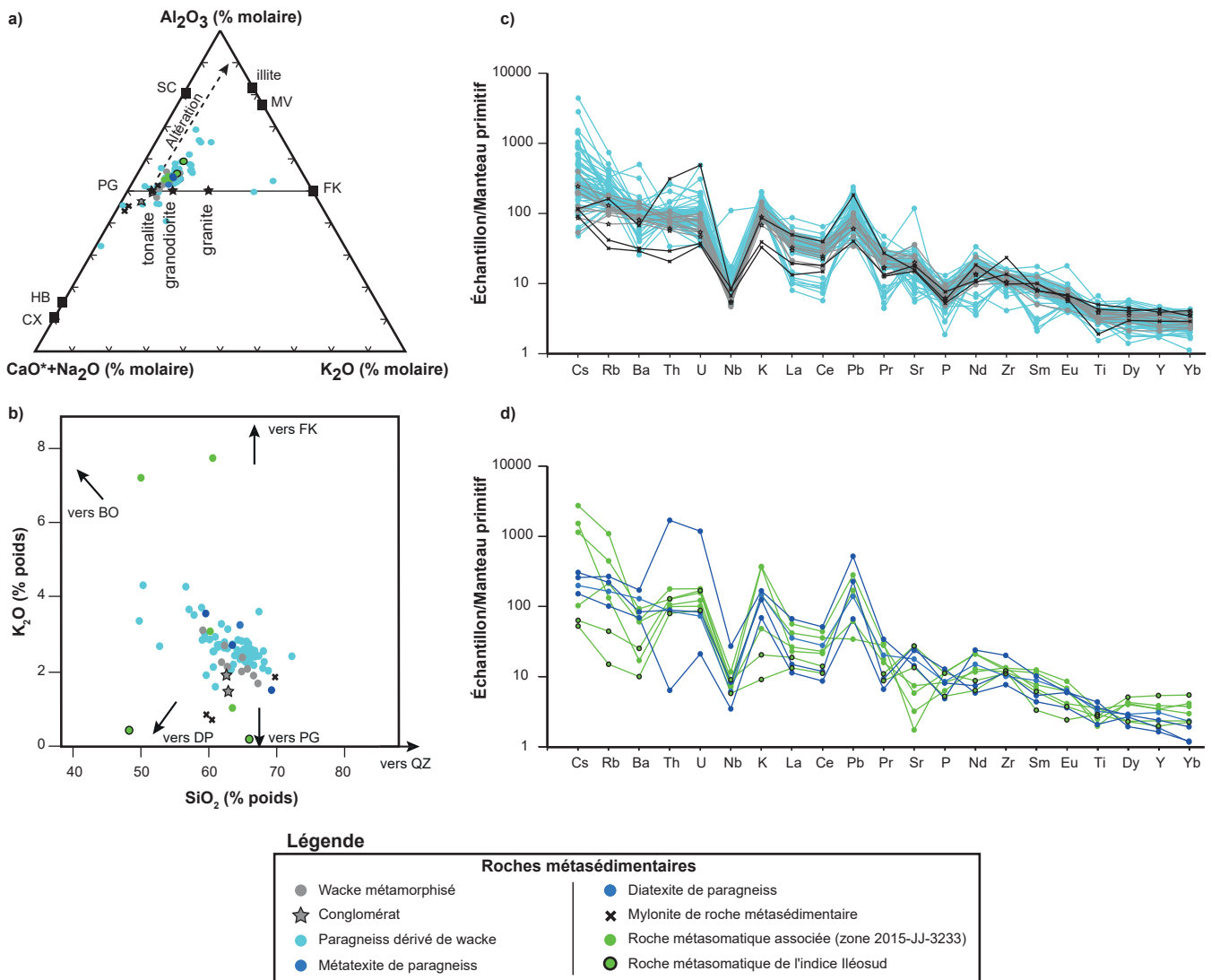


FIGURE 3 - Diagrammes géochimiques des roches métasédimentaires de la région étudiée : a) diagramme A-CN-K (Nesbitt, 2003). $CaO^* = CaO_{molaire} (total) - CaO_{molaire} (de\ l'apatite)$; b) diagramme binaire K_2O vs SiO_2 ; c) et d) diagrammes multiéléments normalisés au manteau primitif (McDonough et Sun, 1995). FK = feldspath potassique, HB = hornblende, MV = muscovite, PG = plagioclase, SC = smectite, CX = clinopyroxène, QZ = quartz, BO = biotite, DP = diopside.

sées plus éloignées (secteur de l'affleurement 2015-JJ-3233) sont enrichies en K et en Cs et appauvries en Sr.

Intrusions felsiques

Presque tous les affleurements du secteur exposent des intrusions felsiques dont la taille varie des dykes décimétriques à des masses hectométriques. Seules les plus importantes apparaissent sur la carte. Les échantillons n'ont pas été classés selon leur appartenance à une unité stratigraphique, mais plutôt en fonction de leur composition lithologique. Les intrusions sont généralement peu altérées et seul un résultat d'analyse aberrant a été rejeté. Par ailleurs, six analyses provenant d'unités de granitoïde datées ou en cours de datation (voir tableau 1) ont été ajoutées à la base de données afin de les comparer aux résultats obtenus lors de cette étude.

Les roches felsiques ont d'abord été classées à l'aide des résultats des colorations. Il est possible de faire un lien

entre les colorations et les résultats d'analyse. En effet, les colorations permettent d'estimer la quantité de feldspath potassique dans la roche, laquelle varie surtout en fonction de l'abondance du K_2O , puisque le pourcentage de biotite de ces intrusions est faible.

Les résultats de la norme CIPW modifiée pour tenir compte de la présence de biotite et de hornblende (Hutchison, 1974 et 1975) a permis de tracer le diagramme ternaire Anorthite (An)-Albite (Ab)-Orthose (Or) (figure 4a). Le rapport $An/(Ab+An)_{norm}$ permet de distinguer l'albite (An_{0-10}) de l'oligoclase (An_{10-30}). Dans le diagramme de Streckeisen (1976; figure 4c), le pôle A (feldspaths alcalins) regroupe l'albite (An_{0-5}) et les feldspaths potassiques, alors que le pôle P représente le plagioclase avec un pourcentage d'anorthite supérieur à 5. Pour réaliser ce graphique, nous avons fixé la limite entre les feldspaths alcalins et le plagioclase à An_{10} (figure 4b) pour correspondre à la limite entre l'albite et l'oligoclase. Lorsque le rapport $An/(Ab+An)_{norm}$ est inférieur à 10, nous considérons que le plagioclase est de

composition albitique et que le pôle A = Or + Ab et le pôle P = An; lorsque ce rapport est supérieur à 10, le plagioclase correspond à l'oligoclase et par conséquent A = Or et P = Ab + An.

Les analyses normatives projetées dans le diagramme de Streckeisen (1976; figure 4c) permettent de classer les roches selon leur composition. L'utilisation du rapport $An/(Ab+An)_{norm}$ permet d'obtenir un meilleur regroupement des données qui sont nettement plus représentatives des compositions modales.

Le diagramme de Whalen *et al.* (1987; figure 4d) indique que les tonalites, les granodiorites et les granites sont de

type I ou S, alors que les granites à feldspath alcalin sont de type A (figure 4d). La figure 4e démontre que la plupart des intrusions sont de type I. Par ailleurs, les granitoïdes sont pour la plupart hyperalumineux, à l'exception de six échantillons qui se projettent dans le champ métalumineux (figure 4e).

Sur le diagramme de Pearce *et al.* (1984; figure 4f), la majorité des échantillons se situent dans le champ des granites d'arc volcanique, sauf deux échantillons qui se classent dans les granites intraplaques et quatre dans les granites syncollisionnels.

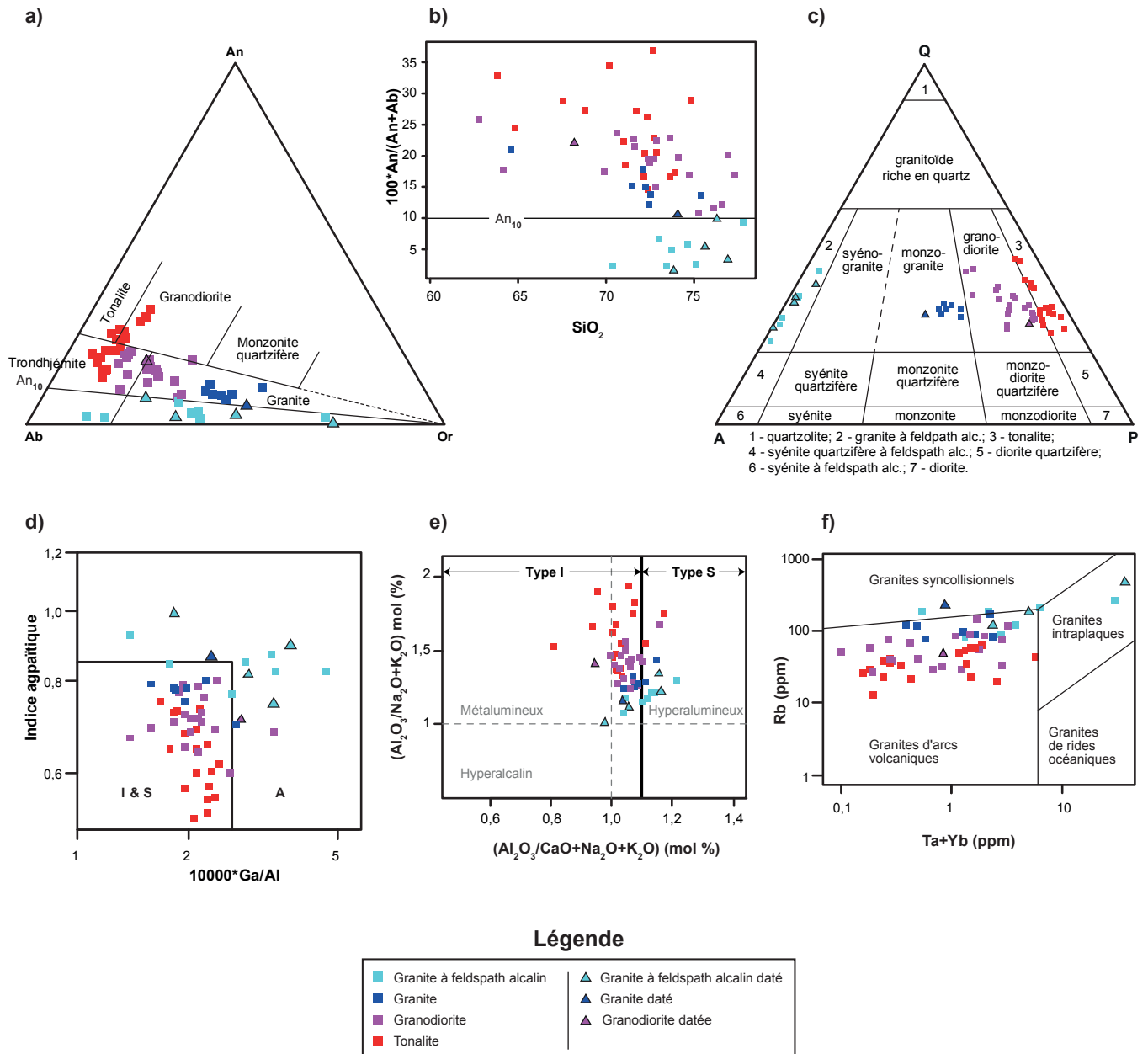
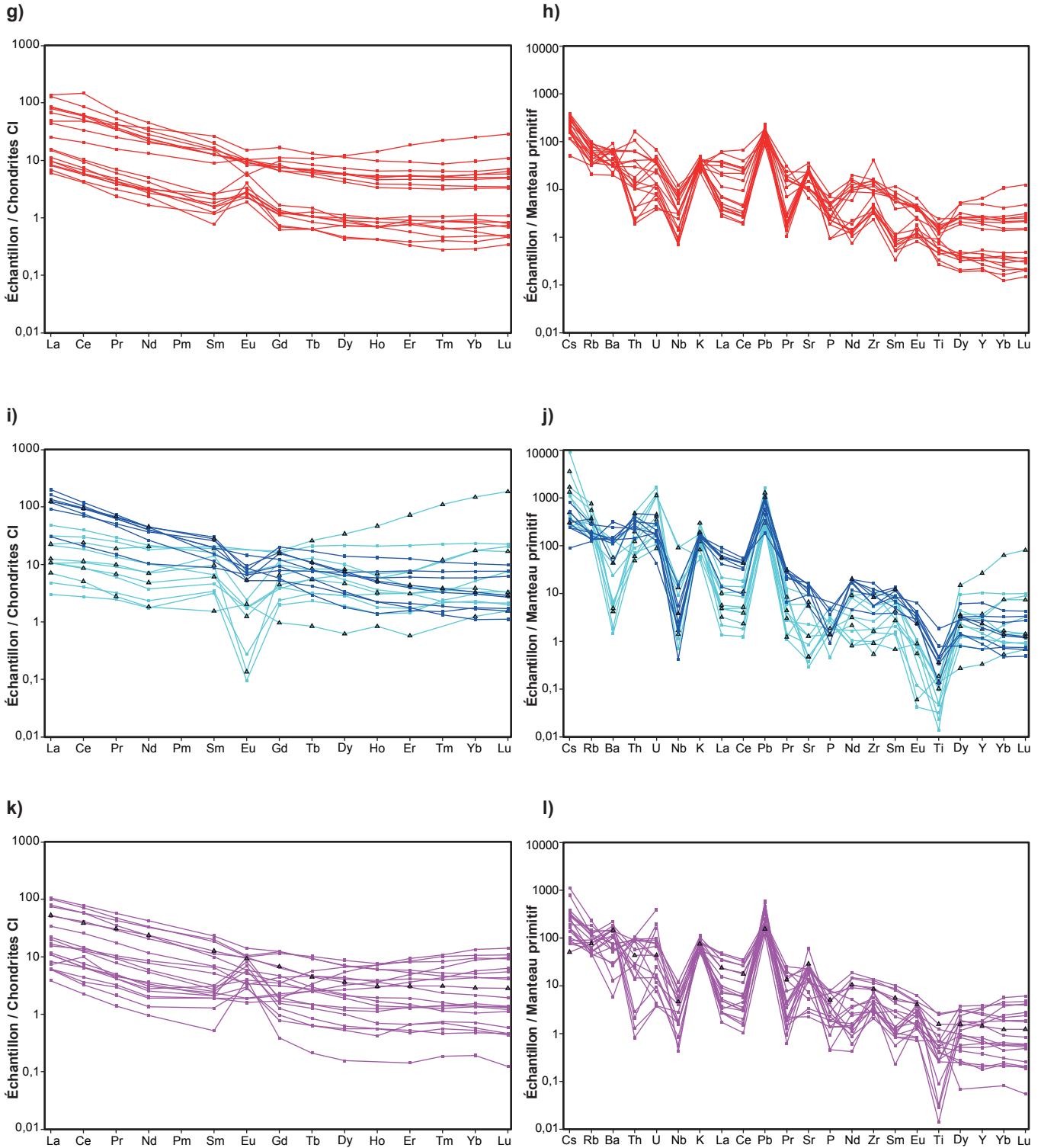


FIGURE 4 - Diagrammes géochimiques des intrusions felsiques : a) diagramme An-Or-Ab; b) diagramme binaire $100 \cdot An/(An+Ab)$ vs SiO_2 ; c) composition normative des échantillons dans le diagramme QAP de Streckeisen (1976); d) diagramme de l'indice agpaïtique $(Na_2O+K_2O)/Al_2O_3$ vs $10^4 \cdot Ga/Al$ (Whalen *et al.*, 1987); e) diagramme $Al/(Na+K)$ vs $Al/(Ca+Na+K)$ (Maniar et Piccoli, 1989). Type I = source ignée, type S = source sédimentaire; f) diagramme Rb vs Ta+Yb (Pearce *et al.*, 1984); g) diagramme des terres rares normalisées aux chondrites CI (McDonough et Sun, 1995); h) à n) diagrammes multiéléments normalisés au manteau primitif (Taylor et McLennan, 1985). La norme a été calculée en prenant en compte la biotite et la hornblende (Hutchison, 1974 et 1975)..



Légende

■ Granite à feldspath alcalin	▲ Granite à feldspath alcalin daté
■ Granite	▲ Granite daté
■ Granodiorite	▲ Granodiorite datée
■ Tonalite	

FIGURE 4 - Suite

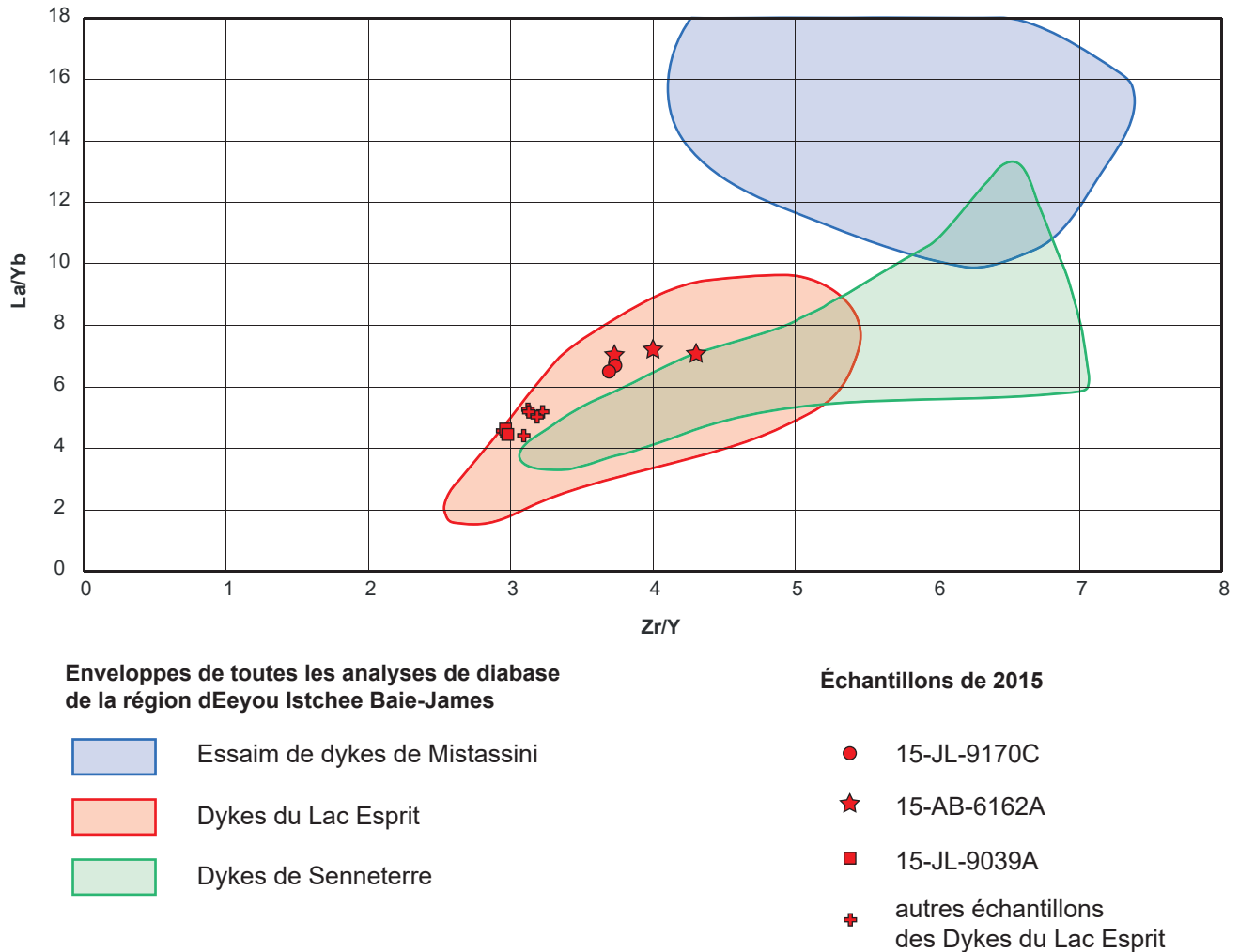


FIGURE 5 - Diagramme La/Yb contre Zr/Y des dykes de diabase de la région de Villaret (feuilles 33F01 et 33F08) et champs de composition des dykes mafiques de la Baie-James.

Les granitoïdes montrent des spectres de terres rares (figures 4g, 4i et 4k) ou multiéléments (figures 4h, 4j et 4l) globalement comparables. Les granites à feldspath alcalin se caractérisent toutefois par des pics négatifs en europium, en baryum, en strontium et en zirconium. Les anomalies négatives en strontium et en europium peuvent s'expliquer par le fait que ces éléments sont compatibles avec le plagioclase et sont donc moins abondants dans le liquide résiduel. Un échantillon de granite à feldspath alcalin est très enrichi en terres rares lourdes. Ce granite a été échantillonné à proximité du site de l'une des datations U-Pb de la Suite granitique de Vieux Comptoir (échantillon LG95-KM471, 2657 et 2618 Ma, Goutier *et al.*, 1999). Ces fortes teneurs pourraient s'expliquer par l'abondance de grenat, d'apatite ou de zircon.

Dykes de diabase paléoprotérozoïques

Les dykes de diabase paléoprotérozoïques de la région étudiée ont été échantillonnés et analysés de manière systématique, même les dykes peu épais qui ne figurent pas sur la carte. Dans certains cas, deux échantillons provenant d'un même dyke ont été analysés pour comparer la chimie de la bordure du dyke par rapport à son centre (2015-JL-9170C, 2015-JL-9039A et 2015-AB-6162A). De plus, le dyke de l'affleurement 2015-AB-6162 a été analysé dans deux séries d'analyses différentes à titre de duplicata dans le cadre du processus de contrôle de qualité. La comparaison de ces échantillons avec une compilation des analyses de dykes mafiques d'Eeyou Istchee Baie-James (figure 5) montre que tous les dykes du secteur ont des rapports La/Yb inférieurs à 10 et Zr/Y inférieurs à 5,5. Ils appartiennent donc tous aux Dykes du Lac Esprit. Il est utile de rappeler que, même si le champ des Dykes de Senneterre (NE-SW) se superpose en partie à celui de Mistassini (N-S à NW-SE) et de Lac Esprit (N-S à NW-SE), c'est l'orientation des dykes qui constitue le premier critère de discrimination entre ces différentes familles.

MÉTAMORPHISME RÉGIONAL

La caractérisation et l'interprétation du métamorphisme ont été réalisées à partir des observations de terrain et de l'examen mésoscopique et microscopique des échantillons. Les spécimens présentant des assemblages métamorphiques représentatifs ont été sélectionnés durant l'été 2015 et ont servi à la réalisation de lames minces ordinaires et à surface polie. La méthode de travail est décrite en détail dans le rapport de Côté-Roberge *et al.* (2016).

Paragenèse et assemblages minéralogiques

L'observation de lames minces provenant d'échantillons de roches métasédimentaires du secteur à l'étude a permis d'établir la liste des différents assemblages métamorphiques (tableau 2). La majorité des échantillons de paragneiss présente une minéralogie simple caractérisée par l'assemblage plagioclase-quartz-biotite. D'autres minéraux métamorphiques sont aussi observés par endroits. L'assemblage plagioclase-quartz-biotite-grenat est reconnu dans 20 % des lames minces étudiées. Ces minéraux peuvent être accompagnés de cordiérite, de muscovite, de sillimanite, de hornblende, de staurotide ou de diopside. Il s'agit d'assemblages métamorphiques de haute température et de basse pression. La relative rareté des aluminosilicates dans le secteur d'étude peut s'expliquer par la nature des protolites des paragneiss du Laguiche qui correspondent essentiellement à des wackes pauvres en aluminium.

Carte du métamorphisme régional

La figure 6 présente la carte du métamorphisme régional. On y trouve la localisation des minéraux indicateurs du métamorphisme dans les roches métasédimentaires, tels que le grenat, la sillimanite et la cordiérite. La biotite n'est pas représentée puisqu'elle fait partie de l'assemblage métamorphique de tous les échantillons. La hornblende n'est pas représentée non plus, car elle est présente de manière uniforme partout dans la région.

Deux isogrades ont été tracés à partir de la distribution géographique des minéraux indicateurs dans les roches métasédimentaires du Complexe de Laguiche. La ligne pleine marque la limite entre les roches métamorphisées au faciès des schistes verts et celles du faciès inférieur des amphibolites. Elle est définie par l'apparition de la staurotide également observée dans le feuillet 33F09, juste au nord. L'apparition de la sillimanite correspond à un second isograde localisé à environ 40 km plus au sud. Le métamorphisme régional dans le Complexe de Laguiche croît donc vers l'ESE, passant du faciès des schistes verts au NW au faciès supérieur des amphibolites dans la région d'étude. Des roches au faciès des granulites ont été observées dans les feuillets au sud et à l'est.

La figure 6 illustre aussi le pourcentage de mobilisat dans les roches métasédimentaires. On note de grandes variations à l'échelle régionale, avec une augmentation de la quantité de mobilisat du nord vers le sud. La roche passe ainsi des wackes métamorphisées sans mobilisat à des diatexités contenant plus de 50 % de mobilisat.

Quelques évidences de métamorphisme rétrograde sont observées, comme la chloritisation de la biotite, la pinnitisation de la cordiérite et la damouratisation du plagioclase. La pistachite et la clinozoïsite rétrogrades sont reconnues dans l'ensemble de la région d'étude, mais sont plus abondantes dans la partie nord. Des carbonates sont aussi présents en remplissage de petites fractures ou disséminés en remplacement des autres minéraux. Ces altérations ne semblent pas être limitées aux secteurs des grandes failles régionales. Les roches de la région ont donc subi un métamorphisme rétrograde qui varie du faciès des amphibolites à épidote à celui des schistes verts.

Évènements de métamorphisme

Dans cette partie de la Sous-province d'Opinaca, le grenat forme des porphyroblastes idiomorphes contenant quelques rares inclusions non orientées majoritairement composées de quartz et de biotite. Les porphyroblastes idiomorphes de staurotide contiennent également des inclusions de quartz et de grenat sans orientation préférentielle. De même, plusieurs grains de staurotide présentent des ombres de pression où la biotite est disposée de manière aléatoire. La foliation contourne les porphyroblastes de grenat et de staurotide et ces derniers montrent des signes de rotation. Ces deux minéraux métamorphiques sont donc considérés comme précinématiques par rapport à la déformation principale responsable de la foliation régionale.

La cordiérite se situe dans les ombres de pression associées aux grands porphyroblastes de staurotide. La croissance de ce minéral est donc synchrone à l'épisode de déformation principal. La sillimanite se superpose à la biotite, au quartz, au plagioclase et à la cordiérite. Les amphiboles (hornblende et rare trémolite), certains cristaux de biotite et la muscovite sont syncinématiques à tardicinématiques et montrent une orientation oblique, mais proche de la direction de la foliation principale.

Les relations microstructurales décrites plus haut et les datations de minéraux métamorphiques ont permis à Côté-Roberge (2018) de proposer l'existence d'au moins deux épisodes de métamorphisme. Un premier épisode (M1) est associé à un évènement métamorphique de haute température et de basse pression qui coïncide avec la cristallisation de la monazite et des surcroissances métamorphiques sur les zircons. Les âges de 2672 ± 5 Ma (monazites, feuillet 33F09, 2015-MC-1079A) et de 2670 ± 20 Ma (surcroissances de zircons, feuillet 33F01, 2015-JJ-3158A) concordent avec l'âge de $2671,6 \pm 1,8$ Ma (David *et al.*, 2010) provenant d'un échantillon de mobilisat

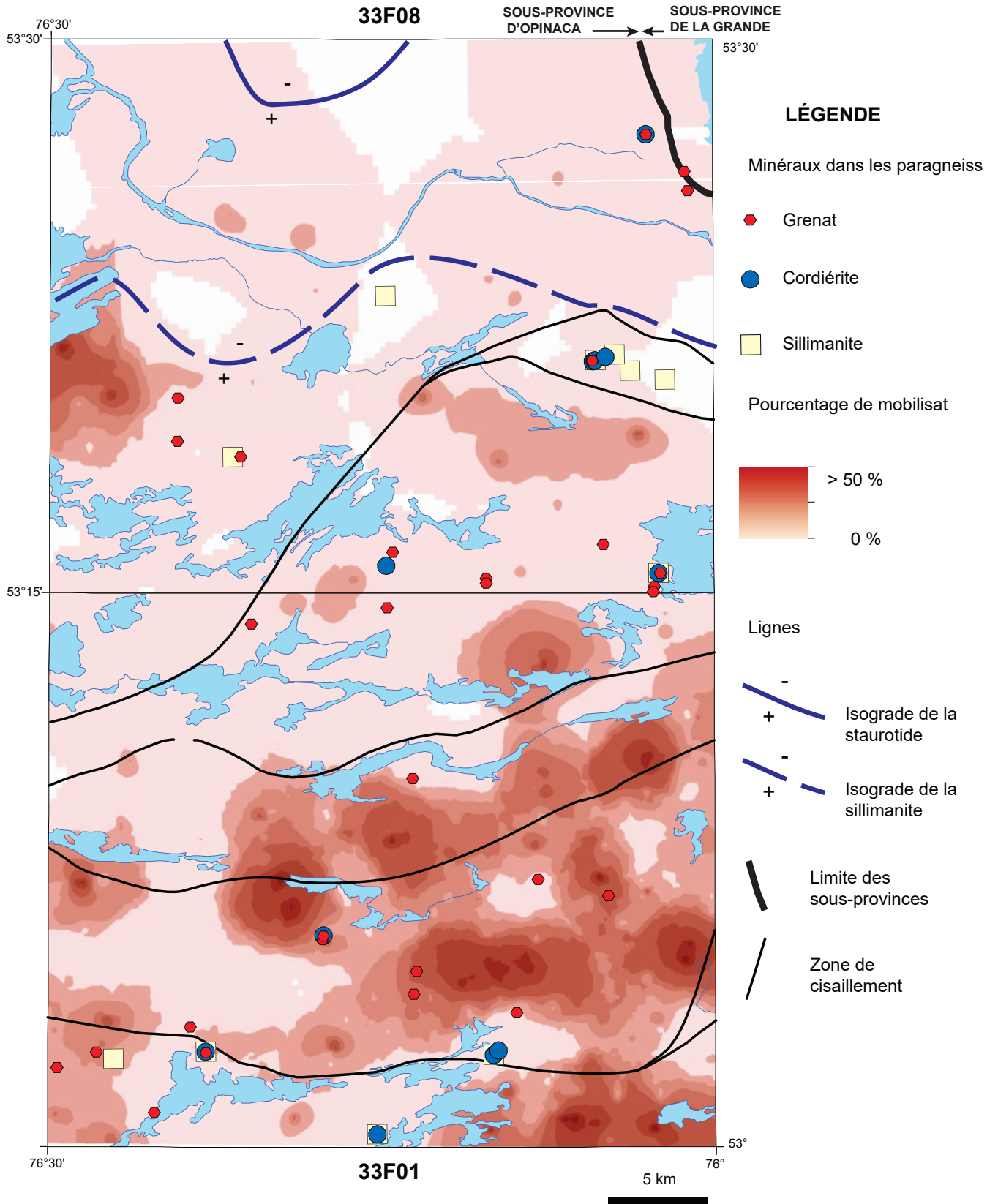


FIGURE 6 - Carte du métamorphisme de la région du lac de Villaret (feuilles 33F01 et 33F08).

d'un paragneiss du Laguiche situé plus au sud (33B13; 2008-PR-6040E).

Le second épisode de métamorphisme (M2), daté à ~2645 Ma, est lié à la croissance du grenat et de la staurotite dans la partie NW de la Sous-province d'Opinaca. Les relations structurales entre ces minéraux semblent indiquer un gradient métamorphique de type barrovien caractérisé par des conditions de pression et de température moyennes. La formation de la cordiérite est associée au stade de décompression qui a suivi cet épisode métamorphique.

Finalement, un ou plusieurs épisodes de métamorphisme rétrogrades ou d'altération de basse température sont associés au remplacement des minéraux métamorphiques ou ignés dans les roches archéennes et protérozoïques. Dans ce dernier cas, ce phénomène se manifeste par l'ouralisation des pyroxènes et la damouratisation du plagioclase dans les dykes de diabase.

GÉOLOGIE STRUCTURALE

Éléments structuraux et mode de présentation

Aucune structure primaire n'a été reconnue dans les roches métasédimentaires du Complexe de Laguiche dans les feuillets 33F01 et 33F08. La définition des différents éléments structuraux a été établie en fonction des relations de recoupement observées en affleurement. Ainsi, les symboles utilisés sur les cartes pour désigner la foliation ou la gneissosité de première génération sont employés tant dans les intrusions plus anciennes, les amphibolites ou les roches métasédimentaires, sans égard aux différentes phases de déformation interprétées par la suite.

Dans les roches intrusives du Complexe de Langelier, la foliation est marquée par l'alignement des cristaux de biotite et de hornblende, ainsi que par l'attitude des rubans quartzofeldspathiques. La fabrique tectonique dans les wackes et les paragneiss du Complexe de Laguiche est définie par l'alignement des paillettes de biotite. Dans les métatexites et les diatexites du Laguiche et les Gneiss de Marjoulet, la gneissosité est matérialisée par les cristaux de biotite et l'orientation des rubans de mobilisat et des injections felsiques d'épaisseur centimétrique. Dans les amphibolites du Complexe de Laguiche (unité nAlgi5), la fabrique correspond au rubanement de composition et à l'orientation préférentielle des amphiboles. Dans ces lithologies, ces divers minéraux et les agrégats quartzofeldspathiques définissent également une linéation minérale.

Les zones de cisaillement régionales ont été tracées à partir des observations de terrain, des limites des domaines structuraux bien visibles sur la carte du gradient vertical du champ magnétique résiduel (voir la carte interactive du SIGÉOM) et en extrapolant les structures reconnues dans les feuillets adjacents. Les zones de cisaillement de la région

forment des zones foliées, rubanées ou mylonitiques de plusieurs mètres d'épaisseur. La photo 2 donne un exemple de la déformation associée à une zone de cisaillement juxtaposant une granodiorite du Complexe de Langelier (feuillelet 33F08, affleurement 2015-MC-1185) aux paragneiss du Complexe de Laguiche. Cette zone de cisaillement correspond ainsi à l'une des limites entre les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca.

L'orientation des bandes plus magnétiques de la carte du gradient vertical du champ magnétique résiduel, le grain structural visible sur les photos aériennes et les variations d'attitude de la foliation et de la gneissosité ont servi à dessiner les axes de plis majeurs. Le plissement des foliations principales démontre l'existence d'au moins deux phases de déformation. De plus, l'ondulation des traces axiales et la dispersion des mesures de foliation sur les stéréogrammes indiquent une phase de déformation supplémentaire.

Le découpage en domaines structuraux (figure 7) a été effectué à l'aide de la carte d'interpolation du degré de déformation (non présentée), de la carte du gradient vertical du champ magnétique et en tenant compte de la forme des plis régionaux et de l'orientation générale des fabriques structurales. Les mesures planaires et linéaires extraites pour chacun des domaines ont été représentées sur des stéréogrammes (figure 8) à l'aide du logiciel SpheriStat.

Domaines structuraux

Le secteur d'étude a été découpé en huit domaines structuraux (figure 7). Le style structural de la région est hétérogène. Des systèmes de dômes et de bassins de tailles et de formes différentes, des zones de cisaillement et plusieurs plis régionaux peuvent être mis en évidence. Le plan moyen des structures planaires (gneissosités et foliations) de la plupart des domaines présente une orientation E-W à NW-SE avec des pendages vers le nord et le NE (figure 8). Les linéations tectonométamorphiques sont partout très rares, mais plongent généralement faiblement vers l'est. L'architecture des plis constitue le critère principal permettant de délimiter les domaines structuraux. Du nord vers le sud, les plis varient d'ouverts à isoclinaux et de droits à déversés.

Le domaine de La Grande regroupe les deux unités de la Sous-province de La Grande (Complexe de Langelier et Suite de Bezier) localisées dans le coin NE du feuillelet 33F08. La foliation, orientée N-S à WNW avec un pendage modéré à fort vers l'est et l'ENE, est plissée en une série d'antiformes et de synformes droits. La linéation tectonique bien développée est orientée dans le pendage (figure 8). Ces structures sont associées au chevauchement des unités du La Grande sur celles du Complexe de Laguiche, lequel chevauchement correspond à la limite entre les deux sous-provinces.

Les domaines 1 à 7 réunissent les unités de roches métasédimentaires du Complexe de Laguiche et les intrusions ultramafiques à felsiques appartenant à la Sous-province d'Opinaca.

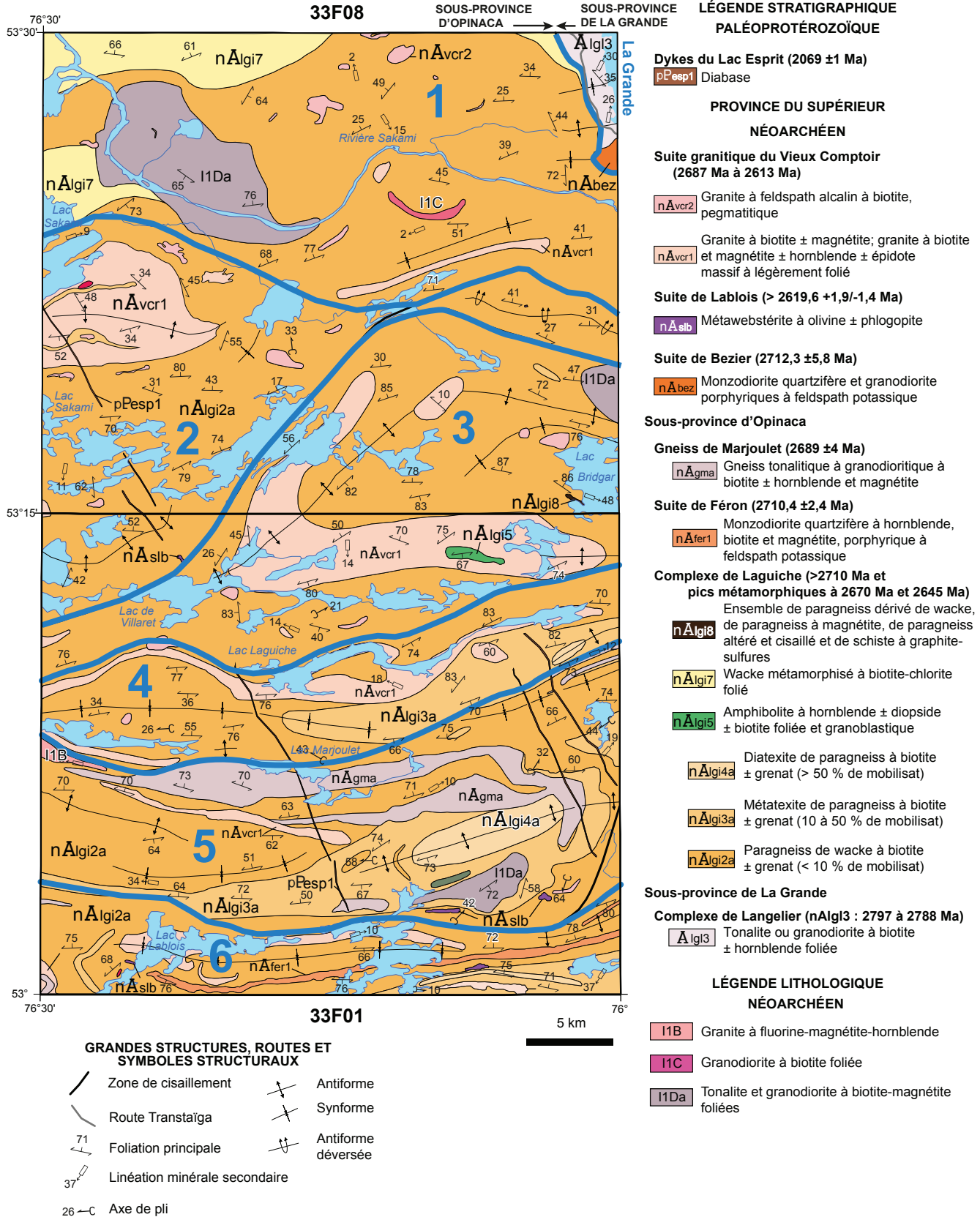


FIGURE 7 - Carte des domaines structuraux et de l'attitude des foliations et des linéations de la région du lac de Villaret (feuillets 33F01 et 33F08).

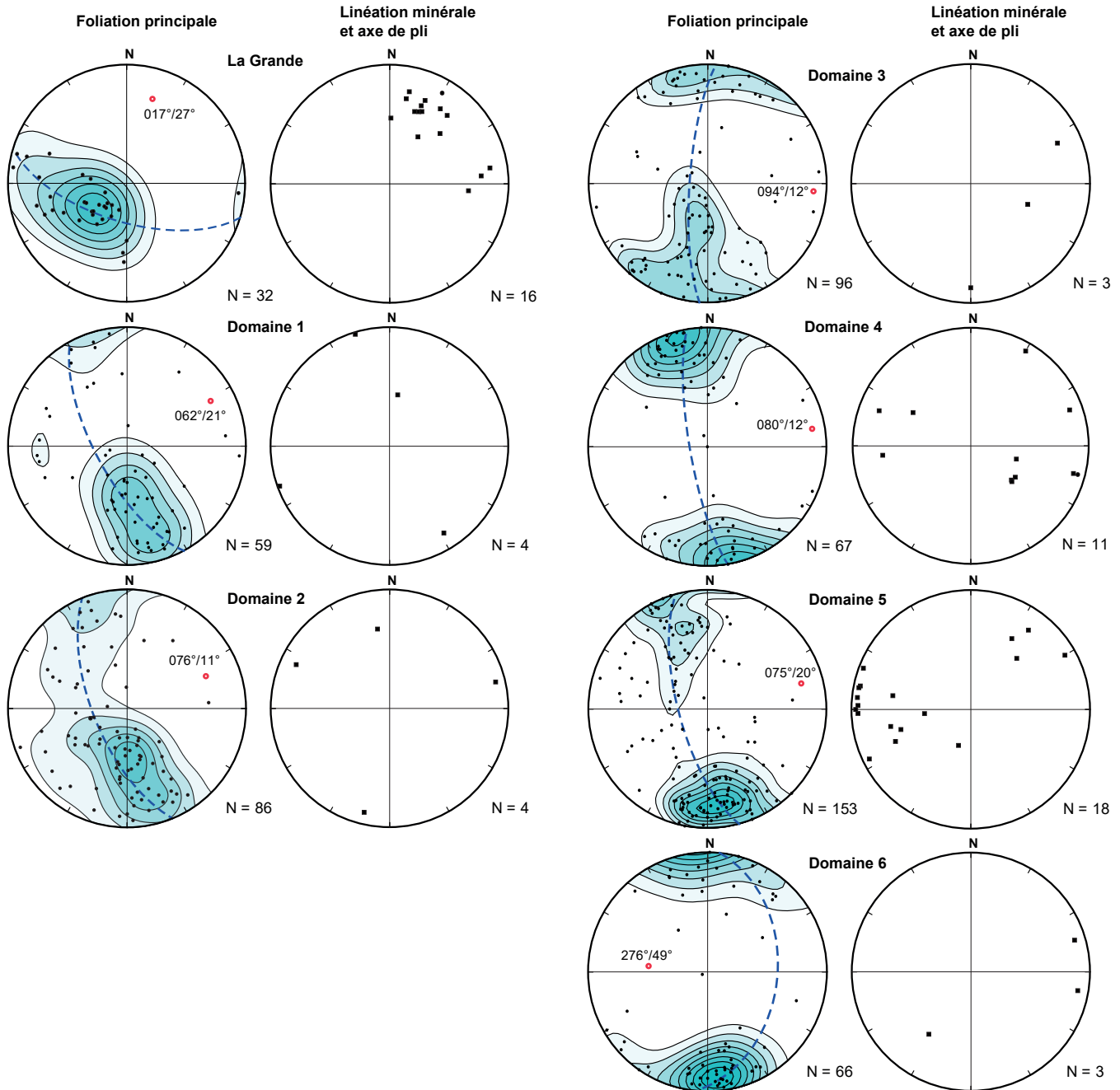


FIGURE 8 - Stéréogrammes (canevas de Schmidt, projection sur l'hémisphère inférieur) des mesures structurales de la région du lac de Villaret (feuilles 33F01 et 33F08).

Le domaine 1 regroupe principalement des wackes métamorphisées (unité nAlgi7) et des paragneiss pauvres en mobilisat (unité nAlgi2a) du Complexe de Laguiche. Il se caractérise par des linéaments magnétiques accentués et d'orientations variables. Les foliations montrent une orientation principalement SW et des pendages généralement modérés vers le NW (figures 7 et 8). Près du contact avec les roches du La Grande à l'est, on note quelques foliations N-S à pendage vers l'est. Les mesures sont peu dispersées. Les variations d'orientation des foliations ont permis de tracer quelques plis droits à l'intérieur de ce domaine.

Dans ce rapport, les domaines 2 et 3 de Côté-Roberge *et al.* (2016) et Côté-Roberge (2018) ont été regroupés en seul domaine (domaine 2) à la suite de la modification de la géologie de ce secteur.

Les structures planaires du domaine 2 ont une orientation générale SW avec une dispersion plus grande que dans le domaine 1 (figures 7 et 8). Tout comme dans celui-ci, les paragneiss se caractérisent par une faible proportion de mobilisat. Les plis sont définis à partir des changements d'attitude de la foliation et du patron magnétique. Le domaine 2 contient de grandes antiformes kilométriques dont celle au NW qui représente un dôme granitique à

structure concentrique avec des niveaux de métatexite et de diatexite. L'attitude des foliations dans le secteur NE du domaine 2 indique un pli déversé vers le sud.

Les foliations du domaine 3 sont orientées E-W avec un pendage principalement vers le nord, bien que plusieurs présentent un pendage vers le sud. Les données sur le stéréogramme montrent une bonne dispersion (figure 8). Ce domaine se caractérise par une succession de synformes et d'antiformes, ce qui explique les pendages vers le sud observés au cœur du domaine. Localement, les données provenant de la charnière de l'antiforme principale indiquent un plongement vers le SW, bien que l'ensemble des données dénote plutôt un plongement vers l'est. Cette variation peut être associée à une phase de plissement tardive. Le domaine 3 correspond à un important dôme aplati de forme ovoïde bien marqué sur la carte géologique en raison d'une grande intrusion de granite plissée appartenant à la Suite granitique du Vieux Comptoir.

Le domaine 4 correspond à une vaste synforme à trace axiale E-W à ENE plongeant faiblement vers l'est (figures 7 et 8). La signature magnétique de ce domaine est relativement homogène, bien que les unités plissées soient bien reconnaissables.

Le domaine 5 est constitué d'une succession de synformes et d'antiformes. Le grain magnétique et les mesures de pendages indiquent des plis rectilignes à flancs abrupts, ce qui traduit un plissement plus serré que dans les autres domaines (figures 7 et 8). Les niveaux de paragneiss et de migmatite, les intrusions de granite et les unités gneissiques (Gneiss de Marjoulet) qui constituent ce domaine présentent donc un pendage beaucoup plus prononcé que dans les domaines plus au nord. De plus, l'intensité de la déformation et le pourcentage de mobilisat sont globalement plus élevés. Les axes de plis plongent vers l'est ou vers l'ouest (figure 8). Les linéations à faible plongement vers l'ouest ont été pour la plupart mesurées dans le Gneiss de Marjoulet, près de la zone de cisaillement séparant les domaines 4 et 5. Les variations d'attitude des foliations et des linéations (figure 8) indiquent la présence d'une phase de déformation tardive associée à des plis perpendiculaires ou à angle fort par rapport à la trace du plissement principal.

Le domaine 6 occupe l'extrémité sud du feuillet 33F01. Il se caractérise par une signature magnétique prononcée qui se prolonge vers le sud, l'ouest et l'est. Tout comme dans les domaines 4 et 5, les foliations mesurées abruptes et rectilignes forment de fortes concentrations, ce qui indique la présence de plis isoclinaux (figures 7 et 8). Le pôle du grand cercle des foliations présente un plongement vers l'ouest, contrairement aux autres domaines.

Discussion

Trois épisodes structuraux peuvent être identifiés dans les roches du Complexe de Laguiche à partir de l'analyse de la carte géologique et des stéréogrammes. Un premier événement, synchrone à la formation des paragneiss, est à l'origine

de la foliation principale orientée généralement E-W avec un pendage vers le nord et du chevauchement des roches de la Sous-province de La Grande sur celles d'Opinaca. Cet épisode affecte toutes les unités du Laguiche et est antérieur à la mise en place des intrusions de Bezier, de Richardie et de l'unité nAvcr1 de la Suite granitique du Vieux Comptoir. Il est suivi d'une deuxième phase qui est responsable du plissement régional de la foliation, probablement contemporaine à la migmatitisation. La troisième phase a affecté les fabriques et les plis associés aux premiers événements et est associée à l'architecture en dômes et bassins, aux doubles plongements et aux variations d'orientation des traces des plis régionaux.

GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE

Échantillons prélevés

Dans le cadre de cette étude, les roches riches en sulfures (>1 %) ont été analysées pour les métaux usuels et précieux. De même, nous avons procédé à l'analyse des intrusions ultramafiques pour leur contenu en Cr₂O₃, en Ni, en Cu et en EGP. Les tableaux 3 à 5 présentent les résultats des analyses des roches riches en soufre, en Cr₂O₃ et en terres rares. La description des échantillons analysés est présentée au tableau 6. Les résultats complets et les géofiches sont offerts dans le SIGÉOM et peuvent être consultés à partir de la carte interactive ou du SIGÉOM à la carte.

Les roches riches en sulfures regroupent des roches métasomatiques, des veines, des amphibolites, des paragneiss et des granites (tableaux 3 et 6). Les échantillons les plus riches proviennent du secteur de l'indice Iléosud décrit plus loin. Le cuivre est la substance métallique la plus abondante dans cet indice avec des teneurs pouvant atteindre 5920 ppm Cu (no unique 2015058899, échantillon 2015-JJ-3018, tableau 3). La teneur en or la plus élevée (132 ppb) est également associée à cet échantillon. Par endroits, les roches métasomatiques contiennent des teneurs élevées en K₂O ou en CaO qui reflètent une altération potassique ou calcique. Étonnamment, l'échantillon de granite montrant les teneurs en Nb, Ta, Th et U les plus élevées de la région est également riche en sulfures (tableau 3, no unique 2015058861, échantillon 2015-JJ-3236-B1). Ce granite présente des similitudes avec des intrusions du même type du gîte aurifère Orfée (feuillet 33G06, Bogatu et Huot, 2016), du lac Sakami (feuillet 33F02, 1995-LP-90) et du gisement aurifère Roberto (feuillet 33C16, Fontaine *et al.*, 2015).

Les intrusions ultramafiques appartenant à la Suite de Lablois ne contiennent pas de teneurs indicelles en Cr₂O₃, en Ni, en Pt ou en Pd (tableaux 3 et 4). Les oxydes sont disséminés dans la roche ou concentrés dans des veinules. On notera que trois échantillons contiennent les teneurs en arsenic les plus élevées de la région (jusqu'à 556 ppm As).

L'arsenic n'est probablement pas associé à l'arsénopyrite puisque les teneurs en soufre sont très basses (<100 ppm).

Les roches échantillonnées les plus riches en terres rares sont une tonalite, un granite et un granite à feldspath alcalin (tableau 5). Les teneurs en terres rares, Nb et Ta sont toutefois relativement faibles. Les roches les plus riches en uranium, en thorium et en terres rares de la région sont associées à des indices uranifères (figure 2 et tableau 7). Les indices Rivière Meechishgosheesh, Roma, G 530 et Marjolet ont été découverts en 1975 par le Groupe minier SES à la suite d'une campagne de prospection aérienne et terrestre (Giroux, 1975). La position de ces indices est généralement imprécise en raison des cartes de localisation très schématiques. Il est donc difficile de les retrouver sur le terrain. Les indices DJ-09-U007, Éch 52820, Éch 52827 et Éch 52871 ont été découverts en 2008 par prospection à l'aide d'un scintillomètre-spectromètre (Lamothe, 2009). La position de l'indice Marjolet a été corrigée dans le SIGÉOM à partir des données de Lamothe (2009).

Indice cuprifère Iléosud

Un nouvel indice de cuivre a été découvert en 2015 dans le feuillet 33F08, en bordure du lac Bridgar (figure 2). La présence de chalcopyrite dans un échantillon a entraîné une nouvelle visite de l'affleurement 2015-JJ-3018. Le décapage manuel de l'affleurement a permis de mettre au jour plusieurs zones d'altération (photo 17). Une série d'échantillons ont été prélevés à la scie. L'un de ces échantillons (15-JJ-3018-B1, no unique 2015058899) a donné une teneur de 5920 ppm Cu et 132 ppb Au (tableau 3). Cet indice nommé Iléosud expose un paragneiss à biotite et pyrite coupé par plusieurs zones d'altération caractérisées par des bandes vert foncé, vert pomme et blanches. La chalcopyrite disséminée est visible à l'œil nu (0,5 mm à 2 mm) dans des lentilles décimétriques de roches à grain fin à moyen montrant une altération calcosilicatée caractérisée par l'assemblage hornblende-diopside-plagioclase-quartz-épidote associé à une minéralisation en pyrite-pyrrhotite-chalcopyrite et

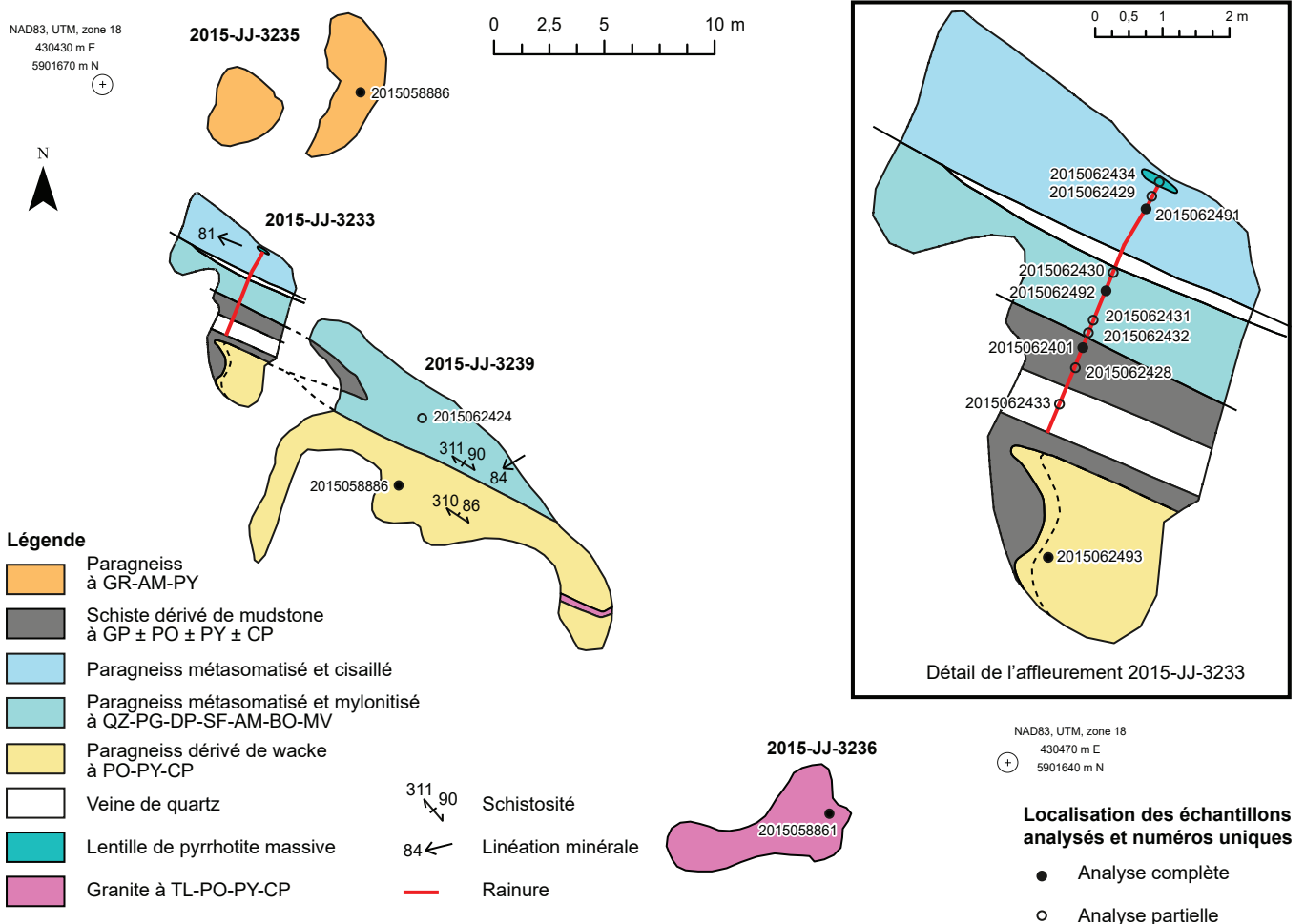


FIGURE 9 - Cartographie détaillée des affleurements 2015-JJ-3233, 2015-JJ-3235, 2015-JJ-3236 et 2015-JJ-3239 dans le secteur au nord de l'indice Iléosud (feuillet 33F08).

localement du grenat+calcite (photos 18 et 19). La pyrite et la chalcopryrite sont abondantes dans les portions plus grenues et plus riches en diopside. Des veines centimétriques de plagioclase, hornblende et quartz en relief positif sont concordantes par rapport à la foliation, alors que d'autres, plus riches en hornblende, la coupent (photo 20). Ces zones d'altération sont précoces puisqu'elles sont déformées et métamorphosées.

La cartographie détaillée du secteur localisé au nord et au SE de l'affleurement 2015-JJ-3018 a révélé une zone minéralisée en pyrite et en pyrrhotite disséminées à massives de 1,14 km de long sur 150 m d'épaisseur. Ce secteur correspond à l'unité nAlgi8 du Complexe de Laguiche. La photo 20 montre une vue aérienne d'une partie du secteur où l'on peut observer une série d'affleurements rouillés qui ont aussi fait l'objet de décapages manuels et d'un échantillonnage à la scie. Un total de 22 échantillons ont été prélevés dans ce secteur (tableaux 3 et 6). L'affleurement présentant la minéralisation en sulfures la plus importante (2015-JJ-3233; figure 9) a fait l'objet d'une rainure de 3,6 m orientée perpendiculairement à la foliation et aux lithologies. La partie sud des affleurements 2015-JJ-3233 et 2015-JJ-3239 contient des paragneiss moins déformés et moins altérés, tandis que la partie nord est très cisailée (photo 22) et caractérisée par une linéation minérale abrupte. Cette zone de déformation très altérée contient une abondance de sulfures (plus de 20 %) sous la forme de disséminations (grains de 0,2 mm à 1 cm), de graphite ou de veines de pyrrhotite qui coupent la foliation. Un niveau de 10 cm d'épaisseur de sulfures massifs (70 % de pyrrhotite avec de pyrite) est situé dans la partie nord de l'affleurement 2015-JJ-3233 (photo 23). Les veines de quartz centimétriques sont regroupées en niveaux décimétriques concordants à la foliation principale. Une analyse de ces veines (no unique 2015062433) a donné des teneurs en or et en argent sous la limite de détection. Une intrusion de granite grossier à tourmaline, biotite et muscovite (affleurement 2015-JJ-3236, figure 9), située au SE de la zone rouillée, renferme aussi de la pyrrhotite et de la pyrite, mais ne présente aucune valeur notable en métaux usuels ou précieux (tableau 3).

L'intérêt de cette zone au cœur du Laguiche réside dans l'abondance de sulfures et la présence d'importantes zones d'altération, de niveaux riches en graphite et en sulfures et d'intrusions de granite à tourmaline et sulfures.

Le contact entre les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca représente également une cible privilégiée pour la prospection de minéralisations aurifères. Cependant, aucun nouvel indice n'a été trouvé dans ce secteur lors des travaux de cartographie de 2015.

CONCLUSION

Les travaux réalisés en 2015 et en 2016 dans la région du lac de Villaret ont permis d'améliorer les connaissances géologiques dans cette partie des sous-provinces de La Grande et d'Opinaca et de produire de nouvelles cartes à l'échelle 1/50 000 des feuillets SNRC 33F01 et 33F08. Le récent levé aéromagnétique de haute résolution et l'étude des photos aériennes ont été importants dans la production de ces cartes et ont aidé à mieux délimiter les différentes unités et les grandes structures régionales.

La région est dominée par les roches métasédimentaires du Complexe de Laguiche dans lesquelles des intrusions felsiques à ultramafiques se sont mises en place. Le coin NE de la région est occupé par les roches néoarchéennes du Complexe de Langelier, appartenant à la Sous-province de La Grande, et par la Suite de Bezier. Le contact entre les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca, matérialisé par une zone de déformation intense, a été observé sur le terrain et correspond à une zone de chevauchement. La région a été divisée en neuf unités stratigraphiques et lithodémiques et trois unités lithologiques. Deux nouvelles unités (Gneiss de Marjoulet et Suite de Lablois) ont été définies. Le Gneiss de Marjoulet, formé de gneiss tonalitique et granodioritique, coupe le Complexe de Laguiche, tandis que la Suite de Lablois regroupe des corps ultramafiques qui font intrusion à la fois dans les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca.

Des roches riches en sulfures et en graphite associées à des zones d'altération potassique et calcosilicatée constituent une nouvelle unité métasédimentaire du Complexe de Laguiche (nAlgi8) dans le coin SE du feuillet 33F08. Un nouvel indice de cuivre (indice Iléosud) a été découvert dans ce secteur. Une analyse d'un échantillon choisi provenant d'une zone décimétrique altérée en feldspath-diopside-hornblende-quartz-pyrrhotite-pyrite-chalcopryrite a révélé une teneur de 5920 ppm Cu et 132 ppb Au.

RÉFÉRENCES

- ATKINS, M. – DEBICKI, E. – AAQUIST, B., 1973 – CANICO - James Bay Joint Venture Sakami project report from April 15 to September 30, 1973. CANICO, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 57884, 45 pages, 33 plans.
- ATKINS, W.M. – LEE, H.A. – JAMIESON, R.A. – ROBERTSON, D.S. – DEBICKI, E.J. – GOODALE, D.H., 1974 – Report on Sakami Lake. International Nickel Company of Canada, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 29772, 260 pages, 65 plans.
- AUGLAND, L.E. – DAVID, J. – PILOTE, P. – LECLERC, F. – GOUTIER, J. – HAMMOUCHE, H. – LAFRANCE, I. – TALLA TAKAM, F. – DESCHÊNES, P.-L. – GUEMACHE, M., 2016 – Datations U-Pb dans les provinces de Churchill et du Supérieur effectuées au GEOTOP en 2012-2013. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; RP 2015-01, 42 pages.
- BANDYAYERA, D. – FLISZÁR, A., 2007 – Géologie de la région de la baie Kasipasikatch (33C09) et du lac Janin (33C16). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2007-05, 15 pages, 2 plans.
- BANDYAYERA, D. – BURNIAUX, P. – CHAPON, B., 2013 – Géologie de la région du lac Magin (33G09), de la colline Captel (33G15) et du lac Fontay (33G16), Baie-James, Québec. Ministère des Ressources naturelles; RP 2013-01, 32 pages, 3 plans.
- BOGATU, A. – HUOT, F., 2016 – Minéralisation aurifère du gîte Orfée, Eeyou Istchee Baie-James, Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; MB 2016-10, 47 pages.
- BOUDREAULT, A. – ALLOU, B., 2006 – Projet d'exploration aurifère au nord-est du réservoir Opinaca, projet Star Lake. Ressources Everton, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 62582, 53 pages, 3 plans.
- BOURGOIN, M., 2007 – Assessment work report, James Bay Uranium property. Eoro Resources, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 63097, 25 pages.
- BUCHAN, K.L. – GOUTIER, J. – HAMILTON, M.A. – ERNST, R.E. – MATTHEWS, W.A., 2007 – Paleomagnetism, U-Pb geochronology, and geochemistry of Lac Esprit and other dyke swarms, James Bay area, Quebec, and implications for Paleoproterozoic deformation of the Superior Province. Canadian Journal of Earth Sciences; volume 44, pages 643-664.
- CARD, K.D. – CIESIELSKI, A., 1986 – Subdivisions of the Superior Province of the Canadian Shield. Geoscience Canada; volume 13, pages 5-13.
- CHARBONNEAU, R., 2007 – Exploration works for 2005-2006 at Star Lake property. Everton Resources, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 62994, 61 pages, 4 plans.
- CHARBONNEAU, R., 2008 – Travaux d'exploration effectués en 2007 aux propriétés Duncan, Sakami, Lemoyne, Corvette Sud, Convias et Eastmain Nord, Baie-James, Québec. NQ Exploration, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 63761, 110 pages, 4 plans.
- CHARTIER-MONTREUIL, W., 2013 – Minéralogie et géochimie d'une intrusion ultramafique du Laguiche, Baie James. Université Laval; projet de fin d'études, 68 pages.
- COHEN, K.M. – FINNEY, S.C. – GIBBARD, P.L. – FAN, J.-X., 2015 – The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes; volume 36, pages 199-204.
- CÔTÉ-ROBERGE, M., 2018 – Contexte tectonométamorphique du Nord-Ouest du Complexe de Laguiche, Sous-province d'Opinaca, Eeyou Istchee Baie-James. Université Laval; mémoire de maîtrise, 215 pages.
- CÔTÉ-ROBERGE, M. – GUILMETTE, C. – GOUTIER, J., 2016 – Étude du contexte tectono-métamorphique du Complexe de Laguiche, Sous-province d'Opinaca, Eeyou Istchee Baie-James, Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; MB 2016-13, 27 pages.
- CÔTÉ-ROBERGE, M. – GUILMETTE, C. – GOUTIER, J., 2018 – Chimie minérale et thermobarométrie. Étude du contexte tectono-métamorphique du Complexe de Laguiche, Sous-province d'Opinaca, Eeyou Istchee Baie-James. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; MB 2018-03, 146 pages.
- D'AMOURS, I., 2011 – Synthèse des levés magnétiques de la Baie-James. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; DP 2011-08, 3 pages, 2 plans.
- DAVID, J., 2018a – Datations U-Pb dans la Province du Supérieur effectuées au GEOTOP en 2015-2016. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; MB 2018-16, 22 pages.
- DAVID, J., 2018b – Datations U-Pb dans les provinces de Grenville et du Supérieur effectuées au GEOTOP en 2016-2017. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; MB 2018-17, 23 pages.
- DAVID, J. 2019 – Datations U-Pb dans les provinces du Supérieur et de Churchill effectuées au GEOTOP en 2014-2015. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; MB 2019-03, 25 pages.
- DAVID, J. – VAILLANCOURT, D. – BANDYAYERA, D. – SIMARD, M. – GOUTIER, J. – PILOTE, P. – DION, C. – BARBE, P., 2010 – Datations U-Pb effectuées dans les sous-provinces d'Ashuanipi, de La Grande, d'Opinaca et d'Abitibi en 2008-2009. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2010-11, 37 pages.
- DAVID, J. – McNICOLL, V. – SIMARD, M. – BANDYAYERA, D. – HAMMOUCHE, H. – GOUTIER, J. – PILOTE, P. – RHÉAUME, P. – LECLERC, F. – DION, C., 2011 – Datations U-Pb effectuées dans les provinces du Supérieur et de Churchill en 2009-2010. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2011-02, 37 pages.
- DAVIS, D.W. – DAVID, J. – DION, C. – GOUTIER, J. – BANDYAYERA, D. – RHÉAUME, P. – ROY, P., 2005 – Datations U-Pb effectuées en support aux travaux de cartographie géologique et de compilation géoscientifique du SGNO (2003-2004). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2005-02, 20 pages.
- DAVIS, D.W. – SIMARD, M. – HAMMOUCHE, H. – BANDYAYERA, D. – GOUTIER, J. – PILOTE, P. – LECLERC, F. – DION, C., 2015 – Datations U-Pb effectuées dans les provinces du Supérieur et de Churchill en 2011-2012. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; RP 2014-05, 62 pages.

- DAVIS, D.W. – LAFRANCE, I. – GOUTIER, J. – TALLA TAKAM, F. – BANDYAYERA, D. – GIGON, J., 2018 – Datations U-Pb dans les provinces du Supérieur, de Churchill et de Grenville effectuées au JSGL en 2013-2014. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; RP 2017-01, 63 pages.
- EADE, K.E., 1966 – Fort George and Kaniapiskau river (west half) map-areas, New Quebec. Geological Survey of Canada; Memoir 339, 84 pages, 1 map.
- EADE, K.E. – HEYWOOD, W.W. – LEE, H.A., 1957 – Sakami Lake area, New Quebec. Geological Survey of Canada; Map 23-1957.
- FONTAINE, A. – DUBÉ, B. – MALO, M. – McNICOLL, V.J. – BRISSON, T. – DOUCET, D. – GOUTIER, J., 2015 – Geology of the metamorphosed Roberto gold deposit (Éléonore Mine), James Bay region, Quebec: Diversity of mineralization styles in a polyphase tectonometamorphic setting. *In*: Targeted Geoscience Initiative 4: Contributions to the Understanding of Precambrian Lode Gold Deposits and Implications for Exploration, (B. Dubé and P. Mercier-Langevin, editors). Geological Survey of Canada; Open File 7852, pages 209-225.
- FOUQUES, J.-P. – SCHUMACHER, F., 1979 – Rapport de synthèse du permis S.E.S. Groupe minier S.E.S., rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 37017, 156 pages, 22 plans.
- FRANCONI, A., 1978 – La bande volcano-sédimentaire de la rivière Eastmain inférieure – Rapport géologique final. Ministère des Richesses naturelles, Québec; DPV-574, 186 pages, 2 plans.
- GAUTHIER, M., 1996 – Géologie de la région du lac Sakami, SNRC 33F. Ministère des Ressources naturelles, Québec; MB 96-13, 1 plan.
- GAUTHIER, M. – LAROCQUE, M. – CHARTRAND, F., 1997 – Cadre géologique, style et répartition des minéralisations métalliques du bassin de La Grande Rivière, Territoire de la Baie James. Ministère des Ressources naturelles, Québec; MB 97-30, 73 pages.
- GIGON, J. – GOUTIER, J., 2017 – Géologie de la région du lac Richardie, municipalité d'Eeyou Istchee Baie-James. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; RG 2016-04, 45 pages, 1 plan.
- GIROUX, M., 1975 – Rapport de prospection Chien de chasse. Groupe minier S.E.S., rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 34117, 30 pages, 32 plans.
- GOUTIER, J., 2018a – La Province du Supérieur. Géologues; numéro 198, pages 7-11.
- GOUTIER, J., 2018b – Géologie de la région du lac Ewart, sous-provinces de La Grande et d'Opinaca, à l'est de Radisson, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; BG 2018-10.
- GOUTIER, J. – GIGON, J., 2015 – Géologie - Lac de Villaret. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; CG-2015-03, 1 plan.
- GOUTIER, J. – DOUCET, P. – DION, C. – BEAUSOLEIL, C. – DAVID, J. – PARENT, M. – DION, D. J., 1998a – Géologie de la région lac Kowskatehkakmow (SNRC 33F/06). Ministère des Ressources naturelles du Québec; RG 98-16, 50 pages, 1 plan.
- GOUTIER, J. – DOUCET, P. – DION, C. – BEAUSOLEIL, C. – DION, D.-J., 1998b – Géologie de la région lac Esprit (SNRC 33F/05). Ministère des Ressources naturelles du Québec; RG 98-09, 39 pages, 1 plan.
- GOUTIER, J. – DION, C. – DAVID, J. – DION, D.-J., 1999a – Géologie de la région de la passe Shimusuminu et du lac Vion (33F/11 et 33F/12). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 98-17, 43 pages, 2 plans.
- GOUTIER, J. – DION, C. – LAFRANCE, I. – DAVID, J. – PARENT, M. – DION, D.-J., 1999b – Géologie de la région des lacs Langelier et Threefold (33F/03 et 33F/04). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 98-18, 54 pages, 2 plans.
- GOUTIER, J. – DION, C. – OUELLET, M.-C. – DAVID, J. – PARENT, M., 2000 – Géologie de la région des lacs Guillaumat et Sakami (SNRC 33F/02 et 33F/07). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 99-15, 40 pages, 2 plans.
- GOUTIER, J. – DION, C. – OUELLET, M.-C. – MERCIER-LANGEVIN, P. – DAVIS, D.W., 2001a – Géologie de la colline Masson, de la passe Awapakamich, de la baie Carbillet et de la passe Pikwahipanan (33F/09, 33F/10, 33F/15 et 33F/16). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 2000-10, 69 pages, 4 plans.
- GOUTIER, J. – DION, C. – OUELLET, M.-C., 2001b – Géologie de la région de la colline Bezier (33G/12) et du lac de la Montagne du Pin (33G/13). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 2001-13, 55 pages, 2 plans.
- GOUTIER, J. – DION, C. – OUELLET, M.-C. – DAVIS, D.W. – DAVID, J. – PARENT, M., 2002 – Géologie de la région du lac Guyer (33G/05, 33G/06 et 33G/11). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 2001-15, 53 pages, 3 plans.
- GOUTIER, J. – GIGON, J. – CÔTÉ-ROBERGE, M., 2017a – Géologie de la région des lacs Sakami et Ewart (SNRC 33G04, 33G05 et 33F02). Dans : Résumés des conférences et des photoprésentations, Québec mines 2016. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DV 2016-03, page 71.
- GOUTIER, J. – GIGON, J. – GUILMETTE, C. – HUOT, F. – HANES, R. – CÔTÉ-ROBERGE, M. – CLEVEN, N.R. – BOGATU, A. – RHÉAUME OUELLET, A. – FLEURY, J.P., 2017b – Les nouvelles interprétations géologiques de la zone de contact entre les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca et leur importance pour l'exploration aurifère. Dans : Résumés des conférences et des photoprésentations, Québec mines 2016. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DV 2016-03, page 20.
- GRZELA, D., 2014 – Étude pétrographique et géochimique des intrusions ultramafiques de la région du lac Richardie, Baie-James, Québec. Université d'Ottawa; projet de fin d'études, 48 pages.
- HAMILTON, M.A. – GOUTIER, J. – MATTHEWS, W., 2001 – U-Pb baddeleyite age for the Paleoproterozoic Lac Esprit dyke swarm, James Bay region, Quebec. Geological Survey of Canada; Radiogenic Age and Isotopic Studies, Report 14, Current Research 2001-F5, pages 1-6.
- HUTCHISON, C.S., 1974 – Laboratory Handbook of Petrographic Techniques. John Wiley & Sons; 558 pages.
- HUTCHISON, C.S., 1975 – The norm, its variations, their calculation and relationships. Schweizerische mineralogische und petrografische Mitteilungen; volume 55, pages 243–256.

- LAMOTHE, G., 2009 – Rapport de travaux d'exploration simplifié. NQ Exploration, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 64353, 54 pages, 4 plans.
- LAVOIE, S., 2003 – Projet Aucumo (0257); rapport sur la campagne d'exploration; année 2003. SOQUEM, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 61567, 70 pages, 15 plans.
- LEMELIN, Y., 2014 – Rapport de travaux d'exploration simplifié, projet Valjoelin. Valjoelin Exploration, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 67965, 19 pages.
- MANIAR, P.D. – PICCOLI, P.M., 1989 – Tectonic discrimination of granitoids. *Geological Society of America Bulletin*; volume 101, pages 635-643.
- McDONOUGH, W.F. – SUN, S.S., 1995 – The composition of the Earth. *Chemical Geology*; volume 120, pages 223-253.
- MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES, 1986 – Code stratigraphique nord-américain. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; DV 86-02, 74 pages.
- MORFIN, S., 2014 – Influence de la mise en place pervasive de magma d'anatexie sous forme de complexe d'injection dans la croûte continentale. Université du Québec à Chicoutimi; thèse de doctorat, 254 pages.
- MORFIN, S. – SAWYER, E.W. – BANDYAYERA, D., 2013 – Large volumes of anatectic melt retained in granulite facies migmatites: an injection complex in northern Quebec. *Lithos*; volumes 168-169, pages 200-218.
- MORFIN, S. – SAWYER, E.W. – BANDYAYERA, D., 2014 – The geochemical signature of a felsic injection complex in the continental crust: Opinaca Subprovince, Quebec. *Lithos*; volumes 196-197, pages 339-355.
- NESBITT, H.W., 2003 – Petrogenesis of siliciclastic sediments and sedimentary rocks. *In: Geochemistry of Sediments and Sedimentary Rocks: Evolutionary Consideration to Mineral Deposit-Forming Environments* (D.R. Lentz, editor). Geological Association of Canada; GEOText 4, pages 39-51.
- PEARCE, J.A. – HARRIS, B.W. – TINDLE, A.G., 1984 – Trace element discrimination diagram for tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*; volume 25, pages 956-983.
- SHARMA, K.N.M., 1974 – La Grande River area (1974 project), New Quebec territory. Ministère des Richesses naturelles, Québec; DP-275, 24 pages, 2 plans et une légende.
- SHARMA, K.N.M., 1977 – Région de La Grande Rivière. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG 184, 79 pages, 3 plans.
- SIMARD, M. – GOSSELIN, C., 1999 – Géologie de la région du lac Lichteneger (SNRC 33B). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 98-15, 26 pages, 1 plan.
- ST. SEYMOUR, K. – TUREK, A. – DOIG, R. – KUMARAPELI, S. – FOGAL, R., 1989 – First U-Pb zircon ages of granitoid plutons from the La Grande greenstone belt, James Bay area, New Quebec. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 26, pages 1068-1073.
- STRECKEISEN, A., 1976 – To each plutonic rock its proper name. *Earth-Science Reviews*; volume 12, pages 1-33.
- STOTT, G.M. – CORKERY, M.T. – PERCIVAL, J.A. – SIMARD, M. – GOUTIER, J., 2010 – A revised terrane subdivision of the Superior Province. *In: Summary of Field Work and Other Activities 2010*. Ontario Geological Survey; Open File Report 6260, pages 20-1-20-7.
- TAYLOR, S.R. – McLENNAN, S.M., 1985 – The continental crust: its composition and evolution. Blackwell Scientific Publications; 312 pages.
- THÉRIAULT, R. – BEAUSÉJOUR, S., 2012 – Carte géologique du Québec – Édition 2012. Ministère des Ressources naturelles, Québec; DV 2012-06, 8 pages, 1 plan.
- TREMBLAY, M. – MARLEAU, R.A., 1973 – Étude de la géologie et du potentiel minéral du territoire de la Baie-James. Société de Développement de la Baie-James, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 34001, 1146 pages, 102 plans.
- TURGEON, D. – OSWALD, R., 2007 – Reconnaissance géologique 2006-2007; Projet Laguiche, Québec. Mines Virginia, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 63308, 474 pages, 8 plans.
- VEILLETTE, J.J., 1995 – New evidence for northwestward glacial ice flow, James Bay region, Quebec. *In: Current Research, Part C*. Geological Survey of Canada; paper 95-1C, pages 249-258.
- WHALEN, J.B. – CURRIE, K.L. – CHAPPELL, B.W., 1987 – A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contributions to Mineralogy and Petrology*; volume 95, pages 407-419.

ANNEXE – Tableaux

TABLEAU 1 – Liste des échantillons de granitoïde provenant de l'extérieur du secteur d'étude qui ont été intégrés à la base de données géochimique.

Lithologie	Feuillelet SNRC	No d'échantillon	No éch. unique
Granite à feldspath alcalin	33G06 (zone Orfée)	14-AB-6134-A1	2014059081
Granite à feldspath alcalin	33F02	LG95-LP90	1998028934
Granite	33C14 (à proximité du km 471)	03-CG-001	2003038601
Granite	33C14 (à proximité du km 471)	03-CG-002	2003038602
Granite	33C14 (à proximité du km 471)	03-CG-003	2003038603
Granite	33F02	99-JG-2503-A	2015062443

TABLEAU 2 – Assemblages métamorphiques observés dans les paragneiss et les migmatites du Complexe de Laguiche dans les feuillets 33F01, 33F08 et le sud de 33F09.

Assemblages métamorphiques
Plagioclase-quartz-biotite
Plagioclase-quartz-biotite-chlorite
Plagioclase-quartz-biotite-hornblende
Plagioclase-quartz-biotite-hornblende-diopside
Plagioclase-quartz-biotite-cordiérite
Plagioclase-quartz-biotite-cordiérite-muscovite
Plagioclase-quartz-biotite-grenat
Plagioclase-quartz-biotite-grenat-cordiérite
Plagioclase-quartz-biotite-grenat-hornblende
Plagioclase-quartz-biotite-grenat-hornblende-cordiérite
Plagioclase-quartz-biotite-grenat-muscovite
Plagioclase-quartz-biotite-grenat-muscovite-cordiérite
Plagioclase-quartz-biotite-grenat-sillimanite-muscovite
Plagioclase-quartz-biotite-grenat-sillimanite-cordiérite
Plagioclase-quartz-biotite-grenat-sillimanite-cordiérite-staurotide
Plagioclase-quartz-biotite-grenat-sillimanite-cordiérite-muscovite
Plagioclase-quartz-biotite-grenat-sillimanite-staurotide
Plagioclase-quartz-biotite-muscovite
Plagioclase-quartz-biotite-muscovite-diopside
Plagioclase-quartz-biotite-muscovite-sillimanite

TABLEAU 3 – Liste des échantillons les plus riches en S de la région du lac de Villaret.

No. éch. unique	Lithologie	SiO ₂ % poids	CaO % poids	Na ₂ O % poids	K ₂ O % poids	Nb ppm	Pb ppm	Ta ppm	Th ppm	U ppm	Cu ppm	Ag ppm	Ni ppm	Zn ppm	S ppm	Au ppb	As ppm	Fe % poids
2015062401	M8(S6D)	50,00	1,56	0,71	7,23	4,7	23	0,45	9,11	2,89	198	1,1	85	653	>100000	< 2	1,8	11,30
2015062434	F1						8	20,00	2,20	1,72	222	< 0,5	201	326	>100000	<2	1,7	31,80
2015062491	M15(M4)	60,58	0,39	1,17	7,76	7,3	40	11,20	13,40	3,45	87	< 0,5	52	346	67300	<2	6,1	6,06
2015062432	M15(M4)						28	0,49	10,90	3,73	116	< 0,5	61	203	67200	< 2	3,2	8,33
2015062429	M15(M4)						25	75,80	3,65	2,12	174	< 0,5	48	119	52700	< 2	4,0	7,35
2015062402	M15(M4)	60,20	7,16	1,07	3,10	4,7	5	0,40	7,70	1,99	75	< 0,5	108	47	28600	< 2	6,6	4,70
2015062431	M15(M4)						< 3	0,33	4,64	1,36	53	< 0,5	76	64	24300	< 2	7,9	5,36
2015062492	M15(M4)	63,48	3,44	4,68	1,04	4,6	9	0,49	8,21	2,42	59	1,6	115	78	23100	< 2	3,2	3,42
2015062430	M15(M4)						9	0,53	7,30	2,22	52	< 0,5	71	85	22600	< 2	2,8	5,10
2015062426	M16						< 3	1,77	1,08	0,69	390	< 0,5	71	101	22500	< 2	< 0,5	11,90
2015058886	M4(S3)	60,95	2,85	3,42	2,95	4,6	9	0,40	7,11	1,95	57	< 0,5	101	76	22000	< 2	697,0	4,47
2015062541	M16(I2J)						12	0,27	1,83	1,50	3740	0,5	29	66	21700	< 2	< 0,5	10,10
2015062424	T2(M15)						< 3	0,27	4,70	1,24	61	0,5	52	65	21300	< 2	2,5	3,87
2015058861	I1B	70,38	0,38	5,52	1,74	71,9	25	28,50	10,50	23,20	229	2,2	15	21	19500	< 2	16,8	4,14
2015062493	M4(S3)	59,38	7,05	1,65	3,03	5,4	6	0,46	9,29	2,45	61	0,5	123	93	19300	< 2	4,0	4,82
2015062423	M15						< 3	0,25	4,54	1,06	1800	< 0,5	137	65	13900	< 2	1,2	16,50
2015058899	M15	48,26	14,31	1,61	0,44	5,8	< 3	0,55	9,99	3,34	5920	< 0,5	125	230	13800	132	8,9	8,12
2015058876	M15	65,97	4,43	4,11	0,20	3,8	< 3	0,38	6,30	1,78	1180	0,5	117	77	13000	< 2	< 0,5	5,58
2015062428	M8(S6D)						9	0,43	3,06	0,79	45	0,5	5	15	9700	< 2	22,5	3,38
2015062545	R1						< 3	0,33	5,10	1,26	1170	2,2	73	38	8000	36	1,3	6,02
2015062540	M4(S3)						< 3	0,55	9,14	1,39	802	0,5	102	39	5700	< 2	10,0	8,90
2015058885	M4(S3)	60,67	2,23	3,35	2,14	5,3	13	0,49	8,24	2,38	32	0,3	131	105	3700	< 2	216,0	4,83
2015062544	M4(S3)						13	4,08	6,34	1,13	1060	2,2	18	158	200	23	1,1	3,77

Les lithologies sont décrites au tableau 6.

Les teneurs en caractères gras soulignent des teneurs anormales, celles en rouge les teneurs indicelles selon les seuils du SIGÉOM.

Les teneurs élevées en K₂O reflètent une altération potassique et l'abondance de microcline.

ANNEXE – Tableaux

TABLEAU 4 – Liste des échantillons les plus riches en Cr₂O₃ de la région du lac de Villaret.

No. éch. unique	Lithologie	Au ppb	Au ppb	Pt ppb	Pd ppb	SiO ₂ % poids	MgO % poids	CaO % poids	Na ₂ O % poids	K ₂ O % poids	Cr ₂ O ₃ % poids	Cr ppm	V ppm	Co ppm	Pb ppm	Cu ppm	Ag ppm	Ni ppm	Zn ppm	S ppm	As ppm
2015062418	I4G[ME]	1	<2	1,0	0,6	43,90	29,26	4,11	0,64	1,96	0,33	2060	120	72	<3	25	<0,3	1170	51	300	5,5
2015062415	I4G[ME]	5	<2	1,9	1,8	48,22	27,95	4,19	0,43	0,15	0,31	1950	62	77	<3	31	<0,3	1270	50	900	3,5
2015062413	I4G[ME]	2	<2	1,6	1,1	45,92	27,96	7,14	0,29	0,04	0,30	1860	115	69	<3	13	<0,3	1020	46	600	3,8
2015062417	I4[ME]	7	7	1,4	1,4	50,26	21,14	5,57	0,49	2,03	0,29	2110	118	76	11	1	<0,3	1260	69	200	537,0
2015058854	I4G[ME]	2	<2	1,0	0,8	42,78	30,74	4,53	0,20	0,03	0,28	1760	80	70	<3	<1	<0,3	1400	44	500	8,9
2015058852	I4G[ME]	<1	<2	1,5	1,1	43,78	29,03	4,57	0,29	0,41	0,28	1710	96	81	<3	57	<0,3	1350	48	200	3,2
2015058855	I4[ME]	1	<2	1,1	1,1	49,25	29,19	1,64	0,09	0,01	0,28	1850	100	69	<3	<1	<0,3	980	57	<100	556,0
2015058851	I4G[ME]	1	<2	1,1	0,7	41,59	32,51	2,31	0,34	0,39	0,26	1580	70	92	<3	16	<0,3	1480	51	<100	<0,5
2015062536	I4[ME]	<1	<2	2,1	1,5	48,16	28,16	2,95	0,07	0,02	0,25	1700	79	61	<3	27	<0,3	961	59	1100	12,3
2015058853	I4[ME]	2	<2	1,4	1,2	55,34	21,82	7,74	0,43	0,21	0,23	1410	67	56	<3	<1	<0,3	883	53	<100	346,0
2015062539	I4[ME]	<1	<2	1,9	1,2	50,53	23,69	6,01	0,44	0,04	0,22	1530	96	65	<3	3	<0,3	959	55	<100	26,3
2015062419	I4G[ME]	<1	<2	2,2	2,0	50,59	22,93	7,45	0,52	0,38	0,22	1410	90	60	<3	34	<0,3	849	61	1000	15,4
2015062414	I4G[ME]	4	<2	1,9	<0,5	52,36	26,94	2,72	0,46	0,31	0,21	1340	103	67	<3	13	<0,3	1030	51	300	3,9
2015062412	I4[M E]	<1	<2	1,0	0,9	53,92	20,94	11,00	0,51	0,19	0,20	1350	62	51	<3	<1	<0,3	722	43	<100	5,0
2015062416	I4G[ME]	<1	<2	1,2	0,9	43,01	31,27	3,21	0,22	2,00	0,19	1310	93	75	<3	22	<0,3	1290	49	300	5,2
2015062538	I4[ME]	<1	<2	2,9	0,5	49,14	20,24	7,47	0,52	1,75	0,11	613	118	33	6	3	<0,3	405	51	<100	2,7

Les lithologies sont décrites au tableau 6.

Les teneurs en caractères gras soulignent des teneurs anormales de la région.

Les teneurs élevées en K₂O reflètent l'abondance de phlogopite dans la roche.

TABLEAU 5 – Liste des échantillons les plus riches en terres rares de la région du lac de Villaret.

No. éch. unique	Lithologie	SiO ₂ % poids	CaO % poids	Na ₂ O % poids	K ₂ O poids	Sr ppm	Ba ppm	Nb ppm	Cs ppm	Be ppm	Hf ppm	Ta ppm	Th ppm	U ppm	Y ppm	Zr ppm	ETR ppm
2015058866	I1D	74,80	2,82	3,96	0,80	138	154	8,9	2,3	2	4,1	0,42	13,90	1,41	29,5	176	220,9
2015062441	I1B	72,42	0,97	3,65	4,74	317	2214	1,4	0,7	1	4,1	0,21	17,90	0,89	3,1	182	201,4
2015058829	I1A	72,24	1,26	4,19	4,38	209	866	1,8	2,9	2	3,1	0,16	35,80	4,40	4,0	62	175,1
2015062486	M21(M4)	59,55	1,77	3,37	3,58	278	1104	17,5	5,3	1	5	1,31	131,00	23,40	6,9	206	173,8
2015058882	M4(S3)	64,59	1,39	2,79	5,31	340	1688	10,5	6,4	2	3,5	0,99	19,50	3,76	12,4	138	159,6
2015058874	I1D	67,57	3,79	4,72	1,09	477	443	2,4	2,3	1	2,5	0,18	8,86	0,72	9,4	103	146,7
2015058880	I1D	64,16	1,83	4,40	2,53	475	978	4,3	2,5	2	3,5	0,39	7,63	1,61	12,0	153	142,7
2015062453	I1D	60,49	2,72	6,31	3,93	1618	1449	4,3	6,9	3	3,8	0,21	1,89	0,74	12,5	200	140,8
2015058863	I1B	72,52	1,08	3,79	4,71	349	969	1,2	1,9	2	2,6	0,14	22,60	2,63	5,3	99	126,0
2015058864	I1D	71,68	2,97	4,47	1,15	227	247	5,3	1,8	1	3,7	0,58	3,42	0,88	8,6	166	107,9
2015062464	I1D(HM+)	72,69	3,61	3,29	1,18	198	432	4,7	2,6	1	3,5	0,46	5,31	0,78	12,5	147	105,3
2015062448	I1C	64,83	4,83	5,15	1,31	744	473	4,5	0,4	2	2,2	0,56	1,07	0,76	22,3	104	100,7

Les lithologies sont décrites au tableau 6.

ETR correspond à la somme des teneurs de terres rares.

ANNEXE – Tableaux

TABLEAU 6 – Description des échantillons de la région du lac Villaret dont les résultats d'analyses sont présentés dans les tableaux 3 à 5. Les coordonnées sont en UTM, NAD83, fuseau 18.

Échantillons riches en sulfures							
no éch. unique	n° d'échantillon	Litho	Description	SNRC	Fuseau	Estant	Nordant
2015062401	15JJ3233-A1	M8(S6D)	Schiste dérivé de mudstone (QZ, ML, CL), GP, PO (10 %) , PY (1 %), CP (tr.)	33F08	18	430436	5901661
2015062434	15JJ3233-F1	F1	Niveau de 10 cm de PO (70 %) et PY, veine ou remobilisation	33F08	18	430437	5901664
2015062491	15JJ3233-B3	M15(M4)	Paragneiss altéré et métamorphisé à QZ, ML, MV [GR], avec PO (3 %) et PY	33F08	18	430436	5901662
2015062432	15JJ3233-C5	M15(M4)	Paragneiss altéré et métamorphisé à DP, PY	33F08	18	430436	5901661
2015062429	15JJ3233-B2	M15(M4)	Paragneiss altéré et métamorphisé à QZ, ML, MV [GR], avec PO (3 %), PY	33F08	18	430437	5901663
2015062402	15JJ3237-A2	M15(M4)	Paragneiss altéré et métamorphisé à PG, QZ, FK, AM, GR, EP, CB, PY (1 %)	33F08	18	430551	5901564
2015062431	15JJ3233-C4	M15(M4)	Paragneiss altéré et métamorphisé à QZ, DP, PO	33F08	18	430436	5901661
2015062492	15JJ3233-C2	M15(M4)	Paragneiss altéré et métamorphisé à PG, QZ, AM, DP, BO, PO (3 %), GP	33F08	18	430436	5901662
2015062430	15JJ3233-C1	M15(M4)	Paragneiss altéré et métamorphisé à QZ, AM, avec PO (3 %), GP	33F08	18	430436	5901662
2015062426	15RH7030-E1	M16	Niveau de 1 à 50 cm d'amphibolite [FO][RU] à GR (1 %), PY (4 %)	33F01	18	417919	5880663
2015058886	15JJ3239-A1	M4(S3)	Paragneiss à BO, PO, PY	33F08	18	430441	5901655
2015062541	15AB6315-B1	M16(I2J)	Amphibolite dérivée de diorite à HB, BO, MG, CL+, EP+, SR+, SF, CP	33F01	18	420150	5889361
2015062424	15JJ3239-B1	T2(M15)	Zone cisailée dans paragneiss altéré et métamorphisé à BO, AM, GP, PO (6 %)	33F08	18	430443	5901656
2015058861	15JJ3236-B1	I1B	Zone décimétrique de granite à TL avec PO, PY, CP	33F08	18	430462	5901639
2015062493	15JJ3233-D1	M4(S3)	Paragneiss dérivé de wacke à PG, QZ, ML, AM, BO, PO (3 %), PY, CP	33F08	18	430436	5901662
2015062423	15JJ3234-C2	M15	Zone d'altération à HB, QZ, SF, CP	33F08	18	430393	5901658
2015058899	15JJ3018-B1	M15	Zone d'altération à HB, DP, PG, QZ, PY, CP, PO, GR, CC	33F08	18	430464	5901551
2015058876	15JJ3018-B2	M15	Zone d'altération à PG, HB, DP, QZ, CP, PO, PY	33F08	18	430464	5901551
2015062428	15JJ3233-A2	M8(S6D)	Schiste dérivé de mudstone à GP, PO, PY, CP	33F08	18	430435	5901661
2015062545	15JJ3229-B1	R1	Veine de QZ, DP, HB, PY, CP de 20 cm	33F08	18	431174	5901212
2015062540	15MC1236-A1	M4(S3)	Paragneiss à BO dérivé de wacke	33F01	18	420554	5892767
2015058885	15JJ3235-A1	M4(S3)	Paragneiss à BO dérivé de wacke	33F08	18	430436	5901669
2015062544	15MC1203-C2	M4(S3)	Paragneiss à BO dérivé de wacke, cataclasé avec traces de malachite	33F08	18	408520	5923946
Échantillons de roches ultramafiques							
no éch. unique	n° d'échantillon	Litho	Description	SNRC	Fuseau	Estant	Nordant
2015062418	15AB6114-A2	I4G[ME]	Métawebsterite à olivine, à TM, TC, PH et oxydes diss.	33F01	18	423350	5875221
2015062415	15JJ3137-A1	I4G[ME]	Métawebsterite à olivine, à TM, TC, ST, PH et oxydes diss.	33F01	18	424825	5874626
2015062413	15MC1130-A1	I4G[ME]	Métawebsterite à olivine, à TM, TC, ST, CL, PH et oxydes diss.	33F01	18	428819	5878375
2015062417	15AB6086-D1	I4[ME]	Intrusion ultramafique, métamorphisée, à TM, AT, PH, TC et oxydes diss.	33F08	18	427289	5912379
2015058854	15JL9053-A1	I4G[ME]	Intrusion ultramafique, métamorphisée, à ST, TM, TC et oxydes diss.	33F01	18	421883	5877737
2015058852	15JJ3113-A1	I4G[ME]	Métawebsterite à olivine, à ST, PH, oxydes diss. et SL	33F01	18	430005	5874325
2015058855	15JJ3070-A1	I4[ME]	Intrusion ultramafique, métamorphisée, à AT, TM et oxydes diss.	33F08	18	429168	5911748
2015058851	15MC1085-A1	I4G[ME]	Métawebsterite à olivine, à PH, ST, CL et oxydes diss.	33F01	18	407979	5874548
2015062536	15JJ3381-A1	I4[ME]	Métawebsterite à olivine, à AT, TM, oxydes diss., CL, TC	33F01	18	408110	5898166
2015058853	15JJ3120-A1	I4[ME]	Intrusion ultramafique, métamorphisée, à TM, AT, PH	33F01	18	429732	5876071
2015062539	15JJ3384-A1	I4[ME]	Intrusion ultramafique, métamorphisée, à TM, AT, TC, PH, oxydes diss. (<1 %)	33F08	18	412469	5906327
2015062419	15RH7061-A1	I4G[ME]	Métawebsterite à olivine, à AT, TM, TC, PH et oxydes diss.	33F01	18	429241	5886447
2015062414	15JJ3123-A1	I4G[ME]	Métawebsterite à olivine, à AT, PH, CB et oxydes diss.	33F01	18	407556	5877767
2015062412	15JL9053-B1	I4[ME]	Intrusion ultramafique, métamorphisée, à TM, AT, PH, TC	33F01	18	421883	5877737
2015062416	15JJ3190-A1	I4G[ME]	Métawebsterite à olivine, à PH, ST, TM et oxydes diss.	33F01	18	404745	5875072
2015062538	15JJ3382-A1	I4[ME]	Intrusion ultramafique, métamorphisée, à TM, AT, PH, TC, OV	33F08	18	410087	5903860
Échantillons les plus riches en terres rares							
no éch. unique	n° d'échantillon	Litho	Description	SNRC	Fuseau	Estant	Nordant
2015058866	15JL9062-C1	I1D	Tonalite à MV, MG, BO, GR, à grain fin et foliée	33F01	18	423041	5879646
2015062441	15JG2608-A1	I1B	Granite à BO, MG, à grain moyen à grossier	33F01	18	408479	5885079
2015058829	15MC1062-A1	I1A	Granite à BO, MG, CL, à grain moyen à grossier	33F01	18	418059	5891423
2015062486	15MC1213-A3	M21(M4)	Diatexite à BO, AM dérivée de paragneiss, à grain fin à moyen, gneissique	33F08	18	400798	5913420
2015058882	15JL9110-B1	M4(S3)	Paragneiss à BO dérivé de wacke, grain fin et folié	33F01	18	428585	5889790
2015058874	15AB6045-A1	I1D	Tonalite à HB, BO, EP, PY, grain moyen et foliée	33F08	18	424203	5909096
2015058880	15FU8065-A1	I1D	Tonalite à HB, BO, CL, grain fin, granoblastique et foliée	33F01	18	432325	5878254
2015062453	15AB6152-A1	I1D	Tonalite à HB, BO, MG, grain moyen, foliée et étirée	33F01	18	417095	5876541
2015058863	15JG2600-A1	I1B	Granite à MV, BO, MG, EP, CL, grain moyen à pegmatitique	33F01	18	403616	5892328
2015058864	15RH7007-B1	I1D	Tonalite à BO, MG, CL, grain moyen et massif	33F01	18	404906	5879450
2015062464	15JL9129-A2	I1D(HM+)	Tonalite à BO, MG, EP, HM, grain fin, granoblastique et foliée	33F08	18	432964	5922235
2015062448	15JG2608-B1	I1C	Granodiorite à BO, HB, MG, grain moyen et foliée	33F01	18	408479	5885079

ANNEXE – Tableaux

TABLEAU 7 – Localisation et caractéristiques des indices de la région du lac de Villaret. Les coordonnées sont en UTM, NAD83, fuseau 18.

Substance	Nom	Estant	Nordant	Lithologie	Minéralisation	Altération	Teneurs	Références
U	Rivière Meechishgosheesh	427508	5924538	Gneiss à biotite au contact d'un granite rose	Disséminée; minéral d'uranium et thorianite		0,055 % U ₃ O ₈ (466 ppm U) et 0,011 % ThO ₂ (96,7 ppm Th; échantillon choisi G 586F); 0,008 % U ₃ O ₈ (68 ppm U) et 0,002 % ThO ₂ (17,6 ppm Th; échantillon choisi G 586H)	Giroux, 1975
U	Roma	406927	5891431	Au contact entre un granite pegmatitique et un paragneiss	Minéral d'uranium		0,093 % U ₃ O ₈ (788,6 ppm U) et 0,006 % ThO ₂ (44 ppm Th; échantillon choisi G 527 A2); 0,050 % U ₃ O ₈ (424ppm U) et 0,003 % ThO ₂ (26,4 ppm Th; échantillon choisi G 527 A3)	Giroux, 1975
U-Th	G 530	414677	5909731	Granite pegmatitique blanc	Massive; minéral d'uranium et thorianite		0,05 % U ₃ O ₈ (424 ppm U) et 0,18 % ThO ₂ (1582,2 ppm Th; échantillon choisi G 530 B)	Giroux, 1975
U-Th	Marjolet	421186	5887700	Faciès pegmatitique, QZ-FP et migmatitique QZ-BO	Disséminée; minéral d'uranium et thorianite. La seule minéralisation visible à l'œil nu consiste en des produits jaunes		0,19 % U ₃ O ₈ (1611,2 ppm U) et 0,072 % ThO ₂ (632,9 ppm Th; échantillon choisi G 528); 1210 ppm U et 1170 ppm Th sur 0,55 m (rainure, analyse 75470); 880 ppm U et 213 ppm Th sur 0,9 m (rainure, analyse 75469); 650 ppm U et 570 ppm Th (échantillon choisi analyse 75493)	Giroux, 1975; Lamothe, 2009
Th	DJ-09-U007	422580	5885869	Non précisée	Nature non précisée		460 ppm Th et 210 ppm U (échantillon choisi analyse 75474)	Lamothe, 2009
Th-ETR	Éch 52820	423473	5887157	Non précisée	Nature non précisée		1310 ppm Th, 325 ppm U et 3013 ppm ETR (échantillon choisi, analyse 52820)	Lamothe, 2009
Th-ETR	Éch 52827	425674	5887588	Non précisée	Nature non précisée		520 ppm Th, 139 ppm U et 1839 ppm ETR (échantillon choisi, analyse 52827)	Lamothe, 2009
Th-ETR	Éch 52871	425774	5889454	Non précisée	Nature non précisée		1140 ppm Th, 23,4 ppm U et 4209 ppm ETR (échantillon choisi, analyse 52871)	Lamothe, 2009
Cu	Iléosud	430464	5901551	Roche métasomatique	Chalcopyrite disséminée	Calco-silicatée métamorphisée	5920 ppm Cu (échantillon choisi, n° unique 2015058899)	Ce levé

ANNEXE – Photographies

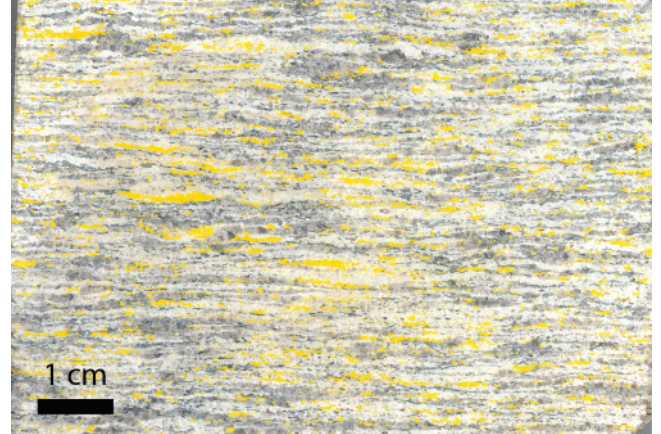


PHOTO 1 - Tonalite déformée à hornblende, biotite et magnétite avec injections de granite de l'unité Algi3 du Complexe de Langelier (feuillelet 33F08, 2015-JJ-3256). Le crayon a une longueur de 15 cm.



PHOTO 3 - Paragneiss à biotite dérivé de wacke avec quelques rubans de mobilisat. Unité nAlgi2a du Complexe de Laguiche (feuillelet 33F01, 2015-MC-1064). Noter l'intrusion de granite à feldspath alcalin blanc (nAver2), à gauche, qui coupe la foliation du paragneiss.



PHOTO 4 - Métatexite dérivée de paragneiss à biotite contenant 40 % de mobilisat en rubans d'épaisseur centimétrique. Unité nAlgi3a du Complexe de Laguiche (feuillelet 33F01, 2015-AB-6183).

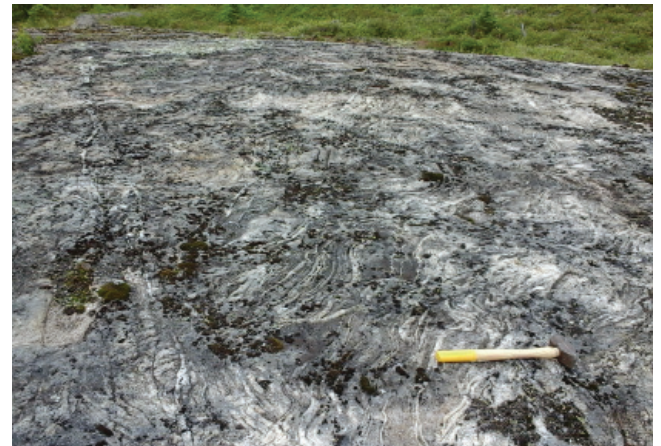


PHOTO 5 - Diatexite dérivée de paragneiss à biotite contenant plus de 50 % de mobilisat. Unité nAlgi4a du Complexe de Laguiche (feuillelet 33F01, 2015-MC-1213). La masse a une longueur de 40 cm.

ANNEXE – Photographies (suite).

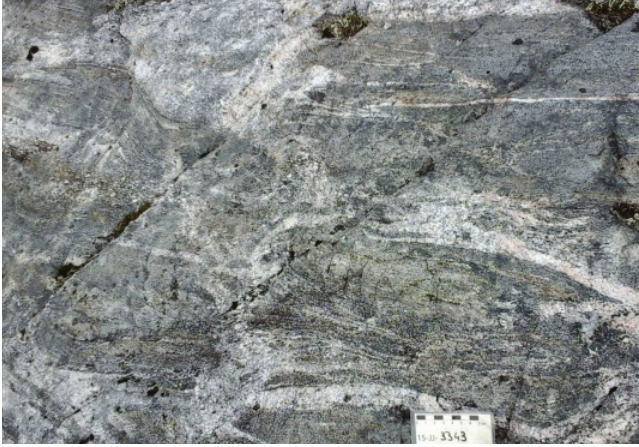


PHOTO 6 - Amphibolite rubanée et foliée montrant des niveaux plus riches en diopside et des injections felsiques. Unité nAlgi5 du Complexe de Laguiche (feuillelet 33F01, 2015-JJ-3343).

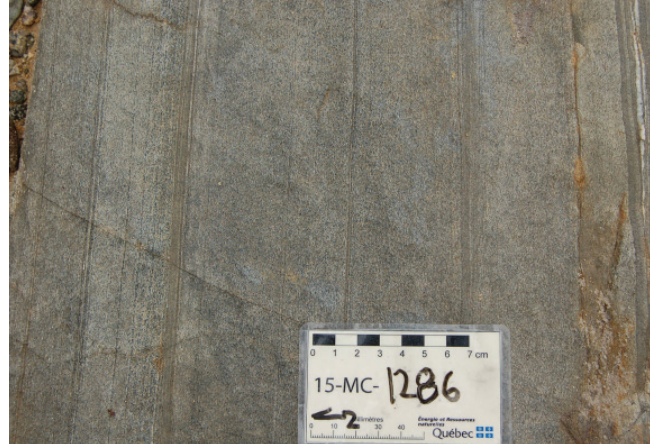


PHOTO 7 - Wacke à biotite, amphibole et carbonates de l'unité nAlgi7 du Complexe de Laguiche (feuillelet 33F09, au nord du territoire cartographié, 2015-MC-1286). Le litage et le granoclassement normal sont bien préservés. La flèche sur l'échelle indique le nord.



PHOTO 8 - Gneiss tonalitique à biotite, hornblende et magnétite, rubané et plissé appartenant au Gneiss de Marjoulet (nAigma, feuillelet 33F01, 2015-RH-7071).

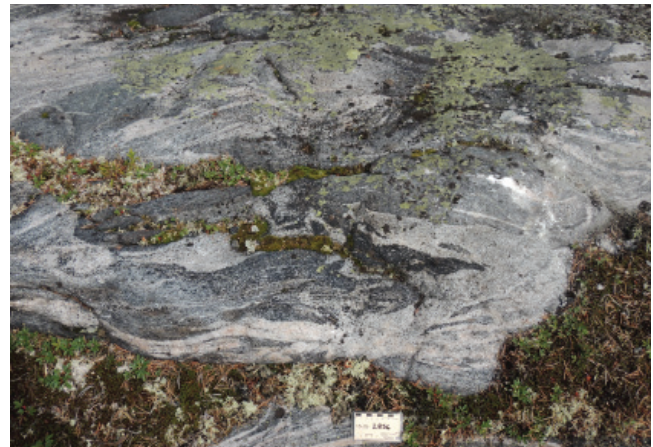


PHOTO 9 - Gneiss tonalitique à enclaves du Gneiss de Marjoulet (nAigma, feuillelet 33F01, 2015-JG-2856)



PHOTO 10 - Monzodiorite quartzifère foliée à biotite-hornblende-magnétite porphyrique à phénocristaux de feldspath potassique de la Suite de Bezier (nAbez, feuillelet 33F08, 2015-JL-9125).

ANNEXE – Photographies (suite).



PHOTO 11 - Métawebstérite à olivine et à porphyroblastes d'orthopyroxène de la Suite de Lablois (nAslb, feuillet 33F01, 2015-RH-7061).



PHOTO 12 - Affleurement typique de métawebstérite à olivine et phlogopite de la Suite de Lablois (nAslb, feuillet 33F01, 2015-JJ-3190). Noter la surface rugueuse de l'affleurement créée par l'érosion préférentielle de la matrice.



PHOTO 13 - Granite à biotite et magnétite, homogène et à grain grossier. Unité nAver1 de la Suite granitique du Vieux Comptoir (feuillet 33F01, 2015-JJ-3358).



PHOTO 14 - Granite à feldspath alcalin à biotite-muscovite-grenat-tourmaline. Unité nAver2 de la Suite granitique du Vieux Comptoir (feuillet 33F01, 2015-JG-2563). Noter les petits niveaux riches en cristaux submillimétriques de grenat rosé (GR).



PHOTO 15 - Tonalite à biotite et magnétite, légèrement foliée. Unité I1Da (feuillet 33F08, 2015-AB-6235).

ANNEXE – Photographies (suite).



PHOTO 16 - Dyke de diabase brunâtre de 40 m d'épaisseur (à gauche) coupant un granite blanc (à droite). Noter le réseau de fractures perpendiculaires au contact typique des dykes de diabase. Dykes du Lac Esprit (pPesp, feuillet 33F01, 2015-JL-9039).



PHOTO 17 - Vue générale de l'indice Iléosud montrant la patine rouille caractéristique (feuillet 33F08, 2015-JJ-3018).

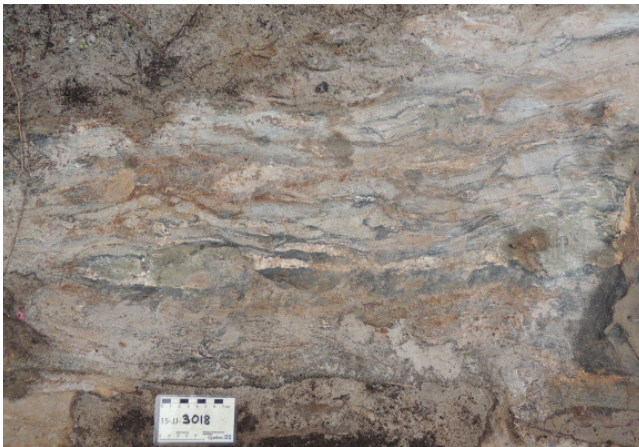


PHOTO 18 - Bandes altérées centimétriques riches en hornblende-plagioclase-diopside-quartz-sulfures dans un paragneiss de l'indice Iléosud (feuillet 33F08, 2015-JJ-3018).

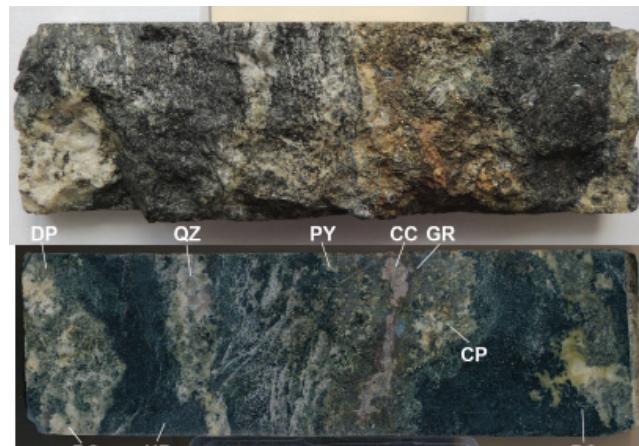


PHOTO 19 - Détail d'un échantillon minéralisé en cuivre de l'indice Iléosud (feuillet 33F08, 2015-JJ-3018). Cette zone d'altération a été métamorphosée et transformée en un assemblage de hornblende (HB)-plagioclase (PG)-diopside (DP)-quartz (QZ) associé à de la calcite (CC) et du grenat (GR). La pyrite (PY) et la chalcoppyrite (CP) sont reconnues dans les bandes de diopside (vert pâle), tandis que la pyrrhotite (PO) est finement disséminée dans les bandes riches en hornblende (vert foncé). a) surface en cassure fraîche; b) surface polie.

ANNEXE – Photographies (suite).

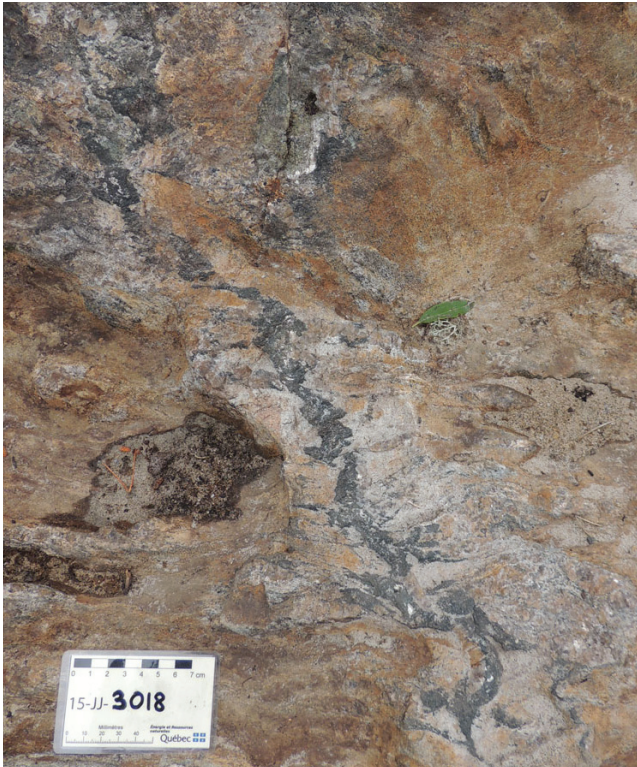


PHOTO 20 - Veine de hornblende coupant la foliation. Indice Iléosud (feuillelet 33F08, 2015-JJ-3018).



PHOTO 21 - Vue aérienne de la zone rouillée au nord de l'indice Iléosud. La cartographie de ces affleurements est présentée à la figure 9. Le granite à sulfures est localisé au bas de la photo (au SE) et les paragneiss en haut (au NW ; feuillelet 33F08, 2015-JJ-3233, 2015-JJ-3236 et 2015-JJ-3239).



PHOTO 22 - Zone rouillée et cisailée dans un paragneiss métasomatisé avec graphite et sulfures (nAlgi8) au nord de l'indice Iléosud (feuillelet 33F08, 2015-JJ-3233C3).



PHOTO 23 - Échantillon montrant une veine de pyrrhotite massive associée à du quartz provenant de la partie nord de l'indice Iléosud (feuillelet 33F08, 2015-JJ-3233F). La pyrite en amas jusqu'à 2 cm est aussi présente dans l'échantillon, mais elle n'est pas visible sur cette face.

Résumé

La région du lac de Villaret (feuilles SNRC 33F01 et 33F08) a été cartographiée à l'échelle 1/50 000. Le socle rocheux de la région est composé de roches métasédimentaires et intrusives néoarchéennes des sous-provinces de La Grande et d'Opinaca, d'intrusions felsiques et ultramafiques présentes dans ces deux sous-provinces et de dykes de diabase paléoprotérozoïques, le tout surmonté de dépôts meubles quaternaires. Les roches de la Sous-province de La Grande appartiennent à l'unité Alg13 (granodiorite et tonalite foliées) du Complexe de Langelier, tandis que la Sous-province d'Opinaca est composée de wacke, de paragneiss plus ou moins migmatitisés et d'intrusions diverses. La région est divisée en huit unités stratigraphiques et lithodémiques, dont deux nouvelles unités (Gneiss de Marjoulet et Suite de Lablois), et en trois unités lithologiques. Le Gneiss de Marjoulet se situe à l'intérieur du Complexe de Laguiche, tandis que la Suite de Lablois regroupe une série d'intrusions ultramafiques distribuées sur une distance E-W de plus de 380 km qui s'injectent à la fois dans le La Grande et l'Opinaca. Ces intrusions sont formées principalement de métawebstérite à olivine avec ou sans phlogopite.

La distribution des minéraux métamorphiques et du pourcentage de mobilisat permet de tracer des isogrades métamorphiques qui démontrent un accroissement du métamorphisme du NNW vers le SSE, passant du faciès des schistes verts au faciès supérieur des amphibolites.

Les roches de la Sous-province de La Grande sont chevauchées sur les unités de l'Opinaca. Cette dernière est déformée en une succession de synformes et d'antiformes qui, vers le sud, deviennent de plus en plus serrées avec des flancs plus abrupts. De plus, de grandes zones de cisaillement E-W à NE ont été tracées à partir de la carte du gradient vertical du champ magnétique résiduel, de la carte du tilt angle magnétique et des variations d'orientation des éléments structuraux.

Des roches riches en sulfures et en graphite associées à des zones d'altération potassique ou calcosilicatée définissent une nouvelle unité du Complexe de Laguiche, dans le coin SE du feuillet 33F08. Un nouvel indice de cuivre d'une teneur de 5920 ppm Cu (Iléosud) a été mis au jour dans ces roches.



Paysage typique de la Sous-province d'Opinaca constitué d'une succession de collines de granite et de migmatites. Affleurement 2015-JJ-3329 (feuillet 33F01).